

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14958

研究課題名（和文）鶏肉品質を支配する要因の解明と品質の斉一性向上への取り組み

研究課題名（英文）Comparison of the quality of chicken breast meat between fast- and slow-growing chicks during the neonatal period

研究代表者

島元 紗希（Shimamoto, Saki）

新潟大学・自然科学系・助教

研究者番号：90875395

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、家禽の初期成長期の成長速度の差が、食肉の品質のばらつきを生じさせる原因となり得るかを調べ、その作用機序の解明および品質のばらつきの改善を試みた。1日齢から5日齢までの増体量を以て下位20%を遅発育区、上位20%を急速発育区として選抜し、出荷体重になるまで飼育し、むね肉を採取し分析に供した。本研究の成果より、初期成長期に生じた成長速度の個体差は出荷後の食肉のドリップロスや呈味性に影響を与えることが示唆された。その要因としては成長速度とタンパク質および脂質の異化によって生じる代謝物との相関が示されたことから、これらの代謝の違いが要因と考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで家畜の成長と生産能力の個体差が重要視されていたものの、「成長と鶏肉の品質の個体差の関連」を調べた例はほとんどなかったが、本研究結果により、初期成長速度の異なる2群間において、実際に食肉品質に直結するリン脂質の代謝産物や遊離アミノ酸含量に差があり、水分損失や呈味に影響することを見出した。初期成長期の成長速度と出荷時の鶏肉の肉質との関連性を調べるというアプローチにより、初期成長期で出荷時の肉質のばらつきが予想することができ、早期に飼養管理方法の改善に取り組むことができる。また、成長と品質の個体差に関連性が認められると、生産性と品質の斉一性の向上が可能となる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated whether either growth rate or muscle protein degradation level during the neonatal period are related to the individual differences in meat quality, by comparing fast- and slow-growing chicks among the same strain. At 5 days of age, the chicks were divided into two groups based on their body weight gain from 1 to 5 days of age. At 49 days of age, after 8 chicks were randomly chosen from each group. Drip loss and cooking loss in breast muscle were significantly higher in the slow-group than in the fast group. Fifteen of identified metabolites were significantly affected by the fast- and slow-growing groups. Enrichment analysis showed that these metabolites affected multiple amino acids and phospholipids metabolic pathways. Differences in protein degradation during the neonatal period were maintained until market age. And protein degradation levels at slaughter might affect the amino acid contents in breast muscle after aging.

研究分野：動物生産科学

キーワード：骨格筋タンパク質代謝 肉用鶏 メタボロミクス 食肉品質

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

食品の品質は、各種栄養素の含量で示される食品としての基本的な特性と、美味しさ(食味性)貯蔵性、外観といった機能的な特性に分けることができ、食肉の場合は後者への関心が高い。美味しさとは、主に味、匂い、食感が影響し、これらが相互に関連している。

近年では、畜産物の品質を向上させる方策として、育種選抜や飼料添加物による畜産物の呈味成分や機能性成分の増強などの数多くの取組が試みられ、銘柄家畜・銘柄食肉が作出されている(新潟畜セ研報, 15, 10-14, 2005, 茨城畜セ研報, 43, 32-34, 2010)。これらの銘柄家畜・銘柄食肉に対して、バイヤーや消費者は、特に品質の安定性を求めているため(日本政策金融公庫 農林水産事業, 2009)、畜産物の品質の安定性は生産性や収益性に直結する課題である。

一方、家畜の生産現場では、個体の遺伝的能力や飼養環境により家畜の成長速度や乳肉卵などの生産能力に個体差が生じることは周知の事実であるが、それと比較して畜産物の品質、美味しさのばらつきについての研究は十分に行われているとは言えない。そこで申請者は、畜産物の品質にばらつきが生じる原因の解明と斉一性を高める技術の開発は、市場に出回る国産畜産物を強化するためのブレイクスルーとなると考えた。

申請者はこれまでに、同品種、同系統内の肉用鶏(ROSS308)における初期成長期(孵化後1~5日齢)の体重や骨格筋量に個体差が生じる原因の解明を目的として、成長速度(増体)が速い群と遅い群の比較研究を行ってきた。その結果、成長速度が速い群と遅い群の体格差は出荷体重まで維持されることを明らかにした。また、骨格筋中の遊離アミノ酸を調べた結果、成長が遅い群は速い群と比較してグルタミン酸などのアミノ酸量が少ないことを見出した。アミノ酸は食品の味に関係する成分であり、中でも遊離グルタミン酸は主として食肉の呈味に影響を与える。しかしながら、これまでに骨格筋中の遊離グルタミン酸量の個体差を比較した研究はないため、申請者は、鶏肉の品質、特に食味のばらつきが生じる原因として、初期成長期の成長速度の差が関与するのではないかと着想した。

2. 研究の目的

本研究課題は、家禽の初期成長期の成長速度の差が、食肉の品質のばらつきを生じさせる原因となり得るかを調べ、その作用機序の解明および品質のばらつきの改善を試みた。

3. 研究の方法

肉用鶏ヒナの初期成長期(孵化後1~5日齢)の増体量を以って、成長速度が速い群(急速発育区、増体量の上位20%)と遅い群(遅発育区、増体量の低位20%)、平均的な成長速度である平均群(平均発育区)の3区に分け、各区から無作為に12羽選抜し、そのうち6羽を屠殺し骨格筋を採取した。各区から選抜した残りの6羽を定法に従い飼育し、平均発育区が出荷体重に達した時点で屠殺し、骨格筋、血液を採取した。

肉質の基本的な特性として出荷時の鶏肉の成分分析を行った。機能的な特性として、脂質過酸化物質、ドリップロス量、クッキングロス量の測定により貯蔵性、色彩色差計による色調により外観、剪断力価計による物性とGC/MSによる香気成分分析、味認識装置を用いた味覚特性と官能評価試験により食味性に与える影響を調べた。食味に関係する成分は、アミノ酸、ペプチド、糖、無機イオン、有機酸などがあるとされている。中でも遊離グルタミン酸、イノシン酸、カリウムイオンは主として鶏肉の呈味に影響を与えることが報告されている。そこで、本実験では、各区で選抜した12羽(5日齢ヒナ6羽、出荷時鶏6羽)の骨格筋中の遊離アミノ酸濃度の測定と低分子代謝産物のメタボローム解析を行い、初期成長期の代謝状態とその後の鶏肉品質との関連性を調べた。

4. 研究成果

4-1. 成長速度の異なる肉用鶏のむね肉における理化学特性(成分組成、色調、物理的特性、呈味成分)

成長速度が異なる肉用鶏のむね肉中の水分含量、たんぱく質および脂質含量に差は認められなかった。また、色調、ドリップロス、クッキングロスおよびせん断力価においても急速発育区と遅発育区との間で有意な差は認められなかったが、ドリップロスとクッキングロスによる水分損失は急速発育区と比較して遅発育区で有意に多くなった。

と鳥直後のむね肉中の遊離アミノ酸含量は急速発育区と比較して、遅発育区でグルタミン酸、バリン、ロイシンおよびN-メチルヒスチジンが有意に高く、加えてチロシン、フェニルアラニンが高い傾向($P < 0.1$)を示した。一方、48時間熟成後のむね肉中の遊離アミノ酸含量は遅発育区と比較して急速発育区でアスパラギン酸、グルタミン酸、グルタミン、グリシン、アラニン、フェニルアラニン、ヒスチジンおよびリジン含量が有意に高かった。また、むね肉中の核酸代謝物含量を測定した結果、急速発育区と比較して遅発育区で有意に高かった。

鶏肉スープを作製し分析型官能評価を行った結果、急速発育区と比較して遅発育区の鶏肉スープでは酸味が強く、旨味やコクが弱いことが明らかとなった (Fig.1)

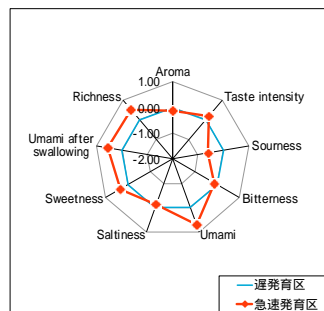


Fig.1 成長速度の異なる鶏の鶏肉スープによる分析型官能評価

4-2. 成長速度が異なる肉用鶏の代謝状態の比較

成長速度の差は初期成長期 (1~5 日齢) で生じたものが維持されることから、成長速度の差が現れる 5 日齢ヒナの血漿、肝臓、浅胸筋のメタボローム解析を行い成長速度の要因となる代謝経路の同定を試みた。加えて、出荷日齢 49 日齢のむね肉のメタボローム解析を行い、初期成長期の代謝状態とその後の鶏肉品質との関連性も明らかにすることを試みた。

生体内で同定された代謝産物のうち、血漿で 7、肝臓で 30、骨格筋で 35 の代謝物に増体量と相関が認められた。特に骨格筋では、バリン、ロイシンなど複数のアミノ酸が増体量と正の相関を示し、体タンパク質分解の指標である N-メチルヒスチジンとの間に負の相関が認められた。動物の成長の主体は体タンパク質の蓄積であり、体タンパク質の蓄積は、タンパク質の合成量と分解量の差で表される。そこで、急速発育群と遅発育群における骨格筋へのタンパク質蓄積速度を比較した。その結果、タンパク質合成速度は両群に有意な差は認められなかったが、タンパク質分解速度は急速発育群と比較して遅発育区で有意に高かった。さらに、増体量と相関が認められた代謝物が関与する代謝経路を Metaboanalyst を用いてエンリッチメント解析した結果、分岐鎖アミノ酸分解経路、アラニン・アスパラギン酸・グルタミン酸代謝などの 6 つのアミノ酸関連代謝経路が関与することが示唆された (Table.1)

Table1. 成長速度との関与が示唆された代謝経路

Pathway
Valine, leucine and isoleucine degradation
Alanine, aspartate and glutamate metabolism
Glycine, serine and threonine metabolism
Cysteine and methionine metabolism
Taurine and hypotaurine metabolism
Glutathione metabolism
Citrate cycle (TCA cycle)
Pentose and glucuronate interconversions
Galactose metabolism
Ascorbate and aldarate metabolism

以上の結果より、初期成長期の増体速度の個体差は骨格筋タンパク質分解速度の違いが強く関与していることが示唆された。また、複数のアミノ酸代謝経路の関与が示されたことから、タンパク質分解に伴うアミノ酸の利用能力の差についても検討する必要性が示唆された。

一方、出荷日齢の 49 日齢のむね肉のメタボローム解析を行った結果、15 つの代謝物に増体量と相関が認められ、初期成長期と同様に相関を示す代謝物は 8 つあった。その多くがアミノ酸に関連する代謝物であった。それに加えて、Metaboanalyst を用いてエンリッチメント解析の結果、遅発育区において脂質代謝およびリン脂質代謝の亢進が示唆された。リン脂質の分解は食肉の水分損失に関与することから、遅発育区のドリップの多さは、リン脂質代謝の影響によるものであることが示された。

4-3. 初期成長期の成長速度のばらつき改善の検討

初期成長期に現れる成長速度の差には、骨格筋における分岐鎖アミノ酸 (BCAA) 分解経路と肝臓における糖代謝、脂質代謝の異化経路が関与することが示唆されたため、BCAA 強化飼料 (BCAA 全てが要求量の 1.4 倍) を調整し、初期成長期の増体量の差が縮まるかを検討した。

BCAA 強化飼料給与群と対照群の成長のばらつきは同様に生じることから、群の個体差を変化しなかった。また、メタボローム解析の結果、BCAA 強化飼料給与群の遅発育区は血中、筋肉中の BCAA 濃度が低く、その後の代謝産物の量の増加が認められたことから、BCAA 分解経路が活発であること示唆された。加えて、BCAA の分解経路に関わる BCAT2 および BCKDH の発現量は急速発育区と比較して遅発育区で有意に高かった (Fig.2)。これらの結果より、遅発育区は先天的に BCAA の分解酵素の活性が高いことが示唆された。

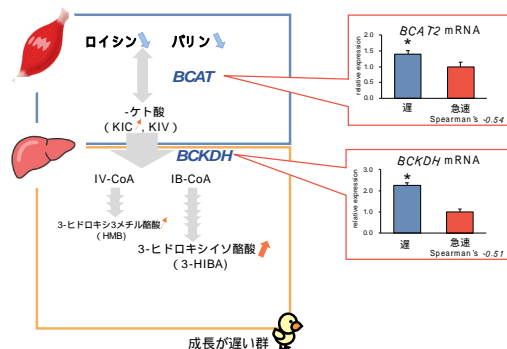


Fig.2 成長速度の違い個体におけるBCAA分解経路

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 島元紗希	4. 巻 64
2. 論文標題 骨格筋のタンパク質分解と食肉生産に関する研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 食肉の科学	6. 最初と最後の頁 9-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 IWAI Yuki, SHIMAMOTO Saki, IJIRI Daichi, NAKASHIMA Kazuki, OHTSUKA Akira, FUJIMURA Shinobu
2. 発表標題 Comparison of the quality of chicken breast meat between fast- and slow-growing chicks during the neonatal period
3. 学会等名 68th International Congress of Meat Science and Technology（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 島元紗希・岩井祐樹・井尻大地・中島一喜・大塚彰・藤村忍
2. 発表標題 成長速度が異なる肉用鶏のむね肉中の遊離アミノ酸含量および呈味特性.
3. 学会等名 日本アミノ酸学会第15回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩井祐樹・島元紗希・井尻大地・中島一喜・大塚彰・藤村忍
2. 発表標題 成長速度の異なる肉用鶏のむね肉の理化学特性
3. 学会等名 北信越畜産学会第69回富山大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------