

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名	辻 友美
学位	博士 (学術)
学位記番号	新大院博 (学) 第 39 号
学位授与の日付	令和 2 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	高齢者用食材への応用に向けた低温スチーミングを用いた豚肉の軟化
論文審査委員	主査 教授 吉羽 邦彦 副査 教授 葭原 明弘 副査 教授 大内 章嗣

博士論文の要旨

【目的】食肉類は、魚介類、卵、乳・乳製品と並び、ヒトの体内で合成できない必須アミノ酸を豊富に含む動物性たんぱく質の供給源として有用な食材である。一方で、加熱により肉質の収縮や硬化が起き、肉類、特に豚肉は高齢期の食事には利用し難い。しかし、加熱による肉の硬化を防ぐことができれば、咀嚼能力の低下した高齢期の食事にも応用可能になると考えられる。本研究では豚肉をたんぱく質変性温度の 65℃前後の温度帯で長時間低温スチーミングし、肉質の変化を通常の短時間高温スチーミング加熱の豚肉と比較し、硬化抑制効果を明らかにすることを目的とした。

【試料・方法】国産豚ロース肉 (50 mm×70 mm、約 40g) を試料とし、真空包装 (真空度 99.9%) 後、スチームコンベクションオーブン (蒸気：熱気=60：60) で加熱した。なお、試料を以下の 4 種類に分け、加熱後の肉質の軟化度を破断測定により、肉の消化性を電気泳動によって比較した。また、食味を官能評価 (5 段階評点法) で比較した。試料は、低温スチーミング群は、中心温度 62℃又は 70℃加熱の 2 群に分け、13 時間加熱した (以下、①低温 62℃、②低温 70℃)。一方、通常スチーミング群は 90℃で 0.5 時間加熱した (以下、③真空)。なお、低温群の設定温度はたんぱく質凝固温度である 65℃の前後で設定した。さらに、対照群として、真空包装せずに真空包装用フェイルムに入れた状態で 90℃、0.5 時間加熱した④通常群を設定した。なお、①低温 62℃群及び②低温 70℃群は、加熱時間による肉質の経時変化を比較するため 0.5、1、2、5、7、10、13 時間加熱後にそれぞれサンプリングした。加熱後、急速冷却後 14 日間冷凍 (-20℃) 保存し、再加熱 (設定中心温度 75℃、15 分) し、各測定に用いた。

【結果・考察】破断測定では、破断応力においては①低温 62℃および②低温 70℃の加熱 7 時間以降で、③真空、④通常と比較し、有意に小さくなった。同様に破断エネルギーにおいても、①低温 62℃および②低温 70℃の加熱 7 時間と 13 時間で、③真空、④通常と比較して有意に小さくなった。また、低温スチーミング群の各群内における加熱時間による比較では、加熱時間が長いほど値が小さくなる傾向が認められた。したがって、長時間低温加熱により、破断応力および破断エネルギーが小さくなることが明らかとなった。電気泳動では、①低温 62℃および②低温 70℃においてミオシン、アクチンよりも低分子領域にバンドが出現した。ミオシン、アクチンは肉のたんぱく質の約 50%を占める筋原繊維たんぱく質である。さらに、アクチンよりも低温で変性するミオシンは、筋原繊維を構成するたんぱく質含量のうち 60%を占めることから、これらの組成たんぱく質が変性して低分子化することで、肉質の軟化につながるものが推測された。官能評価では、①低温 62℃②低温 70℃ともに、「弾力」が④通常と比較して有意に小さくなった。また「軟らかさ」においては、③真空④通常と比較して有意に軟らかくなったことから、破断測定における、破断応力および破断エネルギーが有意に小さくなった結果を反映していることが推察された。また「総合」では、①低温 62℃が最も高い評価であった。肉質を軟化する方法として、たんぱく質分解酵素を利用するなど過去にも多くの報告がされている。一方で、たんぱく質分解酵素の効果が高すぎるにより調理後の肉の表面が溶ける、あるいは植物由来の酵

素の場合、素となる食材の風味が肉に付くことで肉本来の旨味を感じ難くなるとの報告もある。①低温 62℃で総合的に最も好ましい食味であったことは、本実験で用いた真空調理法では肉が溶けることなく、設定した温度管理のもと長時間の加熱が可能となり、風味も損なわないことを示したと推測される。以上の結果より、加熱後に硬くなる、噛みにくいという理由から敬遠されやすい食品とされる豚肉について、真空調理法を用いて長時間低温スチーミング加熱をおこなうことにより、肉質が軟化することが示唆された。さらに、低温群内においても、長時間加熱するほど軟らかくなる傾向が認められたが、それはおよそ加熱 7 時間で肉質の軟化の程度は一定になることが明らかとなった。

したがって、豚肉は、肉質を軟化するために 7 時間程度の長時間低温スチーミングをすることにより、咀嚼能力の低下した高齢者用食材としての活用に向けて可能性が見出されたといえる。

審査結果の要旨

本研究では豚肉をたんぱく質変性温度の 65℃前後の温度帯で長時間低温スチーミングし、肉質の変化を通常の短時間高温スチーミング加熱の豚肉と比較し、硬化抑制効果を明らかにすることを目的とした。国産豚ロース肉 (50 mm×70 mm、約 40g) を試料とし、真空包装 (真空度 99.9%) 後、スチームコンベクションオーブン (蒸気：熱気=60：60) で加熱した。試料については、低温スチーミング群として①低温加熱 62℃、②低温加熱 70℃の 2 群、通常スチーミング群として③通常真空加熱群を設定し、さらに対照群として④通常加熱群を設定した。①②の低温スチーミング群はそれぞれの温度で 0.5、1、2、5、7、10、13 時間加熱した。③④の通常群は、③は真空包装し、④は真空しない状態で袋に入れ、90℃で 30 分加熱した。加熱後、急速冷却後 14 日間冷凍 (-20℃) 保存し、再加熱 (設定中心温度 75℃、15 分) し、各測定に用いた。

破断測定では、破断応力が①②の加熱 7 時間以降で③④と比較し有意に低くなった。同様に破断エネルギーにおいても①②の加熱 7 と 13 時間で③④より有意に低くなった。電気泳動では、①②にミオシン、アクチンよりも低分子領域にバンドが出現した。官能評価では、①②ともに「弾力」が④と比較して有意に小さく、また「軟らかさ」が③④と比較して有意に軟らかくなったことから、破断測定の結果を反映していることが推察された。以上より、豚肉を長時間低温スチーミングすることで組成たんぱく質が消化され、肉質が軟化することから、咀嚼能力の低下した高齢者用食材としての活用の可能性が見出されたといえる。

高齢者では、低栄養の予防から十分なタンパク質の摂取が重要である。一方では、残存歯の少なくなった状態では肉の摂取量が減少することが明らかになっている。食肉類は、たんぱく質の供給源として有用な食材である。一方で、加熱により肉質の収縮や硬化が起き、肉類、特に豚肉は高齢期の食事には利用し難い。しかし、加熱による肉の硬化を防ぐことができれば、咀嚼能力の低下した高齢期の食事にも応用可能になると考えられる。

本調査結果より、豚肉については、7 時間程度の長時間低温スチーミングをすることにより肉質を軟化した状態で提供することが可能であることが明らかになった。咀嚼能力の低下した高齢者への食材としての活用の可能性が見出せたといえる。それは歯科学と栄養学の連携に大きく寄与するものであり、学位論文としての価値を認める。