卵白を乳酸発酵した新素材「ラクティーエッグ」が拓ける世界

有満和人, 児嶋高志, 松岡亮輔, 成田琴美, 出井明子

キューピー株式会社 研究開発本部

The Good Function of Lactic Fermented Egg White “Lacty Egg”

Kazuto ARIMITSU, Takashi KOJIMA, Ryosuke MATSUOKA,
Kotomi NARITA, Akiko IDEI

Kewpie Corporation R&D Division

1. は じ め に

卵は「起泡性」「熱凝固性」「乳化性」など多くの機能性があり, これらを活かしてお菓子, パン類, 畜肉加工品, 水産練り製品, 麺類, マヨネーズ調味料類など, 様々な食品に広く利用されている。その中で卵白は, 起泡性や熱凝固性などの特徴的な性質をもっており, 栄養価的にアミノ酸スコアなどが高いなど優れた食品である。

しかしながら卵白がもつ特有の硫化水素臭や熱凝固性が妨げになり, 用途によっては使用しにくいとの課題もあった。そこで卵白にこれまでにない新たな機能をもたせることを目的として, 卵白に乳酸菌を植菌して発酵させることで新たな卵白素材である乳酸発酵卵白を開発した。

この乳酸発酵卵白『商品名:ラクティーエッグ(キューピータマゴ(株)販売)』は爽やかな乳酸発酵風味を呈することや加熱を行っても熱凝固しないなどの通常の卵白とは異なる特性をもつなど, これまでの通常の卵白とは異なる分野や用途の活用が可能となっている。

2. 卵白の栄養価

卵白は脂肪を含まない良質のたん白質源である (Table 1) [1]。卵白たん白質は正味たん白質利用率が高くアミノ酸バランスに優れていることが知られている (Table 2) [2]。また, 生理機能に関しても, 卵白たん白質はコレステロール低下効果や内臓脂肪蓄積の低減効果をもつなど, 様々な生理機能を有することも報告されている [3,4]。

3. ラクティーエッグの製造方法

これまで卵への微生物の利用として, 乾燥卵白では卵白に含まれる糖を消費するために利用されている。しかし発酵により卵白の特性を変化させた食品素材はこれまでに実用化されていなかった。そこで卵白を乳酸発酵することで卵白の風味や熱凝固性などの改善を目的として開発を試みた。しかしながら卵白は乳酸菌の栄養源となる糖などをほとんど含んでおらず, またリゾチームなどの抗菌性たん白質を含んでいることから, 乳酸発酵しにくい素材である。そこで乳酸菌の栄養素の添加, リゾチームの失活処理, 乳酸菌の選定などにより, 卵白の乳酸発酵が可能となる条件を見出すことで卵白の新素材であるラクティーエッグを製造できる方法を開発した (Fig. 1) [5]。

Table 1 Nutritional contents of Egg white, cow's milk, and soy milk.

	エネルギー (Kcal)	水分 (g)	たん白質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)
卵白	47	88.4	10.5	Tr	0.4	0.7
牛乳	67	87.4	3.3	3.8	4.8	0.7
豆乳	46	90.8	3.6	2.0	3.1	0.5

食品 100g あたり

Table 2 Net protein utilization and amino acid score of main protein source (egg white, milk whey, and soy protein isolate).

たん白質	正味たん白質利用率 (%)	アミノ酸スコア
卵白	97.5	100
乳清	90.5	100
大豆	61.4	100

Fig. 1 Manufacturing process of lactic fermented egg white.

4. ラクティーエッグの特長

卵白を乳酸発酵したラクティーエッグは、卵白特有の臭みがなく、乳酸発酵食品特有のさわやかな発酵風味とすっきりとした酸味を呈している。さらにラクティーエッグの香気成分として硫化水素の発生量を分析した結果、ラクティーエッグと同等の pH に調整した卵白と比較しても有意に少ないことが認められた (Fig. 2) [5]。このことから卵白の特有の硫化水素臭が課題となり使用できなかった食品にも、ラクティーエッグを使用することで対応できることが示唆される。

Fig. 2 Hydrogen sulfide generated from egg white products.

5. ラクティーエッグの機能性

ラクティーエッグには、爽やかな発酵風味の他にもスポンジケーキやパンをしっとりさせる、肉を柔らかくするなどの保水性や、嫌なにおいをマスキングする効果、加熱や酸性化でも凝固しにくい、などこれまでの卵白にない、様々な機能性を有していることが認

められている (Table 3)。

ここではスポンジケーキとレトルト牛丼の具にラクティーエッグを配合した場合の機能性を紹介する。

Table 3 Nutrition and physiochemical function of lactic fermented egg white.

栄養の特長	美味しさの特長	物性の特長
高たん白・無脂肪	素材の風味を活かす	保水性
良質のたん白	マスキング	耐熱性
優れた栄養成分	こく味付与	耐酸性
(含硫アミノ酸 VB2 低リン)	色調改善	起泡性

5.1 スポンジケーキのしっとり感向上 [6]

スポンジケーキにラクティーエッグを 4.5% 配合して焼成し、焼成直後と 3 日間冷蔵保管後の食感を官能評価と水分含量を用いて比較を行った。その結果、ラクティーエッグを配合したスポンジケーキは冷蔵保管後もしっとり感と柔らかさを優位に保持しており (Fig. 3)、水分含量を比較したところ、ラクティーエッグの配合品は水分を約 3% 多く含むことが認められた (Fig. 4)。これらの

Fig. 3 Sensory evaluation of sponge cake.

Fig. 4 Moisture contents of sponge cake.

しっとり感の効果は水分の保持によるものと考えられる。

5.2 レトルト食品のマスキング効果 [6]

レトルト牛丼の具にラクティーエッグを2%, 5%配合して, 121℃で40分間の加熱を行い, 官能評価と香氣分析を行った。その結果, ラクティーエッグを配合することで加熱臭や畜肉特有の獣臭が抑えられていることが確認された (Fig. 5)。

6. ラクティーエッグの生理機能

また卵白たん白質にはコレステロールの低下, 内臓脂肪蓄積抑制などの健康機能があることがわかっている。

6.1 血中コレステロールの低下作用 [7]

卵はコレステロールを含む食品ではあるが, 毎日摂取しても血中コレステロール濃度は上昇しないという報告も多くみられる。その一因として, 卵白の血中コレステロール濃度低下作用が知られている。

今回, 血中総コレステロール濃度が200–260 mg/dL

である成人男性88名を対象に無作為二重盲検並行群間試験を行った。被験者を3群に分け, たん白質を卵白たん白質として4 g, 6 g, 8 g 含むラクティーエッグをそれぞれ8週間毎日摂取させ, 摂取前および摂取4週後, 8週後に採血を行い, LDL コレステロールと血中総コレステロールを測定した。

その結果, 摂取8週後の4 g 群において, 血清中LDLコレステロール, コレステロール濃度は0週に比べ 2.1 ± 2.9 , 3.1 ± 3.4 mg/dL (平均±標準誤差) の減少だったのに対し, 8 g 群では 13.7 ± 3.1 , 11.0 ± 3.7 mg/dL と有意に減少した ($p < 0.05$)。また, 8 g 群の減少は4 g 群に比べ有意であった ($p < 0.05$)。

以上の結果より, ラクティーエッグはコレステロール低下作用をもつこと, 軽度高コレステロール血症者にも適した食品であることが示された。

6.2 内臓脂肪蓄積の低減効果 [8]

卵白たん白質は良質なたん白源である。これまでの動物試験の結果より, 卵白たん白質は, 体たん白質を増やすことを確認した。

Fig. 5 Sensory evaluation of retorted beef bowl filling.

Fig. 6 Thermally derived off-flavor compounds of retorted beef bowl filling.

今回、BMI $\geq$ 24、ウエスト $\geq$ 85cmの成人男性22名を対象に、被験者を対照群、ラクティーエッグ低容量群またはラクティーエッグ高容量群の3群に分け、対照群にはミルクホエー含有飲料（ホエータンパク質として8g）、ラクティーエッグ低容量群には、ラクティーエッグ含有飲料（卵白たん白質として6g）、ラクティーエッグ高容量群には、ラクティーエッグ含有飲料（卵白タンパク質として8g）をそれぞれ朝食時に8週間継続して摂取させた。摂取0週目および8週目に、体重、体脂肪率、腹囲の測定および腹部をCTスキャンで撮影し、へそ周囲の内臓脂肪面積を測定した。

その結果、すべての群において、体重、体脂肪率に変化はみられなかった。腹囲は卵白たん白質摂取量に依存して減少したものの、有意差は認められなかった。へそ周囲の内臓脂肪面積は、対照群およびラクティーエッグ低容量群では摂取前と比較して有意差は認められなかった。一方、ラクティーエッグ高容量群では摂取前と比較して8週後に内臓脂肪面積は有意に減少し、その低下量（ Δcm^2 ）は $13.2\pm 4.7\text{ cm}^2$ であった。

卵白たん白質として8g／日のラクテューエッグを摂取すると、内臓脂肪面積を減少し、内臓脂肪の増加に関わる疾病を予防する可能性が示された。

7. お わ り に

ラクティーエッグ（乳酸発酵卵白）は、これまでの卵白にはないユニークな機能性をもつ新たな卵白素材である。このラクティーエッグを活用することで、これまで卵白では使用できなかった食品や用途など広い分野で役立つことができると考えている。

参 考 文 献

- 1) Standard Tables of Food Composition in Japan (2011).
- 2) Y. Takahashi, M. kimura, A. Muto, Y. Masuda, Y. Wada: 64th Annual Meeting of the Japan Society of Nutrition and Food Science (2010).
- 3) S. Yamamoto, T. Kina, N. Yamagata, T. Kokubu, S. Shinjo, L. Asato: Favorable effects of egg white protein on lipid metabolism in rats and mice. *Nutr. Res.*, **13**, 1453-1457 (1993).
- 4) R. Matsuoka, M. kimura, A. Muto, Y. Masuda, Y. Wada: 64th Annual Meeting of the Japan Society of Nutrition and Food Science (2010).
- 5) K. Yoshimi, K. Narita, Y. Okuyama, A. Takeuchi, T. Yanagisawa, H. Shidara, K. Watanabe: Annual Meeting of Japan Society Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry (2011).
- 6) K. Narita, A. Idei, T. Ueda, T. yanagisawa, C. Watanuki, A. Handa, S. Kawasaki, H. Shidara: The Japanese Society for Food Science and Technology The 59th Annual Meeting (2012).
- 7) M. Usuda, Y. Ogino, M. Kimura, S. Fujiwara, Y. Okuyama, H. Kunika, Y. Masuda, Y. Wada, K. Utsunomiya: The Japanese Society for Food Science and Technology, The 58th Annual Meeting (2011).
- 8) K. Kamachi, M. Tsujitani, R. Matsuoka, M. Usuda, N. Nakanishi, Y. Masuda, M. Kunou, A. Tanaka, K. Utsunomiya: 10th Annual Meeting of the Japanese Society for Medical Use of Functional Foods (2012).