

DATE 9. 2. 月

りんごの変色を

防ぐには

1年3組

NAME 下津 干佳

1. はじめに

お弁当によく入っているりんごの切り口が茶色、もしくは変色(褐色化)するのを防ぐ為、母はうすい塩水につけているようです。

また、先日リンゴジャムを作るときに切ったりんごにレモン汁を削りかけると、味が良くなるだけでなくとてもきれいな黄色いリンゴジャムが出来上がっていました。

塩水もレモン汁もりんごの褐色化を防いでいることは明らかですが、どうして褐色化を防ぐことができるのでしょうか。また、塩水やレモン汁以外に褐色化を防ぐ方法はあるのでしょうか。褐色化を防ぐ一番効果的な方法はどのようなものなのかを探り検証したいと思います。

2. りんごの褐色化のメカニズム

いろいろな文献で調べてみると、切り口が褐色化するのには「酸化」という反応が起きているからだとということが分かりました。

りんごの中のポリフェノールとポリフェノールオキシターゼ(ポリフェノール酸化酵素)という2つの物質は通常、細胞膜で隔てられています。しかし切ったりしてりんごの細胞が傷つくと混じり合い、その結果ポリフェノールオキシターゼが働き、ポリフェノールと空気中の酸素が結びつき、「酸化」が起こり褐色になる(ポリフェノールは無色だが酸素とくっくと褐色になる)のです。

3. 酸化を防ぐ方法

りんごの酸化を防ぐ為に①「ポリフェノールが酸素と結びつかないようにする」もしくは②「ポリフェノールオキシターゼを働かなくようにする」という2つの方法が考えられます。

①「ポリフェノールが酸素と結びつかないようにする」方法

酵素はポリフェノールよりもビタミンCとくっつきやすい、という性質があることを利用して、ビタミンC(レアスコルビン酸)がたくさん含まれているレモン汁などを加えるという方法が考えられます。

ちなみに市販の天然果汁100%のリンゴジュースには酸化防止剤としてビタミンCが使われていることが表記されています。→

②「ポリフェノールオキシターゼを働かなくようにする」方法

このポリフェノールオキシターゼ(酸化酵素)は、タンパク質を主成分とする生物触媒です。酵素の働き易さに影響する条件について文献で調べてみたところ「酵素は一般的に極度な高温や低温にさらされたり、強いアルカリや酸にさらされたり、乾燥させたりすると壊れて活動できなくなってしまう」という性質をもっていることが分かりました。よって温度やpH値(酸性やアルカリ性の度合いを示す値)を変えた条件下においてりんごの変色の

＜日本生協連商品検査センター作成＞	
名称	りんごジュース(濃縮還元)
原材料名	りんご、 <u>酸化防止剤(ビタミンC)</u> 、香料
内容量	1000ml
賞味期限	天面に記載
保存方法	開栓前は直射日光を避け、常温で保存してください。
販売者	日本生活協同組合連合会
3KJ2	
〒150-0002 東京都渋谷区渋谷3-29-8 組合員サービスセンター TEL.0120-999-345	

3. →様子を調べると効果的な酸化防止の方法が探求できそうです。

また、ポリフェノールオキシターゼは塩化物イオン(Cl⁻)があると働きにくくなります。ゆえに、食塩(NaCl)が含まれた食塩水はやはり酸化防止に有効なようです。

4. 実験の方法

前述のように、りんごの酸化には、温度・塩化物イオン・ビタミンC(L-アスコルビン酸)・PH値が影響すると予測されます。実験を行うにあたり、これらの条件に関しては家庭の台所で簡単に出来る方法で条件設定をすることにしました。

〔条件設定〕

- A: 温度は5℃の氷水と90℃の湯を準備する
- B: 塩化物イオンは調味料の食塩(NaCl)を用いて1%の食塩水と5%の食塩水の2通りで準備する
- C: ビタミンCを多く含んだレモン汁(原液)と5%のレモン汁水,そしてL-アスコルビン酸の粉末(食用)で1%のL-アスコルビン酸水溶液と5%のL-アスコルビン酸水溶液を準備する
- D: 酸性のPH値になるものとしては食酢原液(PH2)と5%の食酢水(PH3.5)を準備する
アルカリ性のPH値になるものとしては食用の重曹を用い1%の重曹水(PH8.5)と5%の重曹水(PH9)を準備する

りんごはポリフェノール含有量が多い品種「ふじ」(青森産昨年秋収穫後貯蔵品)を選びました。切ったりんごを上記のA~Dの条件に設定して3分間置いた後、④~⑬については流水で洗い流したものと、洗い流さないものの2通りで、その他は洗い流さず放置し、30分経過後の切り口の色の変化と5時間経過後の色と味の変化を調べ比較することになりました。

	① 切ったりんごを何もしないで放置する	[PH値]
A	② <u>5℃の氷水</u> に3分間つける	② → PH7 (中性)
	③ <u>90℃の湯</u> に3分間つける	③ → PH7 (")
B	④ <u>1%の食塩水</u> に3分間つける	④ → PH6 (")
	⑤ <u>5%の食塩水</u> に3分間つける	⑤ → PH6 (")
D	⑥ <u>食酢原液</u> に3分間つける	⑥ → PH2 (酸性)
	⑦ <u>5%の食酢水</u> に3分間つける	⑦ → PH3.5 (酸性)
C	⑧ <u>5%のレモン汁水</u> に3分間つける	⑧ → PH3 (")
	⑨ <u>レモン汁原液</u> に3分間つける	⑨ → PH2 (")
	⑩ <u>1%のL-アスコルビン酸水溶液</u> に3分間つける	⑩ → PH3 (")
	⑪ <u>5%のL-アスコルビン酸水溶液</u> に3分間つける	⑪ → PH2 (")
D	⑫ <u>1%の重曹水</u> に3分間つける	⑫ → PH8.5 (弱アルカリ性)
	⑬ <u>5%の重曹水</u> に3分間つける	⑬ → PH9 (弱アルカリ性)

5. 実験結果

30分後

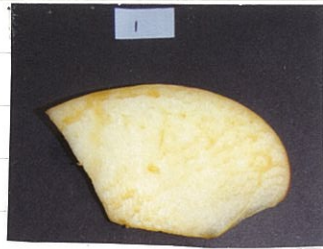
5時間後

味の変化

① 何もしないで放置したもの

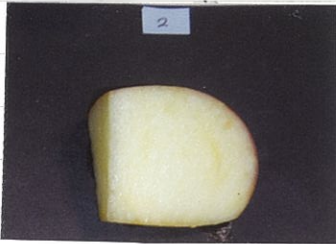


→

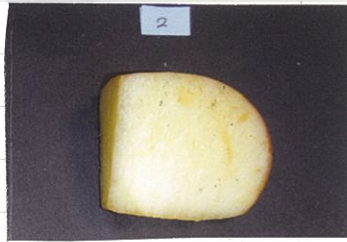


→ 変化なし

② 水水に7けたもの



→



→ 変化なし

③ 90°Cの湯に7けたもの

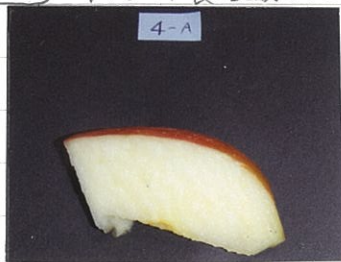


→

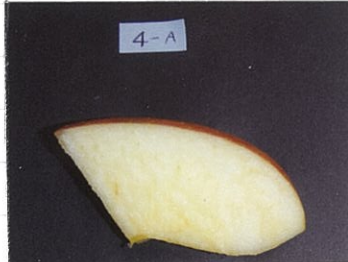


味は変化がないが、菌ごたえ
→ かなくなりやわらかくなっ
ている。

④-A 1%の食塩水に7けたもの



→

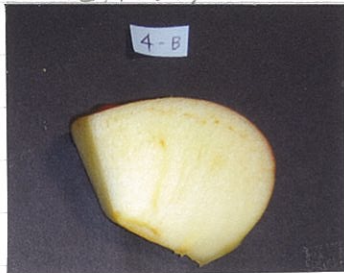


→ 少し塩の味がする

④-B 1%の食塩水に7けて流水で洗ったもの



→



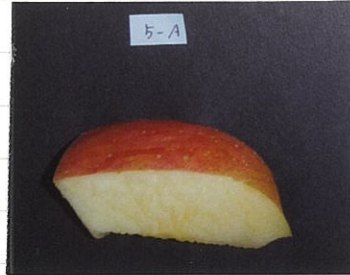
→ 変化なし

5. 30分後 5時間後 味の変化

⑤-A 5%の食塩水につけたもの

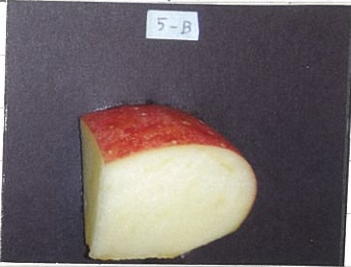


→

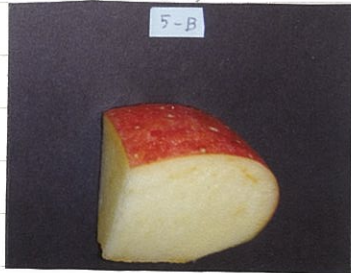


→ 塩の味が強い

⑤-B 5%の食塩水につけて流水で洗ったもの

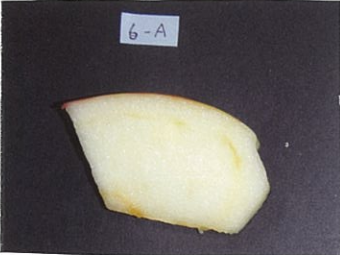


→



→ 少し塩の味がする

⑥-A 食酢原液につけたもの

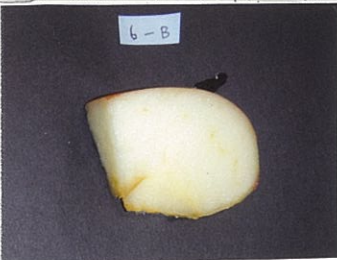


→

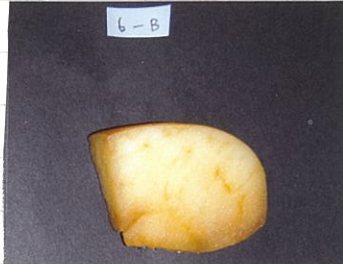


→ 酸味が強烈

⑥-B 食酢原液につけて流水で洗ったもの

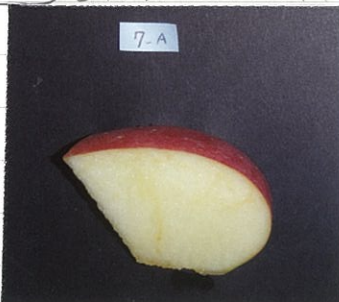


→



→ 酸味が強烈

⑦-A 5%の食酢水につけたもの



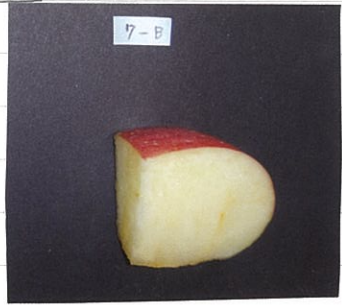
→



→ 少し酢の味がする

5. 30分後 5時間後 味の変化

(7-B) 5%の食酢水につけたもの

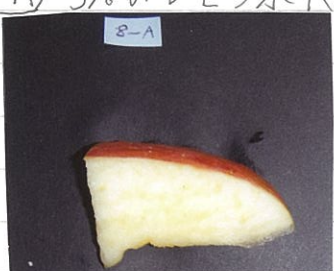


→



→ 変化なし

(8-A) 5%のレモン水につけたもの

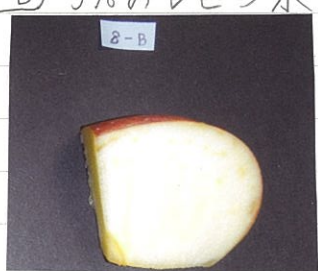


→

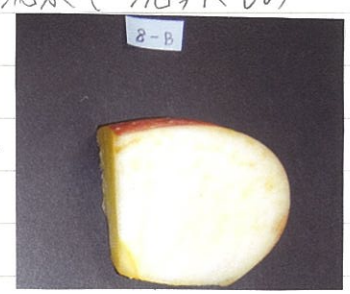


→ 少しレモンの味がする

(8-B) 5%のレモン水につけて流水で洗ったもの



→

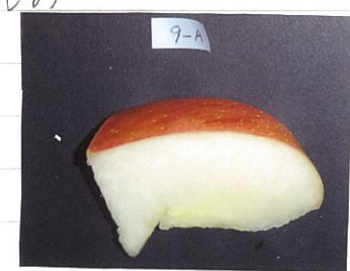


→ 変化なし

(9-A) レモン汁原液につけたもの



→

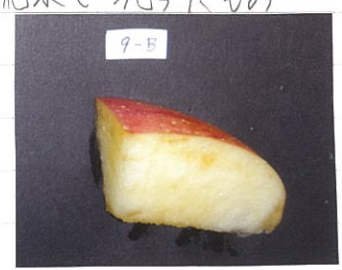


レモン汁の味がとても強く
→ すっぱい

(9-B) レモン汁原液につけて流水で洗ったもの



→



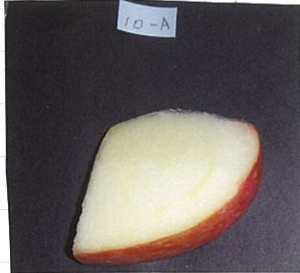
→ 変化なし

5. 30分後 5時間後 味の変化

(10-A) 1%のL-アスコルビン酸水溶液につけたもの

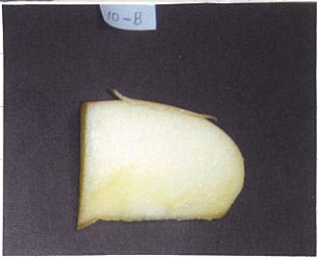


→

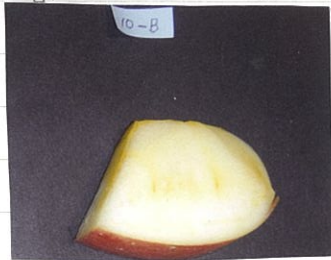


→ 酸味が強い

(10-B) 1%のL-アスコルビン酸水溶液につけて流水で洗ったもの

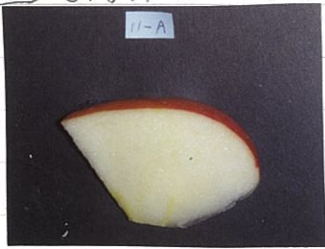


→



→ 変化なし

(11-A) 5%のL-アスコルビン酸水溶液につけたもの



→

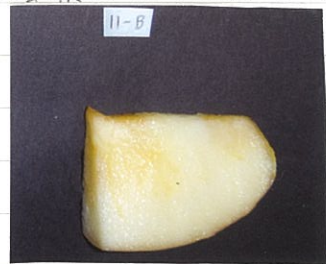


→ 強烈な酸味がある

(11-B) 5%のL-アスコルビン酸水溶液につけて流水で洗ったもの



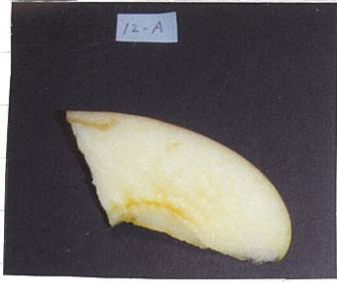
→



→ 酸味がある

5. 30分後 5時間後 味の変化

⑫-A) 1%の重曹水につけたもの

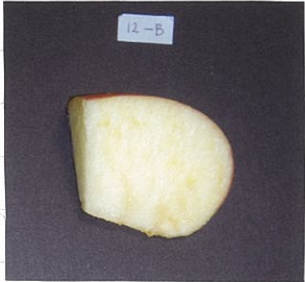


→

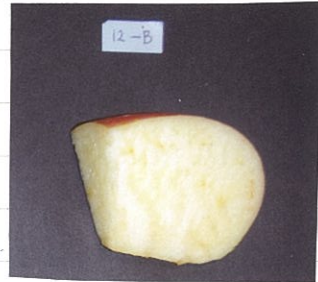


→ 変化なし

⑫-B) 1%の重曹水につけて流水で洗ったもの



→

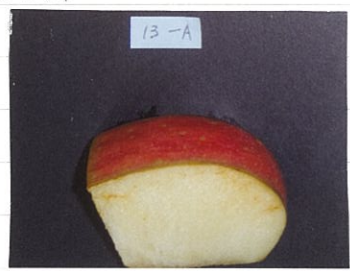


→ 変化なし

⑬-A) 5%の重曹水につけたもの

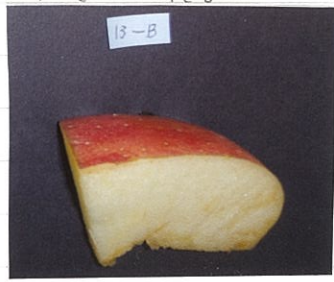


→



甘い味がうすくなり、重曹の風味
→ 味が強い

⑬-B) 5%の重曹水につけて流水で洗ったもの



甘い味がうすくなり、重曹の風味
→ がする

5、〔色の変化〕 … リんごを切った直後の切り口の色に

- 最も近いものは
 - ⑨-A レモン汁原液に付けて洗い流さなかったもの
 - ⑩-A 1%のL-アスコルビン酸水溶液に付けただけのもの
 - ⑪-A 5%のL-アスコルビン酸水溶液に付けただけのもの
- 2番目に近いものは ⑤-B 5%の食塩水に付けて流水で洗い流したもの
- 3番目に近いものは ⑧-B 5%のレモン汁水に付けて流水で洗ったもの
- 4番目に近いものは ④-A 1%の食塩水に付けただけのもの

〔味の变化〕 … 5時間放置してりんごの味の変化を最も感じないものは

- ② 氷水に付けたもの
- ④-B 1%の食塩水に付けて流水で洗ったもの
- ⑧-B 5%のレモン汁水に付けて流水で洗ったもの

以上のことから、色・味ともに切った直後のりんごと比べて最も変化がないものは⑧-Bの5%のレモン汁水に3分間つけた後に流水で洗ったものでした。

6、考察

(1) お弁当に入れるりんごの褐色化を防ぐ方法として一般的には「0.85~1%の食塩水に付けると良い」と言われていますが、「5%のレモン汁水に3分間つけた後に流水で洗い流す」という方法が色もきれいで味も元のりんごと変わらず最適であるということが分かりました。

これは空気中の酸素と結びつきやすいビタミンCを投与することで、ホリフェノールが酸素と結びつくのを防ぐという方法です。

りんごの酸化防止の方法としては、ホリフェノールオキシターゼが塩化イオン(Cl)があると働きにくくなるという効果より以上に、ビタミンCの投与による方法の方が効果が高いということが分かりました。

(2) 食塩水に付ける方法に関しては1%と5%の食塩水を使い4通りの実験を行ったが、「1%の食塩水に付けた後洗い流さないもの」が色が最も良かった。しかしりんごには多少塩味が残ります。これは母も含め一般的に広く行われている方法です。

(3) ビタミンCを含むレモン汁の原液や、L-アスコルビン酸水溶液に付ける方法は酸化を防ぐ効果は高いが、洗い流しても酸味が残り食用に適さないことが分かりました。

(4) 食酢原液、レモン汁原液、5% L-アスコルビン酸はいずれもPH2の酸性だが、りんごの褐色の度合いにかなりの差が生じました。レモン汁原液も5%のL-アスコルビン酸水溶液の場合も、りんごに付けた後に洗い流さなければ5時間経っても色の変化はほとんどありませんでした。しかし、食酢原液の場合にはかなり濃い褐色に変化しました。

6. (4) このことから「酸性のPH値にしてもりんごの酸化は防ぐことができず、ビタミンCが授与されることで酸化が防ぐことができる」ということが判明しました。

(5) 冒頭に記述した「リンゴジャムを作るときにレモン汁を入れると色のきれいなジャムをつくることができた」のはなぜか、という疑問に対する答えは、レモン汁に多く含まれるビタミンCが空気中の酸素と結びつきりんごの酸化、褐色化を防いだ、ということでした。

(6) 氷水につけた場合、味の変化はなかったが、5時間経つと褐色化してきました。また90℃の湯につけた場合は色が全体的に茶色に変わり、味はあまり変わらないが表面に近部分は柔らかくなっていました。

このことから、低温や高温にする方法はりんごの酸化防止には有効な方法ではないということが分かりました。

(7) 弱アルカリ性の条件を与えても酸化を防ぐことができないと分かりました。

7. 感想

今日の実験・検証によってりんごの褐色化を防ぐ為に、「食塩水につける」という従来の母もしていた方法よりも、「5%のレモン汁水につけて流水で洗う」という方法の方がより色や味が良いということが分かりました。ですからこれからは、色がきれいで塩味がしないりんごをお弁当で食べることもできるので嬉しいですね。

食塩は一般的にどの家庭にも、またいつでも備えているが、レモンは常備しているとは限りません。だから「食塩水につける」という方法が最も手軽にできます。また塩は雑菌の増殖をおさえるという効果が期待できます。だから一般的によく使われる方法として広く定着しているのだとも思いました。

5%のレモン汁水につけるよりも色は多少褐色化するし、味も塩気が少しありますが、それを気にしなければ、いつでも最も手軽にできるりんごの褐色化防止の方法として「1%の食塩水につける」という方法が有効であると考えられるでしょう。

〔参考文献〕

- ・酵素のちから ... 左右田健次 (株)岩波書店 2005年 第1版
- ・家庭で楽しむおもしろ科学実験 ... 尾山島好美 (株)ソフトバンククリエイティブ 2008年 第1版
- ・リンゴはどのようにして赤くなる? ... 江川多喜雄 大月書店
- ・食品変色の化学 ... 木村進・中村郵郎・加藤博通 編著 光琳テクノロジー 1995年 第1版