

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名	MAKSIMENKO Anastasiia Aleksandrovna	
学位	博士（農学）	
学位記番号	新大院博（農）第 195 号	
学位授与の日付	令和元年 9 月 20 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	Effects of high hydrostatic pressure with reducing sodium chloride and sodium phosphate on physicochemical properties, microstructure, and sensory evaluation of beef gels (牛肉ゲルの理化学的特性、微細構造ならびに官能評価に及ぼす食塩およびリン酸塩低減・高静水圧処理の影響)	
論文審査委員	主査	教授・西海 理之
	副査	教授・城 斗志夫
	副査	教授・藤村 忍
	副査	教授・高田 良三
	副査	准教授・山口 智子

博士論文の要旨

食塩は、食肉製品を含め多くの加工食品に用いられているが、近年、多くの疾患との関わりが指摘され、低塩食肉加工品の製造技術の開発が世界的に望まれている。また、リン酸塩は、筋肉タンパク質の可溶化を促進するので低塩食肉加工品製造には欠かせないが、過剰摂取の弊害も指摘されている。高圧処理（正確には高静水圧処理）は、静水圧を人工的に作り、そこで起きる現象を食品の調理、加工、殺菌に利用する技術で、風味や栄養成分の保持、新たな物性の創出、均一な処理、微生物制御等を可能とし、筋肉タンパク質の可溶化促進にも効果があることが報告されている。そこで本論文では、高圧処理の利点を活かし、高圧処理による低塩・リン酸塩無添加牛肉ゲル製品の加工技術の開発を試みた。

様々な濃度の塩化ナトリウム（0～2%）およびリン酸ナトリウム（0～0.5%）を用いて牛挽肉から牛肉ゲルを調製し、高圧処理（0.1～200 MPa, 20℃, 10 分間）を行なった。高圧処理後、牛肉ゲルを内部温度 72℃に加熱調理後、冷却した。調製した牛肉ゲルを、水分含量、加熱損失、色調、外観、SDS-PAGE 分析によるタンパク質組成、テクスチャー特性解析、筋肉タンパク質の溶解性、走査型電子顕微鏡による微細構造、および Scheffe の一対比較法を用いた官能評価から解析した。

150 MPa の高圧処理を行なった牛肉ゲルは、加圧されていない牛肉ゲルと比較して、水分含量の増加および加熱損失の減少において相乗効果を示した。高圧処理によって生じた加熱前の牛肉ゲルの色調変化は、加熱牛肉ゲルの色調には有意な影響を及ぼさなかった。しかしながら、高圧処理加熱牛肉ゲルの表面は、より滑らかで保水性の高い外観を示した。SDS-PAGE 分析において、高圧処理牛肉サンプルでは  $\alpha$ -アクチニンのバンドの染色強度が低下した。低塩および低リン酸塩牛肉ゲルの凝集性、接着性、ゲル強度および弾性率などのテクスチャー特性は、高圧処理によって大きく向上した。すなわち、高圧処理は、食塩およびリン酸塩添加量の減少に寄与し、凝集性、弾性およびゲル強度を高め、非常に咀嚼しやすい牛肉ゲルを調製することができた。

走査型電子顕微鏡による牛肉ゲルの微細構造の観察から、高圧処理により、牛肉ゲルはよりコンパクトで均質な網目構造を形成した。その網目構造は、低塩かつ低リン酸塩濃度で 150 MPa の高圧処理を行った牛肉ゲルにおいて最も緻密となり、高いゲル強度を示した。官能評価の結果は、150 MPa での高圧処理の適用が牛肉ゲルの柔らかさに有意な効果を及ぼすことを示した。すなわち、食塩とリン酸塩を低減した未加圧の牛肉のゲルは、ボソボソした食感であり、一方、高圧処理を行った牛肉ゲルは、よりしっかりとして弾力性があり、好ましい噛みごたえ（テクスチャー）であることが示された。

本研究により、牛肉ゲルの望ましい構造、保水性、テクスチャーおよび官能パラメータは高圧処理によって操作できることが示唆された。したがって、加熱調理前に 150 MPa の高静水圧処理を適用することにより、人々の健康に資する低塩食肉製品を開発できる可能性を示した。

#### 審査結果の要旨

本学位論文は、高圧食品加工技術、特に高静水圧処理を行うことで低塩かつリン酸塩無添加条件でも高品質な食肉加工製品を製造するための高圧物性制御技術の開発を検討したもので、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論文に掲載済みであり、さらに国際会議に3回発表され、学術的価値が非常に高いと評価された。

Anastasiia Maksimenko, Ryo Kikuchi, Satomi Tsutsuura, Tadayuki Nishiumi

Effect of high hydrostatic pressure and reducing sodium chloride and phosphate on physicochemical properties of beef gels.

*High Pressure Research*, Vol. 39, No. 2, 385-397 (2019)

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。