

福島県産果実の品質・加工適性評価

Evaluation of characteristic and aptitude for food processing of fruits made in Fukushima prefecture

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 馬淵志奈 猪俣有唯 齋藤嵩典
農業総合センター 流通加工科 渡邊ゆきの 古川鞠子

県内加工業者による県産果実の利用を促進するため、リンゴの品種ごとに総合的な加工適性を評価した。福島県オリジナル品種を含むリンゴ8品種について、生果の成分や加熱後の物性等を分析し、混濁ジュースとソリッドパックを試作して官能評価を実施した。今後は試作する加工品の品目を変えて同様の調査を行い、それぞれの品種に適した加工方法を明らかにする。

Key words: リンゴ、糖、リンゴ酸、ポリフェノール、褐変、水溶性ペクチン、混濁ジュース、ソリッドパック

1. 緒言

本県では地元農産物を利用した加工品の開発が活発であり、その中でも生産量の多い果実はその加工用途が広く多彩な加工品が作り出されている。果実は様々な品種が生産されており、外観や味は個性に富んでいる。長野県や青森県ではリンゴの品種ごとに加工適性が報告されており^{1) 2)}、食品製造業者が果実加工品を開発する際の一助となっている。しかし、福島県内で栽培されるリンゴについて、品種に着目して成分の特徴や加工適性を詳細に調査した事例は少ない。また、同一の品種であっても産地が異なると成分等の特徴も変化する場合があり、必ずしも他県で得られた知見が本県産の果実に適用できるとは言えない。

更に近年、生鮮のリンゴとしては初の機能性表示食品が発売され注目を集めている。県産果実の機能性に関する知見は、生産者に対するPRや製品の高付加価値化への活用が期待される。

本研究では、リンゴの福島県オリジナル品種や県内で多く栽培されている品種を中心に成分や物性、機能性といった特徴を明らかにし、加工適性を総合的に評価することを目標としている。最終的には食品製造業者にとって利用しやすい形態で成果を提示して、県産果実の利用に繋げる。

2. 研究方法

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元年度に収穫されたリンゴを供試材料とした。調査品種は「紅玉(収穫日10月2日)」「福島7号(同10月7日)」「会津のほっぺ(同10月10日)」「シナノスイート(同10月10日)」「こうとく(同10月31日)」「玉林(同11月7日)」「ふじ(同11月21日)」「べにこはく(同12月3日)」の8品種とした。このうち「会津のほっぺ」「べにこはく」

は福島県オリジナル品種で、「福島7号」は福島県の品種登録検討系統である。

2. 2. 加工品

いずれの品種も1[°C]で貯蔵し、収穫から1週間以内に加工した。

2. 2. 1. 混濁ジュース

剥皮・除芯した果肉に原料の重量に対して0.1[%]のアスコルビン酸を加え、ジューサー(J-100、株式会社エフ・エム・アイ)で搾汁した。残った搾りかすはさらし袋に入れ、圧搾機により更に搾汁した。得られた果汁は鍋で85[°C]、15分間加熱して酵素を失活させ、ビンに入れて更に85[°C]、15分間加熱し殺菌した。

2. 2. 2. ソリッドパック

加熱後の果肉の物性を分析する破断荷重測定用の試料と官能評価用の試料を調製した。

破断荷重測定用の試料は、剥皮した果肉を2等分し、真空包装機(HPS-300A-G、ホシザキ電機株式会社)で真空包装してスチームコンベクションオープン(TSC0-4EBN3、タニコー株式会社)で90[°C]、40分間加熱した。官能評価用の試料は、剥皮・除芯した果肉を8等分し、破断荷重測定用と同様に真空包装してスチームコンベクションオープンで90[°C]、20分間加熱した。

2. 3. 原料果の分析

2. 3. 1. 糖組成・リンゴ酸含量

細断した果肉を電子レンジで60秒間加熱し、蒸留水を加えてホモジナイザー(PT3100、KINAMATICA)で破碎した。遠心して得られた上清を適宜希釈した後、HPLC(L-2000、株式会社日立ハイテク)で測定した。糖については、フルクトース、グルコース、スクロース、ソルビトールの組成を調査した。

2. 3. 2. ポリフェノール組成

クロロゲン酸及びプロシアニジン類の一種であるブ

ロシアニジンB 2をShojiら³⁾の方法を参考に測定した。

細断した果肉を電子レンジで60秒間加熱し、80[%] MeOHを加えてホモジナイザーで破碎した。遠心して得られた上清を適宜希釈した後、HPLC (EXTREMA 4000Model、日本分光株式会社)で測定した。

2. 3. 3. 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) で色差 ΔE の60分間の経時変化を測定した。測定時の室温及び品温は25[°C]に統一し、最初の10分間は20秒ごと、10分を経過した後は1分ごとに測定した。最初の20秒間における ΔE 変化量の傾きを初期褐変速度[$\Delta E/\text{min}$]、測定終了時の ΔE を褐変度とした。

2. 3. 4. 水溶性ペクチン

各品種の水溶性ペクチン及び貯蔵した「べにこはく」の水溶性ペクチンの変化を調査した。

細断した果肉 50[g]を精秤し、99[%] EtOHを200[mL]加え沸騰水中で15分間還流させた後、ろ過した。得られた残渣をミキサーで破碎し、吸引ろ過しながらフェノール-硫酸法で洗浄液の糖の反応が陰性になるまで70[%] EtOHで洗浄した。その後、80、90、99[%] EtOH、ジエチルエーテルで順次洗浄した。この風乾物を50[mg]精秤し、蒸留水を加え30分間振とうしてから12時間以上静置した。100[mL]に定容後、ろ過した液を用いてカルバゾール法により水溶性ペクチンを定量した。

2. 4. 加工品の分析と評価

2. 4. 1. 混濁ジュースの歩留まり及び糖度・酸度

2. 2. 1. で加工した混濁ジュースについて、1回目の加熱終了時の重量を原料の重量で除して混濁ジュース加工時の歩留まりを算出した。

製品の糖度・酸度についてはポケット糖酸度計 (PAL-BX|ACID5、株式会社アタゴ) で測定した。更に、糖度の値を酸度の値で除して糖酸度を算出した。

2. 4. 2. ソリッドパックの破断荷重

2. 2. 2. で調整したソリッドパックについて、テクスチャーアナライザー (TA.XT plus、英弘精機株式会社) で破断荷重を測定した。直径5[mm]の円柱プランジャーを使用し、測定速度1[mm/sec]で1.5[cm]まで貫入させ、最初に現れたピークに係る荷重を破断荷重とした。

2. 4. 3. 官能評価

混濁ジュース及びソリッドパックの官能評価は、当

所では醸造・食品科職員8名 (男性5名、女性3名)、農業総合センターでは流通加工科職員6名 (男性3名、女性3名) の計14名のパネルにより実施した。

混濁ジュースは外観、香り、食感、甘味、酸味、総合の5項目について、ソリッドパックは混濁ジュースの調査項目に食感を加えた6項目について、5段階評価 (甘味及び酸味は1:弱い~5:強い、それ以外の項目は1:良い~5:悪い) で評価を行った。

3. 結果及び考察

3. 1. 原料果の分析

3. 1. 1. 糖組成・リンゴ酸含量

糖組成の結果を図1、リンゴ酸の結果を図2に示す。

甘味度が高いフルクトースは「福島7号」に最も多く含まれていた。品種ごとの糖組成については、8品種のうち6品種ではフルクトース、スクロース、グルコース、ソルビトールの順に含まれていたが、「紅玉」ではフルクトース、グルコース、スクロース、ソルビトール、「べにこはく」ではフルクトース、スクロース、ソルビトール、グルコースの順で含まれていた。リンゴのみつ入り果にはソルビトールが多く蓄積することが報告されており⁴⁾、みつ入りが良好とされる「べにこはく」は相対的にソルビトールの割合が高くなったと考えられた。

リンゴ酸含量は「紅玉」「べにこはく」が多かった。この2品種はもともと酸味が強いことで知られており、それに準じた結果となった。

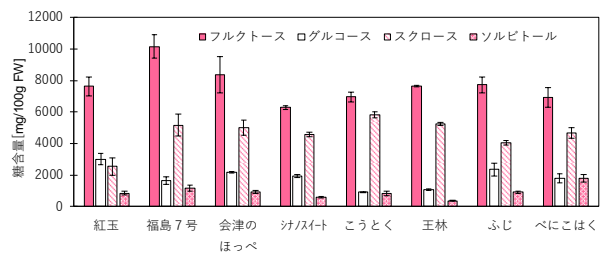


図1 各品種の糖組成 (n=3)

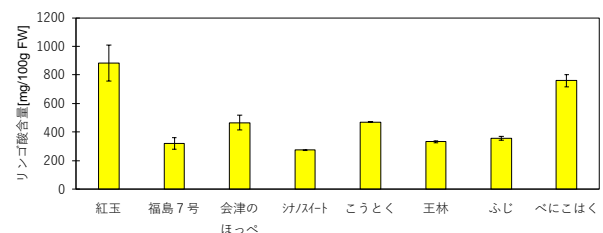


図2 各品種のリンゴ酸含量 (n=3)

3. 1. 2. ポリフェノール組成

ポリフェノール組成の結果を図3に示す。ポリフェ

ノール組成は品種ごとに異なり、クロロゲン酸は「福島7号」に、プロシアニジンB2は「紅玉」「ふじ」「べにこはく」に特に多く含まれていた。

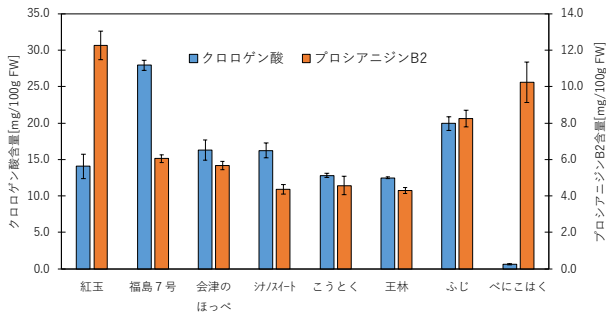


図3 各品種のポリフェノール組成 (n=3)

3. 1. 3. 褐変特性

初期褐変速度及び褐変度の結果を表1、褐変による色相の経時変化を図4に示す。いずれの項目においても品種ごとに違いが確認され、初期褐変速度が速いものは褐変度も大きくなる傾向が見られた。しかし「福島7号」は初期褐変速度が速かった一方、褐変度は最も低かった。

「こうとく」のみつ入りはみつ無しと比較して初期褐変速度及び褐変度が小さく、同じ品種であ

ってもみつの有無で褐変特性が異なる可能性が示された。

リンゴのポリフェノールオキシダーゼはポリフェノール類を基質として酸化反応を促進し、褐変を誘引することが知られている。クロロゲン酸含量と初期褐変速度の関係を図5に示す。これらの数値の相関係数は0.66であり、正の相関を持つことが分かった。「福島7号」の初期褐変速度が速いのはクロロゲン酸含量が多いことが要因の一つと考えられた。

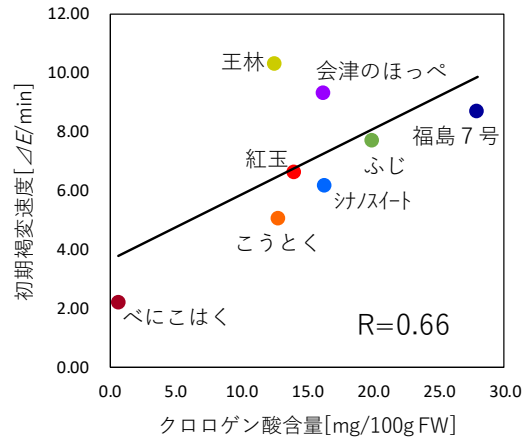


図5 初期褐変速度とクロロゲン酸含量の関係

表1 各品種の褐変特性 (n=3)

	紅玉	福島7号	シナスイート	会津のほっぺ	こうとく (みつ入り)	こうとく (みつ無し)	王林	ふじ	べにこはく
初期褐変速度 [ΔE/min]	6.60	8.69	6.14	9.30	4.67	5.44	10.29	7.70	2.14
褐変度	18.34	8.99	19.71	16.38	11.12	12.04	17.75	19.23	11.70

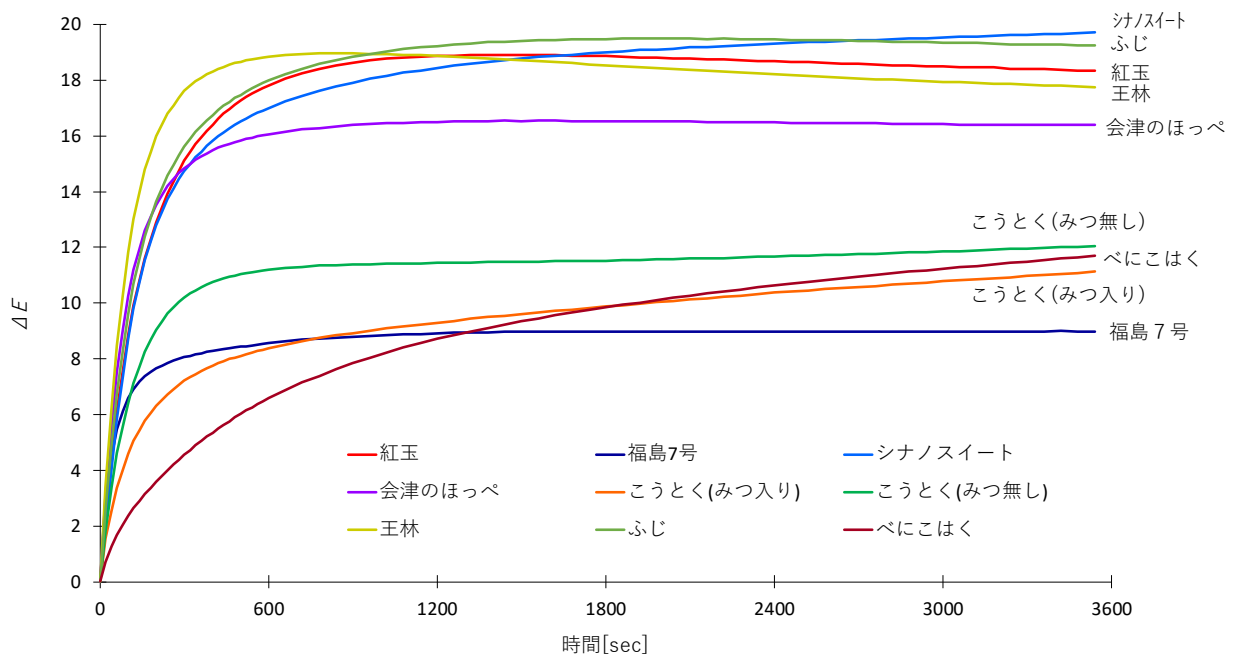


図4 褐変による色相の経時変化 (n=3)

3. 1. 4. 水溶性ペクチン

各品種の水溶性ペクチンの結果を図6、貯蔵した「べにこはく」の水溶性ペクチンの変化を図7に示す。水溶性ペクチンは「福島7号」が最も多く、その次に「紅玉」が続いた。「べにこはく」は貯蔵期間が長くなるほど水溶性ペクチンが増加する傾向が確認された。

水溶性ペクチンはジャムの物性に影響を与えることが報告されており⁵⁾、今回の結果からリンゴの品種や貯蔵期間によってジャムへの加工適性が異なる可能性が示唆された。

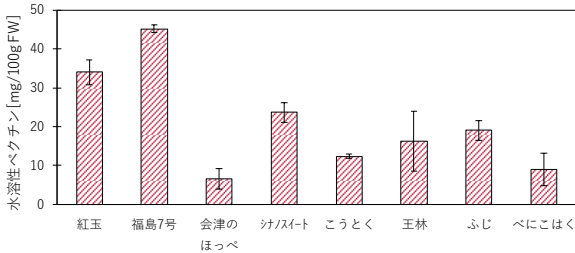


図6 各品種の水溶性ペクチン (n=3)

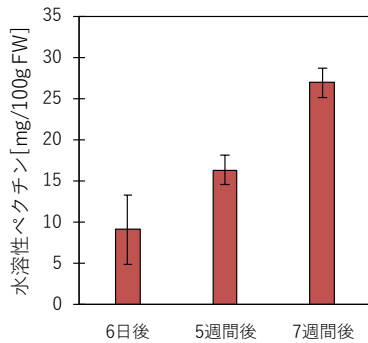


図7 貯蔵した「べにこはく」の水溶性ペクチンの変化 (n=3)

3. 2. 加工品の分析と評価

3. 2. 1. 混濁ジュースの歩留まり及び糖度・酸度

混濁ジュース加工時の歩留まりを表2、糖度・酸度の結果を図8に示す。歩留まりは殆どの品種で50[%]台であったが、「べにこはく」のみ50[%]を下回った。これは、「べにこはく」が小型な品種であることから、皮や芯などの廃棄率が相対的に高くなったためと考えられる。

リンゴジュースにおいて食味に大きな影響を与える糖酸度は、2.5～3.5の範囲のものが最も好まれるとされる⁶⁾。今回加工した混濁ジュースで糖酸度が2.5～3.5だったのは「福島7号」「シナノスイート」「こうとく」「ふじ」で、「会津のほっぺ」「王林」もその範囲に近い値を示していた。

表2 混濁ジュース加工時の歩留まり

	紅玉	福島7号	会津のほっぺ	シナノスイート	こうとく	王林	ふじ	べにこはく
歩留まり[%]	52	54	55	57	55	52	57	48

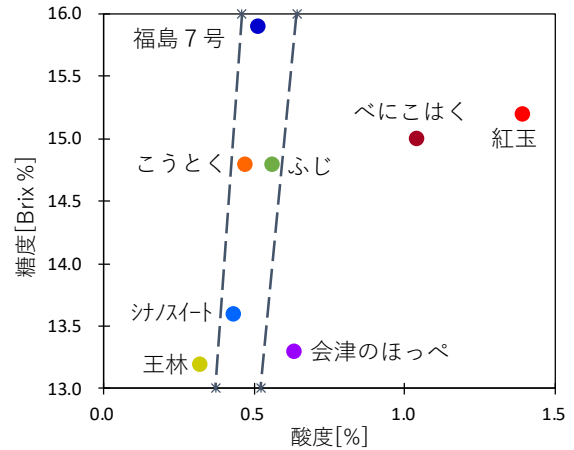


図8 混濁ジュースの糖度及び酸度 (点線で囲った部分は糖酸度2.5～3.5の範囲を示す)

3. 2. 2. ソリッドパックの破断荷重

ソリッドパックの破断荷重の結果を図9に示す。破断荷重は「会津のほっぺ」が最も高く、「紅玉」「王林」で低い結果となった。

続いて、生果の硬度と加熱後の物性の関係について調査した。福島県農業総合センター果樹研究所で収穫時に測定した生果の硬度とソリッドパックの破断荷重の関係を図10に示す。これらの数値の相関係数は0.12であり、生果の硬度と加熱後の物性に明確な相関関係は確認されなかった。

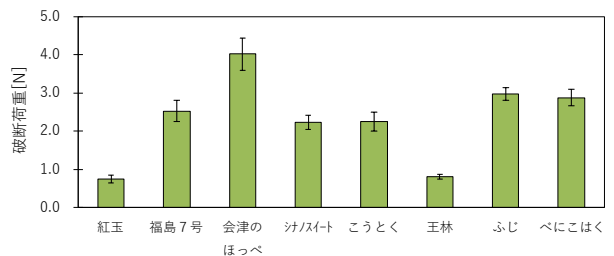


図9 ソリッドパックの破断荷重 (n=3)

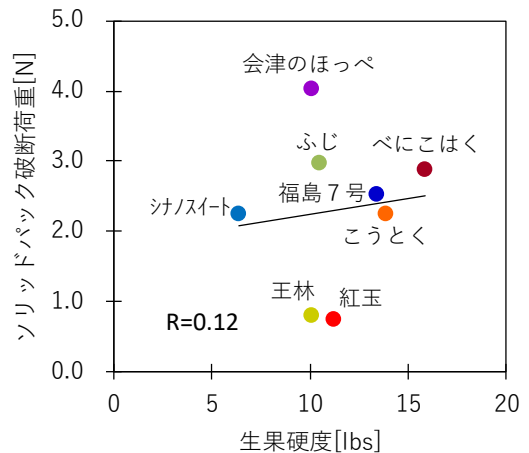


図10 生果硬度とソリッドパック破断荷重の関係 (生果硬度は福島県農業総合センター果樹研究所のデータ)

3. 2. 3. 官能評価

混濁ジュースの官能評価結果を表3、ソリッドパックの官能評価結果を表4に示す。

混濁ジュース及びソリッドパックのどちらも「こうとく」の総合評価が最も高かった。「こうとく」は3.2.1.で示したとおり甘味と酸味のバランスが優れていることに加え、加熱後の食感や香りも良好であることが確認された。

「王林」については混濁ジュースの総合評価が高かった一方、ソリッドパックの総合評価が低かった。3.2.2.の結果から「王林」は加熱後に果肉が著しく軟化したため食感の評価が低くなり、それに伴って総合評価も低くなったと考えられた。

「福島7号」のソリッドパックは色調のくすみを指摘するコメントが散見された。3.1.3.の結果から「福島7号」は初期褐変速度が速く、加工品の色調にも影響を与えたと推測された。味や香り、食感については良好とするコメントが多かったため、今後は色調を保持する加工方法について調査する。

「会津のほっぺ」「シナノスイート」は混濁ジュース、ソリッドパック共に香りの評価が特に低く、加熱によりオフフレーバーの原因となる揮発性成分が生じた可能性が考えられた。

リンゴ酸含量が多く酸度が高い「紅玉」「べにこはく」は、酸味が強く混濁ジュースの総合評価が低い結果となった。しかし、「べにこはく」のソリッドパックについては食感の評価が高く、総合評価も「こうとく」に次いで2番目に高かった。このことから、「べにこはく」はソリッドパックへの加工適性が高いと推測された。

表3 混濁ジュースの官能評価

	紅玉	福島7号	会津のほっぺ	シナノスイート	こうとく	王林	ふじ	べにこはく
外観	3.2	2.5	2.1	2.4	2.1	2.7	2.5	1.6
香り	3.6	3.1	3.2	3.3	2.0	2.1	2.4	3.4
甘味	2.1	4.6	3.4	3.8	3.7	4.0	4.0	2.4
酸味	4.5	1.9	2.7	2.2	3.1	2.3	2.9	4.5
総合	4.4	3.3	3.2	3.0	1.8	2.1	2.4	3.9

※甘味及び酸味は1:弱い~5:強い、それ以外の項目は1:良い~5:悪い

表4 ソリッドパックの官能評価

	紅玉	福島7号	会津のほっぺ	シナノスイート	こうとく	王林	ふじ	べにこはく
外観	3.9	4.8	2.6	3.0	1.6	2.9	2.6	1.9
香り	2.6	2.7	3.9	4.1	1.9	2.7	2.6	2.6
食感	2.9	2.8	2.9	3.1	2.2	3.9	2.7	2.3
甘味	1.9	3.9	2.1	2.8	3.1	2.8	3.6	2.5
酸味	4.6	1.9	2.2	2.1	2.8	1.9	2.2	3.6
総合	3.6	3.5	3.9	3.9	1.7	3.1	2.6	2.6

※甘味及び酸味は1:弱い~5:強い、それ以外の項目は1:良い~5:悪い

4. 結言

県産果実を利用した加工品開発を促進するため、本研究では県産リンゴ8品種の成分や物性、機能性を調査し、総合的な加工適性を評価することを目標とした。

原料果の成分や褐変特性は品種ごとに特徴が異なっており、クロロゲン酸含量と初期褐変速度は正の相関を示した。「べにこはく」の水溶性ペクチンは貯蔵によって増加する傾向が確認された。

加工品については混濁ジュース及びソリッドパックを試作し、各種測定値と官能評価の結果を比較した。

「こうとく」は混濁ジュース及びソリッドパックのどちらも総合評価が高かった。「王林」は混濁ジュースの総合評価が高かったが、ソリッドパックについては加熱後に果肉が著しく軟化したため食感の評価及び総合評価が低かった。一方、「べにこはく」は酸味が強く混濁ジュースの総合評価が低かったが、ソリッドパックは食感が良好で総合評価も高い結果となった。以上から、リンゴは品種によって加工適性が異なることが示された。

今後は別の加工品を試作して同様の調査を行うこととしている。また、「福島7号」の褐変を抑制する加工技術の確立を目指す。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、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、プロシアニジンの測定方法についてご教示いただきました福島大学食農学類升本早枝子准教授、加工品試作の際に協力いただいた福島県農業総合センター農業短期大学校研修部の皆様に感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 竹内正彦. “果実・果汁飲料と機能性成分 (18) リンゴの加工—品種別加工適性および高品質化”. 食品と容器. 2014, p340-345.
- 2) 石川正行. “リンゴの嗜好と品種育成の方向”. 東北農業研究 別冊. 1990, p61-70.
- 3) T. Shoji, Y. Akazoe, T. Kanda, M. Ikeda. “The toxicology and safety of apple polyphenol extract”. Food and Chemical Toxicology. 2004, p959-967.
- 4) 田中福代、岡崎圭毅 他. “リンゴみつ入り果の官能特性と香味成分プロファイルおよびその形成メカニズム”. 日本食品科学工学会誌. 2016, p101-116.
- 5) 新妻和敏、山内富士男、小野美代子. “ナツハゼ果実中のペクチン含有量は、採取時期や加工処理条件により変化する”. 東北農業研究. 2009, p223-224.
- 6) 竹内正彦、白澤隆史、滝沢潤、後藤哲久. “長野県オリジナルリンゴ品種（‘シナノスイート’、‘秋映’及び‘シナノゴールド’）の果汁への加工適性”. 日本食品保蔵科学会誌. 2015, p65-69.