

Erhöhung des Gehaltes an konjugierter Linolsäure im Broilerfleisch durch Fütterung

Enrichment of broiler meat with conjugated linoleic acid by feeding

A. Tanai¹, J. Perédi¹, Eszter Zsédely¹, T. Tóth¹ und J. Schmidt¹

Manuskript eingegangen am 1. Februar 2010, angenommen am 6. März 2010

Einführung

Die konjugierten Linolsäuren (CLA) sind interessant geworden, nachdem ihre antikarzinogene Wirkung bekannt wurde (IP und SCIMECA, 1997; WONG et al., 1997; CESANO et al., 1998). Als erste wiesen PARIZA und HARGRAVES (1985) nach, dass ein von Rindfleisch stammender Extrakt eine antikarzinogene Wirkung besitzt. Später bewiesen HA et al. (1987), dass die antikarzinogene Wirkung den CLA-Isomeren zuzuschreiben ist. Ein Zusatz von CLA zum Futter verminderte die LDL-Konzentration im Blutplasma und verhinderte die Entstehung von Arterienverkalkung bei Kaninchen (LEE et al., 1994) und bei Silberhamstern (NICOLOSI et al., 1997), die mit einer atherogenen Futtermittelration gefüttert wurden. CLA besitzt eine deutliche antioxidative Kapazität (HA et al., 1990; IP et al., 1991). In einigen Versuchen mit Broilern wurde bei den Tieren, die eine CLA-Ergänzung bekamen, eine Verbesserung der oxidativen Stabilität beobachtet (BÖLÜKBASI und ERHAHN, 2007; ZHANG et al., 2008). CLA beeinflusst die Aktivität des Immunsystems dadurch, dass sie die Blastogenese, die cytotoxische Aktivität der Lymphozyten sowie die Aktivität der makrophagen Zellen steigert (MICHAL et al., 1992; WONG et al., 1997). In Broiler-Versuchen wurde auch festgestellt, dass CLA die Antikörperbildung steigert (TAKAHASHI et al., 2003; ZHANG et al., 2005). Ferner spielt CLA eine wichtige Rolle im intermediären Stoffwechsel. Anabole Prozesse werden gefördert und katabole gehemmt. CLA fördert den Proteineinbau in das Muskelgewebe, behindert die Entwicklung des Fettgewebes in der Jugendphase und hemmt den Lipideinbau in das schon vorhandene Fettgewebe (PARIZA et al., 2000; SEBADIO, 2001; BADINGA, 2001). In Versuchen mit Schweinen (DUGAN et al., 1997) und mit Mäusen (PARK et al., 1997) wurde auch bestätigt, dass die Ergänzung des Futters mit CLA die Ablagerung des Fettes im Organismus vermindert. Bei Broilern wurde eine lineare Abnahme des Fettes in der Bauchhöhle bei den Tieren beobachtet, die eine CLA-Ergänzung bekamen (ZANINI et al., 2006; SUK-SOMBAT et al., 2007). Diese Wirkung erklären PARK et al. (1997) damit, dass CLA die Mobilisierung der Fettsäuren im Fettgewebe verringert.

Bei den Lebensmitteln enthält Milch die höchsten Gehalte an CLA (0,2–2,0 g CLA/100 g Fett). Im Fleisch der Monogastriden wurde nur ein Zehntel des CLA-Gehaltes ge-

funden. Der CLA-Gehalt der Fische und anderer Seetiere ist noch niedriger (CSAPÓ et al., 2001). Im Organismus der monogastrischen Tiere gefundene CLA wurde im Allgemeinen mit Futtermitteln tierischer Herkunft aufgenommen. Nach einigen Literaturquellen ist aber auch nicht auszuschließen, dass im Blindarm und im aufsteigenden Kolon der monogastrischen Tiere Bakterienstämme vorhanden sind, die konjugierte Linolsäuren synthetisieren können (PARODI, 1994).

Die Forschung auf dem Gebiet des CLA-Gehaltes der Produkte monogastrischer Tiere und einer möglichen Erhöhung des CLA-Gehaltes in den Produkten durch die Fütterung ist noch recht jung. Auch im Hinblick auf eine mögliche Erhöhung des CLA-Gehaltes des Broilerfleisches liegen nur relativ wenige Versuchsergebnisse vor. Folglich sollte im vorliegenden Versuch untersucht werden, wie sich der Zusatz eines mehrere Isomere enthaltenden CLA-Erzeugnisses zum Futter auf die Gewichtszunahme, Futter-, Energie- und Proteinverwertung der Tiere, die Fettsäurezusammensetzung des Körperfettes und die oxidative Stabilität des Fleisches auswirkt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde mit 200 männlichen Tieren der Herkunft Ross 308 durchgeführt. Die Eintagsküken wurden in 4 Gruppen eingeteilt, die im Starter-, Aufzucht- und Finisherfutter folgende CLA-Ergänzungen erhielten: Kontrollgruppe 0% CLA + 4% Sonnenblumenöl, 1. Versuchsgruppe 1,0% CLA + 3,0% Sonnenblumenöl, 2. Versuchsgruppe 2,0% CLA + 2,0% Sonnenblumenöl, 3. Versuchsgruppe 4,0% CLA + 0% Sonnenblumenöl. Die Zusammensetzung und der Nährstoffgehalt der Futtermittelrationen sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Der Nährstoffgehalt der Futtermittelrationen wurde nach den NRC-Empfehlungen (1994) festgelegt.

Die Tiere wurden am 21. und 42. Lebenstag einzeln gewogen. Am Ende des Versuches wurden von jeder Gruppe acht Broiler geschlachtet. Von den Schlachtkörpern wurden die beiden Schenkel und das Brustfleisch für die Fettsäureanalyse gewonnen und homogenisiert.

Das geprüfte CLA-Erzeugnis wurde aus Sonnenblumenöl mit folgendem Verfahren selbst hergestellt: In einem mit Heizung und Mischer versehenen Kessel wurden 5,0 kg eines 61,3% Linolsäure enthaltenden Sonnenblumenöls (Lebensmittel-Qualität) mit 20,0 kg Propylenglykol (enthält 12,0% KOH) drei Stunden lang bei 150–160°C unter ständigem Mischen isomerisiert. Während dieses Vorgangs wurde über das im Kessel befindliche Material N₂ als Schutzgas geleitet. Danach wurde das Material auf Zimmertemperatur abgekühlt und mit 15%iger Salzsäure neu-

¹ Lehrstuhl für Tierernährung, Westungarische Universität, Mosonmagyaróvár, Ungarn

Tab. 1. Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der im Versuch gefütterten Mischfutter
Composition and nutrient content of experimental diets

Komponenten	Starterfutter	Aufzuchtfutter	Finisherfutter
	(g/kg Futter)		
Mais	450	541	620
Weizen	67,2	50,0	0
Sojaschrot	400	330	304
Sonnenblumenöl und/oder CLA Erzeugnis	40,0	40,0	40,0
Futterkalk	16,0	14,0	13,0
MCP	17,0	15,0	15,0
Salz	2,80	2,80	2,80
L-Lysin-HCL	1,00	1,50	0,00
DL-Methionin	1,00	1,00	0,00
Premix ¹	5,00	5,00	5,00
Nährstoffgehalt (g/kg Futter)			
Trockensubstanz	895	893	893
Rohprotein	230	203	192
Rohfett	62,1	63,2	64,3
Rohfaser	35,8	33,3	32,5
AMEn ² MJ/kg	12,9	13,3	13,5
Methionin	5,88	5,53	4,12
Methionin + Cystin	9,69	8,98	7,40
Treonin	8,94	7,87	7,45
Tryptophan	2,77	2,38	2,20
Ca	10,3	9,08	9,06
P (verfügbarer)	4,78	4,29	4,24

¹ Zusammensetzung des Premixes: Starter- und Aufzuchtpremex: Trockensubstanz 93,37%, Methionin 25,7%, Methionin+Cystin 25,7%, Ca 10,3%, Fe 12075 mg/kg, Mn 20000 mg/kg, Cu/CuSO₄ 2500 mg/kg, Zn 16687 mg/kg, Se 83,8 mg/kg, Co 55 mg/kg, I 250 mg/kg, Vitamin A (E672) 2402500 IE/kg, Vitamin D₃ (E671) 775000 IE/kg, Vitamin E (α -tocoferol) 9300 IE/kg, Vitamin K₃ 651 mg/kg, Vitamin B₁ 645 mg/kg, Vitamin B₂ 1488 mg/kg, Vitamin B₆ 775 mg/kg, Vitamin B₁₂ 3,26 mg/kg, Pantothensäure 2790 mg/kg, Folsäure 312 mg/kg, Niacin 9300 mg/kg, Cholinchlorid 100200 mg/kg.

Finisherpremex: Trockensubstanz 94,0%, Methionin 19,8%, Methionin+Cystin 19,8%, Ca 19,1%, Fe 12008 mg/kg, Mn 20015 mg/kg, Cu/CuSO₄ 2500 mg/kg, Zn 16687 mg/kg, Se 83,8 mg/kg, I 250 mg/kg, Vitamin A (E672) 2402600 IE/kg, Vitamin D₃ (E671) 646000 IE/kg, Vitamin E (α -tocoferol) 7752 IE/kg, Vitamin K₃ 542 mg/kg, Vitamin B₁ 387 mg/kg, Vitamin B₂ 1240 mg/kg, Vitamin B₆ 646 mg/kg, Vitamin B₁₂ 2,71 mg/kg, Pantothensäure 2325 mg/kg, Folsäure 259 mg/kg, Niacin 7752 mg/kg, Cholinchlorid 60060 mg/kg.

² aus Analysenwerten berechnet

AMEn, MJ/kg Futter = 0,1551* Rohprotein % + 0,3431*Rohfett% + 0,1669*Stärke% + 0,1301 Zucker%

tralisiert. Vom neutralisierten Material wurden die Fettsäuren separiert. Die Fettsäuren wurden dann bis zum Erreichen des neutralen Zustands mit destilliertem Wasser gewaschen. Der anschließende Wasserentzug erfolgte mit Natriumsulfat-Pulver, welches mit Filterpapier am Ende des Verfahrens abgetrennt wurde.

Die Fettsäurezusammensetzung des hergestellten CLA-Erzeugnisses ist in Tabelle 2 zu finden. Aus den Daten ist ersichtlich, dass der CLA-Gehalt des Erzeugnisses insgesamt 53,5% beträgt und das Isomer c9t11 den größten Anteil daran hat.

Die chemische Analyse der verwendeten Futtermittelrationen wurde nach der unter AOAC (1990) beschriebenen Methode durchgeführt. Die Fettsäureanalyse erfolgte mittels Gaschromatographie (Gerät: HP Agilent Technologies 6890N – Agilent Technologies, USA). Es wurde eine Supelco SpTM 2560 Fused Silica Kapillar Kolonne verwendet (100m × 0,25 mm × 0,2µm). Trägergas: H₂, Druck: 176,8 kPa; Detector: FID; Durchfluss: 35ml/min. Wasserstoff, 30ml/min. Stickstoff, 300 ml/min. Luft; Temperatur: Injektor 240°C, Thermostat 170-215°C, Detektor 250°C; Probenmenge: 1µl. Die Verseifung des Fettes erfolgte mit in Methanol gelöster 1n NaOH. Die Veresterung wurde mit in

Methanol gelöstem Bor-Trifluorid durchgeführt. Das Auftragen der Probe geschah mit Hexan.

Die oxidative Stabilität des Fleisches wurde am Tag der Schlachtung bzw. nach 1 und 2 Monaten Lagerung im Froster (-16°C) bestimmt. Die Untersuchung wurde mit der Methode von RAMANATHAN und DAS (1992) durchgeführt. Vom wässrigen Extrakt der Fleischproben wurde im ersten Schritt das Eiweiß mit Trichloressigsäure ausgefällt. Anschliessend folgte eine Homogenisierung und Filtrierung der Proben. Im Filtrat vorhandenes Malondialdehyd reagiert mit Thiobarbitursäure nach 10 Minuten bei 100°C zu einer Rotfärbung. Die Farbintensität wurde mit einem Spektrophotometer bei 532 nm gemessen. Der Malondialdehyd-Standard wurde durch Schwefelsäure Hydrolyse aus 1,1,3,3 Tetraethoxypropan hergestellt.

Die biometrische Analyse der Ergebnisse wurde mit dem Programm SPSS 12.0 für Windows durchgeführt. Die Verteilung der Daten wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov Test überprüft. Bei normal verteilten Parametern wurde die einfaktorische Varianzanalyse (Levene Test, one-way ANOVA, Bonferoni Test, Games-Howell Test) angewendet. In den anderen Fällen wurde mit einem nichtparametrischen Verfahren (Kruskal-Wallis Test, Mann-Whitney Test) gearbeitet.

Tab. 2. Fettsäurezusammensetzung der im Versuch verwendeten Öle (in % der Gesamt-Fettsäuren)
Fatty acid composition of fed oils (in % of total fatty acids)

Fettsäure	Sonnenblumenöl	CLA-Erzeugnis
C14:0	0,070	0,072
C15:0	0,010	0,013
C16:0	6,20	6,67
C16:1	0,073	0,090
C18:0	3,89	3,71
C18:1	26,9	27,4
C18:2	61,3	7,41
c9t11-C18:2	-	26,3
t10c12-C18:2	-	25,7
c9c11-C18:2	-	0,745
t9t11-C18:2	-	0,722
C18:3	0,213	-
C20:0	0,258	-
C20:1	0,060	-
C22:0	0,760	0,747
C22:2	0,028	0,028
Sonstige Fettsäure	0,711	0,393
SFA (gesättigte Fettsäure)	10,9	11,2
MUFA (einfach ungesättigte Fettsäure)	27,0	27,5
PUFA (mehrfach ungesättigte Fettsäure)	61,4	60,9

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Mastversuches sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Es ist ersichtlich, dass die Tiere der 1. Versuchsgruppe das größte Lebendgewicht am 21. Masttag erreichten, deren Starterfutter 1% CLA-Erzeugnis (0,535% CLA) enthielt. Demgegenüber verminderte der Einsatz von 4% CLA-Erzeugnis (2,14% CLA) im Starterfutter das Lebendgewicht im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant.

Tab. 3. Lebendgewicht, Futter-, Energie- und Proteinverwertung der Broiler
Body weight, feed conversion, energy and protein utilization of broilers

	Kontrollgruppe	1. 2. 3.					
		Versuchsgruppe					
CLA-Erzeugnis im Futter (%)	0	1,0		2,0		4,0	
Lebendgewicht (g) (Mittelwert)							
21. Tag	760 ± 161 ^{ab}	835	± 159 ^c	802	± 159 ^{bc}	711	± 126 ^a
42. Tag	2550 ± 331 ^b	2739	± 359 ^c	2713	± 327 ^c	2371	± 281 ^a
Futterverzehr (g/Tier/Tag)	130	132		132		119	
Futterverwertung (Futter kg/kg Gewichtszunahme)							
21. Tag	1,97	1,74		1,93		1,88	
42. Tag	2,20	2,04		2,09		2,17	
Energieverwertung (MJ AMEn/kg Gewichtszunahme)							
21. Tag	25,7	22,7		25,2		24,5	
42. Tag	29,3	27,2		27,8		28,8	
Proteinverwertung (g Protein/kg Gewichtszunahme)							
21. Tag	437	384		426		420	
42. Tag	452	419		429		449	

a, b, c: Innerhalb der Zeilen unterscheiden sich die mit verschiedenen Kleinbuchstaben bezeichneten Werte voneinander signifikant ($P < 0,05$).

Diese Rangfolge blieb bis zum Versuchsende gleich. Die 1. Versuchsgruppe erreichte ein signifikant besseres Mastendgewicht, während die 3. Versuchsgruppe ein signifikant schlechteres Mastendgewicht als die Kontrollgruppe erreichte. Das Lebendgewicht der 2. Versuchsgruppe (1,07% CLA im Futter) ist nur zu Versuchsende signifikant besser als das der Kontrollgruppe.

Der CLA-Zusatz verbesserte auch die Futter-, Energie- und Proteinverwertung der Broiler. Die besten Verwertungszahlen erreichten die Tiere der 1. Versuchsgruppe.

Die Analyse der Fettsäurezusammensetzung der Schenkel- und Brustproben ergab, dass der CLA-Zusatz signifikant den CLA-Gehalt im Fett des Broilerfleisches erhöht (Tabelle 4 und 5). Der höchste CLA-Zusatz führte im Schenkel und in der Brust zu einem CLA-Anteil in den Gesamtfettsäuren von 12,3% bzw. 12,8% (alle 4 Isomere). Auch der Zusatz von 0,535% CLA zum Futter resultierte in einem CLA-Anteil an den Gesamtfettsäuren von 3,23% bzw. 3,22%. Es ist erwähnenswert, dass von den analysierten Isomeren die Variante c9t11-C18:2 den größten Anteil an den Gesamtfettsäuren aufweist, der auch in der Literatur die günstigsten biologischen Eigenschaften zugeschrieben werden.

Durch die CLA-Ergänzung zum Futter erhöhte sich auch der Anteil der gesättigten Fettsäuren (SFA) an der Summe der Fettsäuren und gleichzeitig nahm der Anteil der einfach (MUFA) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) an der Summe der Fettsäuren signifikant ab. Die einzige Ausnahme ist die Linolensäure, deren Anteil an der Summe der Fettsäuren mit Zunahme der CLA-Ergänzung zunimmt. Entgegen der Erhöhung des CLA-Gehaltes, und hier an erster Stelle der Zunahme des c9t11-C18:2 Isomers, sind vom Gesichtspunkt der menschlichen Ernährung die erwähnten Veränderungen (mit Ausnahme der Linolensäure) als ungünstig anzusehen.

Tabelle 6 enthält die Ergebnisse für die oxidative Stabilität. Schon die am Tag der Schlachtung bestimmten Malondialdehyd (MDA)-Werte wiesen nach, dass die CLA-Ergänzung die oxydative Stabilität des Fleisches verbesserte. Der MDA-Gehalt des Fleisches der Kontrolltiere ist signifikant höher als bei den Versuchstieren. Gleichzeitig konnte trotz der deutlichen Tendenz kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Versuchsgruppen gefunden werden.

Tab. 4. Wirkung der CLA Ergänzung auf die Fettsäurezusammensetzung des Fettes des Schenkelfleisches (Mittelwert in % der gesamten Fettsäuren)

Effect of CLA supplement on fatty acid composition of thigh meat (in % of total fatty acids)

Fettsäure	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe		
		1.	2.	3.
C14:0	0,440 ± 0,040 ^a	0,680 ± 0,048 ^b	0,803 ± 0,061 ^c	1,05 ± 0,067 ^d
C16:0	19,1 ± 1,28 ^a	25,6 ± 0,933 ^b	27,4 ± 1,20 ^c	30,4 ± 1,93 ^d
C18:0	6,32 ± 0,321 ^a	11,1 ± 0,747 ^b	13,2 ± 0,680 ^c	14,9 ± 0,691 ^d
SFA	26,2 ± 1,41 ^a	37,7 ± 1,37 ^b	41,9 ± 1,45 ^c	46,8 ± 1,93 ^d
C16:1	3,18 ± 0,665 ^c	2,24 ± 0,254 ^b	1,64 ± 0,300 ^a	1,49 ± 0,521 ^a
C18:1	33,5 ± 1,48 ^d	27,0 ± 0,786 ^c	23,9 ± 0,780 ^b	21,9 ± 0,896 ^a
MUFA	38,0 ± 2,27 ^d	29,9 ± 1,29 ^c	26,1 ± 1,15 ^b	24,0 ± 1,64 ^a
C18:2	32,5 ± 2,94 ^d	26,4 ± 1,20 ^c	22,8 ± 1,58 ^b	13,8 ± 1,26 ^a
c9t11-C18:2	0,089 ± 0,017 ^a	1,84 ± 0,111 ^b	3,49 ± 0,304 ^c	6,82 ± 0,858 ^d
t10c12-C18:2	0,047 ± 0,015 ^a	1,15 ± 0,088 ^b	2,34 ± 0,294 ^c	4,72 ± 0,746 ^d
c9c11-C18:2	-	0,053 ± 0,022 ^a	0,142 ± 0,014 ^b	0,274 ± 0,027 ^c
t9t11-C18:2	0,076 ± 0,007 ^a	0,188 ± 0,030 ^b	0,281 ± 0,075 ^c	0,496 ± 0,065 ^d
C18:3	0,475 ± 0,054 ^a	0,744 ± 0,040 ^b	0,716 ± 0,051 ^b	0,738 ± 0,050 ^b
C20:4	0,708 ± 0,231 ^d	0,308 ± 0,042 ^c	0,225 ± 0,084 ^b	0,097 ± 0,027 ^a
PUFA	34,9 ± 3,26 ^c	31,5 ± 1,41 ^b	30,6 ± 2,00 ^b	27,4 ± 1,68 ^a

a, b, c, d: Innerhalb der Zeilen weichen die mit verschiedenen Kleinbuchstaben bezeichneten Werte voneinander signifikant ($P < 0,05$).

Tab. 5. Wirkung der CLA-Ergänzung auf die Fettsäurezusammensetzung des Fettes des Brustfleisches (Mittelwert in % der gesamten Fettsäuren)

Effect of CLA supplement on fatty acid composition of breast meat (in % of total fatty acids)

Fettsäure	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe		
		1.	2.	3.
C14:0	0,417 ± 0,079 ^a	0,689 ± 0,051 ^b	0,831 ± 0,062 ^c	1,04 ± 0,048 ^d
C16:0	19,2 ± 1,18 ^a	25,7 ± 0,759 ^b	27,7 ± 1,28 ^c	30,1 ± 1,37 ^d
C18:0	6,40 ± 0,374 ^a	10,8 ± 1,00 ^b	13,0 ± 0,565 ^c	14,6 ± 0,897 ^d
SFA	26,3 ± 1,36 ^a	37,1 ± 1,71 ^b	41,8 ± 1,51 ^c	46,1 ± 1,56 ^d
C16:1	3,08 ± 0,587 ^c	2,25 ± 0,147 ^b	1,66 ± 0,304 ^a	1,42 ± 0,379 ^a
C18:1	33,3 ± 1,42 ^d	27,0 ± 0,670 ^c	23,7 ± 0,953 ^b	22,1 ± 0,650 ^a
MUFA	37,6 ± 1,94 ^d	30,2 ± 1,02 ^c	26,1 ± 1,26 ^b	24,5 ± 1,60 ^a
C18:2	32,6 ± 2,70 ^d	26,6 ± 1,49 ^c	22,5 ± 1,43 ^b	13,4 ± 1,73 ^a
c9t11-C18:2	0,111 ± 0,043 ^a	1,85 ± 0,105 ^b	3,74 ± 0,177 ^c	7,07 ± 0,498 ^d
t10c12-C18:2	0,061 ± 0,027 ^a	1,17 ± 0,117 ^b	2,64 ± 0,204 ^c	5,07 ± 0,501 ^d
c9c11-C18:2	-	0,039 ± 0,006 ^a	0,15 ± 0,008 ^b	0,27 ± 0,016 ^c
t9t11-C18:2	0,079 ± 0,007 ^a	0,164 ± 0,009 ^b	0,256 ± 0,013 ^c	0,430 ± 0,026 ^d
C18:3	0,473 ± 0,031 ^a	0,810 ± 0,065 ^c	0,748 ± 0,044 ^b	0,758 ± 0,043 ^{bc}
C20:4	0,756 ± 0,241 ^c	0,304 ± 0,055 ^b	0,215 ± 0,100 ^b	0,091 ± 0,026 ^a
PUFA	35,2 ± 2,88 ^c	31,7 ± 1,75 ^b	30,9 ± 2,04 ^b	27,4 ± 2,23 ^a

a, b, c, d: Innerhalb der Zeilen weichen die mit verschiedenen Kleinbuchstaben bezeichneten Werte voneinander signifikant ($P < 0,05$).

Während der Lagerung der Fleischproben im Froster nahmen die MDA-Werte zu. Der Zuwachs war aber in den Proben der Kontrollgruppe wesentlich größer als in den Proben der Versuchsgruppen. In den Kontrollproben war der MDA-Gehalt nach 1 bzw. 2 Monaten Lagerung mit 25% bzw. 103% höher als unmittelbar nach der Schlachtung. Demgegenüber nahm der MDA-Gehalt während der Lagerung in den Fleischproben der 2. Versuchsgruppe im Vergleich zu dem sofort nach der Schlachtung bestimmten Wert nur mit 21% bzw. 86% zu. Der MDA-Gehalt der Fleischproben aller Versuchsgruppen war übrigens nach 1

und auch nach 2 Monaten Lagerung signifikant kleiner als der Gehalt der Kontrollgruppe.

Diskussion

In der Frage, was für eine Wirkung die CLA-Ergänzung auf die Gewichtszunahme und Futtermittelverwertung der Tiere ausübt, sind die Versuchsergebnisse in der Literatur nicht einheitlich. Im vorliegenden Versuch verbesserte ein CLA-Gehalt von 0,535 und 1,07% im Futter die Gewichtszunahme

Tab. 6. Wirkung der CLA-Ergänzung auf die oxidative Stabilität des Schenkel- und Brustfleisches bei Broilern
Effect of CLA supplement on the oxidative stability of thigh and breast meat of broilers

	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe		
		1.	2.	3.
MDA (Mittelwert) mg/kg Fleisch				
CLA Erzeugnis im Futter (%)	0	1	2,0	4,0
Schenkelfleisch				
Frische Probe	0,289 ± 0,083 ^b	0,208 ± 0,054 ^a	0,199 ± 0,031 ^a	0,188 ± 0,041 ^a
1 Monat	0,363 ± 0,092 ^b	0,252 ± 0,086 ^a	0,240 ± 0,048 ^a	0,206 ± 0,024 ^a
2 Monat	0,587 ± 0,087 ^c	0,415 ± 0,074 ^b	0,370 ± 0,066 ^b	0,277 ± 0,048 ^a
Brustfleisch				
Frische Probe	0,298 ± 0,082 ^b	0,229 ± 0,069 ^a	0,224 ± 0,067 ^a	0,195 ± 0,039 ^a
1 Monat	0,407 ± 0,139 ^c	0,302 ± 0,075 ^b	0,227 ± 0,068 ^{ab}	0,216 ± 0,039 ^a
2 Monat	0,596 ± 0,116 ^c	0,412 ± 0,095 ^b	0,365 ± 0,093 ^b	0,244 ± 0,059 ^a

a, b, c: Innerhalb der Zeilen unterscheiden sich die mit verschiedenen Kleinbuchstaben bezeichneten Werte voneinander signifikant ($P < 0,05$).

und auch die Futter-, Energie- und Proteinverwertung. Demgegenüber hatte aber die Zulage von 2,14% CLA schon einen ungünstigen Effekt auf die Gewichtszunahme. Im Versuch von BÖLÜKBASI (2006) steigerten nicht nur 1 und 2% CLA im Futter die Gewichtszunahme und verbesserten die Futterverwertung, sondern auch eine 3%ige CLA-Ergänzung. Im Versuch von RYU et al. (2002) führten 2 und 3% CLA-Zusatz zu signifikant größerer Gewichtszunahme als eine 1%ige CLA-Zugabe. Im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen senkte im Versuch von SZYMCZYK et al. (2001) die 0,5, 1,0, und 1,5%ige CLA-Ergänzung die Gewichtszunahme der Broiler. Aus der Literatur ist ferner bekannt, dass in einem großen Teil der Versuche die CLA-Ergänzung keinen Einfluss auf die Masterergebnisse (Gewichtszunahme, Futterverwertung) der Broiler ausgeübt hat (SIRRI et al., 2003; DENLI et al., 2004; DENLI et al., 2005; ZHANG et al., 2005; KO et al., 2005; ZHANG et al., 2008). Die erwähnten Unterschiede sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Zusammensetzung der in den verschiedenen Versuchen gefütterten CLA-Erzeugnisse unterschiedlich war. So waren z.B. im Versuch von BÖLÜKBASI (2006), in welchem alle drei CLA-Konzentrationen (1, 2 und 3%) die Gewichtszunahme der Broiler verbesserten, in dem verwendeten CLA-Erzeugnis die c9t11- und t10c12-Isomeren mit einem Anteil von 39-39% vorhanden, während das im vorliegenden Versuch verwendete CLA-Erzeugnis von diesen erwähnten Isomeren nur 26 bzw. 25% enthielt. Im Versuch von SZYMCZYK et al. (2001), in dem alle gefütterten CLA-Konzentrationen (0,5, 1,0 und 1,5%) die Masterergebnisse verschlechterten, lagen die c9t11- und t10c12-Isomere nur in Anteilen von 9,5 bzw. 11,2% vor. Gleichzeitig betrug der Anteil anderer Isomere im Erzeugnis 38%. Im vorliegenden Versuch enthielt das untersuchte CLA-Erzeugnis neben den c9t11- und t10c12-Isomeren sonstige Isomere nur in einem 0,75%igen Anteil.

Die eigene Feststellung, dass die zunehmende CLA-Ergänzung eine signifikante Erhöhung des CLA-Gehaltes im Fett des Broilerfleisches zur Folge hat, stimmte mit Versuchsergebnissen anderer Autoren gut überein. So beobachten SZYMCZYK et al. (2000, 2001) bei 0,5, 1,0 und 1,5% CLA-Dosis, sowie SIRRI et al. (2003) bei 1,2 und 2,4% CLA-Ergänzung eine signifikante Zunahme des CLA-Gehaltes des Fettes. RYU et al. (2002) analysierten 12,2, 18,7 und 25,7 mg CLA im g Brustfleisch der Broiler, wenn sie 1, 2 und 3% CLA zum Futter gaben. BADINGA et al. (2003) bestimmten bei 5% CLA-Zusatz eine signifikante Erhöhung

der CLA im Fett der Leber. Das c9t11-Isomer war im Fett häufiger vorhanden als die t10c12- und t9t11-Isomere.

Wie in den eigenen Untersuchungen wurde auch in anderen Versuchen festgestellt, dass der CLA-Zusatz den SFA-Anteil im Fleisch erhöht und gleichzeitig die Fettsäuren der MUFA-Gruppe reduziert (SIRRI et al., 2003; ALETOR et al., 2003; JAVADI et al., 2007). Ursache hierfür ist vermutlich die hemmende Wirkung von CLA auf das Enzym $\Delta 9$ -desaturase in der Leber der Broiler, das für die Desaturierung der C16:0- und C18:0-Fettsäuren verantwortlich ist. Auf Grund der Ergebnisse eines mit Legehennen durchgeführten Versuches kamen auch HUSVÉTH et al. (2005) zum Schluss, dass CLA eine hemmende Wirkung auf die $\Delta 9$ -Desaturase in der Leber ausübt.

Die eigenen Ergebnisse stimmen mit der Feststellung von JAVADI et al. (2007) überein, die bei CLA-Ergänzung auch die Abnahme der PUFA feststellten. DU und AHN (2003) berichteten eine Verminderung der Linolsäure (C18:2) und der Arachidonsäure (C20:4) bei CLA-Zusatz. SIRRI et al. (2003) haben mit Ausnahme der Arachidonsäure keine erwähnenswerte Verringerung der Fettsäuren der PUFA-Gruppe bemerkt. Im Gegensatz zu den eigenen Resultaten sind auch solche Ergebnisse bekannt, dass die CLA-Ergänzung mit einer Erhöhung der Fettsäuren der PUFA-Gruppe verbunden war (BÖLÜKBASI, 2006; BÖLÜKBASI und ERHAN, 2007).

Im vorliegenden Versuch wurde festgestellt, dass der CLA-Zusatz den MDA-Gehalt des Schenkel- und Brustfleisches signifikant vermindert. Dasselbe wurde auch im Versuch von ZHANG et al. (2008) gefunden, in welchem das Futter 0,5 und 1% CLA enthielt. Im vorliegenden Versuch hat der MDA-Wert während der Lagerung im Froster langsam und gleichmäßig zugenommen. Die eigenen Ergebnisse entsprechen den früheren Angaben von GAVA (1984), die belegen, dass in gefrorenen Lebensmitteln die enzymatischen Reaktionen langsam, aber fortdauernd ablaufen. BÖLÜKBASI und ERHAN (2007) haben in ähnlicher Weise festgestellt, dass sich bei Zusatz von 3% CLA die oxidative Stabilität des Fleisches verbessert. KO et al. (2004) beobachteten, dass 0,75 bzw. 1,0% CLA-Ergänzung die Katalase-Aktivität der Leber erhöhte. Auf Grund dessen kamen sie zu der Schlussfolgerung, dass CLA einen Einfluss auf das antioxidative Abwehrsystem hat. Die Versuchsergebnisse von ZHANG et al. (2008) verweisen darauf, dass im Fall von oxidativem Stress ein CLA-Zusatz von 1,0% die antioxidative Bilanz bei Küken verbessert.

Schlussfolgerungen

Auf Grund der besprochenen Versuchsergebnisse ist festzustellen, dass die Ergänzung des Futters mit 0,5-1,0% CLA außer der Verbesserung der Mastergebnisse auch den CLA-Gehalt des Broilerfleisches wesentlich erhöht. Da mehr als die Hälfte der CLA-Zunahme dem c9t11-C18:2-Isomer entstammt, ist diese Anreicherung im Hinblick auf die wichtigen biologischen Wirkungen dieses Isomers bei der menschlichen Ernährung als günstig zu betrachten. Die CLA-Ergänzung verbessert die oxidative Stabilität des Fleisches. Gleichzeitig sind auch nachteilige Effekte zu beobachten, wie die Zunahme der gesättigten Fettsäuren im Fett oder die Verminderung wichtiger Fettsäuren der MUFA- und PUFA-Gruppe. Es wäre zweckmäßig, die zuletzt erwähnten Nachteile der CLA-Ergänzung durch gleichzeitige Verabreichung eines Ölzusatzes mit entsprechender Fettsäurezusammensetzung zu kompensieren.

Zusammenfassung

Das Ziel des vorliegenden Versuches war zu prüfen, zu untersuchen, welche Wirkung eine CLA-Ergänzung auf die wichtigsten Mastparameter (Gewichtszunahme, Futter-, Energie- und Proteinverwertung), auf die Fettsäurezusammensetzung des Fettes des Schenkel- und Brustfleisches sowie auf die oxydative Stabilität des Fleisches bei Broiler ausübt. Der Versuch wurde mit 200 männlichen Tieren des Genotyps Ross 308 durchgeführt. Die Tiere wurden in 4 Gruppen unterteilt, die im Futter folgende Ergänzungen bekamen: Kontrollgruppe 4% Sonnenblumenöl, 1. Versuchsgruppe 1,0% CLA-Erzeugnis und 3,0% Sonnenblumenöl, 2. Versuchsgruppe 2,0% CLA-Erzeugnis und 2,0% Sonnenblumenöl, 3. Versuchsgruppe 4,0% CLA Erzeugnis.

Am Ende des Versuches am 42. Lebenstag war das Lebendgewicht in der 1. und 2. Versuchsgruppe (0,535 und 1,07% CLA-Gehalt im Futter) signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Gleichzeitig verschlechterte 2,14% CLA-Gehalt im Futter das Endgewicht der Tiere auch im Verhältnis zu der Kontrollgruppe. Das größte Lebendgewicht erreichten die Tiere der 1. Versuchsgruppe (0,535% CLA im Futter). Die Futter-, Energie- und Proteinverwertung war auch in der 1. Versuchsgruppe am besten. Der zunehmende CLA-Gehalt des Futters erhöhte signifikant den CLA-Gehalt des Broilerfleisches. Parallel dazu erhöhten sich auch der SFA-Anteil im Fleisch und die Fettsäuren der MUFA- und PUFA-Gruppe nahmen mit Ausnahme der Linolensäure ab. Der CLA-Zusatz senkte proportional mit dem CLA-Gehalt des Futters signifikant den MDA-Gehalt des Schenkel- und Brustfleisches.

Stichworte

Broiler, konjugierten Linolsäuren, Fettsäurezusammensetzung, oxidative Stabilität

Summary

Enrichment of broiler meat with conjugated linoleic acid by feeding

Experiments were conducted with broilers to determine the effect of dietary CLA supplement on growth performance (weight gain, feed, energy and protein utilisation), fatty acid profile of breast and thigh meat and oxidative

stability of meat samples. A total of 200 Ross 308 broilers were divided into 4 groups. Dietary supplements were used as follows: control group: 4% sunflower oil (SO); experimental group 1: 3% SO + 1% CLA product (0.535% CLA); experimental group 2: 2% SO + 2% CLA product (1.07% CLA); experimental group 3: 4% CLA product (2.14% CLA).

Body weight of the experimental groups 1 and 2 was significantly higher than that of the control at the end (42 days) of the experiment. The experimental group 1 had the highest body weight. The diet containing 2.14% CLA decreased final weight of chickens compared to the control. The experimental group 1 showed the most favourable feed conversion rate, energy and protein utilisation. Increasing CLA supplement significantly increased CLA content of the meat samples. In parallel with this, meat SFA proportion increased and MUFA and PUFA group's fatty acid quantity decreased in the fat. The MDA content of the breast and thigh meat decreased with increasing CLA supplements proportionally.

Key words

Broiler, conjugated linoleic acid, fatty acid composition, oxidative stability

References

- ALETOR, V.A., K. EDER, K. BECKER, B.R. PAULICKS, F.X. ROTH, D.A. ROTH-MAIER, 2003: The effects of conjugated linoleic acids or an alpha-glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a low-protein diet. *Poultry Sci.* **82**, 796-804.
- AOAC, 1990: Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- BADINGA, L., K.T. SELBERG, C.W. CORNER, R.D. MILES, 2001: Performans and lipid deposition in broilers fed conjugated linoleic acid. *J. Anim. Sci.* **1**, 194.
- BADINGA, L., K.T. SELBERG, A.C. DINGES, C.W. COMER, R.D. MILES, 2003: Dietary conjugated linoleic acid alters hepatic lipid content and fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Sci.* **82**, 111-116.
- BÖLÜKBASI, S.C., M.K. ERHAN, 2007: Effects of semi replacement of dietary olive oil and corn oil with conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein levels, fatty acid composition in muscles and meat quality during refrigerated storage. *J. Anim. Vet. Adv.* **6**, 262-266.
- BÖLÜKBASI, S.C., 2006: Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein content, muscle fatty acid composition and meat quality during refrigerated storage. *Brit. Poultry Sci.* **47**, 470-476.
- CESANO A., S. VISONNEAU, J.A. SCIMECA, D. KRITCHEVSKY, D. SANTOLI, 1998: Opposite effects of linoleic acid and conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCID mice. *Anticancer Res.* **18**, 1429-1434.
- CSAPÓ, J., Z. CSAPÓNÉ, KISS, 2002: Tej és tejtermékek a takarmányozásban. *Mezőgazda kiadó*. Budapest 279-296.
- DENLI, M., F. OKAN, F. DORAN, 2004: Effect of conjugated linoleic acid (CLA) on the performance and serum variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxin B-1. *S. Afr. J. Anim. Sci.* **34**, 97-103.
- DENLI, M., F. OKAN, F. DORAN, T.C. INAL, 2005: Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on carcass quality, serum lipid variables and histopathological changes of broiler chickens infected with aflatoxin B-1. *S. Afr. J. Anim. Sci.* **35**, 109-116.

- DU, M., D.U. AHN, 2003: Dietary CLA affects lipid metabolism in broiler chicks. *Lipids* **38**, 505-511.
- DUGAN, M.E.R., J.L. AALHUS, A.L. SCHAEFER, J.K.G. KRAMER, 1997: The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.* **77**, 723-725.
- GAVA, A.J., 1984: *Princípios de tecnologia de alimentos*. Editora Nobel. São Paulo.
- HA, Y.L., N.K. GRIMM, M.W. PARIZA, 1987: Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis* **8**, 1881-1887.
- HA, Y.L., J. STORKSON, M.W. PARIZA, 1990: Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.* **50**, 1097-1101.
- HUSVÉTH, F., G. KOVÁCS, L. WÁGNER, L. PÁL, 2005: Effect of dietary conjugated linoleic acid on the fatty acid composition of egg yolk, liver and adipose tissue in laying hens. *Arch. Geflügelkd.* **69**, 213-218.
- IP, C., S.F. CHIN, J.A. SCIMECA, M.W. PARIZA, 1991: Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.* **51**, 6118-6124.
- IP, C., J.A. SCIMECA, 1997: Conjugated linoleic acid and linoleic acid are distinctive modulators of mammary carcinogenesis. *Nutr. Cancer* **27**, 131-135.
- JAVADI, M., M.J.H. GEELLEN, H. EVERTS, R. HOVENIER, S. JAVADI, H. KAPPERT, A.C. BEYNEN, 2007: Effect of dietary conjugated linoleic acid on body composition and energy balance in broiler chickens. *Brit. J. Nutr.* **98**, 1152-1158.
- KO, Y.H., H.Y. YANG, I.S. JANG, 2004: Effect of conjugated linoleic acid on intestinal and hepatic antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in broiler chickens. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* **17**, 1162-1167.
- KO, Y.H., H.Y. YANG, S.Y. KANG, I.S. JANG, 2005: Influence of dietary conjugated linoleic acid on growth performance and body fat metabolism in broiler chickens. *J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 195-204.
- LEE, K.N., D. KRITCHEVSKY, M.W. PARIZA, 1994: Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* **108**, 19-25.
- MICHAL, J.J., B.P. CHEW, T.D. SCHULTZ, T.S. WONG, 1992: Interaction of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid with β -carotene on cellular host defense. *Faseb J.* **6**, A1102.
- NICOLOSI, R.J., E.J. ROGERS, D. KRITCHEVSKY, J.A. SCIMECA, P.J. HUTH, 1997: Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery* **22**, 266-277.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994: *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th ed. National Academy Press Washington, DC.
- PARIZA, M.W., W.A. HARGRAVES, 1985: A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene. *Carcinogenesis* **6**, 591-593.
- PARIZA, M.W., Y. PARK, M.E. COOK, 2000: Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **223**, 8-13.
- PARK, Y., K.J. ALBRIGHT, W. LIU, J.M. STORKSON, M.E. COOK, M.W. PARIZA, 1997: Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* **32**, 853-858.
- PARODI, P.W., 1994: Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. *Aust. J. Dairy Technol.* **49**, 93-97.
- RAMANATHAN, L., N. DAS, 1992: Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *J. Agr. Food Chem.* **40**, 17-21.
- RYU, M.S., E.S. KIM, H.S. CHOI, M.Y. JUNG, K.S. RYU, 2002: A comparison of dietary supplemental conjugated linoleic acid and various oil on performance and fatty acid composition of broiler chicks. *Korean J. Poultry Sci.* **29**, 125-133.
- SEBEDI, J.L., E. ANGIANI, J.M. CHARDIGNY, S. GREGOIRE, P. JUANEDA, O. BERDEAUX, 2001: The effect of conjugated linoleic acid isomers on fatty acid profiles of liver and adipose tissues and their conversion to isomers of 16:2 and 18:3 conjugated fatty acids in rats. *Lipids* **36**, 575-582.
- SIRRI, F., N. TALLARICO, A. MELUZZI, A. FRANCHINI, 2003: Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid. *Poultry Sci.* **82**, 1356-1361.
- SUKSOMBAT, W., T. BOONMEE, P. LOUNGLAWAN, 2007: Effects of various levels of conjugated linoleic acid supplementation on fatty acid content and carcass composition of broilers. *Poultry Sci.* **86**, 318-324.
- SZYM CZYK, B., P. PISULEWSKI, W. SZCZUREK, P. HANCAKOWSKI, 2001: Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens. *Brit. J. Nutr.* **85**, 465-473.
- SZYM CZYK, B., P. PISULEWSKI, W. SZCZUREK, P. HANCAKOWSKI, 2000: Effect on conjugated linoleic acid (CLA) on lipid profile of muscle tissue and fat in broiler chickens. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. (2000; Supplement z.5), 225-228.
- TAKAHASHI, K., Y. AKIBA, T. IWATA, M. KASAI, 2003: Effect of a mixture of conjugated linoleic acid isomers on growth performance and antibody production in broiler chicks. *Brit. J. Nutr.* **89**, 691-694.
- WONG, M.W., B.P. CHEW, T.S. WONG, H.L. HOSICK, T.D. BOYLSTON, T.D. SHULTZ, 1997: Effects of dietary conjugated linoleic acid on lymphocyte function and growth of mammary tumors in mice. *Anticancer. Res.* **17**, 987-993.
- ZANINI, S.F., G.L. COLNAGO, B.M.S. PESSOTTI, M.R. BASTOS, F.P. CASAGRANDE, V.R. LIMA, 2006: Body fat of broiler chickens fed diets with two fat sources and conjugated linoleic acid. *Int. J. Poultry Sci.* **5**, 241-246.
- ZHANG, H.J., Y.M. GUO, J.M. YUAN, 2005: Conjugated linoleic acid enhanced the immune function in broiler chicks. *Brit. J. Nutr.* **94**, 746-752.
- ZHANG, H.J., Y.D. TIAN, Y.M. GUO, J.M. YUAN, 2008: Dietary conjugated linoleic acid improves antioxidant capacity in broiler chicks. *Brit. Poultry Sci.* **49**, 213-221.

Correspondence: Prof. Dr. János Schmidt, Lehrstuhl für Tierernährung, Westungarische Universität, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2. Ungarn, e-Mail: schmidtj@mtk.nyome.hu