

トピックス

食品加工における Electroporation あるいは Pulsed Electric Field (PEF) technology

古くから知られた原理が、まったく新しい目的の操作に適用されていると同時に、食品加工にも利用されている事例は多いが、エレクトロポレーションは、その一つであろう [1].

エレクトロポレーション (electroporation) は、電気穿孔法と訳されており、電気パルスで細胞膜に微小な細孔を作りだし、物質を導入する手法である (後述するように、導入ではなく取り出しが目的の場合もある)。遺伝子 (DNA) 導入方法としてよく知られており、最近ではゲノム編集技術の利用においても利用されている。また、クローン羊“ドリー”誕生にも使用された。

エレクトロポレーションは、さまざまな装置が市販されており、遺伝子工学・分子生物学・バイオテクノロジー分野の研究者にとっては、よく知られた方法である。遺伝子導入法としての開発は1980年代とされているが [1], その原理として18世紀のドイツの物理学者リヒテンベルク (Lichtenberg) が発見したリヒテンベルク図形に遡るといふ記述もある [1].

電気パルスが強すぎると、細胞膜が損傷して細胞が大きなダメージを受ける (細胞死) ので、電気パルスの最適化が必要とされる。ごく短時間、数マイクロからミリ秒の電気パルスにより、細胞膜リン脂質二重層膜に一時的に微小細孔を形成させることができる。

一方、強い電気パルスにより細胞死を目的とする操作、すなわち殺菌操作としても使用できることは当然考えられる。この原理による殺菌装置は既に実用化されており、本学会の2018年度技術賞も授与されている [2]。また、2004年度論文賞 [3], 2006年度研究賞 [4], 2007年度奨励賞 [5] も PEF 殺菌の基礎的研究に関するものである。

前述の遺伝子導入を可逆的操作と呼ぶのに対して殺菌は非可逆的操作という。また、食品加工ではエレクトロポレーションという用語ではなく Pulsed Electric Field (PEF) technology (パルス電界技術) が使われている (すこし古い論文では食

品加工でもエレクトロポレーションが使用されている)。

食品加工における PEF 操作は殺菌以外にも、いろいろな用途が検討されている [6-8]。最近、油脂の量を低減したポテトチップスあるいはフライドポテト (フレンチフライ) の製造が報告されており、ポテト細胞組織構造が PEF 操作により柔軟化し、カットが容易になり、フライ操作における油の取り込みが減少するとしている [i]。遺伝子導入では細孔から細胞内へ物質を送入するのに対して、図1のように細胞から物質を取り出すことが目的として実施された事例として、少し古い報告には、ワイン中のポリフェノール量の増加、脱水、果汁の抽出、野菜への凍結保護剤の導入、食肉加工品への塩の添加などの可能性が報告されている [6]。ワインについては、新しい論文も発表されている [8]。最近の総説では、前述のポテト調理 (フライ) の前処理を含む、さまざまな前処理効果についてまとめており、例えば、乾燥前処理による乾燥時間短縮効果についても報告されている [7]。

大型の連続 PEF 装置も販売されているが、最近、オランダのメーカーが電子レンジ程度の大きさの家庭用 PEF 調理器を e-Cooker という名称で開発している [ii]。過熱水蒸気調理器に続く、新しい調理器になるであろうか? (半導体デバイスによるパルス高電圧制御が容易になったことが PEF の利用を促進するという予測もある [9])。

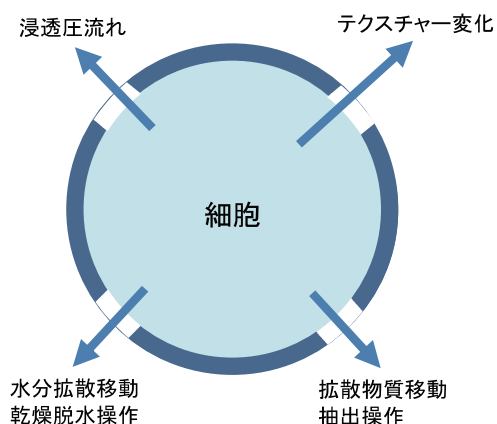


図1 PEFによる食品加工前処理効果

山本修一 (Shuichi YAMAMOTO)
略歴 本誌21巻3号A-23 参照

文 献

- 1) A. Rolong, R. V. Davalos, B. Rubinsky; History of electroporation. In “Irreversible electroporation in clinical practice” , pp. 13-37, Springer, 2018.
- 2) 井上孝司, 大澤直樹, 西川秀嗣; 果汁製造ラインへの交流高電界殺菌技術の実用化. 日本食品工学会誌, 20, 131-136 (2019).
- 3) イシダ ネイデミホ, 大嶋 孝之, 佐藤 正之; スパイラル形状電極処理槽のパルス殺菌特性. 日本食品工学会誌, 5, 35-40 (2004).
- 4) 佐藤正之; 高電圧パルスによる微生物制御. 日本食品工学会誌, 8, 191-199 (2007).
- 5) 植村邦彦; 交流高電界による液状食品の殺菌技術の開発, 日本食品工学会誌, 9, 221-228 (2008).
- 6) S. Mahnič-Kalamiza, E. Vorobiev, D. Miklavčič; Electroporation in food processing and biorefinery. J. Membr. Biol., **247**, 1279-1304 (2014).
- 7) K. Nowosad, M. Sujka, U. Pankiewicz, R. Kowalski; The application of PEF technology in food processing and human nutrition. J. Food Sci. Technol., 58, 397-411 (2021).
- 8) T. Fauster, C. Philipp, K. Hanz, R. Scheibelberger, T. Teufl, S., Nauer, Scheiblhofer, H. Jaeger; Impact of a combined pulsed electric field (PEF) and enzymatic mash treatment on yield, fermentation behaviour and composition of white wine. *Eur. Food Res. Technol.*, **246**, 609-620 (2020).
- 9) 南谷靖史. 研究調査委員会 レポート: パルス電界による食品殺菌と加工技術調査専門委員会. 電気学会論文誌 A (基礎・材料・共通部門誌), 140(3), NL3_3 (2020).

引 用 U R L

- i) <https://www.worldfoodinnovations.com/innovation/low-fat-chips-with-pulsed-electric-field-technology> (May 30, 2021).
- ii) <https://www.worldfoodinnovations.com/innovation/nutri-pulse-e-Cooker-sustainable-food-preparation> (May 30, 2021).