

# 植物性代替肉への酵素利用

天野エンザイム株式会社 イノベーション本部 開発二部 酒井 杏匠

## 【略歴】

2018 年 3 月 名城大学大学院 農学研究科 修士課程 修了  
2018 年 4 月 天野エンザイム株式会社 入社

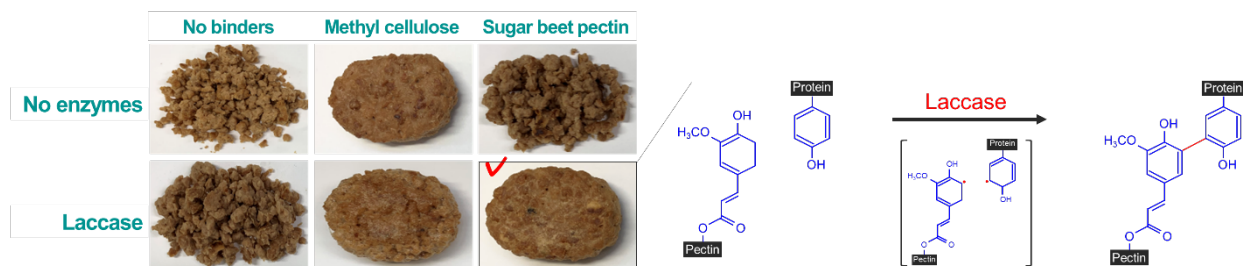
## 1. はじめに

国連の報告によると、2050 年までに世界人口が 97 億人に達する見込みである。そのため、蛋白源の需要と供給のバランスが崩れる「蛋白危機」問題に世界は直面している。つまり、近い将来、畜肉が持続可能な食糧ではなくなる。解決手段として、植物原料を用いて畜肉を再現する「植物性代替肉」が脚光を浴びている。多くの技術的革新にも関わらず、市販の植物性代替肉は、有史以来人類が築き上げてきた畜肉の嗜好性に達していない。更に、近年のクリーンラベル志向から、食品添加物の種類や数を減らす努力がなされている。そのため、この分野の技術的目標は、クリーンラベル化を達成した高機能な植物性代替肉を開発することである。

酵素はクリーンラベル志向を満たした高機能性食品の製品開発に適している<sup>[1]</sup>。本報告では、代替肉の技術的課題を解決すべく開発した、酵素アプリケーションについて 4 例を紹介する。

## 2. 結着性

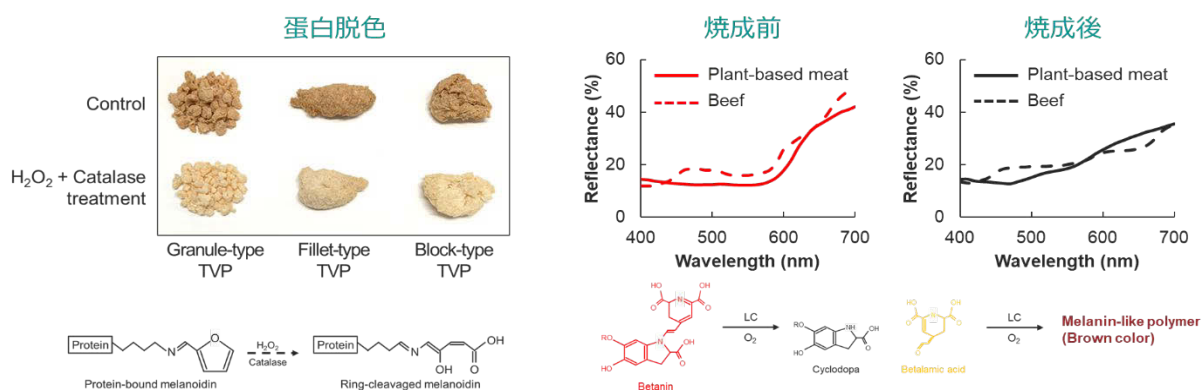
畜肉ハンバーグの「つなぎ」には、卵が使用されている。一方で、植物性代替肉では、メチルセルロースが「つなぎ」の役割を担っている。しかしながら、メチルセルロースは化学法により製造されるため、ケミカルフリーの新規結着システムが求められてきた。本研究では、酵素法による新たな蛋白架橋システムの構築を目指した。興味深いことに、シュガービート由来のペクチン存在下にて、ラッカーゼが蛋白-ペクチン架橋を形成し、代替肉の保形性・結着性を高めることを見出した<sup>[2]</sup>。この新規な架橋システムは、メチルセルロース代替技術としてケミカルフリートレンドを満たすことが期待される。



## 3. 脱色および色調変化

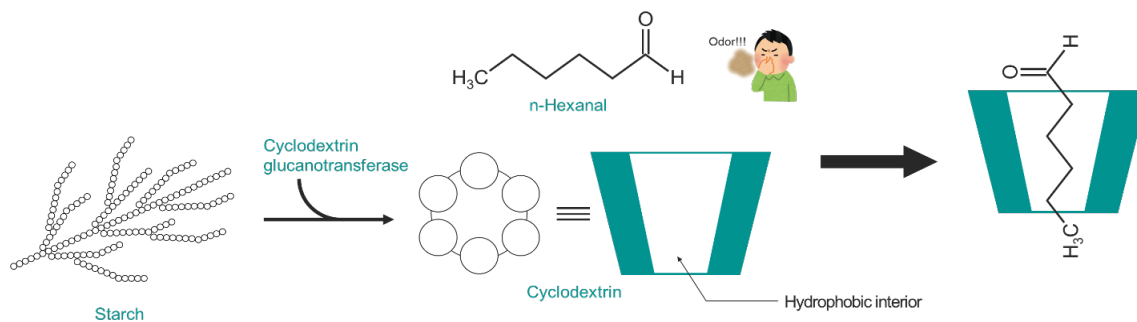
畜肉製品は、焼成工程によって鮮やかな赤色から香ばしい褐色へ色調変化する。この色調変化を代替肉で再現することも課題の 1 つである。代替肉用途の赤色色素として、大豆レグヘモグロビン及び植物由来ビート色素が知られるが、前者は組換え蛋白であるため、ビート色素が広く製品に採用されている。しかしながら、植物蛋白が黄褐色を呈するため赤色の染まりが悪く、焼成による色調変化も不十分だっ

た。本研究では、酵素法による「(1)植物蛋白の脱色システム」および「(2)ビート色素の色調変化システム」の構築を目指した。その結果、(1)過酸化水素及びカタラーゼによって、植物蛋白が脱色でき<sup>[3]</sup>、(2)ラッカーゼ及びビート色素によって焼成工程による褐色化を代替肉で再現できることを見出した<sup>[4]</sup>。



#### 4. 大豆臭の低減

もう一つの技術的課題は、原料由来の大豆臭を減らすことである。この大豆臭は非常に閾値が低く、他フレーバー剤を添加してもマスキング効果が低い。そのため、特に欧米では、大豆臭によって植物性代替肉製品の一般消費者への受け入れが困難になっている。大豆臭の原因物質として、ヘキサナール、1-オクテン-3-オール、ベンズアルデヒドなどの疎水性揮発物質が知られている。本研究では、酵素法による大豆臭低減システムの開発を目指した。興味深いことに、サイクロデキストリングルカノトランスフェラーゼによって産生したサイクロデキストリンが疎水性揮発物質を抱合することで、代替肉からの大豆臭揮発量を低減できることを見出した<sup>[5]</sup>。



#### 5. まとめ

本報告で取り上げる課題以外にも、顧客が抱える技術的課題は多く存在する。今後も酵素アプリケーションの無限の可能性を信じ、酵素価値を社会に提供していく。

#### 6. 参考文献

- [1] K. Sakai, (2023) *Academic Press Books* published by Elsevier. *in press*.
- [2] K. Sakai, et al., (2021) *Scientific Reports*, **11**, 16631.
- [3] K. Sakai, et al., (2022) *Scientific Reports*, **12**, 22432.
- [4] K. Sakai, et al., (2022) *Scientific Reports*, **12**, 1168.
- [5] K. Sakai, et al., (2022) *PLoS One*, **17**, e0269278.