

卵黄の着色に関する研究

(4) キサントフィル剤フロラフィル添加の効果

須藤 浩・内田 仙二*・梅野 洋**

昭和51年 9月16日受理

緒 言

熱量源飼料として、黄色トウモロコシの代わりに、マイロを使用した場合、卵黄の色がうすくなるので、これにいろいろな添加剤を補い着色することについては、すでに2~3の報告を行なった^{1,2,3)}。本報はその継続で、一新着色剤フロラフィルを中心にして実験を行なったので、その結果を報告する。

実験材料および方法

1. 供試着色剤 キサントフィルを主成分とするもので、市販名はフロラフィル (Florafil) とよばれる。このものは天然物で、品種的に特別に選別されたメキシコ産のキンセンカ (*Calendula*) の花卉を処理して得られたものである。キサントフィルを高濃度に含んでいる。その特徴はつぎのようなものであるとしている。

1) キサントフィルの含量は、乾燥アルファルファの約30倍である。

2) きわめて少量で十分なキサントフィルを供給することができるから、繊維含量の高い原料を配合する必要がなくなる。繊維含量の高い原料は、配合飼料の効果を低めることになる。

3) 黄色トウモロコシが十分ないとき、これをつかえば、着色効果を十分あげ得る。その結果は、卵黄の色を濃くする。ブロイラーの色を濃くする。魚の肉や鱗の色を濃くするものである。

1 kg中に8.8gのキサントフィルを含み、その効果が低められないように酸化防止がなされている。なお、対照につかっていたアルファルファミールは、市販のペリット状のものを粉碎して供用した。

2. 試験区分 Table 1 のように、マイロ無添加区を対照に、アルファルファ 3%、フロラフィル 0.25%、0.5%添加、その他トウモロコシ飼料区など、計7区を設けて比較した。

供試鶏は前々年10月23日フ化の18カ月齢のロックホーン種で、試験前産卵率を調査した45羽より35羽を選び、1区5羽ずつの7区とし、単飼ケージに収容して実験に供した。

* Faculty of Agriculture, Okayama University, Okayama, Japan.

** Present address: Nihon Nosan Kogyo Co., Ltd.

Table 1. Experimental lots

Lot	abbrevi- ation of lot	No. of hens	Florafil %	Alfalfa meal %	Notes
1) Control	M	5	0	0	Milo 60% diet without pigmenter
2) Alfalfa meal 3%	A ₃	5	0	3	1)+Alfalfa meal 3%
3) Florafil 0.25%	F _{0.25}	5	0.25	0	1)+Florafil 0.25%
4) Florafil 0.5%	F _{0.5}	5	0.5	0	1)+Florafil 0.5%
5) Alfalfa meal & Florafil 3% 0.25%	A ₃ F _{0.25}	5	0.25	3	2)+Florafil 0.25%
6) Corn diet	C	5	0	0	Corn 60% diet
7) Corn diet +0.25% Florafil	CF _{0.25}	5	0.25	0	6)+Florafil 0.25%

3. 試験飼料の配合および管理 配合は Table 2 のようである。給飼は 9 時, 16 時の 2 回にわけて, 1 羽あたり 110 g ずつ与え, 水は自由に摂取させた。

Table 2. Composition of the diets for pigmentation studies

Ingredients	Lot	M	A ₃	F _{0.25}	F _{0.5}	A ₃ F _{0.25}	C	CF _{0.25}
Milo		60	60	60	60	60	0	0
Yellow Corn		0	0	0	0	0	60	60
wheat		4	4	4	4	4	4	4
wheat bran		6	6	6	6	6	6	6
Defatted rice bran		7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45	7.45
Soybean meal		9	9	9	9	9	9	9
Fish meal		8	8	8	8	8	8	8
Alfalfa meal		0	3	0	0	3	0	0
Florafil		0	0	0.25	0.5	0.25	0	0.25
CaCO ₃		4.6	"	"	"	"	"	"
NaCl	0.4							
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.37							
Dried liver oil (AD ₃)	0.10							
Vitamin B mixture	0.03							
Trace mineral supplement	0.05							
Total		100.0	103	100.25	100.5	103.25	100.0	100.25
CP (%)		17.7					17.7	
TDN (%)		66.3					66.8	

4. 調査および測定 前諸報^{1,2,3)}に準じて行なった。なお, 卵黄中のビタミンA, カロチン, キサントフィルについては, Fig. 1 に示した時点の試料について定量を行なった。

5. 試験期間 5月2日より7月11日に至る10週間で, Fig. 1 のようである。

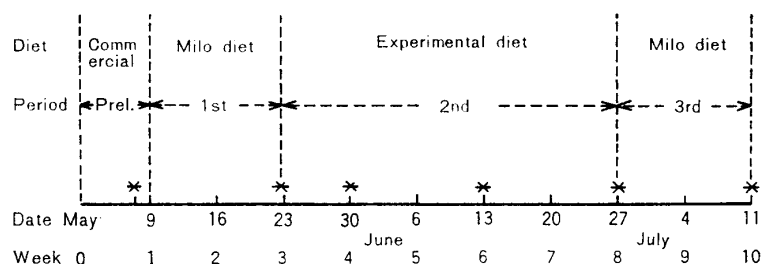


Fig. 1. Experimental period and chemical analyses of egg yolk
* Sampling date for chemical analyses

実験結果および考察

(1) 供試飼料の一般成分 予備期につかった市販飼料および Table 2 の設計によるマイロ飼料, トウモロコシ飼料, アルファルファミールの分析結果は Table 3 のようである。

Table 3. Chemical composition of the experimental diets and alfalfa meal.

		Moistnre	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
Commercial diet (Preliminary)	(%)	14.52	19.31	3.01	49.56	5.13	8.47
Corn diet	(%)	13.24	16.17	3.15	56.45	2.40	8.57
Milo diet	(%)	12.72	18.27	2.08	55.92	2.60	8.41
Alfalfa meal	(%)	11.75	19.55	3.26	36.32	20.66	8.46

この結果は, 粗タンパク質の含量が計算値と多少異った結果となり, マイロ飼料のほうが, コーン飼料よりも含量が高くなった。

(2) 飼料摂取量および産卵重 各区の各時期における飼料摂取量は, ほとんど差がなく, 添加物によると思われる差は認められなかった。また卵重量については, 羽数が少ないので, 各区間の差は, 添加試料による影響と判断することは不可能であった。産卵率および飼料効率についても同様であった。

(3) 卵黄色調の推移 卵黄の色調は, 2日ごとに各区2個ずつ割卵し, ロッシュカラーファンに比較して平均値を求めた。その結果は Table 4 のようである。

Table 4. Effects of Florafil on the color values of egg yolk

Period	Items	Lot	M*	A ₃	F _{0.25}	F _{0.5}	A ₃ F _{0.25}	C	CF _{0.25} **
	Preliminary		7.5	8	8.5	8	8	7	9
1 st	In 14 days		3.5	4	4	4	3.5	2.8	10
2 nd	In 35 days		2.3	6.5	7.3	9	9.3	9.5	10<
2 nd	Average		2.6±0.5	6.3±0.9	6.0±1.0	8.2±0.5	8.0±1.2	8.7±0.5	10±0
3 rd	In 14 days		3	4.3	3	3	3	3	9.5

* Milo diet was fed for the total periods.

** Corn diet was fed in 1st and 3rd periods but corn diet with 0.25% Florafil was fed in 2nd period.

この結果によると、マイロ無添加飼料を与えると、卵黄の色調は淡くなり、色調値は8程度から急に降り、約2週間で3~4程度に降る。しかして第2期の添加飼料には、急に

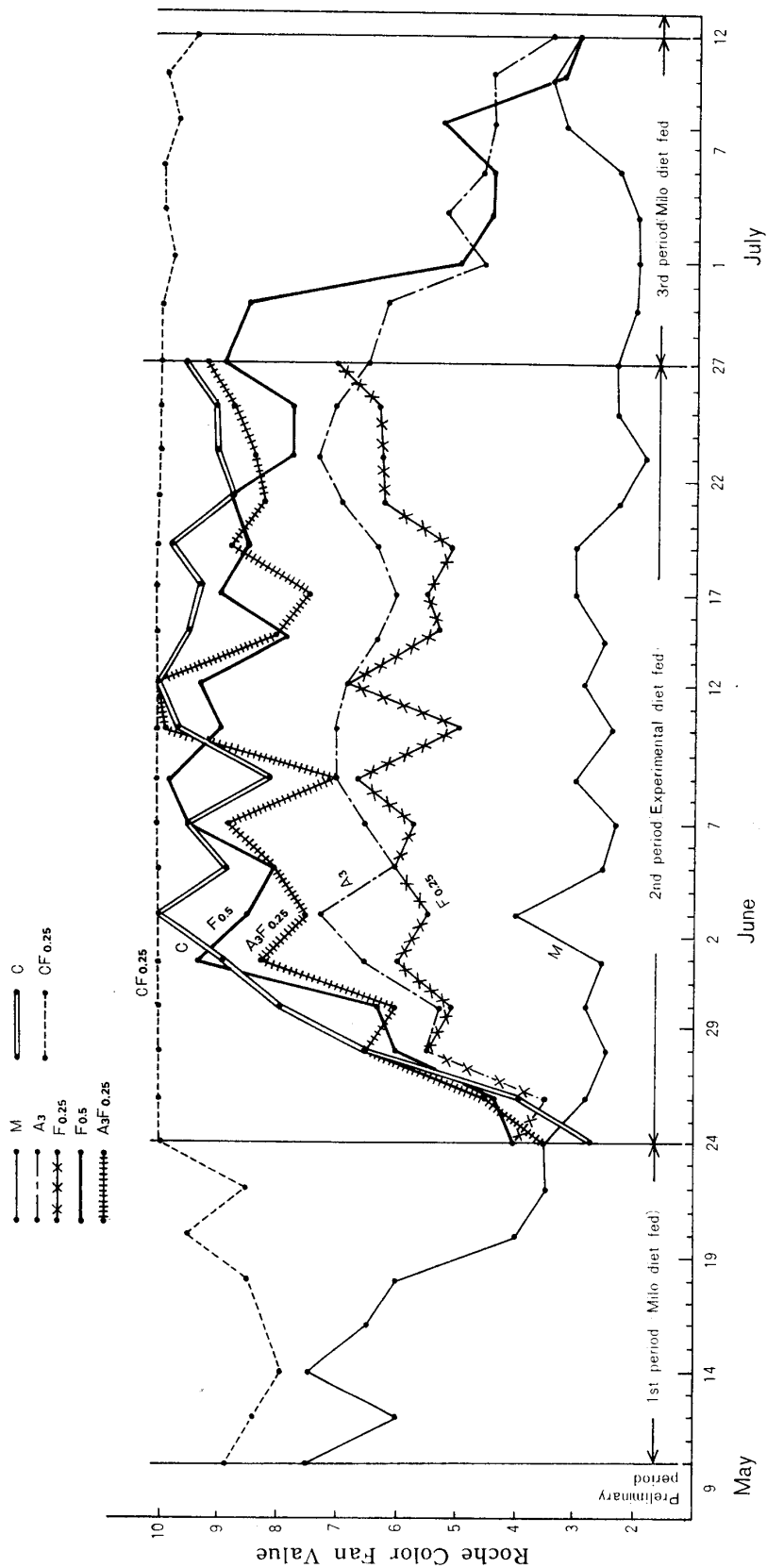


Fig. 2. Daily yolk pigmentation changes in hens fed a milo diet plus alfalfa meal or Florafil

色調は濃くなり、給与後約10日で、添加剤が示す固有の色調に到達する。試験飼料給与後の17回の調査値の平均値の色調順を示すとつぎのようである。

$$CF_{0.25} > C > F_{0.5} > A_3F_{0.25} > A_3 > F_{0.25} > M.$$

これを総合的にみると、フロラフィル0.25%の添加は、アルファルファミール3%添加にほぼ等しい効果を示すものと推察することができる。若し卵黄の色調が8程度のときをもって標準とすれば、マイロを60%配合した場合でも、フロラフィル0.5%添加するか、アルファルファミール3%と、フロラフィルを0.25%添加すれば、着色効果は十分あらわれるものと考えられる。

いっぽう、本実験は黄色トウモロコシの卵黄の着色効果の優秀性を示すものである。

さらに第3期に至って、マイロ飼料を、CF 0.25区以外の区に与えたが、いずれも卵黄の色調は急激に淡くなり、2週間後にはいずれも3程度の色調になった。

(4) 卵黄のビタミンA含量におよぼす影響 Fig. 1 に示した日時の試料について、卵黄のビタミンAの定量を行なったが、その結果は Table 5 のようである。

Table 5. The effect of Florafil on provitamin A content of egg yolk (Content expressed in 1 g of fresh egg yolk)

Period	Date	Lot	M	A ₃	F _{0.25}	F _{0.5}	A ₃ F _{0.25}	C	CF _{0.25}
Prel.	May 7		12.4 iu/g						
1 st	May 23 (in 14 days)		iu/g 9.1	iu/g 9.9	iu/g 10.8	iu/g 9.7	iu/g 10.8	iu/g 10.4	iu/g 10.4
2 nd	May 30 (in 7 days)		8.6	12.1	9.6	9.2	9.1	10.3	12.7
	June 13 (in 21 days)		8.0	15.8	13.5	14.1	15.7	17.5	16.7
	June 27 (in 35 days)		9.2	12.4	11.0	12.6	17.2	15.6	18.0
	Average		8.6	13.4	11.4	12.0	14.0	14.5	15.7
3 rd	July 11 (in 14 days)		10.6	15.0	13.8	13.0	12.8	16.7	15.6

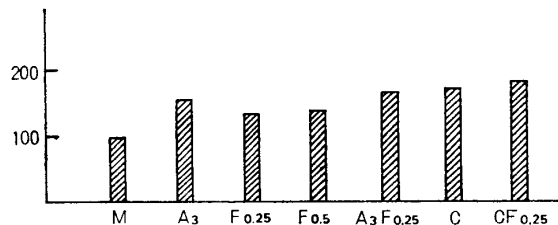


Fig. 3. The effect of alfalfa meal and Florafil on vitamin A content of egg yolk

ビタミンAの含量におよぼす効果は、黄色トウモロコシがもっとも高く、アルファルファミールがこれに次ぎ、フロラフィルはアルファルファミールにおよばないようである。これはフロラフィルはキサントフィル剤であるからである。

(5) 卵黄中のプロビタミンAの含量におよぼす影響 前項同様の時点の試料について、プロビタミンAの定量を行なった結果は Table 6 のようである。

Table 6. The effect of Florafil on provitamin A content of egg yolk (content expressed in 1 g of fresh egg yolk)

Period	Date	Lot	M	A ₃	F _{0.25}	F _{0.5}	A ₃ F _{0.25}	C	CF _{0.25}
Preliminary	May 7		7.09 mcg/g						
1 st	May 23 (in 14 days)		2.29	2.36	2.20	2.11	3.55	3.81	8.00
2 nd	May 30 (in 7 days)		2.40	4.78	2.22	2.60	3.79	6.78	9.66
	June 13 (in 21 days)		2.04	7.56	2.59	5.05	6.60	10.20	13.44
	June 27 (in 35 days)		1.70	4.90	3.63	6.30	11.18	6.90	13.00
	Average		2.05 (1.0)	5.75 (2.8)	2.81 (1.4)	4.65 (2.3)	7.19 (3.5)	7.96 (3.9)	12.03 (5.9)
3 rd	July 11 (in 14 days)		1.40	3.36	1.34	2.52	2.61	3.74	10.95

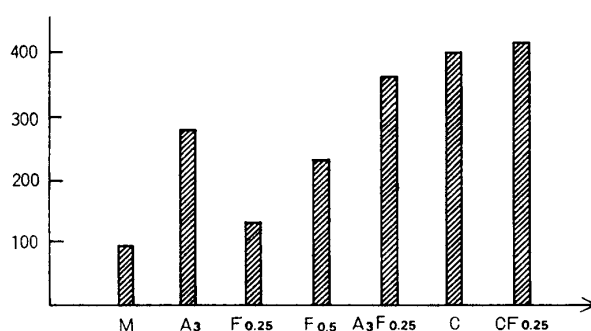


Fig. 4. The effect of alfalfa meal and Florafil on provitamin A content of egg yolk

この結果からつぎのことが知られる。

1) マイロ飼料の給与によって、卵黄のプロビタミンA含量は、低下するものと考えられる。

2) アルファルファミール3%添加によって、卵黄のプロビタミンA含量は約3倍近くに増加する。

3) フロラフィル0.25%添加でも、わずかに卵黄のプロビタミンAのレベルは高くなるようである。

4) フロラフィル0.5%添加によって、卵黄のプロビタミンA含量は、2倍以上になるが、アルファルファミール3%添加にはおよばないようである。

5) アルファルファミールを3%添加して、さらにフロラフィルを0.25%添加すれば、卵黄中のプロビタミンAのレベルは明らかに高くなる。しかしトウモロコシ飼料のレベルにはおよばないようである。

トウモロコシ飼料にフロラフィル0.25%添加すると、プロビタミンA含量は、わずかにレベルは高くなる。

6) トウモロコシ飼料区は、添加マイロ飼料区のいずれよりも、卵黄のプロビタミンAのレベルは高かった。

(6) 卵黄中のキサントフィル含量におよぼす影響 前項同様の時点の試料について、キサントフィルの定量を行なった。

試験飼料給与期に3回の定量を行なったが、その平均含量を、マイロ飼料(対照)区を1として、比較数で示せば、A₃区5.34, F_{0.25}区3.82, F_{0.5}区8.44, A₃F_{0.25}区10.23, C区6.15, CF_{0.25}区12.44であった。これを図示するとFig.5のようである。この実験結果からつぎのようなことがわかる。

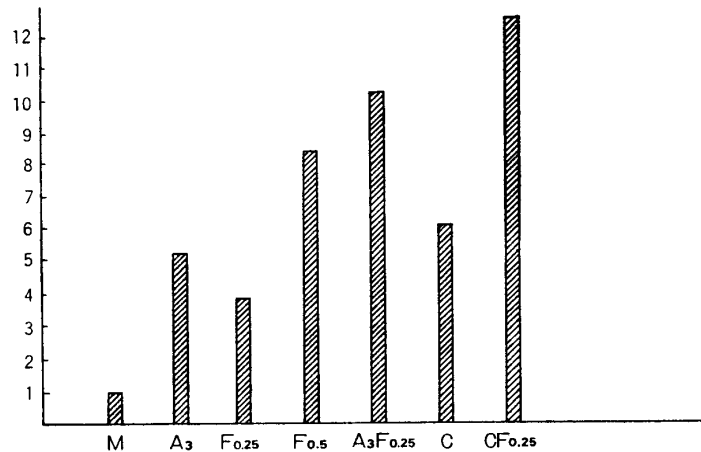


Fig. 5. The effect of alfalfa meal and Florafil on the xanthophyll content of egg yolk

1) フロラフィルは、卵黄のキサントフィル含量に、もっとも顕著な影響を与える。その影響力は、ビタミンA・プロビタミンAの含量におよぼす力よりも大きかった。

2) アルファルファミール3%添加の効果は、フロラフィル0.25%添加の効果より大きかったが、0.5%添加の効果におよばなかった。

3) フロラフィル0.5%添加区のキサントフィル含量は、トウモロコシ飼料区のそれよりもまさった。

4) アルファルファミールを添加し、さらにフロラフィルを加えるときは、その効果は一層顕著になる。

5) トウモロコシ飼料に、フロラフィルを添加したときも、キサントフィル含量は、一層レベルアップされることが認められた。すなわち、卵黄の色がきわめて濃色になることが認められた。実用的には、アルファルファミールの配合量をやや減じ、フロラフィルを0.25%程度添加すれば、卵黄の色調を適度に保ち得るものと推察される。

(7) 卵質に対する影響 試験期間中、週毎に1回、各区より2個ずつ次表の項目について調査を行なったが、そのうち各期における1回ずつを示せば Table 7 のようである。

この結果は、色調以外に変わった点は見出されない。

なお、(卵黄重/卵重)×100 すなわち卵黄率を求めたが、いずれの区も、また期により大差がなく、31~33.5%の間にあった。

供試鶏の体重の推移 体重は2週毎に、かつ個体毎に測定し、平均値を求めたが、マイ

Table 7. The effect of Florafil on the egg quality

Period	Lot	Egg weight	Thick-ness of egg shell	Antibre-aking force	Egg white weight	Color value	Egg yolk weight	Large diameter ①	Minor diameter ②	②/① ×100
		g	mm	kg	g		g	cm	cm	%
1 st (May 7)	M	61.0	0.372	1.60	31.3	6.0	18.5	5.86	4.33	74
	A ₃	56.5	0.363	2.20	29.9	6.0	19.0	5.60	4.47	76
	F _{0.25}	56.3	0.374	1.80	30.1	7.0	18.5	5.73	4.20	73
	F _{0.5}	57.3	0.382	1.81	31.0	5.0	18.5	5.83	4.20	72
	A ₃ F _{0.25}	55.0	0.391	1.72	29.0	5.5	18.5	5.62	4.17	74
	C	55.5	0.388	1.80	30.0	5.0	18.5	5.71	4.18	73
	CF _{0.25}	61.8	0.365	1.32	29.0	8.5	22.5	5.86	4.12	70
2 nd (June 20)	M	62.2	0.364	2.49	35.2	2.3	18.4	5.93	4.32	73
	A ₃	57.1	0.391	2.75	31.0	7.0	17.9	5.74	4.11	72
	F _{0.25}	64.4	0.372	2.19	36.5	6.3	20.0	5.91	4.45	75
	F _{0.5}	61.2	0.384	2.94	36.5	8.8	18.5	5.80	4.35	75
	A ₃ F _{0.25}	61.5	0.392	1.58	34.0	8.3	19.0	5.87	3.83	65
	C	61.1	0.350	0.97	35.5	8.3	18.5	6.02	4.18	69
	AF _{0.25}	51.2	0.390	1.57	28.8	10.0	17.3	5.18	4.15	80
3 rd (July 10)	M	61.0	0.300	0.65	35.5	3.0	19.0	6.04	4.30	71
	A ₃	66.5	0.363	1.95	30.0	3.5	18.8	5.74	4.20	73
	F _{0.25}	61.0	0.325	3.00	32.0	3.0	20.0	5.90	4.33	73
	F _{0.5}	56.5	0.288	1.85	31.0	3.0	18.8	5.88	4.11	70
	A ₃ F _{0.25}	59.5	0.337	1.13	33.5	3.0	17.5	5.70	4.56	80
	C	64.0	0.375	1.12	37.0	3.0	19.5	6.06	4.34	72
	AF _{0.25}	58.5	0.410	1.45	29.0	9.5	19.0	5.71	4.26	75

ロ対照区，アルファルファ3%添加区の鶏は，試験飼料給与期にわずかに体重の減少がみられた。しかしその他の区は，ほとんど体重は維持され，F_{0.5}区，CF_{0.25}区はわずかに増加した。

摘 要

キサントフィル剤であるフロラフィルの卵黄に対する着色効果ならびにビタミンAなどの含量におよぼす影響を知るため，無添加マイロ飼料区，これにフロラフィルを0.25%，0.5%を加えた区，アルファルファミール3%添加区，アルファルミール3%とフロラフィル0.25%添加区，トウモロコシ飼料区，トウモロコシ飼料にフロラフィル0.25%を添加する区の計7区を設け，産卵鶏による飼養試験を実施した。予備期を1週間とし，その後無添加マイロ飼料を2週間給与し，続いて5週間を添加飼料給与期とした。さらにそれに続いて，2週間は無添加マイロ飼料を与えた。

その結果の要約はつぎのようである。

1) 卵黄の色調は，マイロ(60%)飼料の給与によって，淡色となり，2週間で，8から3程度までさがる。これに対して黄色トウモロコシ(60%)飼料では常に8~10の値が

保持された。

2) マイロ飼料にアルファルファ、フロラフィルを添加して与えると、いずれも色調が高くなり、添加飼料給与後約10~14日で、固有の色調を呈するようになる。その結果は、 $CF_{0.25} > C > F_{0.5} > A_3F_{0.25} > A_3 > F_{0.25} > M$ の各区の順位であった。トウモロコシ飼料に対し、フロラフィルを0.25%添加すれば、卵黄の色調値は、10以上を示した。

3) 卵黄のビタミンA含量については、アルファルファミール、フロラフィルの添加によって、いずれも多少増加するように見えた。

4) 卵黄のプロビタミンAの含量についても、アルファルファミール、フロラフィルの添加は、その含量のレベルを高めることが認められた。

5) 卵黄のキサントフィル含量は、アルファルファミール、フロラフィルの飼料への添加によって、そのレベルは顕著に高められた。マイロ飼料(対照)区を基準にして、 A_3 区約5倍、 $F_{0.25}$ 区約4倍、 $F_{0.5}$ 区8.4倍、 $A_3F_{0.25}$ 区約10倍、 $CF_{0.25}$ 区は約12倍に高められた。

これを要するに、黄色トウモロコシの代わりに、60%のマイロを配合した産卵飼料に、0.25%または0.5%のフロラフィルまたはアルファルファミール3%添加は、卵黄の色調を調整するため、有力な効果のあることが認められた。

実用飼料には、マイロのみをつかうことはまれで、アルファルファミールも多少配合されるのが一般であるから、フロラフィルの使用量は、0.25%以下で、卵黄の色調を、好みの程度に調整することができ、この目的のため有用な卵黄着色添加剤といえることができる。

文 献

- 1) 須藤 浩・今西悦子：作陽音大・短大紀要，8 (1)，61~71 (1975)
- 2) 須藤 浩・内田仙二：岡山理大紀要，(11)，75~83 (1975)
- 3) 須藤 浩・内田仙二・楠本恭女：作陽音大・短大紀要，9 (1)，45~55 (1976)

Studies on Pigmentation of Egg Yolk

(4) The Effect of Addition of Florafil to the Diet

Hiroshi SUTOH, Senji UCHIDA and Hiroshi UMENO

(Laboratory of Biology, Okayama College of Science, Okayama, Japan)

Florafil is a preparation of xanthophyll which was made from petals of a species of *Calendula* in Mexico.

To determine the effects of Florafil on the pigmentation and the contents of vitamin A, provitamin A and xanthophyll of egg yolk, a feeding experiment for 10 weeks with laying hens (Rock horn breed) was carried out. Seven lots of the milo (60%) diet with 3% alfalfa meal (A_3), with 0.25% Florafil ($F_{0.25}$), with 0.5% Florafil ($F_{0.5}$), with 0.25% Florafil plus 3% alfalfa meal ($A_3F_{0.25}$), and of the control diet without additive (M), of the yellow corn (60%) (C) and of the yellow corn diet with 0.25% Florafil ($CF_{0.25}$) were set up in batteries (cf. Tab. 1). The feeding experiment consisted of 3 periods: in the first period the milo diet was fed, except the $CF_{0.25}$ lot; in the second period the experimental diets were fed respectively; and in the third period the milo diet was fed except $CF_{0.25}$ lot, while hens of the M-lot were fed the milo diet during the total periods. Egg yolk color value was evaluated by Roche 10 blade color fans. Of each sample of the egg yolk in each lot, vitamin A, provitamin and xanthophyll were chemically estimated (cf. Fig. 1).

The results obtained were summarized as follows:

- 1) Feeding of the milo diet lowered the color value from 8 to 3 in 12 days. In comparison with this, egg yolk of corn diet-lot maintained the color values at 8-10.
- 2) Egg yolk of A_3 , $F_{0.25}$, $F_{0.5}$ and $A_3F_{0.25}$ lots had considerable or high color values and gave a proper constant color value in 10 to 14 days after the feeding of experimental diet respectively.

Order of color value of egg yolk: $CF_{0.25} > C > F_{0.5} > A_3F_{0.25} > A_3 > F_{0.25} > M$
 The egg yolk of $CF_{0.25}$ -lot indicated a higher value than 10 of color fan.

- 3) The vitamin A content was somewhat increased by addition of Florafil.
- 4) The increase of provitamin A content of egg yolk by application of Florafil or alfalfa meal was observed.
- 5) In the application of Florafil to the diet, the xanthophyll content of egg yolk was 5 times in A_3 , 4 times in $F_{0.25}$, 8.4 times in $F_{0.5}$, 10 times in $A_3F_{0.25}$ and 12.4 times in $CF_{0.25}$ lot as much as that in the milo diet lot.

In the practical formula feed, it may possibly regulate the pigmentation of egg yolk by the application of Florafil lower level than 0.25%. Florafil is regarded as an available pigmenter of egg yolk.