

Zum Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch Rapsextraktionsschrot in der Fütterung der Hochleistungskuh

H. KLUTH¹, T. ENGELHARD² und M. RODEHUTSCORD¹

1 Einleitung

Extraktionsschrote als Verarbeitungsprodukte von Ölsaaten verfügen über einen relativ hohen Anteil an Nutzbarem Rohprotein (nXP) und können deshalb wesentlich zur Proteinversorgung der Milchkuh beitragen. Da die Höhe des nXP maßgeblich durch den Anteil an Unabgebautem Futterrohprotein (UDP) bestimmt wird, ist ein hoher UDP-Anteil von Vorteil, da insbesondere im Hochleistungsbereich eine bedarfsdeckende Versorgung mit nXP bei zunehmender Leistung schwieriger wird. Im Gegensatz zum Sojaextraktionsschrot (SES) wurde Rapsextraktionsschrot (RES) in der Vergangenheit aufgrund des geringeren Anteiles an UDP nur begrenzt eingesetzt. Neuere Untersuchungen zur Abbaubarkeit des Rohproteins aus SES und RES ergaben jedoch vergleichbar hohe UDP-Anteile, so dass heutige RES-Produkte einen besseren Proteinwert aufweisen, als bisher angenommen wurde (SPIEKERS et al., 2000a; SÜDEKUM et al., 2001). Das bestätigten Milchkuhversuche bei einem zunächst teilweisen Ersatz von SES durch RES (RAAB und JANKNECHT, 2002). Neben dem günstigen Proteinwert ist jedoch der geringere Energiegehalt des RES in der Rationsplanung zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund sollte in einem Fütterungsversuch geklärt werden, ob im Hochleistungsbereich von mehr als 40 l Milch je Tag auch ein vollständiger Ersatz von SES durch RES möglich ist. Der Fütterungsversuch war mit Verdaulichkeitsuntersuchungen ergänzt, in denen der energetische Futterwert der Rationen und der Extraktionsschrote ermittelt wurde.

2 Material und Methoden

2.1 Futtermischungen

Für den Fütterungsversuch wurden zwei Rationen mit gleichen Grundfutteranteilen (Mais-, Grasanwelk-, Biertreber- und Lieschkolbenschrotsilage) sowie Gerste bei gleichen NEL- und nXP-Gehalten (7,1 MJ/kg T, 162 g/kg T) kalkuliert (Tabelle 1).

Dabei wurde in der ersten Ration SES als Hauptproteinträger eingesetzt. In der zweiten Ration erfolgte ein vollständiger Ersatz des SES durch RES bei einem energetischen Ausgleich durch Einsatz eines geschützten Fettes (Palmkernfett) aufgrund des niedrigeren Energiegehaltes von RES. Die Rationen waren ansonsten entsprechend den Versorgungsempfehlungen der GfE (2001) kalkuliert. Die Fütterung erfolgte einmal täglich über eine TMR-Vorlage.

2.2 Versuchstiere und Versuchsbeschreibung

Der Milchkuhversuch wurde im Zentrum für Tierhaltung und Technik der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) des Landes Sachsen-Anhalt in Iden durchge-

¹ Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Str. 26, 06108 Halle (Saale). E-mail: rodehutsord@landw.uni-halle.de

² Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Tierhaltung und Technik, Iden

Tab. 1. Zusammensetzung und kalkulierte Gehalte in den Rationen
Composition of the rations and calculated nutrient concentration

Zusammensetzung, % der T	Rationen	
	SES	RES
Maissilage	25	24
Grassilage	23	23
Lieschkolbenschrotsilage	17	17
Biertrebersilage	7	7
Gerste	9	8
Rapsextraktionsschrot	–	17
Sojaextraktionsschrot	16	–
Futterfett, geschützt	–	1
Mineralstoffgemisch ¹	3	3
XP, g/kg T	185	172
nXP, g/kg T	162	162
RNB, g/kg T	3,7	1,1
XF, g/kg T	136	145
MJ NEL/kg T	7,1	7,1

¹ einschließlich Na-Bicarbonat, Futterkalk, Propylenglykol

führt. Die Kühe wurden unter üblichen Laufstallbedingungen bei dreimaligem Melken pro Tag gehalten. Die Aufteilung auf die zwei Behandlungen erfolgte nach den Kriterien Laktationsnummer, Vorlaktationsleistung, Fett- und Eiweißmenge und Lebendmasse.

Zu Versuchsbeginn wurden je Gruppe mindestens 35 Tiere aufgestellt. Dabei wurden Tiere vom 6. bis 120. Laktationstag berücksichtigt. Die in der Laktation fortgeschrittenen Tiere wurden im weiteren Versuchsverlauf gegen Frischmelker ausgetauscht, wobei eine gleichmäßige Verteilung auf die Gruppen erfolgte. Die durchschnittliche Laktationsnummer aller im Versuch ausgewerteten Tiere betrug 2,2. Die Vorlaktationsleistung der Mehrkalbskühe lag in einem Bereich von 10.200 bis 10.420 kg Milch je Jahr bei 3,46 bis 3,49% Eiweiß und 3,85 bis 3,91% Fett. Der Versuchszeitraum umfasste insgesamt 91 Tage, wobei die beiden Rationen nach einem 1. Versuchsabschnitt von 56 Tagen zwischen den Gruppen gewechselt wurden. Zu den Zeitpunkten Versuchsbeginn, Rationswechsel und Versuchsende lag der mittlere Laktationstag bei 63, 71 und 74 (SES) sowie 69, 66 und 69 (RES). Während der wöchentlichen Milchkontrolle wurden Milchmenge, -fett, -eiweiß, -harnstoff und -aceton ermittelt. Die Rückenfettdicke (RFD) wurde bei 31 Tieren der SES-Gruppe und 44 Tieren der RES-Gruppe gemessen. Diese Tiere befanden sich zum Zeitpunkt der ersten Messung im Mittel am 53. (SES) und 48. (RES) Laktationstag. Die zweite Messung erfolgte nach jeweils 39 (SES) und 37 (RES) Tagen.

Bei den in den Verdaulichkeitsbestimmungen genutzten Hammeln handelte es sich um Tiere der Rasse Rauhwolliges Pommersches Landschaf mit einer Lebendmasse von etwa 60 kg. Die Verdaulichkeitsbestimmungen wurden im Nutztierwissenschaftlichen Zentrum der Universität Halle-Wittenberg unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Die erforderlichen Mengen der im Kuhversuch verwendeten TMR wurden in Tagesrationen portioniert und tiefgefroren gelagert. Zur Prüfung der Verdaulichkeit der Extraktionsschrote wurde nach der Differenzmethode verfahren, wobei sich die tägliche Ration der Hammel aus Anteilen von je 50% Heu und Extraktionsschrot zusammensetzte (Tabelle 2). Parallel dazu wurde das Heu als alleiniges Futtermittel an vier weiteren Tieren geprüft. Um einen Mindestgehalt an XP sicherzustellen, wurde das Heu mit einer Gabe von 15 g Harnstoff je Tier und Tag ergänzt. Die Probenahme und -aufbereitung von Futter und Kot folgten dabei der Methodenvorschrift von SCHIEMANN (1981). Das Ernährungsniveau in der Fütterung der Hammel entsprach etwa dem Erhaltungsbedarf an ME.

Tab. 2. Gehalte an Rohnährstoffen und deren Verdaulichkeit für die Extraktionsschrote sowie Daten der chemischen Rohproteinfraktionierung
Crude nutrients and their digestibility from the solvent extracted meals and results of chemical fractionation

Parameter	Futtermittel					
	SES			RES		
Rohnährstoffgehalt, g/kg T						
Organische Substanz	927			919		
Rohprotein	496			377		
Rohfett	21			37		
Rohfaser	81			175		
Anzahl Hammel, n	4			3		
T-Aufnahme, g/d ¹	823			827		
Verdaulichkeit, %						
Organische Substanz	94			78		
Rohfett	64			91		
Rohfaser	86			48		
ME, MJ/kg T ²	14,1			11,8		
NEL, MJ/kg T ³	8,9			7,1		
Passagerate, % je h	2	5	8	2	5	8
UDP, % XP ⁴	16	29	35	29	51	61
nXP, g/kg T ⁵	242	293	319	232	296	326
RNB, g/kg T ⁶	41	32	28	23	13	8

¹ 50 % Heu + 50 % Extraktionsschrot

² ME = 0,0312 DXL + 0,0136 DXF + 0,0147 (DOS-DXL-DXF) + 0,00234 XP

³ NEL = 0,6 [1 + 0,004 (q - 57)] ME nach GfE (2001)

⁴ Rohproteinfraktionierung nach der Methode von SHANNAK et al. (2000) in Abhängigkeit von der Passagerate

⁵ nXP = [187,7 - (115,4 × (UDP/XP))] × DOS + 1,03 × UDP nach GfE (2001)

⁶ RNB = (XP-Gehalt - nXP-Gehalt) / 6,25 nach GfE (1997)

Für jede Ration wurden 4 Hammel aufgestellt und über einen Zeitraum von mindestens 14 Tagen in einer Vorperiode an die jeweilige Ration adaptiert. In einer anschließenden Sammelperiode wurde über 7 Tage die individuelle tägliche Kotmenge erfasst. Zu Beginn und Ende jeder Kotsammelperiode wurden die Tiere gewogen. Die Fütterung erfolgte zweimal täglich gegen 7.00 und 14.00 Uhr. Wasser stand zur freien Aufnahme zur Verfügung. Während der Prüfung des RES wurde bei einem Hammel eine ungenügende Futteraufnahme festgestellt, so dass dieses Tier nicht in die Auswertung einbezogen wurde.

2.3 Analysen und Datenauswertung

Die Milchmengenmessung erfolgt über das System Flo-Master-Pro der Firma De Laval. Der Milchfett- und Milcheiweißgehalt wurden fotooptisch anhand des Milcoscan-Verfahrens (Foss Elektrik, Hamburg), der Milchharnstoff- sowie Milchetongehalt absorptionsspektroskopisch über GBC 911 (Scientific Equipment Pty Ltd, Dandenong, Australia) bestimmt. In den Grundfuttermitteln erfolgte täglich eine Trockensubstanz(T)-bestimmung sowie wöchentlich eine Rohnährstoffanalyse. Bei den Konzentratfuttermitteln wurde monatlich eine Rohnährstoffanalyse durchgeführt. Die Weender Rohnährstoffanalyse aus Futtermitteln und Kot basierte auf den Standardmethoden des VDLUFA (NAUMANN und BASSLER, 1976). Die RFD-Messung erfolgte anhand eines bildgebenden Ultraschallgerätes vom Typ SSD-210.

Ergänzend zur energetischen Futterwertprüfung erfolgte eine chemische Rohproteinfraktionierung zur Schätzung des UDP-Anteiles nach der Methode von SHANNAK et al. (2000) im Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie der Universität Kiel.

Zur Berechnung der Gehalte an Bruttoenergie (GE), Umsetzbarer Energie (ME) und Netto-Energie-Laktation (NEL) wurden die folgenden Formeln der GfE (2001) verwendet:

$$\text{GE (MJ/kg)} = 0,0239 \text{ XP} + 0,0398 \text{ XL} + 0,0201 \text{ XF} + 0,0175 \text{ XX},$$

$$\text{ME (MJ/kg)} = 0,0312 \text{ DXL} + 0,0136 \text{ DXF} + 0,0147 (\text{DOS-DXL-DXF}) + 0,00234 \text{ XP},$$

$$\text{NEL (MJ/kg)} = 0,6 [1 + 0,004 (q - 57)] \text{ ME (MJ/kg)}.$$

Dabei bedeuten: OS – Organische Substanz (g/kg),
 XP – Rohprotein (g/kg),
 XL – Rohfett (g/kg),
 XF – Rohfaser (g/kg),
 XX – N-freie Extraktstoffe (g/kg),
 D – verdaulich,
 q = ME/GE × 100.

Die Kalkulation der UDP-Fraktion, ausgehend von der chemischen Rohproteinfraktionierung, wurde für Passageraten durch den Pansen von 2, 5 und 8 % je h vorgenommen. Für die weiteren Berechnungen wurde in Anlehnung an das hohe Leistungsniveau im Milchkuhversuch nur der für die Passagerate von 8 % je h berechnete UDP-Anteil verwendet (AFRC, 1993).

Auf Basis der geschätzten UDP-Anteile und der Verdaulichen Organischen Substanz, gemessen in der Verdaulichkeitsbestimmung, wurden die Gehalte an nXP nach der Gleichung 11 der GfE (2001) für die jeweilige Ration kalkuliert:

$$\text{nXP} = [187,7 - (115,4 \times (\text{UDP}/\text{XP}))] \times \text{DOS} + 1,03 \times \text{UDP}$$

nXP – nutzbares Rohprotein (g/kg T); UDP – unabgebautes Rohprotein (g/kg T, basierend auf der chemischen Rohproteinfraktionierung); XP – Rohprotein (g/kg T); DOS – Verdauliche Organische Substanz (kg/kg T, basierend auf der Verdaulichkeitsbestimmung).

Die Ruminale N-Bilanz (RNB, g/kg T) ergibt sich aus der Differenz zwischen dem XP-Gehalt (g/kg T) und dem nXP-Gehalt (g/kg T), geteilt durch 6,25 (GfE, 1997).

Zur mathematisch-statistischen Auswertung der Versuchsdaten wurde ein gemischtes lineares Modell verwendet. Als feste Effekte wurden neben dem Untersuchungsgegenstand – SES oder RES in der Ration – die Laktationsnummer und der Testtag (Tag der Milchkontrolle) berücksichtigt. Aufgrund wiederholter Leistungen je Tier wurden des Weiteren ein zufälliger Tiereffekt und ein zufälliger Resteffekt einbezogen. Da das Laktationsstadium der Tiere maximal den 120. Tag erreichte, war die Einbeziehung von zwei Kovariablen unter den gegebenen Versuchsbedingungen ausreichend. Es gilt das folgende Modell:

$$y_{ijkl} = \mu + \text{Ration}_i + \text{Laktationsnummer}_j + \text{Testtag}_k + \sum \beta_{jm} * x_m + \text{Tier}_l + \text{Rest}_{ijkl}$$

μ = allgemeines Mittel

Ration_i = fester Effekt der i-ten Ration

$\text{Laktationsnummer}_j$ = fester Effekt der j-ten Laktationsnummer

Testtag_k = fester Effekt des k-ten Testtages

β_{jm} = Regressionskoeffizienten innerhalb der j-ten Laktation

x_m = Kovariablen (x_1 = Laktationstag; $x_2 = x_1^2$)

Tier _l	= zufälliger Effekt des l-ten Tier, Tier ~ N(0; σ^2_{Tier})
Rest _{ijkl}	= unbekannter zufälliger Resteffekt, Rest _{ijkl} ~ N(0; σ^2_{Rest})

Die Schätzung der Parameter wurde mit Programm SAS® (1997; procedure mixed) unter Nutzung der Methode REML zur Varianzkomponentenschätzung und Freiheitsgradapproximation nach KENWARD und ROGER (1997). Die varianzanalytische Auswertung und der Mittelwertvergleich (Tukey-Test) der Daten aus der Verdaulichkeitsbestimmung erfolgte mit dem Programm Statistika 6.0 für Windows.

3 Ergebnisse

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse zur Rohnährstoffanalyse, der Verdaulichkeitsbestimmung und der Rohproteinfraktionierung für die geprüften Extraktionsschrote dargestellt. Die Rohnährstoffgehalte lagen in einem für die Extraktionsschrote typischen Bereich (DLG, 1997; NIBBE et al., 2001). Eine Ausnahme stellte der Rohfasergehalt des RES dar, der mit 175 g/kg T etwas höher lag. Beim SES wurden für die Organische Substanz und die Rohfaser höhere Verdaulichkeiten ermittelt. Dagegen war das Rohfett aus RES höher verdaulich. Das SES wies mit 8,9 MJ NEL/kg T einen höheren Energiegehalt auf, für das RES wurde ein Gehalt an NEL von 7,1 MJ/kg T ermittelt.

Mit den Ergebnissen der Rohproteinfraktionierung wurde für das RES im Vergleich zum SES bei allen Passageraten ein höherer Anteil an UDP geschätzt. Bei einer Passagerate von 8 % je h ergab sich für das RES ein UDP-Anteil am XP von 61 %, demgegenüber konnte beim SES ein Anteil am XP von 35 % ermittelt werden. Dies wirkte sich auf die Höhe des nXP-Gehaltes aus, wobei SES bei einer Passagerate von 2 % je h mit 242 g/kg T noch einen höheren Gehalt gegenüber RES mit 232 g/kg T aufwies. Bei Passageraten von 5 und 8 % je h wurden für das RES jeweils höhere nXP-Gehalte ermittelt als für das SES.

Die gleichfalls in einer Verdaulichkeitsbestimmung geprüften TMR waren hinsichtlich ihres Energiegehaltes signifikant verschieden (Tabelle 3). Die UDP-Anteile betragen bei einer Passagerate von 8 % je h 33 (SES) und 37 % (RES). Der angestrebte nXP-Gehalt wurde auch bei Annahme einer niedrigen Passagerate erreicht.

Tabelle 4 zeigt ein insgesamt hohes Leistungsniveau der Milchkühe. Die Tiere der RES-Gruppe realisierten mit 23,5 kg/d eine höhere T-Aufnahme als die Tiere in der SES-Gruppe mit 22,5 kg/d. Der Einsatz von RES bewirkte eine geringfügig, aber signifikant höhere Milchmenge von 40,5 kg/d im Vergleich zur SES-Gruppe mit 40,0 kg/d. Diese signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden auch auf Basis der energiekorrigierten Milch. Während beim Eiweißgehalt keine Unterschiede zu verzeichnen waren, führte der RES-Einsatz zu einem signifikant höheren Fettgehalt der Milch.

Der Laktationsverlauf, dargestellt in der Abbildung 1, verdeutlicht das hohe Leistungsniveau beider Behandlungen. Zum Zeitpunkt der ersten Milchkontrolle lag die mittlere Milchleistung bei 39 kg je Tier und Tag. Bis zur 8. Versuchswoche war ein Leistungsanstieg in beiden Gruppen bis auf 44,8 (RES) und 43,8 kg je Tag (SES) festzustellen. Mit der Fütterungsumstellung ab der 8. Woche war zunächst nach der Umstellung von SES auf RES ein geringfügiger Leistungsabfall zu erkennen, der jedoch zum nächsten Messtermin nicht mehr festzustellen war. Zum Versuchsende realisierten die Tiere noch eine tägliche Milchleistung von 44 kg.

Der Milchharnstoffgehalt war bei Einsatz von RES signifikant geringer als bei Einsatz von SES. Demgegenüber wurde ein signifikant höherer Milchetongehalt bei der Verfütterung von RES bestimmt.

Tab. 3. Verdaulichkeit der Rohnährstoffe für die Versuchsrationen (Mw, \pm SD) sowie Daten der chemischen Rohproteinfraktionierung
Digestibility of crude nutrients from the rations and results of chemical fractionation (Average, \pm SD)

Parameter	Rationen					
	SES			RES		
Anzahl Hammel, n	4			4		
T-Aufnahme, g/d	879			876		
Verdaulichkeit, %						
Organische Substanz	81 ^a \pm 0,9			77 ^b \pm 0,7		
Rohfett	75 ^a \pm 3,3			77 ^a \pm 2,6		
Rohfaser	70 ^a \pm 1,0			59 ^b \pm 1,8		
NEL, MJ/kg T ¹⁾	7,3 ^a \pm 0,1			7,0 ^b \pm 0,1		
Passagerate, % je h	2	5	8	2	5	8
UDP, % XP ²⁾	19	27	33	19	31	37
nXP, g/kg T ³⁾	169	177	183	161	172	177
RNB, g/kg T ⁴⁾	2,4	1,1	0,2	1,6	-0,2	-1,0

^{a, b} kennzeichnen signifikante Differenzen bei $p < 0,05$

¹⁾ NEL = 0,6 [1 + 0,004 (q - 57)] ME nach GfE (2001)

²⁾ Rohproteinfraktionierung nach der Methode von SHANNAK et al. (2000) in Abhängigkeit von der Passagerate

³⁾ nXP = [187,7 - (115,4 \times (UDP/XP))] \times DOS + 1,03 \times UDP nach GfE (2001)

⁴⁾ RNB = (XP-Gehalt - nXP-Gehalt) / 6,25 nach GfE (1997)

Tab. 4. Futteraufnahme und Leistungskennzahlen im Versuchszeitraum (Mw, \pm SE)
Feed intake and performance data for the experimental period (Average, \pm SE)

Parameter	Rationen	
	SES	RES
Anzahl, n	77	86
Futteraufnahme, kg T/d	22,5	23,5
XP, g/kg T	184	171
nXP, g/kg T ¹⁾	183	177
RNB, g/kg T	0,2	-1,0
XF, g/kg T	142	152
Milchmenge, kg/d	40,0 ^a \pm 0,5	40,5 ^b \pm 0,5
EKM ²⁾ , kg/d	38,8 ^a \pm 0,5	39,6 ^b \pm 0,5
Eiweißgehalt, %	3,34 \pm 0,02	3,34 \pm 0,02
Fettgehalt, %	3,79 ^a \pm 0,05	3,85 ^b \pm 0,04
Harnstoffgehalt, mg/l Milch	265 ^a \pm 2	247 ^b \pm 2
Acetongehalt, mg/l Milch	0,22 ^a \pm 0,02	0,27 ^b \pm 0,03
RFD, 1. Messung, mm	14 \pm 0,5	16 \pm 6
RFD, 2. Messung, mm	13 \pm 5	14 \pm 5

^{a, b} kennzeichnen signifikante Differenzen bei $p < 0,05$

¹⁾ bei einer Passagerate von 8 % je h (siehe Tabelle 3)

²⁾ energiekorrigierte Milch, berechnet nach:

natürliche Milch \times (1,05 + Fett (%) \times 0,38 + Eiweiß (%) \times 0,21) / 3,28 (DLG, 2000)

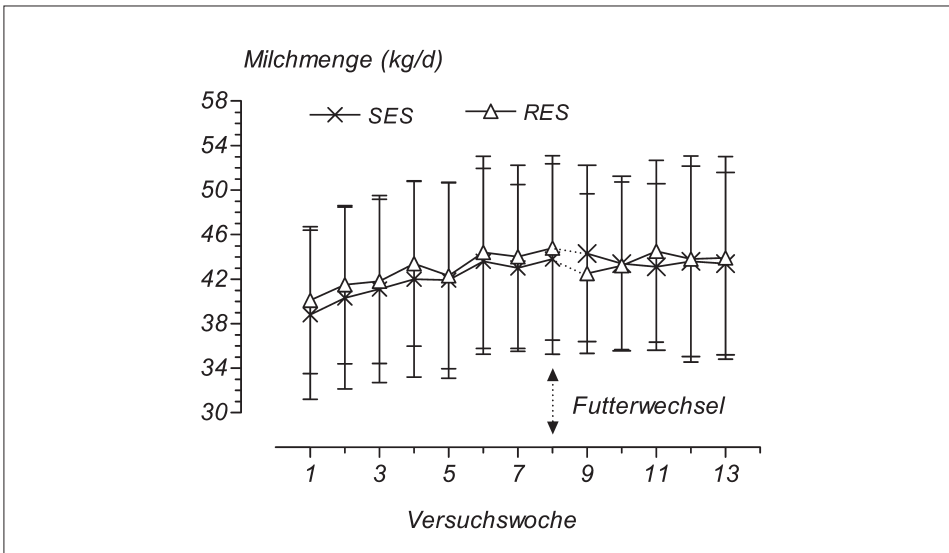


Abb. 1. Verlauf der Milchleistung bei Einsatz von SES und RES in der TMR (MW, \pm SD)
Course of milk yield use TMR with SES or RES (Average, \pm SD)

4 Diskussion

Anhand der Verdaulichkeitsbestimmungen und der chemischen Rohproteinfraktionierung war es möglich, die im Milchkuhversuch eingesetzten Extraktionsschrote sowie die gefütterten TMR in ihrem Futterwert mit hoher Genauigkeit zu beschreiben. Im Wesentlichen bestätigten die in der Verdaulichkeitsbestimmung ermittelten Werte zur Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und des Energiegehaltes der eingesetzten Extraktionsschrote die Angaben der DLG-Futterwerttabelle (1997). Als Ursache für die Unterschiede im Energiegehalt zwischen den Extraktionsschroten kann der höhere XF-Gehalt des RES mit 175 g/kg T (SES, 81 g/kg T) und dessen niedrigere Verdaulichkeit von nur 48 % (SES, 86 %) genannt werden.

NIBBE et al. (2001) untersuchten verschiedene Chargen von SES und RES und ermittelten Energiegehalte von 13,7 bis 14,1 MJ ME/kg T und 11,8 bis 12,2 MJ ME/kg T, wobei insgesamt 7 SES und 10 RES aus verschiedenen deutschen Ölmöhlen geprüft wurden. Das in der eigenen Untersuchung eingesetzte SES lag im oberen Bereich dieser Spanne, während das RES im unteren Bereich der Spanne einzuordnen war. In diesem Zusammenhang verweisen SPIEKERS et al. (2000b) auf den häufig zu hoch bewerteten Energiegehalt von RES heutiger 00-Sorten. In den DLG-Futterwerttabellen ist ein Gehalt von 12,0 MJ ME/kg T ausgewiesen. Unabhängig vom Proteinwert kann demnach der Einsatz von RES in Rationen für Hochleistungskühe durch den relativ niedrigen Energiegehalt begrenzt sein.

Bezüglich des Gehaltes an UDP zeigte sich beim RES eine Überlegenheit gegenüber dem SES. Setzt man bei einem Vergleich mit den Angaben der DLG-Futterwerttabelle (1997) ein mittleres Leistungsniveau voraus, scheint eine Passagerate von 5 % je h angemessen. Dementsprechend wird für SES mit einem UDP-Gehalt von 29 % ein geringerer Wert geschätzt als in der Tabelle ausgewiesen (35 %; Tabelle 2). Für das RES wurde demgegenüber ein UDP-Anteil von 51 % geschätzt. Dieser Wert ist sehr hoch. SÜDEKUM et al. (2001) ermittelten in verschiedenen Chargen von RES einen mittleren UDP-Gehalt

von 22, 35 und 44 % in Abhängigkeit von der Passagerate bei 2, 5 und 8 % je h. Für das SES wurden bei diesen Passageraten Gehalte von 12, 23 und 32 % analysiert. Leider wurden keine Aussagen zur Variation der UDP-Gehalte zwischen den einzelnen Chargen getroffen. Des Weiteren war die Abbaurate des XP aus dem SES höher als die des RES. Ursache hierfür dürften verschiedene Verfahren der Herstellung von Extraktionsschroten sein, wobei allgemein Temperaturhöhe und -einwirkzeit zu nennen sind, die eine niedrigere ruminale Proteinabbaubarkeit bewirken (DAKOWSKI et al., 1996; GOELEMA et al., 1998; REMOND et al., 2003).

Grundlegend kann davon ausgegangen werden, dass die im Versuch verwendeten Chargen an SES und RES hinsichtlich des nXP-Gehaltes mit 319 und 326 g/kg T vergleichbar waren (Tabelle 2).

Weitere in der Literatur beschriebene Ergebnisse zur Abbaubarkeit des XP aus SES und RES zeigen jedoch ein unterschiedliches Bild. ZINN (1993) ermittelte eine höhere Abbaubarkeit des XP beim SES (80 %) als beim RES (71 bis 73 %). Zu einem ähnlichen Wert für RES von 73 % gelangten PIEPENBRINK und SCHINGOETHE (1998). Dagegen wiesen VAN STRAALEN und TAMMINGA (1990) und DE BOEVER et al. (1984) in direkten Vergleichen zwischen SES- und RES-Chargen jeweils für das RES eine höhere XP-Abbaubarkeit aus. Vermutlich sind hier Details der Produktionsprozesse wichtige Einflussgrößen.

Ein weiteres Charakteristikum des Proteins aus RES, auf das im Zusammenhang mit einer geringen ruminalen XP-Abbaubarkeit zu verweisen ist, sind die höheren Gehalte an Methionin im Vergleich zum Protein aus SES (BELL, 1984). Da Methionin neben Lysin und Histidin als limitierende Aminosäure für die Milchbildung diskutiert wird (SANTOS et al., 1998; VANHATALO et al., 1999; KORHONEN et al., 2000), könnte sich die Anflutung höherer Mengen an Methionin bei Verfütterung von Rapsprodukten positiv auf die Aminosäurenversorgung der Milchkuh auswirken. Allerdings kann eine solche Wirkung des RES nur vermutet werden, da das erhobene Datenspektrum in der durchgeführten Untersuchung weitere Aussagen nicht zulässt.

In Untersuchungen von SHINGFIELD et al. (2003) an Milchkühen bewirkte die Zulage von hitzebehandeltem Rapsexpeller eine Erhöhung der Konzentrationen an Methionin, aber auch weiteren Aminosäuren wie Leucin, Isoleucin und Histidin im Blutplasma. Diese Wirkung wurde nicht bei der Zulage von SES beobachtet. Die Milchmenge und der Eiweißgehalt wurden durch die Zulage des Expellers im Vergleich zur SES-Zulage signifikant verbessert. Die Autoren vermuten, dass eine Kombination aus Rapsprodukten, Grassilage und Konzentraten (Gerste, Bohnen), wie es in dieser Untersuchung der Fall war, eine bessere Aminosäurenversorgung gewährleistet als die Kombination mit SES.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangten KORHONEN et al. (2000), die gleichfalls bei Verfütterung von RES im Gegensatz zum SES einen höheren Gehalt an Methionin im Blutplasma feststellten, wobei dies im Zusammenhang mit der geringeren XP-Abbaubarkeit des RES zu sehen ist.

Hinsichtlich des Energiegehaltes der in dieser Untersuchung gefütterten TMR ist festzustellen, dass trotz der Fettzulage in der TMR mit RES (Tabelle 1) der kalkulierte Energiegehalt von mindestens 7,1 MJ NEL/kg T nicht gänzlich erreicht werden konnte (Tabelle 3). Dies hatte jedoch keine Wirkung auf die Milchleistung in dieser Untersuchung.

In Verbindung mit den hohen Werten, die für den nXP-Gehalt der Rationen ermittelt wurden, ergab sich eine ausgeglichene (SES) bzw. leicht negative (RES) RNB. Dies muss jedoch nicht zu einer Leistungsbeeinträchtigung führen. KLUTH et al. (2003) konnten nachweisen, dass auch bei einer ausgeglichenen RNB in der Ration tägliche Leistungen von über 40 l Milch erzielbar waren. Voraussetzung ist allerdings eine ausreichende nXP-Versorgung. Untersuchungen von RIEMEIER et al. (2004) bestätigen, dass selbst eine deutlich niedrigere RNB von bis zu -52 g N je Tier und Tag keine negative Wirkung auf die Milchleistung hatte. Allerdings lag das Leistungsniveau der Tiere in dieser Untersuchung

bei einer mittleren Milchmenge von 25,5 kg Milch (fettkorrigiert) je Tag deutlich niedriger. Es sei in diesem Zusammenhang jedoch darauf verwiesen, dass bereits geringe analytische Differenzen im XP- oder nXP-Gehalt die Höhe der RNB deutlich beeinflussen können.

Der Ersatz von SES gegen RES hatte in dem durchgeführten Fütterungsversuch keine negativen Auswirkungen auf das Leistungsniveau. Beide Extraktionsschrote gewährleisten im Rahmen der TMR-Fütterung eine ausreichende nXP-Versorgung, so dass sehr hohe Milchleistungen von über 40 kg Milch je Tag in beiden Versuchsgruppen realisiert werden konnten. Insgesamt nahmen die Tiere der RES-Gruppe täglich bis zu 4 kg RES auf. Der Einsatz von RES führte in der eigenen Untersuchung mit 23,5 kg T/d zu einer höheren Futteraufnahme im Vergleich zur SES-supplementierten Gruppe mit 22,5 kg T/d. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Tiere im Vergleich zur erbrachten Leistung ihren Energiebedarf über die Futteraufnahme nicht vollständig decken konnten. Zwar ergaben sich rein kalkulatorisch auf der Grundlage der in der Verdaulichkeitsbestimmung ermittelten Energiegehalte der Rationen gleiche Mengen an aufgenommener Energie (Tabelle 3), jedoch verdeutlicht die RFD-Messung (Tabelle 4), dass die Tiere der RES-Gruppe mehr Körpersubstanz mobilisierten als die der SES-Gruppe. Zur ersten Messung wiesen die Tiere der SES- und RES-Gruppe eine RFD von 14 und 16 mm auf. In der RES-Gruppe war ein höherer Abbau zu verzeichnen, da zur zweiten Messung eine RFD von 14 mm gemessen wurde. Demgegenüber war der Verlust bei den Tieren der SES-Gruppe um einen Millimeter geringer. Die höheren Gehalte an Aceton in der Milch der RES-Gruppe mit 0,27 mg/l (SES: 0,22 mg/l) deuten auf ein höheres Maß der Freisetzung von Fettsäuren aus dem Körperfettgewebe hin.

Vergleichbare Untersuchungen aus dem Hochleistungsbereich zum vollständigen Ersatz von SES gegen RES sind derzeit nicht vorhanden. Bereits SHINGFIELD et al. (2003) verwiesen auf die Notwendigkeit eines direkten Vergleiches zwischen RES und SES, um den Futterwert heutiger RES-Produkte besser einschätzen zu können.

Allerdings ist der Einsatz von RES (00-Sorten) in der Milchkuhfütterung weit verbreitet. Bisherige Untersuchungen wurden meist auf einem niedrigen bis moderaten Leistungsniveau durchgeführt (PAPAS et al., 1978, 1979; GRANDEGGER et al., 1990; VINCENT et al., 1990; MAIERHOFER et al., 1999; PFEFFER et al., 1999; SPIEKERS et al. 2000a), so dass ein unmittelbarer Vergleich mit den eigenen Versuchsergebnissen nicht möglich ist. Die höchste realisierte Milchleistung lag bei 31 kg/d (PFEFFER et al., 1999). RES wurde in den genannten Versuchen anteilig über das Milchleistungsfutter verabreicht. In allen Untersuchungen führte RES zu keinen negativen Wirkungen auf Milchleistung und -inhaltsstoffe.

Ein vollständiger Ersatz von SES durch RES ergab keinerlei Unterschiede in der Milchmenge und den -inhaltsstoffen, wie MAIERHOFER et al. (1999) und SPIEKERS et al. (2000a) nachweisen konnten. Allerdings war die über das Milchleistungsfutter aufgenommene RES-Menge mit 1,2 und 1,5 kg je Tier und Tag relativ niedrig. Höhere Mengen von bis zu 2,5 kg je Tier und Tag kamen in den Untersuchungen von GRANDEGGER et al. (1990) zum Einsatz.

In der vorliegenden Untersuchung wurden in beiden Versuchsgruppen gleiche Milcheiweißgehalte von jeweils 3,34 % ermittelt. Dagegen unterschied sich der Fettgehalt signifikant. Als Ursache für den höheren Fettgehalt mit 3,85 % in der RES-Gruppe könnte der höhere Rohfasergehalt in der RES-Ration in Verbindung mit der höheren Futteraufnahme oder eine verstärkte Fettmobilisation genannt werden. Insgesamt nahmen die Tiere der RES-Gruppe im Mittel eine tägliche Rohfasermenge von 3570 g (152 g/kg T) auf. In der SES-Gruppe betrug diese Menge nur 3199 g/d (142 g/kg T, Tabelle 4).

Die Milchlarnstoffgehalte lagen in beiden Versuchsgruppen unter dem Richtwert von 300 mg/l, der von der GfE (2001) angegeben wird. Geht man von den kalkulierten Werten zur RNB aus (Tabelle 1), so spiegeln sich die Unterschiede in der Höhe der RNB zwi-

schen den Rationen auch im Harnstoffgehalt der Milch wider. Trotz signifikanter Unterschiede waren diese jedoch nicht so ausgeprägt wie zu erwarten gewesen wäre. Legt man zunächst die kalkulierten Angaben der RNB aus Tabelle 1 der realisierten Futterraufnahme zugrunde, ergeben sich nach dem Schätzmodell von STEINWIDDER und GRUBER (2000) für die SES- und RES-Ration Werte von 320 und 260 mg/l, die somit deutlich über den analysierten Gehalten mit 265 (SES) und 247 mg/l liegen. Nach wie vor ist bei der Interpretation dieser Schätzwerte die hohe Reststreuung des Modells zu beachten (STEINWIDDER und GRUBER, 2000). Allerdings führt das gleiche Modell auf der Grundlage der geschätzten RNB (Tabelle 4) zu nicht schlüssigen Werten, was jedoch mit den im Rahmen der Untersuchung erfassten Daten nicht erschöpfend erklärt werden kann. Eine mögliche Erklärung hierfür wurde bereits bei der Interpretation der Ergebnisse aus Tabelle 4 gegeben.

5 Zusammenfassung

Die Versorgung der Milchkuh mit nutzbarem Rohprotein (nXP) im Hochleistungsbereich wird maßgeblich durch den Einsatz von Futtermitteln gewährleistet, die über einen hohen Anteil an unabgebautem Futterrohprotein (UDP) verfügen. Neuere in vitro-Untersuchungen zur Abbaubarkeit des Rohproteins zeigten für Rapsextraktionsschrot (RES) einen besseren Proteinwert als bisher angenommen, was auch in Fütterungsversuchen bestätigt wurde. Ziel war es, die Auswirkungen eines vollständigen Ersatzes von Sojaextraktionsschrot (SES) durch RES im Hochleistungsbereich zu untersuchen. Auf Basis der nach Standardverfahren gemessenen Gehalte an verdaulichen Rohnährstoffen wurden für die beiden eingesetzten Schrote NEL-Gehalte von 8,9 (SES) und 7,1 MJ/kg T (RES) ermittelt. Unter Einbeziehung einer chemischen Rohproteinfraktionierung wurden nXP-Gehalte in den Schroten von 319 (SES) und 326 g/kg T (RES) geschätzt. Grundlage des Fütterungsversuches bildeten zwei Mischrationen (TMR), für die gleiche Gehalte an NEL (7,1 MJ/kg T) und nXP (162 g/kg T) kalkuliert worden waren. Verdaulichkeitsuntersuchungen mit den TMR ergaben mit 7,0 MJ/kg T einen um 0,3 MJ/kg T geringeren NEL-Gehalt in der TMR mit RES als in der TMR mit SES. Die beiden TMR wurden über einen Zeitraum von 91 Tagen an insgesamt 163 Tiere im ersten Laktationsdrittel verfüttert. Nach 56 Tagen Versuchsdauer erfolgte ein Wechsel der Tiere zwischen den Gruppen. Bei Einsatz von RES war der Futterverzehr mit 23,5 kg T/Tag um 1 kg T/Tag höher als bei Einsatz von SES. Der Ersatz von SES durch RES hatte im Hochleistungsbereich keinen negativen Einfluss auf die Milchleistung und -inhaltsstoffe. Die mittlere Milchleistung lag bei 40,0 (SES) und 40,5 kg je Tag (RES) bei einem Eiweißgehalt von 3,34 % (SES, RES) und Fettgehalt von 3,79 (SES) und 3,85 % (RES). Bei Einsatz von RES waren der Milchharnstoffgehalt signifikant niedriger und der Milchacetongehalt signifikant höher als bei Einsatz von SES. RES kann bei Kühen auch im Hochleistungsbereich in Mengen von bis zu 4 kg/Tag eingesetzt werden, wenn der relativ geringe NEL-Gehalt in der Rationsplanung berücksichtigt wird.

Schlüsselwörter: Milchkuh, Rapsextraktionsschrot, Sojaextraktionsschrot, Proteinwert, Einsatzhöhe

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. J. Spilke von der Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik für die Hilfe bei der statistischen Auswertung, Frau I. Helm, Frau E. Riemann und Herrn J. Wallstabe für die Erfassung der umfangreichen Datensätze sowie Frau G. Andert für die Analytik des Probenmaterials. Des Weiteren gilt unser Dank Herrn Prof. Dr.

K.-H. Südekum aus dem Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie der Universität Kiel für die Durchführung der chemischen Rohproteinfraktionierung.

Literatur

- AFRC [Agricultural and Food Research Council] (1993): Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
- BELL, J.M. (1984): Nutrients and toxicants in rapeseed meal: a review. *Journal of Animal Science* **58**, 996-1010.
- DAKOWSKI, P., M.R. WEISBJERG und T. HVELPLUND (1996): The effect of temperature during processing of rape seed meal on amino acid degradation in the rumen and digestion in the intestine. *Animal Feed Science and Technology* **58**, 213-226.
- DE BOEVER, J.L., J. V. AERTS, B. G. COTTYN, J. M. VANACKER und F. X. BUYSSE (1984): The in sacco protein degradability vs. protein solubility of concentrate ingredients. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde* **52**, 227-234.
- DLG [Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft] (2000): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. DLG-Information 1/2000, DLG-Verlag Frankfurt (Main).
- DLG [Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft] (1997): Wiederkäuer. Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt (Main).
- GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- GfE (1997): Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchttrindern. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* **6**, 217.
- GOELEMA, J. O., M. A. M. SPREEUWENBERG, G. HOF, A. F. B. VAN DER POEL und S. TAMMINGA (1998): Effect of pressure toasting on the rumen degradability and intestinal digestibility of whole and broken peas, lupins and faba beans and a mixture of these feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology* **76**, 35-50.
- GRANDEGGER, K., T. JILG und H. STEINGAB (1990): Einfluß von 00-Rapsextraktionsschrot auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchzusammensetzung bei Kühen. *Agribiological Research* **43**, 1, 82-90.
- KENWARD, M. G. und J. H. ROGER (1997): Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. *Biometrics* **53**, 983.
- KLUTH, H., T. ENGELHARD und M. RODEHUTSCORD (2003): Zur Notwendigkeit eines Überschusses in der Stickstoffbilanz im Pansen von Kühen mit hoher Milchleistung. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **87**, 280-291.
- KORHONEN, M., A. VANHATALO und P. HUHTANEN (2000): Responses to graded post-ruminal doses of histidine in dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Dairy Science* **83**, 2596-2608.
- MAIERHOFER, R., A. OBERMAIER und B. SPANN (1999): Einsatz von Rapsextraktionsschrot im Milchleistungsfutter (LKF-Raps) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (LKF-SOJA). Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Gruber INFO **4**, 27-31.
- NAUMANN, C. und R. BASSLER (1976): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Bd. III, 3. Auflage, 2. Ergänzungslieferung 1988 und 3. Ergänzungslieferung 1993. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- NIBBE, D., P. LEBZIEN, H. SPIEKERS, H. STEINGAB und K.-H. SÜDEKUM (2001): Vergleich verschiedener *in vitro*- und *in situ*-Verfahren zur Beurteilung des Proteinwertes von Raps- und Sojaextraktionsschrot. VDLUFA-Kongreß Berlin 2001, VDLUFA-Schriftenreihe, 111.
- PAPAS, A., J. R. INGALLS und L. D. CAMPBELL (1979): Studies on the effect of rapeseed

- meal on thyroidstatus of cattle, glucosinolate and iodine content of milk and other parameters. *Journal of Nutrition* **109**, 1129-1139.
- PAPAS, A., J.R. INGALLS und P. CANSFIELD (1978): Effects of Tower and 1821 rapeseed meals and Tower Gums on milk yield, milk composition and blood parameters of lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* **58**, 671-679.
- PFEFFER, E., SPIEKERS, H. und K. HARDEBUSCH (1999): Mit dem Milchleistungsfutter die Eiweißversorgung am Darm der Kuh steuern und gleichzeitig die Umwelt entlasten. Forschungsbericht, Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“, Universität Bonn.
- PIEPENBRINK, M.S. und D.J. SCHINGOETHE (1998): Ruminal degradation, amino acid composition, and estimated intestinal digestibilities of four protein supplements. *Journal of Dairy Science* **81**, 454-461.
- RAAB, I., und G. JANKNECHT (2002): Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Fütterung hochleistender Milchkühe. In: Tagungsband „Forum angewandte Forschung“, 20./21. März 2002, Fulda, 34-36.
- REMOND, D., M.P. LE GUEN und C. PONCET (2003): Degradation in the rumen and nutritional value of lupins (*Lupinus albus* L.) seed protein effect of extrusion. *Animal Feed Science and Technology* **105**, 55-70.
- RIEMEIER, A., P. LEBZIEN, G. FLACHOWSKY und J. KAMPHUES (2004): Einfluß einer ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, nXP-Menge und Stickstoffausscheidung. In: Tagungsband „Forum angewandte Forschung“, 24./25. März 2004, Fulda, 33-37.
- SANTOS, F.A.P., J.E.P. SANTOS, C.B. THEURER und J.T. HUBER (1998): Effects of rumen-undegradable protein on dairy cows performance: A 12-year literature review. *Journal of Dairy Science* **81**, 3182-3213.
- SAS®, 1997: SAS User's Guide: Statistics, 1997 Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SCHIAMANN, R. (1981): Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwerterschätzung. *Archiv für Tierernährung* **31**, 1-19.
- SHANNAK, S., K.-H. SÜDEKUM und A. SUSENBETH (2000): Estimating ruminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures. *Animal Feed Sciences and Technology* **85**, 195-214.
- SHINGFIELD, K.J., A. VANHATALO und P. HUHTANEN (2003): Comparison of heat-treated rapeseed expeller and solvent-extracted soya-bean meal as protein supplements for dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science* **77**, 305-317.
- SPIEKERS, H., N. WIRTZ, K.-H. SÜDEKUM und E. PFEFFER (2000a): Vergleichende Untersuchungen zum Einsatz von Raps- und Sojaextraktionsschrot im Milchleistungsfutter. 112. VDLUFA-Kongreß Stuttgart-Hohenheim, VDLUFA-Schriftenreihe, 91.
- SPIEKERS, H., M. RODEHUTSCORD und K.-H. SÜDEKUM (2000b): Rapsextraktionsschrot häufig zu hoch bewertet. *Krafftutter* **9**, 343-347.
- SATSOFT, INC. (1999): Statistica für Windows. Tulsa, OK: Statsoft, Inc. 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104
- STEINWIDDER, A. und I. GRUBER (2000): Fütterungs- und tierbedingte Einflußfaktoren auf den Harnstoffgehalt der Milch von Kühen. *Bodenkultur* **51**, 49-57.
- SÜDEKUM, K.-H., D. NIBBE, H. STEINGAB, H. SPIEKERS und P. LEBZIN (2001): Untersuchungen zum Umfang und zur Geschwindigkeit des ruminalen Abbaus von Raps- und Sojaextraktionsschroten. 113. VDLUFA-Kongreß Berlin 2001, 115.
- VANHATALO, A., P. HUHTANEN, V. TOIVONEN und T. VARVIKKO (1999): Response of dairy cows fed grass silage diets to abomasal infusions of histidine alone or in combinations with methionine and lysine. *Journal of Dairy Science* **82**, 2674-2685.
- VAN STRAALLEN, W.M. und S. TAMMINGA (1990): Protein degradation of ruminant diets. In: J. WISEMAN und D.J.A. COLE (eds.), *Feedstuff evaluation*, Guildford (United Kingdom), Butterworths, 55-72.

- VINCENT, I. C., R. HILL und R. C. CAMPLING (1990): A note on the use of rapeseed, sunflower and soybean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. *Animal Production* **50**, 541-543.
- ZINN, R.A. (1993): Characteristics of ruminal and total tract digestion of canola meal and soybean meal in a high-energy diet for feedlot cattle. *Journal of Animal Science* **71**, 796-801.

A study on the replacement of soybean meal by rapeseed meal in rations for high yielding dairy cows

by H. KLUTH, T. ENGELHARD and M. RODEHUTSCORD

Feedstuffs with a high proportion of undegradable protein (UDP) are important suppliers of utilisable crude protein (nXP) in rations for high yielding dairy cows. Recent studies indicate an nXP content for solvent extracted rapeseed meal (RES) higher than often assumed and equal to the nXP content of solvent extracted soybean meal (SES). This study was undertaken to study the effects of a complete replacement of SES by RES in rations for dairy cows in the first third of lactation. On the basis of standardised digestibility trials the net energy (NEL) contents of the two meals were determined to be 8.9 (SES) and 7.1 MJ/kg DM (RES), this difference mainly due to a higher content in conjunction with a lower digestibility of crude fibre in RES. On the basis of a chemical crude protein fractionation, nXP values of 319 (SES) and 326 g/kg DM (RES) were estimated for the two meals. Total mixed rations (TMR) were calculated to be equal in NEL (7.1 MJ/kg DM) and nXP (162 g/kg DM) content, using either SES or RES as the main nXP source. On the basis of digestible crude nutrients, NEL was lower in the RES (7.0) than in the SES containing TMR (7.3 MJ/kg DM). Both TMR were fed for 91 days to a total of 163 cows which were in their first third of lactation. DM intake was higher by 1 kg/d when RES was fed (23.5 kg/d). High RES inclusion did not negatively affect yield and composition of milk. Milk yield was 40.0 (SES) and 40.5 kg/d (RES) with 3.34 % milk protein (in both groups) and 3.79 (SES) and 3.85 % milk fat (RES). When RES was included in the TMR, milk urea was significantly lower but milk acetone was significantly higher in comparison with the SES including TMR. It was concluded that high yielding dairy cows can be fed up to 4 kg RES per day if the relatively low energy value is accounted for in diet formulation.

Keywords: Dairy cow, rapeseed meal, soybean meal, protein value, inclusion rate