

# 学位論文の要旨

高圧力を利用した柑橘マーマレードに関する研究

栗田 寛子

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。日本初の技術である高圧処理を活用して、新たな高圧食品を開発することが本研究の目的である。

ジャム類を加熱法により製造すると、加熱に伴う化学的な変化によって調理、加工上好ましいことのある反面、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も少なくない。加圧法により製造したジャムの特徴は、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にある。高圧処理の利点である果実の生の香りや色をより活かすため、ユズ、レモン、日向夏を試料として、加熱処理を行わず高圧力を用いてマーマレードを作製するための基礎的研究を行った。

加熱を行わずマーマレードを作製するためには外果皮を軟化させる必要がある。植物性食品を pH 2.0 の酸性溶液に浸すと軟化することが報告されている。すなわち、ペクチン質がカルシウムなどの多価陽イオンにより不溶性になり、野菜はそのために硬さが保たれているが、酸性溶液に野菜を浸すとカルシウム、マグネシウムなどが除かれるためペクチン質が溶出し、加熱しなくても軟化する。

第1章では、この方法を利用して、ユズの果皮を軟化させることを試みた。すなわち、pH 2.0~2.7 のクエン酸溶液に果皮を浸漬すると高メトキシルペクチンが溶出し、軟化すると考えられる。そこで、クエン酸溶液の pH および浸漬時間が果皮の軟化、ペクチンおよびカルシウムの溶出、細胞壁の微細構造に与える影響について検討し、以下のことを明らかにした。

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。

ユズの外果皮の硬さは、生 > 500 MPa 30 分高圧処理 > pH 2.7、24 時間クエン酸処理 > 100°C 10 分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 > 高圧処理 > 加熱処理 > ゆでこぼし処理の順に多かった。高圧処理ではペクチンの  $\beta$ -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、 $\beta$ -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作製できることが示唆された。

第2章では高圧力を利用したユズマーマレードの調製法とその品質評価について検討した。

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pH2.7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、500MPa30分加圧、または100℃10分加熱してマーマレードを作製し、品質評価を行った。

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、高圧法の方が生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法と加熱法で大差なかった。苦味成分のナリンギン、リモニンが高圧法の方が少なかったが、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。

官能検査では、高圧法の方が色、香りの評価が高かった。味に関しては、高圧法の方が加熱法よりも甘味、酸味が強く、苦味は弱いと評価された。高圧法の利点である色、香り、苦味の緩和に対して好ましい評価がなされており、総合評価も高圧法の方が高かった。

第3章では、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。pH2.0でクエン酸処理した外果皮と、pH2.5のクエン酸処理した中果皮、内果皮、果肉を混合し、高圧処理し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レモンマーマレードが作製できることを明らかにした。

第4章では、比較的苦味が少なく、中果皮も食す、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pH2.7のクエン酸溶液に浸漬する方法を用いて、高圧法でマーマレードが作製できることを明らかにした。日向夏マーマレードは、官能検査により他のザボン類（ブンタン、グレープフルーツ）のマーマレードより高く評価された。

栗田寛子氏 博士学位論文  
審査委員会

主査 井ノ内直良

副査 淵上 倫子

副査 木村 安美

副査 三輪 泰彦

#### 「高圧力を利用した柑橘マーマレードに関する研究」

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。そこでその高圧処理を活用したマーマレード作成の基礎的研究が本学位論文の主な内容である。

高圧処理の利点である果物本来の香りや色を活かすため、芳香をもつユズ、レモン、日向夏を実験試料として用いた。

##### (1) クエン酸浸漬による果皮の軟化

クエン酸溶液の pH および浸漬時間が果皮の軟化、ペクチンの溶出、細胞壁の微細構造に及ぼす影響、および作成したマーマレードの果皮の色、ゼリー部分のレオロジー等の特性について、加熱処理法で作成したマーマレードと比較を行い、以下のことを明らかにした。

pH2.0～2.7 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高メトキシルペクチンが溶出されて軟化が促進した。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。また、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が作成できることを明らかにした。

##### (2) 高圧力を利用したマーマレードの調製法とその品質評価についての検討

ユズマーマレードの色は外果皮、ゼリー部分ともに高圧法の方が生本来の色に近く、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法と加熱法で違いはあまりなかった。苦味成分のナリンギン、リモニンが高圧法の方が少なかったが、水さらしして苦み成分を除去している市販品と比較した場合はかなり多かった。

官能検査では、高圧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を得た。総合的に見て、高圧処理法の方が、色、香りの良いマーマレードであった。レモンおよび日向夏でも高圧を利用したマーマレードが製造できた。このようにこの方法は酸性溶液の pH や浸漬時間を変えることで、他の多数の柑橘類に応用できると考えられた。

以上、今回同氏が提出した論文の内容は博士の学位に値すると判断される。