



# Nahrungsfette und Vitamin E im Legehennenfutter

Stefan GEBERT, Ruth MESSIKOMMER, Hans Peter PFIRTER, Giuseppe BEE und Caspar WENK, Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich

**An Legehennen wurde der Einfluss von Nahrungsfetten mit unterschiedlichem Sättigungsgrad einerseits und verschieden hoher Vitamin E-Zulagen andererseits auf die Legeleistung sowie die Oxidationsstabilität und das Fettsäuremuster von frischen und gelagerten Eiern untersucht. Es zeigte sich, dass die Vitamin-E-Konzentration im Eidotter durch eine Vitamin-E-Zulage des Futters massgeblich beeinflusst werden kann. Ausserdem weisen die Ergebnisse auf eine Zunahme der Oxidationsanfälligkeit hin, wenn grössere Mengen an Vitamin E im Eidotter eingelagert werden.**

Antioxidantien, wie beispielsweise Tocopherole (Vitamin E), werden als Futterzusatzstoffe erfolgreich zur Stabilisierung von fettreichen tierischen Produkten eingesetzt (Akamittath *et al.* 1990; Gebert *et al.* 1998b). Neben der Bedeutung von Vitamin E für den Stoffwechsel der Legehennen stellt die  $\alpha$ -Tocopherolakkumulierung

In der Ernährung spielt Fett eine wichtige Rolle. Fett liefert Energie in hochkonzentrierter Form, enthält essentielle Fettsäuren (FS), dient als Träger fettlöslicher Vitamine und fördert deren Absorption aus dem Verdauungstrakt. Geruch und Geschmack werden massgeblich durch das Fett beeinflusst. Zwischen der Zusammensetzung des Fettes in tierischen Produkten und der Art und Menge des aufgenommenen Futterfettes besteht beim Geflügel ein direkter Zusammenhang. Dies trifft in hohem Masse auch für Eier zu. Mit zunehmender Aufnahme an Polyensäuren nimmt ihr Anteil im Fett des tierischen Produktes auf Kosten anderer Fettsäuren proportional zu.

In letzter Zeit wurde dem Nahrungsmittel Ei, das etwa 6 g Fett enthält, in der Öffentlichkeit vermehrte Aufmerksamkeit gewidmet. Auf grosses Interesse stösst die Möglichkeit, Eier mit einem vorbestimmten FS-Muster (z.B.  $\omega$ 3-Eier) zu produzieren und diese aufgrund präventivmedizinischer Aspekte in der Humanernährung einzusetzen. Aus zahlreichen Untersuchungen geht hervor, dass ein Zusammenhang zwischen spezifischen diätetischen Fettsäuren und dem Auftreten von kardiovaskulären Erkrankungen sowie gewissen Formen von Krebs besteht (Simopoulos 1991; Deyerberg 1992). Mit Polyenfettsäuren (PUFA) angereicherte Eier sind deshalb aus ernährungsphysiologischen Gründen erwünscht, zeigen aber möglicherweise eine erhöhte Oxidationsbereitschaft. Um Qualitätsmängel wie «off-flavours» oder einen Verlust von PUFA zu verhindern und damit die Akzeptanz durch die Konsumentinnen und Konsumenten nicht zu beeinträchtigen, sollten diese Eier vor Lipidoxidation ausreichend geschützt sein.

**Tab. 1. Futtervarianten und Zusammensetzung der Grundration**

		Variante								
		S	S1	S2	ST	ST1	ST2	T	T1	T2
<b>Zulage</b>										
Vitamin E <sup>1</sup>	mg/kg	-	100	200	-	100	200	-	100	200
<b>Grundration</b>										
Mais	%					30				
Weizen	%					30				
Sojaschrot 43	%					15				
Sonnenblumenschrot	%					10				
Kohlensaurer Kalk	%					4,5				
Kalkgrit	%					4,5				
Na-Bicarbonat	%					0,25				
Salz	%					0,1				
Lysin HCl	%					0,1				
DL - Methionin	%					0,15				
Saffloröl (Distelöl)	%	3	3	3	1,5	1,5	1,5	-	-	-
Talg	%	-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	3	3
Celite 545	%					1,9				
Prämix <sup>2</sup>	%					0,5				

S = Saffloröl; T = Talg; ST = Saffloröl/Talg (1/1)

<sup>1</sup> Rovimix E - 50 SD (500 mg  $\alpha$ -Tocopherolacetat/g) pro kg, von F. Hoffmann - La Roche AG, CH - Basel

<sup>2</sup> pro kg Futter: Vit.A, 12500 IE; Vit.D3, 2000 IE; Vit.E, 30 mg; Vit.K3, 3 mg; Vit.B1, 2 mg; Vit.B2, 5 mg; Vit.B6, 4 mg; Vit.B12, 0,02 mg; Biotin, 0,05 mg; Ca-Pantothenat, 10 mg; Niacin, 40 mg; Folsäure, 0,5 mg; Cholin, 300 mg; Betain, 300 mg; Fe, 20 mg; Zn, 50 mg; Mn, 80 mg; Co, 0,2 mg; I, 1 mg; Se, 0,25 mg

**Tab. 2. Analysierter Nährstoff- und Bruttoenergiegehalt sowie Fettsäuremuster der Rationen**

		Variante								
		S	S1	S2	ST	ST1	ST2	T	T1	T2
<b>Nährstoffgehalt pro kg, bei 89 % Trockensubstanz</b>										
Rohasche	g					138 ± 1,6				
Rohprotein	g					171 ± 1,9				
Rohfett	g					59 ± 1,7				
Rohfaser	g					46 ± 2,5				
Bruttoenergie	MJ					15,2 ± 0,1				
$\alpha$ -Tocopherolacetat	mg	42	111	189	36	118	181	30	113	194
<b>Fettsäuremuster in % der Gesamtfettsäuren<sup>1</sup></b>										
$\Sigma$ SFA		13,2	13,5	13,5	25,7	23,8	23,7	34,6	34,5	34,7
C16:0		9,4	9,6	9,5	15,6	14,8	14,8	20,5	20,4	20,5
$\Sigma$ MUFA		18,7	19,7	19,8	28,5	27,7	27,7	35,3	35,6	35,8
C16:1 $\omega$ -7		0,08	0,09	0,10	1,11	0,99	1,00	1,87	1,90	1,92
C18:1 $\omega$ -9		17,3	18,2	18,5	25,6	24,9	24,9	31,3	31,5	31,6
$\Sigma$ PUFA		68,1	66,8	66,7	45,8	48,5	48,6	30,1	29,9	29,5
C18:2 $\omega$ -6		65,7	64,4	64,9	43,6	46,4	46,4	27,6	27,3	27,1
C18:3 $\omega$ -3		1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	2,0	2,0	1,9

S = Saffloröl; T = Talg; ST = Saffloröl/Talg (1/1); <sup>1</sup>SFA = gesättigte Fettsäuren; MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren;  $\Sigma$  = Summe

## Versuchsablauf und -futter

Der Versuch wurde entsprechend einer 3 x 3 Faktorenanordnung (Distel- (Saffloröl *S*) und/oder Talg *T*; Zulage von 0, 100 oder 200 mg Vitamin E pro kg Futter) mit den in Tabelle 1 angegebenen Futtervarianten durchgeführt. Insgesamt wurden 54 Legehennen (Warren Isabrown) im Alter von 25 Wochen auf die neun Versuchsvarianten verteilt (drei Käfige mit je 2 Tieren pro Variante). Wasser und Futter standen zur freien Verfügung. Der Versuch erstreckte sich über die 2. und 3. Legeperiode mit einer Dauer von je vier Wochen. Der berechnete Umsetzbare-Energie (UE)-Gehalt des Futters lag bei 11,5 MJ pro kg. Bezüglich Nährstoff- und Bruttoenergiegehalt unterschieden sich die neun Versuchsdiäten kaum voneinander (Tab. 2). Die Unterschiede im analytisch nachgewiesenen Vitamin E-Gehalt der Diäten *S*, *ST* und *T* entsprachen dem unterschiedlichen nativen  $\alpha$ -Tocopherolgehalt der beiden Fettzulagen im Futter. Mit den Vitamin E-Zulagen wurden die beiden angestrebten Konzentrationsstufen von ca. 100 beziehungsweise 200 mg/kg erreicht. Der Gehalt an Gesamtfettsäuren war in allen Varianten gleich hoch, und das Fettsäuremuster widerspiegelt dasjenige der eingesetzten Futterfette. In den Distelölvarianten (*S*, *ST* und *S2*) dominierte mit einem Anteil von rund 65 % die Linolsäure (C18:2 w-6). In den Varianten mit Talg (*T*, *ST* und *T2*) machten die gesättigten (SFA) und die einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA), unter denen die Ölsäure (C18:1 w-9) vorherrschte, je rund 35 % der Gesamtfettsäuren aus. Der Polyensäuregehalt (PUFA) der Varianten *T*, *ST* und *T2* war nur knapp halb so hoch wie derjenige in den Varianten mit Distelöl (*S*, *ST* und *S2*). Erwartungsgemäss nahmen die Varianten mit beiden Fettquellen (*ST*, *ST1* und *ST2*) bezüglich des Fettsäuremusters eine Zwischenstellung ein.

## Sammlung und Lagerung der Eier

Der Futterverbrauch wurde wöchentlich, die Anzahl und das Gewicht der Eier täglich ermittelt. Nach einer einwöchigen Anfütterungsphase wurden die Eier während des gesamten Versuches gesammelt und bei 4°C bis zu sechs Monaten gelagert. Die Lagerdauer wurde bewusst so lange gewählt, um eine Extremsituation darzustellen. Zum Zeitpunkt «frisch» und nach einer 6-monatigen Lagerung wurden die Eier pro Käfig und von jeweils fünf aufeinanderfolgenden Tagen aufgeschlagen und die Eidotter abgetrennt. Darauf wurde in den gepoolten Proben der Gehalt an Vitamin E, an Fettsäuren und an Thiobarbitursäurereaktiven-Substanzen (TBARS) analysiert.

## Chemische Analysen in den Eiern

Der  $\alpha$ -Tocopherolgehalt der Eidotter wurde gemäss der HPLC-Methode nach Rettenmaier und Schliep (1992) bestimmt. Die Extraktion der Lipide erfolgte mit Chloroform/Methanol (2:1, v/v) gemäss der von Prabucki (Häuser 1991) modifizierten Methode nach Winter (1963). Die Fettsäuren wurden mittels methanolischer Natrionlauge und Bortrifluorid, in Anlehnung an die Methode von Metcalfe und Smith (1961), in Methyl ester überführt. Die quantitative Erfassung erfolgte gaschromatographisch, mit Hilfe eines externen Standards (C13:0). Für die Ermittlung der TBARS wurde die Destillationsmethode von Tarladgis *et al.* (1960), angepasst von Kunz und Prabucki (1986), angewandt.

## Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (Statgraphics plus 1995). Das Futterfett sowie die Vitamin-E-Dosierung und die Interaktionen zwischen den beiden Zulagen wurden im Modell als fixe Faktoren eingesetzt. Die multiplen Mittelwertvergleiche wurden anhand des Bonferroni-Tests durchgeführt (n.s. nicht signifikant; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ).

im Hühnerrei zudem eine wichtige Vitamin E-Quelle für den Menschen dar (Leonhardt *et al.* 1997).

## Legeleistung

Die in Tabelle 3 aufgeführten Werte der Legeleistung sind Mittelwerte der zweiten (25. – 28. Alterswoche) und dritten (29. – 33. Alterswoche) Legeperiode, die zugleich das Maximum der Leistungskurve darstellen. Die mittlere Legeleistung betrug 96,4 bis 100 %. Das durchschnittliche Gewicht der Eier war mit 61,0 g für diese Legephase beachtlich hoch. Der tägliche Futterverbrauch belief sich auf 102,7 bis 114,3 g, und der Futteraufwand pro kg Eimasse betrug durchschnittlich 1,88 kg. Die Leistungsparameter wurden durch die verschiedenen Behandlungen nicht beeinflusst.

## Vitamin-E-Gehalt und Oxidationsstabilität

Die durchschnittliche  $\alpha$ -Tocopherolkonzentration in den Eidottern stand in direkter Beziehung zur Vitamin E-Supplementierung des Futters (Abb. 1 bzw. Tab. 4). Die Eier von Legehennen mit 100 oder 200 mg zugesetztem Vitamin E pro kg Futter wiesen eine drei- bis sechsfach höhere  $\alpha$ -Tocopherolkonzentration auf als jene der Hennen mit nichtsupplementiertem Futter, woraus der gute Vitamin E-Transfer vom Futter ins Ei hervorgeht. Derartige Eier stellen eine bedeutende Vitamin-E-Quelle für den Menschen dar. Im frischen Eidotter widerspiegelt der  $\alpha$ -Tocopherolgehalt signifikant das eingesetzte Futterfett (Tab. 4). Die Lagerung der Eier während sechs Monaten bei 4°C hatte keinen Einfluss auf den Vitamin E-

Gehalt des Dotters. Die erhöhte Einlagerung von  $\alpha$ -Tocopherol, bedingt durch die Vitamin E-Supplementierung, und die Lagerstabilität von  $\alpha$ -Tocopherol stehen in Übereinstimmung mit früheren Arbeiten von Cherian *et al.* (1996a) und Leonhardt *et al.* (1997).

Durch die Supplementierung des Futters mit 100 oder 200 mg Vitamin E ( $\alpha$ -Tocopherol) pro kg ergab sich, wie bereits in einer früheren Untersuchung von Gebert *et al.* (1995), eine signifikante Erhöhung der TBARS der Eier (Tab. 4 bzw. Abb. 2), die auf oxidative Veränderungen hindeuten. Die Ursache hierfür könnte im unterschiedlichen Chemismus der vier Tocopherole ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) liegen, die in Produkten wie Eiern vorkommen. Das  $\alpha$ -Tocopherol zeigt im Vergleich zu den anderen drei Tocopherolen die grösste Vitamin-E-Aktivität. Bei der antioxidativen Reaktion reagiert  $\alpha$ -Tocopherol am schnellsten. In fetthaltigen Futter- und Lebensmitteln inklusive pflanzlichen Ölen ist das  $\alpha$ -Tocopherol jedoch nicht das effektivste Antioxidans.  $\gamma$ -Tocopherol schützt diese besser gegen Autoxidation. Grosch (1988) zeigte, dass zur Beurteilung der antioxidativen Wirkung einer Substanz die Messung der gebildeten Menge an Hydroperoxiden aus den Fettsäuren ein wichtiger Indikator ist. Er bestätigte frühere Untersuchungen von Korycka-Dahl (1983), dass die durch Autoxidation entstehenden Peroxidradikale umgehend durch das  $\alpha$ -Tocopherol abgefangen werden, wobei aus dem  $\alpha$ -Tocopherol ein neues Radikal entsteht. Wird dieses  $\alpha$ -Tocopherolradikal nicht sofort wieder reduziert (z.B. durch das Vitamin C) kann es seinerseits die Autoxidation der ungesättigten Fettsäuren induzieren. Aufgrund unserer Ergebnisse bezüglich der TBARS lässt sich eine pro-oxidative Wirkung des akkumulierten Dotter-Vitamin E vermuten.

Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen berichteten Cherian *et al.* (1996b) von einer signifikanten Reduktion der TBARS in Eiern bei einer Zulage von Tocopherolen zum Legehennenfutter. Dabei war jedoch der  $\alpha$ -Tocopherolgehalt im Eidotter aus Tocopherol-supplementiertem Futter zwei- bis dreifach tiefer als in der hier vorliegenden Untersuchung. Hingegen waren die Werte für die TBARS in Eiern der Varianten ohne zusätzliches Vitamin E im Futter durchaus mit den unsrigen vergleichbar.

Während der Lagerung der Eier über einen Zeitraum von sechs Monaten fand eine tendenzielle Abnahme der TBARS statt (Tab. 4 bzw. Abb. 2). Dies könnte auf die Instabilität des gebildeten Malondialde-



hyds zurückgeführt werden. Analoge Beobachtungen wurden auch von anderen Autoren (Gokalp *et al.* 1983; Häuser 1991)

beschrieben. Sie werden auf Polymerisation und Kondensation von Malondialdehyd mit Proteinen zurückgeführt, wo-

durch ein kolorimetrischer Nachweis mit Thiobarbitursäure nicht mehr möglich ist.

**Tab. 3. Einfluss von Futterfett und Vitamin E auf ausgewählte Leistungsparameter<sup>1</sup> (25.-28. und 29.-33. Alterswoche)**

Variante	Legeleistung %	Eigewicht g	Futtermittelverzehr g/Tag	Futtermittelverwertung g Futter/g Ei	
S	98,5	58,2	102,7	1,82	
S1	99,1	64,5	114,0	1,85	
S2	97,2	61,6	110,8	1,92	
ST	96,4	60,2	107,1	1,91	
ST1	99,4	60,7	109,4	1,82	
ST2	98,2	60,7	108,5	1,87	
T	98,5	60,2	113,5	1,90	
T1	97,0	61,6	114,3	2,00	
T2	100,0	60,9	110,9	1,82	
SEM <sup>2</sup>	0,49	0,56	0,97	0,02	
<b>Faktorielle Mittelwerte</b>					
Fett	S	98,2	61,4	109,2	1,86
	S/T	98,0	60,5	108,3	1,87
	T	98,5	61,2	112,9	1,91
p-Wert		ns	ns	ns	ns
Vit. E	0	97,8	60,2	107,8	1,88
	100	98,5	62,1	112,6	1,89
	200	98,5	60,9	110,1	1,87
p-Wert		ns	ns	ns	ns
Interaktionen		ns	ns	ns	ns

S = Saffloröl; T = Talg; S/T = Saffloröl/Talg (1/1)

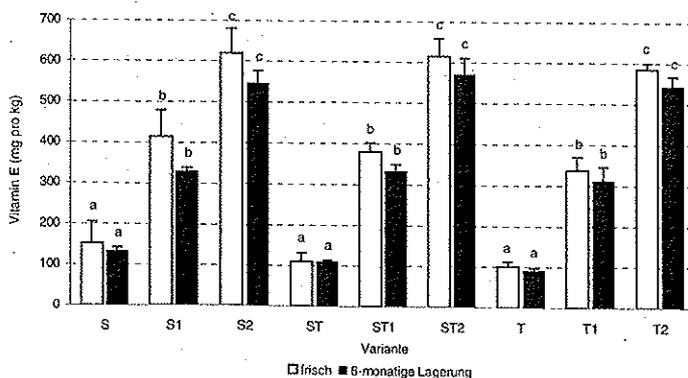
<sup>1</sup>Werte repräsentieren Mittelwerte (n = 6); <sup>2</sup>SEM = Standardfehler des Mittelwertes

**Tab. 4. Faktorielle Mittelwerte der  $\alpha$ -Tocopherol-Konzentration (mg pro kg) und Oxidationsstabilität (TBARS, mg Malondialdehyd pro kg) der Eidotter**

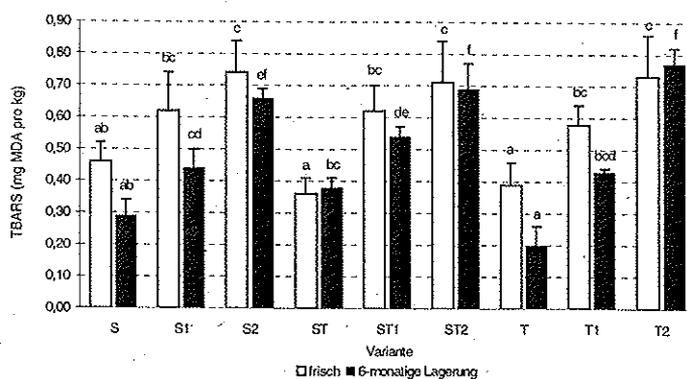
Lagerdauer (Monate)	Variate	$\alpha$ -Tocopherol mg/kg Eidotter		TBARS mg MDA <sup>1</sup> /kg Eidotter	
		0 (frisch)	6	0 (frisch)	6
Fett	S	395 <sup>b</sup>	336	0,61	0,47 <sup>a</sup>
	S/T	368 <sup>ab</sup>	338	0,56	0,54 <sup>b</sup>
	T	341 <sup>a</sup>	316	0,57	0,46 <sup>a</sup>
p-Wert		**	ns	ns	**
Vit. E	0	120 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>	0,29 <sup>a</sup>
	100	378 <sup>b</sup>	325 <sup>b</sup>	0,61 <sup>b</sup>	0,47 <sup>b</sup>
	200	606 <sup>c</sup>	553 <sup>c</sup>	0,73 <sup>c</sup>	0,71 <sup>c</sup>
p-Wert		***	***	***	***
Interaktionen		ns	ns	ns	**

S = Saffloröl; T = Talg; S/T = Saffloröl/Talg (1/1)

Mittelwerte mit unterschiedlichen Indizes sind signifikant verschieden (p < 0,05); <sup>1</sup>MDA = Malondialdehyd



**Abb. 1.  $\alpha$ -Tocopherol-Konzentration (mg pro kg) der Eidotter aufgeteilt nach Variante und zwei Lagerzeitpunkten (frisch und 6 Monate). Mittelwerte mit unterschiedlichen Indizes sind signifikant verschieden (p < 0,05).**



**Abb. 2. Oxidationsstabilität (TBARS, mg Malondialdehyd pro kg) der Eidotter aufgeteilt nach Variante und zwei Lagerzeitpunkten (frisch und 6 Monate). Mittelwerte mit unterschiedlichen Indizes sind signifikant verschieden (p < 0,05).**

## Fettsäuremuster der Eidotterlipide

Der Einbezug von Distelöl in das Futter (Variante S, S1 und S2) führte im Gegensatz zu den Varianten mit Rindertalg (T1, T2 und T3) im Eidotter, in frischem und gelagertem Zustand, zu einer generellen Erhöhung des PUFA-Gehaltes (Abb. 3a und b bzw. Tab. 5). Gleichzeitig konnte eine Abnahme des Anteils einfach ungesättigter Fettsäuren (MUFA) festgestellt werden, während der Anteil an SFA unverändert blieb. Die Eier aus den Varianten ST, ST1 und ST2 nahmen eine Mittelstellung ein.

Das Fettsäuremuster der Gesamtlipide der Eidotter widerspiegelt somit in guter Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen (Prabucki 1970; Ahn *et al.* 1995) die Futterfettzusammensetzung. Die Verwendung von Rindertalg mit einem hohen Anteil an SFA (insbesondere Palmitinsäure, C16:0) beeinflusste den SFA-Gehalt der Eidotter nicht. Diese Tatsache zeigt einmal mehr, dass der Anteil SFA im Eidotter kaum beeinflusst werden kann. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch Cherian *et al.* (1996b) sowie Halle (1996).

Die Vitamin-E-Supplementierung des Futters führte zu einer Veränderung des Fettsäuremusters der frischen Eilipide: Eine erhöhte Vitamin-E-Zufuhr reduzierte signifikant den Gehalt an SFA und PUFA (Tab. 5). Im Gegensatz dazu war in anderen Untersuchungen (Cherian *et al.* 1996a; Gebert *et al.* 1997) kein Einfluss von Vitamin E auf die Fettsäurezusammensetzung der Eilipide sichtbar.

Nach einer Lagerung von sechs Monaten wurde pro g Eidotter-TS ein grösserer Gehalt an SFA, MUFA und PUFA analysiert,

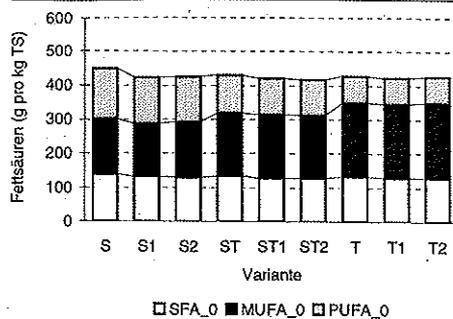


Abb. 3a. Fettsäuremuster der Gesamtlipide der frischen Eidotter (g pro kg TS) aufgeteilt nach Versuchsvariante.

als in den frischen Eiern (Tab. 5 bzw. Abb. 3b). Marshall *et al.* (1994) und Cherian *et al.* (1996a) konnten diesbezüglich keine Veränderungen der Dotterlipide feststellen, wobei die Eier unserer Untersuchung sehr viel länger gelagert wurden. Diese widersprüchlichen Ergebnisse könnten auf die unterschiedlichen Bedingungen bei der Lagerung zurückzuführen sein.

## Folgerungen

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen zeigt sich, dass die Vitamin-E-Konzentration im Eidotter durch eine Vitamin-E-Supplementierung des Futters massgeblich beeinflusst werden kann. Eier von Legehennen, die eine Vitamin-E-Zulage erhalten, können bedeutende Vitamin E-Quellen für den Menschen darstellen.

Die Ergebnisse weisen im weiteren auf eine Zunahme der Oxidationsanfälligkeit hin, wenn eine grössere Menge Vitamin E im Eidotter eingelagert wurde. Die Vermutung liegt nahe, dass Vitamin E in hoher Dosierung pro-oxidativ gewirkt hat. Es wurde aber auch offenkundig, dass bereits in den Kontrollvarianten (S, ST und T) ausreichend Vitamin E für eine optimale Legeleistung und eine gute Oxidationsstabilität der Eier vorhanden war. Das Fettsäuremuster der Eidotter wurde erwartungsgemäss

Tab. 5. Faktorielle Mittelwerte der Fettsäuren der Eidotter-Gesamtlipide (g pro kg Trockensubstanz)

Lagerdauer (Monate)		Σ SFA <sup>1</sup>		Σ MUFA <sup>1</sup>		Σ PUFA <sup>1</sup>	
		0 (frisch)	6	0 (frisch)	6	0 (frisch)	6
Fett	S	133,2	144,4	160,2 <sup>a</sup>	177,3 <sup>a</sup>	138,5 <sup>c</sup>	154,8 <sup>c</sup>
	S/T	130,1	144,5	184,3 <sup>b</sup>	207,6 <sup>b</sup>	107,9 <sup>b</sup>	123,5 <sup>b</sup>
	T	130,2	142,1	218,7 <sup>c</sup>	241,3 <sup>c</sup>	76,3 <sup>a</sup>	86,5 <sup>a</sup>
p-Wert		ns	ns	***	***	***	***
Vit. E	0	134,8 <sup>b</sup>	142,6	188,8	205,0	111,5 <sup>b</sup>	122,6
	100	129,4 <sup>a</sup>	145,6	186,2	210,5	106,0 <sup>a</sup>	122,5
	200	129,3 <sup>a</sup>	142,8	188,1	210,8	105,1 <sup>a</sup>	119,7
p-Wert		*	ns	ns	ns	**	ns
Interaktionen		ns	ns	ns	ns	ns	ns

S = Saffloröl; T = Talg; S/T = Saffloröl/Talg (1/1)

Mittelwerte mit unterschiedlichen Indizes sind signifikant verschieden ( $p < 0,05$ )<sup>1</sup> SFA = gesättigte Fettsäuren; MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren; Σ = Summe

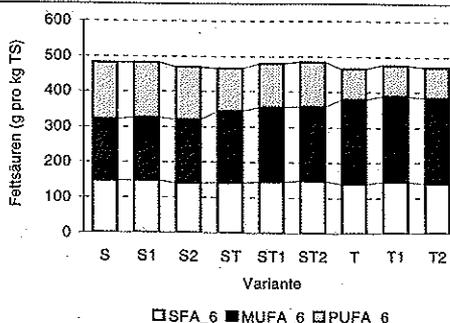


Abb. 3b. Fettsäuremuster der Gesamtlipide der Eidotter nach 6-monatiger Kühllagerung (g pro kg TS) aufgeteilt nach Versuchsvariante.

mäss von der Futterfettzusammensetzung wesentlich beeinflusst und widerspiegelt diese in hohem Masse. Die oxidative Stabilität der Eier wurde durch das polyenfettsäurereiche Futterfett nicht nachteilig beeinflusst.

## LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist bei den Autoren erhältlich.

## DANK

Diese Arbeit wurde durch einen Forschungskredit des KTI (Nr. 2867.1) ermöglicht und durch die F. Hoffmann-La Roche LTD, Basel und den Fonds Agro-alimentaire (Nr. 98/3) finanziell unterstützt.

## RÉSUMÉ

### Supplémentation en matières grasses et en vitamine E dans des régimes pour poules pondeuses

Une étude a été conduite afin de déterminer les effets de l'huile de carthame et/ou de suifs de bœuf avec ou sans supplémentation en vitamine E (0, 100 ou 200 mg/kg) dans des régimes pour poules pondeuses sur les performances de ponte ainsi que sur la qualité interne des œufs. L'aliment était composé de blé et de maïs et a été testé sur un total de 54 poules pondeuses (Warren Isabrown). Les animaux ont été attribués à l'âge de 25 semaines à 9 groupes de traitement (6 animaux par traitement dans trois cages de deux animaux chacune). Les œufs ont été collectés durant toute la période d'alimentation (8 semaines) après une semaine d'adaptation aux

régimes expérimentaux. Les œufs ont été gardés dans une chambre froide à une température de 4 °C durant 6 mois au maximum.

Le taux de ponte, le poids des œufs, l'ingestion alimentaire journalière et l'indice de consommation n'ont été influencés ni par la matière grasse ni par la vitamine E supplémentées. La concentration en vitamine E dans les œufs a augmenté ( $p < 0,001$ ) en fonction de l'adjonction de celle-ci dans l'aliment. Les substances acides thiobarbituriques réactives (TBARS) ont augmenté ( $p < 0,001$ ) avec l'augmentation de la concentration en vitamine E dans le jaune d'œuf. La stabilité d'oxydation a augmenté légèrement après le stockage. La proportion d'acides gras polyinsaturés (PUFA) dans les jaunes d'œufs a augmenté ( $p < 0,001$ ) alors que celle d'acides gras monoinsaturés (MUFA) a diminué ( $p < 0,001$ ) lors de la supplémentation d'huile de carthame. Les acides gras saturés (SFA) n'ont pas été influencés par la matière grasse supplémentée. Les régimes supplémentés en vitamine E ont entraîné une diminution des PUFA ( $p < 0,01$ ) et SFA ( $p < 0,01$ ) dans les lipides du jaune d'œuf frais alors que les MUFA n'ont pas changé. Le stockage des œufs durant six mois a généralement induit une augmentation du contenu en SFA, MUFA et PUFA par rapport au jaune d'œuf frais.

## SUMMARY

### Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens

A study was conducted to determine the effects of dietary safflower oil and/or tallow with or without vitamin E supplementation (0, 100 or 200 mg/kg) in a feed for laying hens, on laying performance and traits of internal quality of eggs. The feed was based on wheat and corn. A total of 54 laying hens (Warren Isabrown) were assigned at an age of 25 weeks to nine treatment groups (6 birds per treatment in 3 cages of 2 hens each). Eggs were collected during the whole feeding period (8 weeks) beginning after one week of adaption to the experimental diets. They were kept in a temperature controlled room at 4°C up to 6 months. Laying rate, egg weight, daily feed intake and feed efficiency were neither affected by dietary fat source nor by the vitamin E supplementation. The vitamin E concentrations were increased ( $p < 0,001$ ) due to vitamin E addition. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were increased ( $p < 0,001$ ) by increased vitamin E concentration in egg yolk, whereas the oxidative stability was slightly increased after storage. The proportion of polyunsaturated fatty acids (PUFA) of egg yolk was increased ( $p < 0,001$ ) and the monounsaturated fatty acids (MUFA) were decreased ( $p < 0,001$ ) by dietary safflower oil respectively. Saturated fatty acids (SFA) were not influenced by fat source. Dietary vitamin E resulted in a decrease of PUFA ( $p < 0,01$ ) and SFA ( $p < 0,01$ ) in fresh yolk lipids, whereas MUFA did not change. Storage of eggs up to 6 months generally caused a higher content of SFA, MUFA and PUFA compared to fresh egg yolk.

**KEY WORDS:** laying hens, dietary fats, vitamin E, performance, egg, oxidative stability, fatty acid profile