

第15回

イミダゾールジペプチド研究会

講演要旨

■講演内容

尾崎 誠 先生（ナカライテスク株式会社）

「イミダゾールジペプチドの *in vitro* における機能評価および

食肉中のイミダゾールジペプチドと関連代謝物の一斉分析」

井尻 大地 先生（鹿児島大学）

「暑熱ストレスがニワトリ骨格筋中のイミダゾールジペプチド含量に

及ぼす影響」

座長: 友永 省三（京都大学）

令和7年5月24日(土) 17:30~19:00

名古屋大学東山キャンパス G会場

イミダゾールジペプチド研究会ホームページ

URL : <https://www.idpres.jp/>

イミダゾールジペプチド研究会賛助企業（五十音順）

エターナルホスピタリティグループ株式会社

SUNTORY BEVERAGE & FOOD ASIA PACIFIC

東海物産株式会社

ナカライテスク株式会社

日本ハム株式会社

浜理薬品工業株式会社

焼津水産化学工業株式会社

イミダゾールジペプチドの *in vitro* における機能評価および 食肉中のイミダゾールジペプチドと関連代謝物の一斉分析

尾崎 誠、山田 泰成、廣瀬 恒久、下間 志士
ナカライテスク株式会社 研究開発部 応用開発課

イミダゾールジペプチド (IDPs) は、抗酸化作用や抗疲労作用などの様々な機能を有している機能性食品成分である。一方で、生体内における IDPs の抗酸化活性や代謝機構には不明な点が多いのが現状である。本講演では、弊社で販売している IDPs と L-2-オキシカルノシン (Oxo-Car) の *in vitro* における機能および弊社独自のカラムである PBr カラムと高感度ラベル化剤 L-FDVDA を用いた食肉中の IDPs とその構成アミノ酸、タウリンの一斉分析手法について報告する。

1. *in vitro* における IDPs と Oxo-Car の機能評価

FRAP アッセイと ORAC アッセイにより、IDPs と Oxo-Car、グルタチオンの抗酸化活性を評価したところ、Oxo-Car が最も高い抗酸化活性を示した。Fe²⁺の比色試薬であるフェロジンを用いて、Fe²⁺のキレート能を評価したところ、IDPs には Fe²⁺が結合することが確認されたが (EDTA の約 1/20 の結合能)、Oxo-Car には結合せず、キレート能はないことが示された。ROS (ClO⁻、[•]OH、ONOO⁻) によるタンパク質の分解抑制効果を SDS-PAGE で評価したところ、Oxo-Car はビタミン C やグルタチオンと同等以上の分解抑制効果を示した。また、IDPs では分解抑制効果を示さなかった ONOO⁻においても、Oxo-Car は高い分解抑制効果を示した。現在、培養細胞において、IDPs と Oxo-Car 添加による、ROS の産生抑制効果や脂質の過酸化の抑制効果の検証を行っている。

2. PBr カラムと L-FDVDA を用いた食肉中の IDPs と構成アミノ酸、タウリン (Tau) の一斉分析

一般的に複数の化合物の一斉分析には、RP-HPLC が使用されるが、IDPs やアミノ酸などの高親水性の化合物に対しては保持を示さず、分析することが困難な場合が多い。弊社ではこれまでに、ペンタブロモベンジルオキシプロピル基を修飾した PBr カラムを開発し、RP-HPLC で親水性化合物に対して高い保持を示すことを見出している。PBr カラムを用いて、4 種類の IDPs を分析したところ、誘導体化せずに $R_s > 1.5$ で分離することができた。様々な食肉中の IDPs を LC-MS で分析したところ、RSD < 15% で精度良く定量することができた。しかしながら、IDPs の構成アミノ酸や Tau などは誘導体化未処理では、保持を示さないため、分析することは困難であった。しかし、これまでに弊社では、ラベル化剤 L-FDVDA を開発し、分離することが難しい様々な化合物を LC-MS で高感度に分析することに成功している。L-FDVDA でラベル化した 4 種類の IDPs と構成アミノ酸、Tau を PBr カラムで分析したところ、 $R_s > 1.5$ で分離することができた。各食肉を分析したところ、ホモカルノシンを除く IDPs と構成アミノ酸、Tau を検出することができた。構成アミノ酸は動物種・組織・品種によらず、含有量に大きな差はなかったが、IDPs と Tau では食肉によって含有量に顕著な差があった。動物種においては、牛肉と豚肉ではカルノシン、鶏肉ではアンセリンの含有量が最も高いことが示された。組織ではムネ肉 > ササミ > モモ肉の順に IDPs 含有量が高く、品種ではブロイラーよりもブランド鶏の方が高いことが示された。Tau は動物種では牛肉 > 豚肉 > 鶏肉、組織ではモモ肉 > ササミ > ムネ肉の順に含有量が高かったが、品種間では差はなかった。N^ε-メチル-L-ヒスチジンのみ一部のサンプルで RSD > 15% となったが、その他の成分は全ての食肉において、RSD < 15% で精度よく分析することができた。

暑熱ストレスがニワトリ骨格筋中のイミダゾールジペプチド含量に及ぼす影響

井尻大地¹、片淵歩美¹

鹿児島大学大学院連合農学研究科

イミダゾールジペプチド (IDPs) とは、ヒスチジンを構成成分とするジペプチドの総称であり、カルノシン (β -alanyl-L-histidine)、アンセリン (β -alanyl-N^ε-methyl-L-histidine)、バレニン (β -alanyl-N^ε-methyl-L-histidine) などが知られている。これらの IDPs は、脊椎動物の骨格筋に比較的多く含まれるが、それぞれの濃度は動物種によって異なる。IDPs は、抗酸化作用、抗糖化作用、ならびに抗疲労作用などの生体調節機能を持つため、畜肉中の生体防御因子として注目されており、畜肉中の IDPs 含量の増加による高付加価値化が期待される。

一方で、近年、国内外問わず猛暑が発生し、暑熱ストレスに曝された家畜の生産性低下や食肉品質の低下が世界的な問題となっている。ニワトリは汗腺を持たないため熱放散能力が低く、暑熱ストレス環境への適応能力が著しく低い。そのため、暑熱ストレス環境下での鶏肉の生産性低下や pH、色調などの理化学特性の変化、ならびにそれらの機序に関して国内外を通して活発に研究されてきた。しかしながら、暑熱ストレスによる鶏肉中の IDPs などの機能性成分への影響に関する報告は少ない。

本研究では、猛暑日 (35°C) を想定した暑熱感作が、鶏肉の IDPs 含量やその調節機構に及ぼす影響を調べた。

1. 暑熱感作が肉用鶏の骨格筋中 IDPs 含量と血中低分子代謝産物に及ぼす影響

ブロイラーヒナ (Ross308) 36羽を0日齢で導入し、14日齢まで予備飼育した。14日齢時点で18羽ずつ適温群と暑熱群に分け、適温 (25±1°C) または暑熱 (1日あたり 35±1°C 8時間) の各温度条件で飼育した。飼料および水は自由摂取とした。暑熱感作開始 1、4、8日後に各群から6羽ずつと鳥・解体し、頸部より血液を採取した。次いで、剖検し、浅胸筋 (むね肉) を採取した。暑熱感作開始 1、4日後において、むね肉中の IDPs 含量が有意に減少した。IDPs 含量の低下が認められた暑熱感作開始 1日後のブロイラーの血漿を用いてメタボローム解析を行った結果、暑熱感作によりウラシル、シトシンなど 37 の代謝物の増減が確認された。

2. 長期間の暑熱感作が出荷時の鶏肉中の IDPs 含量に及ぼす影響

実験 1 と同様に 14 日齢時点でブロイラーヒナ 16羽を8羽ずつ適温群と暑熱群に分け、適温 (25±1°C) または暑熱 (1日あたり 35±1°C 8時間) の各温度条件で42日齢まで4週間飼育した。42日齢時点で解体し、浅胸筋 (むね肉)、深胸筋 (ささみ肉)、ならびに大腿部 (もも肉) を採取した。4週間の暑熱感作は、体重、飼料摂取量、鶏肉収量 (むね肉、ささみ肉、もも肉の重量) を減少させた。加えて、暑熱感作によるむね肉中の IDPs 含量の有意な減少が確認された。

以上の結果より、夏季の暑熱ストレス環境下飼育された肉用鶏では、鶏肉中の IDPs 含量が低下することが示唆された。今後の展望として、暑熱ストレス誘発性の鶏肉中 IDPs の減少を軽減する飼料資材の探索・検討が期待される。

第 15 回 イミダゾールジペプチド研究会
講演要旨

令和 7 年 4 月 10 日 印刷

令和 7 年 4 月 10 日 発行

発行者 イミダゾールジペプチド研究会事務局
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
京都大学大学院農学研究科
応用生物科学専攻 動物栄養科学分野（内）
TEL： 075-753-6333