

酵素的脱アミド化処理が乳タンパク質に及ぼす影響

*三輪 典子, *岡本 武

*味の素株式会社 食品研究所 食品技術開発センター [〒210-8681 川崎市川崎区鈴木町 1-1]

1. 緒言

食品分野において、酵素を利用した新しい加工技術の開発やタンパク質含有食品の高付加価値化は重要な課題である。脱アミド化処理は、タンパク質分子の負電荷の増大をもたらす食品物性向上に寄与することが報告されているが、酵素的脱アミド化に関する研究例は少ない。本研究の目的は、タンパク質脱アミド酵素（プロテイングルタミナーゼ、以下PG）による脱アミド化が、乳タンパク質の物性、機能に及ぼす影響について調べることである。本発表では、PG処理が脱脂粉乳の物理化学的特性及び機能特性に及ぼす影響、さらに酸乳ゲルの物性や微細構造特性について報告する。

2. 実験方法

10%w/v 脱脂粉乳（ローヒート）溶液にPG（天野エンザイム社製）を0~18U/g-protein 添加し、55°C、1hr 反応させたときの脱アミド量をアンモニア遊離量により評価した。反応後の溶液物性については、濁度（600nm）及び相対粘度を測定した。動的光散乱式の粒子径分布測定装置によりカゼインミセルの大きさを確認し、さらに透過型電子顕微鏡観察も実施した。脱脂粉乳溶液を大豆油と3:1の割合でホモジナイズして得たo/wエマルジョンの濁度と粒子径を分析し、乳化性を評価した。

低脂肪乳にPG1.5U/g-protein を添加し、55°C、1hr 反応させた後、加熱殺菌（95°C、2分）し、冷却後に乳酸菌スターターを添加した。pH4.5になるまで44°Cで4~5hrの発酵を行い、酸乳ゲルを得た。ゲル物性はテクスチャーアナライザー（Stable Micro Systems 製, TA.XTplus）を用いて10%歪み時の応力と付着を測定した。ゲルの構造は共焦点レーザー走査型顕微鏡（LSM 510 META, Zeiss）により観察した。

3. 実験結果

PG処理度に応じて脱脂粉乳溶液のカゼインの溶解度、相対粘度は増加し、一方濁度は減少した。カゼインミセルの大きさは、脱アミド処理の割合が増すにしたがって減少した。粒度分布の分析と透過型電子顕微鏡の観察から、より小さいサブミセル粒子の生成が高度に脱アミド処理した脱脂

粉乳で確認された。PG処理した脱脂粉乳を大豆油と混合して得たO/Wエマルジョンの濁度は増加し、より小さな液滴径を有する傾向が確認された。

PG処理度の増加に伴い、無脂肪の酸乳ゲルの表面離水は減少し、滑らかで光沢のある外観へと変化した。ゲルの破断応力はPG処理により減少し、付着性は増加した。微細構造を共焦点レーザー顕微鏡により観察した結果、未処理では間隙の大きいカゼインネットワーク構造がPG処理区では、より緻密な構造へ変化する様子が確認された。

4. 考察

PG処理によりもたらされた脱脂粉乳溶液の物性変化は、乳タンパク質（主にミセルを形成したカゼイン）のカルボキシル基が増加したことにより、ミセル間の静電反発力が強まったため、ミセル適合性が低下したためと推察された。PG処理脱脂粉乳の乳化性が向上した原因は、脱アミド化によるカゼインのサブミセル化に伴い、油滴に吸着するカゼイン量が増加するためと考察された。

一方、酸乳ゲルでは、PG処理により負電荷が付与されたカゼインミセルが酸性pH下でも高い溶解性を有するため、ゲルの離水が抑制されたものと考えられた。ゲルの軟化と網目構造の変化も、カゼインミセルの凝集力低下に起因するものと推察された。

5. 結言

PGを用いて乳タンパク質の酵素的脱アミド化処理の効果を調べた結果、処理度に応じて脱脂粉乳や酸乳ゲルの物性、機能特性に大きな影響をもたらすことが示された。今後、乳タンパク質物性の新たな改質手段として期待される。

文 献

- 1) Miwa, N. Yokoyama, K. Wakabayashi, H. and Nio, N.: Effect of deamidation by protein-glutaminase on physicochemical and functional properties of skim milk. *Int Dairy J*, **20**, 393-399, 2010.
- 2) Miwa, N. Nio, N. and Sonomoto, K.: The effect of enzymatic deamidation by protein-glutaminase on the textural and microstructural properties of set-yogurt. *Int Dairy J*, **36**, 1-5, 2014.