

# 乾燥キハダ葉粉末飼料給与が名古屋種の卵質に及ぼす影響（第二報）

研究開発第一課 橋本和樹・倉田佳洋・立本行江※

※産業総合振興センター産業技術研究部バイオ・食品グループ

## 要 約

漢方のメッカ推進プロジェクトの一環として、キハダの副産物である葉の有効利用を目的とし、名古屋種の飼料への乾燥キハダ葉粉末 10%または 5%添加が卵質に及ぼす影響を調査した。その結果、卵黄色は赤色度低下と黄色度上昇の傾向がみられた。機能性成分においては、 $\alpha$ トコフェロール、 $\beta$ カロテン及びルテインの増加が見られたが、 $\alpha$ カロテン、 $\beta$ クリプトキサンチンは変化しなかった。一方、乾燥キハダ葉粉末の添加量に依存して体重、飼料消費量及び産卵率が低下した。

したがって、乾燥キハダ葉粉末の飼料添加は機能性卵としての付加価値向上に寄与することが示唆されたが、5%または 10%の添加においては生産性の低下を伴った。本試験においては、10%に比べ 5%の添加が生産性、機能性両面において商品化に適していると考えられたが、添加によって生産性が低下するため、付加価値による販売価格への反映とのバランスにより、適正な添加量を調整する必要がある。

## 緒 言

奈良県では、平成 24 年より漢方のメッカ推進プロジェクトを立ち上げ、薬用植物に関連する商品・サービスの創出を通じた県内産業の活性化を進めている。このプロジェクトの一環で、キハダの地産地消及びその副産物の付加価値向上に取り組んでいる。キハダは、ミカン科キハダ属の落葉高木で、内皮はオウバクという生薬になる。オウバクの主成分はベルベリンで、消炎、鎮痛、健胃作用がある。奈良県では「陀羅尼助丸」に配合されていることで長年親しまれてきた。一方、副産物である葉は未利用で、山林で伐採後、放置されている<sup>1)</sup>。葉はベルベリンを含まないが、 $\beta$ カロテンなどの栄養成分は豊富であることが知られている。

キハダの葉を鶏の飼料として利用する研究は過去にないため、当センターでは令和 3 年度に乾燥キハダ葉粉末（以下キハダ）を名古屋種の飼料に 5%または 2%添加し、それが卵質に及ぼす影響を調査した<sup>2)</sup>。その結果、キハダの添加割合に依存して機能性成分の $\alpha$ トコフェロール及び $\beta$ カロテンが増加し、鶏卵鮮度の指標となるハウユニットと卵黄指数が向上した。

しかし、キハダ添加が及ぼす産卵率等の生産性の変化は調査していないため、今回はキハダを 10%または 5%に増量し、鶏卵の生産性と卵質に及ぼす影響を調査した。

## 材料および方法

### 1. 供試鶏および試験区分

令和 3 年 6 月 17 日発生の名古屋種雌で、当センターで通常使用している成鶏用飼料を給与する群を対象とし、対照区飼料にキハダ 10%添加した区をキハダ 10%区、対照区飼料にキハダ 5%添加した区をキハダ 5%区と設定した（表 1）。成鶏用飼料の成分量及び原材料は表 2、成鶏用飼料及びキハダの機能性成分は表 3 の通りである。試験期間は令和 4 年 7 月 26 日（58 週齢）～8 月 26 日（63 週齢）とし、飼料以外の飼養法は慣行通りに実施し、試験期間を通して不断給餌、自由飲水とした。

表1 試験区分

区分	飼料	飼育面積 (m <sup>2</sup> )	供試羽数 (羽)	飼育密度 (羽/m <sup>2</sup> )
キハダ10%区	対照区飼料にキハダ葉10%添加	2.6	20	7.8
キハダ5%区	対照区飼料にキハダ葉5%添加	2.6	20	7.8
対照区	当センター慣用成鶏用飼料	2.6	20	7.8

表2 成鶏用飼料の成分量及び原材料

成分量	
粗たん白質	17.0 %以上
粗脂肪	3.0 %以上
粗繊維	6.0 %以上
粗灰分	14.5 %以上
カルシウム	3.40 %以上
りん	0.40 %以上
代謝エネルギー	2850 kcal/kg以上

  

原材料		
区分	配合割合	原材料名
穀類	54 %	とうもろこし、マイロ、米
植物性油かす類	25 %	大豆油かす、なたね油かす、コーングルテンミール、コーンジャムミール
そうこう類	1 %	米ぬか油かす、とうもろこしジスチラーズグレインソリューブル
動物質性飼料	2 %	魚粉
その他	16 %	炭酸カルシウム、動物性油脂、食品副産物、コーンステープリカー、りん酸カルシウム、食塩、パプリカ抽出処理物、マリーゴールド花卉抽出粕、無水ケイ酸

表3 成鶏用飼料及び乾燥キハダ葉粉末の機能性成分 (mg/100g)

	成鶏用飼料	乾燥キハダ葉粉末
αトコフェロール	0.40	35.08
αカロテン	0.56	0.87
βカロテン	3.33	12.69
βクリプトキサンチン	0.20	0
ルテイン	0	37.54

## 2. 調査項目

## 1) 生産性

生存率、平均体重、飼料消費量、産卵成績（ヘンデー産卵率、ヘンハウス産卵率）を算出した。

## 2) 卵質検査

卵重、卵殻厚、ハウユニット、卵黄指数、卵形指数、卵黄色を測定した。

## 3) 栄養成分

卵黄中のαトコフェロール、αカロテン、βカロテン、βクリプトキサンチン、ルテインを測定した。

なお、栄養成分の分析は産業振興総合センターに依頼した。

### 3. 統計処理

各区の比較には多重比較検定の Tukey-Kramer 法を用い、有意水準  $p < 0.05$  の場合に有意差ありとした。

## 結 果

### 1. 生産性

#### 1) 生存率

62 週齢でキハダ 5% 区に 1 羽斃死が見られたが、全区において良好で各区に差は見られなかった(表 4)。

表4 生存率(%)

(週齢)	58	60	63
キハダ10%区	100	100	100
キハダ5%区	100	100	95
対照区	100	100	100

#### 2) 体重

試験開始日及び終了日に各区 20 羽ずつ体重測定を実施した。対照区に体重の変化は無かったが、試験区ではキハダの添加量に依存して体重が減少する傾向があり、キハダ 10% 区では試験期間を通して体重が 10% 減少した (表 5)。

表5 体重 (g)

(週齢)	58	63
試験区 キハダ10%区	2699 ± 243	2432 ± 407
キハダ5%区	2738 ± 341	2602 ± 341
対照区	2718 ± 307	2721 ± 435

平均±標準偏差  
有意差なし

#### 3) 飼料消費量

試験期間を通した飼料消費量はキハダの添加量に依存して減少する傾向が見られた。キハダ 10% 区では対照区と比較して 27% 少なく、キハダ 5% では 16% 少なかった (表 6)。

表6 飼料消費量 (g/日) (n=20)

(週齢)	58~63
キハダ10%区	99.2
キハダ5%区	112.9
対照区	135.1

#### 4) 産卵成績

産卵成績は対照区で最も高く、キハダの添加量に依存して低下した。生存率の低下がみられなかったため、ヘンデー産卵率とヘンハウス産卵率には同様の傾向が認められたが、キハダ 10%区では対照区より 36%低下し、キハダ 5%区では 14%低下した (表 7、8)。

表7 ヘンデー産卵率 (%)

(週齢)	58~63
キハダ10%区	31.9
キハダ5%区	43.3
対照区	50.0

表8 ヘンハウス産卵率 (%)

(週齢)	58~63
キハダ10%区	31.9
キハダ5%区	42.7
対照区	50.0

## 2. 卵質検査

### 1) 卵重

試験期間を通して全区で減少傾向にあったが、各区に差は無かった (表 9)。

表9 卵重 (g) (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	59.43 ± 3.13	57.62 ± 5.41	57.45 ± 2.98
キハダ5%区	61.16 ± 2.04	58.88 ± 0.65	57.56 ± 2.23
対照区	59.53 ± 2.26	58.76 ± 3.36	56.11 ± 3.33

平均±標準偏差  
有意差なし

### 2) 卵殻厚

キハダ 10%区及び 5%区で試験期間を通して増加傾向にあり、63 週齢では対照区より有意に高かった (表 10)。

表10 卵殻厚 (mm) (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	0.31 ± 0.02	0.34 ± 0.02	0.36 ± 0.01a
キハダ5%区	0.33 ± 0.02	0.34 ± 0.01	0.36 ± 0.03b
対照区	0.33 ± 0.04	0.32 ± 0.03	0.32 ± 0.02a,b

平均±標準偏差  
同符号間に有意差 (P<0.05)

3) ハウユニット

63 週齢のキハダ 10%区では対照区より 8%高かったが、有意差は認められなかった (表 11)。

表11 ハウユニット (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	81.71 ± 10.69	67.86 ± 5.87	82.75 ± 11.08
キハダ5%区	73.53 ± 8.03	78.26 ± 9.44	72.75 ± 6.20
対照区	74.70 ± 13.09	79.01 ± 7.88	76.62 ± 4.15

平均±標準偏差  
有意差なし

4) 卵黄指数

61 週齢のキハダ 5%区で対照区より有意に低下したが、63 週齢で各区に有意差は認められなかった (表 12)。

表12 卵黄指数 (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	41.59 ± 0.98	39.12 ± 1.27	42.04 ± 1.49
キハダ5%区	40.98 ± 2.79	35.72 ± 3.59a	38.35 ± 2.11
対照区	41.08 ± 2.11	42.15 ± 1.45a	41.75 ± 1.75

平均±標準偏差  
同符号間に有意差 (P<0.05)

5) 卵形指数

61 週齢のキハダ 10%及び 5%区で対照区よりそれぞれ 5%程度高かったが、63 週齢では差は認められなかった (表 13)。

表13 卵形指数 (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	74.51 ± 4.16	77.29 ± 3.10	75.61 ± 4.11
キハダ5%区	77.34 ± 2.36	77.69 ± 2.90	76.00 ± 3.45
対照区	74.64 ± 2.60	73.85 ± 2.06	75.89 ± 3.22

平均±標準偏差  
有意差なし

6) 卵黄色

ヨークカラーファンスコアは試験期間を通して低下する傾向が見られたが、各区に差は認められなかった（表 14）。L\*値（明度）は 58 週齢のキハダ 5%区でキハダ 10%区より有意に高かったが、61 週齢では各区に差は無く、63 週齢ではキハダ 5%区で 10%区及び対照区より有意に高かった（表 15）。a\*値（赤色度）は試験期間を通して全区で低下する傾向が見られたが、試験区で特に顕著であった。各区に有意差はなかったが、63 週齢では 58 週齢と比較して、対照区で 56%低下し、キハダ 10%区及び 5%では 88%低下した（表 16）。b\*値（黄色度）は 58 週齢のキハダ 10%区で 5%区及び対照区より有意に低かったが、61 週齢では有意差は見られず、63 週齢のキハダ 5%区で 10%区及び対照区より有意に高かった（表 17）。

表14 ヨークカラーファンスコア (n=5)

区分	58	61	63
キハダ10%区	13.20 ± 1.30	13.00 ± 0.00	10.60 ± 0.55
キハダ5%区	13.40 ± 0.55	12.60 ± 0.55	11.80 ± 1.10
対照区	13.00 ± 0.71	12.80 ± 0.45	10.80 ± 0.45

平均±標準偏差

有意差無し

表15 L\* (明度) (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	53.47 ± 2.58a	56.98 ± 0.76	56.02 ± 2.45a
キハダ5%区	57.38 ± 1.59a	56.12 ± 1.87	60.80 ± 2.50a,b
対照区	56.43 ± 2.30	55.58 ± 1.64	56.13 ± 2.46b

平均±標準偏差

同符号間に有意差 (P<0.05)

表16 a\* (赤色度) (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	4.46 ± 1.34	0.73 ± 1.29	0.50 ± 1.29
キハダ5%区	4.39 ± 1.14	1.78 ± 1.07	0.51 ± 0.86
対照区	4.16 ± 1.19	2.27 ± 0.98	1.82 ± 0.89

平均±標準偏差

有意差無し

表17 b\* (黄色度) (n=5)

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	37.50 ± 1.98a,b	45.59 ± 2.82	43.14 ± 4.87a
キハダ5%区	43.48 ± 2.13a	40.29 ± 3.74	49.82 ± 2.92a,b
対照区	42.67 ± 3.69b	40.29 ± 3.16	41.15 ± 2.55b

平均±標準偏差

同符号間に有意差 (P<0.05)

### 3. 機能性成分

#### 1) $\alpha$ トコフェロール

全区で上昇する傾向が見られた。キハダ 5%区で最も顕著であり、試験期間を通して 60%上昇した (表 18)。

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	3.27 ± 0.30	4.18 ± 0.05	4.39 ± 0.56
キハダ5%区	3.29 ± 0.23	4.75 ± 0.15	5.27 ± 0.40
対照区	3.18 ± 0.05	4.45 ± 0.22	4.43 ± 0.30

平均±標準偏差

#### 2) $\alpha$ カロテン

キハダ 10%区では 63 週齢でのみ検出され、キハダ 5%区及び対照区では試験期間を通して減少する傾向があった (表 19)。

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.116 ± 0.180
キハダ5%区	0.645 ± 0.816	0.058 ± 0.142	0.000 ± 0.000
対照区	0.175 ± 0.526	0.113 ± 0.175	0.056 ± 0.137

平均±標準偏差

#### 4) $\beta$ カロテン

試験期間を通して上昇する傾向が見られ、キハダの添加量が増加するほど含有量が増加する傾向にあった。63 週齢のキハダ 10%区では対照区より 55%高かった (表 20)。

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	0.000 ± 0.000	0.141 ± 0.029	0.227 ± 0.039
キハダ5%区	0.029 ± 0.086	0.152 ± 0.120	0.204 ± 0.019
対照区	0.000 ± 0.000	0.099 ± 0.078	0.146 ± 0.014

平均±標準偏差

#### 5) $\beta$ クリプトキサンチン

試験期間を通して減少する傾向があり、キハダの添加量が増えるに従ってより顕著に見られた (表 21)。

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	0.891 ± 0.181	0.503 ± 0.006	0.520 ± 0.040
キハダ5%区	0.975 ± 0.680	0.598 ± 0.009	0.553 ± 0.090
対照区	0.762 ± 0.153	0.756 ± 0.025	0.685 ± 0.006

平均±標準偏差

## 6) ルテイン

61 週齢のキハダ 10%区及び 5%区で 58 週齢の約 1.8 倍に増加したが、その後の増加は見られなかった (表 22)。

(週齢)	58	61	63
キハダ10%区	1.607 ± 0.094	2.845 ± 0.319	2.367 ± 0.452
キハダ5%区	1.728 ± 0.227	3.106 ± 0.117	2.895 ± 0.535
対照区	1.633 ± 0.198	2.485 ± 0.158	2.084 ± 0.095

平均±標準偏差

## 考 察

試験区の生存率は全区で高かったため、キハダ添加が鶏の健康に対して大きな負担になることは考えづらい。しかしながら、キハダの添加量に依存して体重及び飼料消費量が低下する傾向が見られたため、キハダ添加による嗜好性低下が示唆された。産卵成績においても、キハダの添加量の増加に伴い低下する傾向が見られ、キハダ 10%区では対照区より 36%低下し、キハダ 5%区では 14%低下した。すなわち、機能性卵として鶏卵 1 個あたりキハダ 10%区で 1.56 倍、キハダ 5%区で 1.16 倍以上の価格で販売しなければ産卵率低下を補えないことが分かった (ただし、飼料費の影響は考慮せず)。

卵質検査は試験区の卵殻厚及び卵黄指数で有意に高かったが、卵重、ハウユニット、卵形指数に有意差は認められなかった。

卵黄色の明度と黄色度は 63 週齢のキハダ 5%区で 10%区及び対照区より有意に高く、赤色度はキハダ 5%区及び 10%区で対照区より低い傾向があった。卵黄色は飼料中のカロチノイドのうちキサントフィル類に依存しており、キハダには赤色度上昇に関係するキサントフィル類が少なく、黄色度上昇に関係するキサントフィル類が多いことが示唆された。実際、キハダにはキサントフィル類のうち黄色を呈するルテインが多く含まれ、キハダ添加により卵黄内に多く認められた。また、卵黄色を濃くするため、一般的に飼料に添加されている天然赤色素のパプリカ抽出処理物<sup>3)</sup>が当センター慣成鶏用飼料にも含まれており、キハダ添加の増加に伴い、飼料消費量が低下しパプリカ抽出処理物の消費量が相対的に低下したため、試験区の赤色度が低下した可能性が考えられる。また、黄色度においては有意な上昇が認められたのはキハダ 5%区のみであり、キハダ 10%区で有意差を生じなかったのは、キハダ 10%区の飼料消費量が低かったことが原因と考えられる。

卵黄中の機能性成分においては、 $\alpha$  トコフェロール及びルテインがキハダ 5%区で最も高い傾向であった。これらの栄養成分の増加はキハダ添加による影響と考えられるが、キハダ 10%区の飼料消費量が低かったため、キハダ 5%区で結果が顕著に現れた可能性がある。 $\beta$  カロテンは試験区で高い傾向があったため、キハダ中の  $\beta$  カロテンが卵黄に移行したと考えられる。なお、 $\beta$  カロテンは、呈色上は黄色に分類される色素であるが、卵黄に移行しづらく、色調変化への影響は極めて小さいと考えられている<sup>4)</sup>。

以上より、前報同様、キハダ添加により卵質を向上できる可能性が示唆されたが、キハダの添加量を増加するほど生産性が低下することも示された。従って、商品化するには、付加価値上昇と生産性低下のバランスを見てキハダの添加量を調整する必要がある。本試験の結果としては、キハダ 10%より 5%の添加が生産性、機能性両面で商品化に適していると考えられた。今後は、添加量 5%以下でより細か

く調査する必要がある。

## 謝 辞

当試験実施に当たり、キハダの採取、飼料化、栄養分析等ご協力いただいた方々に改めて深謝する。

## 参考文献

- 1) 首藤明子、清水浩美：キハダの実と葉の有効活用の検討（第一報）．奈良県産業振興センター研究報告 46 33-36 (2020)
- 2) 橋本和樹、松本紘美：乾燥キハダ葉粉末飼料給与が名古屋種の卵質に及ぼす影響（第一報）．奈良畜研 46 33-37 (2022)
- 3) 小島禎夫、吉田優子：産卵後期における産卵鶏への緑茶葉粉末給与の影響．東京農総研研報 1：27-34(2006)
- 4) 須藤正巳ら：機能性卵に関する試験．茨城県畜産センター研究報告 33 12-34(2002)