

# **AKTUELLE UNTERSUCHUNGEN ZUM PROTEINWERT VON RAPS-NEBENPRODUKTEN UND DEREN EINSATZ IN RATIONEN FÜR MILCHKÜHE**

Herbert STEINGASS<sup>1</sup>, Gabriele KNEER<sup>1</sup>, Claudia ESSIG-KOZÓ<sup>1</sup>, Christian KOCH<sup>2</sup>

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Bei 10 Proben Rapsextraktionsschrot (RES) und 13 Proben Rapskuchen (RK) wurde der ruminale Rohproteinabbau mit einer *in situ* Methode untersucht. Der Rohproteingehalt in g/kg Trockenmasse (TM) bei RES und der RK lag im Mittel bei 381 (Min. 360-Max. 401) bzw. 315 (289-344). Der effektive ruminale Rohproteinabbau in % bei einer Passagerate von 5 %/h betrug bei RES 59 (53-63) und bei RK 88 (85-92). Daraus ergeben sich Gehalte an unabgebautem Rohprotein in g/kg TM von 136 (103-168) bei RES und 37 (25-49) bei RK.

In einem Fütterungsversuch mit 30 Milchkühen wurden zwei Partien RES, ein pansengeschütztes Schrot und ein normales RES, mit Sojaextraktionsschrot als alleinige Proteinquelle verglichen. Weder in der Futteraufnahme, noch in der Milchleistung und den Gehalten an Fett und Eiweiß der Milch waren gesicherte Unterschiede zwischen den Behandlungen festzustellen, tendenziell ergaben sich günstigere Werte für RES.

In einem weiteren Fütterungsversuch mit 60 Milchkühen wurde der Einsatz von 3,6 kg TM an RK durch Austausch gegen Sojaextraktionsschrot untersucht. Der Versuch gliederte sich in 3 Versuchsperioden (RK bzw. RK plus RES), die in 4 Kontrollperioden (Sojaextraktionsschrot) eingebunden waren. In den Perioden mit RK ergab sich teilweise eine signifikant höher TM-Aufnahme und Milchleistung bei niedrigeren Gehalten an Fett und Protein der Milch.

Obwohl sich RES und RK in ihren Proteinwerten gänzlich unterscheiden, kann für beide Futtermittel eine gute Eignung als Eiweißkomponente in Rationen für Milchkühe bestätigt werden.

## **RECENT INVESTIGATIONS ON PROTEIN VALUE OF RAPESEED PRODUCTS AND THEIR USE IN DIETS FOR DAIRY COWS**

### **ABSTRACT**

10 samples of rapeseed meal (RES) and 13 samples of rapeseed cake (RK) were used to determine rumen protein degradability using an *in situ* method. Content of crude protein in g/kg dry matter (DM) was 381 (min. 360-max. 401) in RES and 315 (289-344) in RK. Effective rumen protein degradation in % for a passage rate of 5 %/h was 59 (53-63) in RES and 88 (85-92) in RK. Hence content of undegraded feed protein in g/kg DM was 136 (103-168) and 37 (25-49) in RES and RK, respectively.

In a feeding trial with 30 dairy cows, two lots of RES, one rumen protected meal and one normal RES, were compared with soybean meal as the only protein supplement. Neither in

---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung (450), 70593 Stuttgart

<sup>2</sup> LVAV Hofgut Neumühle, 67728 Münchweiler/Alsenz

feed intake nor in milk production and contents of milk fat and protein significant differences were found between treatments, but a trend in favour of RES was observed. In a feeding trial with 60 dairy cows, RK was fed in high amounts of about 3.6 kg DM replacing soybean meal. The trial was arranged in 3 periods with RK or RK plus RES integrated in 4 control periods. In the periods with RK partially significant higher DM intake and milk production and lower milk fat and milk protein were observed. Even though RES and RK differ widely in their protein values, both feedstuffs can be regarded as suitable protein supplements in diets for dairy cows.

## **TITEL AUF SLOVENISCH**

### **IZVLEČEK**

#### **EINLEITUNG**

Rapsextraktionsschrot (RES) gewinnt nach wie vor an Bedeutung als Proteinsupplement in der Ernährung der Wiederkäuer, insbesondere der Milchkühe. So wurden in Deutschland im Jahr 2008 über 4,4 Millionen Tonnen RES produziert, von denen ca. 3 Millionen Tonnen im Land verbraucht wurden (UFOP, 2010). Es ist davon auszugehen, dass von diesen Mengen der Hauptanteil in der Wiederkäuerfütterung Verwendung gefunden hat. Der Grund dafür ist einerseits die Preiswürdigkeit des RES im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES) aber auch die günstigen Eigenschaften als Proteinfuttermittel. So kommt es durch die intensive Behandlung des Schrotes mit Druck und Temperatur beim Toasten zu einem erhöhten Schutz des Rohproteins (XP) vor dem Abbau im Pansen und somit zu einer Erhöhung des unabgebauten Rohproteins (UDP) und zu günstigen Gehalten an nutzbarem Rohprotein (nXP). Die in den modernen 00-Rapssorten ohnehin schon reduzierten Gehalte an Glucosinolaten erfahren durch die Toastung eine weitere Minderung, was die Einsatzmöglichkeiten und Einsatzmengen von RES in der Tierfütterung erweitert (Schumann, 2005).

Während die Produktion von RES in industriellem Maßstab in großen Ölmühlen erfolgt, fällt Rapskuchen (RK) in kleineren dezentralen Anlagen an. Da die Ölgewinnung lediglich auf mechanischem Weg erfolgt, ist der Restölgehalt in RK grundsätzlich wesentlich höher als in RES und die Rohfettgehalte weisen aufgrund unterschiedlicher Technologien auch eine deutlich größere Schwankungsbreite auf. Der Verzicht auf die Extraktionsstufe und die anschließende Toastung hat auch zur Folge, dass die Gehalte an UDP und nXP niedriger sind und mit höheren Glucosinolatgehalten zu rechnen ist.

## RUMINALER ROHPROTEINABBAU BEI RAPSEXTRAKTIONSSCHROTEN UND RAPSKUCHEN

Zehn Proben von RES aus zehn verschiedenen deutschen Ölmühlen und dreizehn Proben RK aus dezentralen Ölmühlen in Rheinland-Pfalz standen für die Untersuchungen zur Verfügung. Die Rohnährstoffgehalte der Proben sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Proben wurden ohne vorige Vermahlung mit einem in situ-Verfahren für 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32 und 72 h im Pansen von 3 ruminal fistulierten trockenstehenden Kühen inkubiert, deren Tagesration aus 6 kg Heu und 2 kg Kraftfutter bestand. Jede Probe wurde mit mindestens 2 Wiederholungen pro Kuh und Zeitpunkt geprüft. Zusätzlich wurde die wasserlösliche Fraktion ermittelt, als Differenz zum Auswaschverlust (0 h) die Verluste an kleinen Partikeln berechnet und die Verluste an XP um diese Größe korrigiert (Weisbjerg et al. 1990). Die Kennzahlen des Abbaus wurden nach McDonald (1981) ermittelt und der effektive ruminale Abbau sowie die Gehalte an UDP für Passageraten von 5 und 8 %/h berechnet. Die Ergebnisse zum ruminalen Abbau sind in Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe der geprüften Rapsextraktionsschrote und der Rapskuchen  
*Table 1: Chemical composition of rapeseed meals and rapeseed cakes tested*

	Rohasche	Rohprotein	Rohfett	NDF <sub>OM</sub>	ADF <sub>OM</sub>
	----- g/kg TM -----				
<b>Rapsextraktionsschrot (n=10)</b>					
Mittelwert	81	381	39	273	227
Min. – Max.	76 - 87	360 - 401	28 - 55	214 - 339	201 - 244
<b>Rapskuchen (n=13)</b>					
Mittelwert	67	315	192	245	229
Min. – Max.	63 - 74	289 - 344	157 - 272	227 - 284	204 - 261

Die RES enthielten im Mittel pro kg TM 381 g XP und 39 g Rohfett. Verglichen damit war der XP-Gehalt der RK um 66 g/kg TM niedriger. Die RK enthielten aber fast 5 Mal mehr Rohfett als die RES. Auffallend ist bei RES eine große Schwankungsbreite in den Gehalten an Rohfett und NDF und bei RK eine große Variation im Rohfettgehalt.

Tabelle 2: Kennzahlen des ruminalen Rohproteinabbaus

Table 2: Parameters of ruminal protein degradation

	löslich (a) %	potenziell abbaubar (b) %	Abbaurrate von b (c) %h <sup>-1</sup>	Effektiver Abbau PR 5%h <sup>-1</sup> %	Effektiver Abbau PR 8%h <sup>-1</sup> %
<b>Rapsextraktionsschrot (n=10)</b>					
Mittelwert	8	88	10	59	52
Min. - Max.	3 - 11	85 - 92	8 - 13	53 - 63	44 - 55
<b>Rapskuchen (n=13)</b>					
Mittelwert	57	36	29	88	85
Min. - Max.	53 - 62	31 - 40	14 - 46	85 - 92	80 - 89

Bei den Kennzahlen des ruminalen Proteinabbaus zeichnen sich die RES durch geringe Anteile der löslichen Fraktion a, eine hohe potenzielle Abbaubarkeit b und eine relativ niedrige Ratenkonstante c aus. Dies führt zu effektiven Abbauwerten von 59 bzw. 52% bei angenommenen Passageraten von 5 bzw. 8 %/h. Die Schwankungsbreite im effektiven Abbau ist mit ca. 10 % ziemlich groß angesichts der Tatsache, dass es sich bei RES um ein ansonsten recht gut standardisiertes Produkt handelt. Die vorliegenden Ergebnisse decken sich aber weitgehend mit denen früherer Untersuchungen (Südekum et al. 2001) an einem vergleichbaren Probenmaterial (n=10) aus deutschen Ölmühlen. Bei Südekum et al. (2001) wurde bei einer Passagerate von 5 %/h ein effektiver XP-Abbau von 65 % mit einer Schwankungsbreite zwischen 43 und 73 % gefunden. Aus dem XP-Abbau und den XP-Gehalten ergeben sich für in der vorliegenden Untersuchung Gehalte an UDP in g/kg TM von 136 (103 – 168) bzw. 176 (137 – 208) für Passageraten von 5 bzw. 8 %/h. Zwischen dem effektiven XP-Abbau und dem NDF-Gehalt der RES besteht eine gesicherte Beziehung (Abbildung 1), die dahingehend zu interpretieren ist, dass nicht abbaubares Protein auch unlöslich in neutraler Detergenzlösung ist.

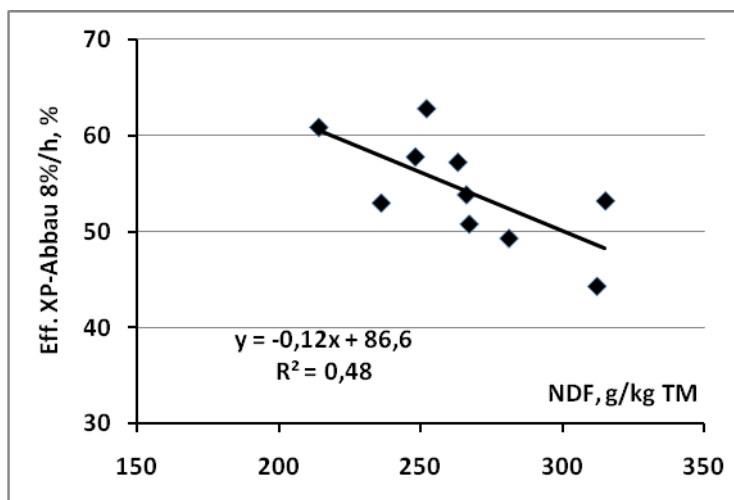


Abbildung 1: Beziehung zwischen NDF-Gehalt und Proteinabbau bei Rapsextraktionsschroten

Figure 1: Relation between NDF content and protein degradation in rapeseed meals

Für die RK ergibt sich bei den Kennzahlen des ruminalen XP-Abbaus ein völlig anderes Bild. Sie zeichnen sich durch eine große lösliche Fraktion a und eine hohe Abbaurrate c aus. Daraus ergeben sich hohe Werte für den effektiven XP-Abbau von 88 bzw. 85% bei Passageraten von 5 bzw. 8 %/h. Dies kann im Vergleich zu RES durch eine weit geringere thermische Beanspruchung durch den fehlenden Toastungsprozess erklärt werden. Folglich sind bei RK auch die Gehalte an UDP in g/kg TM mit 37 (25 – 49) bzw. 48 (32 – 65) bei Passageraten von 5 bzw. 8 %/h sehr gering. Eine gesicherte Beziehung besteht zwischen dem Rohfettgehalt und dem XP-Abbau (Abbildung 2). Dies kann dahingehend interpretiert werden, dass eine höhere mechanische Beanspruchung des Pressgutes sich gleichermaßen senkend auf den Restfettgehalt und den XP-Abbau auswirkt.

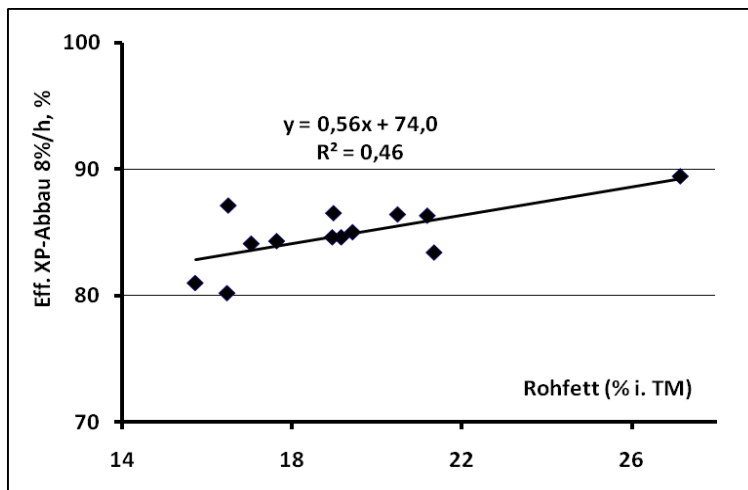


Abbildung 2: Beziehung zwischen Rohfettgehalt und Proteinabbau bei Rapskuchen  
 Figure 2: Relation between fat content and protein degradation in rapeseed cake

## FÜTTERUNGSVERSUCHE BEI MILCHKÜHEN MIT RAPSEXTRAKTIONSSCHROT UND RAPSKUCHEN

### Versuch mit Rapsextraktionsschrot

Der Fütterungsversuch mit RES fand an der Versuchsstation „Meiereihof“ der Universität Hohenheim statt. Es wurden zwei verschiedene RES mit einem SES als alleinige Proteinergänzung der Ration untersucht. Das RES 1 war ein handelsübliches Schrot, beim RES 2 handelte es sich um ein pansengeschütztes Produkt. Das Versuchsschema entsprach einem 3x3 lateinischen Quadrat. Die Proteinträger wurden, bezogen auf Rohprotein, in gleichen Mengen pro Tier und Tag eingesetzt. Die Länge jeder Periode betrug 35 Tage. Nach einer Übergangsfütterung von 7 Tagen folgte eine Hauptperiode von 28 Tagen, die als Basis für die Auswertung diente. Jede Behandlung wurde mit 30 Kühen der Rasse Deutsche Holstein getestet. Die Fütterung erfolgte als Totalmischung (TMR), die Zusammensetzung der Rationen ist in Tabelle 3 wiedergegeben. Die Rationen basierten auf denselben Grundkomponenten und unterschieden sich nur in der jeweiligen Proteinergänzung. Wegen des höheren XP-Gehaltes des SES wurde diese Ration mit Haferschälkleie ausgeglichen. Alle Rationen enthielten vergleichbare Energie- und Proteingehalte. Der XP-Abbau (Passagerate 8 %/h) betrug 57, 41 und 70 % für RES 1, RES 2 und SES. Daraus ergaben sich Gehalte an nXP von 251, 291 und 273 g/kg TM für RES 1,

RES 2 und SES, was sich auch geringfügig auf die nXP-Gehalte der Gesamtrationen auswirkte (Tabelle 3).

Tabelle 3: Zusammensetzung der Versuchsrationen – Versuch Rapsextraktionsschrot  
*Table : Ration composition – rapeseed meal trial*

Komponente (% d. TM)	RES 1	RES 2 geschützt	SES
Maissilage	22	22	22
Grassilage	21	21	21
Heu	12	12	12
Energie-Kraftfutter	25	25	25
RES 1	17,5	-	-
RES 2 geschützt	-	17,5	-
SES	-	-	12
Haferschälkleie	-	-	5,5
Mineralfutter	2,5	2,5	2,5
NEL (MJ/kg TM)	6,9	6,9	6,8
XP (g/kg TM)	150	150	152
nXP (g/kg TM)	148	153	146

Weder bei der TM-Aufnahme, noch bei der Milchleistung und den Gehalten an Fett und Protein in der Milch gab es gesicherte Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen (Tabelle 4). Es war ein Trend zu höherer Milchleistung bei Fütterung der RES bzw. bei höheren Gehalten an nXP in der Ration erkennbar. Der signifikant geringere Milchwahnhstoffgehalt in den Gruppen mit RES spiegelt den niedrigeren ruminalen Proteinabbau dieser Futtermittel wieder. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die früheren Aussagen von Steingass (2003) an dieser Stelle, dass der Ersatz von SES durch RES vollständig und ohne Nachteile auf die tierische Leistung möglich ist.

Tabelle 4: Futteraufnahme, Milchleistung und Milchwahnhstoffzusammensetzung – Versuch Rapsextraktionsschrot

*Table : Feed intake, milk production and milk composition - rapeseed meal trial*

	RES 1	RES 2 geschützt	SES
TM Aufnahme (kg)	21,0	21,2	21,0
Milch (kg)	32,4	32,8	30,9
Fett (%)	4,28	4,31	4,50
Eiweiß (%)	3,45	3,44	3,47
Harnstoff (mg/L)	218 <sup>b</sup>	212 <sup>b</sup>	266 <sup>a</sup>
ECM (kg)	33,7	34,3	33,0

<sup>a,b</sup> verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (p<0,05)

### Versuch mit Rapskuchen

Der Fütterungsversuch mit Rapskuchen wurde an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Münchweiler/Alsenz, durchgeführt (Koch, 2010). 60 – 65 Kühe der Rasse Deutsche Holstein wurden in einem Boxenlaufstall mit Futtermittelverwiegeeinrichtung gehalten. Die gesamte Herde durchlief insgesamt 7 Versuchsabschnitte, in denen entweder die Kontrollration oder die Versuchsrationen verfüttert wurden:

1. Abschnitt: Kontrolle (ohne RK)
2. Abschnitt: Versuch (mit RK)
3. Abschnitt: Kontrolle (ohne RK)
4. Abschnitt: Versuch (mit RK)
5. Abschnitt: Kontrolle (ohne RK)
6. Abschnitt: Versuch (mit RK + RES)
7. Abschnitt: Kontrolle (ohne RK)

Jeder Abschnitt gliederte sich in eine 2-wöchige Vorperiode und eine Versuchsperiode mit Datenerfassung von 5 Wochen. Trocken zu stellende Tiere wurden durch frisch abgekalbte Kühe ersetzt. In der Kontrollration (Abschnitte 1, 3, 5, 7) bestand die Eiweißergänzung aus Sojaextraktionsschrot, bei der Versuchsgruppe in den Abschnitten 2 und 4 alleine aus RK, in Periode 6 bezogen auf Rohprotein zu gleichen Teilen aus RK und RES (Tabelle 5). Die Fütterung erfolgte als Totalmischration (TMR). Ziel des Versuches war es, die Proteinergänzung alleine aus RK vorzunehmen. Daher bestanden in den Perioden 2 und 4 17,1 % der TM der Gesamtration aus RK. Die entsprach einer täglichen Menge von ca. 3,6 kg TM und überstieg die derzeitigen Fütterungsempfehlungen für die Praxis deutlich. Da der RK im Mittel 196 g Rohfett pro kg TM aufwies, lagen auch die Rohfettgehalte der Ration (63 g/kg TM) bzw. die aufgenommene Rohfettmenge (ca. 1300 g/Tag) deutlich über den Empfehlungen für die Fütterungspraxis.

Tabelle 5: Zusammensetzung der Versuchsrationen – Versuch Rapskuchen  
*Table 5: Ration composition – rapeseed cake trial*

Komponente (% d. TM)	Kontrolle	RK	RK + RES
Maissilage	32,1	32,1	32,1
Grassilage	18,2	18,2	18,2
Heu	6,9	6,9	6,9
Gerste	17,1	9,2	9,2
Körnermais	17,4	13,8	13,8
Rapskuchen	-	17,1	10,6
Rapsextr.schrot	-	-	8,3
Sojaextr.schrot	6,9	1,8	-
Mineral/N-Ergänzung	1,5	0,9	0,9
NEL (MJ/kg TM)	7,0	7,3	7,2
XP (g/kg TM)	159	159	159
nXP (g/kg TM)	155	150	150
Rohfett (g/kg TM)	34	63	49

Die Ergebnisse zu Futteraufnahme, Milchleistung und Milchzusammensetzung sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Futteraufnahme, Milchleistung und Milchzusammensetzung - Versuch Rapskuchen

Table 6: Feed intake, milk production and milk composition - rapeseed cake trial

Versuchsabschnitt	1	2	3	4	5	6	7
	K	RK	K	RK	K	RK + RES	K
TM Aufnahme (kg)	21,0	20,7	19,8	21,0*	19,5	20,9*	20,4
Milch (kg)	28,6	29,1	29,1	31,2*	28,6	32,3*	30,9
Fett (%)	4,20	3,85*	4,10	3,87*	3,99	3,72*	3,60
Eiweiß (%)	3,55	3,45*	3,47	3,36	3,22	3,20	3,26
ECM (kg)	29,2	28,4*	29,3	30,5*	28,2	30,6*	28,8

\* signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) zwischen Versuchsration und dem Mittelwert der vor- und nachgelagerten Kontrollphase

Die Kühe wiesen in den Perioden mit RK die gleiche oder eine signifikant höhere TM-Aufnahme und Milchleistung auf als in den vor- und nachgelagerten Kontrollperioden. Diese Ergebnisse werden durch Untersuchungen von Kudrna u. Marounek (2006) und Johannson u. Nadeau (2006) bestätigt, bei denen ebenfalls von keinen negativen Auswirkungen hoher Anteile an RK bzw. hoher Rohfettgehalte in der Ration auf Futteraufnahme und Leistung berichtet wurde. Die Milchfettgehalte waren in den Perioden, in denen Rapsprodukte eingesetzt wurden, signifikant niedriger als in den entsprechenden Kontrollphasen. Dies kann nach Bauman u. Griinari (2001) mit der Entstehung verschiedener cis/trans und trans isomerer Fettsäuren im Zuge der Biohydrogenierung des Rapsöls im Pansen erklärt werden. Diese Fettsäuren hemmen die de novo Fettsynthese in der Milchdrüse. Der bei Fütterung von RK tendenziell geringere (in Versuchsabschnitt 2 signifikant geringere) Milcheiweißgehalt kommt zum einen durch die in diesen Phasen gleichzeitig höhere Milchleistung zustande, was eine Verdünnung der Eiweißkonzentration bedeutet, zum anderen ist denkbar, dass auch eine geringere Versorgung mit nXP beim Austausch von Kohlenhydraten durch Fett eine Rolle gespielt hat (Jilg et al. 1988).

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Obwohl bei kommerziellen Partien von RES eine nicht unerhebliche Variation im ruminalen Proteinabbau vorliegt, sind die Gehalte an UDP und nXP grundsätzlich auf einem hohen Niveau. Daher kann RES den klassischen Proteinträger SES in Rationen für Milchkühe vollständig und ohne Nachteile auf Futteraufnahme und Leistung ersetzen.

RK hat aufgrund seiner Verarbeitungstechnologie völlig andere Futterwertigenschaften als RES. Die hohen Rohfettgehalte und deren große Variationsbreite sowie der niedrige Gehalt an UDP schmälern zunächst die Einsatzmöglichkeiten in Rationen für Hochleistungskühe. Es konnte aber demonstriert werden, dass auch RK in hohen Anteilen von ca. 3,6 kg TM in der Ration keine negativen Auswirkungen auf die tierische Leistung hat.

Beide Futtermittel sind zum einen aufgrund ihrer Preiswürdigkeit sehr interessant, zum anderen stammt die in ausreichender Menge verfügbare europäische Ware von gentechnisch nicht verändertem Pflanzenmaterial, ein Aspekt, der in vielen Produktionssystemen zunehmende Bedeutung erlangt.



## LITERATUR

BAUMAN, D.E., J.M. GRINARI, 2001: Regulation and nutritional manipulation of milk-fat: Low fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.* 70, 15-29.

JILG, T., K.P. AIPLE, H. STEINGASS, 1988: Fettstoffwechsel und Wirkungen von Futterfetten beim Wiederkäuer. *Übers. Tierernährg.* 16, 109-152.

JOHANNSSON, B., E. NADEAU, 2006: Performance of dairy cows fed an entirely organic diet containing cold-pressed rapeseed cake. *Acta Agriculturae Scand. Section A* 56, 128-136.

KOCH, C., 2010: Futtermittelkundliche und ernährungsphysiologische Bewertung von Rapskuchen bei Milchkühen. Dissertation, Universität Bonn, in Vorbereitung.

KUDRNA, V., M. MAROUNEK, 2006: The influence of feeding rapeseed cake and extruded soyabean on the performance of lactating cows and the fatty acid pattern of milk. *J. Anim. Feed Sci.* 15, 361-370.

McDONALD, I., 1981: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 96, 251-252.

SCHUMANN, W., 2005: Untersuchungen zum Glucosinolatgehalt von in Deutschland erzeugten und verarbeiteten Rapssaaten und Rapsfuttermitteln. *UFOP-Schriften Heft 27*, 87 S.

STEINGASS, H., 2003: Kann Rapsschrot Sojaschrot ersetzen? Zum Futterwert und zum Einsatz von Rapsnebenprodukten bei Milchkühen. *Proceedings, 12<sup>th</sup> Conference on Nutrition of Domestic Animals „Zadavec-Erjavec Days“*, 131 – 140.

SÜDEKUM, K.-H., D. NIBBE, H. STEINGASS, H. SPIEKERS, P. LEBZIEN, 2001: Untersuchungen zum Umfang und zur Geschwindigkeit des ruminalen Abbaus von Raps- und Sojaextraktionsschroten. 113. *VDLUFA Kongress Berlin, Kurzfassungen der Referate*, 115.

UFOP, 2010: [http://www.ufop.de/images/Tab4\\_09.gif](http://www.ufop.de/images/Tab4_09.gif) (Stand 9.7.2010)

WEISBJERG, M.R., P.K. BHARGAVA, T. HVELPLUND, J. MADSEN, 1990: Anvendelse af nedbrygningsprofiler i fodermiddelvurderingen. *Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg*, No. 679.