

補助事業番号 2020M-113

補助事業名 2020年度 過熱水蒸気雰囲気フライ調理による油脂の劣化抑制技術の
開発補助事業

補助事業者名 酪農学園大学 農食環境学群 食と健康学類 食品企画開発研究室 阿部 茂

1 研究の概要

過熱水蒸気雰囲気フライ調理は通常のフライ調理と比較して、油脂の劣化を表す様々な数値の上昇を顕著に抑制することがこれまでの研究で明らかになりつつある。本研究では過熱水蒸気雰囲気フライ調理のメリットを明らかにすることを目的とし、通常のフライ調理を対照とした場合のフライ油の酸化劣化の各種分析値について詳細な検討を行うとともに、フライ調理時の油脂分子の挙動について機器分析を行う。

2 研究の目的と背景

外食産業や小売店で使用している揚げ物用の業務用フライヤーは、フライ油廃棄による環境負荷や洗浄や交換の煩雑さなどの問題点が指摘されている。本研究は過熱水蒸気雰囲気下においてフライ調理を行うことで油脂の品質劣化を大幅に抑制させることを特徴とした油脂酸化抑制技術の開発を行うものであり、最終的にはフライ油の使用量を大幅に低減する新規フライヤーの機器開発により環境負荷の低減や省エネルギー化・省力化を図ることを目的とする。

3 研究内容

(1) 過熱水蒸気雰囲気フライ装置の作成

(<https://sites.google.com/a/rakuno.ac.jp/shokuhinkikaku/>)

IHヒーターにフライ鍋を設置し、上部に穴開け加工を施したホットプレートを加熱機能付きの上蓋として用い、中心部にある穴から水蒸気を吹き込みフライ鍋に過熱水蒸気が充満するようにした。上蓋の穴から酸素濃度センサーや熱電対を挿入し、酸素濃度および油温、雰囲気温度を連続的にモニタリングできるようにした。フライ時や保温時には酸素濃度0.1%を維持し、十分な性能を有する過熱水蒸気雰囲気フライ装置を作成することができた。



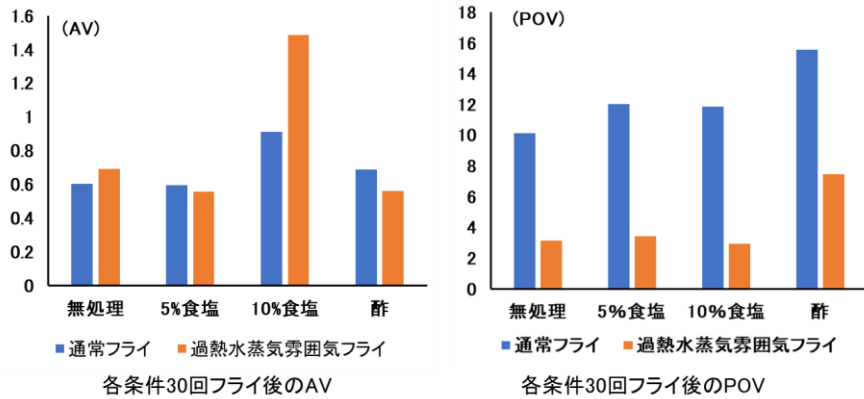
過熱水蒸気雰囲気フライ装置

①酸素濃度測定センサー ②加工したホットプレート ③IHヒーター
④油温・雰囲気温度測定用センサー ⑤水蒸気吹き込み口 ⑥蒸気発生用フラスコ

(2) フライ調理を行う食材（揚げ種）がフライ油の酸化劣化速度に与える影響

(<https://sites.google.com/a/rakuno.ac.jp/shokuhinkikaku/>)

一般的な食材では過熱水蒸気雰囲気フライは通常フライと比較して過酸化物価やカルボニル価などの上昇を抑制し、着色や異臭も少ないことが明らかになっているが、食材の成分が油脂劣化に与える影響については検討を行っていない。そこで、塩濃度やpHを変化させた食材を用いてフライ試験を行った。その結果、高濃度の食塩が酸価を顕著に上昇させ、また、酢酸が過酸化物価を上昇させることがわかった。

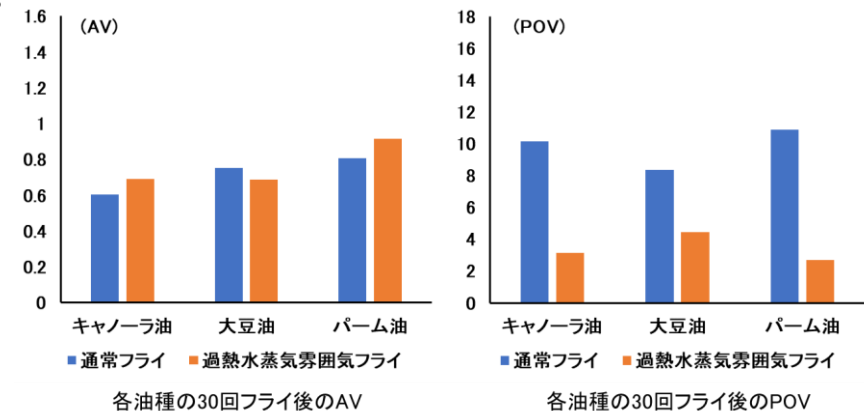


(3) 油脂の不飽和度が油脂品質に与える影響

(<https://sites.google.com/a/rakuno.ac.jp/shokuhinkikaku/>)

油脂の不飽和脂肪酸量や不飽和度はフライ油の酸化安定性に大きな影響を与えることから、不飽和度の異なる三種の油脂（キャノーラ油、大豆油、パーム油）を用いてフライ試験を行った。その結果、酸価、過酸化物価、および重合物では油種間で大きな数値の差は認められなかった。過熱水蒸気雰囲気フライと通常フライの比較ではAVはあまり差が見られなく、POVは過熱水蒸気雰囲気フライの数値が顕著に小さい値となり優位性が示された。重合物量ではキャノーラ油と大豆油は過熱水蒸気雰囲気フライが小さい値を示したがパーム油はほぼ同じ値を示した。

総トコフェロール量はどの油種においても通常フライでは大幅に減少したが、過熱水蒸気雰囲気フライでは減少率は少なかった。



(4) 過熱水蒸気雰囲気フライ調理中の油脂に与える影響についての理論説明

(<https://sites.google.com/a/rakuno.ac.jp/shokuhinkikaku/>)

過熱水蒸気雰囲気フライではフライ試験後に放置すると容器下部が白く濁るなどの通常のフライとは異なる現象がみられ、油脂中の水分の存在が示唆されている。H-NMRを用いたT1/T2緩和時間測定を行い、油脂分子の構造変化による水分子の存在について解析を試みた。その結果、水分子が存在する可能性のあるデータが得られたものの再現性は得られない結果となった。適切な分析手法が発案された段階で取り組みを再開する予定である。

不飽和度の異なる油脂を過熱水蒸気処理した時のT1/T2緩和時間

		(a)	(a')	(b)	(c)	(d)	(e)	(g)	(h)	
キャノーラ油	無処理	T1(sec)	4.06	2.32	4.06	1.84	3.11	2.14	3.67	1
		T2(sec)	2.06	0.96	2.06	0.99	1.21	1.25	0.28	0.54
	過熱水蒸気250°C・30分暴露後	T1(sec)	3.99	2.34	3.99	1.81	3.06	2.11	3.3	0.99
		T2(sec)	2.02	0.95	2.02	0.98	1.21	1.26	0.27	0.56
グレープシードオイル	無処理	T1(sec)	-	2.69	1.41	1.52	2.58	1.63	0.98	1.01
		T2(sec)	-	1.05	0.68	0.76	0.92	0.98	0.55	0.57
	過熱水蒸気250°C・30分暴露後	T1(sec)	-	2.69	1.4	1.5	2.56	1.61	0.94	0.99
		T2(sec)	-	1.05	0.68	0.75	0.91	0.96	0.54	0.56
アマニ油	無処理	T1(sec)	2.5	3.03	1.33	1.3	2.34	1.79	0.93	0.97
		T2(sec)	1.01	1.45	0.68	0.71	0.88	1.06	0.53	0.55
	過熱水蒸気250°C・30分暴露後	T1(sec)	2.51	2.83	1.35	1.33	2.39	1.86	0.95	0.99
		T2(sec)	1.01	1.64	0.68	0.73	0.88	1.09	0.54	0.55

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本技術の実用化により、フライ油の使用量の大幅な低減が見込めるほか、フライ油交換の延長による作業性の向上が見込まれる。さらに、油槽内面の重合した油脂の固着物も減少することから、洗浄などの作業が簡易になることも期待される。また、本技術は原理的には簡易であるため、冷凍食品工場で使用される大規模な連続式フライヤーにも応用可能であり、冷凍食品業界にとっても吉報となる可能性がある。過熱水蒸気で焼成した魚は酸化臭が少ないことが知られているが、本研究の理論実証により過熱水蒸気技術の新たなメリットになると思われる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回の研究の位置づけ

2002年より食品加工における過熱水蒸気技術の有用性について研究を続けており、過熱水蒸気加熱が食品の表面殺菌や色調改善、栄養成分保持、酸化抑制などに効果があることを明らかにしてきた。多くの共同研究や産学官プロジェクトを行った結果、現在では北海道の食品工業出荷額2.2兆円のうちの数百億円は過熱水蒸気処理を行った食品となり、汎用性が高い技術として認知されるに至っている（全国の総製造出荷額は未集計、当時は大阪府立大学や農研機構食品研究部門もメンバー）。さらに最近では、食品機械メーカーが蒸気使用量を最大75%削減した循環型過熱水蒸気機器を実用化し、最大の課題であったランニングコストの大幅低減を達成するイノベーションがあり、食品製造企業だけでなく、コンビニエンスストアのベンダーや高付加価値化を目指す食品工場などで導入が急激に加速している。産学官

が一体となって研究を進めた結果、食材を加熱や焼成に用いる「加熱媒体としての過熱水蒸気技術」はそのメリットの解明とともに、大型連続装置の構造や制御技術、各社の製造条件のノウハウの蓄積などもほぼ完成の域に達したと感じている。

翻って本研究は、「過熱水蒸気の無酸素雰囲気」を応用したフライ技術の開発であり、その有用性の検証に加えて、機器構造の技術開発も同時に行うため、これまでとは少し異なる研究となる。本事業ではその有用性を確認することはできたものの、一方で機器の安全性確保や作業性については実用化への課題が多いことがわかった。今後はこれまでの知見を活用しつつ、機器構造の改良について検討を加えたいと考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特開2018-75235「加熱調理法」

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- ・ 過熱水蒸気雰囲気フライ装置
- ・ 蛍光検出器HPLCシステム

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 酪農学園大学

住 所： 〒069-8501

北海道江別市文京台緑町582番地

担 当 者： 教授 阿部 茂 (アベ ツトム)

担 当 部 署： 農食環境学群 食と健康学類 食品企画開発研究室

E - m a i l : abe-tsutomu@rakuno.ac.jp

U R L : <https://www.rakuno.ac.jp>