2023年度学内研究助成 成果報告書

① 報告者所属・氏名

食生活科学科 白尾 美佳

② 事業名

食品中に含有される希少糖の研究

③ 事業の目的

令和元年度国民健康栄養調査では、糖尿病が強く疑われる者の割合は、男性19.7%、女性10.8%であり、近年においては、減少傾向はみられない。また、野菜の摂取量の各年代の平均値については、目標値の350gに到達している年代はない。これらの糖尿病や生活習慣病に対応するためには、野菜の摂取を多くし、糖質の過剰摂取を抑えて、高血糖にならないような食生活を送らなければならない。一方、糖質の中でも希少糖は、生活習慣病を克服するさまざまな生理機能が認められている。特に、プシコースは、果糖を加熱処理することなどにより生じるため、果糖を含む一般的な食品に含まれているとの報告がある。また、プシコースは、スクラーゼを阻害し砂糖の吸収を抑制するなど、糖代謝および脂質代謝の改善効果が報告されており、食後血糖値上昇抑制作用、抗糖尿病作用（膵β細胞変性抑制作用）、内臓脂肪蓄積抑制効果を示すことが報告されている。

なお、近年、食品ロスについて、「食品ロスの削減の推進に関する法律」、「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」、「持続可能な開発目標」（SDGs　ターゲット12.3）の中でも、削減目標が定められている。廃棄率が高い野菜には、とうもろこし、枝豆、カリフラワー、たけのこなどが挙げられるが、特に、世界的に生産量が多いとうもろこしなどの野菜は、全体的な廃棄量も多く発生しているものと考えられる。

そこで、本研究では、希少糖ならびに糖の一斉分析法の検討と、食品への応用分析を行う。さらに、廃棄部位が多い野菜に着目し、生体機能を調節する機能性のある希少糖が、通常廃棄される部位にどの程度存在するのか、加工、保存で希少糖がどの程度変化するのか、それら部位には抗酸化性などの機能性が存在するのか等を検討し、人々の健康増進に寄与することを目的とする

④ 事業実績・研究成果（具体的に）

これまで希少糖に関する研究においては、先行研究による調査、分析法に関する検討をおこなってきた。そこで、今回は、希少糖の標準物質を用いた一斉分析法の開発ならびに食品中に含有される希少糖の分離、分析法の検討ならびに含有する食品の探索を行った。

具体的な内容と成果は以下のとおりである。

（1）糖ならびに希少糖の標準物質による一斉分析法（カラム、溶離液、検出器）の検討

糖ならびに希少糖の分析においては、HPLCを用いた分析検討をおこなった。

分離モードでは陰イオン交換クロマトグラフィー、サイズ排除クロマトグラフィー、親水性相互作用クロマトグラフィーの検討、移動相は種類、濃度の検討、検出器においては、UV(紫外吸光光度計検出器)、RI(示差屈折率検出器)、水分凝縮粒子散乱光パルスカウンティング法(WCPC)について検討した。

分離モードは、陰イオン交換クロマトグラフィー、サイズ排除クロマトグラフィー、親水性相互作用クロマトグラフィーの三種類のうちでも、親水性相互作用クロマトグラフィーで良好な結果が得られた。

移動相はアセトニトリルの濃度の調整をおこなったところ、アセトニトリル/水＝80/20で良好な分離が得られた。

検出器は、UV、RI、WCPC の三種類の検討の結果、UV 検出器では検出されず、WCPC で良好な分離が得られた。

上記の分析条件で再現性を検討したところ、各糖類のピーク時間の良好な再現性が得られた。

（２）希少糖及び糖類の標準物質を用いた分析

試料の標準物質は、D-アルロース、D-アロース、キシリトール、D-グルコース、D-フルクトース、D-ガラクトース、マルトース、スクロース、ラクトースを用いた。

まず、希少糖 D-アルロース、D-アロース、キシリトールの分析結果、D-アルロース、D-アロース、キシリトールの順で、各希少糖の分離が認められ、約 12 分で分離が可能になった。次に、単糖類 D-グルコース、D-フルクトース、D-ガラクトースの分析をおこなったところ、D-グルコース、D-フルクトースおよび D-ガラクトースの検出が認められた。次に、二糖類マルトース、スクロース、ラクトース混合液の分析においては、スクロースとマルトースおよびラクトースの分離が認められたものの、マルトースとラクトースの完全な分離は認められなかった。

希少糖と糖類の一斉分析においては、D-アルロース、D-アロース、D-グルコース、D-フルクトースの分析をおこなったところ、4 本のピークの分離が可能になった。

（３）食品中に含有される糖および希少糖の分離・分析方法の検討と含有量について

食品への応用については、食品中の希少糖含有量が少なく、検出が難しい食品が多いことから、市販の希少糖含有のシロップ、飴数種類、清涼飲料水についての分析をおこなった。希少糖含有シロップである「レアシュガースウィートシロップ」では希少糖の D-アルロース、D-アロース、単糖類の D-グルコース、D-フルクトースを含有していることが確認できた。また、希少糖および単糖の量は D-グルコース、D-フルクトース、D-アルロース、D-アロースの順で含有していた。

他の希少糖含有飴や清涼飲料水のみかんサイダーについても D-アルロース、D-アロース、D-グルコース、D-フルクトースの存在が確認できた。

希少糖含有「梅あめ」については、１ｇあたりアルロースは約 1.72 mg、アロースは約 1.32 mg、グルコースは約 201.96 mg、フルクトースは約 68.20 mg含有されており、この梅あめを一つ食すると、アルロース約 0.009ｇ、アロース約 0.007ｇ、グルコース約 1.010ｇ、フルクトース約 0.341ｇ摂取することになる。

みかんサイダーは、100ml あたり、アルロースは約 0.48g、アロースは約 0.47g、グルコースは約 7.02ｇ、フルクトースは約 5.17ｇ含有されていた。したがって、このみかんサイダーを１本飲用する際には、アルロース約 0.96ｇ、アロース約 0.94ｇ、グルコース約 14.03ｇ、フルクトース約 10.33ｇ摂取することになる。

（４）野菜中の糖ならびに希少糖の分析について

食品ロスの観点から廃棄部位が多い野菜に着目し、生体機能を調節する機能性のある希少糖が、通常廃棄される部位にどの程度存在するのかを検討した。特に、廃棄率が高いとうもろこしを試料として糖ならびに希少糖の分析をおこなった。とうもろこし黄色種の玄穀やコーンフラワーには、ぶどう糖、果糖、ショ糖は確認できたものの希少糖は検出できなかった。また、通常廃棄部とされている皮や絹糸などについても同様な結

果となった。

（５）希少糖の機能性についての検討

抗酸化性は、ESR(日本電子（株）)を用いて、スーパーオキシドアニオンラジカルならびにヒドロキシラジカルの消去活性について希少糖の標準液を用いて検討した。その結果、希少糖には抗酸化性が認められる傾向ではあるが、それぞれの標準液の濃度依存性が確認できなかった。そこで、さらに今後は標準液の濃度の検討、活性酸素種の検討等詳細な検討が必要である。

以上、本研究においては、希少糖のならびに分離分取方法を開発し、食品への応用が可能になった。また、希少糖の分析には水分凝縮粒子散乱光パルスカウンティング法による検出の有用性が示唆された。今後は、希少糖の微量分析法の検討を行うとともに、食品の加工・保存条件による希少糖の挙動を研究し、生活習慣病予防の面からの貢献が期待される。

⑤　研究成果の発表・活用（学会発表・論文掲載・地域連携・産学連携など）

卒業研究として活用した。

⑥　今後の展開・継続性について

食品中の希少糖については、様々な機能性があることが報告されている。本研究により検討した分析法を用いて食品中の希少糖の分析に応用することができる。なお、今後は、標準物質を入手することが難しかった希少糖を用いて、分析法の検討をしたい。さらに、食品中に含有される希少糖は、存在が微量であることから、微量検出法の検討を実施する。希少糖の機能性については、濃度依存性が確認できるような活性酸素の種類等の消去活性を測定することによって、抗酸化性等を検討する。今後、糖尿病などの生活習慣病予防効果のある希少糖含有食品の探索をおこない、人々の健康増進に寄与したい。