

氏 名：田辺 賢一
学位の種類：博士（栄養学）
学位記番号：博乙第2号
学位授与年月日：平成26年3月17日
学位授与の要件：学位規程第3条第4項該当
論文題目：Study on improvement of a comprehensive determination method for
nondigestible oligosaccharides
「難消化性オリゴ糖の包括的定量法の改良に関する研究」
論文審査委員：主査 准教授 駿河 和仁
副査 教授 上田 成一
副査 教授 四童子 好廣
副査 教授 古場 一哲

難消化性オリゴ糖の包括的定量法の改良に関する研究

Study on improvement of a comprehensive determination method for nondigestible oligosaccharides

長崎県立大学大学院人間健康科学研究科栄養科学専攻

田辺 賢一

【背景】難消化性糖質は、ヒトの消化管において消化・吸収されない、あるいはきわめて消化・吸収されにくい糖質を意味しており、食物繊維をはじめ難消化性オリゴ糖や糖アルコールなどを包括している。未消化物として大腸に到達した難消化性糖質は、そこに棲息する腸内細菌によって発酵されて短鎖脂肪酸、炭酸ガス、水素ガス、メタンガスなどに代謝され、一部は菌体成分として利用される。この発酵過程で腸内フローラが改善されて消化管腔内環境が良好な状態になり、健康の保持・増進や疾病の予防・回復に寄与する。また、これらの生成物のうち短鎖脂肪酸は宿主のエネルギー源として利用されるが、同時にそれ自身が特有の機能を発現する。様々な生理機能を持つ難消化性糖質は健康志向食品に積極的に使用されている。それゆえ、食品中の難消化性糖質含量を明らかにすることは、消費者が期待する生理機能を保証するうえで重要である。本研究の最終目的は、消費者に正確な健康情報を与えることができる難消化性糖質の正確な定量法を開発することである。そのため、本学位論文では、AOAC 2001.03 法ならびに AOAC 2009.01 法を用いた難消化性オリゴ糖の定量に焦点をあて、これらの定量法では難消化性オリゴ糖を正確に定量できないことを実証し、その要因を明らかにすると共に、それらの問題点を解決した難消化性オリゴ糖を包括した定量法の確立を試みた。

【実験項目ならびに結果】

1. AOAC 2001.03 法によるオリゴ糖定量の問題点とその改善策の検討

AOAC 2001.03 法では、ヒト小腸粘膜酵素で消化されるオリゴ糖が水解されず、難消化性オリゴ糖として定量される問題点が明らかになった。また、その問題点を解決するため、AOAC 2001.03 法の酵素処理過程にブタ小腸粘膜酵素で水解する工程を加え、より正確な定量法の開発を試みた。ブタ小腸粘膜酵素で水解する工程を加えた改良法は、消化性オリゴ糖を水解し、難消化性オリゴ糖と区別して定量できることが明らかになった。

2. AOAC 2009.01 法によるオリゴ糖定量の問題点とその要因の検証

AOAC 2009.01 法では、ヒト小腸粘膜酵素で消化されるオリゴ糖が水解されず、難消化性オリゴ糖として定量される問題点が明らかになった。その原因として、AOAC 2009.01 法指定のアミログルコシダーゼは、基質に対する特異性が強いために小腸粘膜酵素で消化されるオリゴ糖であっても水解できずに難消化性オリゴ糖として誤って定量することが明らかになった。また、AOAC 2009.01 法指定のアミログルコシダーゼ添加量では、酵素量が不十分であるため、消化性オリゴ糖を水解することができずに難消化性オリゴ糖として定量されることが明らかになった。

3. AOAC 2009.01 法のアミログルコシダーゼをブタ小腸粘膜酵素で代替した改良変法の提案と検証

AOAC 2009.01 法の難消化性オリゴ糖定量における問題点を解決するため、AOAC 2009.01 法のアミログルコシダーゼをブタ小腸粘膜酵素で代替し、より正確な定量法の開発を試みた。酵素-HPLC 法による改良変法は、ヒト小腸粘膜酵素で消化されるオリゴ糖を確実に水解し、難消化性オリゴ糖と消化性糖質を区別して定量できることを提示した。また、市販クッキーに難消化性オリゴ糖を加えて調製したオリゴ糖含有モデル食品を試料にしても、改良変法は食品中の難消化性オリゴ糖を正確に定量できることを明らかにした。さらに、市販されている難消化性オリゴ糖含有特定保健用食品や健康食品を測定試料とした場合においても、食品中の消化性オリゴ糖を単糖まで水解し、難消化性オリゴ糖のみを定量できることを提示した。さらに、改良変法の難消化性オリゴ糖定量における再現性を検討した結果、定量結果の再現性は高く、定量法として精度が高いことが示唆された。

【まとめ】本研究で提案する酵素-HPLC 法による改良変法の最大の特徴は、ヒト小腸粘膜酵素で消化される糖質を水解し、消化されない糖質と区別して目的とする糖質を正確に定量できることにある。酵素-HPLC 法による改良変法は、食物繊維の定義に則った「ヒトの消化酵素で消化されない炭水化物」とそうでない炭水化物を明確に区別できるため、難消化性オリゴ糖が保有する機能を担保することが可能になる。したがって、消費者が難消化性オリゴ糖含有加工食品に期待する生理機能を保証し、健康の保持・増進に正しく活用することができる。

申請者が提唱した酵素-HPLC 法による改良変法は、今後解決すべき課題を抱えているが、難消化性オリゴ糖を包括する難消化性糖質（広義の食物繊維）の正確な定量法になりうると思う。国民の健康に対する関心が高い現代においては、多様な健康効果が期待できる難消化性オリゴ糖や食物繊維を利用した様々な健康志向食品が市場に出回っている。消費者が期待する健康効果が得られるような正確な食品成分表示を実現させるには、正確な難消化性糖質定量法は不可欠である。また、難消化性糖質を利用した健康志向食品は地球レベルで利用されているので、国際的に通用する正確な難消化性糖質定量法の確立は極めて重要である。難消化性糖質の簡便かつ正確な定量法の確立は、食品産業の発展ならびに人間の健康の保持・増進に貢献できると信じている。