

凍結による卵黄の不溶化と卵白泡立ち性に及ぼす糖添加の影響

阿久津 敦 子

The influence of the Addition of Sugar on Insolubilization of Frozen Egg Yolk and
Foaming Ability of Egg White

Atsuko AKUTSU

酪農学園大学紀要 別 刷 第 31 卷 第 2 号

Reprinted from

"Journal of Rakuno Gakuen University" Vol.31, No.2 (2007)

凍結による卵黄の不溶化と卵白泡立ち性に及ぼす糖添加の影響

阿久津 敦 子*

The influence of the Addition of Sugar on Insolubilization of Frozen Egg Yolk and Foaming Ability of Egg White

Atsuko AKUTSU*
(October 2006)

緒 言

食生活の豊かさを示す指標として、乳・肉・卵の消費があると言われている。卵は高い栄養価や種々の特性機能を持ち、安価で、しかも非常に手軽に利用できるため、消費量は年々増大し、それに伴い生産量も増大していた。しかし、近年は横這い状態にある。鶏卵の過半数は家庭で消費されるが、外食産業や食品加工業での消費量もまた多く、加工用あるいは業務用として使用する場合は、割卵の手間、卵殻の処理、保管・取扱いなどの問題から、あらかじめ割卵され、冷凍または乾燥されたものが使用されている。凍結卵には全卵、または卵白と卵黄を分離させたものがあるが、これらは液卵をそのまま凍結させると、卵黄がゲル化したり¹⁾、卵白の泡立ち性が低下する²⁾ことが知られている。卵黄のゲル化を防止するために、凍結保存が始められた頃より種々の研究がされており、現在では食塩やスクロースを添加する方法が最も普通に用いられている。スクロースの場合、添加量は10~20%、食塩の場合は5~10%で効果がある³⁾。しかし、スクロースの場合は実際の使用面において、甘さの点で使用が制限されてくる。そこで本実験では、甘味の少ないトレハロースに着目し、これを凍結卵に使用して卵黄および卵白の変性について調べた。

実験材料と方法

1. 供試卵

供試卵には、当大学実験鶏舎で生産したものを用いた。鶏の年齢や種類、系統、卵のサイズなど特定せず、集卵後出来るだけ新鮮なものをランダムに用いた。

2. 卵白への糖の添加および凍結・解凍操作

割卵し、卵白と卵黄を分離した後、卵白を0.14 M NaClで2倍希釈した。このとき、卵白が泡立たないように注意しながら、ホモジナイザーで押しつぶす様に丁寧に全体を均質にした。この卵白液5 mlに対し、トレハロースおよびスクロースの30%液を、最終濃度が0, 2, 4, 6, 8, 10%となるように加えた。攪拌後、-20℃, -40℃, -80℃でそれぞれ1週間と1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月の間冷凍保存した。なお、解凍は室温にて自然解凍とした。

3. 卵白の泡立ち性の測定

新鮮卵白および凍結卵白について、ホモジナイザー(NISEI/AM-5)で10,000 rpm, 30秒間攪拌後、泡をメスシリンダーに移し、泡立て直後と泡立て5分後の泡の容量および排液の容量を記録した。次いで、次式⁴⁾によりFoam CapacityとFoam Stabilityを求めた。

$$\text{Foam Capacity (\%)} = (\text{泡容量} / \text{初期液量}) \times 100$$

$$\text{Foam Stability (\%)} = [(\text{初期液量} - \text{排液容量}) / (\text{初期液量})] \times 100$$

$$\text{Drainage (\%)} = (\text{泡立て5分後の液相量}) - (\text{泡立て直後の液相量})$$

4. 卵黄への糖の添加および凍結・解凍操作

卵黄をキムワイプ上で転がして、付着している卵白を除去した後、卵黄膜を破いて得られた卵黄液を0.14 M NaClで2倍に希釈した。それを2分し、一方には卵黄液の10%の粉末NaClを加え、他方には

* 酪農学園大学大学院酪農学研究科研究生 (食品物性学研究室)

Department of Food Science, Physical Chemistry of Food, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

それと同容積となるように少量の 0.14 M NaCl を加えた。このとき、塩を添加したものの外観はより鮮やかな黄色となった。これらの卵黄液 5 ml に対し、トレハロースおよびスクロースの 30% 液を 0, 2, 4, 6, 8, 10% となるように加えた。攪拌後、プラスチック製のねじ蓋付き容器に入れて、 -20°C 、 -40°C 、 -80°C でそれぞれ 1 週間と 1 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月の間冷凍保存した。解凍は室温にて自然解凍とした。解凍に要する時間は、糖を添加したもののほうが短かった。

5. 卵黄の凍結・解凍後の沈殿物の測定

凍結-解凍した卵黄液を目盛り付きスピッツ管に移した後、遠心分離 (2,000 rpm, 5 min) し、それぞれの沈殿物容量を記録した。

6. 卵黄への塩の添加および凍結・解凍と沈殿物の測定

方法 4 と同様に液卵を作成し、それぞれ 0, 1.2, 2.3, 3.5, 4.7, 5.9, 8.8, 11.7% となるように 3 M NaCl を加えた。調整後、攪拌して、 -20°C 、 -40°C 、 -80°C でそれぞれ 1 週間と 1 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月の間冷凍保存した。解凍は室温にて自然解凍とし、解凍後、遠心分離 (2,000 rpm, 5 min) して、それぞれの沈殿物容量を記録した。

7. 卵黄の凍結による沈殿物の分析

1) 脂質の抽出

脂質の抽出は、おおむね門間ら⁵⁾の方法に従った。すなわち、凍結乾燥した卵黄沈殿物に 3 倍量のクロロホルム-メタノール (2:1) 混液を加えて可溶成分を抽出し、水洗した後、 100°C でインキュベートして全脂質を得た。

2) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動

卵黄沈殿物およびプラズマとグラニュールについては、Laemmli の方法⁶⁾に従って SDS 電気泳動法で調べた。また、卵黄のプラズマとグラニュールとの区分は、佐藤の方法³⁾に従い、卵黄を 40,000 rpm で 3 時間遠心分離することで行った。

結果と考察

1. 凍結による卵白の泡立ち性に及ぼす糖添加の影響

1) 卵白起泡性

トレハロースまたはスクロースを添加した凍結卵白の起泡性について、1 週間貯蔵した場合、 -40°C

および -80°C においては新鮮卵 (Fig. 1-a) なみの高い値を示した。 -40°C においては糖の添加濃度が高いほど起泡性も僅かに高い傾向を示したが、 -40°C 、 -80°C とともに全体的に高い値で安定しており、糖の大きな影響は認められなかった。これより貯蔵期間が 1 週間以内であれば、 -40°C および -80°C では糖の添加の有無に関わらず、卵白の変性がある程度防止されることが推測された。また、 0°C での貯蔵においては卵白の起泡性に糖の効果が見られなかったことより、割卵後の卵白は未凍結の状態では糖を添加しても変性は防止できないものと考えられた。これは腐敗などの原因が考えられる。従って、卵は殻付の場合に比べ、液卵の状態では低温であっても非常に変性しやすいものと考えられた。

1 ヶ月間貯蔵の場合は、糖を添加しないときに -20°C および -40°C において起泡性にかなりの低下が見られたが、それぞれ、糖を 2% および 6% 添加することで回復し、 -40°C においては、僅かではあるが糖の添加濃度が高いほど起泡性も高い傾向を示した。 -80°C では糖を加えずとも新鮮卵なみの高い値を示し、糖の添加の影響は明確に見られなかった。

3 ヶ月間貯蔵では、 -20°C において、糖を添加しない場合に非常に低い値を示した (Fig. 1-b)。しかし、糖を 10% 添加することでほぼ新鮮卵なみの値となり、また、糖の添加濃度が高いほど起泡性も明らかに高い傾向を示した。これより、卵白の凍結変性を防止するためには、10% レベルの糖の添加が有効であることが確認された。 -40°C および -80°C においては規則的な変化は見られなかったが、 -20°C よりも全体的に起泡性が高い結果となった。

6 ヶ月間貯蔵の場合は規則的な変化は見られなかったが低温ほど高い値を示し、 -80°C では新鮮卵なみの高い値を示した。また、それぞれの貯蔵温度について、貯蔵期間の影響をみると、貯蔵期間 1 週間のものに対し、貯蔵期間が長い方が数値のバラツキが大きい傾向を示した。

トレハロースとスクロースとでは、起泡性に及ぼす影響に差が認められなかった。いくつかの条件において、糖を添加することで起泡性が低下する傾向を示したが、これは卵白を希釈・分注する際や攪拌する際に十分に均質化されていなかったことが原因と思われた。あるいは、卵白に砂糖を添加したときは泡の形成の遅れが明らかで、この影響は泡立て初期に特に顕著である⁷⁾ことから、起泡性は糖の添加により低下したのではなく、泡が形成されるまでの時間が遅延したものと思われた。この場合、泡立て時間が同じならば、糖を添加した卵白の泡の状態は

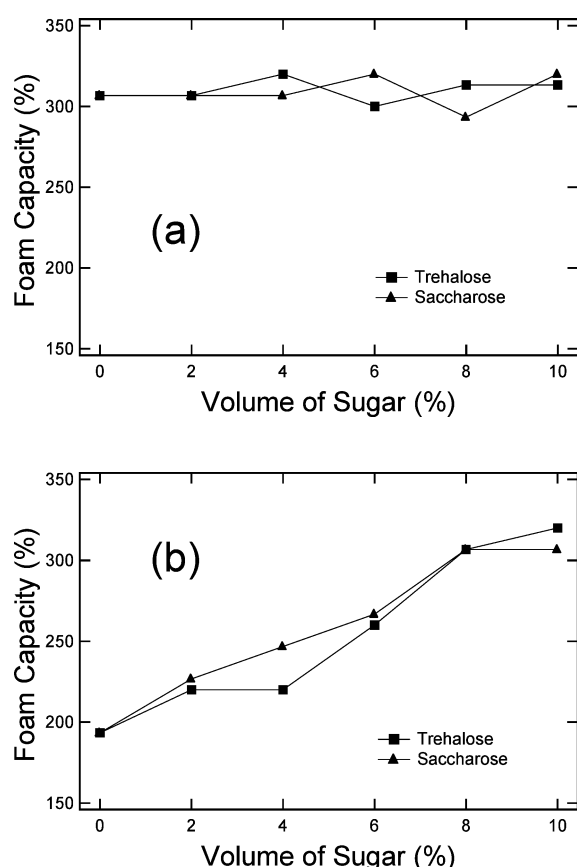


Fig. 1 Foam capacity plotted against volume of sugar.
(a), Effect of sugar for fresh egg white. (b), Effect of sugar for egg white frozen at -20°C for 3 months.

低い段階のものであり、安定性も低いことが予測される。しかし、本実験においてそれらの関係を明確にすることは出来なかった。また、森ら⁸⁾は -20°C で凍結保存後の卵白泡立ち性の変化を送気法により測定した結果、起泡力は30日間保存までには変化が見られなかったと報告しているが、本研究における攪拌法での実験においては、貯蔵期間に関係なく、 -20°C での凍結は卵白の起泡性への影響が大きく、1ヶ月以上の貯蔵では新鮮卵に対し大きく低下した。送気法により作られる泡は膜が薄く大きいため、測定された起泡力の値は振とう法と攪拌法による数値より大きい数値となる傾向がある²⁾。一方、卵白の粘度の増加は起泡力の低下となる⁹⁾。本実験において、糖を加えなかった場合に、貯蔵温度が低いほど高い起泡性を示したことから、 $0 \sim -80^{\circ}\text{C}$ の範囲では、卵白は低い温度で凍結保存するほど、その粘度は低下することが推測された。しかし、低温ほど凍結に要する時間が短く、急速に凍るために、卵白た

んぱく質の変性が抑制出来たと考えられ、その関係については、今回は明らかに出来なかった。

2) 泡沫安定性

トレハロースまたはスクロースを添加した凍結卵白および新鮮卵白の泡沫安定性について、いくつかの条件において、糖の添加濃度が高いほど泡沫安定性も高い傾向を示した。1ヶ月間貯蔵の場合は、 -20°C において86~90%の範囲で比較的安定した値を示した (Fig. 2)。 -80°C で3ヶ月間貯蔵したときもこれとほぼ同様の傾向を示した。

泡沫安定性は粘度が高いほど良いが⁸⁾、卵を凍結保存すると濃厚卵白は水様化し、粘度が低下するため、泡沫安定性は低下する²⁾。また、前出の森らは、泡の安定度は凍結30日から1%の危険率で有意に劣り、その原因は卵白グロブリンとオボムチンの変化であると主張している。しかし、本実験における凍結卵白には、外観に大きな水様化は見られず、貯蔵条件に関係なく、全体的に泡沫安定性はほぼ安定した値を示した。従って、糖の添加による影響は明示出来なかった。また、新鮮卵と凍結卵とでもほとんど類似した結果を示した。

一方、鮮度が低下して水様化した卵白を用いたケーキは焼き上げ直後こそよく膨張していたものの、冷却後は収縮し、その組織も荒く不均一である。冷凍卵白を用いた場合には、これと反対の結果となる場合もあると報告されている¹⁰⁾。

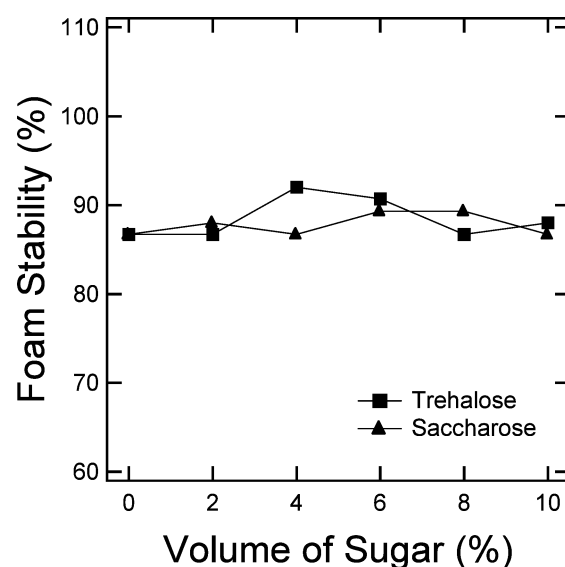


Fig. 2 Effect of sugar on foam stability of egg white frozen at -20°C for 1 month.

2. 卵黄の凍結による不溶化に及ぼす糖ならびに塩添加の影響

1) 糖添加の影響

卵黄の凍結変性に及ぼす糖添加の影響について、貯蔵期間1週間と3ヵ月のものをそれぞれ、Fig. 3とFig. 4に示す。 -40°C では貯蔵3ヶ月以上になると、糖を添加しない場合に沈殿が認められたものの、添加量2～10%の範囲でほとんど沈殿は見られなかった。一方、 -80°C では添加量0～10%の範囲で、いずれの貯蔵期間においても沈殿はほとんど見られなかった。また、僅かな差ではあるが糖の添加量が多いほど沈殿量が少ない傾向を示した。 -20°C での貯蔵においては、糖を添加しない卵黄液についてほとんどの場合に沈殿が認められたが、糖を添加することで沈殿は抑制され、僅かではあるが糖の添加濃度が高いほど沈殿は少ない傾向を示した。また、同

一貯蔵期間における糖無添加の場合の沈殿量は、低温ほど少ない傾向を示し、スクロースとトレハロースとの間に差は見られなかった。

卵黄の凍結点は約 -1°C であるが、ゲル化は -6°C までは起こらず、 -18°C で最も急激に起こる。また、急速な凍結はゲル化が生じにくい⁷⁾。液体窒素(-196°C)を使って急速凍結した場合には粘度の上昇はほとんど見られず、ゲル化は起きないと報告されている³⁾。従って、本研究の条件下では -20°C で貯蔵した場合に最も急速にゲル化し、 -40°C 、 -80°C と低温になるにつれゲル化しにくいことになり、本実験において -20°C での貯蔵で多くの沈殿が見られ、 -40°C および -80°C での貯蔵において沈殿がほとんど見られなかったことは、この報告の裏付けとなる。卵黄の凍結変性を防止するにはスクロースの場合10～20%で効果があり³⁾、20%以上の添加量で

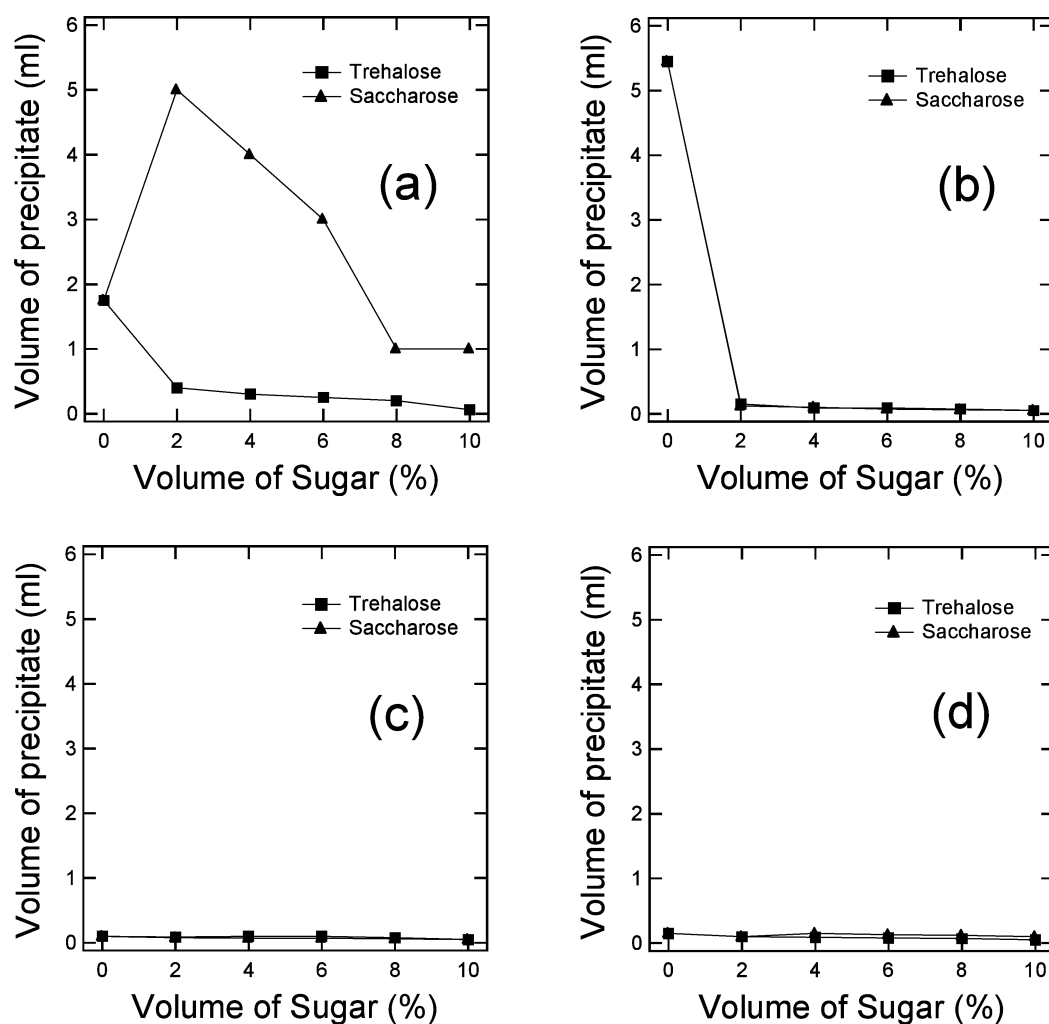


Fig. 3 Effect of sugar on the volume of precipitate of egg yolk stored at different temperatures. The egg yolk was mixed with 0 to 10% of saccharose or trehalose and then kept at 0°C (a), -20°C (b), -40°C (c), and -80°C (d) for 1 week.

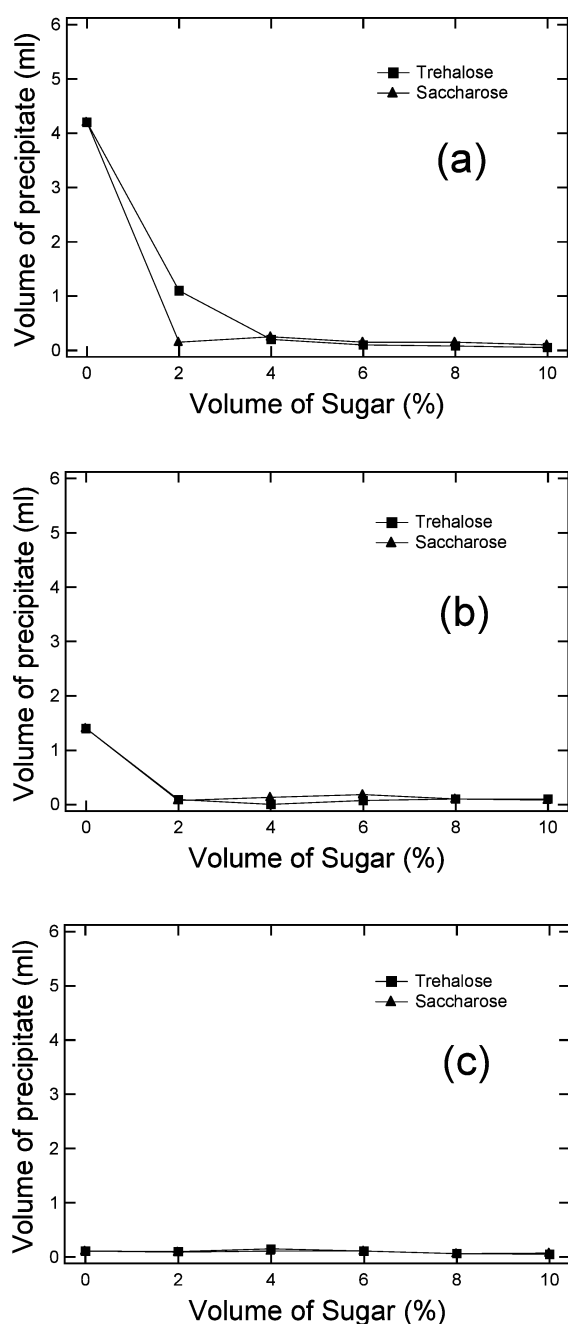


Fig. 4 Effect of sugar on the volume of precipitate of egg yolk stored at different temperatures. The egg yolk was mixed with 0 to 10% of saccharose or trehalose and then frozen at -20°C (a), -40°C (b), -80°C (c) for 3 months.

あっても実際の使用面において甘さの点で制限される以外は、粘度には影響を及ぼさない²⁾。本実験の結果より、やはり 10%レベルの糖の添加が最も有効であると思われたが、2%の添加であっても卵黄の変性をかなり防止できることが確認された。また、これまで一般的に使用されてきたスクロースと顕著な

差が認められないことより、甘さの少ないトレハロースの方が利用性が高く、優位であるといえる。

2) 塩添加の影響

卵黄の凍結変性に及ぼす塩添加の影響について、貯蔵期間3ヶ月と6ヶ月の結果を Fig. 5 に示す。全ての条件下において -80°C で最も沈殿量が少ない傾向を示し、また、貯蔵期間と温度に関係なく、2.4%以上の塩を添加することで沈殿が見られなかった。

卵黄の凍結変性防止には、食塩の添加量は5~10%²⁾、または3~5%¹¹⁾で有効であり、5%で粘度が最低となるが、食塩濃度を更に上げると塩溶効果により粘度が上昇する¹²⁾。また、10%加塩卵黄の粘度は経時的に漸増していく傾向が見られる²⁾との報告がある。本実験においては、1.2%程の少量の塩を添加することで、卵黄の凍結変性はかなり抑制することができ、変性防止には2.4%以上の添加が効果的であると思われた。加えて、10%の食塩を加え、更に糖を2~10%添加した卵黄液に沈殿が見られなかったことは当然の結果といえるが、塩と糖による甘味と粘度の両方の上昇が考えられるため、実際の使用面においては困難であると思われた。また、 -20°C での貯蔵において、食塩添加卵黄に未凍結のものが見られたことより、食塩添加による卵黄の氷点降下が確認された。

3. 卵黄の凍結により生じた沈殿物の分析

1) 沈殿物中の脂質量

卵黄に糖や塩を添加することで変性が防止できることは明白である。本実験において塩や糖の添加により卵黄の沈殿量は減少する傾向を示したが、卵黄のタンパク質は大部分が脂質と結合したりポ蛋白質であることから、沈殿物中の脂質量の変化を調べた。沈殿物の脂質量を測定した結果を Table 1 に示す。糖を添加しない凍結卵黄からの収量は、 -20°C で32.00%、 -80°C で32.38%と類似した値を示し、糖を添加することで明らかに減少した。また、沈殿物は貯蔵温度に関係なく、トレハロースを添加したものの方が少なかった。本実験過程において、トレハロースはクロロホルム-メタノール混液(2:1)に容易に溶けたが、スクロースはスポンジ状になり溶けにくかった。

卵黄は超遠心分離により上澄み(プラズマ)と沈殿(グラニュール)に分けられ、プラズマは脂質を含まない蛋白質リベチンとリポフラビン結合性蛋白質および比重の軽い低密度リポ蛋白質(LDL)からなり、グラニュールは高密度リポ蛋白質(HDL)で

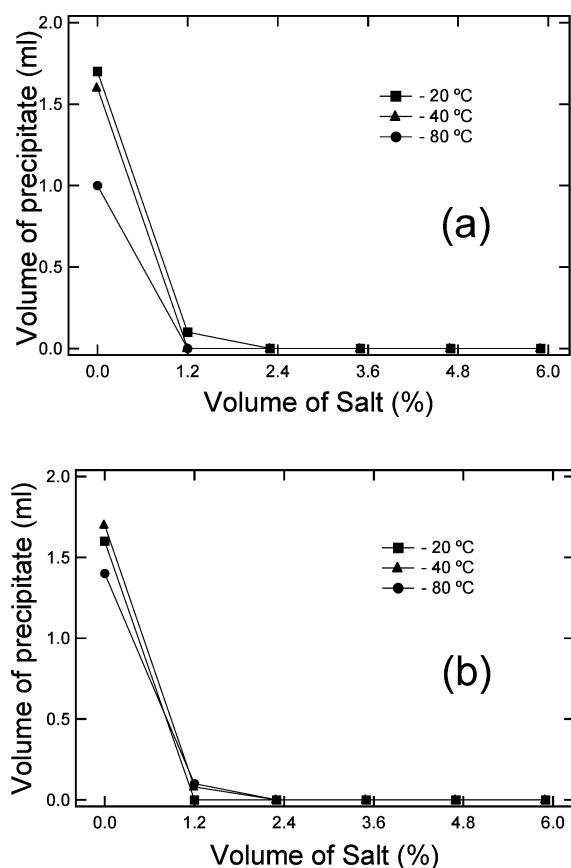


Fig. 5 Volume of egg yolk precipitation plotted against volume of salt. Effect of salt on the volume of egg yolk precipitates at different temperatures for 3 months (a) and for 6 months (b).

Table 1 Changes in volume of lipid phase in the precipitate of yolk after frozen storage. The egg yolk was mixed with 10% saccharose or trehalose, and frozen at -20°C or -80°C for 10 days.

Temperature	Sugar	Lipid (%)
-20°C	Trehalose	28.08
	Saccharose	22.72
	Control	32.00
-80°C	Trehalose	19.23
	Saccharose	20.22
	Control	32.38

あるリポピテリン、脂質を含まないホスピチンおよび LDL から構成されている¹³⁾。グラニュールは蛋白質が多く (48%), 脂質が少ない (7%) 成分組成を示す¹⁴⁾が、本実験において凍結卵黄のグラニュールの脂質収量は約 32% であった。LDL のタンパク質と脂質との結合は HDL のそれよりも不安定であ

る¹¹⁾¹⁵⁾ことから、この凍結によるグラニュール中の脂質の収量増加は、脂質の多い (93%) プラズマ部の成分が凍結により変性して、グラニュールに移行したものと考えられた。なお、藤野¹⁶⁾による卵黄からの脂質抽出実験において、その収率は 28% であったと報告されている。

2) SDS ゲル電気泳動

凍結-解凍した液卵黄の沈殿物の SDS ゲル電気泳動像を Fig. 6 に示す。糖の添加の有無に関わらずグラニュールとほとんど類似した組成を示した。しかし、プラズマ部の成分も同時に確認され、それは無糖卵黄に特に顕著であった。また、糖を添加しない卵黄では、ホスピチンと思われる成分を含む、3 成分の量が減少する傾向を示したが、糖を添加した場合は、これらの成分の減少は認められなかった。この経過より、卵黄の凍結によるグラニュール中の脂質収量の増加は、プラズマ成分の変性による可能性が高いと思われた。HDL と LDL の凍結解凍後の粘度測定実験および LDL に対するスクロース添加効果の実験²⁾などから、卵黄の凍結によるゲル化はプラズマの主要成分である LDL に起因することが明らかにされている¹⁷⁾¹⁸⁾が、本実験においても、脂質量の変化からそれを確認できたものと思われた。また、糖を添加しない卵黄にホスピチンと思われる成分を含めた 3 成分の減少が見られたことは、凍結変性に及ぼす糖のプラスの影響を明示している。なお、トレハロースとスクロースとの間に顕著な差は認められなかった。

以上の結果から、鶏卵の卵白および卵黄の凍結による変性防止には、糖や食塩の添加が有効であり、これまで最も一般的に使用されてきたスクロースと顕著な差が認められないことより、甘さの少ないトレハロースの方が優位であるといえる。また、卵黄の凍結変性は、従来の報告通り、プラズマに起因し、タンパク質と脂質の結合破壊であると思われた。また、凍結方法や解凍方法が変性に大きな影響を及ぼすことから、今後は解凍中の微生物の繁殖防止や大量に冷凍した場合も中心部の凍結が不完全にならないように包装容器を工夫するなど、凍結卵の取り扱い方についても研究が必要であり、それにより、液卵の長期保存を確実なものとし、消費者に安定した供給をすることが課題であると思われた。更に、グラニュールの主成分である HDL における脂質部分の脂肪酸組成は、飼料中の脂肪酸の影響を受け、卵黄の粘性を変化させる¹⁸⁾ことから、卵の生産過程に

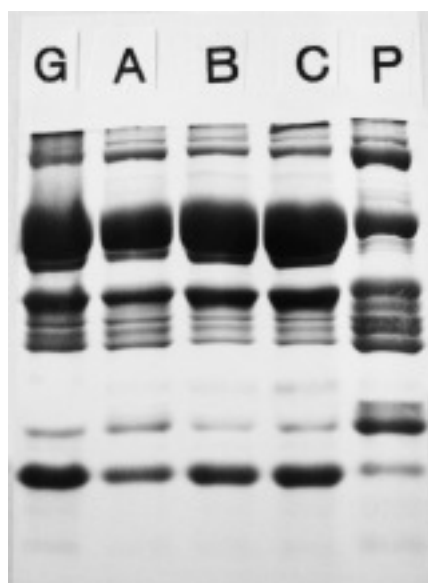


Fig. 6 Electrophoretic pattern of the precipitate obtained from frozen egg yolk.
G=granule; P=plasma; A=control; B=adding trehalose; C=adding saccharose.

おける飼料を含む飼育環境の影響についても調査することが必要であると思われた。

要 約

凍結による卵白の起泡力と泡沫安定性の低下は、糖、または塩を添加することで抑制された。しかし、糖の添加濃度による明らかな差は認められず、貯蔵条件の違いによる規則的な変化は確認できなかった。また、トレハロースとスクロースとの間にも明らかな差は認められなかった。泡沫安定性は全体的には安定した値を示した。

凍結卵黄では貯蔵条件に関係なく糖、または塩を添加したものには沈殿が見られなかった。糖または塩を添加したものは全般的に添加濃度が高いほど沈殿量が少ない傾向を示したが、いずれも僅かな差であった。糖または塩を添加しない場合は、 -80°C での貯蔵において、最も沈殿量が少なかった。また、トレハロースとスクロースとの間に顕著な差は認められなかった。一方、沈殿物中の脂質量は糖を添加することで減少した。また、スクロースに対し、トレハロースを添加したものの方が沈殿量は少なく、トレハロース添加では、貯蔵温度が低い方が脂質量は少なかったが、スクロース添加では温度による差がほとんどなかった。以上の結果から、卵の凍結変性防止には糖や食塩の添加が有効であり、各種食品への利用の観点から甘味の少ないトレハロースの方

が優位であると思われる。

謝 辞

本研究に際して、始終ご指導ご鞭撻頂いた酪農学園大学 鮫島邦彦教授、および、食品物性学研究室の中村邦男教授、大武亜弓助手に深く感謝の意を表します。

引用文献

- [1] Palmer. H.H., Ijichi. K., Roff. H. 1970. Partial thermal reversal of gelation in thawed Egg York Products. J. Food Sci., 35: 403-406.
- [2] 浅野悠輔, 石原良三. 1994. 卵 — その化学と加工技術 —. 第2版. 67-68, 134-147, 169-171, 214-218. 光琳. 東京.
- [3] 佐藤泰, 中村良, 土屋友一. 1967. 凍結による卵黄の流動性の変化について(1). 食品工誌, 14: 455-459.
- [4] A.C. Germs. Improvement of solubility and foaming properties of egg yolk protein and its separation from yolk lipid by liquid-liquid extraction. Egg use and processing technologies, Sim and Nakai (Ed.), Chapter 27: 329-339. CABI.
- [5] 門間偉峯, 伊藤精亮, 根岸考, 藤野安彦. 1970. 卵黄の脂質に関する研究(1). 酪農科学の研究, 19: 51-57.
- [6] Laemmli. V.K. Cleavage of structured proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature., 227: 680-685.
- [7] William J. Stadelman. and Owen. J. Cotterill. 1977. Freezing egg products. Egg science and technology. AVI. 145-160.
- [8] 森高明, 中村良, 佐藤泰. 1974. 鶏卵の凍結貯蔵に関する研究 (第3報). 食工誌, 21, 5: 228-233.
- [9] Nakamura. R. and Sato. Y. 1964. Studies on the foaming property of the chicken egg white-IX. Agric. Biol. Chem., 28: 524-529.
- [10] 野並慶宣. 1966. 鶏卵の化学と利用法. 第2版. 114. 地球出版. 東京.
- [11] 斉藤善一. 1990. 畜産食品加工学. 170, 176. 川島書店. 東京.
- [12] Palmer. H.H., Ijichi. K., Cimino. S.L., Roff. H. 1969. Salted egg yolks (1). Food Technol., 23: 1480-1484.
- [13] Osuga. D.T. and Feeney. R.E. 1977. Egg pro-

- teins In food proteins, Whitaker. J.R., Tan-
nenbaum. S. R., (Ed.). AVI.
- [14] 渡辺乾二. 1984. 食品タンパク質の科学. 山内
文男編. 122, 130. 食品資材研究会.
- [15] 田文三郎. 1990. 畜産食品. 281, 295. 文永堂
出版. 東京.
- [16] 藤野安彦. 1971. 卵黄脂質の化学. 栄養と食糧,
24, 6 : 317-324.
- [17] Sato. Y. and Takagaki. Y. 1976. Influence of
thawing rate and aging temperature on
viscosity of freeze-thawed yolk and low
density lipoprotein. Agric. Biol. Chem., 40:
49-55.
- [18] Sato. Y. and T. Aoki. 1975. Influences of
various salts on gelation of low density lipo-
protein (egg yolk). Agric. Biol. Chem., 39:
29-35.
- [19] 村上邦夫. 1984. 卵の百科. 第4版. 20. (株)鶏
卵科学研究所. 東京.

Summary

To prevent denaturation of proteins in the frozen egg has been used sugar such as saccharose. But saccharose is limited to use because of its sweetness. Therefore, the effect of trehalose in replace of saccharose was studied in frozen egg. Both foam capacity (FC) and foam stability (FS) of fresh the egg white were higher than those of the frozen egg white. The effect of trehalose to the frozen egg white was similar to that of saccharose. An addition of both sugar and salt to frozen egg yolk did not show precipitation. Amount of precipitation of frozen egg yolk was decreased with increasing of added sugar. The volumes of lipid in precipitation were also decreased by sugar. But effects of trehalose on frozen egg resembled with those of saccharose. SDS-PAGEs of samples precipitated from egg yolk by freezing were similar to the component of granule, and they also contain some components of plasma. The precipitations without sugar contained less quantity in three fractions (one of them may be phosvitin) of granule than with sugar.

From these results, it was seemed that added sugar or salt was effective to prevent denaturation of protein during frozen storage. And trehalose was more useful than saccharose, because of less its sweetness than saccharose.