

原 著

屑米を利用した採卵鶏飼料への陳皮添加が卵黄色に及ぼす影響

熊崎ひかり¹・白石菜未¹・斉藤美優²・青山東一²・祐森誠司¹

¹静岡県立農林環境専門職大学、生産環境経営学部 静岡県磐田市富丘 678-1 438-8577

²静岡県立農林環境専門職大学、短期大学部 静岡県磐田市富丘 678-1 438-8577

要 約 屑米を利用した採卵鶏飼料による卵黄色退色を予防するために陳皮を飼料配合することが生産性および卵黄の退色抑制に対する影響を検討した。供試鶏は生後 109 日齢のポリスブラウン 30 羽を用い、無作為に 15 羽の 2 群（対照区、試験区）に分けた。いずれの群においても飼育密度が 15 羽/5m²の開放式平飼い鶏舎で飼育した。照明は試験開始からの 10 週間は自然採光とし、試験終了前の 3 週間は 12 時間の蛍光照明とした。対照区は市販飼料、試験区は市販飼料 50%と屑米、陳皮、魚粉および牡蠣殻（計 50%）を給与した。測定項目は毎日の飼料摂取量、産卵数、卵重および期間を通じた飼料効率ならびに全農カラーチャートを用いた卵黄色の比較を毎週 1 回行った。また、飼料価格も試算した。結果として屑米を給与しても陳皮の利用で卵黄色の退色はある程度抑制され、黄色を呈していた。平均飼料摂取量は対照区（1764g/日・15 羽）に比べて試験区（1681g/日・15 羽）は有意（P<0.01）に少なかった。産卵率および産卵個数に区間の有意差は認められなかったが、試験区で少なくなる傾向にあった。飼料効率も両区で同等の値（約 51%）を示し、差は認められなかった。飼料価格（/20kg）は市販飼料が¥2,750-に対して、試験飼料では¥1,751-と低価格となった。本成績は、米の積極的利用によって生じる卵黄色の退色予防に陳皮の活用が有効であり、生産性にも支障を来さないことを示した。

キーワード: 屑米、陳皮、採卵成績、卵黄色

受領日: 03.03.2023. 受理日: 10.04.2023.

日本畜産環境学会会誌 No.22(1) pp9-16. 2023

緒 言

加工型畜産として発展してきた我が国の畜産業は、生産の基礎資源となる飼料を輸入に依存してきた。その中でも広大な草地を所有し、粗飼料である牧草やサイレージの自給が可能な酪農においても泌乳牛の能力向上に伴う栄養素の補給が増加し、購入飼料への依存が高まっている。一方、牧草などの粗飼料の給与がない中小家畜では、給与飼料の主体となるトウ

モロコシなどの飼料原料のほとんどが輸入穀物である。今日の気候不安定や地球全体での温暖化による作物の不作やさらには国際情勢の変化に伴う物流の停滞などで飼料の価格が高騰しており、これは卵単価の値上げなどでも吸収できない状況にある[1]。このような状況下で持続型畜産が提唱され、輸入資源に頼らない飼料の純国産化が重要課題とされており、国内資源の飼料利用[2, 3, 4, 5, 6]が様々な角度で取

養鶏飼料での陳皮利用

り組み込まれてきた。代表的な事例として、配合飼料中で主たるエネルギー源となるトウモロコシを飼料用米に置換した試験がある。その結果として、栄養素の調整により、鶏ではトウモロコシの全量を飼料用米に置換しても生産性の低下を招かないことが報告[7]されている。ただし、採卵養鶏においてはトウモロコシの半量を飼料用米に置換した場合、産卵成績に負の影響はないが、卵黄色が黄色から白色に退色することが報告[8, 9, 10]されている。そもそもトウモロコシ価格の高騰によって代替えにマイロを利用した際などにも同様の卵黄の退色が生じ、この対策としてパプリカなどの脂溶性色素の添加が取り込まれてきた。しかし、パプリカ色素の原料も輸入に依存している状況にあるため、これに変わる地域に貯蔵する色素資源の追求が行われており、柿やみかんの果皮[11, 12]、桑の葉[13]および甘長とうがらし[14]の色素の利用が提案されている。静岡県は国内有数の柑橘類生産地であり、みかんおよびその加工品も多く生産されている。みかんの加工では基本的に外皮を剥くことが必要であり、外皮は漢方薬や薬味原料の陳皮として活用されるが、そのほとんどが産業廃棄物として処理されている。陳皮に含まれる黄色色素のβ-クリプトキサンチンは、その機能

性についての報告[11, 12]もされている。しかし、米類の給与と陳皮の給与を組み合わせた検討はまだ行われておらず、SDG'sの観点からも国内資源の有効活用として検討すべきであると考えられる。

そこで、本試験では採卵鶏飼料の一部を屑米で代替した場合における陳皮添加が生産性および卵黄の退色に与える影響について調査し、低利用資源である陳皮の飼料原料として

の活用について検討した。

材料および方法

供試鶏は生後 109 日齢で導入した 30 羽のボリスブラウンを用い、無作為に 15 羽の 2 群に分けた。鶏舎は開放型エイビアリーシステムの平飼いで、飼育密度は 15 羽/5m²とした。照明は試験開始から 10 週間は自然採光とし、試験終了前の 3 週間は 12 時間の蛍光照明とした。期間中は午前 8:00 の時点で気温が 25°C 以上であった場合は、暑熱環境にあると判断して空冷式パッケージエアコン (MD-25RF1-F : 三菱電機 (株)) を用いて鶏舎上部空間に対し、毎分 11m³ の風量の風を首振り状態で 17:00 まで送風した。なお、熱帯夜が予報された場合は、一晩中の送風を行った。

飼料は産卵安定期まで共に市販飼料 (以下、基礎飼料) を給与し、飲水は自由とした。試験開始時に対照区は基礎飼料のままとし、試験区は基礎飼料 50% に対し、残る 50% に屑米、陳皮、魚粉、牡蠣殻を用いて、基礎飼料と粗タンパク質、エネルギーおよびカルシウム含量が同等となるように飼料 (以下、試験飼料) を調製した。配合割合と飼料成分は表 1 に示した。なお、今回供試した屑米と陳皮および牡蠣殻は、

表1. 供試飼料の配合割合及び成分組成 (%)

供試飼料	基礎資料	試験飼料	
市販飼料*	100.0	50.0	
くず米	—	34.2	
陳皮	—	4.8	
魚粉 (CP65)	—	8.0	
牡蠣殻	—	3.0	
保証成分 (現物)		分析結果	陳皮分析結果
CP**	17.0以上	16.1	4.6
ME (Mcal/kg)	2.8以上	2.77***	1.29***
Ca	3.30以上	3.84	0.38

* : K飼料 (株) 組成 (%) 穀類; 56、植物性脂かす類; 29、そうこう類; 1、動物質飼料; 1、その他; 13.

** : 日本飼養標準・家禽 (2011年版) では15.5%以上

*** : 日本標準飼料成分表 (2009年版) より試験飼料は参照値から算出、陳皮は参照値

養鶏飼料での陳皮利用

生産農家や食品加工所において廃棄予定のものを無償で譲り受け、自分たちで飼料利用できるように乾燥粉碎等の処理を行った。特に陳皮の処理に

おいては、加工業者から回収したみかん皮を生皮と乾燥皮で粉碎した際の簡便性を比較し、生皮での粉碎が容易であることが半明したため、フードプロセッサを用いて米粒大に粉碎して、天日乾燥を行った。

また、試験飼料および陳皮の一般成分は十勝農業協同連合会農産化学研究所に、 β -クリプトキサンチンの含量は日農化学工業(株)に委託して分析した。

飼育試験は令和4年8月23日～11月21日の13週間で、調査・測定項目は毎日の飼料摂取量、産卵数、卵重および、期間を通じた飼料効率とし、全農カラーチャートを用いた卵黄色の比較は毎週1回行った。また、低利用資源の活用について検討するため、今回の飼料調製時に入手した市販飼料並びに飼料原料の流通価格を参考に飼料価格を試算した。今回の調査はその性質上、区の反復試験の実施が困難であったため飼料摂取量、産卵数、卵重および飼料効率については飼料処理の違いと週次のデータについて有意水準を $P < 0.01$ とする反復のない二元配置分散分析(Excel統計)を用いて対照区と試験区の有意差判定を行った。

なお、本試験は静岡県立農林環境専門職大学動物実験指針に基づいて審査・承認(22-0701a)されて実施した。

結果と考察

本試験期間を通じて事故等による斃死鶏は認められなかった。

β -クリプトキサンチン濃度

今回供試した陳皮に含まれる β -クリプトキサンチンの含量は $15.3\text{mg}/100\text{g}$ であった(表2)。

表2. 陳皮ならびに供試飼料中の β -クリプトキサンチン量($\text{mg}/100\text{g}$)

陳皮	15.3 ± 0.14
市販飼料(基礎飼料)	ND
試験飼料	1.9 ± 0.04

陳皮に含まれる β -クリプトキサンチンの定量結果には抽出時の果皮の形状、加熱方法および触媒の添加などによる変動が認められ $400 \sim 500 \mu\text{g}/100\text{g}$ との報告[3]がある一方、 $7.04\text{mg}/100\text{g}$ であったとする報告[2]もあり、抽出条件や測定方法による差異が考えられるものの本試験に供試した陳皮の β -クリプトキサンチン濃度は高いことが認められた。供試した基礎飼料と試験飼料における β -クリプトキサンチン濃度は、基礎飼料は検出限界以下、試験飼料が $1.9\text{mg}/100\text{g}$ であった。得られた値から試験飼料における陳皮の添加割合を算出すると設定よりも高くなった。この原因として、基礎飼料の β -クリプトキサンチンは分析結果としては検出限界以下であったが、分析チャート上には β -クリプトキサンチンのピークが確認されており、その存在が陳皮を含む試験飼料での分析結果を高くする何らかの原因となったかもしれないが本試験ではその詳細を定かになかった。

卵黄色

試験飼料の給与により、卵黄は退色し、全農カラーチャートを用いた卵黄色の比較では対照区で11.4であるのに対して試験区は8.3と有意に($P < 0.01$)低い値となった(表3)。しかしながら、試験区の退色はトウモロコシの配合割合の変化等でも生じる程度であった。これまでの予備試験において今回の試験と同じ基礎飼料50%で米50%を配合した飼料で飼育した場合、卵黄は退色し白色化する結果を得ている。本試験では13週間飼育しても白色まで退色することはなく、黄色を呈していた(図1)。飼料に添加した β -クリプトキサンチンは卵黄に移

養鶏飼料での陳皮利用

表3. 13週間飼育した際の通算成績（平均値±標準偏差）

	対照区	試験区	P値
飼料摂取量(g/日・15羽)	1764±138	1681±149	0.01>
産卵数(個/日・15羽)	14.2±1.3	13.7±1.2	0.04
産卵率(%)	94.6±8.7	91.6±8.2	0.04
平均卵重(g/個)	62.1±4.6	60.6±4.2	0.01>
飼料効率	51.1±7.3	51.0±6.9	0.89
卵黄色	11.4±1.6	8.3±1.4	0.01>

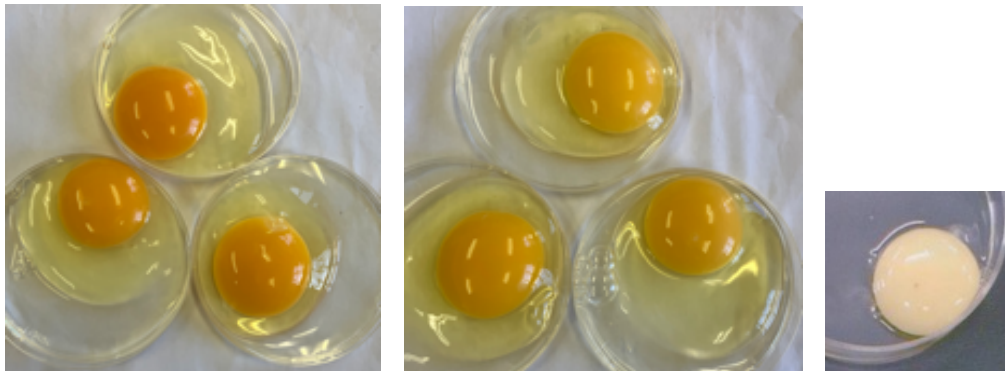


図1. 13周目の卵黄色（左：対照区：カラーファン値13、右：試験区：カラーファン値8、右端参考：陳皮を給与しない屑米給与時の卵黄色）

行するとの報告[11]があり、本試験で卵黄色の退色を予防するべく配合した陳皮の効果が発揮されていることを裏付けると考えられた。

飼料摂取量

両区の飼料摂取量の推移を図2に示した。109日齢で導入し、産卵安定期に移行するまでの予備飼育と試験飼育の13週間を通じて供試鶏は成長し、安定して産卵したことから、試験開始当初に比べて終了時に飼料摂取量が経時的に高まることは自然であると考えられた。試験開始当初は両区の飼料摂取量は近似した値であったが、3週目で試験区がやや低くなり、それ以降は両区の変動は平行して推移した。1日当たりの平均飼料摂取量は対照区（1764g/日・15羽）に比べて試験区（1681g/日・15羽）が有意（ $P<0.01$ ）に少なかった（表3）。

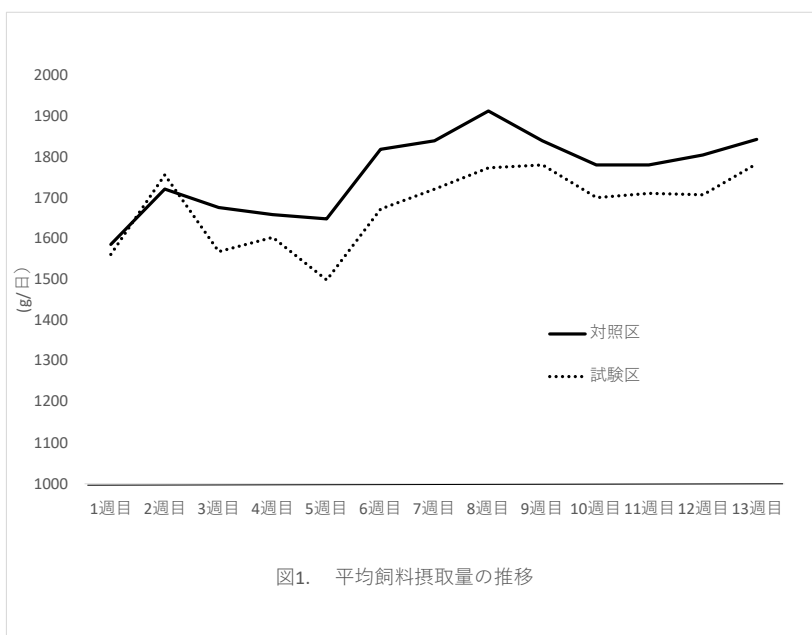
この差は1羽当たりで換算すると5.5g/日である。この差については後述する産卵成績や飼

料効率の推移より、単純な嗜好性によるものではなく、飼料切り替え時の発育ステージ[15]が好ましくないことや飼料切り替えのための馴化期間を設けなかったことおよび消化吸収率や成分利用率などに起因するのではないかと推測されたが、本試験では消化試験まで実施できていないため、この点については今後の課題である。

産卵成績

試験期間を通じた1日当たりの平均産卵個数を比較すると統計的な有意差は認められなかったが、対照区に比して試験区の値が小さくなる傾向にあった（表3）。また、試験期間を通じた日々の産卵数は、試験開始当初は対照区の産卵数が多かったが、経時的に試験区の産卵数も高まっていることが認められた。このため試験期間を前半の6週間と後半の7週間に分けて、前期および後期で産卵数を比較したところ（表

養鶏飼料での陳皮利用



前期に M サイズであったものの、後期には対照区が L サイズ下限、試験区が M サイズ上限となり、規格におけるサイズに差は生じた。

飼料効率

飼育期間を通じた飼料効率では対照区と試験区で同等の値 (約 51%) を示しており、差は認められなかった (表 3)。飼育期間を前期、後期に区分して比較した際も有意差は認められなかった。

4)、前期では対照区 (14.3 個/日・15羽) に比べて試験区 (13.3 個/日・15羽) が有意に ($P < 0.01$) に少なかったが、後期には同等の平均値 (14.1 個/日・15羽) となり、両区の産卵数に差は認められなかった。

産卵率 (表 3) については、試験期間を通じて斃死個体が認められなかったため、産卵個数と同様の関係にあり、前期では対照区 (95.6%) に対して、試験区 (88.9%) は有意に ($P < 0.01$) に低かったが、後期には同等の成績 (約 94%) となり、差は認められなかった。

平均卵重においては、試験期間を通じて対照区 (62.1g/個) に対して試験区 (60.6g/個) は有意 ($P < 0.01$) に小さかった (表 3) が、農林水産省の鶏卵規格取引要綱におけるサイズとしては M サイズで同等であった。平均卵重を前期と後期に分けて比較 (表 4) した際に、前期の試験区卵重は対照区よりも有意 ($P < 0.01$) に小さかった。また、後期には平均卵重に区間の有意差は認められなかった。しかし、対照区は

経済性

今回試験区において供試した試験飼料の屑米、陳皮、牡蠣殻等は独自に入手し加工したため原料費はかかっておらず、試験飼料の価格は ¥1,751-/20kg であった。これら無償入手した原料に関して、流通価格を用いて試験飼料の価格を試算した結果、基礎飼料が 20kg で ¥2,750- (税抜) であるところ、試験飼料は ¥2,854- (税抜) となり、若干割高となった。また、原料費以外の必要経費を考慮すると飼料価格をどこまで抑えられるかは今後の精査が必要であるが、生産する鶏卵商品の差別化を図り、地域資源を活用した食料自給率の向上や地域農業への貢献等の公益性を唱え、円滑な流通を支える組織作りへと繋ぐ活動は今後の重要な課題 [16] となるであろう。

まとめ

本成績は、輸入穀類に依存する採卵養鶏の飼料において国産資源に置換する際に問題とな

表4. 飼育期間を前期と後期に区分した際の通算成績 (平均値 ± 標準偏差)

	前期 (1~6週間)			後期 (7~13週間)		
	対照区	試験区	P値	対照区	試験区	P値
産卵数 (個/日・15羽)	14.3 ± 1.1	13.3 ± 1.4	0.01 >	14.1 ± 1.4	14.1 ± 0.9	0.78
産卵率 (%)	95.6 ± 7.7	88.9 ± 9.3	0.01 >	93.7 ± 9.5	94.0 ± 6.3	0.77
平均卵重 (g/個)	59.6 ± 1.6	58.1 ± 2.9	0.04	64.3 ± 5.2	62.8 ± 3.9	0.02
飼料効率 (%)	50.9 ± 6.4	48.5 ± 6.9	0.14	51.2 ± 8.0	53.1 ± 6.3	0.09

養鶏飼料での陳皮利用

る産卵成績および卵黄色について検討した。これまで有効活用が提案されてきた飼料用米や屑米は鶏用飼料で利用すると全粒のまま活用できるため、粉碎などの加工費用が抑制可能である。また、このような米類の積極的利用によって生じる卵黄色の退色を抑制するのに低利用資源である陳皮の活用は、三陸地方での地域特産の低利用資源であるホヤ殻[17]と同様に有効であり、生産性に支障ないことを示した。卵黄色を強めるための陳皮の添加割合や飼料給与開始のステージ（日齢）などについては今後の検討課題であると考えられた。

謝 辞

本研究は令和4年度静岡県信用農業協同組合連合会担い手育成支援事業による助成を受けて行なった。また、 β -クリプトキサンチンの定量に尽力いただいた日農化学工業（株）の関係者ならびに鶏の飼育管理に携わったすべての学生各位に謝意を述べる。

文 献

- [1] 西川邦夫、宮田剛志（2013）採卵鶏部門における家族経営の成長と安定 —（株）地黄卵の取組—：農業経営研究：51（3）：25-30.
- [2] 脇 雅之、村野多可子（2009）飼料用米の採卵鶏への利用：千葉県畜産センター研究報告：9：5-8.
- [3] 斎藤健一、松本友紀子、村野多可子（2011）トウモロコシ乾燥蒸留粕と飼料用米の給与が産卵鶏の生産性に及ぼす影響：千葉県畜産センター研究報告：11：39-48.
- [4] 龍田 健、久宗幸恵、吉川 実、藤橋拓志（2010）飼料用米の給与が採卵鶏の産卵成績に及ぼす影響：兵庫県農業技術総合センター研究報告：46：11-13.
- [5] 龍田 健、吉田恵実（2016）飼料用全粒粳米の給与割合が「ひょうご味どり」の生産性に及ぼす影響：兵庫県農業技術総合センター研究報告：52：1-6.
- [6] 菊川裕幸、蔡 義民、柴田昌三（2019）採卵鶏の卵の生産性と品質に対する竹サイレージ給餌の有効性：人と自然 Humans and Nature：30：39-47.
- [7] 後藤光津夫、小林幸雄、信岡誠治（2010）飼料用米をトウモロコシの代替とした採卵鶏飼料の開発：群馬県畜産試験場研究報告：17：79-89.
- [8] 相馬文彦、山上善久、小林正樹（1982）採卵鶏に対する飼料原料としてのエサ米配合の影響（1）産卵期における成分無調整短期給与試験：埼玉県養鶏試験場研究報告：16：11-19.
- [9] 立川昌子、河合恒祐（2019）採卵鶏における飼料用米（モミ米）給与方法 —長期給与による産卵および卵質への影響—：岐阜県畜産研究所研究報告：19：38-45
- [10] 松井繁幸、池谷守司（2011）配合飼料への粳米の混合が採卵鶏の生産性および卵質に及ぼす影響：静岡県中小家畜試験センター研究報告：4：35-40.
- [11] 大北栄人（2015）機能性成分を活用した鶏卵の高付加価値化の検討（第1報）：愛媛県庁畜産関係業績発表会平成27年度報告。https://www.pref. ehime. jp>youkei>gyoseki.
- [12] 山田和男（2017）果皮由来 β -クリプトキサンチン高濃度含有液の低コスト製造に関する検討：山口県産業技術センター研究報告：29：23-27.
- [13] 松下浩一（2019）地域に賦存する飼料資源の給与による鶏及び鶏卵への効果：畜産酪農技術センター研究成果情報：https://www.pref. yamanashi. jp > 6-seika-keiran.

養鶏飼料での陳皮利用

- [14] 檜垣邦昭 (2014) 飼料用米給与時の規格外甘長とうがらし添加が採卵鶏の卵黄色に及ぼす影響:愛媛県畜産研究センター研究報告:2:43-48.
- [15] 平原敏史、信岡誠治 (2013) 採卵鶏への飼料用粳米の給与技術の開発 採卵鶏の育成期からの飼料用粳米給与による産卵性等への影響:神奈川県畜産技術所研究報告:2:22-26.
- [16] 山野 薫 (2021) 飼料用米を利用した鶏卵のフードシステム 一生協を中心とした取り組みの場合—:日本農業研究所研究報告「農業研究」:34:361-381.
- [17] 鈴木啓一 (2018) 飼料用米給与採卵鶏へのホヤ殻の飼料添加給与による卵黄色改善効果:畜産の情報:8:50-57.

Original Paper

Effect of orange peelings addition to layer feed with waste rice on yolk color

Hikari Kumasaki¹, Nami Shiraishi¹, Miyu Saitoh², Touichi Aoyama²,
Seizi Sukemori¹

¹ Faculty of Agricultural Production and Management, Shizuoka Professional
University of Agriculture, Iwata, Shizuoka, 438-8577 Japan

² Junior College of Agriculture, Shizuoka Professional University of Agriculture,
Iwata, Shizuoka, 438-8577 Japan

This experiment aimed to study the effect of orange peelings on egg productivity and yolk color degradation induced by waste rice in layer feed. In this study, 30 Boris brown strain layers (109 days old) were used and were randomly classified into two groups (15 each control and experiment). Feeding was carried out in the open floor rearing poultry house with a 5m² area. Artificial light control was not maintained for 10 weeks from the start of experimental feeding, while 12 hours fluorescence lightning was maintained for the last 3 weeks. The layers in the control group were fed with commercial feed only and the layers in the experimental group were fed with 50% commercial feed and 50% original feed with waste rice, orange peelings, fish meal, and oyster shell. Daily feed intake, egg production, egg volume, and feed efficiency were compared throughout the experimental period and yolk color, using color chart, was observed weekly. The cost of original feed was also calculated in this study. The color degradation by waste rice was kept within the range of the yellow class. Daily feed intake in the experimental group (1681 g/15 layers) was significantly ($P<0.01$) lower than that of the control group (1764 g/15 layers). Daily egg production and egg-laying rate showed a similar trend and there was no significant difference among the groups. The feed efficiencies in both groups were approximately 51% with no significant difference. The cost of original feed was ¥1751/20kg and was cheaper than that of commercial feed, ¥2750/20kg. The results suggested that the addition of orange peelings to the original layer feed using waste rice recovered the yolk color degradation and did not decrease egg productivity.

Key words: orange peelings, waste rice, yolk color, egg productivity, feed cost

Corresponding: Seizi SUKEMORI sukemori.seiji@spua.ac.jp

Receipt of Ms: 03.03.2023. Accepted: 10.04.2023.
Journal of Animal Production Environment Science No.22(1) pp9–16. 2023