

博士論文の要旨及び審査結果の要旨	
氏名	Liu Wenjun
学位	博士 (農学)
学位記番号	新大院博 (農) 第 232 号
学位授与の日付	令和 5 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名	天然ケーシングの品質改善に関する研究
論文審査委員	主査 教授・西海 理之 副査 教授・藤村 忍 副査 教授・杉山 稔恵 副査 准教授・筒浦 さとみ 副査 助教・島元 紗希
博士論文の要旨	
<p>天然ケーシングの硬さにおいてはソーセージ生産業者と消費者の両立したニーズがあり、それ故に天然ケーシングの物性に関わる要因やその品質改善に関する研究が必要であるが、まだ充分ではない。そこで本論文では、天然ケーシングの物性に影響を与える要因を調査した上で、天然豚腸ケーシングにおける新たな軟化処理方法の開発およびそのメカニズムの検討を行った。以下に得られた結果を要約する。</p> <p>1) 天然ケーシングの物性に関わる要因の解明</p> <p>各国から取り寄せた豚腸および羊腸ケーシングならびにと殺年齢の異なる羊腸ケーシングの硬さ、生化学的および組織学的特性の比較検討をした。天然ケーシングの主要成分はコラーゲンであり、幾層ものコラーゲン線維のシートから構築されていた。コラーゲン、エラスチンおよびプロテオグリカン含量ならびに組織学的なエラスチン線維の分布や量は全てのケーシングで有意差がなく、一方、硬いケーシングはコラーゲンの熱安定性が高く ($p < 0.01$)、コラーゲン線維の組織学的構造も異なっていた。また、ラムに比べてシープケーシングは明らかに硬く ($p < 0.01$)、家畜の成長に伴って硬くなることが示された。硬いシープケーシングは軟らかいラムケーシングに比べてコラーゲンの熱安定性が高く ($p < 0.01$)、ピリジノリン含量が高かった ($p < 0.01$)。さらに、硬いシープケーシングでは、コラーゲン線維が比較的太く、コラーゲン線維から成るシート数が多くなってケーシングは厚くなった。これらの結果から、家畜の成長に伴うコラーゲンの熱的・構造的安定性の上昇が天然ケーシングを硬くすることが示された。</p> <p>2) 豚腸ケーシングの軟化処理方法の開発</p> <p>最初に、高圧、加熱、クエン酸及びペプシン処理等のコラーゲン軟化手法を利用し、豚腸ケーシングの軟化処理条件の探索を行った。嗜好性の最も良い羊腸ケーシングの物性を基準として評価したところ、さらにソーセージ充填時の破損を考慮して、豚腸ケーシングの軟化の最適条件として、0.2 M クエン酸に 45°C で 18 時間浸漬処理後、0.01 M リン酸三ナトリウムで室温 1 時間浸漬処理を行う方法を設計した。上記の方法で軟化した豚腸ケーシングを用いてモデルソーセージを作製し、加熱後に官能評価を行ったところ、有意な ($p < 0.01$) 軟化効果が認めら</p>	

れ、食べた後の残留感も有意に($p < 0.01$) 減少した。また、天然ケーシングに特徴的なパリッと
する食感も保持した。

3) 本処理法による豚腸ケーシングの軟化メカニズムの検討

軟化処理により豚腸ケーシングのコラーゲンの加熱溶解性が有意に ($p < 0.01$) 高くなった。
SEM 観察から、軟化処理によりコラーゲン線維の解離とシート状構造の崩壊が示された。さら
に、DSC 分析の結果から、軟化処理によって、熱力学的安定であったコラーゲン線維からコラ
ーゲン細線維やコラーゲン分子の一部転換したことが示唆され、このようなコラーゲン線維構
造の脆弱化と熱安定性の低下が豚腸ケーシングの軟化を引き起こしたと推測した。

本研究は天然ケーシングの硬さに及ぼす要因がコラーゲンの熱的・構造的安定性であること
を明らかにした。0.2M クエン酸 (pH 2.0) で 45°C, 18 時間軟化処理後、0.01M リン酸三ナト
リウムで室温 1 時間浸漬するという豚腸ケーシングの軟化法を設計し、豚腸ケーシングの硬さ
および作成されたソーセージの食感の改善を実現させた。そして、設計された本軟化法は豚腸
ケーシングのコラーゲン線維の熱的および構造的安定性を低下させることで硬さの制御をした
と考えた。本研究の成果は、天然ケーシングの品質改善のみならず、コラーゲンリッチな様々
な組織の物性制御等に応用価値があると考えられる。

審査結果の要旨

本学位論文は、天然ソーセージケーシング (豚腸や羊腸) の物性、特に硬さに影響する要因
をコラーゲンの熱安定性やコラーゲン線維構築状況などの観点から明確にした上で、豚腸ケー
シングの軟化処理のスクリーニングからその軟化方法を設計し、実際にモデルソーセージを作
製して官能評価で軟化法の評価をした。さらに、軟化処理したケーシングにおけるコラーゲン
の熱安定性や構造安定性の低下を明確に示したもので、記述された内容は十分に詳しく、か
つ、論理的に構成されたものであった。

本論文の主な内容は、申請者を筆頭著者として以下の国際学術雑誌に掲載済みであり、学術
的価値が非常に高いと評価された。

Wenjun Liu, Xing Chen, Satomi Tsumura, Tadayuki Nishiumi

**Toughness variations among natural casings: An exploration on their biochemical and
histological characteristics.**

Foods, Vol. 11, No. 23, 3815 (12 pages) (2022) [DOI: 10.3390/foods11233815](https://doi.org/10.3390/foods11233815)

よって、本論文は博士 (農学) の博士論文として十分であると認定した。