

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Waraporn PRASERT
審査委員	主査 合谷 祥一 副査 吉井 英文 副査 小川 雅廣 副査 森岡 克司 副査 岸田 太郎

論文名

A Study of Food Nano-Emulsification Using Low-Energy Method in Aqueous Phase/Polyoxyethylene Sorbitan Fatty Acid Ester/Vegetable Oil Systems

(ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル水溶液/食用油系における省エネルギーなナノエマルション調製に関する研究)

審査結果の要旨

省エネルギーな乳化法は乳化専用機を使用せず、低コストでナノエマルションを調製できるため、大変有用性の高い乳化法である。省エネルギーな乳化法では、乳化過程における相変化を知ることが、微小な液滴と低単分散性を有するナノエマルションを調製するため大変重要である。省エネルギーな乳化法におけるナノエマルション調製に関する報告は数多くあるが、食品系では大変限られている。本学位論文では、乳化過程における相挙動の効果をより深く理解するため、水溶液/ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル/食油系において省エネな方法による食品ナノエマルションの調製について研究した。水相として水あるいは 20%スクロース水溶液を、乳化剤として脂肪酸組成の異なる四つのポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、即ち、Tween20、Tween40、Tween60 及び Tween80 を用いた。油相としては、日清オイリオ（株）の市販の食用油を用いた。

最初に、20%スクロース水溶液の影響を調べた。その結果、以下のことが判明した。

乳化剤として Tween20 を用いた場合は、相状態に対してスクロースはほとんど影響しなかったが、Tween40、60 及び 80 を用いた場合は、相状態はスクロース添加によって明らかに変化した。Tween40 及び 80 系では、水/乳化剤/食油系で存在したキュービック相 (I_1) 及びヘキサゴナル相 (H_1) 領域が、スクロース添加により減少し、スポンジ相 (L_3) 領域が拡大した。また、液晶相 (L_c)、ミセル相 (W_m) 及び油相 (O) の三相状態が形成された。Tween60 系では、水及びスクロース溶液のどちらの場合も固体の Tween60 (Solid T60) が存在した。Tween20 系では乳化過程

において、相転移が微小な液滴形成に必要であった。Tween40 及び 80 系では、L₃ 相が微小な液滴形成に必要であった。Tween60 系では、Solid T60 のため、25°C では乳化しなかった。

Tween60 系において乳化できなかった現象について理解を深めるため、Tween60 系の相挙動と乳化性に対する温度の影響 (25, 40, 50, 60 及び 70°C) について調べた。その結果、25°C で存在した Solid T60 は 40°C では消失し、乳化可能になった。温度の上昇によって、ラメラ相 (La) は、H₁、L₃ あるいは L_c に、H₁ は L₃ に、L₃ は S+O あるいは W_m に、L_c 及び I₁ は W_m に変化した。乳化過程で、L₃ 構造を通過し、H₁ 及び I₁ 構造を通過しなかった場合に、微小で単分散性の高いエマルションが得られた。

さらに、Tween20、40 及び 80/水/食用系における温度の影響についても調べたところ、Tween20 系では、相状態に対して温度の影響はほとんど見られず、乳化性は温度上昇によって低下した。一方、Tween40 及び 80 系の相状態は温度上昇により、La から H₁ あるいは L₃ に、H₁ は L₃ に、L₃ 及び I₁ は W_m あるいは S (乳化剤相) に変化した。相状態は乳化に対して大きく影響し、この場合も、L₃ 構造は微小で単分散性の高いエマルションの生成に有利であった。

平行して、これらの系について、通常の高速攪拌による乳化 (高エネルギー乳化法) で得られたエマルションと比較し、微細な液滴のエマルションは、今回の省エネルギーな乳化法で得られることを明らかにした。

最後に、省エネルギーな乳化法で得られたエマルションの安定性について調べた。水:乳化剤:食用油の組成が 0.8:0.1:0.1 のエマルションを調製し、4 ヶ月にわたって保管したが、粒径の増大は見られず、高い安定性を示した。低い乳化剤濃度での影響を確かめるため、乳化剤濃度、0.5 及び 1.0% になるようエマルションを希釈して 25°C で 4 週間の安定性を調べたところ、希釈されたエマルションの液滴の粒径に変化は見られず、低乳化剤濃度でも高い安定性を示すことが明らかになった。

本研究では、食品系における省エネルギーな乳化法が、微細なナノエマルションの調製に有用であり、調製されたエマルションの安定性も大変高いことを明らかにした。これは、食品科学分野で大変重なる成果であり、非常に高く評価できる。

論文の公開審査会は平成 28 年 8 月 6 日に香川大学農学部において開催され、論文発表と質疑応答がなされた。引き続き開催された学位論文審査委員会で審議した結果、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。