

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：12611

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350090

研究課題名(和文)調理加工における新食材としての野菜ゲルの開発

研究課題名(英文)Study of vegetable gel as a new food stuff in food processing

研究代表者

香西 みどり(KASAI, Midori)

お茶の水女子大学・基幹研究院・教授

研究者番号：10262354

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では野菜ピューレと耐熱性ゲル化剤を組み合わせることで加熱調理できる野菜ゲルの調製条件を確立し、種々の野菜にも適用できた。野菜としてニンジンを試料として詳細を検討し、調味液加熱では食塩濃度が1%以上必要であった。加熱温度を95℃にすると加熱による亀裂が抑制された。加熱によりゲル構造が疎になるが、1%食塩水溶液加熱で傾向が強くなった。ニンジンゲルの冷凍耐性はジェランガムゲルより優れており、凍結乾燥耐性も高く、保存性の高い状態になった。本研究により調味液中で加熱可能な野菜ゲルの調製が可能であり、さらに冷凍耐性および凍結乾燥耐性があるため保存も可能であり、調理加工への応用可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The conditions of preparing the vegetable gel which can be cooked with seasoning were determined and they were applied to such vegetables as carrot, Japanese radish and potato. Using carrot as vegetable sample, the experiments were carried and the concentration of sodium chloride was needed more than 1%. The cooking temperature of 95℃ was enough to suppress the cracking of gel. The gel structure weakened when cooked in water, and the tendency increased when cooked in sodium chloride solution. The stability for freezing of carrot gel was better than that of gellan gum gel. And the stability for freeze drying were recognized for the carrot gel suggesting the possibility of high preservation. From these results, the vegetable gels developed here were suggested that the high possibility of application for cooking and food processing as a new type gel foods.

研究分野：調理科学

キーワード：野菜ゲル ジェランガム 調味液加熱 冷凍耐性 凍結乾燥耐性

1. 研究開始当初の背景

一般に果物および野菜をゲル化剤で固めた農産物の再構成食品は介護食やユニバーサルデザインフードとして利用されている。市販されている果物または野菜をゲル化剤で固めた再構成食品はそのまま食することが多く、耐熱性がないものがほとんどであり、加熱調理および調味可能なものは非常に少ない。一般に調理済みのゲル状食品は温める程度の再加熱には対応できるが、さらに加熱調理することができないため食材としての利用はできない。果物や野菜を用いたゲル状食品は一定の品質提供やくず野菜の有効利用という観点からは有用な加工食品といえるが、調味を伴う加熱調理用の新食材として一般の調理加工にも利用できることを目的とした研究はこれまでほとんど行われていない。ゲル状食品は咀嚼力の低下した高齢者向けの食事や介護食に多く用いられるが、実際の果物や野菜と比べると外観やテクスチャーが異なるため嗜好性を高めるためにはゲル状食品そのままではなく、任意の形状や味付けができるような煮物調理ができる特性を付与することが重要である。このような特性をもつ野菜ゲルを食塩やしょうゆを含む調味液中で加熱したときのゲル構造や物性、嗜好性などについて検討した研究はこれまでみられない。

一般にゲル化剤の中で酸や加熱に耐えるのはカドラン及びジェランガムであるが、野菜ゲルに適したゲル化剤として両者を検討した結果、加熱可能なゲルにするための使用量が少なく、官能評価による嗜好性が好ましいのはジェランガムである。ジェランガムはカチオンの添加によってゲルが形成され、市販のジェランガムにはカリウムイオンが含まれており、さらに耐熱性を付与するためカルシウムイオンの添加が必要である。ただし、食塩やしょうゆのようにナトリウムイオンを含む調味液中でカルシウムイオンによりゲル化したジェランガムゲルを加熱する場合、カルシウムイオンとナトリウムイオンの交換が起こることで架橋結合はずれ、ゲル強度が低下してゲルが崩壊する可能性がある。これまでジェランガム単独のゲルをNaCl水溶液に浸漬するとゲル強度が増加することは報告されているが、耐熱性を持たせるためにカルシウムイオンを添加したジェランガムゲルについては報告されておらず、調味液加熱における挙動については検討されていない。

2. 研究の目的

本研究では野菜のピューレを耐熱性ゲル化剤で成型したものを“野菜ゲル”とする。実際の野菜を加熱したときの硬さに類似した物性を持ち、耐熱性がある調味液中で加熱ができる品質を一定に保つことのできる野菜ゲルの開発を目的とし、一般の調理加工に利用できる新食材としての利用法につい

ても検討することとした。これまで常温や温め程度で食されていた野菜のゲル状食品の利用範囲を拡大することで、品質一定の野菜ゲルを提供でき、またくず野菜の活用という資源利用の点からも有用であることが期待された。さらに保存性の観点から野菜ゲルの冷凍耐性、凍結乾燥耐性についても検討し、調理加工への応用可能性を探ることとした。

3. 研究の方法

はじめに野菜ゲルの調製条件の検討を行った。種々の野菜の中から比較的安定で入手しやすいニンジンを試料として調味液中で加熱可能な野菜ゲルの調製条件を詳細に検討した。まず基本組成としてジェランガムゲル1~2%、乳酸カルシウム0.6%、ニンジンピューレ50%、水、ニンジンしぼり汁で野菜ゲルができることを明らかにしたのち、さらに詳細な検討として、操作性、調理性、嗜好性の面から優れた野菜ゲルの調製条件を検討した。

次いで調味液加熱として、食塩水溶液、醤油水溶液、食酢溶液などイオン強度およびpHが異なる液を調製し、野菜ゲルの加熱を行い、物性測定、外観観察、官能評価により調味料成分によるゲルの安定性への影響を検討した。併せて加熱温度についても検討した。

ニンジン以外にもダイコン、ジャガイモなどを試料としてそれぞれに適した野菜ゲルの調製条件について検討し、煮物調理としての適性を調べた。

野菜ゲルを調味液中で加熱した場合のゲル強度の変化の原因について検討するため加熱中にゲルから溶出する金属イオンとゲルの物性との関係を調べた。また低真空SEM観察による野菜ゲル構造の変化についても調べた。さらに野菜ゲルについて示差走査熱量測定(DSC)を行い、温度上昇に伴う熱の出入りとゲル構造との関係を調べた。さらにフィルム状にした野菜ゲルの赤外線分析(IR)を行い、食塩水溶液中で加熱したときのスペクトルについて観察した。

野菜ゲルの冷凍・解凍耐性を調べるために野菜ゲルに種々の条件で冷凍・解凍処理を施し、ゲル強度について検討し、さらに冷凍耐性を持つ野菜ゲルの調製条件についても検討した。また野菜ゲルに凍結乾燥処理を行い、保存性の高い乾燥野菜ゲルの調製条件について検討した。さらに乾燥野菜ゲルの戻し条件および調理条件についても検討し凍結乾燥野菜ゲルの操作性、嗜好性の面からの応用可能性を調べた。

4. 研究成果

(1) 野菜ゲルの調製条件の検討

基本組成としてニンジン試料の場合、ジェランガムゲル1~2%、乳酸カルシウム0.6%、ニンジンピューレ50%、水、ニンジンしぼり汁で加熱調理可能な野菜ゲルができる。ここではニンジンの皮を用いない配合であるが、

新たに皮の利用、またしぼり汁を用いない場合についても検討し、より無駄のない、作りやすい条件を設定した。皮利用の有無については皮を使用するとゲル強度がやや低下したが、外観や食べたときの硬さ、味の差はほとんど感じられなかったため皮を利用することとした。またしぼり汁を用いない場合はニンジンピューレの濃度を高くする必要があるので、その濃度を検討したところ、ニンジン濃度 70%がほぼ適度な濃度であることがわかった。さらに加熱耐性に関して乳酸カルシウム濃度を検討したところ、乳酸カルシウムが 0.5%でも 0.6%のときとほぼ同程度の硬さであったが、食塩水溶液で加熱したときの重量減少が 0.5%のほうが大きく、0.4%以下では大きくくずれることがわかった。以上より調味液加熱可能な新たな野菜ゲルの調製条件として、ニンジンの皮を使用したピューレが 70%、ジェランガムが 1%、しぼり汁なしとした。これより廃棄率の少ない調製しやすい野菜ゲルができ、操作性、嗜好性、調理性に問題ないことが明らかになった。

次に調味液として食塩水溶液、醤油水溶液、食酢溶液で野菜ゲルを加熱した際も、煮崩れや嗜好性の低下などはみられず、種々の調味料を含む調味液中で加熱できる野菜ゲルであることが確認された。調味液の濃度については食塩濃度が 0.5%のときは煮崩れがみられたが、1%以上になると煮崩れが抑制されたことから調理するには食塩濃度が 1%以上であることが要件であることが明らかになった。野菜ゲルとしてニンジン以外にもダイコン、ジャガイモを用いたゲルを調製した。これらの野菜ゲルの実際の調理品への応用としてシチュー、煮物等を調製し結果、煮崩れがみられず、調味料成分による味付けがなされており嗜好的に好ましい加熱調味野菜ゲルとなった。なお、ニンジン野菜ゲルと実際のニンジンと同じ調味液中で加熱して物性測定や官能評価を行い比較した結果、実際のニンジンは煮崩れがみられたが、野菜ゲルではみられず、嗜好評価はほぼ同程度であった。

次に調味液加熱でゲル強度が変化する場合の原因を明らかにするために、加熱中に野菜ゲルから溶出する金属イオンとゲルの物性との関係を調べた結果、野菜ゲルからの 2 価の金属イオン溶出は 95 加熱において 100 加熱より少なく、野菜ゲルの硬さは 95 加熱のほうが 100 より硬く、95 加熱では金属イオンの溶出が抑えられることが加熱後の形状保持に影響していると考えられた。ジェランガムゲルのみの場合のジェランガムの溶出率は約 10%程度であり、重量減少とほぼ同程度であったことから、ゲル内部からの溶出は少ないと考えられた。野菜ゲルの調味液加熱におけるゲル構造の変化を調べるために低真空 SEM による観察を行った結果、わずかに加熱後のゲルに亀裂がみられた。またゆで加熱後のジェランガムゲルのカル

ボキシ基の存在形態を明らかにするために乾燥したフィルム状にした野菜ゲルの IR 分析を ATR(全反射測定)法により行った結果、 1600cm^{-1} 付近のピークは未加熱のゲルが最も吸光度が高く、加熱に伴い吸光度が低下した。このことから野菜ゲルは加熱後においては加熱前に比べてゲル構造が疎になることが示唆され、RO 水加熱に比べ 1%食塩水溶液加熱のほうがこの傾向が強くなることが考えられた。

種々の野菜ゲルの硬さがほぼ同程度に適度になる調製条件を詳細に検討した結果、ニンジンゲルではピューレが 50%、しぼり液 38.4%、RO 水は 0、ジャガイモゲルではピューレが 60%、しぼり液 0、RO 水 28.4%、ダイコンゲルではピューレが 88.4%、しぼり液、RO 水とも 0 となり、野菜ごとに最適な調製条件を設定する必要があった。

ニンジンを用いて野菜ゲルの冷凍耐性を調べた結果、冷凍後解凍してから加熱したものと、冷凍後解凍せずに加熱したものの間に有意差はなかったが、いずれもゲルの硬さは約 50%に低下した。1%食塩水溶液では水よりも重量減少および硬さの減少が大きい傾向にあった。ニンジンのみ、あるいはジェランガムゲルのみを冷凍したものは離しよや変形が大きく、冷凍耐性がなかった。このことからピューレを配合することでゲルに冷凍耐性が付与されることが明らかになり、ピューレ中の粒子等の存在がゲル強度そのものを弱めるが冷凍耐性をもたらしことにもなることが示唆された。

野菜ゲルの乾燥耐性を調べるためにニンジンゲルを凍結乾燥した結果、ゲルは約 10%重量が減少したが、大きさはほとんど変わらず、色は白っぽくなった。凍結乾燥ゲルを沸騰水で加熱すると元のゲルの 70~100%に復元し、加熱後は硬さの減少が凍結乾燥前の 52~70%程度にとどまり、ジェランガムゲルだけのときより凍結乾燥耐性が大きかった。冷凍および凍結乾燥処理後に湯戻しする場合はニンジンゲル調製時にニンジンピューレ 70%、しぼり汁 0 とする配合がよく、硬さの復元率が高かった。このことからニンジンゲルの冷凍耐性および凍結乾燥耐性にニンジンピューレに含まれる繊維が関与していることが考えられた。調味液で加熱可能なニンジンゲル、ダイコンゲル、ジャガイモゲルを同時に調味液中で加熱し、煮物様の調理品としていずれも外観、味、テクスチャーともに適度な状態に仕上がった。

以上、調味液で加熱できる野菜ゲルについて調製条件や加熱条件、冷凍耐性や乾燥耐性など様々な検討を行った結果、本野菜ゲルは調味液加熱後も形が保持され、冷凍や乾燥で保存性を高めることも可能であったことから、軟らかい新食材として高齢者用食事、介護食に適した新食材として調理加工への応用可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

小川歩実、平野聡美、香西みどり、耐熱性野菜ゲルの調理加工への応用に関する研究、一般社団法人日本調理科学会平成 27 年度大会研究発表要旨集、静岡県、8 月 24 日 25 日、2015

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

香西みどり (KASAI, Midori)
お茶の水女子大学・基幹研究院・教授
研究者番号：10262354

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()