

Universität Kaposvár, Fakultät für Tierwissenschaften, Institut für Diagnostik und Onkoradiologie, Ungarn,<sup>1</sup>  
Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Forschungsbereich Muskelbiologie und Wachstum,  
Deutschland<sup>2</sup>  
Universität Kaposvár, Fakultät für Tierwissenschaften, Analytisches Labor, Ungarn<sup>3</sup>  
Universität Kaposvár, Fakultät für Tierwissenschaften, Institut für Rinder- und Schafzucht, Ungarn<sup>4</sup>

GABRIELLA HOLLÓ<sup>1</sup>, KARIN NUERNBERG<sup>2</sup>, IMRE REPA<sup>1</sup>, ISTVAN HOLLÓ<sup>4</sup>,  
JÁNOS SEREGI<sup>1</sup>, GABRIELLA POHN<sup>3</sup> und KLAUS ENDER<sup>2</sup>

## **Der Einfluss der Fütterung auf die Zusammensetzung des intra-muskulären Fettes des *Musculus longissimus* und verschiedener Fettdepots von Jungbullen der Rassen Ungarisches Grauvieh und Holstein Friesian**

### **1. Mitteilung: Fettsäurezusammensetzung**

#### **Abstract**

Title of the paper: **Effect of feeding on the composition of the intramuscular fat in *longissimus* muscle and different fatty tissues of Hungarian Grey and Holstein Friesian bulls. 1. Fatty acid profile**

The aim of this study was to analyse the effect of nutrition, genotype and nutrition x genotype interaction on the fatty acid composition of intramuscular fat from *longissimus dorsi* muscle and different fat deposits using Hungarian Grey cattle bulls (HG) in comparison to Holstein Friesian bulls (HF) kept under extensive and intensive conditions. The extensive group was kept on pasture and was fed a concentrate supplemented with linseed meal in the last month of the trial. The extensive diet influenced the linoleic and linolenic acid ratio and the CLA content of *longissimus* muscle more advantageous concerning human nutrition. The meat from HG contained more CLA and less *n*-6 fatty acids also in case of the intensive diet than that of HF bulls. In the fat deposits from HF the PUFA mainly the linoleic acid was in a significant higher proportion available, however in the fat deposits of HG was the percentage of linol- and linolenic acid favourable. The extensive nutrition resulted in a lower linoleic acid and a higher linolenic acid content in both breeds and all three fat deposits. The PUFA content in the fat samples was altered contrary in both analysed breeds because of the different diet. In case of the extensive UG was the PUFA higher in all three fat deposits. In conclusion, the fatty acid composition of beef can be modified favourably by extensive feeding and concentrate which is rich in unsaturated fatty acids, however the beef of Hungarian Grey has a more wholesome influence on human health, than that of Holstein-Friesian bulls.

Key Words: bulls, fatty acid, CLA, muscle, fatty tissue

#### **Zusammenfassung**

Das Ziel dieser Untersuchung war, den Einfluss von Fütterung und Rasse auf die Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes des *M. longissimus* und verschiedener Fettdepots zu quantifizieren. Dazu wurden Jungbullen der Rassen Ungarisches Grauvieh und Holstein Friesian sowohl extensiv als auch intensiv gefüttert. Die Bullen der extensiven Fütterungsgruppen erhielten im letzten Monat der Untersuchung Kraftfutter mit Leinsamenschrot. Die extensive Fütterung beeinflusst den Linol- und Linolensäuregehalt und die Konzentration der CLA im Fleisch vorteilhaft aus der Sicht der Humanernährung. Das Fleisch des ungarischen Grauviehs enthielt auch bei intensiver Fütterung mehr CLAcis-9,trans-11 und weniger *n*-6 Fettsäuren als das Fleisch von Holstein Bullen. In den Fettdepots der Holstein Bullen waren die prozentualen Anteile der PUFA, vor allem der Linolsäure, signifikant stärker akkumuliert. Die extensive Fütterung bewirkte bei beiden Rassen und in allen drei Fettdepots den Rückgang des Linolsäure-Anteils, während sich der Gehalt an Linolensäure erhöhte. Die Fettsäurezusammensetzung von Rindfleisch wurde durch die extensive Fütterung positiv modifiziert. Das Fleisch von Ungarischen Grauvieh Bullen liefert mehr *n*-3 Fettsäuren im Vergleich zu Holstein Friesian Bullen.

Schlüsselwörter: Bullen, Fettsäure, CLA, Muskel, Fettgewebe

## Einleitung

Ergebnisse aus der humanmedizinischen Forschung zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen der Ernährung des Menschen und dem Auftreten von bestimmten Erkrankungen besteht (PFEUFFER, 2001). Das Interesse an der Erzeugung von qualitativ hochwertigen tierischen Erzeugnissen ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen. Von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung wird eine tägliche Aufnahme an Fett von 25 bis 30 % der gesamten täglichen Energieaufnahme empfohlen (DGE, 2000). Aber nicht nur die Fettaufnahme sondern auch die Zusammensetzung des Fettes ist zu einer relevanten Kenngröße geworden. Der Verzehr von gesättigten Fettsäuren (SFA) ist dabei zu vermindern und die Zufuhr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren, vor allem von *n-3* Fettsäuren möglichst zu erhöhen (ENDER et al., 1997; DEPARTMENT OF HEALTH, 1994). Diese Erwartungen stellen die Hersteller von Produkten tierischen Ursprungs vor eine neue Situation. Die Veränderung der Qualität und des Nährstoffgehaltes tierischer Erzeugnisse zur Verbesserung des Ernährungswertes ist eine grundlegende Herausforderung für die Tierzüchter und Lebensmittelproduzenten (JIMENEZ-COLMENERO et al., 2001; GARNIER et al., 2003). Bei monogastrischen Tieren ist es einfacher die Fettsäurezusammensetzung zu verändern als bei Wiederkäuern. Bei diesen unterliegen die ungesättigten Fettsäuren im Pansen einer Hydrolyse und Biohydrogenierung. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren steigt dadurch zu Lasten der ungesättigten. ASHES et al. (1992) und ENSER et al. (1998) konnten nachweisen, dass die Fettsäurezusammensetzung des Fleisches von Wiederkäuern ebenfalls, wenn auch in eingeschränktem Umfang, durch die Fütterung beeinflussbar ist. Mehrere Versuche konnten den positiven Einfluss der Weidehaltung auf Menge und Anteil dieser *n-3* Fettsäuren nachgewiesen (KREUZER et al., 1995; LEIBETSEDER, 1996; ENDER et al., 1997; COSSU et al., 2000; NUERNBERG et al., 2005). Zahlreiche Studien (MAY et al., 1994; PERRY et al., 1998; MANDELL et al., 1998) beschäftigten sich mit den Rassenunterschieden in der Fettsäurezusammensetzung auch bei gleicher Fütterung. ROBELIN (1986) und CHOI et al. (2000) haben die Fettsäurezusammensetzung des langen Rückenmuskels untersucht und dabei festgestellt, dass die Rassenunterschiede in der Fettsäurezusammensetzung auf genetischen Differenzen basieren. Die Untersuchungen von NUERNBERG et al. (1998) haben gezeigt, dass das Fleisch von Fleischrindern mit einem hohen Fleischanteil und geringem intramuskulären Fettgehalt wie bei Weißblauen Belgier mehr Linolsäure (C18:2 $n-6$ ) enthalten im Vergleich zu Milchrindrassen. Im vorliegenden Experiment wurde der Einfluss unterschiedlicher Fütterungsregime auf die Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes und unterschiedlicher Fettgewebe von Bullen der Rassen Ungarisches Grauvieh und Holstein Friesian untersucht. In einer vorangegangenen Publikation ist über die Mast- und Schlachtleistung dieser Bullen berichtet worden (HOLLO et al., 2004).

## Material und Methoden

Für den Versuch wurden je 20 Jungbullen der Rassen Ungarisches Grauvieh (UG) und Holstein Friesian (HF) eingestallt und zufällig auf jeweils zwei Fütterungsgruppen mit extensiver oder intensiver Fütterung aufgeteilt. Die Tiere der extensiv gefütterten Gruppen erhielten Weidegras und Grünfutter bzw. Grassilage, die der intensiven Gruppen wurden der heimischen Praxis entsprechend mit Maissilage, Heu und 4-6 kg Kraftfutter ernährt. Die extensiv gehaltene Gruppe bekam im letzten Monat der Unter-

suchung täglich 4 kg Kraftfutter, das mit 25 % Leinsamenschrot angereichert war. In Tabelle 1 und 2 sind die Nährstoffgehalte verschiedener Futtermittel und die Fettsäurezusammensetzung des Kraftfutters aufgeführt. Die Mast erfolgte bis zu einem Lebendendgewicht von 450 - 550 kg.

Im Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere wurde die Fettsäurezusammensetzung der Lipide des *M. longissimus* (langer Rückenmuskel) nach der Methode von NUERNBERG et al. (2002) bestimmt, im analytischen Labor der Universität Kaposvár die Fettsäurezusammensetzung von drei Fettdepots des Schlachtkörpers (subkutanes Fett der Keule, Innenfett, Nierenfett) nach der Methode von CSAPÓ et al. (1995).

Tabelle 1  
Nährstoffgehalt der Futtermittel (Nutrient content of feed)

%	Maissilage	Wiesenheu	Gras	Kraftfutter	Kraftfutter (mit Leinsamen)
Trockensubstanz	36,4	91,4	23,60	88	90,80
Rohprotein	3,2	7,0	2,8	16,4	18,0
Rohfett	0,9	1,7	0,6	2,0	4,3
Rohfaser	7	35,9	6,6	13	9,4
Ca	0,93	5,8	0,65	2,0	13,20
P	0,97	1,84	0,80	0,5	5,96

Tabelle 2  
Die Fettsäurezusammensetzung der Kraftfutter (The fatty acid composition of concentrates)

Fettsäure, %	Kraftfutter	Kraftfutter mit Leinsamen
C 11:0	-	0,09
C 12:0	0,02	-
C 13:0	0,1	-
C 14:0	0,19	0,09
C 15:0	0,08	0,05
C 16:0	22,46	8,89
C 16:1	0,25	0,11
C 17:0	0,14	0,08
C 17:1	0,04	-
C 18:0	2,68	3,39
C 18:1 n-9 cis	23,07	18,40
C 18:1 trans	0,40	-
C 18:2 n-6 cis	47,18	23,20
C 18:3 n-6	-	0,25
C 18:3 n-3	2,28	44,71
C 20:1	0,40	0,31
C 20:2 n-6	0,13	0,24
C 20:3 n-6	0,34	-
C 22:0	0,23	-
C 22:2	-	0,18

### Statistische Analyse

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der Varianzanalyse nach dem General Linear Model des statistischen Analysesystems SAS für die Muskelfettanalyse und mit SPSS (SPSS 10.0.) für die unterschiedlichen Fettarten. Die fixen Faktoren Fütterung und Rasse sowie die entsprechende Interaktion sind in dem Modell berücksichtigt worden. Die Tabellen und Abbildungen enthalten Least Square Means (LSM) und Standarderror (SE). Alle statistischen Tests wurden für den Signifikanzlevel von  $\alpha = 0,05$  durchgeführt.

Tabelle 3

Gesamtfettsäurezusammensetzung (%) des intramuskulären Fettes im *Musculus longissimus* (Total fatty acid composition of *longissimus* muscle)

%	Holstein Bullen				Ungarische Grauvieh-Bullen				Sign.
	intensiv		extensiv		intensiv		extensiv		
	N = 10		N = 10		N = 10		N = 10		
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	
Intramuskulärer Fettgehalt	2,10	0,09	1,34	0,12	2,78	0,16	1,55	0,15	F,R,R*F
C12:0	0,04	0,00	0,046	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	R
C14:0	2,44	0,10	2,21	0,10	3,13	0,10	2,51	0,10	F, R
C16:0	25,94	0,49	21,13	0,49	28,40	0,49	21,41	0,49	F,R,R*F
C16:1	2,52	0,13	1,46	0,13	2,82	0,13	1,57	0,13	F
C17:0	1,09	0,04	1,12	0,04	1,03	0,04	1,12	0,04	
C17:1	0,46	0,02	0,38	0,02	0,47	0,02	0,41	0,02	F
C18:0	15,64	0,50	19,09	0,50	15,96	0,50	17,67	0,50	F
ΣC18:1trans	1,88	0,27	4,46	0,27	0,89	0,27	4,78	0,27	F,R*F
C18:1 trans-11	1,10	0,07	1,00	0,07	0,57	0,07	0,81	0,07	R,R*F
C18:1cis-9	32,86	0,82	25,88	0,82	35,21	0,82	25,97	0,82	F
C18:1cis-11	1,34	0,04	1,40	0,04	1,21	0,04	1,31	0,04	F, R
C18:2trans	0,22	0,02	0,37	0,02	0,17	0,02	0,24	0,02	F, R
C18:2 n-6	8,20	0,65	10,36	0,65	5,44	0,65	10,79	0,65	F,R*F
C18:3 n-3	0,75	0,18	2,73	0,18	0,61	0,18	3,21	0,18	F
CLAcis-9,trans-11 <sup>a</sup>	0,27	0,03	0,58	0,03	0,36	0,03	0,81	0,03	F,R,R*F
C20:3 n-6	0,50	0,05	0,67	0,05	0,28	0,05	0,59	0,05	F,R
C20:4 n-6	2,36	0,26	3,55	0,26	1,18	0,26	2,87	0,26	F,R
C20:5 n-3	0,11	0,04	0,37	0,04	0,14	0,04	0,63	0,04	F,R,R*F
C22:4 n-6	0,30	0,03	0,41	0,03	0,13	0,03	0,22	0,03	F,R
C22:5 n-3	0,28	0,05	0,61	0,05	0,25	0,05	0,75	0,05	F
C22:6 n-3	0,04	0,01	0,10	0,01	0,05	0,01	0,13	0,01	F
SFA	45,80	0,68	44,58	0,68	49,20	0,68	43,80	0,68	F,R*F
UFA	54,20	0,68	55,42	0,68	50,80	0,68	56,20	0,68	F,R*F
PUFA	13,36	1,21	20,29	1,21	8,83	1,21	20,76	1,21	F,R*F
Summe n-3 FS <sup>b</sup>	1,30	0,28	4,14	0,28	1,13	0,28	5,05	0,28	F
Summe n-6 FS	11,26	0,94	14,80	0,94	7,05	0,94	14,44	0,94	F,R,R*F
Verhältnis n-6/n-3 FSn	9,27	0,34	3,61	0,34	6,24	0,34	2,86	0,34	F,R,R*F

R= signifikanter Einfluss der Rasse, F= signifikanter Einfluss der Fütterung (P=0,05).

<sup>a</sup>- CLAcis-9,trans-11 wird bei der gaschromatographischen Analyse gemeinsam mit CLAtrans-8,cis-10 und CLAtrans-7,cis-9 eluiert.

<sup>b</sup> - FS = Fettsäuren

## Ergebnisse

Über die Ergebnisse zur Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität dieses Experiments ist kürzlich berichtet worden (HOLLO et al., 2004). Der Fettgehalt des Schlachtkörpers und der intramuskuläre Fettgehalt des *M. longissimus* waren bei den extensiv gefütterten Bullen signifikant niedriger. In der Tabelle 3 ist die Fettsäurezusammensetzung dieses Muskels dargestellt. Es wurden in den Lipiden des *M. longissimus* mit Hilfe der Gaschromatographie 20 Fettsäuren identifiziert. Zu den gesättigten Fettsäuren gehören Laurinsäure (C12:0), Myristinsäure (C14:0), Palmitinsäure (C16:0), Margarinsäure (C17:0) und Stearinsäure (C18:0). Die Palmitoleinsäure (C16:1), Heptadecaensäure (C17:1), Ölsäure (C18:1cis-9), die *cis* Vaccensäure (C18:1cis-11) und *trans*Vaccensäure (C18:1trans-11) sind Monoenfettsäuren. Bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren wurden Linolsäure (C18:2n-6) und das Transisomer (C18:2trans), Linolensäure (C18:3n-3), die konjugierte Linolensäure (CLAcis-9,trans-11), Eicosatriensäure (C20:3n-6) Arachidonsäure (C20:4n-6, AA), Eicosapentaensäure

(C20:5 $n$ -3, EPA), Docosatetraensäure (C22:4 $n$ -6), Docosapentaensäure (C22:5 $n$ -3, DPA) und Docosahexaensäure (C22:6 $n$ -3, DHA) analysiert. Übereinstimmend mit den Literaturangaben (CLINQUART et al., 1991) ist der relative Anteil von C16:0, C18:0 und Ölsäure in allen Fütterungsgruppen und für beide Rassen in den Muskellipiden am höchsten. Die Fütterung hat den prozentualen Anteil aller Fettsäuren signifikant beeinflusst mit Ausnahme von C12:0, C17:0 und C18:1 $trans$ -11. Der prozentuale Gehalt von C14:0, C16:0 und der Summe der gesättigten Fettsäuren (SFA) sind durch die extensive Fütterung signifikant verringert im Vergleich zur intensiven Mast. Die Stearinsäure wird durch Grasfütterung im Muskelfett angereichert. Besonders positiv ist die Akkumulation von allen  $n$ -3 Fettsäuren durch die extensiven Fütterungsbedingungen zu bewerten, was zu einer deutlichen Absenkung des Verhältnisses von  $n$ -6/ $n$ -3 Fettsäuren führt. Allerdings ist auch der Anteil der  $n$ -6 Fettsäuren durch die extensive Fütterung erhöht, aber nicht in dem Umfang wie bei den  $n$ -3 Fettsäuren.

Das Fleisch von Ungarischen Grauvieh-Bullen weist einen signifikant höheren Gehalt an C12:0, C14:0 und C16:0 auf im Vergleich zu den Holstein Friesian Bullen. Auch CLA $cis$ -9, $trans$ -11 und C20:5 $n$ -3 sind bei Grauvieh Bullen stärker deponiert, während weniger Ölsäure,  $trans$ Vaccensäure, C20:3 $n$ -6, C20:4  $n$ -6 und C22:4 $n$ -6 im Muskelfett enthalten sind.

Die Fettsäurezusammensetzung der drei unterschiedlichen Fettdepots zeigt die Tabelle 4. Die Veränderung der Fettsäurezusammensetzung des subkutanen Fettes zeigt für beide Rassen die gleiche Tendenz. In den extensiv gefütterten Gruppen hat sich der Anteil der gesättigten Palmitin- und Stearinsäure sowie der Linolsäure vermindert, während die relativen Gehalte der C16:1 und C18:1 anstiegen. Die Linolensäure ist in allen drei Fettgeweben signifikant erhöht durch Weidehaltung im Vergleich zur Konzentratfütterung im Stall. Der Quotient C18:2 $n$ -6/C18:3 $n$ -3 sinkt signifikant bei extensiver Haltung auf der Weide.

Signifikante Rassenunterschiede wurden für alle Fettsäuren bis zu einer Kettenlänge von 16 Kohlenstoffatomen festgestellt. Das Ungarische Grauvieh zeigte in allen drei Fettdepots den höheren Anteil an gesättigten Fettsäuren, während der PUFA-Anteil signifikant niedriger war. Allerdings war der Quotient C18:2 $n$ -6/C18:3 $n$ -3 im Fett der Ungarischen Grauvieh Bullen niedriger.

Die meisten signifikanten Differenzen wurden zwischen den drei Fettgeweben gemessen. Das Nierenfett weist den höchsten Anteil an Stearinsäure und der Summe gesättigter Fettsäuren auf im Vergleich zum subkutanen und Innenfett. Der prozentuale Anteil der Monoenfettsäuren war im Nierenfett am niedrigsten. Die C18:1 $trans$  wird am stärksten im Nierenfett akkumuliert.

### Diskussion

Es ist der Nachweis erbracht worden, dass C12:0, C14:0 und C16:0 den Cholesterinspiegel des Blutes anheben (CLIFTON et al., 2004; PFEUFFER, 2001). Auf den Anteil dieser Fettsäuren hatten die Rasse und die Fütterung eine signifikante Wirkung. Der Myristin- und Palmitinsäuregehalt im Fleisch von extensiv gehaltenen Bullen war signifikant verringert im Vergleich zur intensiven Fütterung. Das ist aus der Sicht der Humanernährung positiv zu bewerten. Von den gesättigten Fettsäuren wurde für die

Tabelle 4

Gesamtfettsäurezusammensetzung (%) der verschiedenen Fettdepots (Total fatty acid composition of different faty tissues)

%	Subkutanen Fett der Keule				Nierenfett				Innenfett				Sign
	Holstein Bullen		Ungarische Grauvieh Bullen		Holstein Bullen		Ungarische Grauvieh Bullen		Holstein Bullen		Ungarische Grauvieh Bullen		
	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv	
	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	N=10	
C10:0	0,05 <sub>0,01</sub>	0,04 <sub>0,01</sub>	0,06 <sub>0,02</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,06 <sub>0,02</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,02</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	R,
C12:0	0,07 <sub>0,02</sub>	0,07 <sub>0,01</sub>	0,09 <sub>0,02</sub>	0,12 <sub>0,05</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,07 <sub>0,01</sub>	0,07 <sub>0,01</sub>	0,09 <sub>0,02</sub>	0,07 <sub>0,02</sub>	0,08 <sub>0,01</sub>	0,10 <sub>0,03</sub>	0,14 <sub>0,02</sub>	R, F, O
C14:0	2,88 <sub>0,48</sub>	2,90 <sub>0,27</sub>	3,69 <sub>0,49</sub>	4,37 <sub>0,48</sub>	2,56 <sub>0,40</sub>	2,33 <sub>0,30</sub>	3,15 <sub>0,45</sub>	2,53 <sub>0,26</sub>	3,31 <sub>0,55</sub>	2,86 <sub>0,32</sub>	4,62 <sub>0,63</sub>	4,27 <sub>0,48</sub>	R, O
C14:1	0,28 <sub>0,18</sub>	0,40 <sub>0,19</sub>	0,25 <sub>0,09</sub>	0,56 <sub>0,16</sub>	0,16 <sub>0,09</sub>	0,11 <sub>0,17</sub>	0,15 <sub>0,03</sub>	0,04 <sub>0,01</sub>	0,44 <sub>0,19</sub>	0,22 <sub>0,11</sub>	0,89 <sub>0,29</sub>	0,29 <sub>0,18</sub>	R, O
C15:0	0,57 <sub>0,10</sub>	0,83 <sub>0,09</sub>	0,68 <sub>0,11</sub>	1,10 <sub>0,13</sub>	0,47 <sub>0,11</sub>	1,06 <sub>0,13</sub>	0,52 <sub>0,11</sub>	1,24 <sub>0,12</sub>	0,54 <sub>0,10</sub>	0,92 <sub>0,11</sub>	0,60 <sub>0,06</sub>	1,22 <sub>0,10</sub>	R, F
C16:0	26,56 <sub>1,42</sub>	24,13 <sub>0,97</sub>	28,24 <sub>1,53</sub>	26,48 <sub>0,95</sub>	24,80 <sub>1,41</sub>	22,47 <sub>1,78</sub>	26,25 <sub>1,75</sub>	22,79 <sub>1,04</sub>	27,33 <sub>1,26</sub>	24,69 <sub>0,91</sub>	28,06 <sub>1,83</sub>	27,08 <sub>1,42</sub>	R, F, O
C16:1	1,87 <sub>0,62</sub>	2,43 <sub>0,60</sub>	1,51 <sub>0,31</sub>	2,71 <sub>0,41</sub>	1,42 <sub>0,40</sub>	0,85 <sub>0,16</sub>	1,21 <sub>0,25</sub>	0,73 <sub>0,14</sub>	2,41 <sub>0,50</sub>	1,53 <sub>0,34</sub>	3,27 <sub>0,99</sub>	1,56 <sub>0,62</sub>	F, O
C17:0	1,62 <sub>0,18</sub>	1,56 <sub>0,15</sub>	1,60 <sub>0,10</sub>	1,62 <sub>0,09</sub>	1,61 <sub>0,23</sub>	1,80 <sub>0,14</sub>	1,53 <sub>0,11</sub>	1,84 <sub>0,12</sub>	1,57 <sub>0,16</sub>	1,65 <sub>0,14</sub>	1,53 <sub>0,14</sub>	1,76 <sub>0,18</sub>	F, O
C17:1	0,49 <sub>0,11</sub>	0,65 <sub>0,11</sub>	0,41 <sub>0,05</sub>	0,69 <sub>0,08</sub>	0,38 <sub>0,06</sub>	0,38 <sub>0,06</sub>	0,32 <sub>0,05</sub>	0,36 <sub>0,04</sub>	0,59 <sub>0,10</sub>	0,51 <sub>0,08</sub>	0,69 <sub>0,15</sub>	0,52 <sub>0,11</sub>	O
C18:0	25,32 <sub>4,26</sub>	23,45 <sub>3,51</sub>	27,90 <sub>3,12</sub>	20,50 <sub>1,95</sub>	31,95 <sub>3,07</sub>	38,04 <sub>3,82</sub>	33,83 <sub>2,85</sub>	37,95 <sub>1,57</sub>	21,36 <sub>2,84</sub>	28,38 <sub>3,15</sub>	18,28 <sub>2,73</sub>	26,06 <sub>4,26</sub>	F, O
C18:1trans-11	5,43 <sub>1,65</sub>	7,33 <sub>0,81</sub>	4,10 <sub>0,39</sub>	7,57 <sub>0,74</sub>	5,36 <sub>1,64</sub>	10,31 <sub>1,34</sub>	4,20 <sub>0,67</sub>	11,52 <sub>1,43</sub>	4,96 <sub>1,57</sub>	7,87 <sub>0,88</sub>	3,22 <sub>0,30</sub>	7,91 <sub>1,65</sub>	F, O
C18:1cis-9	31,02 <sub>3,59</sub>	32,64 <sub>2,62</sub>	28,45 <sub>1,94</sub>	30,98 <sub>1,58</sub>	27,69 <sub>3,94</sub>	19,04 <sub>1,54</sub>	25,73 <sub>3,17</sub>	17,31 <sub>1,59</sub>	33,80 <sub>2,42</sub>	27,74 <sub>2,59</sub>	36,10 <sub>2,11</sub>	25,94 <sub>3,59</sub>	F, O
C18:2n-6	3,27 <sub>0,45</sub>	2,50 <sub>0,21</sub>	2,46 <sub>0,35</sub>	1,95 <sub>0,19</sub>	2,96 <sub>0,42</sub>	2,11 <sub>0,19</sub>	2,48 <sub>0,41</sub>	2,07 <sub>0,25</sub>	3,04 <sub>0,44</sub>	2,39 <sub>0,25</sub>	2,02 <sub>0,29</sub>	1,93 <sub>0,45</sub>	R, F
C20:1	0,12 <sub>0,02</sub>	0,11 <sub>0,01</sub>	0,12 <sub>0,02</sub>	0,13 <sub>0,02</sub>	0,12 <sub>0,03</sub>	0,13 <sub>0,02</sub>	0,12 <sub>0,03</sub>	0,15 <sub>0,03</sub>	0,13 <sub>0,03</sub>	0,12 <sub>0,01</sub>	0,16 <sub>0,04</sub>	0,14 <sub>0,02</sub>	R, O
C18:3n-3	0,36 <sub>0,05</sub>	0,79 <sub>0,12</sub>	0,41 <sub>0,05</sub>	1,00 <sub>0,10</sub>	0,33 <sub>0,04</sub>	1,07 <sub>0,15</sub>	0,33 <sub>0,05</sub>	1,11 <sub>0,13</sub>	0,34 <sub>0,05</sub>	0,85 <sub>0,08</sub>	0,36 <sub>0,05</sub>	0,96 <sub>0,05</sub>	F
C20:2	0,09 <sub>0,03</sub>	0,16 <sub>0,03</sub>	0,05 <sub>0,02</sub>	0,18 <sub>0,04</sub>	0,08 <sub>0,04</sub>	0,19 <sub>0,01</sub>	0,06 <sub>0,01</sub>	0,22 <sub>0,02</sub>	0,06 <sub>0,03</sub>	0,15 <sub>0,01</sub>	0,04 <sub>0,01</sub>	0,15 <sub>0,03</sub>	F, O
SFA	57,07 <sub>3,81</sub>	52,98 <sub>4,20</sub>	62,24 <sub>2,64</sub>	54,24 <sub>2,14</sub>	61,50 <sub>2,76</sub>	65,82 <sub>2,29</sub>	65,40 <sub>3,54</sub>	66,49 <sub>1,85</sub>	54,22 <sub>3,05</sub>	58,63 <sub>3,05</sub>	53,24 <sub>3,23</sub>	60,59 <sub>3,81</sub>	O
MUFA	39,22 <sub>3,77</sub>	43,57 <sub>4,00</sub>	34,83 <sub>2,44</sub>	42,63 <sub>2,09</sub>	35,13 <sub>3,09</sub>	30,82 <sub>2,16</sub>	31,73 <sub>3,53</sub>	30,11 <sub>1,70</sub>	42,34 <sub>2,78</sub>	37,99 <sub>2,89</sub>	44,33 <sub>3,26</sub>	36,37 <sub>3,77</sub>	O,
PUFA	3,72 <sub>0,50</sub>	3,45 <sub>0,28</sub>	2,92 <sub>0,37</sub>	3,12 <sub>0,23</sub>	3,37 <sub>0,49</sub>	3,36 <sub>0,34</sub>	2,86 <sub>0,45</sub>	3,40 <sub>0,36</sub>	3,44 <sub>0,50</sub>	3,39 <sub>0,30</sub>	2,42 <sub>0,33</sub>	3,04 <sub>0,50</sub>	R,
C18:2/C18:3	9,04 <sub>0,43</sub>	3,23 <sub>0,48</sub>	6,09 <sub>0,69</sub>	1,97 <sub>0,26</sub>	9,02 <sub>0,48</sub>	2,00 <sub>0,18</sub>	7,53 <sub>0,72</sub>	1,87 <sub>0,12</sub>	8,82 <sub>0,32</sub>	2,83 <sub>0,30</sub>	5,61 <sub>0,60</sub>	2,00 <sub>0,43</sub>	R, F
PUFA/SFA	0,07 <sub>0,01</sub>	0,07 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,06 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,04 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,06 <sub>0,01</sub>	0,06 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	0,05 <sub>0,01</sub>	R, O

R= signifikanter Einfluss der Rasse, F= signifikanter Einfluss der Fütterung, O= signifikanter Einfluss des Fettgewebes (P=0,05)

Stearinsäure (C18:0) keine hypercholesterämische Wirkung nachgewiesen (BONA-NOME und GRUNDY, 1998). Im vorliegenden Experiment ist der relative Anteil der C18:0 signifikant erhöht worden durch die Grasfütterung.

Die Ölsäure ist die Monoensäure im tierischen Fettgewebe, die in der höchsten Konzentration vorkommt. Der prozentuale Anteil der Ölsäure wurde durch die Fütterung signifikant beeinflusst. C18:1*cis*-9 wurde im Fleisch der extensiv gefütterten Tieren in niedrigerer Menge festgestellt.

Für die Wiederkäuer sind *trans* Fettsäuren charakteristische intermediäre Stoffwechselprodukte. Diese *trans* Fettsäuren werden im Fleisch der extensiven Gruppen in größerer Menge deponiert. Der PUFA-Anteil des Futters der extensiv gefütterten Bullen ist höher (ENDER et al., 1997). Im Ergebnis der Biohydrogenierung dieser langkettigen ungesättigten Fettsäuren im Pansen entstehen neben Stearinsäure auch die konjugierteren Linolsäuren und vor allem C18:1*trans* Isomere. Die C18:1*trans*-11 (TVA) kommt im Fleisch in größerer Konzentration vor im Vergleich zu den anderen C18:1 Isomeren. Die Biohydrogenierung von Linolsäure zu CLA*cis*-9,*trans*-11 wird durch das Bakterium *Butyrivibrio fibrisolvens* hervorgerufen (LATHAM et al., 1971, 1972). Aus der Sicht der Human-Ernährung ist es sehr günstig, wenn CLA*cis*-9,*trans*-11 auch nur in geringer Menge in den Lebensmitteln vorhanden ist. Die Isomeren der konjugierten Linolsäure haben eine Reihe positiver Effekte wie antikarzinogene, antioxidative, antiarteriosklerotische, antimutagene und antidiabetische Wirkungen. CLA kann die Immunreaktion modifizieren, vermindert den Blutcholesterinspiegel und erhöht den Proteingehalt (WAHLE et al., 2004). Es ist bekannt, dass der CLA*cis*-9,*trans*-11-Anteil im Fleisch durch die Fütterung beeinflusst werden kann (FRENCH et al., 2000; DHIMAN et al., 2005). Wird CLA dem Futter als Supplement hinzugefügt, kann die Konzentration im Fleisch erhöht werden. Außerdem ist das Verhältnis zwischen Rauh- und Kraftfutter sowie das *n*-6/*n*-3 Verhältnis des Futterfettes wichtig. Wir konnten zeigen, dass der CLA*cis*-9,*trans*-11-Anteil des Fleisches in den extensiv gefütterten Gruppen signifikant erhöht war. Über rassebedingte Unterschiede berichtete MIR et al. (2000). Das Fleisch von Mastrindern der Kreuzungen mit dem japanischen Wagyu Rind speicherte eine größere Menge CLA*cis*-9,*trans*-11. Unsere Untersuchungen ergaben 0,1 bis 0,23 % mehr CLA im Fleisch der Ungarischen Grauvieh Bullen im Vergleich zu den Holstein Friesian Bullen. Ursachen für diesen höheren Gehalt sind die Futterzusammensetzung von Silage und Kraftfutter mit Leinsamen sowie das günstige Verhältnis der *n*-6/*n*-3 Fettsäuren im Kraftfutter der extensiven Gruppen.

Die Grasfütterung und die C18:3*n*-3 reiche Kraftfutterergänzung führten zu einer signifikanten Anreicherung der *n*-3 Fettsäuren im Muskel der Bullen aus der extensiven Haltung. ENDER et al. (1997), SCOLLAN et al. (2001), FRENCH et al. (2000), NUERNBERG et al. (2002) und DANNENBERGER et al. (2003) berichteten ebenfalls über eine erhöhte Akkumulation von *n*-3 Fettsäuren in unterschiedlichen Geweben, wenn über das Futter zusätzlich *n*-3 Fettsäuren aufgenommen werden. Neben den *n*-3 Fettsäuren wurden auch die *n*-6 Fettsäuren im Muskel angereichert, allerdings im geringen Umfang. Das Verhältnis zwischen *n*-6/*n*-3 Fettsäuren konnte bei extensiver Fütterung unter den von der DGE (2000) geforderten Quotient von 5:1 gesenkt werden. Die Linol- und Linolensäure sind Prekursoren für die Synthese von AA und EPA und den daraus entstehenden Gewebshormonen, den Eicosanoiden (Tromboxane, Leukotriene, Prostazyklin, Lipoxine). Deshalb werden eine Reihe von Stoffwechsel-

prozessen vom Verhältnis dieser Fettsäuren zueinander beeinflusst. Bei der Inkorporation in die Zellmembran gibt es einen ähnlichen Wettbewerb zwischen AA und der EPA (JUMP (2002) zitiert bei RAES et al., 2004). In Humanversuchen (BEMELMANS et al., 2002) wurde nachgewiesen, dass die größere Aufnahme von *n*-6 Fettsäuren zur Herausbildung von Thrombose und Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen, während die *n*-3 Fettsäuren eine wichtige Rolle bei der Vorbeugung und Behandlung dieser Krankheiten spielen (PFEUFFER, 2001). In der extensiven Gruppe des Ungarischen Grauviehs hat sich aus der Linolensäure 4,5fach mehr EPA gebildet im Vergleich zur intensiven Gruppe. In der extensiv gefütterten Holstein-Friesian Gruppe ist dieses Verhältnis dreimal so hoch wie bei den intensiv gefütterten Bullen. Die Faktoren Rasse und Art des Fettgewebes beeinflussten vor allem die gesättigten Fettsäuren. Die Zusammenhänge zwischen gesättigten Fettsäuren und dem Fettgehalt werden hier deutlich. Es gibt eine positive Beziehung zwischen der *de novo* Fettsynthese und dem Gehalt an gesättigten Fettsäuren (NUERNBERG et al., 1998). Das Nierenfett enthält im Vergleich der verschiedenen Fettgewebsarten die meisten gesättigten Fettsäuren. Im Gegensatz dazu ist bei diesem Fettgewebe der Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren am niedrigsten. Die zahlreichen Rassendifferenzen in der Fettzusammensetzung werden vom höheren Fettanteil der Bullen des Ungarischen Grauviehs verursacht. Somit sind im Fett dieser Rasse alle gesättigten Fettsäuren stärker konzentriert. Im Gegensatz dazu wiesen die Holstein-Friesian Bullen einen höheren Linolsäureanteil auf. INDU GHAFLOORUNISSA (1992) empfiehlt ein Verhältnis von Linol- zu Linolensäure von 4:1. Beim Ungarischen Grauvieh war dieses Verhältnis in allen Fettdepots günstiger als bei den HF Bullen. Die Fütterung verändert das Fettsäureprofil der drei Fettdepots analog zum intramuskulären Fett. Die C18:3*n*-3 wird angereichert bei beiden Rassen und in allen Fettarten durch die extensive Haltung. Die *trans* Vaccensäure ist ebenfalls signifikant erhöht. Da diese *trans* Vaccensäure als Ausgangsverbindung für die *de novo* CLA-Synthese angesehen wird (GRINARI et al., 2000), ist diese Anreicherung sowohl im Muskel als auch in den drei Fettdepots als vorteilhaft anzusehen.

### Schlussfolgerungen

Die extensive Fütterung (Weide und Endmast mit Grassilage/Konzentrat mit Leinsamen) beeinflusst positiv die Fettsäurezusammensetzung des Fleisches und verschiedener Fettdepots. Im Fleisch des Ungarischen Grauviehs wird auch bei intensiver Fütterung mehr CLA als bei Holstein Friesian Bullen deponiert. Der prozentuale Gehalt der CLA, der Linol- und Linolensäure im Fleisch kann durch extensive Fütterung verdoppelt werden.

In beiden Fütterungsgruppen weist das Fleisch der Ungarischen Grauvieh Bullen weniger *n*-6 und signifikant mehr *n*-3 Fettsäuren auf, was zu einem Quotienten der *n*-6/*n*-3 Fettsäuren von 3,6-2,86 zu 1 führt. Aus der Sicht der Humanernährung ist diese Veränderung vorteilhaft.

Die drei Fettdepots wurden in gleicher Weise von der Fütterung beeinflusst. Die extensive Fütterung bewirkte bei beiden Rassen eine Reduzierung des Linolsäure-Anteiles und eine Anreicherung der Linolensäure. So war das C18:2*n*-6/C18:3*n*-3 Verhältnis bei mit Gras gefütterten Bullen bedeutend günstiger. Die Unterschiede zwischen den Rassen sind insbesondere auf die Unterschiede im Fettgehalt zurückzuführen. Das Ungarische Grauvieh setzt mehr Fett an und akkumuliert daher mehr gesättigte Fettsäuren, während die Holstein Friesian Bullen mehr PUFA in den Fettdepots aufweisen.



Zwischen den unterschiedlichen Fettgewebearten treten am häufigsten signifikante Unterschiede auf. Das Nierenfett enthält die meisten gesättigten und die wenigsten einfach ungesättigten Fettsäuren.

### Literatur

- ASHES, J. R.; SIEBERT, B. D.; GULATI, S. K.; CUTHBERTSON, A. Z.; SCOTT, T. W.:  
Incorporation of n-3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants. *Lipids* **27** (1992), 629-631
- BEMELMANS, W. J. E.; BROER, J.; FESKENS, E. J. M.; SMIT, A. J.; MUSKIET, F. A. J.; LEFRANDT, J. D.; BOM, V. J. J.; MAY, J. F.; MEYBOOM-DE JONG, B.:  
Effect of an increased intake of  $\alpha$ -linolenic acid and group nutritional education on cardiovascular risk factors: the Mediterranean Alpha-linolenic Enriched Groningen Dietary Intervention (MARGARIN) study. *Am. J. Clinical Nutrition*, **75** (2002), 221 - 227
- BONANOME, A.; GRUNDY, S. M.:  
Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *N. Engl. J. Med.* **318** (1988), 1244-1248
- CHOI, N. J.; ENSER, M.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I.; SCOLLAN, N. D.; WOOD, J. D.:  
Effects of whole linseed and full fat soya included in a high concentrate diet and fed for 60 or 90 days on muscle fatty acid composition and meat quality in beef steers. *Proceedings 46th ICoMST*, Buenos Aires, (2000), 176-177
- CLIFTON, P. M.; KEOGH, J. B.; NOAKES, M. J.:  
Trans fatty acids in adipose tissue and the food supply are associated with myocardial infarction. *Nutr.* **134** (2004), 874-879
- CLINQUART, A.; ISTASSE, L.; DUFRASNE, I.; MAYOMBO, A.; VAN EENAEME, C.; BIENFAIT, J. M.:  
Effect on animal performance and fat composition of two fat concentrates in diets for growing-fattening bulls. *Anim. Prod.* **53** (1991), 315-320
- COSSU, M. E.; PRUZZO, L.; TRINCHEIRO, G.; CANOSA, F.; GRIGERA NAÓN, J. J.; SANTA COLOMA, L.:  
Fatty acid composition of longissimus muscle of steers fattened under different feeding regimens. *Proc. 46<sup>th</sup> ICoMST*, (2000), 178-179
- CSAPÓ, J.; STEFLER, J.; MARTIN, T. G.; MAKRAY, S.; CSAPÓ-KISS Z. S.:  
Composition of mare's colostrum and milk. I. Fat content and fatty acid composition. *Inter. Dairy Journal* **5** (1995), 393-402
- DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.:  
Influence of feeding on meat quality and fatty acid composition in beef. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **46** (2003) Special Issue, 162
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY:  
Report on Health and Social Subjects No. 46, Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease, London, HMSO, (1994)
- DGE:  
Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr Frankfurt am Main, Umschau Braus GmbH, 2000
- DHIMAN, T. R.; ZAMAN, S.; OLSON, K. C.; BINGHAM, H. R.; URE, A. L.; PARIZA, M. W.:  
Influence of feeding soybean oil on conjugated linoleic acid content in beef. *J. Agric. Food Chem.* **53** (2005) 3, 684-689
- ENDER, K.; PAPSTEIN, H. J.; NÜRNBERG, K.; WEGNER, J.:  
Muscle and fat related characteristics of grazing steers and lamb in extensive systems. In: EU-workshop on 'Effect of extensification on animal performance and product quality, Proc. of a workshop „Effects of extensification on animal performance, carcass composition and product quality. 14-16 May, Melle-Gontrode, Belgium, (1997), 229-232
- ENDER, K.; NUERNBERG, K.; PAPSTEIN, H. J.:  
Die zwei Seiten des Fettes – eine Standortbestimmung. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **40** (1997), 35-35
- ENSER, M.; HALLET, K.; HEWITT, B.; FURSEY, G. A. J.; WOOD, J. D.; HARRINGTON, G.:  
Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.* **49** (1998), 329-341
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY A. P.:  
Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* **78** (2000), 2849-2855
- GRIINARI, J. M.; CORI, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V. V. ; BAUMAN, D. E. :  
Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. *J. Nutr.* **130** (2000), 2285-2291
- HOLLÓ, G.; NUERNBERG, K.; SEREGI, J.; HOLLÓ, I.; REPA, I.; ENDER, K.:

- Der Einfluss der Fütterung auf die Mast- und Schlachtleistung bei Jungbullen der Rassen Ungarisches Grauvieh und Holstein Friesian. Arch. Tierz., Dummerstorf **47** (2004) 4, 313-323
- INDU GHAFLOORUNISSA, M.:  
n-3 fatty acids in Indian diets- comparison of the effects of precursor (alpha-linolenic acid) vs product (long chain n-3 polyunsaturated fatty acids). Nutr. Res. **12** (1992) 4, 569-582
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S.:  
Healthier meat and meat products: their role as functional foods (Review), Meat Sci. **59** (2001), 5-13
- KREUZER, M.; GERHARDY, H.; OSSOWSKI, D.; VOSS, G.E.M.:  
Improved storage and dietetic properties of carcass fat tissues in growing Holstein as well as Charolais x Holstein bulls fed full-fat rapeseed. Arch. Tierz., Dummerstorf **38** (1995), 163-175
- LATHAM, M. J.; SHARPE, M. E.; SUTTON, J. D.:  
The microbial flora of the rumen of cows fed hay and high cereal rations and its relationship to the rumen fermentation. J. Appl. Bacteriol. **43** (1971), 425-434
- LATHAM, M. J.; STORRY, J. E.; SHARPE, M. E.:  
Effect of low-roughage diets on the microflora and lipid metabolism in the rumen. Appl. Microbiology **24** (1972), 871-877
- LEIBETSEDER, J.:  
Beeinflussung der Zusammensetzung tierischer Fette durch die Fütterung. Arch. Tierz., Dummerstorf **39** (1996), 333-345
- MANDELL, I.B.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; CAMPBELL, C.P.:  
Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. J. Anim. Sci., **76** (1998) 10, 2619-2630
- MAY, S. G.; SAVELL, J. W.; LUNT, D. K.; WILSON, J. J.; LAURENZ, J. C.; SMITH, S. B.:  
Evidence for preadipocyte proliferation during culture of subcutaneous and intramuscular adipose tissues from Angus and Wagyu crossbred steers. J. Anim. Sci. **72** (1994) 12, 178-183
- MIR, Z.; PATERSON, L. J.; MIR, P. S.:  
Fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of intramuscular fat in crossbred cattle with and without Wagyu genetics fed a barley-based diet. Can. J. Anim. Sci. **80** (2000), 195-197
- NUERNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K.:  
Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. Livest. Prod. Sci. **56** (1998) 3, 145-156
- NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; LORENZ, ST.; WINKLER, K.; RICKERT, R.; STEINHART, H.:  
N-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. Eu. J. Lipid Sci. Technol. **104** (2002), 463-471
- NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I.:  
Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *longissimus* muscle in different cattle breeds. Livest. Prod. Sci. **94** (2005), 137-147
- PERRY, D.; NICHOLLS, P. J.; THOMPSON, J. M.:  
The effect of sire breed on the melting point and fatty acid composition of subcutaneous fat in steers. J. Anim. Sci. **76** (1998) 1, 87-95
- PFEUFFER, M.:  
Physiologic effects of individual fatty acids in animal and human body, with particular attention to coronary heart disease risk modulation. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001), 89-98
- RAES, K.; HAAK, L.; BALCAEN, A.; CLAEYS, E.; DEMEYER, D.; DE SMET, S.:  
Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscled Belgian Blue young bulls. Meat Science **66** (2004), 307-315
- ROBELIN, J.:  
Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. Livest. Prod. Sci. **14** (1986) 4, 349-364
- SCOLLAN, N. D.; DHANOA, M. S.; CHOI, N. J.; MAENG, W. J.; ENSER, M.; WOOD, J. D.:  
Biohydrogenisation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on different sources of lipid. J. Agric. Sci. **136** (2001), 345-355
- WAHLE, K. W.; HEYS, S. D.; ROTONDO, D.:  
Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? Prog. Lipid Res. **43** (2004), 553-87

Eingegangen: 08.06.2005

Akzeptiert: 01.11.2005

Autor für Korrespondenz

Dr. KARIN NÜRNBERG, Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere,  
Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf E-mail: knuernberg@fbn-dummerstorf.de