

## Einfluß von Rapssamen in der Mastrinderernährung auf Fettsäurenmuster, Vitamin-E-Gehalt und oxidative Stabilität des Körperfettes

G. Flachowsky<sup>1</sup>, G.H. Richter<sup>2</sup>, M. Wendemuth<sup>1</sup>, P. Möckel<sup>1</sup>, Heidemarie Graf<sup>1</sup>, G. Jahreis<sup>2</sup> und F. Lübbecke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Ernährung und Umwelt, Friedrich-Schiller-Universität Jena

<sup>2</sup>Sachgebiet Tierernährung der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena-Remderoda

<sup>3</sup>Lohmann-LTE-GmbH, Cuxhaven

### Influence of rape seed in beef cattle feeding on fatty acid composition, vitamin E concentration and oxidative stability of body fat

**Zusammenfassung:** In einem Einzelfütterungsversuch über 350 Tage wurden der Kraftfutter-Weizenstroh-Ration (2,5 : 1) von je 5 Mastbullen 0, 7, 14 bzw. 21 % geschrotete Rapssamen zugesetzt. Infolge des Fett- (427 g) und Vitamin-E-Gehaltes (127 mg je kg Trockensubstanz, TS) der Rapssamen stiegen der Rohfett- bzw. Vitamin-E-Gehalt der Ration von 25 über 50, 75 auf 100 g bzw. von 11 über 19, 26 auf 34 IE je kg TS an. Mit einer Endmasse von  $\approx$  560 kg wurden alle Tiere geschlachtet und das Fettsäurenmuster des Nieren- und Beckenhöhlenfettes und des intramuskulären Fettes im *Musc. long. dorsi*, der Vitamin-E-Gehalt in diesen Proben sowie im Blut und die Induktionszeit des Depotfettes mittels Rancimat test ermittelt.

Der Rapssameneinsatz bewirkte sowohl im Depot- als auch im Muskelfett einen Abfall im Gehalt an C<sub>16</sub>- und einen Anstieg der C<sub>18</sub>-Fettsäuren. Das intramuskuläre Fett enthielt signifikant mehr Mono- und Polyenfettsäuren (40,2 und 7,4 %) als das Depotfett (33,5 und 2,0 %).

Der Vitamin-E-Gehalt stieg mit Rapssamenzulage in allen untersuchten Tierkörperproben signifikant an, im Depotfett erhöhte er sich von 4,5 über 7,3, 8,5 auf 14,9 µg/g. Die oxidative Stabilität des Depotfettes, gemessen als Induktionszeit mittels Rancimat test, stieg nach Rapssamenzulage von 10,9 über 18,5, 16,1 auf 19,5 h an.

**Summary:** Four groups of five fattening bulls each consumed a concentrate – wheat straw-diet (2.5 : 1) supplemented with either 0, 7, 14 or 21 % ground rape seed for 350 days. Rape seed contained 427 g crude fat (ether extract) and 127 mg vitamin E per kg dry matter. The supplementation with rapeseed increased the fat concentrations in the rations from 25 to 50, 75 and 100 g, and of vitamin E from 11 to 19, 26 and 34 mg per kg dry matter.

All bulls were slaughtered with about 560 kg body weight. Fatty acid composition of depot fat and of the fat of *musc. long. dorsi* were determined by gas liquid chromatography.

Vitamin E concentrations in blood, depot fat and muscle were determined by HPLC. Oxidative stability of depot fat was measured as induction time by means of rancimat-test.

Rape seed supplementation decreased C<sub>16</sub>-fatty acids and increased C<sub>18</sub>-fatty acids in depot and muscle fat. Muscle fat contained significantly more mono and poly unsaturated fatty acids (40.2 and 7.4 %) than depot fat (33.5 and 2.0 %, respectively).

Rape seed supplementation enhanced significantly the vitamin E-concentrations in all body samples. In depot fat vit. E increased from 4.5 to 7.3, 8.5 and 14.9 µg/g. Induction time increased from 10.9 to 18.5, 16.1 and 19.5 h, when 0, 7, 14 or 21 % rapeseed were added.

*Schlüsselwörter:* Rapssamen – Mastrinder – Fettsäuren – Vitamin E – oxidative Stabilität

*Key words:* Rape seed – beef cattle – fatty acids – vitamin E – oxidative stability

## Einleitung

Der Rapsanbau wurde in den zurückliegenden Jahren in Mitteleuropa wesentlich erweitert. Neben Rapssamen als Rohstoff für die Verarbeitungsindustrie ist in Abhängigkeit von Preisen und Erträgen auch zu erwarten, daß die fett- und eiweißreichen Rapssamen als Energie- und Proteinträger direkt in der Tierernährung zum Einsatz kommen.

Zum Einfluß von Rapssamen auf Leistung und Qualität der Tierprodukte liegen bereits Untersuchungen mit Schweinen (5, 10, 15) und Milchkühen vor (1, 6, 7). Wenig Informationen existieren zum Einfluß von Rapssamen auf Mastleistung und Fleischqualität wachsender Rinder. Um einen Beitrag zur Bearbeitung dieser Fragestellung zu leisten, wurde ein Einzelfütterungsversuch mit 20 Jungmastbullen durchgeführt.

Im vorliegenden Beitrag wird über den Einfluß unterschiedlicher Rapssamenanteile auf die Fettsäurengarnitur von Depot- und Muskelfett, den Vitamin-E-Gehalt in verschiedenen Körperproben sowie die oxidative Stabilität des Depotfettes von Mastbullen berichtet.

## Material und Methode

### *Versuchstiere und Fütterung*

In einem Einzelfütterungsversuch erhielten 20 Jungmastbullen der Rasse Schwarzbuntes Milchrind über 350 Tage eine Ration aus 2,5 kg Kraftfutter (71,4 %) und 1 kg gehäckseltem Weizenstroh (28,6 % der Ration) ad libitum angeboten. Dem Kraftfutter, bestehend aus je 50 % Weizen- und Gerstenschrot einschl. einer bedarfsdeckenden Mineralfutterergänzung, wurden 0, 10, 20 bzw. 30 % geschrotete Rapssamen zugesetzt, so daß die Rationen von je 5 Tieren 0, 7,1, 14,2 bzw. 21,4 % Rapsanteil enthielten (Tab. 2).

Da die Rapssamen 427 g Fett je kg enthielten (Tab. 1), stieg der Fettgehalt der Rationen von 25 auf 100 g/kg TS an (Tab. 2). Über 90 % der Fettsäuren im Rapsöl entfielen auf einfach und mehrfach ungesättigte C<sub>18</sub>-Fettsäuren (Tab. 1).

Infolge des hohen Vitamin-E-Gehaltes der Rapssamen (127 mg/kg TS, Tab. 1) erhöhte sich die Vitamin-E-Konzentration im Futter der Mastbullen (Tab. 2). Die nicht mit Rapssamen supplementierte Ration enthielt 11 mg Vitamin E/kg TS.

Alle Tiere wurden mit einer Endmasse von etwa 560 kg Lebendmasse versuchsmäßig ausgeschlachtet und zerlegt. Infolge der unterschiedlichen Tageszunahmen im Mastversuch waren die Tiere bei der Schlachtung im Mittel zwischen 18,5 und 21 Monaten alt.

### *Probenahme und Analytik*

Am Versuchsende wurden von allen Tieren Blutproben aus der Vena jugularis sowie Proben vom Depotfett (Nieren- und Beckenhöhlenfett) sowie vom Musc. long. dorsi (9.–10. Rippe) gewonnen. Das Fett wurde als Depotfett und Muskel extrahiert und

Tab. 1. Inhaltsstoffe (je kg TS) der eingesetzten Rapssamen (Sorte: Madora)

<i>Ausgewählte Inhaltsstoffe (je kg TS)</i>	
Rohprotein	204 g
Rohfett	427 g
Vitamin E	127 mg
<i>Fettsäurenmuster</i>	
	(% der bestimmten Fettsäuren)
C <sub>16:0</sub> (Palmitinsäure)	5,1
C <sub>18:0</sub> (Stearinsäure)	1,7
C <sub>18:1</sub> (Ölsäure)	60,1
C <sub>18:2</sub> (Linolsäure)	21,3
C <sub>18:3</sub> (Linolensäure)	9,9
C <sub>20:0</sub> (Arachinsäure)	0,7
C <sub>22:0</sub> (Behensäure)	0,5
C <sub>22:1</sub> (Erucasäure)	0,7

Tab. 2. Versuchsgestaltung, Rationskennzahlen sowie Mast- und Schlachtdaten (Lebendmasse zu Versuchsbeginn: 211 ± 15 kg, Versuchsdauer: 350 Tage, n = 5)

Rapsanteil in der Ration (%)	0	7	14	21
Rohfettgehalt (g/kg TS)	25	50	75	100
Vitamin-E-Gehalt (mg/kg TS)	11	19	26	34
<hr/>				
Trockensubstanzaufnahme (kg/Tier und Tag)	6,9 ± 0,3	6,7 ± 0,7	6,0 ± 0,8	6,4 ± 0,6
Lebendmassezunahme (g/Tier und Tag)	962 ± 35	941 ± 58	823 ± 170	895 ± 47
Nieren- und Beckenhöhlenfett (kg/Tier)	7,2 ± 3,2	5,8 ± 2,5	4,6 ± 2,9	4,7 ± 1,6
Schlachtausbeute (Zweihälftenmasse in % der Mastendmasse)	55,3 <sup>a</sup> ± 0,7	56,9 <sup>a</sup> ± 2,8	53,8 <sup>b</sup> ± 1,4	54,1 <sup>ab</sup> ± 2,1
Fettgehalt im Musc. long. dorsi (g/kg Frischmasse)	13 ± 5	14 ± 6	22 ± 17	20 ± 15

a,b unterschiedliche Buchstaben in der Zeile charakterisieren signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p < 0,05$ )

das Fettsäurenmuster gaschromatographisch bestimmt. Die Bestimmung von Vitamin E in den Körperproben erfolgte mittels HPLC nach der von MATTHEY u.a. (11) beschriebenen Methode.

Die oxidative Stabilität des Fettes wurde mit Hilfe des Rancimattestes gemessen (14). Dabei wurden 5 g Fett auf 120 ° C erhitzt und 20 l Luft pro Stunde hindurchgeblasen. Dadurch wird der Oxidationsvorgang des Fettes von Monaten oder Wo-

chen auf Tage oder Stunden reduziert. Die Induktionsperioden geben die Zeitdauer an, nach der die Oxidationskurve des Fettes steil ansteigt. Die Länge der Induktionsperiode wird als zuverlässige Größe zur Beurteilung der oxidativen Stabilität des Fettes und damit zur Lagerungseignung eingeschätzt (14). Der Rancimattest wurde lediglich mit Depotfett durchgeführt, da zu wenig Muskelfleisch für die Fettgewinnung bereitstand. Eine Bestimmung der Trans-Fettsäuren erfolgte nicht.

Die erzielten Versuchsergebnisse wurden varianzanalytisch verrechnet und auf Signifikanz geprüft.

## Ergebnisse und Diskussion

### Mast- und Schlachtdaten

Tabelle 2 informiert neben ausgewählten Kennzahlen der Ration auch über Mast- und Schlachtdaten, die für die Darstellung der Ergebnisse bedeutungsvoll sind. Dabei zeigt sich, daß mit zunehmendem Rapsanteil in der Ration Futteraufnahme und Lebendmassezunahme vermutlich auf Grund des ansteigenden Fettgehaltes in der Ration zurückgingen (Tab. 2). Die deutlichen Minderzunahmen bei 14 % Rapsanteil sind mit extrem niedrigen Zunahmen eines Tieres, was auch die hohen Standardabweichungen zeigen, zu erklären.

Tab. 3. Einfluß unterschiedlicher Anteile von Rapssamen auf die Zusammensetzung des Nieren- und Beckenfettes (in % der gemessenen Fettsäuren, n = 5)

Rapssamen in der Ration (%)	0	7	14	21
C <sub>12</sub> und kürzer	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1
C <sub>14:0</sub>	2,8 <sup>a</sup> ± 0,5	2,4 <sup>ab</sup> ± 0,3	2,2 <sup>b</sup> ± 0,3	2,1 <sup>b</sup> ± 0,3
C <sub>16:0</sub>	23,1 <sup>a</sup> ± 2,8	19,2 <sup>b</sup> ± 2,1	18,2 <sup>bc</sup> ± 1,4	16,5 <sup>c</sup> ± 1,8
C <sub>16:1</sub>	1,4 <sup>a</sup> ± 0,2	1,0 <sup>ab</sup> ± 0,3	0,9 <sup>b</sup> ± 0,1	0,9 <sup>b</sup> 0,5
C <sub>17:0</sub>	1,8 <sup>a</sup> ± 0,3	1,4 <sup>b</sup> ± 0,1	1,4 <sup>b</sup> ± 0,4	1,2 <sup>b</sup> ± 0,2
C <sub>18:0</sub>	30,4 <sup>a</sup> ± 3,5	33,8 <sup>ab</sup> ± 5,0	34,7 <sup>b</sup> ± 3,4	34,3 <sup>a b</sup> ± 6,0
C <sub>18:1</sub>	30,0 <sup>a</sup> ± 1,8	32,5 <sup>ab</sup> ± 4,7	33,2 <sup>ab</sup> ± 3,6	34,4 <sup>b</sup> ± 4,0
C <sub>18:2</sub>	2,2 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,4	2,0 ± 0,5

a,b,c siehe Tab. 2

Tab. 4. Einfluß unterschiedlicher Anteile von Rapssamen auf die Zusammensetzung des intramuskulären Fettes im M. long. dorsi (in % der gemessenen Fettsäuren, n = 5)

Rapssamen in der Ration (%)	0	7	14	21
C <sub>12</sub> und kürzer	0,7 ±0,2	0,8 ±0,2	0,8 ±0,2	0,7 ±0,5
C <sub>14:0</sub>	2,3 ±0,3	2,3 ±0,1	2,3 ±0,2	1,9 ±0,5
C <sub>16:0</sub>	24,2 <sup>a</sup> ±1,4	21,5 <sup>b</sup> ±1,2	20,9 <sup>bc</sup> ±1,3	19,0 <sup>c</sup> ±1,7
C <sub>16:1</sub>	2,6 <sup>a</sup> ±0,3	2,2 <sup>b</sup> ±0,4	1,9 <sup>b</sup> ±0,2	1,5 <sup>c</sup> 0,3
C <sub>17:0</sub>	1,4 <sup>a</sup> ±0,2	1,3 <sup>ab</sup> ±0,2	1,1 <sup>b</sup> ±0,1	0,9 <sup>b</sup> 0,2
C <sub>18:0</sub>	17,8 <sup>a</sup> ±0,5	20,6 <sup>b</sup> ±2,9	22,1 <sup>b</sup> ±2,6	23,5 <sup>b</sup> ±1,9
C <sub>18:1</sub>	37,4 ±1,1	37,8 ±3,2	39,1 ±1,2	38,5 ±1,5
C <sub>18:2</sub>	6,2 <sup>a</sup> ±1,3	5,3 <sup>ab</sup> ±2,0	4,2 <sup>b</sup> ±1,0	5,6 <sup>ab</sup> ±2,4
C <sub>18:3</sub>	0,4 ±0,4	0,4 ±0,3	0,4 ±0,1	0,6 ±0,3
C <sub>20:4</sub>	2,3 <sup>a</sup> ±1,0	1,7 <sup>ab</sup> ±1,0	1,2 <sup>b</sup> ±0,6	1,7 <sup>ab</sup> ±1,3

a,b,c siehe Tab. 2

Während der Fettgehalt im Musc. long. dorsi mit zunehmendem Rapseinsatz anstieg, zeigte die Nieren- und Beckenhöhlenfettmenge eine gegenläufige Tendenz (Tab. 2).

#### Fettsäurenmuster

Die Rationsgestaltung beeinflusste sowohl im Depotfett (Tab. 3) als auch im intramuskulären Fett (Tab. 4) vor allem die Anteile an Palmitin- (C<sub>16:0</sub>), Palmitoleinsäure (C<sub>16:1</sub>), Stearin- (C<sub>18:0</sub>) und Ölsäure (C<sub>18:1</sub>). Während durch Rapssameneinsatz in beiden Fettchargen der Anteil Palmitinsäure abnahm, erhöhten sich die Anteile der C<sub>18</sub>-Fettsäuren Stearin- und Ölsäure. Infolge des geringen Stichprobenumfangs (n = 5) und der teilweise erheblich hohen Standardabweichungen sind die Mittelwertdifferenzen zwischen den verschiedenen Behandlungen meist nicht signifikant verschieden (Tab. 3 und 4).

Die Verschiebung des Fettsäurenmusters von C<sub>16</sub>- zu C<sub>18</sub>-Fettsäuren im Körperfett der Rinder ist vermutlich auf verstärkten Einbau von C<sub>18</sub>-Fettsäuren aus dem Rapsfett (Tab. 1) zurückzuführen. In Untersuchungen von JAHREIS u.a. (8) mit Milch-

kühen stieg nach Einsatz von Rapssamen (1 bzw. 1,5 kg/Tag) der Anteil der C<sub>18:0</sub>- und C<sub>18:1</sub>-Fettsäuren ebenfalls auf Kosten der C<sub>16:0</sub>-Fettsäure im Milchfett an. ASHES u.a. (1992) verabreichten in einer Milchkuhration täglich 1,3 kg Sommerrapssamen (= 520 g Öl) und ermittelten in der Milch gegenüber der Kontrollgruppe einen Abfall der Palmitinsäure von 26,7 auf 19,9 %, während die einfach und mehrfach ungesättigten C<sub>18</sub>-Fettsäuren von 27,6 auf 36,7 % anstiegen.

Im Vergleich zum Fettsäurenmuster des Rapsöles (Tab. 2) und zu Verschiebungen des Fettsäurenusters nach Pflanzenöleinsatz bei Nichtwiederkäuern (5, 10, 13, 15) sind die Änderungen im Fettsäurenmuster des Körperfettes bei den Mastrindern relativ gering. Die Hauptursache dafür ist vermutlich in der weitgehenden Hydrierung der ungesättigten Fettsäuren im Pansen der Wiederkäuer zu suchen. Außerdem können die Ergebnisse als Beweis dafür angesehen werden, daß das im Zellverband des Rapses enthaltene Fett im Pansen freigesetzt wird, dort die Fermentation beeinflussen kann und demnach nicht als pansenstabil anzusehen ist.

Wesentliche Unterschiede bestehen im Fettsäuregehalt von Depot- und intramuskulärem Fett (Tab. 3 und 4). In Abbildung 1 werden Mittelwerte aller Gruppen für Depot- und intramuskuläres Fett gegenübergestellt. Das intramuskuläre Fett ist wesentlich reicher an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Während Linol- (C<sub>18:2</sub>), Linolen- (C<sub>18:3</sub>) und Acharidonsäure (C<sub>20:4</sub>) im Depotfett kaum nachgewiesen werden konnten, kamen sie im intramuskulären Fett in Anteilen zwischen 7,4 und 8,9 % vor. Auch die einfach ungesättigten Fettsäuren Palmitolein- (C<sub>16:1</sub>) und Ölsäure (C<sub>18:1</sub>) wiesen im intramuskulären Fett einen bedeutend höheren Anteil als im Depotfett auf (Tab. 3 und 4). Die Erhöhung des Anteiles an ungesättigten Fettsäuren im Muskelfett gegenüber dem Depotfett erfolgte vor allem auf Kosten der Stearinsäure (Tab. 3 und 4; Abb. 1). Die Ursachen für die unterschiedliche Fettsäurengarnitur von Depot- und Muskelfett sind vor allem in den physiologischen Funktionen beider Fette zu suchen.

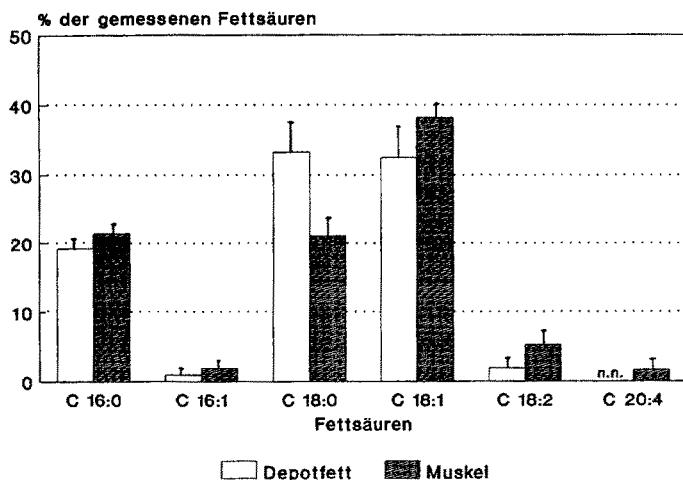


Abb. 1. Durchschnittswerte und Standardabweichung ausgewählter Fettsäuren im Depotfett und im Muskelfleisch (n = 20).

Tab. 5. Einfluß unterschiedlicher Anteile von Rapssamen auf Fett- und Vitamin-E-Aufnahme, Vitamin-E-Konzentration in ausgewählten Körperproben sowie die Induktionszeit des Körperfettes (n = 5)

Rapssamen in der Ration (%)	0	7	14	21
Rohfettaufnahme (g/Tier und Tag)	172	335	450	640
Vitamin-E-Aufnahme (mg/Tier und Tag)	86	145	177	257
<hr/>				
Vitamin-E-Konzentration in Körperproben ( $\mu\text{g je ml bzw. je g}$ )				
Blutserum	0,75 <sup>a</sup> $\pm 0,22$	2,08 <sup>b</sup> $\pm 0,65$	2,46 <sup>bc</sup> $\pm 0,45$	3,71 <sup>c</sup> $\pm 1,43$
Muskel (Musc.long.dorsi)	0,70 <sup>a</sup> $\pm 0,25$	1,56 <sup>b</sup> $\pm 0,40$	1,92 <sup>b</sup> $\pm 0,58$	3,05 <sup>c</sup> $\pm 1,05$
Depotfett	4,5 <sup>a</sup> $\pm 2,8$	7,3 <sup>a</sup> $\pm 2,4$	8,5 <sup>ab</sup> $\pm 4,8$	14,9 <sup>b</sup> $\pm 8,4$
<hr/>				
Induktionszeit (h)	10,9 <sup>a</sup> $\pm 3,3$	18,5 <sup>b</sup> $\pm 4,1$	16,1 <sup>ab</sup> $\pm 4,3$	19,5 <sup>b</sup> $\pm 5,8$

a,b,c siehe Tab. 2

*Vitamin-E-Gehalt und Induktionszeit (Rancimattest)*

Mit zunehmendem Rapsanteil in der Ration stieg die Vitamin-E-Konzentration in allen Körperproben signifikant an (Tab. 5). Diese Entwicklung wird sowohl durch die höhere Vitamin-E-Aufnahme als auch die höhere Fettaufnahme nach Rapssameneinsatz verursacht (Tab. 5). Die intestinale Vitamin-E-Absorption erfolgt überwiegend im proximalen Dünndarm in Mizellen gemeinsam mit Nahrungsfetten (2, 4), so daß bei fettreicheren Rationen eine absolut höhere Vitamin-E-Absorption zu erwarten ist. Beispielsweise betrug die Vitamin-E-Aufnahme bei der mit 21 % Rapssamen ergänzten Ration etwa das Dreifache der Kontrollgruppe; in den untersuchten Körperproben stieg die Vitamin-E-Konzentration jedoch auf das 3,3 bis 4,9fache an (Tab. 5). Während das Serum die tägliche Vitamin-E-Aufnahme reflektiert (2, 4, 9), widerspiegeln Depotfett und Muskel die Vitamin-E-Aufnahme über längere Perioden. Erhöhte Vitamin-E-Konzentration in Körperproben vom Schwein bzw. in Kuhmilch nach Rapssameneinsatz ermittelten auch FLACHOWSKY u.a. (5) bzw. JAHREIS u.a. (7).

Die Induktionszeit des Depotfettes lag bei den mit Rapssamen ergänzten Gruppen signifikant höher als bei der unsupplementierten Kontrollgruppe (Tab. 5). Diese Entwicklung resultiert vor allem aus dem unterschiedlichen Vitamin-E-Gehalt (Tab. 5) und dem Gehalt an schneller oxidierenden ungesättigten Fettsäuren im Fett (Tab. 3). Obwohl der Ölsäuregehalt im Depotfett nach Rapssamenzulage anstieg (Tab. 3), bewirkte die höhere Vitamin-E-Konzentration längere Induktionszeiten. Geringfügig induktionszeitverlängernd wirken auch die verminderten Gehalte an Palmitolein- und Linolsäure im Depotfett der mit Rapssamen gefütterten Mastbullen.

## Schlußfolgerungen

Im Gegensatz zu Untersuchungen an Schweinen und Geflügel wurde die Fettsäurengarnitur des Körperfettes durch den Einsatz der über 90 % Mono- und Polyenfettsäuren im Öl enthaltenden Rapssamen (Tab. 1) bei den Mastrindern relativ wenig beeinflußt (Tab. 3 und 4). Als Ursache dafür kann eine weitgehende Hydrierung der Fettsäuren im Pansen der Wiederkäuer angesehen werden. Der Anstieg von C<sub>18</sub>-Fettsäuren und die geringfügige Erhöhung der Konzentration an ungesättigten Fettsäuren nach Rapssameneinsatz können aus ernährungsphysiologischer Sicht im Hinblick auf die Senkung der Serum-Cholesterin-Konzentration beim Menschen (3, 12) als vorteilhaft eingeschätzt werden.

Der höhere Fett- und Vitamin-E-Gehalt der mit Rapssamen ergänzten Rationen führte zu einem höheren Vitamin-E-Gehalt in allen untersuchten Körperproben. Der Anstieg im Vitamin-E-Gehalt bewirkte eine verlängerte Induktionszeit des Depotfettes, so daß ohne separate Vitamin-E-Supplementation die oxidative Stabilität des Fettes erhöht werden könnte.

Die mitgeteilten Ergebnisse zeigen, wie mit Hilfe des Instrumentariums der Tierernährungswissenschaft die Qualität bei der Primärerzeugung von Lebensmitteln beeinflußt werden kann.

## Literatur

1. Ashes JR, Welch Vincent PSt, Gulati SK, Scott TW, Brown GH, Blakeley S (1992) Manipulation of the fatty acid composition of milk by feeding protected canola seeds. *J Dairy Sci* 75:1090-1096
2. Cohn W (1993) Tocopherol-Transport und Absorption. 4. Symp „Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier“, 30. 9./1. 10. 1993, Jena, 71-82
3. Derr J, Kris-Etherton PM, Pearson TA, Seligson FH (1993) The role of fatty acid saturation on plasma lipids, lipoproteins and apolipoproteins. *Metabolism* 42:130-134
4. Drevon CA (1993) Absorption, metabolism and excretion of vitamin E. In: Mino M, Nakamura H, Diplock AT, Kayden (Ed) *Vitamin E*, Jap Sci Soc Press, S Karger, Basel, 65-83
5. Flachowsky G, Schöne F, Graf H, Schaarmann G, Kinast C, Lübke F (1993) Einfluß zusätzlicher Vitamin-E-Gaben an unterschiedlich gefütterte Mastschweine auf den Vitamin-E-Gehalt in ausgewählten Körperproben und die oxidative Stabilität des Fettes. 4. Symp „Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier“, 30. 9./1. 10. 1993, Jena, 112-117
6. Jahreis G, Richter GH (1993) Untersuchungen zum Einsatz von Rapssaaten bei Wiederkäuern. *Fat Sci Technol* 95:571-574
7. Jahreis G, Richter GH, Flachowsky G (1993) Auswirkungen von Rapssaaten in der Milchkuhfütterung auf den Vitamin-A- und -E-Gehalt des Milchfettes. 4. Symp „Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier“, 30. 9./1. 10. 1993, Jena, 122-125
8. Jahreis G, Richter GH, Kratzsch J (1994) Transfer von Rapsfettsäuren in das Milchlipo- und Einfluß von geschroteter Rapssaaten auf die Serumkonzentration an Metaboliten und Hormonen bei Milchkühen. *Proc Soc Nutr Physiol* 2:51
9. Jensen M, Lindholm A, Hakkarainen J (1990) The vitamin E distribution in serum, liver, adipose and muscle tissues in the pig during depletion and repletion. *Acta vet scand* 31:129-136
10. Kracht W, Nürnberg K, Schumann W (1993) Fütterung von Rapsverarbeitungsprodukten und Rapssaaten an Mastschweine und Broiler. *Fat Sci Technol* 95:562-565
11. Matthey M, Graf H, Flachowsky G (1991) Die Bestimmung fettlöslicher Vitamine in der Milch mittels HPLC. 3. Symp „Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier“, 26./27. 9. 1991, Stadtröda, 143-146



12. McNamara DJ (1992) Dietary fatty acids, lipoproteins, and cardiovascular disease. *Av Food Nutr Res* 36:253–351
13. Nürnberg K, Kracht W, Nürnberg G (1994) Zum Einfluß der Rapskuchenfütterung auf die Schlachtkörper- und Fettqualität beim Schwein. *Züchtungskunde* 66:230–241
14. Pardun H, Kroll E (1972) Bestimmung der Oxidationsstabilität von Ölen und Fetten mit Hilfe einer automatischen Version des GWIFT-Tests. *Fette, Seifen, Anstrichmittel* 74:366–373
15. Schöne F, Kirchheim U, Lange R (1993) Rapseinsatz bei Schweinen. *Fat Sci Technol* 95:566–570

Eingegangen 6. April 1994  
akzeptiert 19. Juli 1994

Für die Verfasser:

Prof. Dr. G. Flachowsky, Institut für Ernährung und Umwelt der Friedrich-Schiller-Universität,  
Dornburger Straße 24, 07743 Jena