

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：34409

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24500957

研究課題名(和文) 氷温貯蔵により向上する果実・野菜類の甘味における多糖類フラクタンとの関与

研究課題名(英文) Involvement of the polysaccharide fructan in the sweetness of the fruit and vegetables to be improved by the hyo-on storage

研究代表者

安藤 真美 (ANDO, Mami)

大阪樟蔭女子大学・健康栄養学部・教授

研究者番号：50234183

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)：果実類に氷温貯蔵を施し、低温ストレスによる多糖類の分解を促進させ、風味の改善をめざした。多糖類の中でもフラクタンの量的な変化に焦点を当て、その分解産物による関与を明らかにした。結果として特に「スイカ」において貯蔵期間の延長に伴い「甘さ」を含む評価が有意に上昇した。同時にフラクタンが減少したため、フラクタンの分解物が甘味に影響したと推察された。抗酸化能に関しては、貯蔵期間が長いほど上昇する傾向を示した。分子量画分の結果からは、貯蔵期間が長くなるほど低分子物質が増加する傾向がうかがわれ、抗酸化能上昇との関連が推察された。以上の結果より、氷温貯蔵がもたらす呈味性の変化およびその有効性が実証された。

研究成果の概要(英文)：In the present study, trial for improvement of fruits' flavor by hyo-on storage, caused by polysaccharide degradation, was done. In polysaccharides, I focused on change of fructan especially. In the stored fruits, watermelon showed the notable elevation of sweet taste evaluation with the elongation of storage time. At the same time, as fructan content was decreased, degraded fructan is speculated to contribute for elevated sweet taste. Anti-oxidative ability and lower molecular weight fraction fractionated by size excluded chromatography were increased with storage time. Thus they might have correlation with each other. Those results proved practical effect for improvement of fruit flavor by hyo-on storage.

研究分野：調理科学

キーワード：氷温貯蔵 野菜 果物 フラクタン

### 1. 研究開始当初の背景

近年、鳥インフルエンザや欧州における強毒性大腸菌 0104 による被害など、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も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、たとえ価格は高くとも生産履歴の明らかな国内産のものを重視する動きが強まっている。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点から、地産地消を推奨する動きも各地で活発になっている。

しかしながら、このような動きを進めるためには輸入品の価格の低さに対して、そもそも食品の基礎である安全性をアピールするだけでは消費者の賛同を得るには不十分である。さらに、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容易ではない。

この点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盛んに進められている。ブランド化にあたっては、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ない。このおいしさを増幅させ得る手段として、近年、氷屋の概念を導入した水温貯蔵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示し、チルドやパシャルとは異なる。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。

果実・野菜に水温貯蔵を施した場合、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ため、低温ストレスが引き金となって多糖類の分解が生じると予想される。これについて研究者は、トマトおよびスイカに水温貯蔵を施した結果、甘味が向上することを見出した(水温科学、12-19、2008; 同 12、19-24、2009)。

ただし、多糖類の分解によって増加すると予想されたグルコース・フルクトース・スクロース量に変動は見られず、細胞壁の顕著な構造破壊も認められなかった。この知見より、甘味が向上した要因は主要な糖類の量的な変化では説明が難しいが、例えば食塩のような甘みの相乗効果を持つ低分子物質が増加した可能性がある。

また甘さとは別に、近年抗酸化能に関する例えば食塩のような低分子物質が増加した可能性がある。

近年抗酸化能に関する研究が活発化しているが、低温貯蔵による抗酸化能の変化を扱った研究例は見当たらない。低温ストレスにより低分子物質が増加すれば、それに相当する抗酸化能の向上も起こりえる。

### 2. 研究の目的

スイカ、トマトなど、消費量の多い果実・野菜類を実験対象とする。それらに水温貯蔵を施すことによる各種物質量的変化について、フラクタンを中心に調査する。フラクタンとは、フルクトースの重合体であり、様々な植物に含まれている多糖類である。低温ストレスにより多糖類が分解を受けることが予想されるものの、分解産物となりえるフルクトースの他、その他単糖類には現在のところ量的な変化は認められていない。(水温科学 12、19-24、2009)。それにもかかわらず官能検査によると甘味は有意に強くなっていることから、それら以外の糖類の増加が予想される。

そこで、これまでに報告例がないフラクタン量の貯蔵中における変化を明らかにする。フラクタンの分解が生じていると仮定すると、分解産物としてフルクトースからなるオリゴ糖が増加している可能性がある。一方、同様に分解産物として予想されるフルクトースについては、その増加は現在のところ認められていないが、これは元々フルクトースの存在量が多いため、存在量が少ないフラクタン由来のフルクトースの増加を検出できていないためと思われる。

本研究では、フラクタンの量的な変化と官能的な甘味との相関性を明らかにするとともに、フラクタンが変化する経路を明らかにする。これにより貯蔵中における甘味の変化の機構を科学的に説明することが可能となる。甘味の改善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、フラクタンがどれほどの貯蔵期間によってどれほどの量が変化するのが重要となる。なお、生産コストの問題を考えると、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。

また、甘味の改善とともに、機能性の改善も重要な目的である。そこで、予想される低分子物質の増加を活かし、それらによる抗酸化能の変化を調べる。

最終的にはそれぞれの食材の糖類濃度を反映した溶液を作成し、それらについて官能評価を行い、その有効性を実証する。

### 3. 研究の方法

第一段階として、果実としてスイカ、野菜としてトマトを用い、それらに水温貯蔵を施すことによるフラクタン、オリゴ糖をはじめとした各種物質の量的な変化を明らかにする。甘味の指標としては官能検査を基本とし、その評価と各種物質量との相関性を調べる。

効果が確認された時点で、消費量の多い果実・野菜類の試験対象を拡大する。最終的には実際の糖類濃度に基づいて作成した水溶液を用い、増減の見られた各種物質による甘味の増強効果の有無を確認する。

全体を通じては、甘味の増強効果が認めら

れた物質の生じる、あるいは消滅する径路を明らかにすることで甘味増強効果の科学的根拠を得る。

【平成 24 年度】

試料としては、果実としてスイカ、野菜としてトマトを用いた。これらの氷結点は約 -2 であることがわかっていることから、貯蔵温度を -1 に設定し、氷温貯蔵を最長 1 ヶ月間行った。その間、1 週間ごとにサンプリングを実施した。また対照区として冷蔵 (4 ) も行った。この際、評点法による官能検査を行い、その時点での甘味の強さを評価した。パネルは申請者の所属機関の 4 回生約 20 名で行った。また試料からエタノール可溶性灰分を分離し、遊離態のフラクタンおよび遊離アミノ酸の含量を調べた。このほか、オリゴ糖およびペプチドの分析を高速液体クロマトグラフによって行い、有意な量的変化を示している物質を探索した。

【平成 25・26 年度】

まず平成 24 年度のスイカ・トマトに続き、有効と思われる貯蔵条件を活かしてその他の野菜類・果実類について対象試料を拡大し平成 24 年度と同様の実験を行った。

また、低分子物質の増加による抗酸化能の変化を調査するため、試料植物の水溶性画分を分取し、ケミルミネッセンス法によるペルオキシラジカル捉活性能を測定した。

低分子物質の増加が認められた場合に際しては、それに付随して増減すると思われる中間的な大きさの分子の挙動について調べた。まず、試験対象植物をエタノール可溶性および不溶性画分に分けた。この段階でそれぞれの画分に含まれる糖類の分子量の大きさは概ね、エタノール可溶性 < 不溶性であったため、次にエタノール可溶性画分を分画分子量 1,000 および 10,000 の限外ろ過によって分子量ごとの画分に分けた。これらの画分中の糖量を全糖分析法であるアンスロン-硫酸法により測定した。また、分子量 1000 以下の画分について、そこに含まれる単糖類および二糖類を HPLC により定量した。

また、不溶性画分についてはその中に含まれる代表的多糖類であるペクチン・ヘミセルロース・セルロース・リグニンを分画し、それぞれを定量する。

以上の糖分画、および定量を貯蔵温度・貯蔵期間ごとに行い、多糖類が低分子化していく過程の詳細を明らかにした。

【平成 27 年度】

最終年度においては、それぞれの食材の糖類濃度を反映した溶液を作成したのについて官能評価を行い、その有効性を実証した。

#### 4. 研究成果

官能評価において、-1 貯蔵の「トマト」「スイカ」では貯蔵期間の延長に伴い「甘さ」を含む評価が有意に上昇したが、0 では大きな変化は認められなかった。しかし、糖類の量は 0 において最も大きな上昇を示した

ことから、氷温貯蔵により生じた甘さの評価の上昇には、糖類以外の物質による甘さの増強効果が生じている可能性が推察された。

さらに、-1 貯蔵のスイカは有意にフラクタンが減少したため、このフラクタンの分解物が官能検査において認められた甘味の強さに影響したと推察された。

そのほかの果物として「パイナップル」「バナナ」「メロン」「もも」に関して検討した結果、官能評価において、-1 の「パイナップル」では貯蔵期間の延長に伴い「甘さ」を含む評価が有意に上昇したが、0 では大きな変化は認められなかった。しかし、糖類の量は 0 においてもっとも大きな上昇を示したことから、氷温貯蔵により生じた甘さの評価の上昇には糖類以外の物質による甘さの増強効果が生じている可能性が示唆された。

さらにフラクタンの測定結果 (図 1) からスイカと同様に氷温貯蔵により生じた甘さの評価の上昇には、フラクタンの分解物が官能検査において認められた甘みの強さに影響したと推察された。

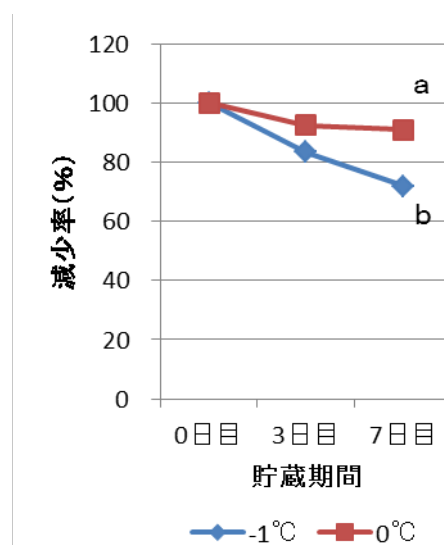


図 1 フラクタンの減少率

さらに抗酸化能に関しては、「スイカ」において抗酸化能は貯蔵期間が長いほど上昇する傾向を示した。分子量画分の結果からは、貯蔵期間が長くなるほど低分子物質が増加する傾向がうかがわれ、抗酸化能の上昇との関連が推察された。

最後に、糖分析、および定量を貯蔵温度・貯蔵期間ごとに行い、糖濃度とて意味性の関連性および多糖類が低分子化していく過程を調べ、さらにそれぞれの糖分濃度を反映した溶液による官能検査を実施したところ、低分子物質と味覚の関連性が推察された。

以上の結果より、氷温貯蔵がもたらす呈味性の変化およびその有効性を実証することができた。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 1件)

安藤真美、「冷凍による野菜の軟化と高齢者向け食品への応用」、日本家政学会第68回大会、2016年5月29日、金城学院大学(愛知県名古屋市)

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・健康栄養学部・教授

研究者番号: 50234183