

Prom. Nr. 3776

**Über die stoffliche
und energetische Wirkung
einiger Rohfaserkomponenten
beim Kaninchen**

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von

OTTO JOSEF FURRER

dipl. Ing.-Agr. ETH

von Schwarzenbach (Kt. Luzern)

Referent: Herr Prof. Dr. E. Crasemann

Korreferent: Herr Prof. Dr. H. Neukom

Juris Druck + Verlag Zürich
1966

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem stofflichen und energetischen Verhalten einiger wichtiger Komponenten der Rohfaser bzw. der pflanzlichen Zellwand im Stoffwechsel des Kaninchens. Neben anderem gibt sie Gelegenheit, zu dem von Oskar Kellner eingeführten Rohfaserabzug Stellung zu nehmen. Mit 2 ausgewachsenen männlichen Kaninchen wurden im Differenzversuch folgende 4 Präparate geprüft:

- CPL = Zellwandpräparat, grobstengelig (Fig. 1, S. 14), zur Hauptsache bestehend aus Cellulose (52,76 %), Pentosanen (18,85 %) und Lignin (15,00 %),
- CP = Holocellulosepräparat, feinfaserig, im wesentlichen bestehend aus Cellulose (69,00 %) und Pentosanen (27,89 %),
- C = Cellulosepräparat, feinfaserig, 90,01 % Cellulose enthaltend,
- P = Pentosanpräparat, pulverförmig, 94,06 % Pentosane enthaltend.

Die Verabreichung dieser Präparate erfolgte als Zulagen zu einem physiologisch angepassten, den Erhaltungsbedarf etwas überschreitenden Grundfutter. Insgesamt wurden mit den 2 Kaninchen je 3 Grundfutter- und je 8 Zulageversuche durchgeführt, wobei auf jedes Präparat je 4 Zulageversuche entfielen. (Charakterisierung der Präparate S. 11 bis 18; Beschreibung der Versuchsanordnung S. 19 bis 26; Angaben über Bestimmungsmethoden S. 26 bis 34).

Ergebnisse:

1. Die Verdauung der Cellulose und Pentosane der CPL-Zulage, die vermutlich ausschliesslich auf einen mikrobiellen, insbesondere bakteriellen Abbau zurückzuführen ist, wurde durch die Anwesenheit des Lignins stark gehemmt. Auffallend schwer verdaulich war auch das C-Präparat, das wahrscheinlich hauptsächlich aus langkettigen, stabilen Cellulosemolekülen bestand. Dagegen waren die CP- und besonders die P-Zulage relativ gut verdaulich. Die verhältnismässig schlechte Verdaulichkeit der im C-Präparat vorhandenen Pentosanfraktion beruht wahrscheinlich darauf, dass diese hochmolekular und stark

mit Cellulose assoziiert vorlag. Es wurde der Nachweis erbracht, dass das von uns in Anlehnung an die Methode von Armitage et al. 1948 bestimmte Lignin, da praktisch unverdaulich, sich gut als Indikator für Verdauungsversuche am Kaninchen eignet. Es besteht kein Anhaltspunkt dafür, dass die Verdaulichkeit des Grundfutters durch die Zulagen wesentlich beeinflusst wurde (S. 35 bis 43).

2. Die Stickstoffretention der als ausgewachsen zu betrachtenden Kaninchen scheint in positiver Korrelation zur Kohlenstoffansatzwirkung der Zulagen gestanden zu haben (S. 44).
3. Der Kohlenstoffansatz pro Gramm verdauten Kohlenstoff fiel bei den hochverdaulichen Präparaten (CP und P) eindeutig niedriger aus als bei den verhältnismässig schlecht verdauten Präparaten (CPL und C). Es ergab sich folgender offensichtlich mikrobiell bedingter Zusammenhang: Dem mikrobiellen Angriff leicht zugängliche Präparate \rightarrow hohe (scheinbare) C-Verdaulichkeit \rightarrow hohe CO_2 -Produktion \rightarrow relativ niedriger C-Ansatz und umgekehrt (S. 45 ff).
4. Es ergaben sich folgende energetischen Daten für die Zulagen:

	Zulage	CPL	CP	C	P
<u>pro kg Trockensubstanz:</u>					
Bruttoenergie	kcal	4681	4218	4151	4136
Verdauliche Energie	kcal	824	2318	578	3060
Umsetzbare Energie	kcal	861	2384	641	3210
Thermische Energie	kcal	9	689	31	1152
Nettoenergie	kcal	852	1695	610	2058
<u>pro kg verdaute Trockensubstanz:</u>					
Verdauliche Energie	kcal	4444	4232	4551	4079
Umsetzbare Energie	kcal	4645	4354	5048	4279
Thermische Energie	kcal	50	1258	243	1536
Nettoenergie	kcal	4595	3096	4805	2743

Die umsetzbare Energie der Zulagen gestaltete sich praktisch gleich wie ihre verdauliche Energie.

Die thermische Energie wurde mit zunehmendem Gehalt der Zulagen an verdaulicher Holocellulose deutlich gesteigert (Fig. 3, S. 61). Diese Steigerung

lässt sich zwanglos mit der vermutlich beträchtlichen Exothermie der mikrobiell bedingten Verdauung der Holocellulose erklären. Der hohe Ligningehalt des CPL-Präparates wirkte auf dessen thermische Energie offenbar als Folge eines gehemmten mikrobiellen Abbaues depressiv. Die von uns geprüften Zulagen ergaben keine den Kellner'schen Rohfaserabzug rechtfertigende Beeinflussung der thermischen Energie. Entgegen der Lehmann'schen Lehre vom Ballast wiesen die ballastreichsten Zulagen die niedrigste, die ballastärmsten jedoch die höchste thermische Energie auf. Es scheint, dass der Energieverbrauch für die rein mechanischen Vorgänge der Verdauung (Kauarbeit, Peristaltik) gegenüber dem Energieverbrauch für die übrigen Verdauungsprozesse (mikrobielle Aktivität inbegriffen) stark zurücktrat. Dies gibt auch eine Erklärung dafür, dass in unseren Versuchen kein Einfluss der physikalischen Beschaffenheit der Zulagen (grobstengelig, feinfaserig, pulverförmig) auf die thermische Energie festgestellt werden konnte.

Die Nettoenergie der Zulagen gelangte, wie erwartet (ausgewachsene Tiere), fast ausschliesslich in Form von Körperfett zum Ansatz. Im gewogenen Mittel betrug sie 3354 kcal pro kg verdaute Trockensubstanz.

Summary

The object of this study was to investigate the influence of several components of the crude fibre i.e. the cell wall fraction, on digestibility, N- and C-balances and on energy metabolism of adult rabbits. The experiments were also planned to allow some comments on the correction factor for crude fibre which was introduced by Oskar Kellner for the calculation of the starch equivalent of roughages.

Four different preparations were evaluated:

- CPL = a cell wall preparation consisting of stems of alfalfa from which most non cell wall materials had been extracted (Fig. 1, p. 14) and containing 52.76 % cellulose, 18.85 % pentosans and 15.00 % Lignin.
- CP = a holocellulose preparation in form of fine fibres, principally consisting of 69.00 % cellulose and 27.89 % pentosans.
- C = a cellulose preparation in form of fine fibres, containing 90.01 % cellulose
- P = a preparation of pentosans in form of a powder, containing 94.06 % pentosans.

These preparations were fed as supplements to balanced basal rations which supplied slightly more than the maintenance requirements.

Two adult rabbits were used as experimental animals. With each of these animals 3 trials with the basal ration and 8 trials with the supplements were carried out, each preparation being tested in 4 trials. (Details on the 4 preparations pp. 11 - 18; experimental design pp. 19 - 26, methods pp. 26 - 34).

Results:

1. The digestion of the cellulose and the pentosans of the CPL supplement, which probably was dependent exclusively on microbial, especially bacterial breakdown was strongly inhibited by the presence of lignin. The C - preparation, probably consisting mainly of long chain, stable cellulose molecules, showed also a strikingly low digestibility. The CP- and especially

the P-preparation, on the other hand, were relatively well digested. The low digestibility of the pentosan-fraction contained in the C- preparation was probably due to the fact, that it consisted mainly of compounds of high molecular weight, strongly associated with cellulose. The experiments showed that lignin as determined by the method of Armitage et al. 1948 is well suited as an indicator for digestibility trials because of its indigestibility. There was no evidence to prove a significant effect of the supplements on the digestibility of the basal ration (pp. 35 - 43).

2. There seemed to exist a positive correlation between nitrogen retention and the effects of the various supplements on carbon retention (p. 44).
3. The amount of carbon retained per gram of digested carbon was significantly lower for the highly digestible preparations (CP and P) than for the preparations of relatively low digestibility (CPL and C). The following relationship, apparently due to microbial activity, could be established: preparations readily accessible to microorganisms \rightarrow high (apparent) carbon - digestibility \rightarrow high CO_2 production \rightarrow relatively low carbon retention. The reverse is true for substances which are less readily attacked by microorganisms (p. 45).
4. The following energy values for the various supplements were found:

Supplement	CPL	CP	C	P
<u>kcal./kg dry matter</u>				
gross energy	4681	4218	4151	4136
digestible energy	824	2318	578	3060
metabolizable energy	861	2384	641	3210
heat increment	9	689	31	1152
net energy	852	1695	610	2058

<u>kcal/kg digestible dry matter</u>				
digestible energy	4444	4232	4551	4079
metabolizable energy	4645	4354	5048	4279
heat increment	50	1258	243	1536
net energy	4595	3096	4805	2743

The digestible energy was almost completely metabolizable. There was a positive correlation between the amount of digestible holocellulose in the supplements and the heat increment (Fig. 3, p. 61). This relationship can be readily explained by the exothermic character of the microbial breakdown of the holocellulose. The high lignin content of the CPL preparation had a decreasing effect on the heat increment. This is obviously a consequence of the depression of the microbial breakdown.

The influences of the examined supplements on the heat increment were not such as to justify Kellner's correction factor for crude fibre content. Contrary to Lehmann's theory on the influence of bulk (= indigestible organic matter) the bulkiest supplements were found to produce the lowest, the supplements with the least amount of bulk to produce the highest heat increment. It seems that the energy expenditure for the purely mechanical processes of the digestion (chewing, peristaltic movements) was considerably less than that for other digestive processes (including microbial activity). This also provides an explanation for the fact that the different physical characteristics of the supplements (stemmy-, fibrous - and powdry material) did not have any influence on the heat increment in our experiment.

The net energy of the supplements was almost entirely retained in form of body fat. The weighted average of net energy produced per kg digested dry matter was 3354 kcal.