

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00812

研究課題名（和文）卵黄リポタンパク質不飽和脂肪酸2成分系エマルションの安定性に関する研究

研究課題名（英文）Study on the stability of egg yolk lipoprotein unsaturated fatty acid two-component emulsion

研究代表者

島田 玲子 (Shimada, Reiko)

埼玉大学・教育学部・准教授

研究者番号：60331451

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では卵黄リポタンパク質不飽和脂肪酸2成分系エマルションの安定性を向上し、スプレー型液卵を開発することを目的とし、乳化剤添加液卵のゼータ電位および粒径の測定を行った。粉末卵黄の水への分散安定性に優れた乳化剤を選択するため、異なる HLB 値の乳化剤 5種を評価した。乳化剤無添加試料に比べ、添加試料のゼータ電位の絶対値が有意に大きくなったことから、粉末卵黄にショ糖エステル乳化剤 3種を個々に添加することで分散安定性が向上することがわかった。また乳化剤添加試料で粒径が有意に小さくなったことから分散安定性が向上することがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

家庭やパン屋、菓子屋などで使用されるドリュールは、一般的に卵を割り水や牛乳で調製した後に、一つ一つ刷毛で塗るため、時間と手間がかかることや、一度割卵すると保存がきかないといった課題が挙げられる。そこで粉末卵と乳化剤でドリュールを調製し、クッキー生地に塗布し、重量減少率、色相、硬さ等物性、水分活性等で評価したところ、生卵を用いたドリュールと物理化学特性が同等であり、また粉末液卵と乳化剤水溶液を使用前に混合することにより手軽かつ安定性が向上することが分かった。開発された粉末液卵スプレーは長期保存に適し、手軽に調製可能で廃棄物も少なく、食品ロス低減・環境負荷低減など社会的な波及効果が望める。

研究成果の概要（英文）：In this study, we measured the zeta potential and particle size of emulsifier-added liquid eggs with the aim of improving the stability of egg yolk lipoprotein unsaturated fatty acid two-component emulsions and developing spray-type liquid eggs. Five emulsifiers with different HLB values were evaluated in order to select an emulsifier with excellent dispersion stability of powdered egg yolk in water. Since the absolute value of the zeta potential of the added sample was significantly larger than that of the sample without the addition of the emulsifier, it was found that the dispersion stability was improved by adding each of the three sucrose ester emulsifiers to the powdered egg yolk. In addition, it was found that the dispersion stability was improved because the particle size was significantly smaller in the emulsifier-added sample.

研究分野：調理科学

キーワード：粉末液卵 ドリュール 溶き卵 安定性 食品ロス

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

液卵とりわけ液卵黄はクッキーやパンを焼く際に表面に塗布され、加熱焼成後に好ましい焼成色を付与するのみならず、パリっとしたクリスピーな食感を提供するために不可欠な食素材である。液卵は開封後の消費期限が数日と短期間であるために、食品工場や家庭において残量は廃棄することとなる。また、多くの鶏卵生産・加工現場では、規格外卵および破損卵は廃棄されることが多く、これら卵関連食素材廃棄物の有効利用法の開発が望まれている。

液卵の調製は、とりわけ家庭および小規模飲食店においては調理人が卵を必要量割り、卵黄と卵白を分離後に、人力で卵黄を混合する手間および時間のかかる工程である。また調製した液卵黄は、人の手で刷毛を用いて食品1つ1つに丁寧に塗布することが多く、多くの工程が手間および時間を必要とするプロセスであるのみならず、人の手を介することにより汚染リスクが高まる。

そのため、液卵を利用する調理製造現場では、簡便・携行性を備え衛生性の高い液卵食素材が長い間強く望まれてきた。液卵殺菌法は食品衛生法によって定められており、サルモネラ菌等の殺菌とともにタンパク質の加熱変性を防ぐために、通常液全卵では60℃、3.5分、加糖凍結卵黄では64℃、3.5分など低温殺菌が行われてきた。しかし、ラクトフェリンなどのタンパク質は60℃で変性を開始するため、通常の低温殺菌では鉄イオンを解離し、食品の雑味に繋がる技術的な課題が残されていた。一方、食品微生物の膜構造の構成成分である脂質は、200~400MPa程度の高圧下では相転移し破壊される。他方、粉末卵を利用し調製した液卵の共存物質存在下における殺菌条件は明らかになっていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、液卵を取り巻く技術的、環境的な課題を解決するために、糖類または脂質を添加した液卵に非加熱高圧殺菌技術を適用するとともに、ナノレベルの液滴・粉末を調製可能なスプレードライを用い、簡便、衛生的かつ携行性を備え持つ「液卵エアロゾルスプレー」の開発を目指し、卵黄リポタンパク質不飽和脂肪酸2成分系エマルジョンの安定性を明らかにする。また、エマルジョンの安定性を向上させることを目的として、種々の乳化剤を添加した粉末卵を用いた液卵を調製し、そのゼータ電位や粒子径を測定する。

### 3. 研究の方法

#### 2017年度：液卵殺菌条件の検討

酸化防止や加工性向上を目的として、副材料(糖類や不飽和脂肪酸等)を添加した液卵黄に、汚染原因菌を接種した汚染試料について、処理圧力200~500MPa(液卵タンパク質が変性しない圧力領域)、処理温度室温の高圧処理による殺菌挙動を明らかにすることとした。市販の鶏卵を70%エタノールに15分間浸漬することにより殻表面を洗浄した。殻表面を洗浄した鶏卵を割卵後に混合し、ステンレスメッシュを用いてろ過したものを液卵試料とした。液卵試料、菌液およびスクロースの全量に対し10~50wt%となるようにスクロースを添加した加糖液卵を調製した。LB培地にて前培養した大腸菌(*E.coli* K12)を加糖液卵試料に接種し汚染液卵を調製した。汚染液卵はポリエチレンバックに真空密封し高圧処理(200~400MPa)に供した。除圧後、マイクロプレートに汚染液卵を分注し、培養マイクロプレートリーダーを用いて得られた増殖曲線に基づいて生菌数の推算を行った。

#### 2018年度：粉末卵の物理化学特性の検討

本研究では、液卵の代わりに粉末卵を使用し、ドリュール様の物理化学特性を有する配合割合を明らかにするために、水、液全卵、液卵黄、粉末全卵、粉末卵黄を用いて調製したドリュールをクッキー生地に塗布し、焼成試料における品質(表面色、形状、硬さ、水分活性)を評価することを目的とした。測色色差計(カラーリーダー CR-20, コニカミノルタ株式会社)を用い、室温にて試料表面の色相としてL\*値(明度)、a\*値(赤み度)、b\*値(黄み度)を測定した。

#### 2019年度

ドリュール塗布焼成試料の硬さ、水分活性などの品質項目を実験的に明らかにすることを目的として、それぞれレオメータおよび水分活性計(Pawkit)を用いて定量的に評価した。

#### 2020年度

卵黄リポタンパク質不飽和脂肪酸2成分系エマルジョンの安定性を向上し、スプレー型液卵の開発することを目的とし、乳化剤添加液卵のゼータ電位および粒径の測定を行った。粉末卵黄の水への分散安定性に優れた乳化剤を選択するため、異なるHLB値の乳化剤5種を評価した。ゼータ電位測定は、所属機関の共同利用施設(埼玉大学科学分析支援センター)の既設装置を用いた。

### 4. 研究成果

2017年度：液卵殺菌技術の開発である。商用利用を考慮したスクロース添加試料、および無

添加液卵試料について、非加熱殺菌を試みた。具体的には、液卵に対し処理圧力、圧力処理時間およびスクロース濃度を変化させて殺菌効果を検討したところ、殺菌効果が低下する組み合わせが明らかとなった。

すなわち、処理圧力 200 MPa における大腸菌の死滅曲線では、LB 培地(LB)、スクロース無添加試料 ( Sucrose 0% ), スクロース添加試料(Sucrose 10~50%)のいずれの試料においても、処理時間が長いほど死滅した。また 50%スクロース添加試料を除いて、スクロース添加試料では、LB 培地に比べ大腸菌の高圧死滅が抑制された。検討した条件の中では、スクロース添加による大腸菌の死滅抑制効果は、20%のスクロース添加で最も大きくなった一方、50%のスクロース添加試料ではスクロース無添加試料と比べて死滅が促進された。

2018 年度：焼成前の試料と比較し、焼成後の試料は L\*値(明度)が高くなる傾向がみられた。これは加熱による卵に含まれるタンパク質の変性や、色素の熱分解に起因すると考えられた。溶き卵の固形分率と色相の関係については、固形分率が大きいほど L\*値が減少し、a\*値(赤み度)と b\*値(黄み度)が増加する傾向がみられた。色相の変化は、卵の色の主成分であるカロテノイドのキサントフィル量が関与していると考えられた。

また、液全卵塗布試料と粉末液卵黄塗布試料の色相が相似していたことから、クッキーを焼成する際のドリユールとしては、粉末液卵黄が液全卵の代用になることが分かった。

2019 年度：粉末液卵黄塗布後に焼成した試料の弾性率において、塗布した粉末液卵黄濃度依存性は認められなかった。粉末液卵黄塗布試料の弾性率が最も高くなったのは粉末液卵黄濃度 70%試料で  $54.3 \times 10^5$  Pa をとり、粉末液卵黄濃度 10%、60%、90%、100%試料より有意に高くなった。一方で、粉末液卵塗布試料の弾性率が最も低くなったのは粉末液卵黄濃度 100%試料で  $20.8 \times 10^5$  Pa をとり、粉末液卵黄濃度 0%、30%、50%、70%試料より有意に低くなった。粉末液卵黄塗布試料の水分活性値は 0.34 ~ 0.53 前後を示した。粉末液卵黄塗布試料は全ての粉末液卵黄濃度において 1 日後と比較し 3 日後、7 日後の水分活性値が低くなった。1 日後と 3 日後の粉末液卵黄塗布試料における水分活性値は粉末液卵黄濃度の依存性は認められなかったが、7 日後の粉末液卵黄塗布試料における水分活性値は粉末液卵黄濃度が上がるにつれ低くなる傾向がみられた。

2020 年度：乳化剤無添加試料に比べ、添加試料のゼータ電位の絶対値が有意に大きくなったことから、粉末卵黄にショ糖エステル乳化剤 3 種を個々に添加することで分散安定性が向上することがわかった。また乳化剤添加試料で粒子径が有意に小さくなったことから分散安定性が向上することがわかった。開発した粉末液卵スプレーは、長期保存に適し、手軽に調製可能で廃棄物も少なく、食品ロス低減・環境負荷低減など社会的な波及効果が望める。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 島田 玲子、渡部 綾子、上野 茂昭
2. 発表標題 粉末卵塗布クッキーの色相特性
3. 学会等名 日本家政学会第71回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡部綾子, 島田玲子, 上野茂昭
2. 発表標題 溶き卵がクッキーの品質特性に及ぼす影響
3. 学会等名 2019年日本食品科学工学会関東支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島田 玲子、尾上茉優、渡部 綾子、上野 茂昭
2. 発表標題 乳化剤添加粉末卵黄エマルションの安定性評価と調理特性
3. 学会等名 日本家政学会第73回大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	上野 茂昭  (Ueno Shigeaki)  (80410223)	埼玉大学・教育学部・准教授    (12401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------