



Slominski B. and Campbell., 1989. Indoleacetonitriles - thermal degradation products of indole glucosinolates in commercial rapeseed (*Brassica napus*) meal. *J. Sci. Food Agric.* 47, 75-84.

Spiegel C. and Blum J., 1993. Lower food intake is a primary cause of reduced growth rate in growing pigs fed rapeseed presscake meal. *J. Nutr.* 123, 1562-1566.

Spiegel C., Bestetti G., Rossi G. and Blum J., 1993. Normal circulating triiodothyronine concentrations are maintained despite severe hypothyroidism in growing pigs fed rapeseed presscake meal. *J. Nutr.* 123, 1554-1561.

Subuh A., Rowan T. and Lawrence T., 1995. Toxic moieties in ruminal and duodenal digesta and in milk, and hepatic integrity in cattle given diets based on rapeseed meals of different glucosinolate contents either untreated or treated with heat or formaldehyde. *Animal Feed Science and Technology* 52, 51-61.

Taugros A., 1986. Hormone synthesis: thyroid iodine metabolism. In: S. Ingbar and L. Braverman (eds.), *The Thyroid*. J. B. Lippincott, Philadelphia, 53-97.

RÉSUMÉ

Effets des glucosinolates du colza sur l'organisme

Dans plusieurs essais, nous avons étudié l'influence de la distribution de tourteau de colza pauvre en glucosinolates sur l'organisme des ruminants et des porcs. Le thiocyanate, qui est un produit de dégradation des glucosinolates et de certaines substances contenues dans les fourrages verts et qui inhibe la glande thyroïde, se trouvait en grande concentration dans le sang et le lait des animaux ayant reçu du colza. Cependant, le lait des vaches qui mangeaient du colza ne contenait pas plus de thiocya-

nate que le lait de vaches au pâturage. Bien que le thiocyanate ait un effet antibactérien dans le lait, nous n'avons pas constaté d'influence positive d'une distribution de colza sur la santé de la glande mammaire. L'utilisation du tourteau de colza dans l'alimentation du porc à l'engrais a provoqué un léger agrandissement de la glande thyroïde. Nous avons constaté le même phénomène chez des porcelets nouveau-nés dont les mères avaient reçu du colza pendant la période de gestation. Dans un essai seulement, chez des porcs à l'engrais recevant une ration contenant 5 et 15 % de tourteau de colza, nous avons observé un effet négatif du colza sur la concentration sanguine en thyroxine, qui est une des hormones de la glande thyroïde. Le foie des porcs et des taurillons qui étaient engraisés avec du colza était légèrement agrandi, sans que la concentration sanguine en enzymes hépatiques ne soit augmentée. Chez la vache laitière recevant du tourteau de colza, la concentration sanguine en enzymes hépatiques était légèrement augmentée, ce qui indique que le colza représente une charge supplémentaire pour cet organe.

SUMMARY

Effects of rapeseed glucosinolates in pigs and ruminants

In several feeding trials blood and milk variables as well as organ weights were compared between principal animals which received low glucosinolate rapeseed meal and control animals whose diets contained no rapeseed meal. Rapeseed meal intake caused a several-

fold increase of plasma thiocyanate concentration in pigs, goats and cattle ($p < 0.05$). Milk thiocyanate concentration in dairy cows, which received on an average 1.45 kg of rapeseed per day during the winter feeding period, was roughly twice as high as in control cows ($p < 0.05$), but was comparable to the thiocyanate content in the milk of cows on pasture whose feed contained no cruciferous plants. Rapeseed feeding did not influence somatic cell count in the milk of the cows. Thyroid weight was increased up to 1.5 times in fattening pigs when the diet contained up to 15 % rapeseed meal and 1.2 times in newborn piglets when the diet of the sows contained 8 % rapeseed meal ($p < 0.01$). The feeding of rapeseed did not affect plasma thyroxine concentration in cattle, goats and weaned piglets, but fattening pigs receiving diets with 5 and 15 % rapeseed meal respectively had slightly lower plasma T4 concentrations than control animals (54 and 53 vs. 61 nmol/l, $p < 0.01$). Liver weight was increased by 16 % in fattening pigs whose feeds contained 15 % rapeseed meal ($p < 0.01$) and by 12 % in fattening bullocks which received 1.2 kg of rapeseed meal during the finishing period ($p < 0.05$), but liver enzyme activity in plasma of these animals was not increased. By contrast, plasma γ -glutamyltransferase (GGT) and sorbitol dehydrogenase (SDH) activity was increased ($p < 0.05$ and $p < 0.1$), and blood glutathione concentration was decreased ($p < 0.05$) in dairy cows which received 1.45 kg of rapeseed meal per day. These findings suggest that rapeseed meal influences liver function in cattle.

KEY WORDS: rapeseed, thiocyanate, pigs, ruminants, liver, thyroid

NUTZTIERE



Den Nährwert von Rapsschrot beim Wiederkäuer verbessern

Roger DACCORD, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztier (RAP), CH-1725 Posieux

Der Nährwert von Rapsextraktionsschrot, im speziellen sein APD-Gehalt, ist gering. Bis heute haben sich die in unserem Land an der Rapsproduktion und -verwertung beteiligten Kreise kaum darum bemüht, dies zu verbessern. Es gäbe aber Möglichkeiten.

Die Anbaufläche für Raps wurde in den Hauptanbaugebieten der EU (Deutschland, Frankreich, Grossbritannien; Abb. 1) während der letzten zehn Jahre ausgedehnt. In der Schweiz fand eine vergleichbare Entwicklung statt (Abb. 2). Diese Ausdehnung

hängt unter anderem damit zusammen, dass Fette und Öle nicht nur in Lebensmitteln von Bedeutung sind, sondern auch in zahlreichen anderen Industrieprodukten wie Schmiermittel, Treibstoffe, Farben, Polymere, Pharmazeutika und Kosmetika.

Die gesteigerte Rapsproduktion erhöht unweigerlich auch das Angebot an Extraktionsschrot. Rapsschrot weist im Vergleich zu seinem Hauptkonkurrenten Sojaschrot einen tieferen Nährwert auf, was seinen Marktwert vermindert. Eine Verbesserung seines Nährwertes für Wiederkäuer wäre dann erfolgversprechend, wenn alle am Raps interessierten Kreise dem Nebenprodukt mehr Bedeutung beimessen würden.

Die Schwächen von Rapsschrot

Rapsschrot weist im Vergleich zu Sojaschrot tiefere Energie- und Proteingehalte auf (Tab. 1). Dieser Minderwert ist in erster Linie auf den erhöhten Gehalt an Zellwandbestandteilen, bedingt durch den hohen Schalenanteil, zurückzuführen. Die Samenschalen machen rund 30 % der Schrotmasse aus (Bell 1993). Die Verdaulichkeit der organischen Substanz weicht deutlich von jener der Sojaschalen ab (55 % gegenüber 77 %; Michalet-Doreau und Demarquilly 1980).

Rapsschrot enthält nicht nur weniger Rohprotein als Sojaschrot, es weist auch eine höhere Abbaubarkeit im Pansen auf (im Mittel 74 % gegenüber 61 %). Nur rund ein Drittel des aufgenommenen Proteins erreicht den Darm in Form von potentiell absorbierbarem Protein. Bei Sojaschrot beträgt dieser Anteil 52 %. Um verwertet werden zu können, muss das Protein absorbiert werden (APD). Auch auf dieser Stufe ist Rapsschrot dem Sojaschrot unterlegen: Die Verdaulichkeit der Aminosäuren erreicht einen Wert von 80 % gegenüber 95 % in Sojaprotein. All diese Unterschiede machen es aus, dass Rapsschrot zum gegenwärtigen Zeitpunkt als APD-Träger weniger gut geeignet ist als Sojaschrot, einen hohen APD-Bedarf zu decken. Das gerade bei Hochleistungskühen ausgeprägte APD-Defizit zu Laktationsbeginn kann mit Rapsschrot nicht ohne einen Rohproteinüberschuss mit den damit einhergehenden Belastungen für Tier und Umwelt ausgeglichen werden.

Der bei der mechanischen Ölgewinnung anfallende Rapskuchen ist fettreicher. Der höhere Fettgehalt verdünnt den Rohproteingehalt noch zusätzlich. Andererseits steigt aber der Energiegehalt. Allerdings könnte diese Erhöhung nicht immer der tatsächlichen Futterwirkung entsprechen. Das im Kuchen verbleibende Rapsfett ist reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Diese hemmen die mikrobiellen Gärungsvorgänge im Pansen. Wie im Fall des Rapsextraktionsschrotes, das Nebenprodukt der mechanischen und chemischen Ölextraktion, ist der Anteil an APD im Rohprotein gering.

Die in den Rapsnebenprodukten vorkommenden Glukosinolate sind nicht mehr ein ernsthaftes Problem. Kürzlich durchgeführte Kontrollen haben ergeben, dass der Glukosinolatgehalt der gegenwärtig angebauten Rapsorten 20 mmol/kg Schrot nicht übersteigt (Chaubert 1996). Zudem ist der Wiederkäuer gegenüber den negativen Auswirkungen der Glukosinolate weniger anfällig als monogastrische Tiere (Mawson *et al.* 1994).

Stärken von Rapsschrot

Ein ganz wesentlicher Vorteil des Rapsanbaues liegt darin, dass diese Kultur wegen der im Vergleich zu Soja bescheideneren Temperaturansprüche gut an unsere Breitengrade angepasst ist. Unsere Landwirte sind in der Lage, Raps auf effiziente Art und Weise zu produzieren, was seinen Nebenprodukten eine vorteilhafte Marktposition verschafft.

Das Aminosäurenmuster des absorbierbaren Proteins (APD) ist ein wichtiger Fak-

tor bei der Synthese von Milch- und Fleischprotein. Das Rapsprotein besteht aus einem vorteilhaften essentiellen Aminosäurenmuster. Aufgrund des tieferen Rohproteingehaltes als Sojaschrot und weiterer in Mischfutter für Wiederkäuer verwendeter Proteinträger kommt dieses günstige Aminosäurenmuster erst so richtig zum Ausdruck, wenn die Aminosäuregehalte auf den Protein- oder APD-Gehalt bezogen werden (Abb. 3). Wie aus der Abbildung hervorgeht, ist der Lysin-gehalt geringfügig unter dem des Sojaschrotes, während der Methioningehalt darüber liegt.

Möglichkeiten, den Energiewert zu verbessern

Das Schälen der Rapsamen ist eine Möglichkeit, den Energiewert von Rapsschrot auf das Niveau von Sojaschrot anzuheben. Diese Massnahme hat nur dann einen Sinn, wenn die Verwertung der anfallenden Schalen befriedigend gelöst ist (McKinnon *et al.* 1995). Ihr Einsatz in Mischfutter für Wiederkäuer würde die Konzentration an verwertbaren Nährstoffen infolge eines erhöhten Anteils unverdaulicher Zellwände verdünnen. Letztere sind im Rauhfutter schon genügend vorhanden. Ein besseres Vorgehen zur Senkung des Gehaltes an Zellwandbestandteilen ist die Selektion von dünnchaligen Sorten. Ein beachtlicher Erfolg konnte mit den neuen, gelbsamigen Sorten erzielt werden (Bell 1993).

Eine Erhöhung des Energiewertes von Rapsschrot hat beim Wiederkäuer eine geringere Bedeutung als beim monoga-

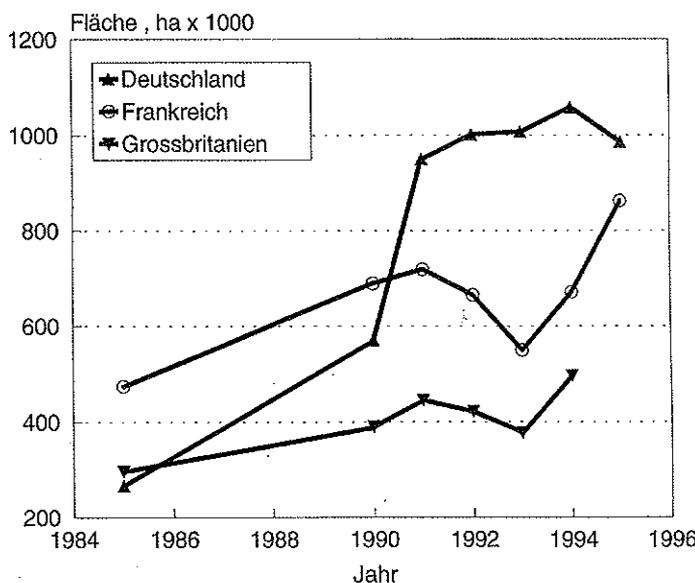


Abb. 1. Entwicklung der Rapsanbaufläche in Europa.

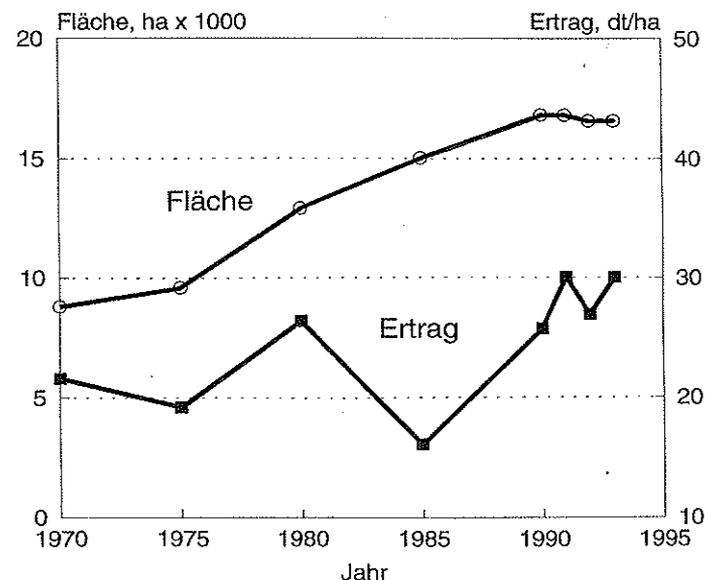


Abb. 2. Entwicklung der Rapsanbaufläche in der Schweiz.



Tab. 1. Nährwert von Rapsextraktionsschrot, Rapskuchen und Sojaschrot
(nach Guidon *et al.* 1994 und Daccord *et al.* 1995)

Schrot	RP	RL	Zellwandbestandteile			NEL	NEV	APD	APD/RP
			RF	ADF	NDF				
			g/kg TS						
Rapsschrot	385	18	124	210	260	6,2	6,4	140	36
Rapskuchen	363	75	117	200	245	7,2	7,5	134	37
Sojaschrot	499	20	65	110	155	7,8	8,3	261	52

Rapsschrot: Extraktion durch Pressen und mit Lösungsmittel
Rapskuchen: Extraktion durch Pressen
RP = Rohprotein
RL = Rohfett
RF = Rohfaser

ADF = Lignozellulose
NDF = Zellwände
NEL = Nettoenergie Laktation
NEV = Nettoenergie Wachstum
APD = Absorbierbares Protein im Darm

strischen Tier. Oberstes Ziel für seine Verwendung in Rationen für Hochleistungskühe ist es, den Proteinwert zu verbessern.

Möglichkeiten, den Proteinwert zu verbessern

Eine der wirksamsten Massnahmen, den APD-Gehalt von Rapsschrot zu erhöhen, ist die Reduktion der Abbaubarkeit des Proteins im Pansen. Zahlreiche chemische Verfahren wurden zu diesem Zweck entwickelt. Aber die meisten, insbesondere die Formaldehydbehandlung, sind für die Milchkonsumenten unakzeptabel.

Ein anderer, gangbarer Weg ist die Hitzebehandlung. In unseren *in sacco*-Versuchen (Nylonbeutel im Pansen inkubiert) variierte die Abbaubarkeit des Rohproteins von 14 Rapsschrotproben sehr unterschiedlicher Herkunft zwischen 65 und 89 % (Daccord und Volery 1990; Daccord *et al.* 1995; Daccord und Amrhyn 1995). Der höchste Wert stammte von einem Rapsschrot aus der Biodiesel-Produktion. Hauptursache dieser grossen Streubreite

sind die stark voneinander abweichenden Extraktionsverfahren. Zumindest bis jetzt wurden die Verfahren anscheinend nicht mit dem Ziel einer verringerten Rohproteinabbaubarkeit der Schrote optimiert. Mischfutterwerke, die mit Expander oder Extruder ausgestattet sind, kommen für eine Rapsschrotbehandlung in Frage. Die optimale Einstellung der Regelgrössen scheint noch nicht gefunden zu sein. Es ist offensichtlich eine heikle Aufgabe. Labormethoden, die die Abbaubarkeit schätzen, haben Mühe, die Wirkung von Hitzebehandlungen genau festzustellen. In einem Versuch konnten wir keine verminderte *in sacco*-Abbaubarkeit von Rapsschrot nach Expansion feststellen (Daccord *et al.* 1993; Abb. 4). Offenbar haben einwirkende Scherkräfte das Protein für Pansenbakterien besser angreifbar gemacht und dadurch dem Hitzeeffekt entgegengewirkt und ihn unterbunden. Im übrigen waren die Hitzeeffekte vermutlich zu schwach ausgeprägt, da die Behandlungstemperatur 120 °C nicht überstieg (McKinnon *et al.* 1991). Entgegen den Behauptungen gewisser Fut-

termittelfabrikanten verbessert Expansion nicht zwangsläufig den Proteinwert von Rapsschrot.

Ein Aspekt, der bei der Entwicklung und Anwendung thermischer Verfahren nicht übersehen werden darf, ist eine mögliche Reduktion der Verdaulichkeit der Aminosäuren durch Hitzeschädigung. Mangels einfacher Labormethoden ist diese Überprüfung leider noch mit einem erheblichen Aufwand verbunden.

Bessere Zusammenarbeit

Die Mehrzahl der an der Rapsproduktion und Rapsverarbeitung beteiligten Kreise kümmern sich wenig um das Nebenprodukt Rapsschrot. Und doch hat sein Handelswert Auswirkungen auf die ganze Rapskette, insbesondere auf den Samenpreis. Die Rapsproduzenten und Ölwerke müssten dem Schrot viel mehr Beachtung schenken. Jeder Produzent, der eine neue Nutzbarmachung von Raps verfolgt, sollte die Auswirkungen der Technologie auf den Nährwert des Schrotes unbedingt berücksichtigen. Es ist eine Analyse aller Kettenglieder durchzuführen, und es darf nicht nur ein einzelnes Produkt gefördert werden, wie das kürzlich mit dem Biodiesel noch geschehen ist.

Soll Rapsschrot bei Wiederkäuern und insbesondere bei Milchkühen eingesetzt werden, ist möglichst rasch ein Produkt auf den Markt zu bringen, das eine Abbaubarkeit des Rohproteins von unter 74 % aufweist. Eine Reduktion dieses Wertes um 10 % würde den APD-Gehalt, unter der Annahme, dass die übrigen Nährstoffe konstant bleiben, um 16 % anheben. Das Verhältnis

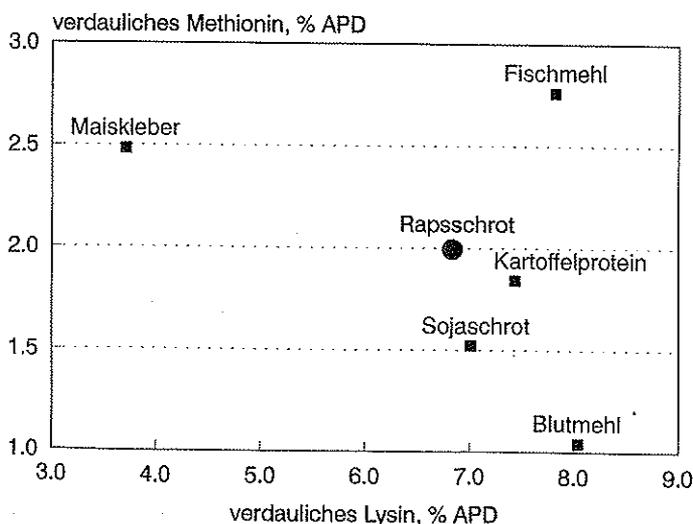


Abb. 3. Gehalt an verdaulichem Lysin und Methionin von Rapsextraktionsschrot verglichen mit anderen, proteinreichen Futtermitteln (nach Rulquin *et al.* 1993).

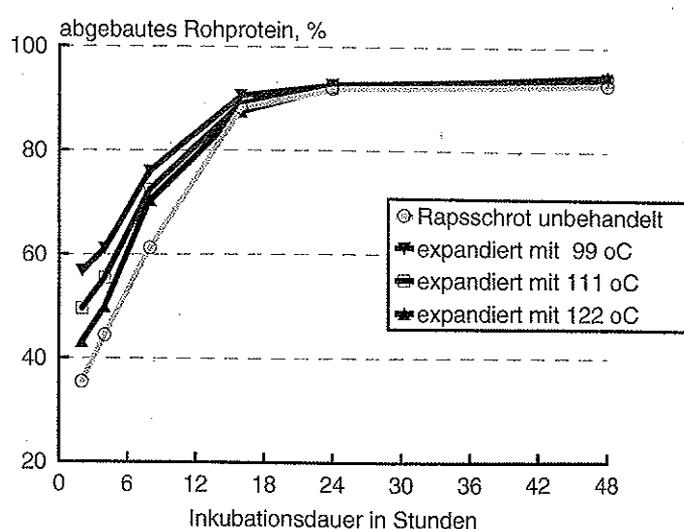
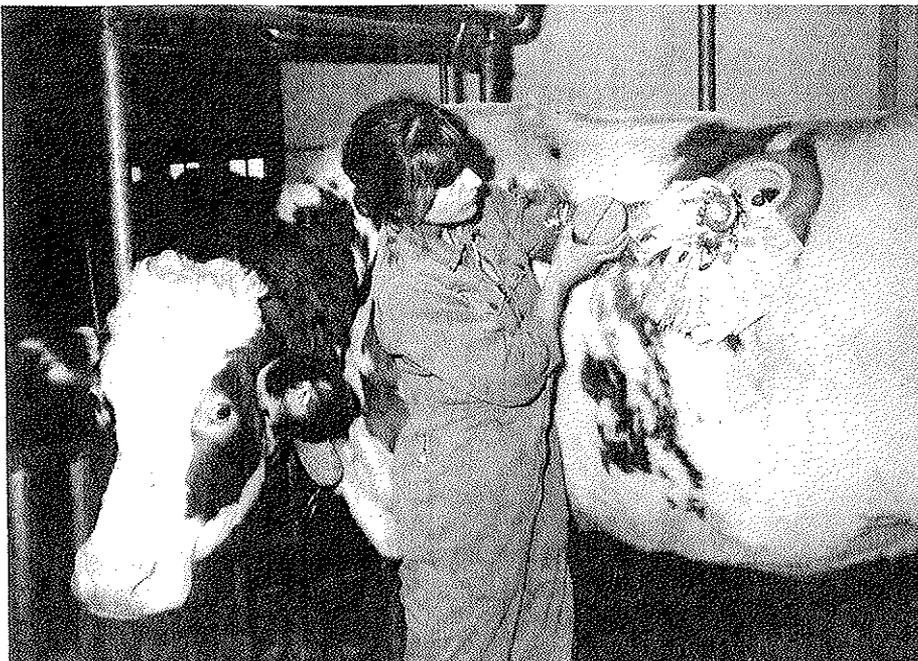


Abb. 4. Einfluss einer Expansionsbehandlung auf die Abbaubarkeit des Rohproteins von Rapsextraktionsschrot (Daccord *et al.* 1993).

APD/RP würde von 36 auf 42 % steigen, was den Anwendungsbereich von Rapschrot erweitern würde. Eine niedrigere Abbaubarkeit ist auf Stufe der Ölmühlen möglich. Zwei der 14 an unserer Forschungsanstalt untersuchten Proben hatten eine Abbaubarkeit von unter 67 %. Bei den Futtermittelfabrikanten sollten wirksame und kontrollierbare thermische Verfahren es ebenfalls ermöglichen, die Abbaubarkeit zu reduzieren. Ein wirkliches Problem stellt sich bei den Produktionseinheiten, die Biodiesel über eine Ölextraktion herstellen. Diese sollten das Rapschrot einer Hitzebehandlung unterziehen, wenn es für Milchkühe bestimmt ist, oder es durch Futtermittelfabrikanten machen lassen. Eine Beteiligung aller am Raps interessierten Kreise ist zwingend, um einen höheren Proteinwert für Rapschrot zu erreichen. Man sollte vermeiden, dass ein Nebenprodukt unserer Landwirtschaft einerseits eine Proteinunterversorgung der Milchkühe verursacht und andererseits eine Belastung für die Leber der Tiere und für die Umwelt wird. Beides hätte negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit, den Proteingehalt der Milch und letztlich unsere Gesundheit.

LITERATUR

- Bell J.M., 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. *Can. J. Anim. Sci.* **73**, 679-697.
- Chaubert C. Persönliche Mitteilung.
- Daccord R. et Volery J.-M., 1990. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse.
- Daccord R., Goumaz C. et Wetzl W., 1993. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse.
- Daccord R., Goumaz Ch., Borgnana C. et F. Zilliani, 1995. Etude de la dégradabilité in sacco de la matière azotée d'aliments concentrés en matière azotée. Rapport interne. Station fédérale de recherches en production animale, CH-1725 Posieux.
- Daccord R. et Amrhyn P., 1995. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse.
- Doreau M. et Michalet-Doreau B., 1987. Tourteaux et graines de colza et de tournesol: utilisation digestive par les ruminants. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.* **68**, 29-39.
- Guidon D., Chaubert C., Kessler J., Daccord R., Egger I. und Gerber H., 1994. Nährwert der Einzel- und Mischfuttermittel. In: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Posieux (Hrsg.). 3. überarbeitete Auflage, Landwirtschaftl. Lehrmittelzentrale, Zollikofen, 255-302.
- Mawson R., Heaney R. K., Zdunczyk Z. and Kozłowska H., 1994. Rapeseed meal-glucosinolates and



Die im Pansen inkubierten Nylonbeutel haben die hohe Abbaubarkeit des Rohproteins von Rapsextraktionsschrot bestätigt.

their antinutritional effects. Part 3. Animal growth and performance. *Die Nahrung* **38**, 167-177.

McKinnon J. J., Olubobokun J.A., Christensen D.A. and Cohen R. D. H., 1991. The influence of heat and chemical treatment on ruminal disappearance of canola meal. *Can. J. Anim. Sci.* **71**, 773-780.

McKinnon J. J., Mustafa A. F. and Cohen R. D. H., 1995. Nutritional evaluation and processing of canola hulls for ruminants. *Can. J. Anim. Sci.* **75**, 231-237.

Michalet-Doreau B. et Demarquilly C., 1980. Valeur alimentaire des pellicules de différentes graines oléagineuses. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.* **39**, 15-22.

Office Statistique des Communautés Européennes, 1995. Production végétale. Statistiques semestrielles. Luxembourg.

Rulquin H., Guinard J., Vérité R. et Delaby L., 1993. Teneurs en Iysine (LysDi) et méthionine (MetDi) digestibles des aliments pour ruminants. Séminaire CAAA-AFTAA, le Mans.

Schweizerischer Bauernverband, 1975-1994. Statistische Erhebungen und Schätzungen, Brugg.

RÉSUMÉ

Amélioration de la valeur nutritive du tourteau de colza destiné aux ruminants

Comparé au tourteau de soja, le tourteau de colza a des teneurs inférieures en matière azotée et en énergie à cause de sa teneur élevée en constituants pariétaux. Mais pour le ruminant, en particulier pour la vache laitière, c'est surtout la dégradabilité de sa matière azotée qui est trop élevée (en moyenne 74 %). Seulement un tiers environ de la

matière azotée ingérée a le potentiel d'atteindre l'intestin sous forme de protéines absorbables (PAI). Trop faible, ce rapport ne permet pas de combler le déficit en PAI de la vache laitière, souvent élevé en début de lactation, sans provoquer un apport excessif de matière azotée qui surcharge l'animal et l'environnement.

Une diminution d'au moins 10 % de la dégradabilité devrait être un objectif de toute la filière du colza. Cette réduction pourrait être obtenue par un traitement thermique adéquat, au niveau des huileries et des fabricants d'aliments.

SUMMARY

Increasing the nutritive value of rapeseed meal for ruminants

Compared to soybean meal, rapeseed meal has lower contents of crude protein and energy, mainly due to a higher level of fibres. For ruminants, in particular for dairy cows, it is the degradability of the nitrogen fraction which is too high (74 %). Only about one third of the ingested nitrogen has the potential to reach the intestine as absorbable proteins (API). It is therefore not possible to cover the API requirements of the dairy cow, especially at the beginning of lactation, without providing an excess of degradable nitrogen.

One main objective of the rapeseed meal industry should be a reduction of the degradability of at least 10 %. This decrease could be obtained by a proper heat treatment during oil extraction and feed processing.

KEY WORDS: rapeseed meal, nutritive value for the ruminant, degradability of the nitrogen fraction