

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：35409

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700812

研究課題名(和文) 高圧力・加熱処理により調製した柑橘マーマレードの品質比較

研究課題名(英文) THE QUALITY COMPARISON OF HIGH PRESSURE-INDUCED AND HEAT-INDUCED MARMALADE

研究代表者

桑田 寛子 (KUWADA, Hiroko)

福山大学・生命工学部・助手

研究者番号：20509252

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：ジャムやマーマレードは加熱して製造するが、生の果実と比較して、香りが消失する、栄養素が失われる、色が悪くなるといった欠点がある。本研究の目的は加熱やペクチン添加を行うことなく、高圧力を利用してマーマレードを製造することである。高圧力処理したマーマレードは、加熱処理よりも生の果実の色を維持しており、加熱処理した外果皮は、高圧力処理より軟らかかった。粘性は両者で大差なかった。官能評価において、高圧力処理したマーマレードが好まれていた。これは生の果実の香りや色を維持できていたためと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Heat-induced jam and marmalade have some faults, such as an off-flavor and deterioration of the food components' nutrients, especially their color. The objectives of this study are to establish a process for pressure-induced marmalade (without both heating or the addition of pectin) and compare it with heat-induced marmalade. Flavored and jelly in high pressure-induced marmalade maintained a natural color. Flavored in heat-induced marmalade was softer than that of pressure-induced marmalade. There was no difference in viscosity between heat-induced and high pressure-induced marmalade. High pressure-induced marmalade was preferred by a sensory test because fresh flavor and color were maintained.

研究分野：調理学

キーワード：マーマレード 柑橘類 高圧力 加熱 ペクチン テクスチャー 組織

1. 研究開始当初の背景

食品への高圧利用を京都大学 林力丸名誉教授が提唱されて以来、主として殺菌効果に関する多くの研究がされた。食品加工分野ではジャム、米飯などが市販されるに至った。日本では食品衛生法で加熱殺菌が義務づけられている食品が多いため、量産化される食品が少ない。近年では、日本より海外での開発が盛んである。世界で稼働している食品高圧加工装置は 2012 年には 200 台を越えていて、特に北アメリカ、アジアやオーストラリア、ヨーロッパで増加している(Tonello, C., Book of Abstracts, 7th HPBB, 2012)。世界の高圧加工食品は、サラダ、惣菜弁当類、果実ピューレなどの野菜果実加工品、ハム、ソーセージなどの肉加工品、ジュースなどの飲料など計 35 万 t にものぼる(山本ら、冷凍、2013)。

このように、食品への高圧利用は日本発祥の技術でありながら、現在は海外の方が主流である。以上のことから、日本発の技術である高圧力処理を活用して、ジャパンブランド品を作るため、新たな高圧食品を開発していくことは意義がある。

柑橘マーマレードを製造する際、加熱による苦味の生成が起こる。苦味抜きの方法として一般的に水にさらす、茹でこぼす処理が行われるが、この過程、およびその後の加熱によって果物本来のフレーバーは損失する。一方、高圧殺菌した柑橘果汁は加熱殺菌と比べ、苦味生成が抑えられ生の風味を保つことが報告されている(生物と食品の高圧科学、林力丸、さんえい出版、1993)。そのため高圧力処理により、フレッシュな風味のマーマレードが製造できると考えられる。高圧を利用したジャムについては、1990 年明治屋が加工ジャムの特許を取得し、イチゴ、ブルーベリーなどのジャムを販売していた。しかし、これらの商品にはゲル化するために必要なペクチンが添加されている。

また、従来のジャム、マーマレードは加熱処理によりペクチンを抽出し、加工・殺菌しているが、加熱に伴う化学的な変化は、褐変や加熱臭の生成あるいは栄養素の破壊等、食品の品質低下をもたらすことが多い。高圧ジャム、マーマレードの特徴は、原料果実の色、香り、ビタミンCを始めとする熱分解を受けやすい食品成分の損失が少なく、しかも商業的殺菌を達成している点である。

これまで申請者のグループの研究で、イチゴ、モモを用いて高圧ジャムの製造を検討したが、これらの試料は高圧力処理によって起こる、水素結合によるゲル化を惹起するだけのペクチン含量を含まないため、加熱処理したものより粘度が低いジャムとなった。しかし、柑橘類の果皮にはペクチン質が多く、1.84~4.55%含まれている(川端、家政学雑誌、1985)。ゲル化に必要なペクチン濃度は 0.5~1%程度である(ペクチン、真部孝

明、幸書房)ため、果皮からペクチンを溶出させ、それを利用して加熱処理と同程度の硬さのマーマレード製造できると推察した。柑橘類の種類は、百数十種類以上あり、従来の加熱処理ではジャム、マーマレード加工には不向きであるとされた柑橘類についても焦点を当て、多岐にわたるマーマレードの製造法を検討した。

2. 研究の目的

(1) 高圧力処理によるユズマーマレードの製造法の検討

果実由来のペクチンのみでユズマーマレードを製造する方法を検討する。pH の異なるクエン酸溶液に浸漬して、外果皮の軟化と、ゲル化に最適なペクチン量を溶出できる条件を模索する。また、高圧力処理によってマーマレードを製造し、加熱処理と比較する。さらに、ペクチン質が高圧力処理、加熱処理によりどう変化するか、組織、物性への影響についても検討する。

(2) 高圧力処理による数種類の柑橘マーマレードの製造法の検討

レモン、日向夏などユズ以外の柑橘類についても、ユズ同様香りが好まれている。それぞれの柑橘に合ったマーマレードの製造法について検討する。

3. 研究の方法

(1) 高圧力処理によるユズマーマレード製造法の検討

ユズの外果皮を軟化させる方法

pH 2~3 に外果皮を浸漬した際の、塩類、ペクチンの溶出量と軟化の関係を調べた。

実験材料: 市販の生のユズを外果皮、中果皮、内果皮、果肉に分けた。外果皮は幅 3 mm にスライスした。

クエン酸溶液浸漬: pH 2~3 に調整したクエン酸溶液に外果皮を一定時間浸漬した。浸漬後、外果皮の硬さをクリープメータ(Rheoner RE-33005、山電製)で破断強度解析した。pH や浸漬時間の違いが硬さに与える影響を調べた。

カルシウム、マグネシウム量の定量: 生組織中、および浸漬後に溶出するカルシウム、マグネシウム量を ICP 発光分析装置(SPS5100、エスアイアイ・ナノテクノロジー社製)で定量した。

ペクチン質の抽出・定量: ペクチン質を分別抽出し、カルバゾール法で定量した。

食物繊維の定量: ヘミセルロース、セルロース、リグニンを Van Soest 法で定量した。

組織観察: 生、クエン酸溶液に浸漬したユズの外果皮、中果皮の微細構造の変化を、クライオ走査電子顕微鏡(S-4500、日立製)を用いて観察した。

高圧力処理、加熱処理によるユズの軟化とペクチン質の関係

ユズの外果皮の生、またはクエン酸溶液浸

漬後に、高圧力処理、加熱処理した際の軟化とペクチン質の関係を調べた。

高圧力処理：食品高圧処理装置（Dr. Chef, 神戸製鋼所製）の圧力容器内に真空包装した試料を入れ、500 MPa で 30 分間室温にて高圧力処理した。

加熱処理：沸騰水中に真空包装した試料を入れて 10 分間加熱した。

上記と同様の方法で破断強度解析、ペクチン質の抽出・定量、組織観察を行った。

高圧力処理によるユズマーマレードの製造法

クエン酸溶液の pH、浸漬時間、糖度などの条件を変えたマーマレードを製造し比較した。

マーマレード製造法：ユズの外果皮をスライスし、中果皮、内果皮、果肉は磨砕して pH 2.7 のクエン酸溶液に 24 時間浸漬した。これに 50% 蔗糖を加え真空包装し、500 MPa 30 分加圧、または 100 10 分加熱してマーマレードを製造し、品質評価を行った。高圧力処理、加熱処理は上記 に示した方法と同様に行った。上記方法で製造した試料を以下の測定に用いた。

レオロジー測定：製造したマーマレードのゼリー部分のレオロジー特性（定常流粘性、チクソトロピー性、動的粘弾性）を動的粘弾性測定装置（Reosol-G3000、UBM 製）で測定した。クエン酸の pH、浸漬時間、処理方法（高圧力、加熱処理）の違いがマーマレードのレオロジーに与える影響を調べた。また市販品と比較して、マーマレードに最適なレオロジーについて検討した。

官能評価：高圧力および加熱処理したマーマレード、市販品について、外観、色、透明感、果実の香り、マーマレードの硬さ、皮の硬さ、甘味、酸味、苦味、舌触り、総合評価などについて 5 点評価法を用い比較検討した。

色差測定：色差計（ZE-6000、日本電色工業製）で外果皮とゼリー部分の色について L 値、a 値、b 値を測定した。

ナリンギンの定量：マーマレードの外果皮およびゼリー部分から苦味物質であるナリンギンを抽出し、定量した。

リモニン定量：マーマレードの外果皮およびゼリー部分から苦味物質であるリモニンを抽出し、定量した。

(2) 高圧力処理による数種類の柑橘マーマレードの製造法の検討

ミカン、レモン、日向夏などユズ以外の柑橘類について、上記と同様の方法を用いて実験を行った。それぞれの柑橘に合ったマーマレードの調整法について検討した。

4. 研究成果

(1) 高圧力処理によるユズマーマレードの製造法の検討

ユズの外果皮を軟化させる方法

pH 2.0~2.7 のクエン酸溶液に外果皮を浸漬すると、pH が低いほど、また浸漬時間が長いほど軟化が促進した。浸漬液に溶出したペクチン質量、カルシウム量、細胞壁の緩み具合は、軟化度に比例しており、外果皮に残存したカルシウム量はその逆であった。このことより、クエン酸のキレート作用によりペクチンが溶出し、外果皮が軟化することを明らかにした。

高圧力処理、加熱処理によるユズの軟化とペクチン質の関係

ユズの外果皮の硬さは、生 > 高圧力処理 > pH 2.7、24 時間クエン酸処理 > 加熱処理の順であった。ユズのペクチン質量は、中果皮 > 外果皮 > 内果皮 > 果肉の順に多く、各種処理後の組織中へのペクチン残存量は生 > 高圧力処理 > 加熱処理 > ゆでこぼし処理の順に多かった。高圧力処理ではペクチンの -脱離が起きないため硬く、加熱処理では果皮が pH 4 付近であったため、-脱離が起きず、加水分解により軟化することを明らかにした。

ユズマーマレードのゼリー中のペクチン（換算値）は、外果皮から溶出したペクチン 0.08% および、中果皮のペクチン 0.44%、内果皮のペクチン 0.02%、果肉のペクチン 0.03% の計 0.77% であった。ゲル化に必要なペクチンは 0.5~1% 程度のため、果実に含まれるペクチンのみでマーマレードを製造できることが示唆された。

高圧力処理によるユズマーマレードの製造法

ユズマーマレードの色（L 値、a 値、b 値）は外果皮、ゼリー部分とも、高圧力処理が本来の色に近かった。外果皮の破断強度解析、ゼリー部分のレオロジー評価では高圧力処理と加熱処理で大差なかった。苦味成分のナリンギン、リモニンは高圧力処理が少なかったが、市販品と比較すると、かなり多かった。市販品は水さらしなどの苦味抜きが行われているためと考えられる。

官能評価では、高圧力処理が色、香りの評価が高かった。味に関しては、高圧力処理が加熱処理よりも甘味、酸味が強く、苦味は弱いと評価された。高圧力処理の利点である色、香り、苦味の緩和に対して好ましい評価がなされており、総合評価も高圧力処理が高かった。

(2) 高圧力処理による数種類の柑橘マーマレードの製造法の検討

日向夏

比較的苦味が少なく、中果皮も食する、ユズに似た香りのあるさわやかな風味を持つ日向夏を用いて、高圧マーマレードの製造法を検討した。ユズと同様の pH 2.7 のクエン酸溶液に浸漬する方法を用いて、高圧力処理

でマーマレードが製造できることを明らかにした。日向夏マーマレードは、官能評価において高圧力処理の方が評価が良かった。

レモン

さわやかな酸味と香りをもつレモンを用いて、高圧マーマレードの製造法を検討した。pH 2.0 でクエン酸処理した外果皮と、pH 2.5 のクエン酸処理した中果皮、内果皮、果肉を混合し、高圧力処理を行ってペクチンをゲル化させることで、レモンの香りを活かしたマーマレードが製造できることを明らかにした。

ミカン

ミカンは皮が薄くむきやすく、糖質が多い柑橘類である。ユズ、日向夏と同様の pH 2.7 のクエン酸溶液に浸漬する方法を用いて、高圧マーマレードが製造できることを明らかにした。ミカンのペクチン量は他のミカン類（イヨカン、キンカン）と比べて少なかったが、ゼリー化に十分なペクチンが含まれていた。官能評価において、色や香りは高圧力処理の方が良いと評価されたが、総合評価は大差なかった。

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 2 件)

桑田寛子、寺本あい、治部祐里、田淵真愉美、石井香代子、淵上倫子、高圧力を利用したレモンマーマレードの製造、査読有、48 巻、2015、31 - 38

Kuwada, H., Jibu, Y., Tabuchi, M., Teramoto, A., Ishii, K. and Fuchigami, M. The Quality of High Pressure-Induced and Heat-Induced Hyuganatsu Marmalade、査読有、2013、Vol.3, 668-677

〔学会発表〕(計 6 件)

桑田寛子、治部祐里、田淵真愉美、寺本あい、淵上倫子、高圧力を利用したミカンマーマレードに関する研究、日本家政学会第 66 回大会、北九州国際会議場・西日本総合展示場新館(福岡県・北九州市) 2014 年 5 月 23 ~ 25 日

Kuwada, H., Jibu, Y., Tabuchi, M., Teramoto, A., Kimura, Y., Ishii, K., Takahashi, C. and Fuchigami, M., The quality of high-pressure-induced and Heat-Induced lemon marmalade、IUNS 20th International Congress of Nutrition, Granada (Spain) 2013 年 9 月 15 ~ 20 日

桑田寛子、治部祐里、田淵真愉美、寺本あい、淵上倫子、高圧力を利用したレモンマーマレードに関する研究、日本家政学会第 65 回大会、昭和女子大学(東京

都 世田谷区) 2013 年 5 月 17 ~ 19 日
桑田寛子、寺本あい、田淵真愉美、石井香代子、木村安美、高橋知佐子、淵上倫子、高圧力を利用したグレープフルーツジャムに関する研究、日本栄養改善学会平成 24 年度大会、名古屋国際会議場(愛知県・名古屋市) 2012 年 9 月 12 ~ 14 日
桑田寛子、治部祐里、田淵真愉美、寺本あい、木村安美、石井香代子、淵上倫子、高圧力を利用したブタンマーマレードに関する研究、日本調理科学会平成 24 年度大会、秋田大学(秋田県・秋田市) 2012 年 8 月 24 ~ 25 日

桑田寛子、治部祐里、田淵真愉美、寺本あい、木村安美、淵上倫子、高圧力を利用した日向夏マーマレードに関する研究、日本家政学会第 64 回大会、大阪市立大学(大阪府・大阪市) 2012 年 5 月 11 ~ 13 日

〔図書〕(計 1 件)

桑田寛子、高圧力を利用した柑橘マーマレードに関する研究(学位論文)、審査有、2014、1-97

6. 研究組織

(1) 研究代表者

桑田 寛子 (KUWADA, Hiroko)

福山大学・生命工学部・助手

研究者番号：20509252