

(第5号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Mulyana Hadipernata
審査委員	主査 小川 雅廣 副査 合谷 祥一 副査 森岡 克司 副査 岸田 太郎 副査 川村 理

論文名

Effect of D-Ketohexoses on Rheological Properties of Chicken Gel Products

(鶏肉および鶏卵のゲル状食品の物性に及ぼすD-ケトヘキソースの添加効果とその機構に関する研究)

審査結果の要旨

糖類の過剰摂取は生活習慣病の発症リスクが高まることから、糖類を低減した加工食品が増えてきている。しかし、糖類には澱粉の老化抑制や細菌の増殖抑制など甘さ以外にも様々な働きがあることから加工食品には欠かせない食品素材である。近年、糖類の一つである D-プシコース (Psi) に抗糖尿病作用、脂肪蓄積抑制作用などが見出され注目を集めている。Psi は D-フルクトース (Fru) の異性体であるが Fru と違いカロリーがほぼゼロであることに加え、カスタードプリン、メレンゲ、求肥などの加工食品に添加すると優れた物性及び品質劣化抑制効果を示すことから、食品素材としても注目されている。しかし、Psi に冷凍食品の品質劣化抑制効果があるかどうかは明らかとなっていない。本研究では、Psi をはじめとする D-ケトヘキソース (DKH) を鶏の胸肉や卵を主原料とするタンパク質加熱ゲル食品に使用し、作製したゲル状食品の物性及び冷凍保存したときのゲル物性の変化を調べることで、DKH に冷凍保存によるゲル物性の劣化を抑制する働きがあることを明らかにした。

まず、Psi を鶏胸肉ソーセージ (CBS) に使用した。胸肉原料に対して添加する 2.5% Suc を Psi で 30%、70%、100% 置換して CBS を作製した。各 CBS の破断強度、クリープ測定、保水性測定を行ったところ、Psi 100% 使用 CBS の物性は Suc 100% 使用のものと同差なかったが、保水性は約 30% 高かった。CBS をはじめ多くのタンパク質ゲル状食品は冷凍貯蔵すると粘弾性の低下や離水を引き起こす。そこで、各 CBS を -20℃ で 90 日間凍結した後、解凍し物性を調べた。100% Psi 使用 CBS は 100% Suc 使用 CBS と比べ弾性回復率が高かったことから、Psi にはソーセージの弾性回復率の低下抑制効果があることが分かった。この効果は Psi がもつ高い保水力によるものと推定された。以上のことより Psi は Suc よりも冷凍保存によるゲル物性の劣化を抑制する効果が高いと結論づけた。

次に、全種類の DKH、すなわち Psi、Fru、D-ソルボース (Sor)、D-タガトース (Tag) を鶏卵白の加熱ゲルに使用した。卵白に 10%DKH を加えて加熱した DKH 添加ゲルとスクロース (Suc)、D-グルコース (Glc)、トレハロース (Tre) を添加した加熱ゲルの物性を比較した。DKH 添加卵白ゲルは、Suc、Glc、Tre 添加のものよりも、ゲルの破断強度と破断歪み率が有意に高かったことから、壊れにくいゲルネットワークを形成していることがわかった。この壊れにくいゲルネットワークには、DKH が加熱工程で卵白タンパク質とメイラード反応を引き起こし、その結果生じるタンパク質間の架橋構造が関与していることが推察された。また、DKH 添加ゲルは、Suc、Glc、Tre 添加のもの約 2 倍の粘性率値を示したことから、DKH は卵白タンパク質ゲルの粘性を著しく高めることが分かった。次に、凍結融解を 1～3 回繰り返すことにより、卵白ゲルの劣化を強制的に引き起こさせて、DKH の冷凍貯蔵による品質劣化抑制効果を評価した。その結果、凍結融解後のゲルの弾性係数、粘性率、破断強度、破断歪み率は、いずれも DKH 添加の卵白ゲルの方が、Suc、Glc、Tre 添加のものよりも高かった。これらの結果は、DKH 添加卵白ゲルが Suc や Tre を添加したものよりも冷凍保存による物性の劣化を起しにくいことを示している。このことより 4 種類の DKH はいずれも冷凍保存した卵白ゲルの品質保持において、Suc や Tre よりも優れた糖であることを明らかにした。

4 種類の DKH を卵白ゲルと同様に全卵の加熱ゲルに使用した。DKH 添加全卵ゲルの弾性率、粘性率は Suc、Glc、Tre 添加のものほとんど同じ値であったが、ゲルの破断強度、破断歪み率は有意に高かった。このことから、DKH は全卵ゲルに使用してもゲルを壊れにくくするといえるが、その効果は卵白ゲルのときほど大きくはなかった。卵白ゲルと全卵ゲルでの DKH の効果の違いは全卵に含まれる脂質成分が DKH の働きを弱めたためと考えられた。凍結融解による全卵ゲルの物性変化については卵白ゲルのときほど DKH に著しい優位性は示されなかったものの、弾性率、破断強度については Suc、Glc、Tre を添加したゲルよりも DKH 添加ゲルの方が高かった。このことより全卵ゲルにおいても DKH は冷凍耐性を示すことが示された。

本研究では、DKH の効果としてタンパク質ゲルの物性に着目して調べたが、もう一つ Psi の食品組織への浸透性についてモデル食品としてジャガイモを使って調べた。その結果、Psi は Suc よりも浸透速度が高いことがわかった。このことは Psi が Suc よりも浸漬しやすいということを示しており、浸漬液の食品組織への浸漬時間を短縮できることを示唆している。

本論文は、Psi をはじめとした DKH が Tre や Suc よりもタンパク質加熱ゲル食品の物性改善に優れていることを明らかにした。また、DKH は冷凍保存による品質劣化の抑制効果においても、Tre や Suc よりも優れていることを示した。このように申請者が見出した研究結果は、食品素材としての Psi や Sor の新たな用途開発につながるものであり、博士論文として高く評価できる。

本論文に関する公開審査会は、平成 28 年 8 月 6 日に香川大学農学部で開催され、論文発表と質疑応答が行われた。続いて開催された学位論文審査委員会において本論文の内容について慎重に審査を行った結果、審査委員全員一致して博士（農学）の学位を授与するに値するものと判定した。