

論文名：天然ケーシングの品質改善に関する研究（要約）

Title of Doctoral Thesis:

新潟大学大学院自然科学研究科

氏名 LIU WENJUN

Name:

天然ケーシングの硬さにおいてはソーセージ生産業者（硬めの方がソーセージ生産易い）と消費者たち（軟らかめの方が美味しい）の両立したニーズがある。従って、その物性品質の改善や制御に関する研究が天然ケーシングやソーセージ業界において非常に重要である。しかし、天然ケーシングの基本的な構成成分、構造と硬さ等の特徴や関連性に注目した研究がまだ報告されてない。そして、物性的に硬い特徴を持つ豚腸ケーシングにおける簡便・有効的な軟化処理方法がまだ開発・普及されていない。従って、本研究では天然ケーシングの硬さ特性に影響を与える要因を調査した。また、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軟化メカニズムの検討を行った。

1). 天然ケーシングの硬さ差異に関連する要因を明らかにするために、多数生産地域の豚腸と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。さらに、異なると殺年齢も考慮しながら、ケーシングの硬さ特性に影響を与える基本的な要因の調査も行った。

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すべてのケーシングで有意差がなく、天然ケーシングの機械特性にこれらの因子が関係しないと推測した。一方、硬いケーシングはコラーゲンの熱安定性が高く ($p < 0.01$)、またコラーゲン線維の組織学的構造も異なっていた。従って、コラーゲンの熱的・構造的安定性が天然ケーシングの機械特性に影響すると考えた。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、加熱溶解性コラーゲン含量およびコラーゲンの加熱溶解性が低く ($p < 0.01$)、ピリジノリン含量が高かった ($p < 0.01$)。組織的観察では硬いシープケーシングでは、コラーゲン線維は比較的太く、さらにコラーゲン線維から成るシート層の数が多くなり、ケーシングは厚くなっていた。これらの結果から家畜の成長に伴うコラーゲンの熱的および構造的安定性の上昇がケーシングの硬さを上昇させたと考えた。

2). 天然ケーシングの硬さはコラーゲン線維の安定と関連性があり、安定性が弱くなるほど硬さ的にも低くなる。従って、高圧、加温、クエン酸、及びペプシン処理等コラーゲンの軟化手法を利用して、豚腸ケーシングにおける軟化処理条件の探索を行った。

豚腸ケーシングの軟化には 0.2 M クエン酸 (pH 2.0) で 45°C 以上の加温処理する必要があり、時間と温度条件が高くなるほど軟化能力も強くなる。しかし、温度の上昇に伴う収

縮強度も高くなる。0.2 M クエン酸 45°C条件では処理時間の増加に伴う軟化効果も有意に ($p < 0.01$) 高くなり、収縮強度には有意差がなかった。従って、0.2 M クエン酸で処理温度と時間を調整することで、豚腸ケーシングにおける硬さ制御を実現させた。また、嗜好的に最も高い羊腸ケーシングの硬さを準として、0.2 M クエン酸、45°Cで 18 時間処理することを豚腸ケーシングの軟化に最適な条件だと判断した。

3). 天然ケーシングが軟化されるほど充填時破けのリスクも高くなる。ケーシングの滑り良さの品質が充填破けリスクを防ぐため、軟化処理された豚腸ケーシングにおいては最も重要である。従って、豚腸ケーシングを 0.2 M クエン酸、45°Cで 18 時間軟化処理後、滑り良さの改善目的で、さらに、0.01 M リン酸三ナトリウムで室温 1 時間の処理（天然ケーシング業界に 응용されている方法）を行い、この工程を豚腸ケーシングの軟化処理方法として設計した。

新たに設計した軟化方法がソーセージ作り前の生豚腸ケーシングにおいては高い軟化効果があり、直径サイズ及び外観色には悪い影響を与えなかった。また、軟化豚腸ケーシングを用いて、実際にソーセージ作製しても有意な ($p < 0.01$) 軟化効果が認められ、食べた後の残留感（ケーシング部分）も有意に ($p < 0.01$) 減少した。そして、天然ケーシングの特徴的なパリッとする食感を保持した。

4). 豚腸ケーシングにおける軟化処理方法のメカニズムを検討する為、コラーゲンの加熱溶解の性測定、コラーゲン線維構造変化の観察および示差走査熱量 (DSC) 的分析を行った。

豚腸ケーシングは軟化処理によりコラーゲンの加熱溶解性が有意に ($p < 0.01$) 高くなっており、その結果硬さが低くなったと考えた。SEM 観察の結果では軟化処理された豚腸ケーシングのコラーゲン線維が分離し、コラーゲン線維シート状構成が見えなくなった。さらに、コラーゲン細線維及び細めのコラーゲン線維レベルにおける構造的な脆弱化が観察された。また、DSC 分析の結果から、豚腸ケーシングは軟化処理により、熱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にコラーゲン分子に転換することでコラーゲンの分子、細線維及び線維の混合状態になり、熱的な安定性も低くなったと推測した。

本研究では天然ケーシングの硬さ差異に及ぼす要因がコラーゲンの熱・構造的安定性であることを解釈した。0.2 M クエン酸 (pH 2.0)、45°C、で 18 時間軟化処理後、0.01 M リン酸三ナトリウムで室温 1 時間の処理する方法で豚腸ケーシングにおける硬さおよび食感の改善を実現させた。そして、新たに設計した軟化方法は豚腸ケーシングのコラーゲン線維の熱・構造的安定性を低下させることで硬さ制御に達成したと考えた。本研究の成果は食用皮、食肉の結合組織および天然ケーシング等の硬さの制御に応用あるいは参考価値があると考えられる。