

サバ油の添加給与が鶏卵の DHA 含量に及ぼす影響

一川ゆかり・田辺 勉・松谷隆広・水口智越

Effect of Mackerel Oil on DHA Content of a Chicken Egg

Yukari ICHIKAWA, Tsutomu TANABE, Takahiro MATSUTANI
and Chikoshi MIZUGUCHI

要 約

DHA 含量の高い鶏卵を生産するために、採卵鶏飼料へのサバ油の添加方法について検討するとともに、サバ油の酸化を防止するため、抗酸化資材（茶葉やビタミン E）との併用添加についても検討した。

飼料にサバ油を 1%、3%、5%、7% 添加給与すると、卵黄中の DHA 含量は添加比率が高くなるに従い増加する傾向がみられ、サバ油 7% 添加給与区の卵黄中 DHA 含量は、無添加区に比べ 3 倍以上に増加した。しかしながらサバ油添加割合が高いほど移行率は低下した。また、サバ油の添加給与によりアラキドン酸やリノール酸が減少し、n-6/n-3 比が低下したが、産卵率や産卵日量等の産卵成績も低下した。サバ油 7% に加え茶葉を 0.5% から 1.5% 併用添加またはビタミン E100IU から 300IU を併用添加給与したところ、両資材とも卵黄中の DHA 含量との相関は認められなかった。

I 緒 言

現在、生活習慣病やアレルギー症状に悩む人は多く、その予防や改善方法の一つとして食事から摂取する脂肪酸バランスの見直しがあげられている¹⁾。すなわち、必須脂肪酸のうち、リノール酸やアラキドン酸などの n-6 (ω -6) 系列脂肪酸に対し、 α -リノレン酸やドコサヘキサエン酸 (DHA) といった n-3 (ω -3) 系列脂肪酸の割合を高めることである。 α -リノレン酸は主に植物油に含まれており、当試験場では採卵鶏の飼料にエゴマ種子を添加し給与することにより鶏卵中の α -リノレン酸含量を高くできることを確認しており²⁾、その成果は一部養鶏農家で取り入れられている。一方、DHA は特に青魚の脂肪分に多く含まれていることが知られ

ているが、県内の食品加工企業（缶詰製造業）で産出される魚油（サバ油）は、産業廃棄物として処理されている。

そこで、このサバ油に着目し採卵鶏の飼料に添加給与することで、鶏卵中の DHA 含量を高め、脂肪酸バランスを整えて機能性食品としての価値を高めた鶏卵の生産技術について検討した。また、サバ油は油性であり飼料への均一な添加や取り扱い等の作業性を改善するためにサバ油の粉末化³⁾について検討した。さらに、油脂が酸化しやすいことから、抗酸化資材として茶葉やビタミン E 製剤を併用添加することについても検討した。

II 試験方法

1. 供試鶏

ボリスブラウン 224 羽を用いた (28 羽/区 × 2 反復 × 4 区)。

2. 試験区分および供試期間

(1) 試験 1 - 1 : サバ油添加割合の検討

対照区は市販飼料 (2,850kcal/kg、CP17.0%) のみを給与し、試験区にはサバ油を重量比で 3%、5%、7% 添加給与した。試験期間は 22~25 週齢の 21 日間とした。

(2) 試験 1 - 2 : サバ油添加割合の検討

試験区にはサバ油を重量比で 1%、3%、5% 添加給与した。試験期間は 42~44 週齢とした。

(3) 試験 2 : サバ油・茶葉の併用添加の検討

試験区にはサバ油を重量比で 7% 添加し、さらに茶葉 (粉茶) をそれぞれ重量比で 0.5%、1.0%、1.5% 添加給与した。試験期間は 29~31 週齢とした。

(4) 試験 3 : サバ油・ビタミン E の併用添加の検討

試験区にはサバ油を重量比で 7% 添加し、さらにビタミン E 粉末 (ビタミン E50% 含有) を飼料 1 kg 当たり 100IU、200IU、300IU となるように添加給与した。試験期間は 35~37 週齢とした。

各試験の構成と飼料配合割合を表 1 に示す。サバ油 (表 2) は微粉末シリカ (商品名: マイクロイド、主成分: 二酸化ケイ素) と混合し、粉末化して用いた。

表 1 試験区の構成と飼料配合割合

区分	飼料組成 (%)						
	市販飼料	サバ油	シリカ	茶葉	ビタミンE粉末	合計	
試験1-1	対照区	100.00	-	-	-	100.00	
	サバ油3%	96.19	2.89	0.92	-	100.00	
	サバ油5%	93.81	4.69	1.50	-	100.00	
	サバ油7%	91.54	6.41	2.05	-	100.00	
試験1-2	対照区	100.00	-	-	-	100.00	
	サバ油1%	98.62	0.99	0.39	-	100.00	
	サバ油3%	95.97	2.88	1.15	-	100.00	
	サバ油5%	93.46	4.67	1.87	-	100.00	
試験2	対照区	100.00	-	-	-	100.00	
	茶0.5%	90.66	6.35	2.54	0.45	100.00	
	茶1.0%	90.25	6.32	2.53	0.90	100.00	
	茶1.5%	89.85	6.29	2.52	1.35	100.00	
試験3	対照区	100.00	-	-	-	100.00	
	VE100IU	91.06	6.37	2.55	-	0.02	100.00
	VE200IU	91.04	6.37	2.55	-	0.04	100.00
	VE300IU	91.02	6.37	2.55	-	0.05	100.00

表 2 サバ油成分 (100g 当り)

	サバ油 [※]	サバ缶詰 ^{※※}
エネルギー (kcal)	900	-
水分 (g)	0	-
CP (g)	0	-
脂質 (g)	100	100
EPA (mg)	5,260	8,757
DHA (mg)	10,300	12,093

※ : (財) 食品環境検査協会 調

※※ : 五訂食品成分表より

3. 調査項目

(1) 卵黄中脂肪酸組成

各区とも 3 卵の卵黄を混和した後、総脂質を抽出し、メチルエステル化したものを、ガスクロマトグラフィー (GC6890 Agilent Technologies) を用いて分析した。

(2) 産卵成績

試験期間中の産卵率、平均卵重、産卵日量および飼料要求量を求めた。産卵率はヘンデイ産卵率より算出した。

(3) 卵質成績

試験開始時および終了時における各区 8 個 (2 反復) の鶏卵について、卵殻強度、卵殻厚、ヨークカラーおよびハウユニットを調査した。測定には、富士平工業社製の卵質検査機器とロッシュ社製のカラーファンを用いた。

III 結果および考察

1 試験 1 - 1

(1) 卵黄中脂肪酸組成

試験開始 1 週間後で、サバ油を給与した試験区では対照区に比べアラキドン酸が有意に減少した。DHA 含量は対照区の 4.8% に対して試験区では 14.5~16.9% といずれも有意に増加した。n-6/n-3 比は対照区の 3.2 に対し、試験区では 1.0 以下となった (表 3)。

卵黄中 DHA 含有率の推移を測定した結果、サバ油給与後 1 週間で有意に増加後 3 週間後まで同等の水準を維持し、給与停止後 1 週間後であっても給与前の水準にまでは低下しなかった。(図 1)

表 3 試験 1-1 卵黄中脂肪酸組成 (%) (1 週間後)

区分	n-6 系列		n-3 系列			n-6/n-3 比
	リノール酸	アラキドン酸	α -リノレン酸	EPA	DHA	
対照区	12.6	3.4 ^a	0.2	0.0	4.8 ^a	3.18
サバ油 3%	10.8	1.7 ^b	0.5	0.0	14.5 ^b	0.83
サバ油 5%	10.3	1.3 ^b	0.0	0.0	15.7 ^b	0.74
サバ油 7%	9.7	1.4 ^b	0.5	0.0	16.9 ^b	0.64

異符号間に有意差あり (p<0.01)

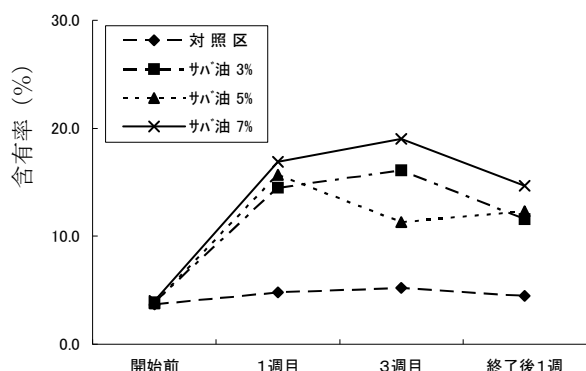


図 1 DHA 含有率の推移

(2) 産卵成績

試験区では産卵率が対照区に比べ低い値を示したが、有意なものではなかった。卵重は対照区および 3% 区が、5% および 7% 区に対して有意に大きくなった。産卵日量に大きな差は無かったが、サバ油添加量に伴って低下する傾向がみられた (表 4)。サバ油 1 kg 当たりエネルギー 9,000 kcal、CP 含量 0% としてエネルギー量とタンパク質含量を試算した (表 5)。対照区に比べサバ油 7% 区では飼料 1 kg 当たり、エネルギーで 335 kcal の増加、タンパク質含量で 15g の減少となり、サバ油添加により摂取エネルギー量および摂取タンパク質量に大きな差がみられた。

表 4 試験 1-1 産卵成績

	産卵率 (%)	平均卵重 (g/個)	産卵日量 (g/羽)	飼料要求量
対照区	95.7	55.0 ^a	52.6	2.14
サバ油 3%	93.2	55.0 ^a	51.3	2.23
サバ油 5%	92.7	54.1 ^b	50.1	2.29
サバ油 7%	93.0	53.7 ^b	50.0	2.22

異符号間に有意差あり (p<0.01)

表 5 試験 1-1 飼料エネルギー

区分	飼料 1kg 当たり		飼料摂取量 (g/日/羽)	摂取エネルギー (kcal/日)	摂取タンパク (g/日)
	エネルギー (kcal/kg)	タンパク質 (g/kg)			
対照区	2850.0	170.0	112.4	320.3 ^a	19.1 ^a
サバ油 3%	3001.2	163.5	114.0	342.1 ^{ab}	18.6 ^{ab}
サバ油 5%	3095.7	159.5	114.9	355.8 ^b	18.3 ^{ab}
サバ油 7%	3185.6	155.6	110.7	352.7 ^b	17.2 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

(3) 卵質成績

卵質成績を表 6 に示した。卵殻強度、卵殻厚、ヨークカラーについては、対照区および試験区間において差は認められなかった。ハウユニットは試験終了時のサバ油 3% 添加区が、対照区や他の試験区に比べて有意に低い値となった。

表6 試験1-1 卵質成績

区分	卵殻強度	卵殻厚	ヨークカラー	ハウユニット
	(kg/cm ²)	(mm)		
対照区	2.85	0.32	13.0	94.1 ^a
サバ油3%	2.76	0.32	12.7	92.5 ^b
サバ油5%	2.74	0.31	12.8	94.1 ^a
サバ油7%	2.99	0.32	12.5	94.3 ^a

異符号間に有意差あり (p<0.01)
試験終了時測定

2 試験1-2

(1) 卵黄中脂肪酸組成

試験1-1と同様に、試験開始1週間後でアラキドン酸が減少する傾向がみられたが、有意差は認められなかった。またDHA含量は、対照区に比べ、サバ油添加割合が高くなるに従い有意に増加し、n-6/n-3比も同様にサバ油添加割合の増加に伴い低くなった(表7)。

表7 試験1-2 卵黄中脂肪酸組成 (%) (1 間後)

区分	n-6系列		n-3系列			n-6/n-3比
	リノール酸	アラキドン酸	α-リノレン酸	EPA	DHA	
	対照区	11.0	2.9	0.6	0.0	
サバ油1%	11.7	2.2	0.5	0.0	6.7 ^b	1.91 ^b
サバ油3%	11.0	1.6	0.6	0.0	8.7 ^c	1.35 ^c
サバ油5%	10.0	1.7	0.6	0.0	9.4 ^c	1.16 ^c

異符号間に有意差あり (p<0.01)

(2) 産卵成績

産卵率は1%区、5%区で低い傾向がみられた。産卵日量は5%区で低い傾向がみられたが、有意なものではなかった。飼料要求量は1%区と5%区で高くなった(表8)。

また、エネルギー量およびタンパク質量について試算したものを表9に示した。

表8 試験1-2 産卵成績

区分	産卵率 (%)	平均卵重 (g/個)	産卵日量 (g/羽)	飼料要求量
対照区	94.6	62.7	59.2	2.08 ^{acd}
サバ油1%	89.8	64.1	57.5	2.15 ^{bc}
サバ油3%	92.4	62.7	58.0	2.07 ^d
サバ油5%	88.9	62.6	55.7	2.17 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

表9 試験1-2 飼料エネルギー

区分	飼料1kg当たり			
	エネルギー	タンパク含量	摂取エネルギー	摂取タンパク
	(kcal/kg)	(g/kg)	(g/日/羽)	(kcal/日) (g/日)
対照区	2850.0	170.0	123.0	350.7 20.9
サバ油1%	2899.4	167.7	120.3	358.8 20.7
サバ油3%	2994.2	163.1	122.8	359.1 19.6
サバ油5%	3084.1	158.9	121.3	372.5 19.2

(3) 卵質成績

卵質成績を表10に示した。卵殻強度は対照区に比べ試験区は低値を示したが、すべての項目において、有意な差はみられなかった。

表10 試験1-2 卵質成績

区分	卵殻強度	卵殻厚	ヨークカラー	ハウユニット
	(kg/cm ²)	(mm)		
対照区	3.38	0.39	14.63	92.3
サバ油1%	3.18	0.38	14.5	92.0
サバ油3%	3.12	0.38	14.7	92.2
サバ油5%	3.12	0.38	14.50	92.1

試験終了時測定

3 試験2

(1) 卵黄中脂肪酸組成

卵黄中のDHA含量は対照区の2.7%に対してサバ油・茶葉併用添加により8.6~10.0%(3.2~3.7倍)となり、アラキドン酸の減少もみられた。n-6/n-3比は対照区の4.9に対して試験区では1.0~1.2であった。また、茶葉添加水準の違いによる卵黄中脂肪酸含量の差はみられなかった(表11)。

表11 試験2 卵黄中脂肪酸組成 (%)

区分	n-6系列		n-3系列			n-6/n-3比
	リノール酸	アラキドン酸	α-リノレン酸	EPA	DHA	
	対照区	12.9	3.5 ^a	0.7	0.0 ^a	
茶0.5%	10.3	1.4 ^b	0.6	0.8 ^b	10.0 ^b	1.04 ^b
茶1.0%	10.1	1.1 ^b	0.8	0.7 ^b	8.6 ^b	1.12 ^b
茶1.5%	10.8	1.4 ^b	0.7	0.7 ^b	9.0 ^b	1.17 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

(2) 産卵成績

茶葉1.5%併用添加区において、産卵率、産卵日量が対照区に比べ有意に低下し、飼料要求量は有意に増加した。また、茶葉0.5%併用

添加区においても産卵率の低下がみられた。卵重に有意差は認められなかったものの、茶葉の添加量に伴って低下する傾向がみられた(表 1 2)。

飼料のエネルギー量、タンパク質含量を試算したところ、試験区飼料のエネルギー量は、対照区に比べ、飼料 1 kg 当たり 300kcal の増加、タンパク質含量は 17g 減少したこととなる(表 1 3)。サバ油・茶葉を加えた試験区では飼料摂取量が抑えられたため、対照区と比べ、摂取タンパク質が明らかに少なかったものと考えられる。

表 1 2 試験2 産卵成績

区分	飼料1kg当たり			
	産卵率 (%)	平均卵重 (g/個)	産卵日量 (g/羽)	飼料要求量
対照区	95.2 ^a	58.7	55.9 ^a	2.07 ^a
茶0.5%	89.7 ^b	57.6	51.7 ^{ab}	2.11 ^{ab}
茶1.0%	92.7 ^{ab}	56.8	52.6 ^{ab}	2.06 ^a
茶1.5%	90.1 ^b	55.7	50.2 ^b	2.17 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

表 1 3 試験2 飼料エネルギー

区分	飼料1kg当たり				
	エネルギー	タンパク含量	飼料摂取量	摂取エネルギー	摂取タンパク
	(kcal/kg)	(g/kg)	(g/日/羽)	(kcal/日)	(g/日)
対照区	2850.0	170.0	115.5	329.3	19.6 ^a
茶0.5%	3155.0	154.1	109.1	344.3	16.8 ^b
茶1.0%	3140.8	153.4	108.4	340.6	16.6 ^b
茶1.5%	3126.7	152.7	109.0	340.7	16.6 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

(3) 卵質成績

卵質成績を表 1 4 に示した。卵殻強度、卵殻厚における試験区間の差はみられなかった。ハウユニットでも有意差は認められなかったが、茶葉を添加した試験区で若干高い傾向がみられた⁴⁾。試験終了時におけるヨークカラーは茶 0.5%区と茶 1.0%区で有意に低くなった。

4 試験 3

表 1 4 試験2 卵質成績

区分	飼料1kg当たり			
	エネルギー	タンパク含量	飼料摂取量	摂取エネルギー
	(kcal/kg)	(g/kg)	(g/日/羽)	(kcal/日)
対照区	2850.0	170.0	124.0	353.4
VE100IU	3168.8	154.8	109.5	347.1
VE200IU	3168.2	154.8	113.8	360.5
VE300IU	3167.7	154.7	115.3	365.1

異符号間に有意差あり (p<0.01)

(1) 卵黄中脂肪酸組成

卵黄中の DHA 含量は対照区の 3.7% に対してサバ油・ビタミン E 併用添加区では 11.4~12.1% (対照区の 3.1~3.3 倍) と有意に増加し、反対にアラキドン酸が有意に減少した。リノール酸も減少し、n-6/n-3 比は、対照区の

表 1 5 試験3 卵黄中脂肪酸組成 (%)

区分	n-6系列		n-3系列			n-6/n-3比
	リノール酸	アラキドン酸	α-リノレン酸	EPA	DHA	
対照区	12.7	3.3 ^a	0.3	0.0 ^a	3.7 ^a	3.99 ^a
VE100IU	9.3	1.0 ^b	0.4	0.9 ^b	11.4 ^b	0.81 ^b
VE200IU	9.1	1.0 ^b	0.4	0.9 ^b	12.1 ^b	0.75 ^b
VE300IU	9.4	0.9 ^b	0.4	0.9 ^b	11.6 ^b	0.79 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

3.99 に対し試験区は 1.0 以下となった。また、ビタミン E の添加水準の違いによる卵黄中脂肪酸含量の差はみられなかった(表 1 5)。

(2) 産卵成績

すべての試験区が対照区と比べ、産卵率および産卵日量が有意に低下した。また、卵重は対照区より小さく、飼料要求量は大きくなる傾向がみられたが、有意なものではなかった(表 1 6)。しかしながら、試験区の摂取タンパク質量は対照区に比べ少なかったと考えられる(表 1 7)。

表 1 6 試験3 産卵成績

区分	飼料1kg当たり			
	産卵率 (%)	平均卵重 (g/個)	産卵日量 (g/羽)	飼料要求量
対照区	96.8 ^a	61.4	59.4 ^a	2.09
VE100IU	86.6 ^b	59.4	51.5 ^b	2.13
VE200IU	87.0 ^b	59.9	52.1 ^b	2.18
VE300IU	87.5 ^b	60.3	52.8 ^b	2.18

異符号間に有意差あり (p<0.01)

表 1 7 試験3 飼料エネルギー

区分	飼料1kg当たり				
	エネルギー	タンパク含量	飼料摂取量	摂取エネルギー	摂取タンパク
	(kcal/kg)	(g/kg)	(g/日/羽)	(kcal/日)	(g/日)
対照区	2850.0	170.0	124.0	353.4	21.1 ^a
VE100IU	3168.8	154.8	109.5	347.1	17.0 ^b
VE200IU	3168.2	154.8	113.8	360.5	17.6 ^b
VE300IU	3167.7	154.7	115.3	365.1	17.8 ^b

異符号間に有意差あり (p<0.01)

(3)

(3) 卵質成績

卵質成績を表18に示した。卵殻強度はビタミンE添加量の増加に伴って高くなる傾向がみられた。

表18 試験3 卵質成績

区分	卵殻強度	卵殻厚	ヨークカラー	ハウユニット
	(kg/cm ²)	(mm)		
対照区	3.38	0.37	13.6	94.8
VE100IU	3.28	0.36	13.8	93.1
VE200IU	3.43	0.37	13.7	95.0
VE300IU	3.69	0.38	13.5	96.0

試験終了時測定

本試験の結果、卵黄中のDHA含量はサバ油給与開始1週間後と3週間後で大きな違いはなく、DHA移行は1週間のサバ油給与で概ねピークに達することが確認できた⁵⁾。また、DHAの増加とともに、リノール酸やアラキドン酸の減少もみられたため、n-6/n-3比が低下し、機能性食品としての価値が高められた。

卵黄中DHA含量はサバ油添加量に伴って増加する傾向がみられたが、単純に比例しているわけではなく、添加量が増えるほどDHA移行率は下がっていた^{5, 6)}。抗酸化効果のあるビタミンEを併用給与すると、DHA等の移行率が高まるとの報告⁷⁾もあるが、本試験では認められなかった。

試験2および試験3の茶葉、ビタミンE併用では産卵率や産卵日量の低下がみられたが、いずれの資材とも添加水準の違いによる影響は小さかったことから、これらの低下はサバ油添加割合による影響が大きいと考えられる。これはサバ油7%添加により、高エネルギー低タンパク質飼料になったためと考えられる。

DHA含量の移行のみに特化する場合、サバ油添加割合を高めれば高めるほど効果は期待できるが、市販飼料のエネルギーバランスを大きく変えることになり、産卵成績の低下につながる。

液体であるサバ油を直接飼料に添加した場合、飼料が固まる、べたつくといった不便さがあったが、シリカと混合し粉末化したことで解消された。

このように、今回使用した微粉末シリカによる粉末化は魚油の取り扱いを容易にするという

点においては有効であったが高価であり、今後は経済性を加味して検討していく必要がある。

サバ油のような油脂を利用するには抗酸化剤の添加が不可欠である。今回は抗酸化力のあるビタミンE製剤およびビタミンEを含む緑茶葉を用いた。いずれもサバ油との併用添加において、卵黄へのDHA移行率等への影響はみられなかった。また、抗酸化効果についても不明であった。

ビタミンEについては添加量を増やしても産卵成績等への影響はみられない⁸⁾が、茶葉を増加させた場合は産卵成績等の低下につながる^{9, 10)}との報告がある。抗酸化資材の効果については過酸化価指数を用いるなどして明確にする必要がある。また、採卵鶏に給与することをふまえた添加割合についても考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 奥山治美・菊川清見編. 脂質栄養と脂質過酸化—生体内脂質過酸化は傷害か防御か—, 学会センター関西, 1998.
- 2) 藤井麻衣・山崎俊雄・山口良二・加藤武市. エゴマ、規格外米または大麦を利用した機能性鶏卵の生産. 福井県畜産試験場研究報告, 18: 13-20. 2004.
- 3) 高橋由美・土岐静夫・高橋靖生. n-3系多価不飽和脂肪酸を含む鶏卵・鶏肉の開発(第2報). 愛媛県養鶏試験場研究報告, 24: 21-25. 1998.
- 4) 長坂直比路・吉村敦・山田博之・平岡英一. 鶏卵肉の高付加価値化技術の開発. 高知県畜産試験場研究報告, 18: 60-63. 2002.
- 5) 高橋由美・土岐静夫・高橋靖生. n-3系多価不飽和脂肪酸を含む鶏卵・鶏肉の開発(第1報). 愛媛県養鶏試験場研究報告, 24: 16-20. 1998.
- 6) P.Cachaldora, P.Garcia-Rebollar, C.Alvarez, J.C.DE Blas and J.Mendez: Effect of type and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids retention efficiency in laying hens:

Br.Poult.Sci., 47(1), 43-49, 2006

- 7) 川村治朗・山口岑雄・岩田穎三. 飼料への EPA・DHA および α -トコフェロール添加が鶏肉の脂肪酸組成に及ぼす影響. 千葉県畜産センター研究報告, 21: 29-34. 1997.
- 8) 福原絵里子・前田統幸・西尾祐介・津留崎正信. 飼料への α -トコフェロール添加が卵黄中 α -トコフェロール含量、移行率、産卵成績及びハウユニットに及ぼす影響. 福岡県農業総合試験場研究報告, 20: 93-96. 2001.
- 9) 池谷守司・鳥居幸男・佐野満昭・小泉豊. 鶏に対する茶葉の添加が生産性と卵質及び肉質に及ぼす影響. 静岡県中小家畜試験場研究報告, 8: 19-23. 1995.
- 10) 小嶋禎夫・吉田優子. 産卵後期における採卵鶏への緑茶葉粉末給与の影響. 東京都農林総合研究センター研究報告, 1: 27-34. 2006.

Effect of Mackerel Oil on DHA Content of a Chicken Egg

Yukari ICHIKAWA, Tsutomu TANABE, Takahiro MATSUTANI
and Chikoshi MIZUGUCHI

The present study has shown what amount of mackerel oil should be added to hen feed in order to produce chicken eggs rich in DHA.

In addition, there was examined if the addition of antioxidation (a tea leaf and Vitamin E) to Mackerel oil could be effective.

With 1%, 3%, 5% or 7% added mackerel oil added to feed, DHA content in an egg yolk tended to increase as the addition rate, rose, contrary however, the shift rate fell.

The addition of 7% mackerel oil to feed increased DHA contents in egg yolk above 3-fold compared to control.

Besides, Arachidonic acid and Linoleic acid decreased and the n-6/n-3 ratio fell, however, the productivity such as laying rate or daily output declined.

Further, the effect of additional tea leaf (from 0.5% to 1.5%), or Vitamin E (from 100IU to 300IU) was examined, and found no correlation between the addition rate and DHA content.