

リンゴ由来プロシアニジンに着目した機能性表示食品の開発にかかる技術体系

試験研究計画名：国産リンゴ及び加工品の高付加価値化を促進する機能性表示食品の開発
及び健康機能性成分の評価技術の開発

地域戦略名：国産リンゴ及び加工品の高付加価値化を促進するための健康機能性評価
技術及び機能性表示食品の開発

研究代表機関名：(研) 農研機構食品研究部門

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

リンゴはわが国ではミカンに次いで多く生産され、青森県や長野県が主要な産地になっています。しかし、生産量は平成2年に105万トンを超えていましたが、減少を続け、近年では75万トン前後で推移している現状にあります。また、海外から果汁などの安価な加工品が輸入されると、リンゴ関連産業を主産業とする各産地の経済的打撃は甚大であると懸念されています。こうした状況に対応するために、より一層の新市場開拓による消費拡大、輸出などにおける国際競争力の強化、および加工品の高付加価値化などが課題となっています。そこで本研究では、平成27年より施行された機能性表示食品制度を活用し、国産リンゴの生鮮果実や加工品の高付加価値化を図ることとしました。

リンゴの機能性表示食品の届出を行うためには、①生果や加工品の安全性を確認し、②必要な機能性成分（リンゴ由来プロシアニジン）の摂取量を分析、担保し、③ヒト試験の結果からリンゴの機能性について科学的根拠を検証する必要があります（図1）。農研機構が行った研究レビューでは「リンゴ由来プロシアニジンの摂取によって内臓脂肪を下げる」という機能性の科学的根拠が示され、リンゴ由来プロシアニジンを1日当たり110mg摂取する必要があることが明らかとなりました。そこで、リンゴ由来プロシアニジンの測定法を新しく確立するとともに、リンゴ生鮮では品種、栽培法や年次によるプロシアニジン量の違いを、加工品では加工工程や貯蔵中におけるプロシアニジン量の変化を検討しました。

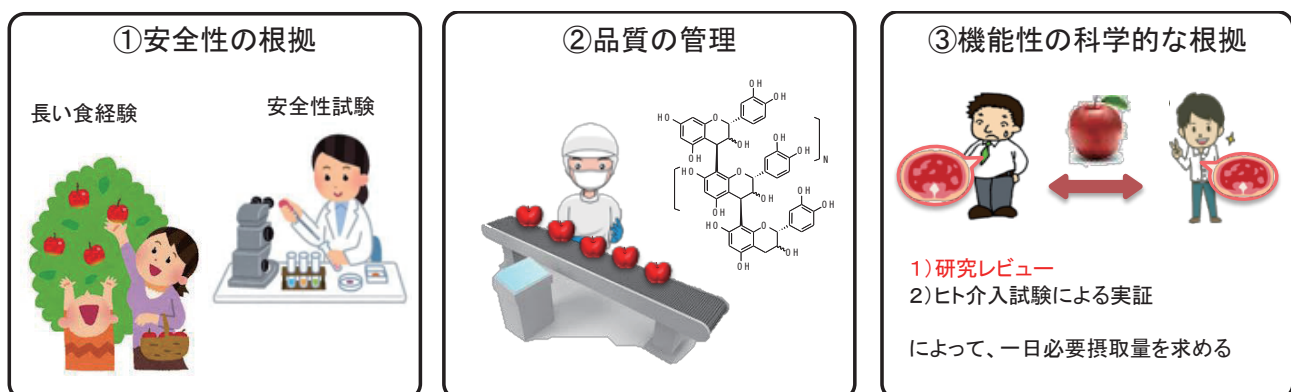


図1 機能性表示食品の届出に必要な主要検討項目

技術体系の紹介：

1. リンゴ由来プロシアニジンの分析

リンゴ由来プロシアニジンはカテキンが複数結合したポリフェノールの一種です。従来、HPLC法で分析を行っていましたが、一回の分析に約75分間を要していました。そこで、使用する移動相のグラジェント溶出条件を変更したところ15分間で分析することが可能となりました（図2）。機能性表示食品の届出には、多くの試料を分析する必要がありますが、開発したHPLC法により高精度かつ短時間でプロシアニジン进行分析することが可能となりました。なお、本分析法は「プロシアニジン類の分析方法および分析システム（特許番号650874）」として特許登録されています。

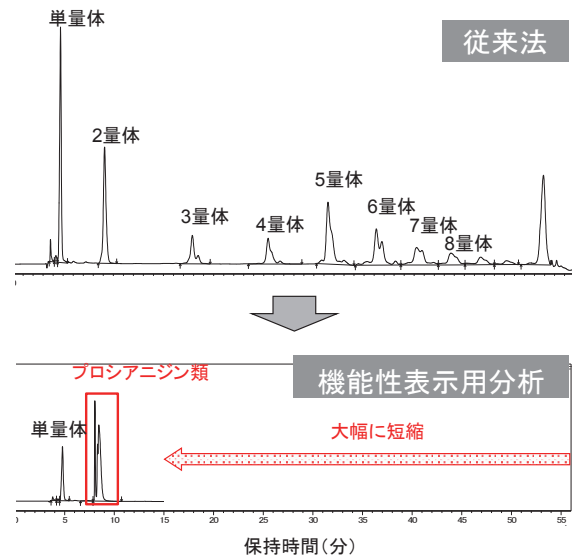


図2 リンゴ由来プロシアニジンの分析法

2. リンゴ生鮮における機能性表示食品の届出

リンゴ生鮮の機能性表示食品の届出の場合、品種や栽培条件などを検討し、リンゴ由来プロシアニジン量のばらつきを把握して必要な摂取量を求める必要があります。JAつがる弘前管内で生産されるリンゴについて、選果条件（等級、階級）毎に10～12個のリンゴを採取し、リンゴ由来プロシアニジン量を測定し、そのヒストグラムを作成して95%下限値を求めました（図3）。また、青森県では、「ふじ」は有袋栽培されることが多いことから、無袋と有袋の含有量の違いを比較しました。その結果、研究レビューで示された「内蔵脂肪を減らす」健康機能に必要なリンゴ由来プロシアニジン量（110mg）を摂取するためには、「ふじ」（有袋）では1日300gのリンゴ（可食部）を食べる必要があることがわかりました。また、「ふじ」無袋は、有袋よりもプロシアニジン含有量が少ない結果になりました。

これらの結果に基づき、平成30年3月、リンゴ生鮮では初となる「プライムアップル！（ふじ）」を届出ることができました。なお、生鮮食品の試料の採取法などについては、農林水産省「農林水産物の機能性表示に向けた技術的対応について（<https://www.affrc.maff.go.jp/kinousei/gijyututekaitaio.htm>）」を参考にしました。

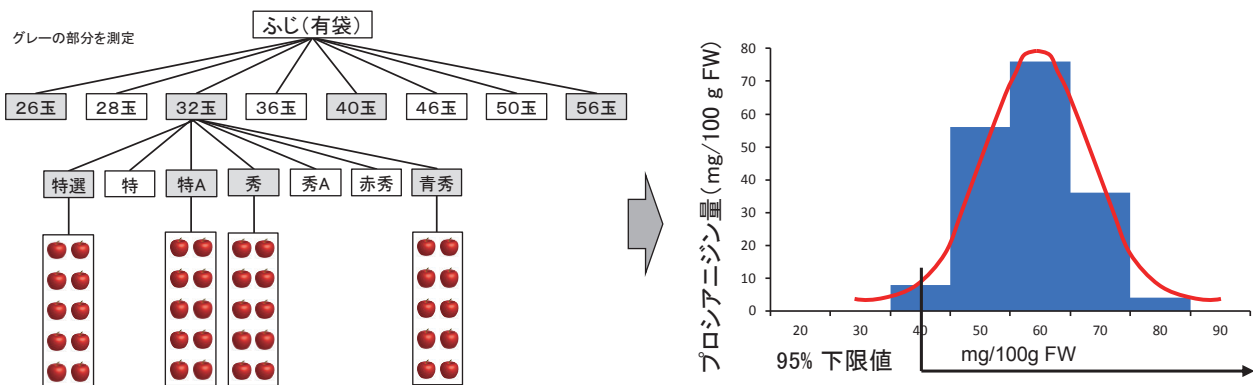


図3 リンゴ生鮮の機能性表示食品の届出におけるサンプリングと必要量の算出（イメージ図）

3. リンゴ加工品における機能性表示食品の届出

ドライフルーツやジュースなどの加工品では、品種による加工適正を検討するとともに、製造工程や保存中のリンゴ由来プロシアニジン量の変動を明らかにする必要があります。ドライフルーツでは、食感が良く、褐変など品質に影響が少ない「シナノゴールド」を原料とすることで高い品質のドライフルーツを作ることができることがわかりました。また、賞味期限（6ヶ月）内では、20℃保存でリンゴ由来プロシアニジン量が約2割減少することが明らかとなりました（図4左）。一方、リンゴジュースでは、酵素失活や殺菌などの搾汁工程の加熱処理ごとにリンゴ由来プロシアニジン量が減少すること（図4右）、および壺やペットボトルなどの容器資材によってリンゴ由来プロシアニジン量の変動が異なることが明らかとなりました。この結果に基づき、使用する品種の選抜や加熱回数など最適な加工工程を構築することができました。

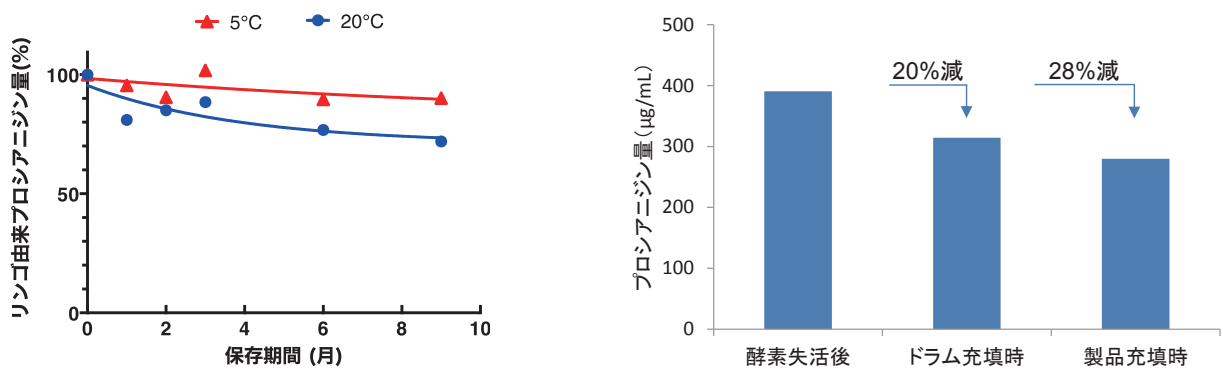


図4 加工品の加工工程でのリンゴ由来プロシアニジン量の変化

4. リンゴの機能性表示食品

本プロジェクトでは、青森県や長野県の協力機関からリンゴの機能性表示食品で生鮮2件、加工品2件の届出を行い、完了しました。



図5 リンゴの機能性表示食品として登録された製品見本

「プライムアップル！（ふじ）」（消費者庁届出番号：C385）、「プライムアップル！（王林）」（届出番号：D399）、「毎日アップル（ドライフルーツ）」（届出番号：E155）、「毎日アップル（リンゴジュース）」（届出番号：E622）

技術体系の経済性は：

経営改善効果

リンゴ生鮮として初めての機能性表示食品となった「プライムアップル！」の販売箱数は、平成30年度は640箱（5kg入り）でしたが、令和元年度には「プライムアップル！（ふじ）」が約1.6倍の3,750箱、「プライムアップル！（王林）」が1,050箱と順調に増加しています。販売後2年ですが、販売量は順調に増加しており、JAつがる弘前では、令和4年度には令和元年度の約2倍の販売量にまで拡大すると

予測しています（図6）。「プライムアップル！」は従来の栽培法で生産されたリンゴのうち、28玉以上の階級のリンゴ（全体の約5%）が対象となっているため栽培による特別なコストはかかりません。しかし、1個ずつ個別包装しているため、約15円の包装資材費などの経費がかかりますが、通常のリンゴの販売価格は、1個200円程度であるのに対し、機能性表示食品では300円以上となっており、高い価格で取引されているため10a当たり38,600円の収益の増加が見込まれます。また、令和元年度には、JA松本ハイランドなどでリンゴ生鮮の機能性表示食品の届出が3件完了するなど、市場規模の拡大が確認されています。加工品は、令和2年からインターネットなどで販売されていますが、リンゴの売上の増加に貢献することが期待されています。

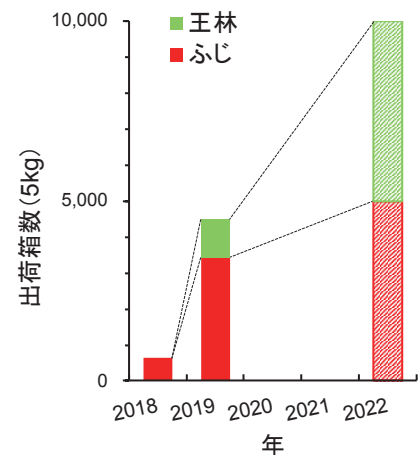


図6 「プライムアップル！」の出荷箱数の変化

経済的な波及効果

平成27年から施行された機能性表示食品制度は平成28年に行った消費者庁のアンケート調査では認知度が低く、49.4%の消費者が機能性表示食品について「知らない」と回答していました。同様に、JAつがる弘前管内の生産者を対象に我々が行ったアンケートでも認知度は低く、ほとんどの生産者が知らないと回答していましたが、リンゴ生鮮の機能性表示食品が販売された平成30年には認知度が向上し、「知らない」と回答した生産者は39.4%から27.7%にまで減少しました。近年、「ふじ」の有袋栽培は大きく減少していますが、機能性表示食品の対象となったことから、生産者の意識を変え、有袋栽培の減少を防ぐことに貢献することが期待されます。

アジアの果物市場でも、日本の機能性表示食品制度について高い関心が寄せられています。リンゴの海外輸出において国産リンゴの高い品質や安全性だけでなく、リンゴの健康機能性やそれらを表示できる制度についても高い興味を寄せられています。今後、機能性表示食品制度を活用した輸出対策に一層貢献することが期待されます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

本技術体系は、青森県や長野県などのリンゴの生産地域において機能性表示食品の開発を検討しているJA、流通、加工食品企業で活用されることが期待されます。

技術導入にあたっての留意点：

- ・リンゴ生鮮の機能性表示食品の届出では、事業者は品種や果実の階級、等級などを限定し、リンゴ由来プロシアニジン量のばらつきを把握して、必要摂取量を決める必要があります。
- ・リンゴ加工品の機能性表示食品の届出では、企業毎に製造工程などに違いがあるため、リンゴ由来プロシアニジン量の変動などのデータを取得する必要があります。

研究担当機関名：(研) 農研機構食品研究部門、(地独) 青森県産業技術センター、(一社) 長野県農村工業研究所、JAつがる弘前りんご振興協議会、シブヤ精機(株)、(国) 東京大学、(国) 弘前大学、(国) 福島大学

お問い合わせは：(研) 農研機構・食品研究部門食品健康機能研究領域

電話 029-838-8041 E-mail tshoji@affrc.go.jp

執筆分担 ((研) 農研機構・食品研究部門 庄司俊彦、(国) 弘前大学保健学研究科 三浦富智)