

福島県産ナシの加工特性の解明

醸造・食品科

福島県農業総合センター
協力機関

主任研究員

副主任研究員

研究員

会計年度職員

研究員

福島県農業総合センター

○菊地伸広

馬淵志奈

齋藤啓太

渋谷幸恵

渡邊ゆきの

果樹研究所

はじめに



福島県のナシ (日本なし)

・生産量は全国4位、東北では1位(※)!

※令和4年度、農林水産統計

・ふくしまの恵みイレブン(※)のひとつ

※福島県を代表する生産量が全国上位の農林水産物11品目

多くは生食用だが...

生果の貯蔵性

消費形態の
多様化

(生鮮→生鮮+加工品)

加工品のバリエーション化が望まれている

課題

ナシは果実の中でも
加工特性に関する知見が少ない

研究目標

福島県産ナシの加工特性を明らかにし、
加工品開発のための基礎的知見を得る

担当機関の強み

- ハイテクプラザ
…測定装置や分析に関する
ノウハウが豊富
- 農業総合センター
…県産農産物に関する情報
や農産加工の知識が豊富

調査項目

- 原料果の調査
・成分、褐変特性 等
- 加工特性の評価
・果肉の加工特性
・果汁の加工特性

波及効果

- ・県産果実の利用促進
- ・ナシの特徴を活かした
新規加工品の開発



供試品種（7品種）

福島県農業総合センター果樹研究所での収穫日(令和5年度)

| 8月 | 9月 | 10月 | 11月 |
|---|--|--|---|
|  はつまる 7/27 |  豊水 9/7 | | |
|  ナシ福島7号 8/8 |  あきづき 9/19 | |  王秋 10/25 |
|  幸水 8/17 | |  甘太 9/27 | |

- ・品種登録が有望視
- ・甘味が強い
- ・特徴的な香り(ミルク様)

猛暑の影響かR4より
1週間程度収穫が早い

○原料果の調査

○果汁の褐変に関する試験…加工初期に起きる酵素的褐変
保存中に起きる非酵素的褐変

本日の報告内容

◆原料果の調査

- 糖度、滴定酸度、pH、糖酸比
- クロロゲン酸、ポリフェノール酸化酵素（PPO）活性
- 褐変特性

◆果汁の加工特性(ジュース)

- 官能評価(R4実施)

◆加工・保存による褐変

- 酵素除去果汁のスペクトル
- 品種による褐変性の違い
- 光の影響
- ビタミンC添加による褐変抑制

原料果の調査

○糖度、滴定酸度、pH、糖酸比

| 品種 | 糖度 [Brix%] | | 滴定酸度 [リンゴ酸%] | | pH | | 糖酸比 | |
|------|---------------|------|-----------------|-------|------|------|-------|-------|
| | R4 | R5 | R4 | R5 | R4 | R5 | R4 | R5 |
| はつまる | | 10.7 | | 0.119 | | 4.93 | | 90.1 |
| 福島7号 | 12.7 | 13.7 | 0.142 | 0.082 | 4.92 | 5.25 | 89.9 | 167.6 |
| 幸水 | 10.7 | 10.8 | 0.107 | 0.118 | 5.20 | 5.22 | 100.5 | 91.9 |
| 豊水 | 13.1 | 13.8 | 0.207 | 0.157 | 4.57 | 4.79 | 63.2 | 88.0 |
| あきづき | 11.5 | 14.7 | 0.143 | 0.106 | 4.86 | 4.92 | 80.5 | 138.6 |
| 甘太 | 12.2 | 15.5 | 0.139 | 0.154 | 4.77 | 4.32 | 87.6 | 100.9 |
| 王秋 | 11.6 | 12.4 | 0.178 | 0.212 | 4.57 | 4.62 | 65.3 | 58.4 |

甘酸のバランスの指標

- ・糖酸比が高い
…甘味を感じやすい
- ・糖酸比が低い
…酸味を感じやすい

糖度、滴定酸度…「幸水」は比較的安定、R5は猛暑の影響か糖度が高い



品種特性よりも栽培環境に大きく影響を受ける

pH…滴定酸度と負の相関(R=-0.77)

糖酸比…加工時に把握しておくことが重要

原料果の調査

○糖度、滴定酸度、pH、糖酸比

pH…滴定酸度と負の相関($R=-0.77$)、**糖酸比**…都度把握しておくことが重要

→農産加工や中小の加工場を想定

糖度、**pH**、欲をいえば**滴定酸度**を測定して

糖酸比を把握すると安定した製造が可能

糖度計



- 数千～
数万円程度
- 簡便
- 校正も簡単

pHメータ



- 数万～
数十万円程度
- 簡便
- 校正必要

滴定酸度

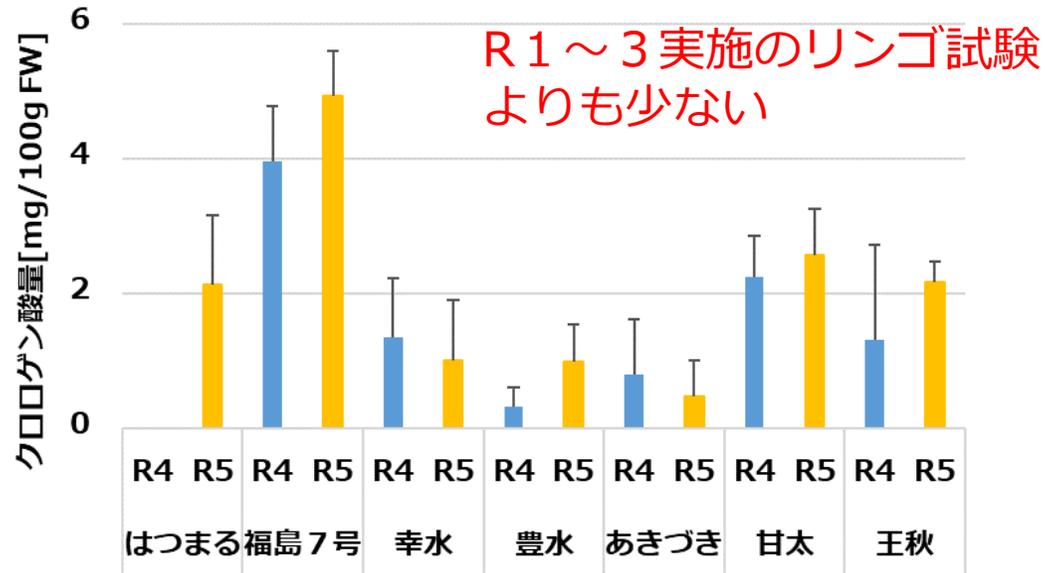


- 数千円程度
- 手分析なので
習熟必要
- 試薬を使うので
少しハードル高い

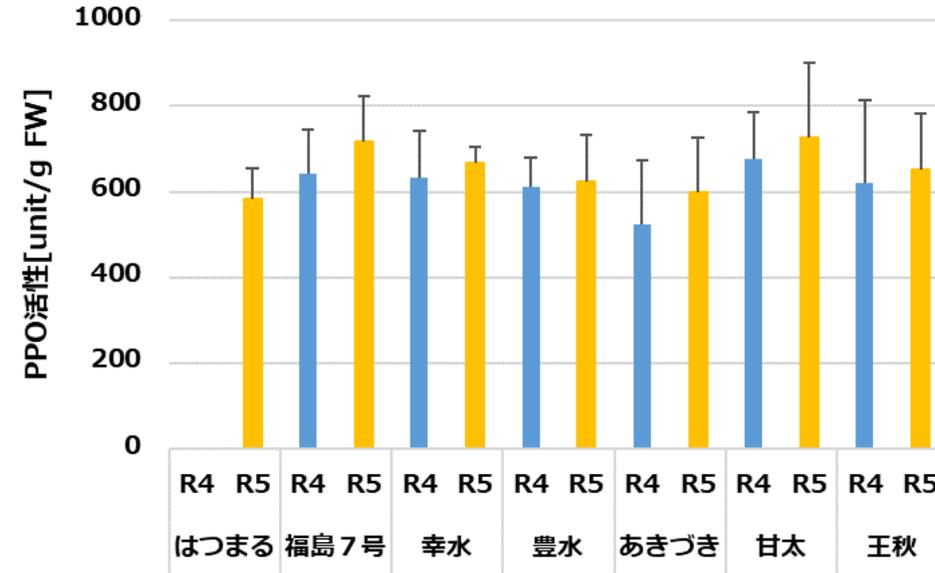
※Atago製品ばかり映ってますが特定のメーカーを推奨しているわけではありません

原料果の調査

○クロロゲン酸含有量



○PPO活性



○褐変特性

| 品種 | 初期褐変速度 [/min] | | 褐変度 | |
|------|------------------|------|------|------|
| | R4 | R5 | R4 | R5 |
| はつまる | 1.35 | 1.35 | 5.11 | 5.11 |
| 福島7号 | 1.43 | 1.24 | 4.60 | 4.99 |
| 幸水 | 1.68 | 1.46 | 5.48 | 6.02 |
| 豊水 | 1.46 | 1.62 | 3.39 | 3.36 |
| あきづき | 1.97 | 1.74 | 4.76 | 5.48 |
| 甘太 | 1.88 | 2.05 | 3.47 | 4.56 |
| 王秋 | 1.78 | 1.84 | 3.29 | 3.93 |

- ・クロロゲン酸は品種による差があるが、含有量は少ない
 - ・PPO活性は品種、年による差がない
 - ・早生は初期褐変速度低く、晩生は高い傾向
 - ・初期褐変速度と褐変度に関係が見られない
- **基質が少ないため酵素的褐変は起こりにくい**

果汁の加工特性 (R4 結果)

○官能評価(65℃10分加熱殺菌のジュース)

| 品種 | 褐変 | イモ臭 | 香り | 酸味 | 甘味 | 総合 |
|------|------|----------|---------|---------|----------|----------|
| 幸水 | 0.00 | -2.20 ** | 1.80 ** | 2.20 ** | -1.80 * | 0.20 |
| 豊水 | 0.20 | -2.00 ** | 1.60 | 2.40 ** | -1.20 | 1.20 |
| あきづき | 0.00 | -0.60 * | 1.00 | 2.20 ** | -1.60 ** | 0.80 |
| 甘太 | 0.00 | -1.20 * | -0.20 | 1.80 ** | -1.00 | -1.00 |
| 王秋 | 0.00 | -1.60 * | 0.20 | 2.00 ** | -1.60 ** | -1.00 ** |

1)パネルは5名(男性2名、女性3名)、基準は各品種の85℃30分加熱殺菌のジュース(0.0)とした

2)*、**はそれぞれ5%水準、1%水準で基準との間に有意差あり(t検定)

イモ臭…7段階で評価(-3:とても弱い~0:基準と同じ~+3:とても強い)

いずれの品種も基準より弱い



加熱殺菌条件を穏やかに

→**劣化臭の発生を抑制**できる可能性

DMS(ジメチルスルフィド)に関する報告

・ナシ、ミカン等

…加熱時に発生する劣化臭と関連

・スイカ

…70℃以上の加熱で生成、温度の上昇と共に生成量 ↑

果汁の加工特性 (R4 結果)

○官能評価(65℃10分加熱殺菌のジュース)

| 品種 | 褐変 | イモ臭 | 香り | 酸味 | 甘味 | 総合 |
|------|------|----------|---------|---------|----------|----------|
| 幸水 | 0.00 | -2.20 ** | 1.80 ** | 2.20 ** | -1.80 * | 0.20 |
| 豊水 | 0.20 | -2.00 ** | 1.60 | 2.40 ** | -1.20 | 1.20 |
| あきづき | 0.00 | -0.60 * | 1.00 | 2.20 ** | -1.60 ** | 0.80 |
| 甘太 | 0.00 | -1.20 * | -0.20 | 1.80 ** | -1.00 | -1.00 |
| 王秋 | 0.00 | -1.60 * | 0.20 | 2.00 ** | -1.60 ** | -1.00 ** |

1) パネルは5名(男性2名、女性3名)、基準は各品種の85℃30分加熱殺菌のジュース(0.0)とした

2) *, **はそれぞれ5%水準、1%水準で基準との間に有意差あり(t検定)

褐変…4段階で評価(0:基準と同じ、又は基準の方が褐変している～+3:とても褐変している)
いずれの品種も基準と有意な差は無し

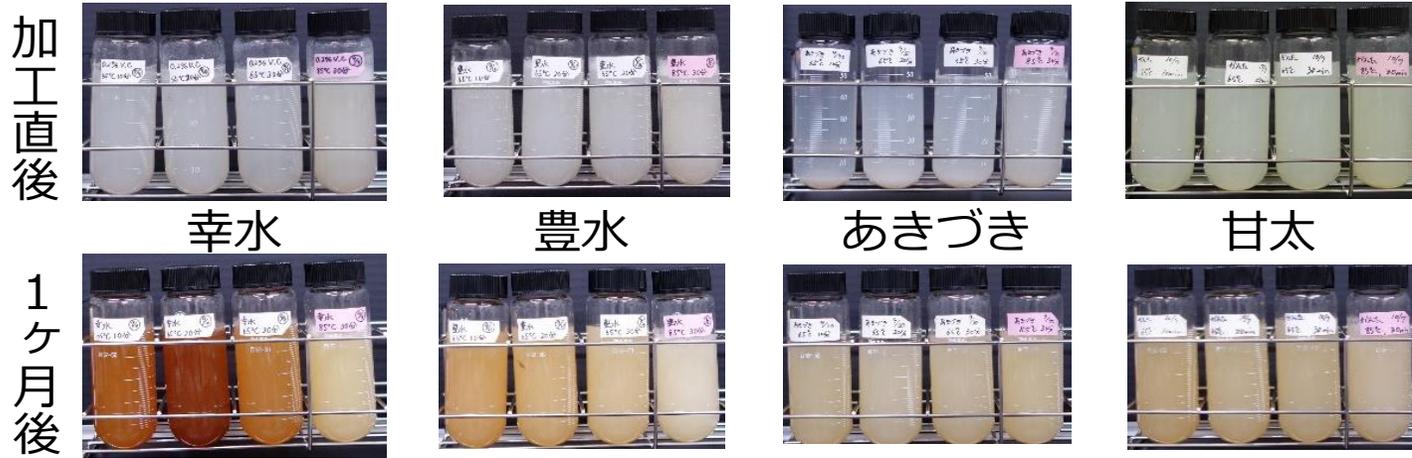


0.2% ビタミンCの添加と65℃10分の加熱殺菌
→冷蔵保存時の**褐変を抑制**できる



加工・保存による褐変

○加工・保存による褐変



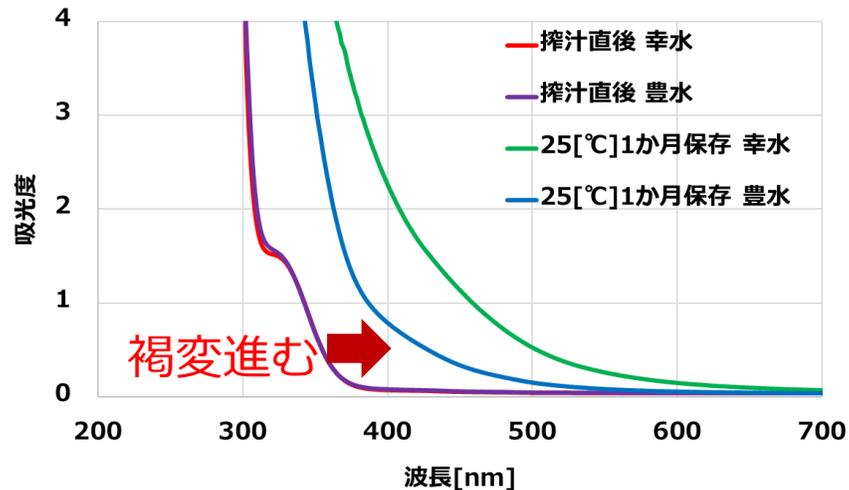
加工直後と1ヶ月後の写真を比較(左から65°C10分, 20分, 30分, 85°C30分)

冷蔵では褐変しないが
25°Cで1か月保存すると
褐変してしまう



品種によるものなのか？
褐変の要因は何か？

○酵素除去果汁のスペクトル



- 酵素除去試料及び加熱殺菌により PPO活性がないことを確認→**非酵素的褐変**
- 保存による褐変には特異的な吸収がない
保存により**メイラード反応**が起こり、
様々な色素を持つ反応物が生成

加工・保存による褐変

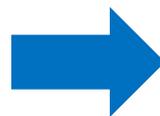
○褐変に対するメイラード反応の寄与度はみられないか？

| 品種 | 加工条件 | フルクトース | | グルコース | | スクロース | | ソルビトール | | |
|----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----|
| | | 加工直後 | 1か月後* | 加工直後 | 1か月後* | 加工直後 | 1か月後* | 加工直後 | 1か月後* | |
| 豊水 | 65[°C] | 1 0分 | 3.8 | 5.3 | 1.4 | 3.4 | 3.9 | 0.6 | 3.4 | 3.4 |
| | | 2 0分 | 3.9 | 5.2 | 1.7 | 3.1 | 3.8 | 0.6 | 3.4 | 3.3 |
| | | 3 0分 | 4.0 | 5.4 | 1.4 | 3.3 | 4.1 | 0.7 | 3.6 | 3.4 |
| | 85[°C] | 3 0分 | 4.1 | 4.4 | 1.6 | 1.7 | 4.5 | 4.2 | 3.7 | 3.8 |
| 王秋 | 65[°C] | 1 0分 | 4.6 | 5.1 | 1.4 | 1.9 | 2.6 | 2.3 | 2.5 | 2.8 |
| | | 2 0分 | 4.7 | 4.8 | 1.5 | 1.8 | 2.6 | 2.5 | 2.7 | 2.6 |
| | | 3 0分 | 4.9 | 4.9 | 1.4 | 1.6 | 2.7 | 2.3 | 2.7 | 2.6 |
| | 85[°C] | 3 0分 | 5.3 | 5.2 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 2.7 | 2.9 | 2.9 |

*25[°C]で1か月保存

[w/v%]

豊水の65°C加熱
 保存中にスクロースが減少し、
 フルクトースとグルコースが増加
 豊水の85°C加熱と王秋
 保存による変化見られず



糖組成からはメイラード反応の
 寄与は見られなかった

豊水と王秋は保存による褐変が同程度
 複数の要因により褐変している可能性

加工・保存による褐変

○品種による褐変性の違い



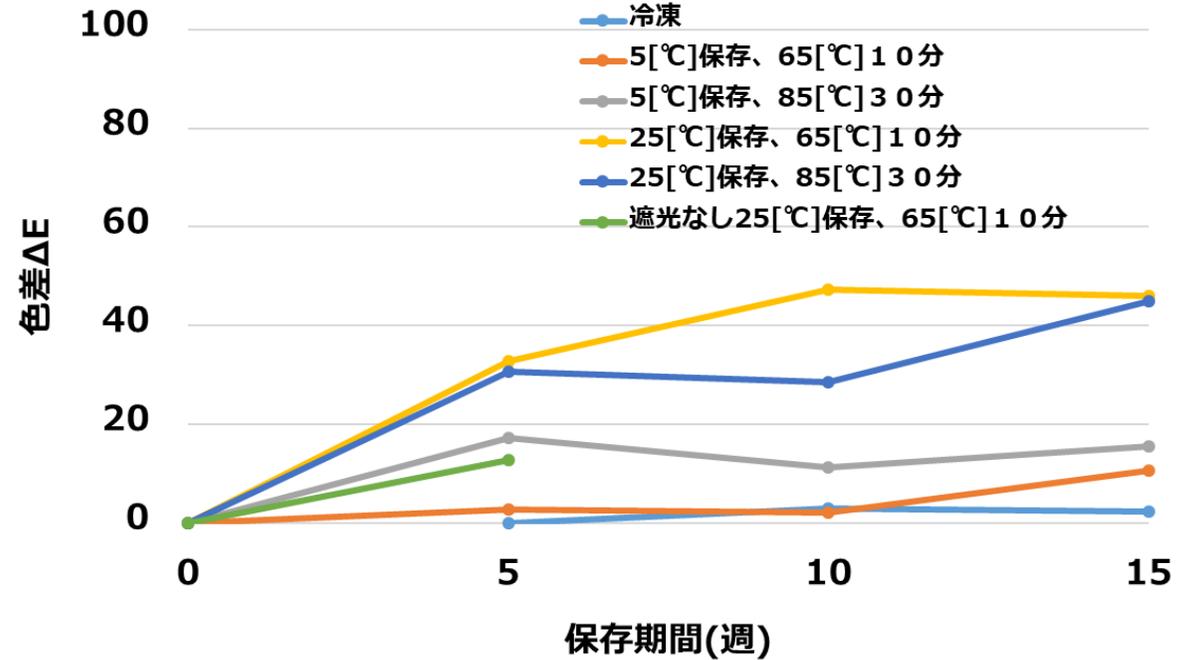
25°C保存1ヶ月後の写真を比較
(左から65°C10分, 20分, 30分, 85°C30分)

褐変への影響

品種 < 果実中の成分

加熱による褐変 < 保存による褐変

○光の影響

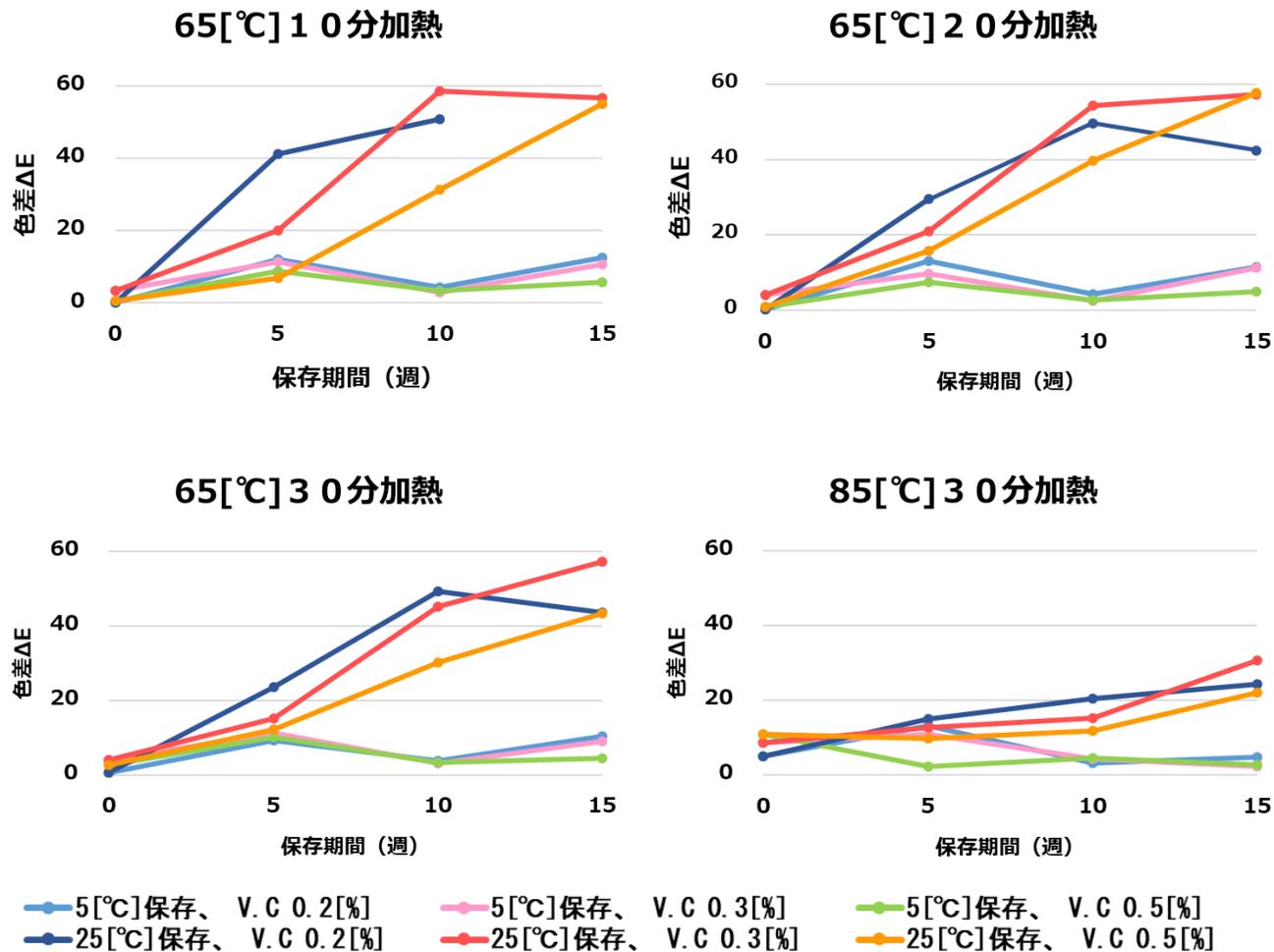


あきづきジュースを遮光保存
各加工条件の加工直後を基準とした

遮光では褐変を抑制できなかった
低温貯蔵は褐変抑制に有効

加工・保存による褐変

○ビタミンC添加による褐変抑制



V.Cを添加した甘太ジュースの色調の変化
 V.C 0.2[wt%]、65[°C] 10分加熱直後を基準とした

ビタミンC添加量を増やすことで
 わずかに褐変を抑制
 加工条件が弱いと抑制できない
低温での保存は褐変抑制に有効

| V.C添加量 | 加工条件 | ジュース中の総V.C量[w/v%] | | | | | |
|--------|------------|-------------------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | 5[°C]保存 | | | 25[°C]保存 | | |
| | | 5週 | 10週 | 15週 | 5週 | 10週 | 15週 |
| 0.2[%] | 65[°C] 10分 | 1.2 | 1.2 | 1.0 | 0.6 | 0.1 | 0.1 |
| | 65[°C] 20分 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 0.6 | 0.1 | 0.0 |
| | 65[°C] 30分 | 1.0 | 1.3 | 0.9 | 0.5 | 0.1 | 0.0 |
| 0.3[%] | 85[°C] 30分 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| | 65[°C] 10分 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | 0.8 | 0.2 | 0.0 |
| | 65[°C] 20分 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 0.7 | 0.2 | 0.0 |
| 0.5[%] | 65[°C] 30分 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 0.6 | 0.2 | 0.1 |
| | 85[°C] 30分 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| | 65[°C] 10分 | 1.3 | 1.8 | 1.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 |
| 0.5[%] | 65[°C] 20分 | 1.3 | 1.8 | 1.5 | 0.7 | 0.3 | 0.2 |
| | 65[°C] 30分 | 1.3 | 2.2 | 1.3 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
| | 85[°C] 30分 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |

保存温度が高いと減少
 85°C殺菌だと加熱時に減少？
 ビタミンC分解による褐変？

まとめ

◆原料果の調査

- 品種特性よりも栽培環境に大きく影響を受ける
→糖酸比を把握し、加工時の補糖の目安に活用
- PPOの基質が少ないため、酵素的褐変は起こりにくい

◆果汁の加工特性

- 0.2% L-アスコルビン酸の添加→冷蔵保存時の褐変を抑制
加熱殺菌条件を穏やかに→劣化臭の発生を抑制できる可能性

◆加工・保存による褐変

- 褐変はメイラード反応、ビタミンCの分解等の複数の要因
- 遮光、ビタミンCの添加では常温保存での褐変を抑制できなかったが、
冷凍、冷蔵保存で褐変が抑制できた
→低温保存することで、穏やかな殺菌条件でも
褐変と劣化臭の発生を抑制できる

課題

◆褐変の抑制

メタリン酸ナトリウムなどの安定剤が市販されている
今回の研究でも取り扱ったが試行数が少なく、
褐変の抑制もできなかつたため、データは掲載していない

◆劣化臭の特定

果汁を加熱殺菌すると焼き芋のような劣化臭がすることがある
ジメチルスルフィドなどの含硫化合物が原因と言われているが
今回は未同定