

# 「東京うごっけい」のカロテノイド強化卵作成マニュアル

第1版

2023年10月

東京都農林総合研究センター

## 目次

1. はじめに
2. 飼料中ならびに卵黄中のルテインあるいはゼアキサンチンの含量
3. 添加物の飼料への混合方法(農総研での実施例)
4. 飼料の調製(飼料と添加物の混合)および保存など
5. 添加物および調製飼料の保存方法
6. 飼料添加物等(以下「添加物」とする)の色見本とカロテノイドの含量(残存率)の目安
7. 利用例(参考)
8. その他(留意点など)
9. 参考文献等

## 1. はじめに

カロテノイドは、天然に分布する黄色や赤色の脂溶性色素であり、強い抗酸化作用を持つことが知られています。その一種であるルテインやゼアキサンチンは特に目に優しいカロテノイドと考えられています<sup>1-2)</sup>。また、カロテノイドを多く含む食品の一つとして卵黄が挙げられます<sup>3)</sup>。

一般的な市販の産卵鶏用配合飼料にはトウモロコシが配合されており、これに含まれるルテインが卵黄に移行することが知られています。また、卵黄色の改善を目的としてパプリカ抽出物が添加される場合がありますが、これに含まれるゼアキサンチンも卵黄に移行することが知られています。

東京都農林総合研究センターでは、東京うこっけいにおけるカロテノイド強化卵作出方法を検討するため、令和元年度から令和4年度までに研究課題「抗酸化性の付与による東京うこっけいの高付加価値化」を実施しました。本マニュアルは、そこで得られた成果を基に東京うこっけいにおけるカロテノイド強化卵作成の一手法を紹介するものです。

## 2. 飼料中ならびに卵黄中のルテインあるいはゼアキサンチンの含量

(1) 添加物: マリーゴールド花卉抽出物

表1 飼料中のルテイン含量, (カロテノイド含量)および卵黄色(RYCF スコア)の目安

項目	単位\横軸1)	1	2	3	4	5
ルテイン含量	mg/kg 飼料	5.0	31.3	57.5	110.0	145.0
カロテノイド含量	mg/kg 飼料	16.3	46.3	76.3	136.3	176.3
RYCFスコア 2)	1-15	7/8	(9)	10-	10+	10/11
添加量 (参考)	g/20kg 飼料	0	30	60	120	160

1) 横軸: 図1の横軸(1-5)に対応している.

2) RYCF スコア(ロッシュヨークカラーファンスコア)を15程度に高める際は赤色系色素(パプリカ抽出物等)との併用が望ましい.

(参考) パワーレイヤー177(1袋)に対するマリーゴールド花卉抽出物の添加量.

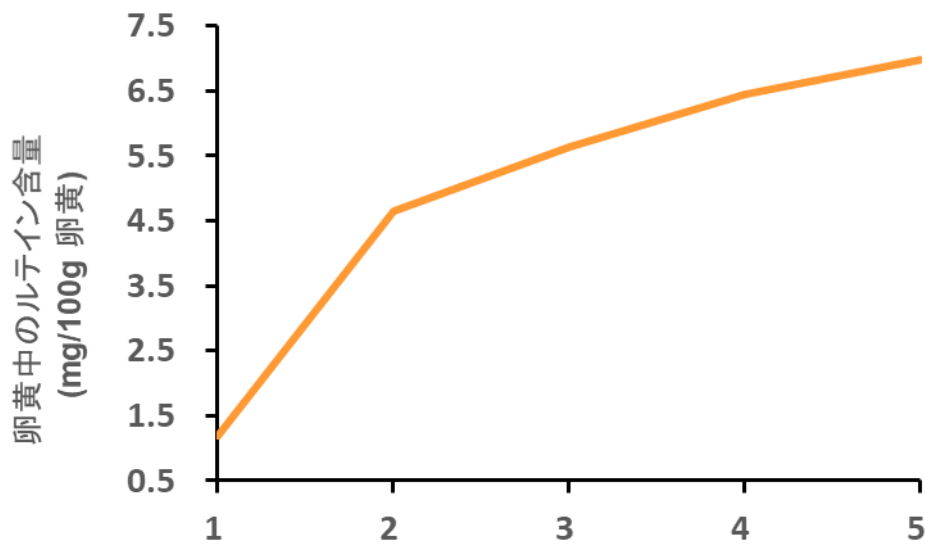


図1 飼料中のルテイン含量と卵黄中のルテイン含量の関係(目安)

※横軸の数値(1-5)は表1を参照のこと

当研究センターにおいて実施した際に用いた添加物(マリーゴールド花卉抽出物)の飼料(パワーレイヤー177)20 kgへの添加量は、表1の添加量(参考)のとおりでした。実際に添加量を決める場合は、実現したい卵黄中のルテイン含量に対して、本マニュアルの6[飼料添加物等の色見本とカロテノイド含量(残存率)の目安]と表1の飼料中のルテイン含量から添加物(マリーゴールド花卉抽出物)の添加量を決めることになります。

(2)添加物:パプリカ抽出物

表2 飼料中のゼアキサンチン含量, (カロテノイド含量)および卵黄色(RYCFスコア)の目安

項目	単位\横軸1)	1	2	3	4	5
ゼアキサンチン含量	mg/kg 飼料	4.0	6.6	9.1	14.2	19.3
カロテノイド含量	mg/kg 飼料	16.3	31.3	46.3	76.3	106.3
RYCFスコア 2)	1-15	7/8	13	14/15	15+	15++
添加量(参考)	g/20kg 飼料	0	60	120	240	360

1) 横軸:図2の横軸(1-5)に対応している.

2) RYCF スコアを 15 程度に高める際は黄色系色素(マリーゴールド花卉抽出物等)との併用が望ましい.

(参考) パワーレイヤー177(1袋)に対するパプリカ抽出物の添加量.

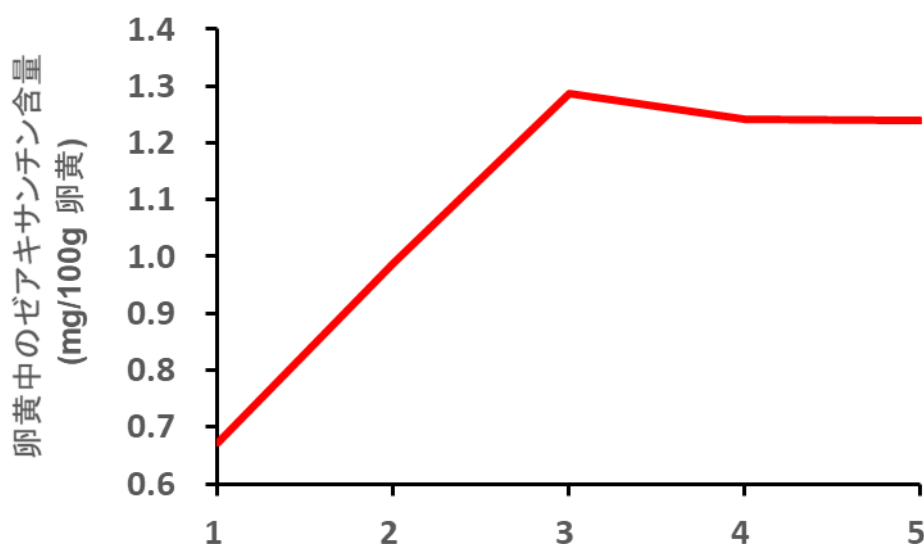


図2 飼料中のゼアキサンチン含量と卵黄中のゼアキサンチン含量の関係(目安)

※横軸の数値(1-5)は表2を参照のこと

当研究センターにおいて実施した際に用いた添加物(パプリカ抽出物)の飼料(パワーレイヤー177)20 kgへの添加量は、表2の添加量(参考)のとおりでした。実際に添加量を決める場合は、実現したい卵黄中のゼアキサンチン含量に対して、本マニュアルの6〔飼料添加物等の色見本とカロテノイド含量(残存率)の目安〕と表2の飼料中のゼアキサンチン含量から添加物(パプリカ抽出物)の添加量を決めることとなります。

表3 パプリカ抽出物の添加量(g/20kg 飼料)の目安<sup>1)</sup>

		目標とする卵黄色				
		10	11	12	13	14/15+
現 卵 黄 色 ア ン )	7	21	30	41	55	73
	8	15	24	35	49	67
	9	8	17	28	42	60
	10	--	9	20	34	52
	11		--	11	25	43
	12			--	14	32
13				--	18	
14/15					--	

1) 実際に得られた卵黄色により添加量を適宜調整する必要がある。

表3の見方:例えば現状の卵黄色(カラーファン値)が9の場合でこれを添加物(パプリカ抽出物)の添加によって14/15+に高めたい時には、表3の現卵黄色(縦軸)の9と目標とする卵黄色(横軸)の14/15+の交差する部分を読みます。添加量 60(g/20 kg 飼料)と判明したことから、現在給与している飼料 20kg あたりに添加するパプリカ抽出物の量は 60g となります。

### 3. 添加物の飼料への混合方法(農総研での実施例)

飼料に対する添加物の量が極めて少ないため、均一に混合することが特に肝要である。添加物の飼料への混合は小型コンクリートミキサーで代替できる。図3のタイプではドラムの角度を調整することによって素早く均一に混合することができる。一回に混合する飼料量はミキサーのコンクリート練り量の6割程度が至適であり、最大でも8割程度までとした方が攪拌に要する時間が短く、かつ、飼料のこぼれが少ない。

例えばドラム容量 120L、練り量 50L(図3のタイプ、参考価格:約3万円)であれば飼料量 30 kg程度が至適(飼料量 10~40 kg程度がレンジ)となる。なお、攪拌時に粉末が飛散する方法では添加物をロスする原因になる。実際に農総研で行った際の攪拌時間(ミキサー運転時間)は飼料約 30 kgで1~2分程度である。従って、飼料調製(飼料と添加物の混合)は均一、短時間、かつ丁寧な攪拌を旨とする。



図3 ミキサー(例)

### 4. 飼料の調製(飼料と添加物の混合)および保存など

飼料の調製は長くても4週間程度で使い切る量を目安に行う(但し、調製済み飼料の保存環境や季節により適宜調整する)。調製済み飼料は光線(日光他)をできるだけ避け、フレッシュな状態での使い切りが望ましい。すなわち日々食べきる量(決まった給与時間帯に飼槽がほぼ空になっている状態)を目安に給与する。調製済み飼料は蓋つきの容器(図4)に入れ、可能であれば冷暗所での保存が望ましい。

つまり飼料の調製はこまめに行い、作り置きによる長期保存は避ける。日光を避け、冷暗所に保存する。飼槽への給餌は出来る限り毎日行って新鮮な飼料を提供する。さらに、飼料調製時には調製後の飼料中のカロ

テノイド含量(ルテイン、ゼアキサンチン等)のコンスタントな再現を心掛ける。これらにより生産卵の品質安定を図る。



図4 調整後の飼料の保存容器(イメージ)

※光を通しにくい材質, しっかり蓋ができる形状が望ましい。

## 5. 添加物および調製飼料の保存方法

### (1) 残った添加物の保存方法

ア. 添加物は、温度・空気・光により色素成分の分解(図5)による退色が進むため、低温、脱気、遮光による保存が望ましい。望ましくは残った添加物を小分けにした後、脱気シール処理(図6)を施して冷凍庫もしくは冷蔵庫で保存する。脱気シール処理が困難な場合は、フリーザーバックに小分けにしたものに容量に見合った大きさの脱酸素剤(図7)を入れ、手などでフリーザーバックからできるだけ空気を押し出したのち口を閉じたものに対して低温かつ遮光による保存を行うことで図5よりも高い残存率が期待できる。なお、脱気シール処理の際にも袋の中への脱酸素剤の同封が望ましい。

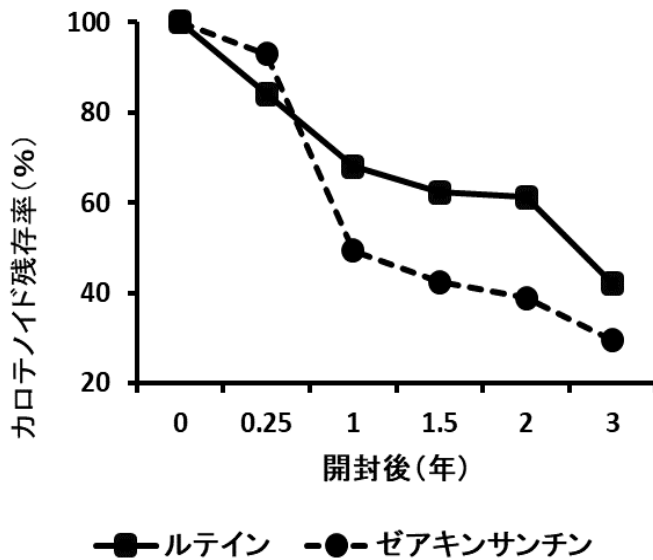


図5 開封後の添加物中のカロテノイド残存率

(保存条件:袋の口を縛る, 暗所, 常温  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  保存の場合)



図6 脱気シール処理(例)

(マリーゴールド花卉抽出物)

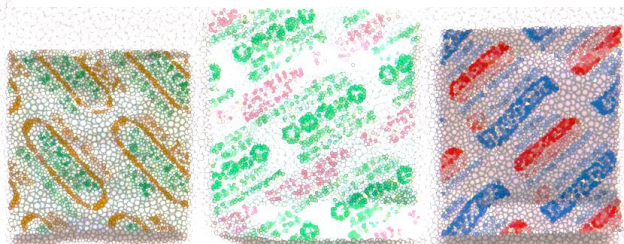


図7 脱酸素剤(イメージ)

6. 飼料添加物等(以下「添加物」とする)の色見本とカロテノイドの含量(残存率)の目安

(1) マリーゴールド花卉抽出物

ア. 各数値: ルテイン含量 mg/100g(残存率%) 色見本内の数値: 16進数のカラーコード.



① 1700(100)

② 1500(90)

③ 1200(70)



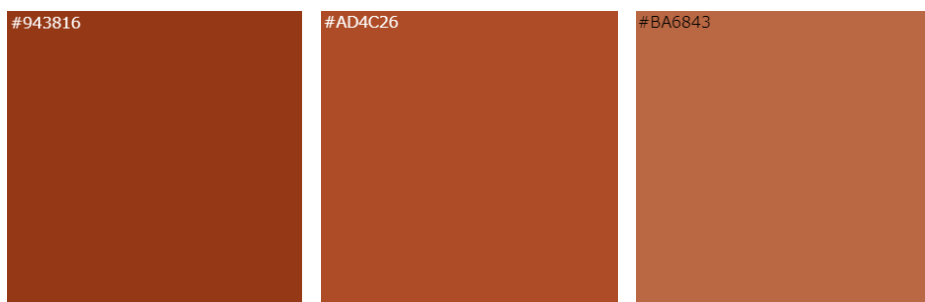
④ 1000(60)

⑤ 850(50)

⑥ 700(40)

(2) パプリカ抽出物

ア. 各数値: ゼアキサンチン含量 mg/100g(残存率%) 色見本内の数値: 16進数のカラーコード.



① 85(100)

② 77(90)

③ 42(50)



④ 30(35)

⑤ 26(30)

⑥ 17(20)



## 7. 利用例(参考)

現卵黄色(カラーファン値)が9の場合でこれを添加物(パプリカ抽出物)の添加によって 14/15+に高めたい場合、表3の現卵黄色(縦軸)の9と目標とする卵黄色(横軸)の 14/15+の交差する部分が必要な添加量となります。この場合、必要な添加量は 60(g/20 kg 飼料)です。表2の添加量(参考)を参照すると、この 60(g/20 kg 飼料)の添加量は項目2に合致し、当センターでの試験結果(図2)では添加物(パプリカ抽出物)を 60g 添加した際(項目2)の卵黄中のゼアキサンチン含量は、約1mg/100g 卵黄でした。

添加物は保存状態によって含まれる成分量が変化します。使用する添加物の色等がパプリカ抽出物の色見本の①(ゼアキサンチン含量 85mg/100g, 残存率 100%)に該当するのであれば、添加物の飼料への添加量は 60(g/20 kg 飼料)のままです。もし、添加物が退色している場合は、ゼアキサンチンの残存率に応じて添加量を加減する必要があります。但し、添加物は本マニュアル(5. 添加物および調製飼料の保存方法など)に則した保存を行って保存中の退色を防止することが肝要です。

## 8. その他(留意点など)

(1)マリーゴールド花卉抽出物は黄色系色素なので、単味の添加だけで卵黄色(RYCF スコア)をNo.12 以上にするのは難しい。従って、No.12 以上を目標とする場合は赤色系色素(例えばパプリカ抽出物)の併用添加が望ましい。

(2)パプリカ抽出物は赤色系色素であり、卵黄色(RYCF スコア)を上げる効果が高い。パプリカ抽出物の添加で卵黄色(RYCF スコア)をNo.14 以上にすることも可能である。しかし今回、パプリカ抽出物の単味添加の場合、一部の生産卵において卵黄色の色調やその斉一性にバラツキ(むら)が観察されることがあった(図8)。RYCF スコアの高い卵黄の生産を目標とする場合は、黄色系色素(例えばマリーゴールド花卉抽出物)の併用添加が望ましい。



図8 むらが観察された卵黄(例)

(3)本マニュアル作成に関わる試験に用いた添加物中の総カロテノイド含量は、パプリカ抽出物で5g/kg (5,000ppm)、マリーゴールド花卉抽出物で 20g/kg (20,000ppm)だった(メーカー規格書より算出)。また、表1および表2における横軸1は、くみあい標準配合飼料パワーレイヤー177(JA 東日本くみあい飼料株)を基礎飼料にした場合の数値である(弊社調べ)。

(4)給与飼料の内容を変更した場合、集団における卵黄中のカロテノイド含量が安定するために要する時間は、給与開始後2週間程度である。

(5)選り食い(粒度の粗い飼料原料を好んで摂取すること)による鶏卵品質のバラつきを抑えるためにも、給餌は毎日実施する。飼料給与量は一日一羽あたり 60g 程度を目安に行い、食べ残した量あるいは飼槽が空になる時間によって適宜増減する。但し、給与飼料の内容を変更した場合は、当初食べ残していたとしても

馴致期間として少なくとも一週間程度は様子を見ることが望ましい。

(6)本マニュアルは東京都農林総合研究センターで得られた研究成果を基に作成したものです。記載した条件や数値は、実際にそれぞれの農場で導入いただく際の目安として紹介したものであり、本マニュアルに基づいて生産した東京うこっけい卵中のカロテノイド含量を保証するものではありません。

## 9. 参考文献等

- 1) 石田 晋, 加齢黄斑変性の予防医学, 学術の動向, 2012(12), 80-85.
- 2) 高市真一, カロテノイドとヒト, 日医大医会誌, 2012, 8(4), 264-267.
- 3) 厚生労働省生活習慣病予防のための健康情報サイト,  
<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/food/ye-007.html>