

## 柑橘類加工残渣を活用した鶏肉および鶏卵生産に関する研究

伊藤 直弥・岡崎 亮・關谷 正男\*

### Effects of the Use of Citrus Processing Residue on Chicken Meat and Egg Production

Naoya ITO, Akira OKAZAKI and Masao SEKIYA

Abstract: Fodder supplemented with 7.5% of the dry powder of summer orange (*Citrus natsudaidai*) peel, Hassaku orange (*Citrus hassaku*) peel, and Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) peel to chicken meat feed was fed to broilers. As a result, the body weight decreased in those fed summer orange peel and Hassaku peel. In addition, the level of  $\beta$ -cry in the liver was increased in the summer orange peel and Hassaku peel groups, and the  $\beta$ -cry level also increased in the breast meat and liver of the Satsuma mandarin peel-fed group. In addition, differences in the taste of chicken were observed in the Hassaku peel-fed group to the control. Chicken feeds supplemented with 5.0% dried powder of Hassaku peel and Satsuma mandarin peel were also fed to egg-laying chickens. In this case, there was no change in the egg production rate. The  $\alpha$ -Toc level in the egg yolk increased due to the feeding of Satsuma mandarin peel. In addition, the  $\beta$ -cry level increased with feeding of Satsuma mandarin peel and Hassaku peel. Together, these results suggest that summer orange, Hassaku peel, and Satsuma mandarin peel may have beneficial effects on the taste of chicken meat and be advantageous to the sale of chicken eggs, with enhanced  $\alpha$ -Toc or  $\beta$ -cry content.

Key Words : broiler, Hassaku peel, layer, Satsuma mandarin peel, summer orange peel

キーワード : 肉用鶏、八朔果皮、採卵鶏、温州ミカン果皮、夏ミカン果皮

### 緒言

山口県は、三方を海に囲まれた比較的温暖な気候から柑橘類の生産が多く、県内の果実加工場では、柑橘類皮や搾りかす等の加工残渣が大量に発生しており、その活用が課題となっていた。

柑橘類加工残渣の活用事例としては、本県では鮎の餌に配合して給与することにより、柑橘の香りがする「柑味鮎(かんみあゆ)」の養殖技術が開発されており(赤壁, 2014)、他県では水産物(徳島の「すだちぶり」、愛媛の「みかん鯛」、和歌山の「レモンぶり」等)や鶏卵(愛媛の「媛っこ卵」、広島「レモン卵」等)が商品化され、三重県や大分県では地鶏への給与試験が実施されている(佐々木ら, 2006; 志村ら, 2013)。

これらの取り組みを参考に、県内の果実加工場で未利用となっている柑橘類加工残渣を飼料として養鶏産業に活用できれば、柑橘類を活かした鶏肉・鶏卵生産が実現する。しかし、柑橘の種類や給与量によって鶏肉や鶏卵に与える影響が異なると考えられることから、当センターではナツミカン加工残渣を混合した飼料を肉用鶏および採卵鶏に給与し、鶏肉・鶏卵にナツミカン果皮由来の香気成分を移行させる添加量および給与期間を明らかにした(岡崎ら, 2015)。

そこで、本研究では、排出量が多いナツミカン、ハッサク、およびウンシュウミカンの加工残渣を添加した飼料を肉用鶏および採卵鶏に給与し、肉質や増体性、産卵性、卵質、等への影響を調査した。

\*現在：退職

## 材料および方法

### 1 柑橘果皮(加工残渣)添加飼料の調整

県内の果実加工場において排出されるナツミカン、ハッサク、およびウンシュウミカンの果皮を用いた。この皮は、各柑橘果実から砂じょうとじょうのうを採取した後の残渣のため、外果皮(フラベド)と内果皮(アルベド)であった。果皮は80℃で48時間通風乾燥した後に粉碎し、これを市販配合飼料(肉養鶏用飼料または採卵鶏用飼料)と混合して用いた。

### 2 肉用鶏への給与試験

#### 1) 供試鶏および飼養方法

供試鶏はブロイラー用種(チャンキー)の雌を3週齢まで開放鶏舎において平飼い不断給餌で群飼した後、体重が均等になるよう10羽毎に4区に区分し、7週齢まで飼養した(2反復、飼養密度1羽/m<sup>2</sup>/区)。なお、点灯時間は23時間とした。試験終了後、各区の平均体重の個体4羽ずつ2反復8羽を抽出し、農林総合技術センター畜産技術部(山口県美祢市伊佐町)の処理室でと殺解体し部分肉とし肉質調査に供した。

#### 2) 試験区分および試験期間

試験区分はナツミカン果皮給与区(以下、ナツミカン給与区、他の柑橘も同様)、ハッサク果皮給与区、ウンシュウミカン果皮給与区および対照区を設けた。

各試験区とも柑橘類加工残渣の乾燥粉末(80℃48時間処理)を肉用鶏用配合飼料に7.5%添加した飼料を供試し、対照区には肉養鶏用配合飼料を供試した。なお、ナツミカンおよびハッサクの給与試験は2016年6月から7月、ウンシュウミカンの給与試験は2016年12月から2017年1月に実施した。

#### 3) 調査分析方法

##### (1) 生産性

終了時体重、飼料要求率(以下、FCR)、部分肉重量等を調査した。なお、FCRは2反復の測定値の平均を使用した。

##### (2) 肉質調査

解体処理後、片方の胸肉と胸皮および肝臓を真空凍結保存し、分析に供試した。胸肉、胸皮および肝臓のトコフェロール(以下、Toc)、カロテノイド類含量、胸肉のアンセリンとカルノシン含量について調査した。

Tocは、ホモジナイズした胸肉、胸皮および肝臓をピログロール存在下のアルカリ性でケン化、抽出、留去

後、イソプロピルアルコールに溶解し、高速液体クロマトグラフィー(以下、HPLC)で $\alpha$ および $\gamma$ -Toc含量を測定した。なお、HPLCの条件は、奥野らの方法に準じ、Tocと同時に、カロテノイド(ルテイン、 $\beta$ -クリプトキサンチン(以下、 $\beta$ -cry))も定量した(奥野ら、1998)。

なお、胸肉中の $\beta$ -cryの測定は、胸肉中への移行が表れ難いため(岡崎ら、未発表)、給与する柑橘類のうち最も $\beta$ -cryの含有量が多かったウンシュウミカン給与で実施した。

また、アンセリンとカルノシン含量(イミダゾールジペプチド(以下、イミダペプチド))はHPLCを用いて測定した。

##### (3) 官能検査

ナツミカン果皮については調査されていることから(岡崎ら、2015)、ハッサクおよびウンシュウミカン給与区と対照区について3点識別法を用い、30人を対象に調査した。官能調査に用いた鶏肉は包装したまま75℃のウォーターバスで1時間加熱した後、ただちに冷却し、袋から取り出して2~3cmに角切りしたものを供試した。なお、鶏肉は塩水浸漬などによる味付けは行わなかった。

### 3 採卵鶏への給与試験

#### 1) 供試鶏および飼養方法

供試鶏は「ロード・アイランド・レッド(YC系統)」を各区10羽用い、単飼養ケージで飼養した。鶏舎は開放鶏舎を使用し、給与量110g/羽/日の制限給餌で点灯時間は16時間とした。

なお、給与開始日齢はハッサク給与区で518日齢、ウンシュウミカン給与区で420日齢であった。

#### 2) 供試鶏および飼養方法

試験区分はハッサク給与区、ウンシュウミカン給与区および対照区を設置した。

各試験区とも柑橘類加工残渣の乾燥粉末(80℃48時間処理)を採卵鶏成鶏用配合飼料に5.0%添加した飼料を供試し、対照区には採卵鶏成鶏用配合飼料を供試し、3週間給与した。また、ハッサク給与試験は2016年5月、ウンシュウミカン果皮の給与試験は2016年1月に実施した。

なお、柑橘果皮給与による卵黄色への影響を検討するため、卵黄色を濃くするための飼料添加物は使用しなかった。

## 3) 調査分析方法

## (1) 産卵率

各試験区とも、期間中の全産卵数から産卵率を求めた。

## (2) 卵質調査

給与3週間後の鶏卵を用い卵重、産卵率、卵黄色、卵殻強度、ハウユニットおよび卵黄中の $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Toc、ルテインならびに $\beta$ -cryを測定した。

卵黄色は、卵重測定後に割卵し、ロッシュヨークカラーファンを用いて測定した(測定値は、以下CF値)。なお、その卵黄冷凍保存し、解凍後に $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Tocおよび $\beta$ -cry含量を測定した。Tocは、卵黄をピロガロール存在下のアルカリ性でケン化、抽出、留去後、イソプロピルアルコールに溶解し、HPLCで $\alpha$ および $\gamma$ -Toc含量を測定した。卵殻強度は油圧式卵殻強度計(富士平工業株式会社製)を用い赤道部に圧力を加えて測定した。ハウユニットは、同社製の卵質測定台および卵白高測定器により、濃厚卵白高を3か所測定し、その平均値を基に算出した(算出式： $100 \times \log(\text{濃厚卵白高 (mm)}) - 1.7 \times \text{卵重}^{0.37} + 7.6$ )。

## 4 統計処理方法

データの解析には、棄却検定を実施した各区の計測値について、Studentの $t$ 検定およびTukeyの多重比較により有意差検定を実施した。また、官能検査では3点識別法を用い、2項分布による片側検定により有意差検定を実施した。

## 結果

## 1 試験における各飼料の成分

肉用鶏および採卵鶏の各試験区において飼料の混合に用いた柑橘類残渣の成分は、第1表のとおりである。対照区で用いた飼料(肉用鶏用および採卵鶏用)と比較して粗タンパク質の割合が低く、粗繊維の割合は高かった。また、 $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Tocおよび $\beta$ -cryの含有量が高く、特にウンシュウミカンは、Tocおよびカロテノイドの含有量が他の柑橘よりも高かった。

肉用鶏給与試験における各区の飼料成分は第2表のとおりで、対照区と比較して粗タンパク質や粗脂肪が低く、粗繊維、可溶性無窒素物や $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Toc、 $\beta$ -cryが高かった。採卵鶏給与試験における各区の飼料成分は第3表のとおりで、粗タンパク質や粗灰分が低く、粗繊維や $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Toc、 $\beta$ -cryが高かった。なお、肉用鶏および採卵鶏の両試験において、ナツミカンおよびハッサク給与区の混合飼料は、対照区と比較してルテイン含量が低かった。

## 2 肉用鶏への給与試験

肉用鶏における出荷体重およびFCRは、ナツミカンおよびハッサク果皮の給与区では、終了時体重が対照区と比較して有意に低く、FCRは高かった(第4表) また、ウンシュウミカン給与区では、対照区と比較して終了時体重およびFCRに有意な差は認め

第1表 各飼料の成分(原物中)

飼料区分	水分 (%)	CP (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	トコフェロール ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		カロテノイド ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	
							$\alpha$ -Toc	$\gamma$ -Toc	ルテイン	$\beta$ -cry
ナツミカン果皮	11.6	5.1	2.7	63.4	13.4	3.8	5,947	3,977	388	1,313
ハッサク果皮	14.4	6.0	2.3	59.1	15.2	3.1	5,109	3,714	315	2,286
ウンシュウミカン果皮	8.8	5.0	1.9	69.7	11.8	2.8	6,771	5,947	1,030	4,857
肉用鶏用飼料	11.7	17.4	7.9	55.8	2.8	4.4	758	706	490	tr
採卵鶏用飼料	11.4	17.0	5.7	52.4	3.5	10.0	502	865	589	tr

※CP:粗タンパク質

第2表 肉用鶏の試験における各区の飼料の成分(計算値)

試験区分	水分 (%)	CP (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	トコフェロール ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		カロテノイド ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	
							$\alpha$ -Toc	$\gamma$ -Toc	ルテイン	$\beta$ -cry
ナツミカン果皮区	11.7	16.5	7.5	56.4	3.6	4.4	1,147	951	483	98
ハッサク果皮区	11.9	16.5	7.5	56.0	3.7	4.3	1,085	932	477	171
ウンシュウミカン果皮区	11.5	16.5	7.5	56.8	3.5	4.3	1,209	1,099	531	364
肉用鶏用飼料(対照区)	11.7	17.4	7.9	55.8	2.8	4.4	758	706	490	tr

注1) CP:粗タンパク質

注2) 各果皮の添加量は7.5%

柑橘類加工残渣を活用した鶏肉および鶏卵生産に関する研究

第 3 表 採卵鶏の試験における各区の飼料成分 (計算値)

飼料区分	水分 (%)	CP (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	トコフェロール ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		カロテノイド ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	
							$\alpha$ -Toc	$\gamma$ -Toc	ルテイン	$\beta$ -cry
ナツミカン果皮区	11.4	16.4	5.6	53.0	4.0	9.7	774	1,119	559	71
ハッサク果皮区	11.6	16.5	5.5	52.7	4.1	9.7	732	1,007	575	114
ウンシュウミカン果皮区	11.3	16.4	5.5	53.3	3.9	9.6	815	1,119	611	243
採卵鶏用飼料(対照区)	11.4	17.0	5.7	52.4	3.5	10.0	502	865	589	tr

注1) CP:粗タンパク質  
注2) 各果皮の添加量は5%

られなかった (第5 表)。なお、ナツミカンおよびハッサク給与区では体重にバラツキが大きく、棄却検定によりナツミカン給与区で4 羽、ハッサク給与区で2 羽のデータが棄却された。

胸皮ならびに肝臓中における $\alpha$ -Tocおよび $\beta$ -cryの含量については、ナツミカンおよびハッサク給与区において、肝臓中の $\beta$ -cryのみ有意に対照区と差が認められた (第6 表)。また、ナツミカン給与区では胸皮および肝臓において、 $\alpha$ -Tocが有意差はないものの高かった (第6 表)。なお、ウンシュウミカン給与区では胸肉、胸皮および肝臓中の $\beta$ -cryが有意に高かった (第7 表)。

胸肉中のイミダペプチド含量は、ナツミカンおよびハッサク給与では増加が認められなかったが (第8 表)、ウンシュウミカン給与区は対照区よりもアンセリンが有意差はないものの高かった (第9 表)。

第 4 表 肉用鶏における出荷体重及び飼料要求率 (2016年 7 月)

区分	終了時体重(g) AV $\pm$ SD	FCR (3-7W)
ナツミカン果皮区	3,004 $\pm$ 104 b	2.06
ハッサク果皮区	3,022 $\pm$ 196 b	2.13
対照区	3,252 $\pm$ 172 a	1.90

注1) 同一符号間に有意差なし( $p < 0.01$ ), Tukey法  
注2) 標本数(n): ナツミカン(16)、ハッサク(18)、対照区(19)  
注3) 各果皮の添加量は7.5%  
注4) FCR:飼料要求率

第 5 表 肉用鶏における出荷体重及び飼料要求率 (2017 年 1 月)

区分	終了時体重(g) AV $\pm$ SD	FCR (3-7W)
ウンシュウミカン果皮区	3,031 $\pm$ 206	1.98
対照区	3,092 $\pm$ 238	1.86

注1) 標本数(n=20)  
注2) 果皮の添加量は7.5%  
注3) FCR:飼料要求率

第 6 表 胸皮 ならびに肝臓中の $\alpha$ -Tocおよび $\beta$ -cry含量 (2016 年 7 月)

試験区分	胸皮		肝臓	
	$\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\beta$ -cry ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\beta$ -cry ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )
ナツミカン果皮区	297 $\pm$ 44	tr	271 $\pm$ 90	27 $\pm$ 9 a
ハッサク果皮区	249 $\pm$ 35	tr	202 $\pm$ 63	31 $\pm$ 11 a
対照区	269 $\pm$ 38	tr	203 $\pm$ 55	14 $\pm$ 6 b

注1) 標本数(n=8)  
注2) 平均値 $\pm$ 標準偏差  
注3) tr:検出限界以下  
注4) 同一符号間に有意差なし( $p < 0.01$ ), Tukey法  
注5) 各果皮の添加量は7.5%

第 7 表 胸肉、胸皮ならびに肝臓中の $\alpha$ -Tocおよび $\beta$ -CRY含量 (2017 年 1 月)

試験区分	胸肉		胸皮		肝臓	
	$\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\beta$ -cry ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\beta$ -cry ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	$\beta$ -cry ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )
ウンシュウミカン果皮区	153 $\pm$ 41	0.8 $\pm$ 0.6 **	507 $\pm$ 53	4.2 $\pm$ 0.8 **	369 $\pm$ 157	37 $\pm$ 12 **
対照区	174 $\pm$ 36	0.0 $\pm$ 0.0	534 $\pm$ 124	0.4 $\pm$ 0.6	327 $\pm$ 82	4 $\pm$ 3

注1) 標本数(n=8)  
注2) 平均値 $\pm$ 標準偏差  
注3) 有意差有り(\*\*: $p < 0.01$ ),  $t$ -test  
注4) 果皮の添加量は5%

鶏肉の官能検査結果は、ハッサク給与区の胸肉の味に有意差が認められた。また、識別者の主な評価として「あっさりしている」との回答が挙げられた。なお、モモ肉については両区とも味に差は認められなかった(第10表)。

### 3 産卵鶏への給与試験

ハッサク給与区における産卵成績ならびに卵黄中の $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Toc、ルテインおよび $\beta$ -cry含量は、対照区と比較して、卵重および $\gamma$ -Tocは有意に低く、 $\beta$ -cryは有意に高く、CF値はやや低かった(第11表、第12表)。ウンシュウミカン区は対照区と比較して $\alpha$ -Tocおよび $\beta$ -cryが有意に高く、産卵率および卵殻強度はやや高かった(第13表、第14表)。

### 考 察

柑橘類に含まれる $\alpha$ -TocはビタミンEを構成するTocの一つで、主に肝臓に貯蔵され、抗酸化作用を有する。また、 $\beta$ -cryは骨粗しょう症予防や抗酸化作用、免疫力向上効果などが謳われることが多い。本試験結果は、未利用資源の利活用による付加価値向上として、

第 8 表 胸肉中のイミダペプチド含量 (2016 年 7 月)

試験区分	イミダペプチド ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		
	合計	アンセリン	カルノシン
ナツミカン果皮区	732 ± 116	547 ± 75	185 ± 49
ハッサク果皮区	800 ± 81	600 ± 49	200 ± 36
対照区	782 ± 79	601 ± 63	181 ± 37

注1) 標本数(n=8)  
注2) 平均値±標準偏差  
注3) 各果皮の添加量は7.5%  
注4) 新鮮物中の値

第 9 表 胸肉中のイミダペプチド含量(2016 年 1 月)

試験区分	( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		
	合計	アンセリン	カルノシン
ウンシュウミカン果皮区	771 ± 108	584 ± 76	187 ± 45
対照区	694 ± 102	529 ± 84	164 ± 21

注1) 標本数(n=7)  
注2) 平均値±標準偏差  
注3) 果皮の添加量は7.5%  
注4) 新鮮物中の値

第 10 表 鶏肉の官能調査結果

試験区分	評価部位	識別者数	識別者の主な評価
ハッサク果皮給与試験	胸肉	17 **	あっさりしている
ウンシュウミカン果皮給与試験	モモ肉	7	あっさりしている
ハッサク果皮給与試験	胸肉	10	
ウンシュウミカン果皮給与試験	モモ肉	5	

注1) 有意差有り (\*\* :  $p < 0.01$ ), 2項分布による片側検定  
注2) 調査対象数は30名

第 11 表 ハッサク給与試験における産卵成績 (2016 年 5 月)

試験区分	卵重 (g) (給与3週間後)	産卵率 (%) (給与期間3週間)	CF値	卵殻強度	ハウユニット
ハッサク果皮区	55.9 ± 2.0 **	88.1 ± 11.5	10.5 ± 0.7	3.0 ± 0.5	82.7 ± 6.5
対照区	58.9 ± 3.0	85.7 ± 12.7	11.5 ± 0.6	3.3 ± 0.2	82.3 ± 6.9

注1) 平均値±標準偏差(新鮮物中の値)  
注2) 有意差有り (\*\*:  $p < 0.01$ ),  $t$ -test  
注3) 標本数(n):  $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Tocおよび $\beta$ -cry(5)、ルテイン(試験区(5)、対照区(4))  
注4) 果皮添加量は5%

第 12 表 ハッサク給与試験における卵黄中 $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Toc、ルテインおよび $\beta$ -cry含量 (2016 年 5 月)

試験区分	トコフェロール ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )		カロテノイド ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	
	$\alpha$ -Toc	$\gamma$ -Toc	ルテイン	$\beta$ -cry
ハッサク果皮区	1,939 ± 409	522 ± 49 **	1,185 ± 171	152 ± 30 **
対照区	1,847 ± 266	708 ± 108	1,243 ± 112	62 ± 14

注1) 平均値±標準偏差(新鮮物中の値)  
注2) 有意差有り (\*\* $< 0.01$ )  
注3) 標本数(n):  $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Tocおよび $\beta$ -cry(5)、ルテイン(試験区(5)、対照区(4))  
注4) 果皮添加量は5%

第 13 表 ウンシュウミカン給与試験における産卵成績 (2016年1月)

試験区分	卵重 (g) (給与3週間後)	産卵率 (%) (給与期間3週間)	CF値	卵殻強度	ハウユニット
ウンシュウミカン果皮区	59.0 ± 3.6	86.2 ± 8.1	11.6 ± 0.4	3.4 ± 0.4	91.4 ± 6.0
対照区	59.4 ± 3.5	81.0 ± 12.3	11.4 ± 0.5	3.0 ± 0.4	92.9 ± 8.5

注1) 平均値±標準偏差(新鮮物中の値)  
注2) 有意差有り (\*\*:  $p < 0.01$ ),  $t$ -test  
注3) 標本数(n=5)  
注4) 果皮添加量は5%

第 14 表 ウンシュウミカン給与試験における卵黄中  $\alpha$ -Toc、 $\gamma$ -Toc、ルテインおよび  $\beta$ -cry 含有量 (2016年1月)

試験区分	トコフェロール ( $\mu$ g/100g)		カロテノイド ( $\mu$ g/100g)	
	$\alpha$ -Toc	$\gamma$ -Toc	ルテイン	$\beta$ -cry
ウンシュウミカン果皮区	2,703 $\pm$ 297 **	713 $\pm$ 157	1,628 $\pm$ 191	434 $\pm$ 74 **
対照区	2,144 $\pm$ 235	725 $\pm$ 143	1,887 $\pm$ 384	92 $\pm$ 19

注1) 平均値  $\pm$  標準偏差 (新鮮物中の値)

注2) 有意差有り (\*\* $<0.01$ )

注3) 標本数(n): 各項目(5)

注4) 果皮添加量は5%

給与した鶏肉や鶏卵等におけるTocや $\beta$ -cry含有量の変化に着目して考察する。

肉用鶏への給与では、ナツミカン果皮の給与により胸肉、胸皮および肝臓中の $\alpha$ -Tocへの影響は確認できなかったが(岡崎ら, 2015)、本試験ではナツミカン果皮給与による胸皮および肝臓中の $\alpha$ -Tocが高くなった。なお、 $\beta$ -cryはウンシュウミカン果皮の給与によりモモ肉および胸肉中の含有量が増加し、その増加量はモモ肉の方が高い報告があるが(佐々木ら, 2006)ナツミカン果皮の給与では食味に差が認められた胸肉、胸皮および肝臓中への影響が確認できなかった報告がある(岡崎ら, 未発表)。本試験においても食味にさが認められた胸肉を中心に分析したところ、ウンシュウミカン果皮給与では胸肉、胸皮および肝臓中において、ナツミカン、ハッサク、ウンシュウミカン果皮給与では肝臓中において $\beta$ -cry含有量が高くなった。このことから、ウンシュウミカン果皮給与は胸肉、胸皮あるいは肝臓中の $\alpha$ -Tocおよび $\beta$ -cryの含有量を高め、また、ナツミカンあるいはハッサク果皮給与は、肝臓中の $\beta$ -cry含有量を高めると共に、胸肉の味をあっさりさせた付加価値のある商品化が期待できることが伺えた。

一方、ナツミカンおよびハッサク果皮を7.5%添加給与したところ、岡崎らの報告と同様に生産性の低下(終了時体重の低下やFCRの悪化)はみられたが、ウンシュウミカン果皮給与では生産性の低下はみられなかった。また、表には示さなかったものの、1羽当たりの飼料摂取量の差は小さいことから(ナツミカン7.5%区4.36kg/羽、ハッサク7.5%区4.41kg/羽、対照区4.37kg/羽)、飼料中の粗タンパク含量の低下が生産性の低下の要因の1つと考えられた。なお、ウンシュウミカン果皮給与において差が認められなかった要因としては、対照区に低温の影響が顕著に表れたことが推察されるが、明らかにするためには追試験により確認する必要がある。

飼料用粳米およびカボス添加物の給与により胸肉中のイミダペプチドが増加する報告があることから(志村ら, 2013)、柑橘給与に伴うイミダペプチドの増加を期待したが、本試験では有意な増加を確認できなかった。

次に採卵鶏への給与結果では、ハッサクおよびウンシュウミカン果皮給与による産卵率の影響は無かった。しかし、ハッサク果皮給与では卵重の低下が確認された。本試験中はワクモ等の衛生害虫の発生は確認できなかったことから、卵重の低下はハッサク果皮給与の影響によると考えられた。なお、ウンシュウミカン果皮給与の試験開始後に対照区の産卵率は落ちた後に回復したため試験区の期間中の産卵率が高い傾向を示したが、この要因としてウンシュウミカン果皮給与により寒冷の影響を抑制できた可能性が推察された。ウンシュウミカン果皮給与により卵黄色が濃くなる傾向があること(佐々木ら, 2006)、また、ナツミカン果皮給与により卵黄色は有意に淡くなることが報告されているが(岡崎ら, 2015)、本試験では、ウンシュウミカン果皮給与では変化がなく、ハッサク給与では淡くなることが確認された。試験区と対照区において卵黄中のルテイン含量は大きな差は見られないものの、ハッサク果皮は採卵鶏用飼料よりルテイン含量が低いことから、このことが卵黄色を淡くさせた要因の一つとして考えられた。

卵黄中の $\alpha$ -Toc含有量は、ナツミカン果皮給与により高くなることが報告されているが(岡崎ら, 2015)、本試験ではウンシュウミカン果皮給与において確認されたが、ハッサク果皮給与では認められなかった。 $\beta$ -cryの含有量は、本試験ではハッサクおよびウンシュウミカンで高く、ナツミカン給与でも高くなる報告があることから(岡崎ら, 2015)、柑橘果皮の給与により $\beta$ -cryの含有量が高い付加価値のある鶏卵生産の可能性が伺えた。

なお、ウンシュウミカン果皮の給与により胸肉中や鶏卵の $\beta$ -cry含有量が高いとする報告では(佐々木

ら, 2006;佐々木, 2008)、乾燥条件が60°C24時間と本試験の80°C48時間と比較して乾燥温度が低く乾燥時間が短い。また、ペクチナーゼを添加していることから、柑橘果皮を添加する上で乾燥条件と酵素添加が鶏肉鶏卵に柑橘由来の成分を移行させるための重要な条件であると考えられるため、普及にあたり低温乾燥処理した柑橘果皮にペクチナーゼを添加する等の工夫が必要である。そのため、ナツミカン果皮給与でも、果皮の処理条件を変更工夫することにより、リモネン等の香気成分に加え、 $\alpha$ -Toc および $\beta$ -cry の含有量を高めた胸肉、胸皮および肝臓を生産できる可能性を検討する必要がある。

## 摘 要

県内の果実加工場から排出される柑橘類加工残渣のうち、飼料として利活用の可能性があるナツミカン、ハッサクおよびウンシュウミカンに着目し、肉用鶏ならびに採卵鶏用の飼料にこれらを混合して給与した鶏肉および鶏卵の調査を行った。

ナツミカン、ハッサクおよびウンシュウミカンの果皮乾燥粉末を肉用鶏用飼料に7.5%添加した飼料を肉用鶏に給与した結果、ナツミカン、ハッサク果皮給与において、生産性は低下したが、肝臓の $\beta$ -cry含有量が高くなり、ウンシュウミカン果皮給与では胸皮中および肝臓中の $\beta$ -cry含有量が高くなった。さらに、ハッサク果皮給与では鶏肉の胸肉の味に差が認められた。ハッサクおよびウンシュウミカン果皮の乾燥粉末を採卵用成鶏用飼料に5%添加した飼料を採卵鶏に給与した。この添加量では産卵率に影響はく、卵黄中の $\alpha$ -Toc含有量が高くなった。また、 $\beta$ -cry含有量はウンシュウミカンおよびハッサク果皮給与で高くなった。大量廃棄されている柑橘類加工残渣の飼料としての利活用は、既報の成果と併せ、本研究により、食味の違いや $\alpha$ -Toc または $\beta$ -cry の含有量を高めた付加価値のある鶏肉・鶏卵の生産、有利販売に繋げられる可能性が示唆された。

## 引用文献

赤壁善彦. 2014. 柑橘風味を食材へ有効利用—「柑味鮎(かんみあゆ)」の開発, Aromatopia. 125:32-36.

岡崎亮・伊藤直弥・赤壁善彦. 2015. 柑橘類加工残渣の給与による付加価値を高めた鶏肉及び鶏卵の生産, 旗影会報告書. : 4.

奥野成倫・吉元誠. 1998. カンショ塊根の $\beta$ -カロテンと $\alpha$ -トコフェロールの同時定量法, 九州農業研究成果情報. 13:505-506.

佐々木健二・巽俊彰・市川隆久・市ノ木山浩道・三島隆・後藤正和. 2006. かんきつ果皮給与が卵黄中の $\beta$ -クリプトキサンチン含量及び産卵性に及ぼす影響. 日本家禽学会誌. 43:J37-J45.

佐々木健二・巽俊彰・市川隆久・紀平三生・岡秀和・寺田和彦・中西圭一・前川哲男・市ノ木山浩道・須崎徳高・三島隆・後藤正和. 2006. 温州みかん果皮飼料添加による $\beta$ -クリプトキサンチンを多く含む鶏肉の生産. 平成17年度「関東東海北陸農業」研究成果情報.

<http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000399484.pdf>

佐々木健二. 2008. 温州みかん粕の利用による高 $\beta$ -クリプトキサンチン鶏卵の生産技術の開発. 東海畜産学会報. 19:16-19.

志村英明・阿南加治男・川部太一・手島久智. 2013. 飼料用粳米及びカボス添加物給与が「おおい冠地どり」の肉質に及ぼす影響. 日本家禽学会誌 第50巻 春季大会号. :22.