

# トレハロース利用による冷凍広島菜漬の品質改善

## Improving Effects of Trehalose on Quality of “Hiroshimanazuke” during the Freezing and Thawing Process

(2009年3月31日受理)

太田 義雄

Yoshio Ohta

Key words : トレハロース, 冷凍耐性, 広島菜漬

### 要 約

野菜加工品である広島菜漬の一部は冷凍流通されているが、凍結による品質低下が問題となっている。そこで、冷凍耐性の機能が知られているトレハロース利用による品質改善について調べた。凍結前の漬液へトレハロース4%添加して凍結し、解凍は低温で緩慢解凍すると解凍後のドリップが抑制され、緑の色調も良好に保持できた。また、官能的な総合評価においてもトレハロース添加区は無添加区に比べて評価が高く、その利用により冷凍品の品質改善が期待できることが判明した。

### は じ め に

広島菜漬は色鮮やかな緑の色調と独特の風味の特徴ある特産漬物として信州野沢菜漬、九州高菜漬とならび、日本の三大菜漬として全国的にも知られている<sup>1)</sup>。この広島菜漬の原料であるヒロシマナの収穫時期は11月～1月に集中するため、加工品の一部は冷凍貯蔵され、販売・流通されている。この冷凍広島菜漬は凍結による野菜の組織損傷のため、解凍後のドリップ量の増加、外観的变化による品質低下が生じやすい<sup>2)-3)</sup>。一方、冷凍保護作用のある物質としてはトレハロース<sup>3)</sup>が知られており、凍結変性を抑制の目的で、たんぱく質食品に利用されている<sup>4)-6)</sup>。しかし、トレハロースの漬物類への利用は少なく<sup>7)</sup>、冷凍野菜加工品への利用についてはほとんど報告されていない。そこで、冷凍広島菜漬へのトレハロースの利用による品質改善について検討した。

### 実 験 方 法

#### 1. 試料の調製

試料のヒロシマナは広島市安佐南区佐東町で12月に採取した。収穫後、直ちに原料に対して3%の食塩で塩漬け（荒漬）を一晚、水洗後、荒漬菜に対して2%食塩で二度目の塩漬け（中漬）を2日間行い、漬菜を調製した。調製した漬菜の塩分差を少なくするため、最終の袋詰め時の漬液量を多くし、漬菜と同重量の3%塩水を漬液として加えた。

#### 2. 試験区

##### (1) トレハロースの添加濃度

同一の漬菜株を4等分に分割し、それぞれの株に、漬液濃度でトレハロースが0%, 2%, 4%, 6%になるよう添加し、ポリエチレン袋（厚さ0.05mm）に脱気密封した試験区を調製した。各試料は3℃の冷蔵庫で1日調整後、-30℃冷凍庫内で凍結させ、-30℃で2ヶ月貯蔵した。

## (2) トレハロースとカルシウム塩の併用添加

同一の漬菜株を4等分に分割し、下記の4試験区を調製した。

- ① 対象区 (3%塩水のみ)
- ② トレハロース4%+3%塩水
- ③ トレハロース4%+3%塩水+乳酸カルシウム0.5%
- ④ トレハロース4%+3%塩水+乳酸カルシウム1%

4試験区は(1)と同様にポリエチレン袋(厚さ0.05mm)に脱気密封し、3℃の冷蔵庫で1日調整後、-30℃で2ヶ月貯蔵した。

## 3 解凍温度

冷凍貯蔵2ヶ月後にそれぞれの試験区の試料を同一条件で急速解凍法(流水中で解凍)および緩慢解凍法(10℃, 3℃冷凍庫で解凍)で解凍した。解凍後の試料については直ちに品質評価を行った。

## 4 品質評価

### (1) ドリップ率

凍結処理により、食品の組織損傷が起こると、解凍後の離水(ドリップ)が多くなることが知られている。ドリップの生成については解凍前・後の菜漬の重量を測定し、下記の式より、ドリップ率として求めた。

$$\text{ドリップ率} = (\text{解凍前の漬菜重量} - \text{解凍後の漬菜重量}) / \text{解凍前の漬菜重量} \times 100$$

なお、解凍後の漬菜重量は、漬物類の固形量の測定法に準じ、解凍後に袋の端を切り、5分間逆さにして漬液を切った漬菜の重量を測定した。また、測定は各試験区とも3点を測定し、その平均を測定値とした。

### (2) 広島菜漬の色調

各試験区の解凍後の広島菜漬の緑色の色調変化を葉緑素計(ミノルタSPAD-501)で測定した。測定は各試験区5箇所を測定し、その平均値を測定値とした。

### (3) 官能評価

解凍後の広島菜漬について、漬物業者12名をパネラーとして官能評価を行った。評価は外観, 味, テクスチャー, 風味について、5段階の総合評価で行った。結果についてはstudent's T-testによる有意差検定を行った。

## 結果および考察

### 1. トレハロースの添加濃度と解凍温度の影響

野菜組織を凍結させた際の品質劣化の大きな要因としては、凍結時の氷結晶の形成による野菜組織の損傷がある。その組織損傷が主要因となり、解凍後のドリップの生成と外観的变化が生じると考えられている<sup>2)-3)</sup>。冷凍広島菜漬においてもドリップの増加は品質的に望ましくない<sup>2)</sup>。そこで、凍結による野菜組織の損傷の指標としてドリップ率を測定した。解凍法としては急速解凍と緩慢解凍があるが、急速解凍法として流水解凍(水道水温15℃: 解凍時間2時間)、緩慢解凍法としては冷蔵庫庫内(10℃: 解凍時間30時間)で行った。各解凍法における試験区とドリップ率との関係を調べた。その結果を図1に示した。

まず、トレハロース濃度の影響では、急速・緩慢解凍とも添加濃度が高くなるほどドリップ率は減少し、4%付近でほぼ一定となった。

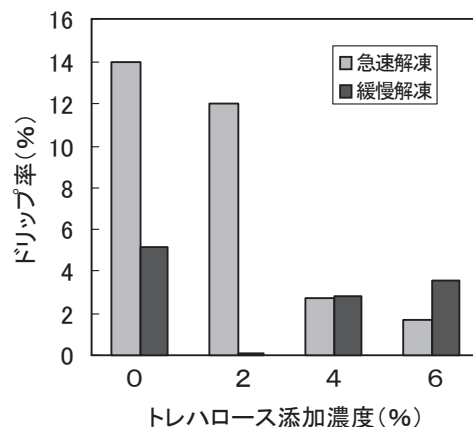


図1 トレハロース添加濃度がドリップ率に及ぼす影響

また、解凍法の影響については、解凍温度が低いほどドリップ率は減少していた。このことから、低温での緩慢解凍の方が望ましく、トレハロース添加により冷凍広島菜漬のドリップ生成は抑制されることがわかった。

つぎに、品質劣化の指標として、解凍後の広島菜漬の色調の変化を調べた。その結果を表1に示した。

表1 解凍後の広島菜漬の緑の色調変化 (n = 5)

(ミノルタ葉緑素計)

トレハロース濃度 (%)	急速解凍 (流水, 2h)	緩慢解凍 (10℃, 30h)
0	25.8	28.0
2	27.6	28.3
4	29.2	33.3
6	30.4	31.0

色調は葉緑素計の数値で表わしたが、値が高いほど緑の色調が濃く、色調が保持されていることを示している。トレハロース添加区では、解凍法に関わらず、トレハロース添加濃度が4%まではその値は増大し、4%以上では一定となった。また、解凍法においては解凍温度の低い緩慢解凍の方がその値が大きい傾向が認められた。これらの傾向はドリップ率と似ており、トレハロース添加により冷凍広島菜漬の色調も良好に保持され、解凍温度は低温が望ましいことがわかった。

つぎに、同一株での解凍した広島菜漬の外観的な比較を写真1に示した。外観的にもトレハロース添加区の方が無添加区よりも緑色が鮮やかであった。



対 照 区                      トレハロース4%添加

写真1 解凍後の広島菜漬の外観

トレハロース無添加区(対照区)と添加区との最も大きな差異は、解凍後の漬液の濁度の違いであった。解凍後の漬液の外観比較を写真2に示した。対象区の漬液が濁っているのに対して、トレハロース対象区では濁りが無く透明であった。

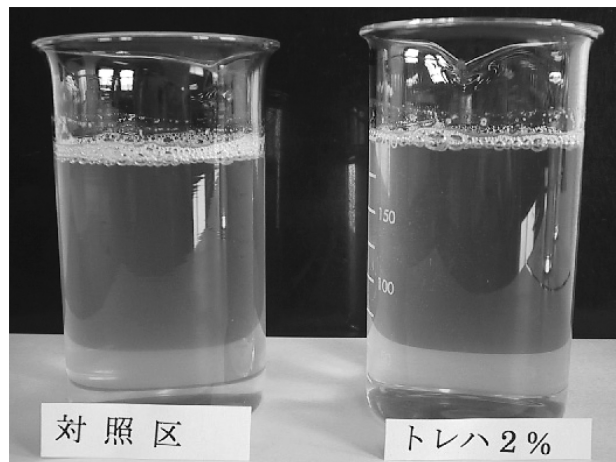


写真2 解凍後の漬液の比較

漬液の濁りは野菜の損傷状態を反映しており、野菜組織の崩壊度合いの指標となる。漬液の濁度から、トレハロース添加により凍結時の野菜組織の損傷抑制が確認できる。この外観観察の結果とドリップ率、色調の結果はよく相関しており、トレハロースが冷凍耐性を付与していることはほぼ間違いないと考えられる。トレハロースの冷凍耐性機能のメカニズムについてはその強い水和力と凍結時の特異な結晶構造の関与が推測されている<sup>8)</sup>。トレハロースが凍結時にある一定濃度存在すれば、野菜組織も同様なメカニズムにより保護されることが推定された。

また、解凍法は低温の緩慢解凍が品質保持においては望ましいことがわかった。これは、解凍時の野菜表面付近の品温が色調に影響を及ぼすためと考えられる<sup>3)</sup>。

以上の結果より、漬液へトレハロースを4%添加すれば冷凍広島菜漬のドリップは減少し、解凍後の外観、色調も良好であることがわかった。

## 2. トレハロースとカルシウム塩との併用効果

野菜組織はカルシウムの添加により野菜のペクチンの架橋構造を強化されることが知られている<sup>9)-10)</sup>ことから、カルシウム塩による野菜組織の損傷抑制が期待できる。そこで、トレハロースと乳酸カルシウムとを併用した際のドリップ率の変化について調べた。その結果を表2に示した。

表2 ドリップ率(%)に及ぼすカルシウム塩の影響

試 験 区	10℃解凍	3℃解凍
無添加(塩水のみ)	7.5	6.9
トレハロース4%	1.5	-3.1
トレハロース+Ca塩0.5%	1.1	-3.1
トレハロース+Ca塩1.0%	1.9	-0.9

解凍温度に関わらずトレハロース添加区およびカルシウム塩併用区でドリップ率の減少が認められた。しかし、乳酸カルシウム0.5%, 1%併用区とトレハロース単独添加区との比較ではその値に差異は無かった。ここには示さなかったが色調においてもカルシウム塩併用区とトレハロース単独区の値に差異は認められなかった。これらドリップ率および色調の結果より、カルシウム塩を併用しても凍結時の野菜組織の損傷抑制には、ほとんど影響を及ぼしていないと考えられた。今回の実験のみではカルシウム塩の効果ははっきりとはしないが、実用的には、トレハロースのみの添加で十分であると思われる。

### 3. 官能評価

つぎに各試験区の冷凍広島菜漬について官能による評価を行った。パネラーは広島菜漬を製造している漬物業者12名である。冷凍広島菜漬を低温で緩慢解凍し、10℃に調節した試料について、外観、風味、味覚、テクスチャーを評価基準とし、5段階の総合評価で行った。

その結果を表3で示した。

トレハロース添加区は無添加区と比較して評価が高く、その中でもトレハロース4%添加区とトレハロース+乳酸カルシウム0.5%添加区が最も高く、有意差が認められた。

表3 冷凍広島菜漬の官能検査結果 (n=12)

試 験 区	総合評価 平均点	満点評価 者数(名)
塩水のみ(対照区)	2.67*	0
トレハロース4%	3.50*	2
トレハロース4%+Ca塩0.5%	3.50*	2
トレハロース4%+Ca塩1.0%	3.04	0

\*危険率5%で有意差

個別の評価では、トレハロース4%添加までは特に甘みは感じられなかったが、6%添加では味覚への影響がやや認められた。また、カルシウム塩1%添加区ではやや苦味が感じられ、評価が低くなった。その他の試験区においては味覚、風味に大きな変化は認められなかった。テクスチャーにおいては、カルシウム塩添加による歯切れの向上は特に認められないとの評価であった。

以上の結果より、冷凍広島菜漬へのトレハロースの利用により、ドリップ率、色調および官能試験において良好な評価が得られ、品質改善が期待できることが明らかになった。

## ま と め

冷凍広島菜漬にトレハロースを添加してその品質改善効果を調べた。その結果、漬液へのトレハロース4%添加でドリップ率の減少、色調の保持が認められ、官能的にも高く評価された。カルシウム塩との併用においてはその効果は明確には認められず、添加濃度が1%になると苦味を感じられた。また、解凍温度は低温ほどドリップ率・色調も良好であった。

これらの結果より、冷凍広島菜漬へのトレハロースの利用により、その品質改善が期待できることがわかった。

## 謝 辞

試料のトレハロースを供与いただいた(株)林原商事に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 太田義雄：広島菜漬の魅力とその未来, FOOD RESEARCH (2004), Vol. 588, 23-26.
- 2) 高谷健市, 家花充紀, 太田義雄：広島菜漬に対する凍結・貯蔵温度の影響, 広島県食品工業試験場研究報告(1977), 14, 35-39.
- 3) 成宮正興：フードシステム学全集第5巻 フードシステムと食品加工・流通技術の革新, 小林登志夫, 石谷孝佑, 佐藤和憲, 松永隆司 編集 農林統計協会(2001), pp. 131-133.

- 4) 武内安雄：トレハロースの特性と機能, New Food Industry (1999), **41** (12), 59-67.
- 5) 竹内 叶：トレハロースの冷凍食品への応用, 月刊フードケミカル (2002), **11** (3), 42-44.
- 6) 竹内 叶：トレハロースの各種食品への品質改良について, New Food Industry (1998), **40** (8), 1-8.
- 7) 三宅誠志：トレハロースのそうざい・漬物への利用, 食品と科学 (1998), **40** (12), 80-85.
- 8) 櫻井 実, 浅川直紀, 井上義夫：水和特性から探るトレハロースの生体物質保護機構, 食品工業 (1998), **41** (10), 64-72.
- 9) 杉山寿美:調理学 瀬上倫子編著, 朝倉書店 (2006), pp. 107-108.
- 10) 小川敏男：漬物製造学, 光琳 (1989), pp. 153-154.

