

# 鶏肉の保存性向上技術の開発 (高抗酸化活性含有資材の飼料への利用)

松下 浩一<sup>1</sup>, 石井 利幸<sup>2</sup>, 岩間 巧<sup>3</sup>, 廣瀬 裕子<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>山梨県畜産試験場, <sup>2</sup>山梨県総合農業技術センター, <sup>3</sup>山梨大学)

**要約** 鶏肉の保存期間を延長させるために、抗酸化活性の高い資材の肉用鶏への給与および抗酸化資材給与によるTBARS値を指標とした保存性試験を行った。その結果、各添加資材の抗酸化活性は、キノア種子、ブドウ搾り滓および黒米が優れた効果を示した。また給与試験において、発育体重がキノア茎葉区およびブドウ搾り滓区でやや劣った。正肉歩留は各区で大きな差はなかったが、ブドウ搾り滓区および黒米区でやや劣り、腹腔内脂肪蓄積率はこれらの区でいずれも増加した。TBARS値は、1日、4日および7日後について無処理区に比較して各資材区で優れ、またいくつかの資材においては直線回帰が有意となった。以上のことから抗酸化活性の高い資材の飼料給与によりムネ肉の保存性向上の可能性が示唆された。

## Development of long preservation methods of chicken meat (Effects of dietary resources in high antioxidant activity on broiler chickens.)

Koichi Matsushita<sup>1</sup>, Toshiyuki Ishii<sup>2</sup>, Takumi Iwama<sup>3</sup> and Yuko Hirose<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Yamanashi prefecture Livestock experimental station, <sup>2</sup>Yamanashi prefecture Agritechology center, <sup>3</sup>Yamanashi University)

**Abstract** Two experiments were conducted to determine effects of high antioxidant activity dietary resources on productive performance and preservation period of chicken meat. In first experiment, quinoa leaf, grape pomace, black rice and assorted feed on broilers were investigated antioxidant activity. These had high antioxidant activity, respectively. In second experiment, 21-days-old female chicks were fed either of the high antioxidant activity resources diets for 30 days. There was no difference in growth performance among the other treatments. Edible meat yield and abdominal fat deposit in chicks fed quinoa leaf and grape pomace diets were less than other diets. The extent of lipid oxidation was determined by measuring the TBARS value substances at 1, 4 and 7 d of storage and expressed as micrograms of MDA per kilogram of breast meat. Oxidative stability (TBARS value) in breast meat at 1, 4 and 7 d of storage was more effective antioxidant activity resources compared with the control diet. A liner response was observed in breast meat ( $p < 0.05$ ) at 1, 4, and 7 d, respectively, with control, red rice, black rice and vitamin E in the diet. These results suggest that high antioxidant activity resource diets improved preservation in breast meat.

### 1. 緒言

我が国での肉用鶏生産は昭和30年代に開始され、わずか半世紀のうちに急速に発展し、我々の生活に欠かせない動物タンパク質供給源となっている。生産開始当初の鶏肉生産は採卵鶏の抜き雄の肥育によるものであったが、欧米で肉量が多く飼料効率に優れた品種の開発がなされ、我が国にもその種鶏が輸入されるようになったことで日本人の食生活は一変した。このように鶏肉産業の進展により動物タンパク質を安価に摂取できるようになったことで、肉用鶏、特にブロイラーにおいては、現在の国内生産量および1人当たりの鶏肉消費量とも昭和30年代の11倍以上にもなった。このように我々の生活には欠かせない鶏肉であるが、近年いくつかの問題が出てくるようになった。中でも大きな問題となっているのは肉質の問題である。改良が進むに従って効率性を追求する

あまり少ない飼料で発育の早い鶏種へと変わってきた。その結果、鶏は無理な代謝により身体に負荷がかかり、脂肪量の増加や水っぽい肉質といった品質の悪化を引き起こしている。特に脂肪量の増加は、脂質の酸化を誘発し品質の早期劣化を招くことから、脂肪量の低減化、脂肪の質の改善は鶏肉産業安定化には必要不可欠であるといえる。脂肪量の調整は飼料によって行うことができる。小宮山ら<sup>1)</sup>は、飼料中のタンパク質含量を上げることで腹腔内脂肪量を低減化できることを報告している。また脂肪の質については、原料の調整によって変えることが可能である。しかし、我が国の養鶏用飼料のほとんどは北アメリカあるいは南アメリカから調達されているトウモロコシや大豆粕であるため、国内で生産される鶏肉は不飽和脂肪酸が多く、そのため脂質の融点が低いことが知られている。また不飽和脂肪酸は酸化しやすいため保存性が良くないことも指摘されており<sup>2)</sup>、鶏肉は広

域流通にはむかないとされている。そのため冷凍あるいはチルド状態で流通されるのが一般的となっている。しかし冷凍した場合、解凍することによりドリップがでることですまみ成分も流出してしまうという問題がある。そのため消費者からは冷凍せずにフレッシュ流通できる鶏肉の生産が要望されていることから、脂質の酸化を抑制するための技術開発が必要となっている。鶏肉の脂質を栄養面で改善するためには次の2つの方法が考えられる。1つは飼料栄養の調整により飽和脂肪酸含量を増やすことである。不飽和脂肪酸が脂質の酸化を引き起こすことから、飽和脂肪酸を多く含む肉質に変える方法である。しかし、鶏肉の特徴である軟らかさやおいしさを大きく変えてしまう危険性があること、また飼料原料はリノール酸の多いトウモロコシが主体となっているため、原料の操作は大きなコストアップにつながるため実用的でない。2つめは脂質の酸化を抑制することである。

山梨県はブドウの産地であり、地場にはワイン工場が多数見られる。ワイン醸造に利用されるブドウの搾り滓は一部が肉牛の飼料として利用されているものの、そのほとんどは圃場への肥料として利用されている状況である。しかし、ブドウ搾り滓には抗酸化活性を有しているポリフェノールが含有されており、これを鶏の飼料原料として利用することで脂質の酸化を抑制し保存性の向上が期待される。一方、本県では、農業振興の一つとして南米原産のキノアの栽培がされている。キノアはアカザ科の植物であり、近年ではその種子が五穀米などの原料として利用されている。Hirose et al.<sup>3)</sup>は、キノアの種子の抗酸化活性が高いことを報告しているが、種子のみならず茎葉部も抗酸化活性が高いといわれており、利用価値の低い茎葉部を養鶏用飼料としての利用ができれば、資源の有効利用にもつながる。また有色素米（赤米、黒米）も県内で生産がされており、その屑米が産出していることからこれらを肉用鶏に摂取させることで脂質の酸化抑制効果が期待できる。

そこで、これら県内で入手可能な資材について、その抗酸化活性を測定するとともに、肉用鶏飼料として給与した際の生産性、産肉性および保存性におよぼす影響について調査した。

## 2. 実験方法

### 2-1 地域資材における抗酸化活性レベル調査

地域資材の鶏への給与効果を検討するにあたり、各資材の抗酸化活性を把握した。供試資材は表1に示すとおり、ブロイラー仕上用飼料（以下基礎飼料という）、キノア茎葉部、ブドウ搾り滓（以下ブドウ滓という）および有色素米（朝紫：以下黒米という）とした。調査項目は水分含量の他、総フェノール量、総フラボノイド量、プロアントシアニジン量および1, 1-ジフェニル-2-ピク

表1 調査内容

水準	水準の内容
資材	標準飼料、キノア、黒米、ブドウ搾り滓
調査内容	水分含量、総フェノール量、総フラボノイド量、DPPH ラジカル補足活性、プロアントシアニジン量

リルヒドラジル（DPPH）ラジカル補足活性とした。

分析は廣瀬らの示した方法<sup>4)</sup>を用いた。すなわち、これらの資材100mgにメタノール/水（2：1v/v）5mlを加え、50℃で60min加熱後、メンブランフィルターでろ過し、10mlに調整したものを分析に用いた。総フェノール量については、抽出液1mlに、水3mlと5倍希釈したフェノール試薬1mlを加え攪拌後、10%炭酸ナトリウム水溶液1mlを加え、室温で1h放置後、760nmにおける吸光度を測定した。没食子酸の各種濃度の溶液について同様の測定を行った結果を用いて、没食子酸相当量（gallic acid mg E/100g FW）として抽出液の総フェノール量を算出した。フラボノイド類についてはHPLCを用い測定した。プロアントシアニジン含量は試料50mgを精秤し、メタノール1ml、1%バニリンメタノール溶液2mlおよび25%硫酸メタノール溶液2mlを加え、30℃で15分間振盪した後、さらにメタノールを1mlを加え、3000rpm、10min遠心分離し、上清の吸光度（500nm）を測定した。これを濃度既知の（+）-カテキン溶液1mlで作成した回帰直線から試料100gに対する（+）-カテキン相当量（mg）を算出しプロアントシアニジン量を求めた。DPPHラジカル捕捉活性の測定は、抽出液2mlに150μM DPPHメタノール溶液2mlを加え、よく振り混ぜた後、室温暗所に30min放置後、517nmにおける吸光度を測定し、次式からラジカル捕捉率を算出した。

$$\text{DPPHラジカル捕捉率 (\%)} = [(A-B) / A] \times 100$$

(A：BLANK液の吸光度，B：測定試料反応液の吸光度)

各種濃度の6-ヒドロキシ-2, 5, 7, 8-テトラメチルクロマン-2-カルボン酸（Trolox）メタノール溶液のDPPHラジカル捕捉率を測定し、粗抽出液のラジカル捕捉率をTrolox相当量（Trolox μmol E/100g FW）として算出した。

### 2-2 抗酸化活性の高い地域資材の肉用鶏給与による鶏肉の保存性への影響

鶏はブロイラー専用種「チャンキー」雌ヒナを144羽供試した。試験区分は表2に示すとおり9区分とし、1区16羽で反復はなしとした。試験は51日齢まで陰圧式のウィンドウレス鶏舎で平飼飼育とした。0～21日齢

表2 試験区分

処理区分	配合量	給与方法
1 無処理	—	不断給与
2 キノア茎葉	5%	不断給与
3 キノア種子	5%	不断給与
4 ブドウ搾り滓	5%	不断給与
5 白米	5%	不断給与
6 赤米	5%	不断給与
7 黒米	5%	不断給与
8 ビタミンE増量	500IU	不断給与
9 イチゴポリフェノール	0.3%	不断給与

までは市販のプロイラー前期用飼料（CP22%，ME3，150Kcal）を群で与え，21日齢時に1区を16羽に分割しビタミンE含量を6IUに調整したプロイラー仕上用飼料（CP18%，ME3,050Kcal/kg）を基礎飼料とした．抗酸化活性の高い地域資材（以下資材という）は，キノア茎葉部，キノア種子，ブドウ粕，白米，赤米，黒米の6種類，としそれぞれ5%配合した（配合飼料95：資材5）．またビタミンEを500IUに増量した区（以下VE区という）とイチゴポリフェノールを0.3%添加した区（以下イチゴ区という）も設定し無処理区を対照として9区分で実施した．

調査項目は，毎週発育体重および残餌量の測定を行い，飼料摂取量と飼料要求率を算出した．51日齢時に各区平均体重に近い個体を5羽抽出し，翼下静脈より採血後と殺した．と体は湯漬け，脱毛の後冷水で2時間冷却し，その後4℃の冷蔵庫で17時間冷却した後解体に供した．解体は正肉重量，腹腔内脂肪蓄積量を測定し，と体重に対する率を求めた．また肉色については色差計NR3000（日本電色製）を用い，浅胸筋（ムネ肉）および腹腔内脂肪についてL\*，a\*およびb\*値を測定した．測定した色調のうち，脂肪色についてはW値（白色値）およびYI値（黄色値）を求めた．解体に供した右ムネ肉は4℃の冷蔵庫で保存し，と殺1日後，4日後および7日後に皮を除去した筋肉部分をミンチにかけ，約20gをアルミ製の真空パックで真空し-80℃で分析まで保存した．一方，採血した血液は血漿分離させた後， $\alpha$ 1酸性糖タンパク質濃度を測定した．ムネ肉のTBARS値については，Salih et al.<sup>4)</sup>の示した方法を改良して実施した．まずマロンジアルデヒド（MDA）含量既知の試料を用い532nmにおいて検量線を作成した．ムネ肉TBARS値の測定は，-80℃で保存した試料を24時間冷蔵庫で解凍した後，正確に10g秤量して4%トリクロロ酢酸溶液を用いて混和粉碎した後，常法によりメスアッ

プおよび濾過し0.5mMチオバルピツール酸を添加して暗所にて24時間常温で発色させた後，532nmで吸光度を測定し，検量線から値を求めた．ここで得られたデータを1次回帰式に当てはめ回帰式を算出した．このうち1次回帰が有意にならなかったものについては，2次回帰あるいは累乗回帰分析を行い最適な回帰式を求めた．

### 3. 結果

#### 3-1 地域資材における抗酸化活性レベル調査

各地域資材における水分含量，総フェノール量，総フラボノイド量，プロアントシアニン量およびDPPHラジカル補足活性の結果を表3に示した．水分含量についてはキノアおよびブドウ滓は8%程度であり，基礎飼料および黒米は11%程度であり，鶏にチェーン給餌するにも問題のない水分量であった．総フェノール量はキノアが最も高く847mgE/100gFWであったのに対し，黒米は490mgE/100gFW，ブドウ滓は389mgE/100gFWと約半量となり，基礎飼料は194mgE/100gFWとさらに低い値を示した．総フラボノイド量については，総フェノール量と同様にキノアが最も高く517mgE/100gFWとなり，基礎飼料は131mgE/100gFWであった．プロアントシアニン量はブドウ滓が838mgE/100gFWとなり，基礎飼料の27mgE/100gFWを大きく上回った．一方，キノアおよび黒米は測定限界以下であった．抗酸化活性の指標であるDPPHラジカル補足活性はキノア，黒米，ブドウ滓いずれも高い値を示し，基礎飼料の4～6倍の活性を示した．このことから，基礎飼料にこれらの資材を配合することで，鶏への抗酸化効果の付与が期待された．

表3 資材の抗酸化性等

	水分含量 (%)	総フェノー	総フラボノ	DPPH ラジカ	プロアントシ
		ル量 mgE/ 100gFW	イド量 mgE/ 100gFW	ル補足活性 nmolE/ 100gFW	アニジン量 mgE/ 100gFW
標準 飼料	11.6±0.1	194±1	131±9	524±9	27±2
キノア	8.1±0.4	847±22	517±3	2,999±24	ND
黒米	11.3±0.2	490±15	280±4	2,629±26	ND
ブドウ 搾り粕	8.0±0.2	389±19	407±9	1,958±46	838±29

※ND:測定不能

#### 3-2 抗酸化活性の高い地域資材を用いた鶏肉の保存性向上

##### 1. 育成成績

51日齢時における発育体重，育成期間中の飼料摂取量および飼料要求率を表4に示した．

51日齢時の発育体重は、無処理区が3,511gであったのに対し、キノア茎葉区およびブドウ粕区で劣った結果を示した。それ以外の資材については無処理区よりも高い値を示した。21日齢から51日齢の飼料摂取量については、最も多かったVE区と最も少なかった無処理区との間に491gの差が認められた。また0日齢から51日齢までの飼料摂取量は21日齢から51日齢までの飼料摂取量の差がそのまま影響し、VE区と無処理区で481gの差であった。この結果、飼料要求率をみた場合は、無処理区が1.86であったのに対し、他の試験区はすべてこれよりも劣っていた。

## 2. 解体成績

51日齢時にと殺した後の解体成績を表5に示した。

正肉重量については、発育体重の小さかったブドウ粕区が1,399g、歩留では46.44%であり最も低かったものの、他の区と比較して大きな差とはならなかった。腹腔内脂肪は黒米区が109gと最も高い値を示し、蓄積率で

も3.35%と最も高くなった。飼料原料の影響を最も受ける筋胃については重量、比率とも区間において大きな差は認められなかった。

## 3. 肉色

51日齢時における浅胸筋および腹腔内脂肪における肉色結果を表6に示した。

浅胸筋については、L\* (明度), a\* (赤色度) および b\* (黄色度) について調査した結果、a\*値で無処理区が高い値を示したものの有意な差とはならなかった。また b\*値についても大きな差は認められず、浅胸筋においては飼料原料の影響はないものと考えられた。

一方、脂肪色についてはL\*, a\*, b\*に加えてW値 (白色値) およびYI値 (黄色値) について計算により算出した。その結果、それぞれの資材を添加給与することでW値は低下し、YI値は高くなる傾向が認められた。このことから、今回利用した資材については脂肪色をやや黄色みがからせることが示された。

表4 育成成績

処理区分	発育体重(g)		飼料摂取量(g)		飼料要求率	
	21d	51d	21-51d	0-51d	21-51d	0-51d
1 無処理	1,016	3,511	5,229	6,467	2.10	1.86
2 キノア茎葉	978	3,444	5,665	6,887	2.30	2.02
3 キノア種子	968	3,540	5,527	6,735	2.15	1.93
4 ブドウ粕	956	3,347	5,373	6,569	2.25	1.99
5 白米	973	3,577	5,539	6,770	2.13	1.92
6 赤米	996	3,626	5,562	6,797	2.11	1.90
7 黒米	997	3,581	5,560	6,794	2.15	1.92
8 ビタミンE	999	3,555	5,720	6,949	2.24	1.98
9 イチゴ	990	3,593	5,558	6,764	2.14	1.90

表5 解体成績

処理区分	正肉		腹腔内脂肪		筋胃	
	重量(g)	歩留(%)	重量	蓄積率(%)	重量(g)	率(%)
1 無処理	1,515±46	47.49±1.33	92±23	2.89±0.71	34±2	1.07±0.06
2 キノア茎葉	1,505±73	48.06±1.70	87±9	2.51±0.28	35±3	1.11±0.11
3 キノア種子	1,508±66	47.60±1.76	88±11	2.76±0.33	35±3	1.09±0.11
4 ブドウ粕	1,399±54	46.44±1.40	97±29	3.21±0.96	35±2	1.16±0.08
5 白米	1,562±42	48.04±1.46	97±15	2.97±0.42	33±5	1.03±0.14
6 赤米	1,591±63	49.38±1.00	93±16	2.83±0.42	33±6	0.99±0.17
7 黒米	1,531±76	46.86±1.92	109±22	3.35±0.70	35±2	1.06±0.04
8 ビタミンE	1,455±65	46.95±1.42	87±22	2.81±0.63	34±3	1.10±0.07
9 イチゴ	1,629±30	48.76±0.46	81±19	2.42±0.52	33±3	0.99±0.09

※歩留、蓄積率、率はいずれもと体重に対する比率