

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：27401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2022

課題番号：16K21303

研究課題名（和文）低温下の誤嚥リスクを低減するための至適真空調理プロトコルの開発

研究課題名（英文）Development of an optimal vacuum cooking protocol to reduce the risk of aspiration at low temperatures

研究代表者

中嶋 名菜（Nakashima, Nana）

熊本県立大学・環境共生学部・准教授

研究者番号：40614631

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、低温下でも飲み込み易い真空調理食品となる至適調理プロトコルを明らかにした。調味液濃度や調味料の種類、加熱時間、さらに冷蔵保存期間が、真空調理食品の品温低下時における飲み込みやすさに影響していることを証明し、最適な調理条件を見出した。また、真空調理により機能性成分であるGABAが非加熱と比し高値になること、真空調理に急速冷凍を組み合わせることでさらにGABAが高値を示すことを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

真空調理食品は、運搬性に優れ、栄養損失が少ないため、保育所や介護老人福祉施設、被災地等に適している。しかし、通常ゆで調理と比し、品温が低下した場合、食品の飲み込み易さがより悪化することから、幼児や高齢者の誤嚥リスクを高めやすい。

本研究は、低温下でも飲み込み易い真空調理食品となる至適調理プロトコルを明らかにした。さらには機能性成分であるGABA含有量が高値を示す条件を見出した。

これらの知見は、保育所や介護老人福祉施設、被災地等に対し、栄養成分残存率が高く、低温でも飲み込み易く誤嚥リスクの低い真空調理食品の新規開発・提案に貢献できる。

研究成果の概要（英文）： This study clarified the optimal cooking protocol for vacuum-cooked foods that are easy to swallow even at low temperatures. The optimal cooking conditions were found by proving that the concentration of seasoning solution, type of seasoning, heating time, and refrigerated storage period affect the ease of swallowing vacuum-cooked foods when the product temperature is lowered.

We also found that vacuum cooking resulted in higher levels of GABA, a functional ingredient, than non-heating, and that vacuum cooking combined with quick freezing resulted in even higher levels of GABA.

研究分野：調理科学

キーワード：真空調理 品温 調理条件 野菜 テクスチャー 官能評価 GABA含有量 保存期間

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

幼児は咀嚼・嚥下機能（口から食品を飲み込み、胃に送る機能）が未発達であり、高齢者は咀嚼・嚥下機能が低下する。したがって、幼児、高齢者は低栄養、低食物繊維摂取の問題が生じやすい（北野ら 2009-2010）。一方、咀嚼・嚥下機能に応じた調理方法、とろみの加減は給食従事者の経験に頼ることが多い（日本摂食・えん下リハビリテーション学会えん下調整食特別委員会 2013）。

真空調理法は食材を調味液とともに真空包装後、加熱調理を行いチルド保存することから、栄養損失が少なく（中嶋ら 2012, Nakashima et al. 2014）、衛生的で保存性もよく計画生産に適した調理法とされている（Waki M 1989, Shono Y et al. 1991）。また、調理時間や加熱温度の管理が容易であり、調理者の熟練度に関係なく一定の品質で食事が提供できる。さらに真空調理食品は運搬性に優れている点から、単身世帯高齢者への配食システム、災害時における利用が期待できる。しかしながら、申請者らは真空調理法において通常のゆで調理と比較し、品温が低下した場合、食品の飲み込み易さがより悪化することから、幼児や高齢者の誤嚥リスクを高めやすいことを見出した。そこで、本研究では低温下でも飲み込み易い真空調理食品の至適調理プロトコルを検討する。

真空調理法には多くの利点がある。これらの利点を活かすことで、職員が不足しがちな保育所、介護老人福祉施設などで栄養価の高い食事が提供でき、幼児、高齢者の食物繊維不足並びに食事バランスの改善が期待できる。

特に野菜は食物繊維が多く、咀嚼・嚥下に配慮した調理には手間と時間がかかることから、幼児（大和ら 2014）、高齢者（北野ら 2009-2010）は野菜摂取不足の問題が生じている。幼児期の野菜摂取不足は、成人期の生活習慣病発症のリスクにつながり（Jaaskelainen et al. 2012）、食物繊維摂取は心血管疾患リスクを低下させる（Threapleton DE et al. 2013）。

そこで本研究では、幼児、高齢者の野菜摂取量向上を目的に、真空調理食品の至適調理プロトコルを検討する。しかし現在、以下のような未解決点が残されている。

未解決点

- ① 幼児、高齢者は咀嚼・嚥下の機能が低いことから、食事時間が長い。したがって、幼児、高齢者は食品の品温が低い状態で食品を摂取している。
- ② 真空調理食品の品温が低下した場合、ゆで調理と比し飲み込み易さ（付着性）が悪化し、誤嚥のリスクが高まる。
- ③ 低温下における真空調理食品の飲み込み易さに影響する要因の詳細は明らかではない。

2. 研究の目的

上記の背景およびこれまでの研究成果をもとに、本研究はまだ明らかではない低温下における真空調理法の至適プロトコルを示し、真空調理法を利用した配食（給食施設での利用、単身世帯高齢者への配食システム、災害時における支援）に展開するための基盤となる研究を行う。研究期間内には以下を検討する。

- 1) 野菜数種を用い、低温下で飲み込み易い至適調味液濃度について明らかにする。
- 2) 1) で明らかになった至適調味液について、加熱時間を変化させて飲み込み易さに与える影響を明らかにする。
- 3) 1) と 2) で検証された結果に基づき、異なる保存期間における飲み込み易さの変化を明らかにし、真空調理法の至適プロトコルの有効性を確認する。

3. 研究の方法

実験 1：調味液濃度の差異が野菜の飲み込み易さに及ぼす影響

真空調理食品の飲み込み易さに影響する要因として、申請者らは低濃度（1%）の調味液添加が関与することを見出した（中嶋ら 2015）。本研究ではさらに調味液の濃度を変化させ、最も飲み込み易い至適調味液を明らかにする。本年度は、真空調理法を用い、最小限の野菜、調味液による煮物野菜をモデル化し、咀嚼・嚥下機能に配慮したビタミン、食物繊維摂取の向上を目的とする。

- 1) **試料**：ビタミン、食物繊維が摂取できる野菜として、煮物料理で利用頻度が高いジャガイモ、ニンジン、タマネギを用いる。
- 2) **調味液**：水、砂糖、しょうゆ、酒を用いる。また、砂糖の代用としてみりんを用いる。
- 3) **加熱条件**：加熱温度は 95℃とし、加熱時間は 30 分間とする（中嶋ら 2015）。
- 4) **測定項目**：飲み込み易さの指標として、テクスチャー（硬さ、付着性、凝集性）を定法に従い測定する（平成 21 年度 4 月特別用途食品の制度改正）。また、ヒトを対象に飲み込み

易さ、おいしさの官能評価を実施する。測定時の品温は 45°C (コントロール), 20°Cとする。

実験 2 : 加熱時間が野菜の飲み込み易さに及ぼす影響

実験 1 で得られた調味液の配合に従い濃度を維持し、至適な加熱時間を検討する。

1) 加熱時間 : 加熱温度は 95°C とし、加熱時間は 30, 45, 60, 90 分間で検討する。

テクスチャー (硬さ, 附着性, 凝集性) の値が維持できる加熱時間帯を明らかにする。

実験 3 : 保存期間が野菜の飲み込み易さに及ぼす影響

実験 1 および実験 2 で得られた至適プロトコールが保存期間に影響するかを検討する。加熱時間は実験 2 で明らかになった時間, さらにその時間の 1.5, 2 倍の時間を採用する。

1) 保存期間 : 一般に真空調理食品は冷蔵で 5 日間以内に利用することから (新調理技術協議会 2007) 保存期間の条件を 0 日間, 3 日間, 5 日間, 7 日間とする。

追加実験 : 急速冷凍させたタマネギの真空調理によるアミノ酸の変化

新タマネギ及び黄タマネギはゆで調理, 真空調理を行い, 対照として非加熱区と, これら 3 つの調理を行った急速冷凍区を設けた。測定は HPLC 分析で, 糖・有機酸・アミノ酸の計 26 種類を分析した。糖・有機酸分析では蒸留水で 10 倍希釈し, アミノ酸分析では 0.1 mol/L 塩酸で 20 倍希釈し, これらを 0.45 μm メンブレンフィルターで濾過したものを用いた。

【本研究を遂行する上での具体的な工夫】

・試料

従来より散見される単一野菜での検討ではなく, 試料に複数の野菜を組み合わせることで実情に即した煮物野菜のモデル化を試みる。試料で用いる野菜は, 市場の協力体制が整っている。試料調製は管理栄養士である大学院生が担当し, 真空調理は申請者本人が行うことで, 効率的に研究を進める。

・表面殺菌

申請者らは表面殺菌により食品中の栄養成分残存率が高まることを明らかにしている (Nakashima et al. 2014)。本研究においても表面殺菌を行うことで, 食品中の栄養成分残存率を高める工夫をしている。

4. 研究成果

実験 1 : 調味液濃度の差異が野菜の飲み込み易さに及ぼす影響

砂糖の代わりに本みりんを用いた調味液で煮物を調理することにより, 食品間に相違はあるものの, 固形増減率の変化を抑制することができ, 砂糖添加時よりもやわらかく, 品温低下時にもなめらかに仕上がることを示唆された。一方で, 砂糖添加量を増加させると, みりん添加時よりもおいしくなるものの, 品温の低下により, 人の感じる硬化の度合いや歯ごたえが大きくなることを示唆された。

既報より, 飲み込みやすい食品というのは, やわらかく, 残留感の少ない食品であり, 食品の飲み込みやすさにはそれらのほかにも「なめらかさ」が関係しているとされている。実験 1 の結果から, 砂糖の代わりに本みりんを用いて真空調理することで, 砂糖添加時よりもやわらかく, 品温が低下した際にもなめらかに仕上げることができたことから, 飲み込みやすさに寄与する可能性が示唆された。また, 固形重量増減率の変化が抑制されていたことから, みりんを用いたことで, 固形中の成分溶出が抑制されたことが示唆された。

実験 2 : 加熱時間が野菜の飲み込み易さに及ぼす影響

ジャガイモ, ニンジン, 鶏肉を用いて

テクスチャー (硬さ, 附着性, 凝集性) を測定した結果, 品温低下時との比較において 45 分加熱は 30 分, 60 分, 90 分加熱と比し品温低下による物性への影響が最も少ない加熱時間である可能性が示唆された。

また, 官能評価の結果, 有意差が認められたのは, 30 分と 90 分の間におけるニンジンの「歯ごたえ」のみだった。30 分加熱のニンジンに比し 90 分加熱のニンジンは, 品温低下時に感じる「歯ごたえ」が強い一方, 30 分加熱のニンジンは

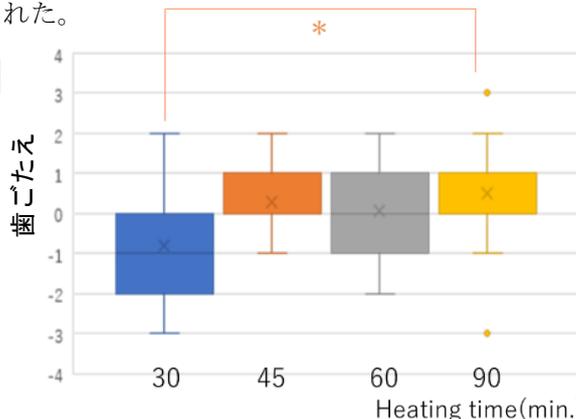


図 1 加熱後ニンジンの歯ごたえに関する官能評価結果
値は中央値、四分位範囲を示す (有意水準 5%)

品温低下時に感じる「歯ごたえ」のバラつきが大きかった (図 1)。官能評価の結果においても 45 分加熱が品温低下による物性への影響が最も少ない加熱時間である可能性が示唆された。

実験 3：保存期間が野菜の飲み込み易さに及ぼす影響

ジャガイモ，ニンジン，鶏肉を至適調味液とともに真空包装し，スチームコンベクションオーブンで至適加熱時間の 45 分間加熱し(スチームモード，温度 95°C，湿度 100%)，5°C 設定の冷蔵庫で 0，3，5 日間保存した。テクスチャー測定の結果，硬さは全試料，すべての保存期間において，品温低下時に有意に高値を示した。また，保存期間の影響は食材によって異なること，官能評価では全試料，すべての保存期間において，品温低下時での有意な差は認められなかった。

追加実験：急速冷凍させたタマネギの真空調理によるアミノ酸の変化

糖・有機酸・アミノ酸含有量は，全ての項目でサイズや品種に関わらず非加熱，真空調理と比し，ゆで調理が低い傾向にあり，旨味成分であるグルタミン酸も同様であった。GABA 含有量においては，真空調理が非加熱，ゆで調理と比し有意な高値を示し，真空処理による嫌気条件がタマネギ内の代謝に影響を及ぼしていることが示唆された。さらに，非加熱，ゆで調理，真空調理のいずれも調理前に急速冷凍した処理区では，有意に GABA が増加した。真空調理前の急速冷凍は，高 GABA 含有量をさらに高める可能性が示唆された (図 2)。

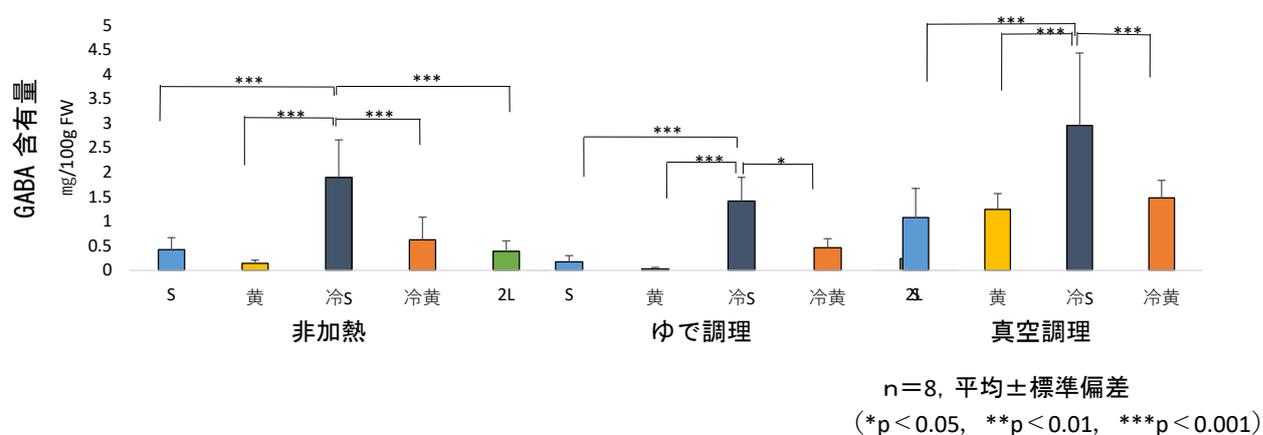


図 2 急速冷凍後の加熱調理がタマネギの GABA 含有量に及ぼす影響

S：新タマネギ S 玉，黄：黄タマネギ，冷：急速冷凍後のタマネギ，2L：新タマネギ 2L 玉 (有意水準 5%)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Nana Nakashima
2. 発表標題 Examination of Optimum Heating Time for Ease of Swallowing Vacuum-cooked Food
3. 学会等名 ACD 2022 (The 8th Asian Congress of Dietetics) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋名菜
2. 発表標題 真空調理食品の飲み込みやすさに関する 保存期間の検討
3. 学会等名 第17回日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋名菜、近藤沙紀、川上育代、松添直隆
2. 発表標題 真空調理における加熱操作が新タマネギの 糖・有機酸・アミノ酸に及ぼす影響
3. 学会等名 美味技術学会2022年例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤沙紀、中嶋名菜、川上育代、松添直隆
2. 発表標題 急速冷凍させた新タマネギ (Allium cepa L.) の調理別による糖・有機酸・アミノ酸の変化
3. 学会等名 第10回 日本栄養改善学会九州・沖縄支部学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中嶋名菜, 小泉采音, 北野直子
2. 発表標題 真空調理食品の飲み込みやすさに関する至適調味液条件の検討
3. 学会等名 第13回日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関