

I-(1)-4 抗酸化ナノ食品素材の製造技術の開発（担当：中嶋光敏）

目的

高圧乳化等を用いて抗酸化ナノエマルジョン等の食品素材の製造技術の開発と中課題 I-(2)以降の課題の供試材料の製造、また製造技術の評価を行う。初期の 2 年は平均粒径が $10\mu\text{m}$ から数 100nm の粒子開発を目指し、最終目標として 10nm オーダーを目指す。抗酸化物質としては β -カロテンやリコピン等のカロテノイドを主たる対象とする。乳化技術と安定なナノ粒子が得られる油相や乳化剤の選定、特に界面特性の解明によりサイズ制御が可能な実用的ナノ分散系の構築を図る。

参考文献

- Ai Mey Chuah, Takashi Kuroiwa, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima: Effect of chitosan on the stability and properties of modified lecithin stabilized oil-in-water monodisperse emulsion prepared by microchannel emulsification, Food Hydrocolloids, 23(3), 600-610(2009)
- Ai Mey Chuah, Takashi Kuroiwa, Sosaku Ichikawa, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima: Formation of biocompatible nanoparticles via the self-assembly of chitosan and modified lecithin, Journal of Food Science, 74(1), N1-N8(2009)
- Marcos A. Neves, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima: Development of microchannel emulsification technology for monodispersed soybean and olive oil-in water emulsion, Journal of Arid Land Studies, 19(1), 97-100(2009)

研究内容

β -カロテン分散系

分散相に大豆油、連続相に PGE(polyglycerol esters of fatty acid)を用い、予備乳化後に高圧乳化処理を行い 170～270nm（100MPa）の β -カロテン分散系を作製した。PGE 重合度増大により粒径が顕著に減少した（図 1）。PGE 濃度および乳化圧の増加は粒径の減少を引き起こすことが示された。

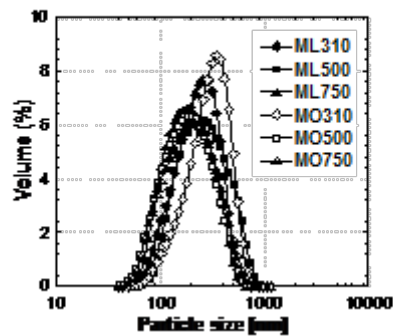


図 1 高圧乳化法による 6 種の PGE を用いた β -カロテン分散系の粒度分布（乳化圧 100MPa）

攪拌下で PGE を溶解した連続相に β -カロテンを溶解したアセトンを加え、アセトンを蒸発乾燥する溶媒置換法により平均粒径 33.5~202nm のナノ分散系を得た。PGE 重合度増大により平均粒径は減少し（図 2）、平均粒径は 4℃で 8 週間安定であった。TEM による形態観察を行った（図 3）。

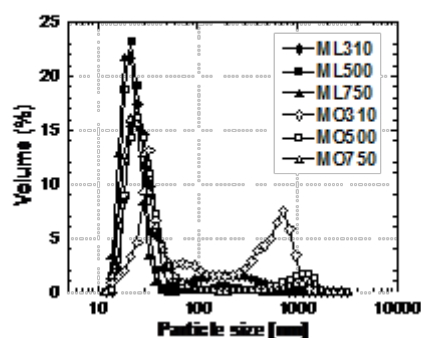


図 2 溶媒置換法による 6 種の PGE を用いた β -カロテンナノ分散系の粒度分布

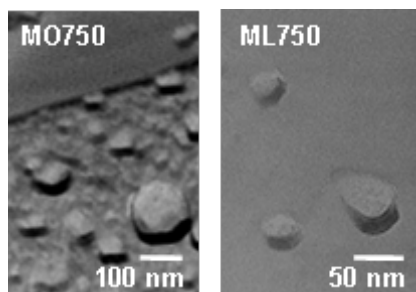


図 3 溶媒置換法による PGE を用いた β -カロテンナノ分散系の TEM 画像

分散相にヘキサン、連続相に PGE を用い、予備乳化後に高压乳化処理を行い減圧下でヘキサンを液中乾燥する液中乾燥法により平均粒径 45.6～212nm の β -カロテンナノ分散系を得た。ML 型では、重合度の高い PGE において粒径が顕著に減少した（図 4）。

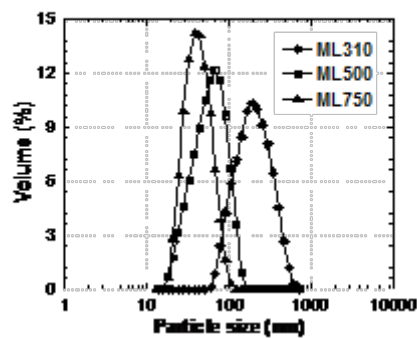


図 4 液中乾燥法による PGE を用いた β -カロテン分散系の粒度分布

高圧乳化法、蒸発乾燥法により β -カロテンナノ分散系を作製し、粒径の異なる評価サンプルを I-(2)、I-(3)、I-(4)の研究グループに提供した。

作製した分散系の胃小腸モデル溶液処理後、粒径は PGE 重合度増大に伴いより高い安定性を示した。 β -カロテン保持率は粒径の減少に伴い増大し、MO500（ヘキサグリセリンモノオレエート）・MO750(デカグリセリンモノオレエート)で 85%以上であった。消化液処理後超遠心し得られた β -カロテンミセルへの β -カロテン取り込み率は粒径の減少により増大し（図 5）、リパーゼならびに胆汁酸が β -カロテンのミセルへの取り込みに関与していることが明らかとなった（図 6）。

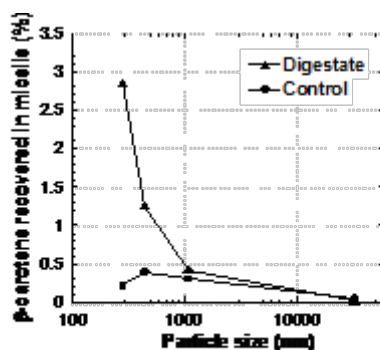


図 5 β -カロテンミセル取り込み率への粒径の影響（Control と Digestate）

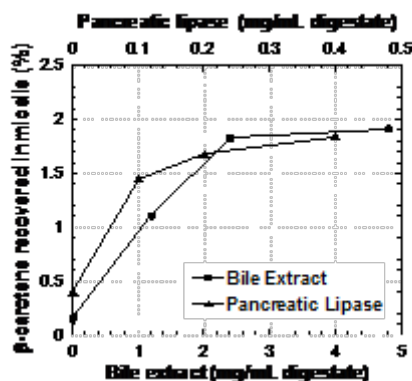


図 6 β -カロテンミセル取り込み率へのリパーゼおよび胆汁酸濃度の影響

参考文献

- Li-Jun Yin, Chu B S, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima: Performance of selected emulsifiers and their combinations in the preparation of β -carotene nanodispersions, Food Hydrocolloids, 32, 1617-1622(2009)
- 中嶋光敏: 食品分野におけるナノテクノロジーの応用可能性, 明日の食品産業, 37-41(2009)
- Li-Jun Yin, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima: Effect of Polyglycerol Esters of Fatty Acids on the Physicochemical Properties and Stability of β -Carotene Emulsions during Digestion in Simulated Gastric Fluid, Food Biophysics, 3(2), 213-218(2008)
- Neves M, Ribeiro H.S, Kobayashi I, Nakajima M: Encapsulation of lipophilic bioactive molecules by Microchannel Emulsification, Food Biophysics, 3, 126-131(2008)
- Henelyta S. Ribeiro, Boon-Seang Chu, Sosaku Ichikawa, Mitsutoshi Nakajima: Preparation of nanodispersions containing β -carotene by solvent displacement method, Food Hydrocolloids, 22, 12-17(2008)
- Chu B.S, Ichikawa S, Kanafusa S, Nakajima M: Stability of protein-stabilised β -carotene nanodispersions against heating, salts, and pH, Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(10), 1764-1769(2008)

DHA 高含魚油エマルション

マルハニチロホールディングス中央研究所の協力を得て、高圧乳化により DHA22%高含魚油エマルションを 70 - 400nm の範囲で調製できた。

参考文献

- Marcos A. Neves, Henelyta S. Ribeiro, Katerina B. Fujiu, Isao Kobayashi, Mitsutoshi Nakajima: Formulation of Controlled Size PUFA-Loaded Oil-in-Water Emulsions by

農林水産省委託研究：食品ナノテクノロジープロジェクト：

加工基盤：抗酸化ナノ食品

Microchannel Emulsification Using β -Carotene-Rich Palm Oil, Industrial
Engineering and Chemistry Research, 47(17), 6405-6411(2008)