

機関番号：34409

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20500694

研究課題名 (和文) 多糖類の低分子化を利用した氷温貯蔵野菜の高品質化

研究課題名 (英文) Improvement of vegetable quality due to lower molecule generation from polysaccharide by utilization of super-chilling storage

研究代表者

安藤 真美 (ANDO MAMI)

大阪樟蔭女子大学・学芸学部・准教授

研究者番号：50234183

研究成果の概要 (和文)：数種の果実類について氷温貯蔵を実施し、その品質の貯蔵中の変化について検討した。その結果、特定の果実において官能評価の向上、特に甘味の改善効果が認められた。一般的な糖類においては量的な変化が認められないことから、甘味を強調するための相乗効果を有する物質の増加が推察された。

研究成果の概要 (英文)：After super-chilling storage on several fruits, change their quality was investigated. As a result, improvement of sensory estimation, especially for sweetness, was recognized. However, sugar contents showed no significant change. Therefore, unknown substance which has synergistic effect on sweetness would be increased due to super-chilling storage.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：調理科学

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：氷温, 果実, 野菜, 物性, 糖類

## 1. 研究開始当初の背景

近年、BSEや鳥インフルエンザなど、食品の安全性を脅かす事件が続発している。また、輸入品の増加にともない禁止薬物の使用や混入が次々と明らかとなっている。そのため、安全性を重視するのであれば価格は高くとも生産履歴の明らかな国内産のものを見直す動きが始まっている。このような社会状況の背景とともに、フードマイレージを低く抑えられるという点から地産地産を推奨する動きも活発である。

ただしこのような動きを進めるにあたり、輸入品の価格の低さに対して地元産の安全

性をアピールするだけでは不十分である。安全であることを消費者にわかりやすい形で示すのは難しく、それだけで消費量を伸ばすことは現実的には容易ではない。

この問題の解決をめざすにあたり、各地で農水産物のブランド化がさかんに行われている。ブランド化を進めるにあたっては広告・宣伝も重要であるが、何よりも消費者が食べて「おいしい」と感じるものでなければならぬ。

このおいしさを増幅させ得る手段として、近年、低温保存法に「氷温」の概念を導入した「氷温技術」が注目を集めつつある。「氷

温」とは、0℃以下で、しかも氷結点より上にある温度帯をさし、チルドやバーチャルとは異なる。低温で生鮮品を貯蔵すると、細胞は呼吸代謝が抑制されるため老化の進行が遅くなり、細胞の活性が保たれる。また低温ストレスにさらされることにより、耐凍性を得るためのアミノ酸や糖などを細胞が作り出すと考えられている。

そこで本研究では、国内産野菜に氷温貯蔵を施し、「甘さ」の強化を図る。植物にはセルロースをはじめとした多糖類が主成分として存在する。そこに氷温貯蔵による低温ストレスが加わった場合、多糖類の分解によって甘さに大きく影響する単糖類や二糖類が増加する可能性がある。これまでの研究例においては、熱帯作物の低温障害を調べるために多糖類の変化を扱った例が多いが、これらの場合の低温は冷蔵をさしており、本研究のような0℃以下の、しかも未凍結の状態によるものではない。

そこで今回はこれまでの研究成果を活かし、その実験対象を植物へと拡大させた。そして、食品の高付加価値化における氷温貯蔵の普遍的な有効性を実証するため、本研究を計画した。

## 2. 研究の目的

トマトやスイカなど、消費量の多い野菜・果実を実験対象とした。これらに氷温貯蔵を施した場合、低温ストレスによる少糖類の増加が期待できる。少糖類の増加は風味の改善に大きな役割をもつため、それは作物の強い個性となり、ブランド化への道を開くものである。この際、貯蔵温度や貯蔵期間の違いによりどの程度の少糖類が生成するのかが重要となる。生産コストを考慮すると、できるだけ短期間の貯蔵により好ましい風味の改善が達成される必要がある。よって、このような条件を満たす貯蔵条件を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 材料

トマト（大阪産）ほか、スイカ（鳥取・山形・熊本・和歌山産）、パイナップル（フィリピン産）、メロン（山梨産）、バナナ（フィリピン産）、モモ（福島産）を使用した。

### (2) 貯蔵方法

冷蔵(5℃)・氷温(-1℃)に分け、各温度にて貯蔵する。貯蔵開始から3日目と7日目ごとにそれぞれ実験に使用した。

### (3) 前処理（スイカの例）

スイカ1玉を縦半分に切り、半分を氷温用、半分を冷蔵用とし、さらに切り分ける。一切れずつラップで包んで番号を分部位順にマ

ジックで記入する。そのスイカを一切れずつ重量を測る。日付を記入したジップロックに数切れずつ入れて氷温庫と冷蔵庫に入れる。

## (4) 測定項目

### ①重量

切り分けて冷蔵・氷温貯蔵したそれぞれの重量を貯蔵期間ごとに測定した。

### ②物性

正確に1cmのスライスに切る。それに対し、No5 プランジャー（直径5mm）を装着したクリプメーター（RE2-33005S, 山電）を用い、テーブルスピード：1mm/s、にて一定の圧縮距離の際に生じる荷重を硬さとした。

### ③官能検査（評点法/二元配置法）（2点嗜好試験法）

大阪樟蔭女子大学学芸学部食物栄養学科の学生20名をパネラーとして官能検査を行った。冷蔵と氷温の試料は、官能検査を始める1時間前には冷蔵庫（氷温庫）から出して、各々の温度を同程度とした。

扇形の中央の部分を切り取り半分に切ったものを1人分とする。1人ずつの氷温と冷蔵で部位があっていることを確認する。このサンプルについて、評点法および2点嗜好試験法を実施した。なお、評点法はAの試料に対してBの評価、Bの試料に対してAの評価とした。2点嗜好試験法は、単純に好きな方を選択させた。

今回実施した官能検査の項目は、色、甘味、歯ごたえ、みずみずしさ、総合評価の5項目とした。評価点は3, 2, 1, 0, -1, -2, -3点とした。

### ④糖の分析

官能検査用の試料の一部（約5g）を切り取る。それをホモジナイザーカップに入れ、80%エタノールを加えて摩砕後、遠心分離

（15000r.p.m., 30秒）を行った。上澄みを80%エタノールで50mlにメスアップし、試料液とした。

試料液中のグルコース、フルクトース、マルトース、スクロース量はリン酸フェニルヒドラジン法により測定した。測定条件を以下に示す。

HPLC (L-7000, Hitachi)

サンプル：10μl

溶離液：アセトニトリル：DW=75：25

流速：1mL/min

カラム：AsahipakNH2P-50 4E(4.6mmI.D. × 250mmL)

カラム温度：50℃

ポストカラム反応液の組成：酢酸180mL, フェニルヒドラジン6mL, リン酸220mL

流速：0.4mL/min  
反応温度：150℃  
検出波長：(励起波長 330nm, 蛍光波長 470nm)

#### ⑤多糖の定量 (アンスロン-硫酸法)

④で得られた試料液中の総糖量をアンスロン-硫酸法により測定した。

### 4. 研究成果

#### (1) 相対重量の変化

貯蔵中に 3%前後の重量の減少が認められた。この場合、水分の蒸発の影響が考えられるが、今回の試料の保管形態はポリ袋に試料を密封した状態になっているため、蒸発による重量の減少は考えにくい。そこでもうひとつの重量減少の要因として、呼吸作用が考えられた。呼吸によって糖質が消費され、炭酸ガスが排出される場合、消費された糖質に相当する重量が減少すると思われる。氷温区の重量減少率が冷蔵区よりも小さくなったが、これは低温により呼吸作用が抑制され、糖質の分解が抑えられたためと考えられた。

#### (2) 物性

歯ごたえを示す最大荷重において、冷蔵区・氷温区ともに貯蔵期間の延長とともに増加する傾向にあった。凝集性は、少し変化はあったが、数値が極めて小さかった。果肉の硬さは追熟に見られるように、時間の経過とともに軟化するのが一般的であるが、今回は逆の結果となった。ただし、冷蔵区と氷温区との間に大きな違いはみられず、氷温の優位性は認められなかった。凝集性とは、食材のまとまりやすさの指標である。また、付着性とは「くっつきやすさ」の指標であり、凝集性とは相関性が高い物性の指標である。スイカなどの場合、歯切れの良い食材であり、凝集性や付着性は一般的に小さい。今回の結果において凝集性に変化はあったものの、数値そのものがきわめて小さいため、変化の大きさは非常に小さなものであるため、官能評価への影響は非常に小さいと判断した。

#### (3) 官能検査

冷蔵区と氷温区とを比較した場合、特にスイカにおいて特徴的な結果が得られた。1 回目の検査では、3 日目において「色」・「甘さ」・「歯ごたえ」・「総合評価」において氷温区が優れ、7 日目においては「色」・「甘さ」・「みずみずしさ」・「総合評価」において氷温区が優位となる傾向にあった。特に「色」と「みずみずしさ」には統計的な有意性が認められた。

2 回目の検査では、3 日目において「色」以外のすべての項目において氷温区を優れているとする評価が得られた。ところが7 日目になると氷温区の優位性は低くなり、「歯

ごたえ」と「総合評価」にのみやや高い評価が得られた。

2 回実施した実験において、両者の検査結果において評価の傾向に大きな違いが出た。この原因としては、実験に用いたスイカの追熟が購入時点である程度進んでいたことがあげられる。氷温貯蔵には低温により、より長く現状を保持できるという利点がある。しかし、すでにある程度追熟が進行してしまったものでは、氷温貯蔵のもつ鮮度保持効果が小さくなってしまうと考えられる。このような理由により、2 回目の検査結果においてのみ両区の間には差がでにくかったのではないかと思われた。

スイカの色はリコピンとカロテンによるが、氷温のように低温とすることで酸化による退色を抑制した可能性がある。さらに、みずみずしさが高く保たれた点については、たとえば細胞構造の維持の程度に差があり、噛んだときの果汁の染み出し方に違いが生じ、それがみずみずしさに影響しているとも考えられた。

#### (4) 遊離糖

今回の遊離糖の測定法においては、従来のスイカに関する報告どおりフルクトース、グルコース、シュクロースの存在が認められた。これらの含有量を測定したところ、グルコース量にはほとんど変化がなかったが、フルクトース量とシュクロース量は増加する傾向にあり、結果的に総遊離糖量は両区ともに増加した。フルクトースでは氷温区においてやや多く、官能検査において甘さの評価が冷蔵区よりも高かったことを考えると、甘さの評価が高かったことにはこのフルクトース量の優位性が影響したのではないかと思われた。

また、甘さには糖類以外の物質が関与している可能性もある。甘さを感じる際、塩の対比効果により甘さが強調されることが代表的であるが、このほか、有機酸の存在によっても甘さに影響が出ると言われている。スイカに含まれる主な有機酸はクエン酸とリンゴ酸であるが、今回の氷温貯蔵によりこれらの有機酸に変化が生じ、その結果甘みに影響が出たのかもしれない。

また、このほか低分子物質としてはアミノ酸があり、主なものはシトルリン・グルタミン・アルギニンとされており、これらの甘みへの影響も考えられる。これらが変化するとすればタンパク質由来と思われるが、スイカに含まれるタンパク質は 0.6%と非常に少ない。シトルリンはスイカに最も多く含まれる遊離アミノ酸の一種であるが、タンパク質を構成するアミノ酸ではないため、スイカのタンパク質が分解して新たにシトルリンが生じるとは考えにくい。一方、グルタミン・ア

ルギニンタンパク質から生じる可能性があり、味はきわめて微妙なものであることを考えれば、これらによる影響も現時点では否定できないと思われる。

#### 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 12 件)

①安藤真美, 鹿子嶋温子, 神田知子, 五島淑子, 小学生の食生活改善の試み—野菜嫌いの克服を目指して—, 食生活研究誌, 査読無, 30 巻, 5 号, 2010, 34-46

②M. Ando, M. Izutani S. Kitao, Radical scavenging ability of Japanese bonito soup stock, Journal for the Integrated Study of Dietary, 査読有, Vol. 21, No. 1, 2010, 74-79

③安藤真美, 出口かおり, 中尾幸世, 山林由依, スイカの鮮度保持に対する氷温貯蔵の効果, 氷温科学, 査読有, 12 巻, 2009, 19-24

④安藤真美, 杉本奈穂, 神田知子, 山根昭彦, トマトの鮮度保持に対する氷温貯蔵の効果, 氷温科学, 査読有, 11 巻, 2008, 12-19

[学会発表] (計 11 件)

①安藤真美, 北尾 悟, グルコースによるラジカル捕捉活性性能減少抑制効果, 平成 22 年度日本調理科学会, 2010 年 8 月 27 日, 中村学園大学

②渡邊 舞, 安藤真美, 仲村 梓, Jan Honza Vohradsky, 竹森利和, ガス加熱法の違いがサツマイモ調理品の品質に及ぼす影響, 平成 21 年度日本食品科学工学会, 2009 年 9 月 10 日, 名城大学

③安藤真美, 北尾 悟, スクロースによる抗酸化能保護効果に対する加熱温度の影響, 平成 21 年度日本調理科学会東海北陸支部—近畿支部合同研究発表会, 2009 年 7 月 4 日, じばさん三重 (四日市市)

④北尾 悟, 粕谷奈保子, 安藤真美, スクロースによる抗酸化能保護効果, 平成 20 年度日本調理科学会, 2008 年 8 月 29 日, 椋山学園大学

[図書] (計 2 件)

①安藤真美ほか 10 名, 八千代出版, 調理を学ぶ (長尾慶子編著), 2009, 112-121

②M. Ando, K. Harada, T. Maeda, S. Kitao, N. Nagatsuka, K. Nagao and Y. Tamura, Research Signpost, Antioxidative activity of seafood and sauce seasoning measured using the chemiluminescence method. In: Handbook of chemiluminescent methods in oxidative stress assessment, I. Popov and G. Lewin (Eds.), 2008, 393-412

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 調理用着色アルミニウム箔及びそれを用いた焼き芋の製造方法

発明者: 安藤真美, ほか 3 名

権利者: 東洋アルミエコープロダクツ (株)

種類: 特許

番号: 2009-135204

出願年月日: 2009 年 6 月 4 日

国内外の別: 国内

[その他]

平成 21 年度東大阪市地域研究助成金「大学生が考える東大阪カレーパンのレシピを開発」全国高校ラグビー選手権会場において試食会を実施

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

安藤 真美 (ANDO MAMI)

大阪樟蔭女子大学・学芸学部・准教授

研究者番号: 50234183

(2) 研究分担者 無し

(3) 連携研究者 無し