

# 福島県産ナシの加工特性の解明（第2報）

## Elucidation of characteristics for processing of pears made in Fukushima prefecture

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 菊地伸広 馬淵志奈 齋藤啓太 渋川幸恵  
農業総合センター 生産環境部 流通加工科 渡邊ゆきの

福島県産ナシを利用した加工品開発に繋げるため、原料果の糖度や滴定酸度、ポリフェノール酸化酵素(PPO)活性、褐変特性等を調査した。その結果、糖度や滴定酸度は品種特性よりも栽培環境に影響を受けるため、加工においては糖酸比を指標にすることが重要であることが分かった。また、加工初期における酵素的褐変が起こりにくいのは基質が少ないためであることが分かった。保存における非酵素的褐変の抑制には低温貯蔵が有効だった。

**Key words:** ナシ、ジュース、糖酸比、褐変

## 1. 緒言

福島県では様々な果実が栽培されているが、中でもナシ(日本なし)は令和4年産の収穫量が約15,200[t]に上り、全国では4位、東北では1位である<sup>1)</sup>。ナシの多くは生食用として消費される一方、生果の貯蔵性や消費形態の多様化の観点からナシを利用した加工品開発の支援が必要である。しかし、福島県産のナシについて加工に関する知見は少ない。当所では過去にナシ「幸水」、「豊水」の利用技術を調査し<sup>2)</sup>、果肉の急速凍結・解凍後の褐変防止及びドリップ発生について試験を実施したが、果肉の加熱加工品や果汁に関する情報は無い。

本研究では、県内で生産されるナシを対象に原料果の特徴と果肉及び果汁の加工特性を明らかにし、ナシ加工品開発の一助となる基礎的知見を得ることを目標として原料果の品種特性を調査した。また、ジュースに加工した際の褐変性とその抑制について検証を行った。

## 2. 実験

### 2. 1. 供試材料

福島県農業総合センター果樹研究所にて令和5年度に収穫されたナシを使用した。原料果の調査品種は収穫順に「はつまる」、「ナシ福島7号(以下福島7号と表記)」、「幸水」、「豊水」、「あきづき」、「甘太」、「王秋」の7品種とした。このうち「福島7号」は福島県が育成した品種登録検討系統である。いずれの品種も1[°C]で貯蔵し、収穫から1週間以内に原料果の分析、ジュース加工を行った。

### 2. 2. 原料果の分析

#### 2. 2. 1. 糖度、滴定酸度、pH、糖酸比

剥皮・除芯した果肉をブレンダー(THM332、テスコム電機(株))で破碎し、ろ過して得られた果汁の糖度、滴定酸度、pHを測定した。糖度は、ポケット糖度計

(PAL-J、(株)アタゴ)を用いて測定した。滴定酸度は、フェノールフタレインを指示薬として0.1[mol/L]水酸化ナトリウムで中和滴定した値から求め、リンゴ酸の質量パーセント濃度に換算した。pHは、pHメーター(HM-60G、東亜ディーケーケー(株))を用いて測定した。糖酸比は、糖度を滴定酸度で除して算出した。

#### 2. 2. 2. クロロゲン酸

剥皮・除芯した果肉を細断して電子レンジで60秒間加熱し、80[%] MeOHを加えてホモジナイザー(PT3100、KINAMATICA)で破碎した。ろ過して得られた抽出液のクロロゲン酸含有量を高速液体クロマトグラフ(LC-4000、日本分光(株))を用いて測定した。

#### 2. 2. 3. PPO(ポリフェノール酸化酵素)活性

剥皮・除芯した果肉を細断し、McIlvaine buffer(pH4.0)を加えて氷冷しながらホモジナイザーで破碎した。ろ液を粗酵素液として4[mmol/L]クロロゲン酸に加えて30[°C]で5分間反応させた。反応停止液として2[%]メタリン酸水溶液を加え、マイクロプレートリーダー(MQX200、BioTek)を用いて325[nm]の吸光度を測定し、減少分をPPO活性とした。

#### 2. 2. 4. 褐変特性

すりおろした果肉を直ちに測定用のセルに詰め測色色差計(ZE-2000、日本電色工業(株))で $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ を60分間測定し、色差 $\Delta E$ の経時変化を算出した。測定時の室温及び果実の品温は $25\pm 1[°C]$ に統一し、最初の10分間は20秒ごと、10分経過後は1分ごとに測定した。最初の20秒間における $\Delta E$ 変化量の傾きを初期褐変速度[ $\Delta E/\text{min}$ ]、測定終了時の $\Delta E$ を褐変度とした。

### 2. 3. 果汁の加工特性

#### 2. 3. 1. ジュース加工方法

剥皮・除芯した果肉に0.2[wt%]L-アスコルビン酸

(ビタミンCの別称、以下V. Cと表記)を添加しながらジューサー (EVO-800、(株) NUC JAPAN) で搾汁し、65[°C] 10分、20分、30分加熱殺菌のジュースと85[°C] 30分加熱殺菌のジュースを作製した。

65[°C]加熱殺菌のジュースは、清涼飲料水の規格基準<sup>3)</sup>においてpHが4.0未満であることが定められているため、果汁にDL-リンゴ酸を添加してpHを3.8に調整した。その後、ガス火で65[°C]達温となるまで加熱してビンに充填し、更に65[°C]で10分間加熱した。

85[°C] 30分加熱殺菌のジュースは、清涼飲料水の規格基準<sup>3)</sup>においてpHが4.0以上4.6未満であることが定められているため、搾汁直後の果汁がpH4.6未満であることを確認した。その後、ガス火で85[°C]達温から15分間加熱してビンに充填し、更に85[°C]で15分間加熱した。

### 2. 3. 2. 搾汁直後のpH、DL-リンゴ酸添加量、歩留まり、粘度、パルプ量

加工中、ジューサーで搾汁した直後の果汁のpHを測定した。また、pH調整のために添加したDL-リンゴ酸の果汁100[g]あたりの重量を算出した。歩留まりは、ビン充填前のジュースの重量を加工に使用した原料果の重量で除して算出した。粘度、パルプ量は、いずれも65[°C] 10分加熱殺菌のジュースを用いて測定した。粘度は、ジュースを粘度計 (VISCOTM-895、(株) アタゴ) に入れ、60[rpm]で1分間測定した時の値とした。パルプ量は、ジュースを卓上遠心機(H-19FMR、(株) コクサン) で3000[rpm] 10分間遠心分離して得られた沈殿物の容積から算出した。

## 2. 4. 褐変性とその抑制

### 2. 4. 1. 初期褐変

初期褐変は2. 2. 4の褐変特性の結果を用いた。また、搾汁直後の果汁に遠心式限外ろ過フィルター(MW 30,000)を用いて酵素を除去し、分光光度計(UV-2550、(株) 島津製作所)でスペクトルを測定した。

### 2. 4. 2. 加工・保存による褐変とその抑制

ジュース加工直後の加熱による色調の変化を測色色差計で測定した。ジュースは1[°C]と25[°C]で1か月保存し、色調を測定した。

「あきづき」及び「甘太」は5[°C]、25[°C]で5、10、15週間保存し、色調を測定した。「あきづき」は保存期間中遮光した。「甘太」は、ジュース加工の際にV. Cを0.2、0.3、0.5[wt%]添加した。総V. C量はヒドラジン法<sup>4)</sup>で、糖組成は高速液体クロマトグラフ(LC-4000、日本分光(株))を用いて測定した。

## 3. 結果及び考察

### 3. 1. 原料果の分析

#### 3. 1. 1. 糖度、滴定酸度、pH、糖酸比

糖度、滴定酸度、pH、糖酸比の測定結果を表1に示す。

令和4年産<sup>5)</sup>と比較すると令和5年産の糖度は、高い傾向にあり、特に「あきづき」、「甘太」が高かった。「幸水」を除いて、生産年により糖度と滴定酸度にばらつきがあった。

糖酸比は果実において甘酸のバランスの指標とされており<sup>6)</sup>、糖酸比が高いほど甘味を強く感じ、低いほど酸味を強く感じる傾向がある。令和5年産では、「福島7号」、「あきづき」の糖酸比が高く、他の品種よりも甘味を強く感じやすいと推測された。一方、糖酸比の低い「豊水」と「王秋」は他の品種よりも酸味を強く感じやすいと推測された。「幸水」は糖度、滴定酸度に生産年によるばらつきが少ないため、糖酸比も生産年による差が少なかった。

表1 原料果の糖度、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

令和4年産の結果は前報<sup>5)</sup>より引用

### 3. 1. 2. クロロゲン酸

原料果のクロロゲン酸量の測定結果を図1に示す。

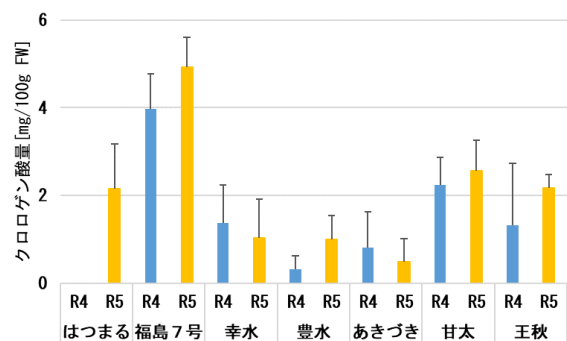


図1 原料果のクロロゲン酸量 (n=5)

1) 令和4年産の結果は前報<sup>5)</sup>より引用

2) エラーバーは標準偏差を示す

クロロゲン酸量は品種ごとに特徴があり、「福島7号」が最も多く、「豊水」、「あきづき」が少なかった。

### 3. 1. 3. PPO活性

PPO活性の測定結果を図2に示す。

品種ごとのPPO活性に有意な差は確認されなかった。また、生産年による差も見られなかった。

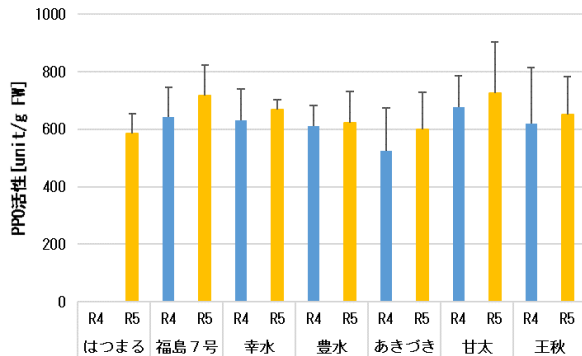


図2 原料果のPPO活性 (n=5)

- 1) 令和4年産の結果は前報<sup>5)</sup>より引用
- 2) エラーバーは標準偏差を示す

### 3. 1. 4. 褐変特性

初期褐変速度及び褐変度の測定結果を表2に示す。

初期褐変速度は晩生品種である「あきづき」、「甘太」、「王秋」が高く、早生品種である「はつまる」や「福島7号」が低かった。初期褐変速度が大きい品種は加工中も褐変がより速やかに進行し、加工品の色調不良を引き起こすと推測していたが、令和5年産「福島7号」や「幸水」のように初期褐変速度が低くても褐変度が高い品種があり、初期褐変速度の差だけで加工品の色調に及ぼす影響を推測することはできなかった。

表2 原料果の褐変特性

品種	初期褐変速度 [1/min]		褐変度	
	R4	R5	R4	R5
はつまる		1.35		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

令和4年産の結果は前報<sup>5)</sup>より引用

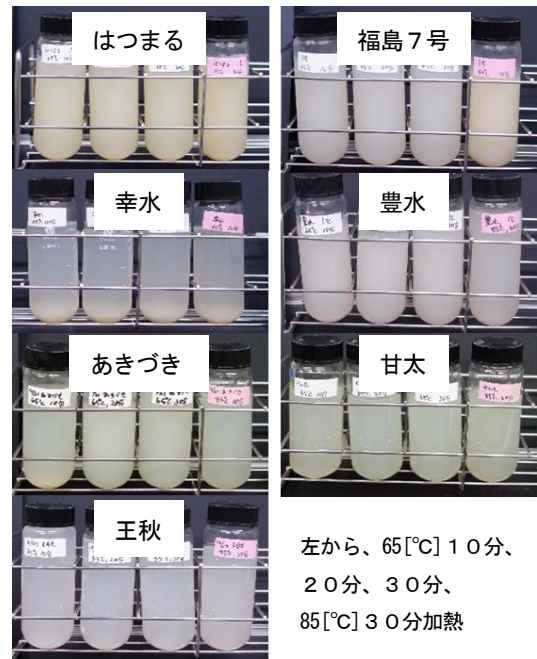
### 3. 2. 果汁の加工特性

#### 3. 2. 1. ジュース加工

加工直後のジュースの外観写真を図3に示す。

「はつまる」、「福島7号」及び「王秋」のジュースの加工直後の外観は85 [°C] 30分加熱において褐変が進んでいたが、65 [°C] 加熱では加熱時間による差は見られなかった。その他の品種は加熱条件による色調の変化はあまり見られなかった。色差については3.

3. 2. で後述する。



左から、65 [°C] 10分、  
20分、30分、  
85 [°C] 30分加熱

図3 加工直後のジュースの外観

#### 3. 2. 2. 搾汁直後のpH、DL-リンゴ酸添加量、歩留まり、粘度、パルプ量

ジュースの各種測定値を表3に示す。

搾汁直後のpHはいずれも4.6未満であったため、85 [°C] 30分加熱殺菌のジュースはpH調整を行わずに加工した。65 [°C] 10分加熱殺菌のジュースを加工するために添加したDL-リンゴ酸の果汁 100 [g]あたりの重量は、搾汁直後のpHが高い品種ほど多く、原料果の滴定酸度と負の相関を示した (R=-0.77)。歩留まりは令和5年産では品種による差が見られなかった。粘度とパルプ量は令和4年産<sup>5)</sup>に比較して令和5年産の方が多かった。令和5年産のナシは表1に示した糖度も高い傾向があり、収穫時期までの猛暑の影響により水分量が少なくなりその分パルプ量や糖度が高く、粘度が増したと考えられた。

表3 ジュースの各種測定値

	搾汁直後の pH		リンゴ酸添加量 [g/100g]		歩留まり [wt%]		粘度 [mPa·s]		パルプ量 [vol%]	
	R4	R5	R4	R5	R4	R5	R4	R5	R4	R5
はつまる		4.49		0.120		65.6		1.92		1.9
幸水	4.37	4.55	0.192	0.176	64.8	66.7	1.53	2.28	1.0	3.3
豊水	4.14	4.34	0.137	0.207	55.0	66.4	1.90	2.40	1.1	5.0
あきづき	4.37	4.37	0.179	0.214	64.0	64.8	1.82	2.08	1.9	3.9
甘太	4.31	4.32	0.155	0.200	65.8	65.2	1.89	1.95	1.0	2.0
王秋	4.12	4.26	0.104	0.140	59.1	66.9	1.74	1.83	0.7	1.0

令和4年産の結果は前報<sup>5)</sup>より引用

### 3. 3. 褐変性とその抑制

#### 3. 3. 1. 初期褐変

クロロゲン酸量(図1)、総ポリフェノール量(データ

未掲載)、PPO活性(図2)と初期褐変速度及び褐変度(表2)との相関係数を表4に示す。

リンゴでは、クロロゲン酸含有量と初期褐変速度は正の相関を持つことを報告したが<sup>7)</sup>、ナシではいずれの数値にも相関は確認されなかった。また、リンゴと比較してクロロゲン酸量が少なく、ナシはPPOの基質が少ないと推測された。Tsurutaniら<sup>8)</sup>も、ナシがリンゴと同程度のPPO活性を示していても褐変の程度が弱いのは基質量が少ないためであることを報告している。

なお、総ポリフェノール量もクロロゲン酸量と同様に品種ごとに特徴があり、「福島7号」、「甘太」、「王秋」が多く、「幸水」、「豊水」、「あきづき」が少なかった。ナシのポリフェノールにはクロロゲン酸の他、アルブチン、カフェ酸が含まれており、成熟に伴い、総ポリフェノール量が減少することが報告されている<sup>9)</sup>。

従って、クロロゲン酸含有量、総ポリフェノール量、PPO活性がナシの褐変特性に及ぼす影響は小さい可能性が示唆された。このことから、ナシは生食のような時間をおかずに喫食する場合に褐変が起こりにくく、その理由は加工初期の褐変に関わる酵素的褐変の影響が少ないためであることが分かった。

表4 各種測定値と褐変特性との相関係数 (n=35)

	クロロゲン酸量	総ポリフェノール量	PPO活性
初期褐変速度	-0.26	0.35	-0.06
褐変度	0.07	-0.08	-0.33

搾汁直後の果汁に遠心式限外ろ過フィルターを用いて酵素を除去した試料のスペクトルを図4に示す。

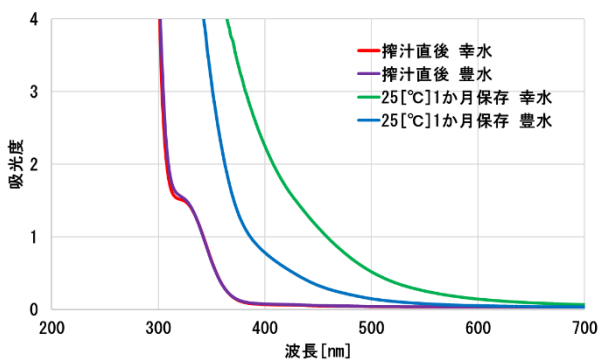


図4 酵素を除去した果汁のスペクトル

図には示していないが、すべての品種で「幸水」や「豊水」と同様に25[°C]1か月保存により褐変し、吸光度が増加した。保存後のスペクトルを見ると特異的な極大吸収がないことから、保存中に様々な色素を持つ反応物が生成されるメイラード反応が進んだと推測された。

なお、酵素除去試料及びジュース加工のどの加工条

件においてもPPO活性がないことを予備試験で確認した(データ未掲載)。そのため、加工後の褐変に関しては非酵素的褐変の影響を検証することとした。

### 3. 3. 2. 加工・保存による褐変とその抑制

ジュース加工直後(外観は図3に示した通り)及び25[°C]で1か月保存したジュースの色調の変化を表5に、1か月保存後の「幸水」のジュースの外観を図5に示す。

表5 ジュース加工による色調の変化

品種	加熱条件	加工直後			25[°C]1か月保存後			ΔE	
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
はつまる	65[°C]	10分	77.69	2.65	21.73	68.89	8.74	55.84	35.75
		20分	77.29	2.76	21.90	71.14	7.67	52.14	31.25
	85[°C]	30分	78.19	2.61	21.45	78.44	2.13	30.15	8.72
		30分	66.55	4.70	27.49	70.16	3.92	36.41	9.65
福島7号	65[°C]	10分	81.62	1.94	19.37	61.94	14.81	63.09	49.64
		20分	81.08	2.04	19.79	71.08	7.71	58.76	40.63
	85[°C]	30分	80.38	2.20	20.20	68.41	9.86	61.03	43.23
		30分	70.44	4.01	27.35	82.47	0.68	24.68	12.76
幸水	65[°C]	10分	72.51	3.72	24.63	74.51	2.97	29.43	5.25
		20分	73.83	3.41	23.96	77.02	2.27	29.38	6.39
	85[°C]	30分	72.85	3.54	24.40	75.69	2.64	28.76	5.28
		30分	72.15	3.55	24.62	75.41	2.64	27.27	4.30
豊水	65[°C]	10分	78.67	2.58	22.77	79.60	2.05	33.61	10.89
		20分	78.58	2.64	22.88	80.39	1.60	29.27	6.72
	85[°C]	30分	78.39	2.64	23.05	81.03	1.59	24.91	3.40
		30分	78.49	2.56	23.21	77.71	2.41	26.88	3.75
王秋	65[°C]	10分	83.19	1.58	17.97	80.58	1.39	28.50	10.85
		20分	83.06	1.56	18.24	80.99	1.32	27.42	9.41
	85[°C]	30分	81.89	1.65	18.14	81.96	1.08	23.99	5.88
		30分	79.74	2.06	20.93	76.32	2.28	27.61	7.51

ΔEは各加工条件の加工直後を基準とした色差を示す



図5 1か月保存後の幸水の外観

1) 左: 令和4年産、右: 令和5年産

2) 左から、65[°C]10分、20分、30分、85[°C]30分加熱

「はつまる」、「福島7号」、「王秋」は、加工条件が強い85[°C]30分加熱で褐変が強く進んだ一方で、65[°C]で加工した場合やその他の品種では加熱による色調への影響は少なかった。これは令和4年産(データ未掲載)でも同様だった。

図5にあるように「幸水」は保存中に褐変が進むが生産年により褐変の度合いが異なることから、保存による褐変は品種特性によるものではないと推測された。

令和5年産の結果を見ると「はつまる」や「福島7号」の保存による褐変の程度が大きかったが、糖度は他の品種と比較して高くはなかったことや加工条件が弱い方が褐変していることから、加工後の褐変に関してはメイラード反応以外の要因も影響していると考えられた。

「あきづき」のジュースを遮光保存した際の色調の変化を図6に、「甘太」にV.Cを添加して加工したジ



ユースの色調の変化を図7に示す。

図6から、色調の保持には低温で保存することが有効である一方、遮光の効果は認められなかった。また、図7から、V.Cの添加量を増やすことで褐変をわずかに抑制できたが、加工条件が弱い場合には色差が大きくなり、褐変は抑制できなかつた。

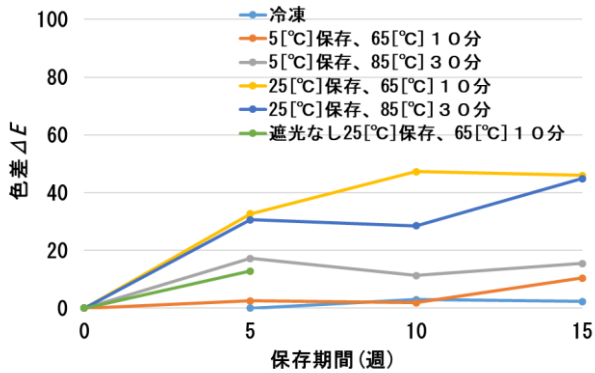


図6 遮光保存したあきづきジュースの色調の変化  
各加工条件の加工直後を基準とした

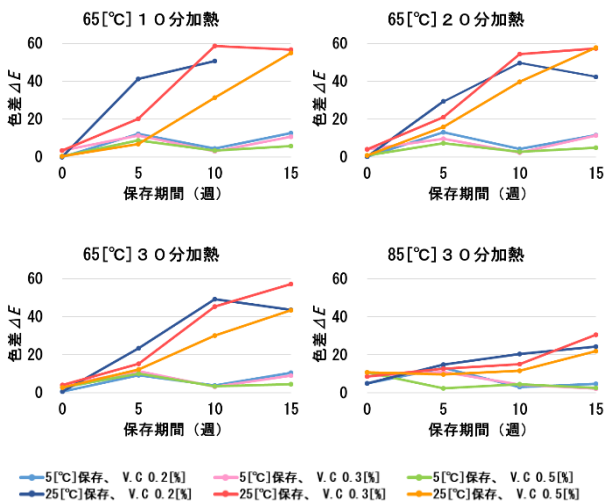


図7 V.Cを添加した甘太ジュースの色調の変化  
V.Cを0.2[wt%]添加し、65[°C]10分加熱したジュースの加工直後を基準とした

表6に、「甘太」ジュースの保存期間中の総V.C量の変化を示す。

65[°C]で加熱したジュースを5[°C]で保存した場合は総V.C量が保持されていたが、25[°C]保存の場合は保存により減少した。これはV.Cの添加量が多くても同様だった。85[°C]で加熱した場合、保存5週間の時点で減少していた。V.Cは果汁などの弱酸性下で嫌気状態でも徐々に酸分解し、フルフラールなどのフラン化合物を生成することが知られており<sup>10)</sup>、ナシジュース加工でも同様にV.Cが酸分解して褐変が進んだ可能性が考えられた。

「豊水」及び「王秋」の糖組成の変化を表7に示す。

表6 甘太ジュース保存期間中の総V.C量の変化

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

「豊水」の加熱条件が65[°C]のジュースは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した。一方で「豊水」の加熱条件が85[°C]のジュース及び「王秋」のジュースは保存による変化が見られなかった。そのため、糖組成からはジュースの褐変にメイラード反応がどの程度影響しているか確認できなかった。表5の結果から、「豊水」及び「王秋」のジュースは保存により同程度の色調の変化が起こっているが、表7の結果から、糖組成の変化は品種によって異なることから複数の要因により色調が変化していると考えられた。

表7 豊水及び王秋の糖組成

品種	加工条件	フルクトース		グルコース		
		加工直後	1か月後*	加工直後	1か月後*	
豊水	65[°C]	10分	3.8	5.3	1.4	3.4
		20分	3.9	5.2	1.7	3.1
		30分	4.0	5.4	1.4	3.3
	85[°C]	30分	4.1	4.4	1.6	1.7
		30分	4.6	5.1	1.4	1.9
王秋	65[°C]	10分	4.7	4.8	1.5	1.8
		20分	4.9	4.9	1.4	1.6
		30分	5.3	5.2	1.8	1.8
	85[°C]	30分	3.4	3.4	3.9	0.6
		30分	3.4	3.3	3.8	0.6
豊水	65[°C]	10分	3.6	3.4	4.1	0.7
		20分	3.7	3.8	4.5	4.2
		30分	2.5	2.8	2.6	2.3
王秋	65[°C]	10分	2.7	2.6	2.6	2.5
		20分	2.7	2.6	2.7	2.3
		30分	2.9	2.9	3.0	2.7
	85[°C]	30分	2.9	2.9	3.0	2.7
		*25[°C]で1か月保存				[w/v%]

図4～7及び表5～7の結果から、加工による褐変は、加工条件が強いと変化しやすい品種があるが、保存による褐変に比較すると変化の度合いは少なく、清涼飲料水の規格基準<sup>3)</sup>に則った加工は可能と考えられた。また、保存による褐変はメイラード反応やV.Cの分解などの複数の要因が関わっており、V.Cの添加や遮光保存では抑制できず、保存による褐変の抑制には低温での保存が最も有効だった。

## 4. 結言

ナシ原料果の品種特性や、果汁の加工特性について調査した。

原料果の糖度、滴定酸度は生産年によりばらつきがあり、品種特性よりも気候などの栽培環境に影響を受けていた。そのため、加工においては糖酸比を測定することで甘味や酸味のバランスを取ることが重要と考えられた。

原料果のクロロゲン酸量は、「福島7号」が最も多いなど品種により特徴があったが、PPO活性は品種間及び生産年で有意な差は見られなかった。

原料果の初期褐変度は晩生品種が高く、早生品種は低かったが、褐変度とは関連がなく、クロロゲン酸量、総ポリフェノール量、PPO活性とも相関が見られなかった。ナシが加工初期に褐変しにくいのは、リンゴと比較してPPOの基質が少ないためと推測された。

ジュースの加工では、「福島7号」、「王秋」のように加熱条件が強いと褐変が進みやすい品種がある一方で、加工ではあまり色調に変化が見られない品種もあった。

ジュースの各種測定値では、65[°C] 10分加熱殺菌のジュースを加工するために添加したDL-リンゴ酸の重量は、搾汁直後のpHが高い品種ほど多く、原料果の滴定酸度と負の相関を示した。令和5年産のナシジュースの粘度とパルプ量は令和4年産よりも増加し、収穫時期までの猛暑の影響を受けたと考えられた。

また、加工による褐変と褐変の抑制について検証した。

加工初期に寄与する酵素的褐変はナシに基質が少ないため起こりにくいが、加熱・保存により非酵素的褐変が生じ、褐変が進んだ。

加熱加工による褐変は、加工条件が強いと変化しやすい品種があるが、保存による褐変に比較すると変化の度合いは少なく、清涼飲料水の規格基準<sup>3)</sup>に則った加工は可能と考えられた。しかし、加工条件が弱いと加工直後の色調の変化は少ないが25[°C]で保存すると褐変が進みやすかった。また、保存による褐変はメイラード反応やV.Cの分解などの複数の要因が関わっており、V.Cの添加や遮光保存では抑制できず、保存による褐変の抑制には低温での保存が最も有効だった。

果実を加熱加工した場合、イモ臭のような劣化臭を生じることがあるが、前報<sup>5)</sup>から加熱条件を穏やかにすることで発生を抑制できる可能性がある。本報の結果から、低温で保存することで加熱条件が穏やかでも褐変しにくく、劣化臭の少ない果汁の加工ができる可能性があった。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、試験用の果実を提供い

ただいた福島県農業総合センター果樹研究所の皆様にご感謝を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 農林水産省. 令和4年産日本なし、ぶどうの結果樹面積、収穫量及び出荷量. [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka\\_gaiyou/sakumotu/sakkyou\\_kajyu/nasi\\_budou/r4/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/sakkyou_kajyu/nasi_budou/r4/index.html), (参照 2023-2-15).
- 2) 一条晶恵 他. 県産果実の高度利用技術開発(第1報). 平成22年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2011, p8-11.
- 3) 厚生労働省. 清涼飲料水の規格基準. <https://www.mhlw.go.jp/content/000832226.pdf>, (参照 2023-2-3)
- 4) 倉田忠男 他. ビタミンC定量法. 新・食品分析法, 1996, p444-447.
- 5) 馬淵志奈 他. 福島県産ナシの加工特性の解明(第1報). 令和4年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2022.
- 6) 平智 他. 数種果実における果肉の部位の違いが品質に及ぼす影響. 農業および園芸, 2016, p711-717.
- 7) 馬淵志奈 他. 福島県産果実の品質・加工適性評価(第2報). 令和2年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2021, p68-73.
- 8) Turutani,M., Murata,M. and Homma,S. Comparison of Enzymatic Browning of Japanese Pear and Apple. Food Sci.Techol.Res., 6(4),2000, p344-347.
- 9) 菅原哲也 他. 日本ナシ果実のポリフェノールおよびラジカル消去活性の熟度による変化. 日本食品科学工学会誌, 2013, p516-520.
- 10) 石井謙二 他. L-アスコルビン酸とその酸化分解. 栄養学雑誌, vol.48, No.4, 1990, p149-156.