

令和6年度豆類振興事業調査研究（雑豆需要促進研究）成果概要

1 課題名

あずきの皮に由来する新規オリゴ糖の探索

2 研究者

研究代表者：静岡県立大学食品栄養科学部・助教 本田 千尋

共同研究者：株式会社虎屋生産支援部研究室・上級研究員 奥本 大祐

共同研究者：北海道大学工学研究院・准教授 菊川 寛史

3 成果概要

（1）研究目的

小豆は乾燥重量の50%以上が炭水化物から構成される豆類であり、水抽出性多糖やアルカリ抽出性多糖のほか、糖質としてグルコース、スクロース、大豆オリゴ糖などを含む。国内で製造される小豆の多くが製餡に利用されているが、その過程で生じる大量の種皮が廃棄されている。本研究では、小豆種皮にも同様に豊富に含まれると考えられる炭水化物に着目し、加水分解処理による機能性オリゴ糖の生成を試みた。機能性オリゴ糖とは、生体調整機能などを持つオリゴ糖であり、現在注目されている素材のひとつである。小豆種皮から機能性オリゴ糖を生成することで種皮に新たな価値を与えることを目的とした。

（2）研究方法及び手法

1. 小豆種皮に由来する糖の調製

小豆の皮を流水でよく洗浄後、小豆の皮に2倍量の水を加え、オートクレーブ処理を行った。オートクレーブ条件は、温度を90, 110, 130℃、時間を1, 3 hとし、20 min、9,000 gで遠心処理後、得られた上清を小豆抽出液とした。

2. 糖の分析

小豆抽出液の全糖量をフェノール硫酸法、還元糖量をソモギー・ネルソン法により測定した。オリゴ糖の分析にはLC-MSを用い、Shodex HILICpak VG-50 4E (4.0 × 250 mm、粒径5 µm) で分離した。移動相に塩化リチウム水溶液とアセトニトリルを用いた。

3. 酸加水分解

小豆抽出液を試料とし、塩酸濃度約0.5–2 M、反応温度80℃、反応時間0.5–3 hで行った。中和により反応を停止後、活性炭を用いて脱塩処理をしたものを酸加水分解試料とした。

4. ビフィズス菌増殖試験

TOS 培地をベースに酸加水分解試料を単一炭素源として終濃度0.4%で添加し、*Bifidobacterium longum* を植菌後、24 h、37℃で静置した。

（3）研究成果

1. 小豆種皮に由来する糖の抽出条件の検討

抽出温度を 90, 110, 130 °C に変えて調製した小豆抽出液の全糖量を測定したところ、130 °C 抽出試料で最も全糖量が多かった。一方で、90, 110, 130 °C 抽出試料の還元糖量にほとんど差はなかったことから、130 °C で抽出することでより多くの多糖が得られたと考えた。次に小豆抽出液の酸加水分解を行い、LC-MS 分析したところ、小豆抽出液とは溶出時間の異なる複数のピークが検出された (図 1)。特に 130 °C 抽出後の酸加水分解試料における重合度 3 のオリゴ糖でピークの数が多いことがわかった。抽出温度を 130 °C に固定し、抽出時間を変えて調製したところ、抽出時間 3 h の試料で 1 h の試料より多くのオリゴ糖が検出された。

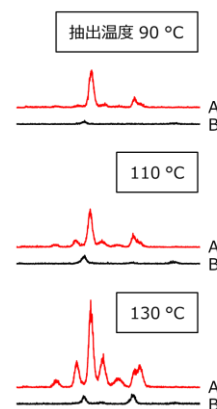


図1. 重合度3のオリゴ糖のMSクロマトグラム (A.酸加水分解試料, B.小豆抽出液)

2. オリゴ糖標品との溶出時間の比較による構造推定

LC-MS 分析において、オリゴ糖標品の溶出時間と比較したところ、

7つの重合度3のオリゴ糖のうち、4つは標品と溶出時間が一致しない未同定のオリゴ糖であったが、3つはマルトトリオース、パノース、マンニノトリオースであることがわかった (図 2)。

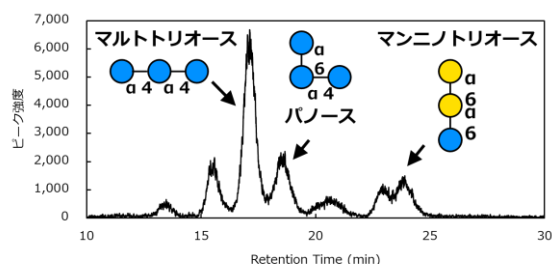


図2. 酸加水分解試料に含まれる重合度3のオリゴ糖のMSクロマトグラム

3. 小豆抽出液の酸加水分解条件の検討

マンニノトリオースは生体調節機能を持つ機能性オリゴ糖としてよく知られている。小豆の皮が機能性オリゴ糖の供給源になる可能性があると考え、より多くのマンニノトリオースを生成する酸加水分解条件を検討した。その結果、酸加水分解条件が塩酸濃度約 0.5 M、反応温度 80 °C、反応時間 3 h のとき、最も多くのマンニノトリオースが生成された (図 3)。

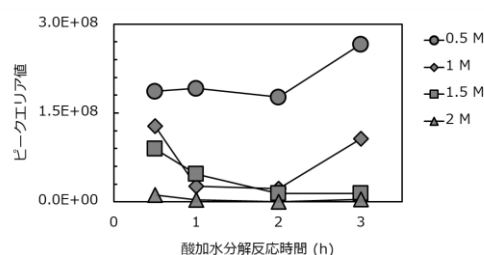


図3. 酸加水分解条件ごとのマンニノトリオース強度の推移

4. 酸加水分解により得られた小豆由来オリゴ糖のビフィズス菌増殖試験

小豆抽出液の酸加水分解により得られたオリゴ糖の機能性を調べるために、*Bifidobacterium longum* 2 種を用いたビフィズス菌の増殖試験を行ったところ、ビフィズス菌の増殖が確認されたことから、有用なオリゴ糖が生成できたと考えた。

(4) 今後の課題及び対応

製餡行程で廃棄される小豆の皮の有効利用に関し、小豆の皮から得られた糖の酸加水分解を図り、機能性オリゴ糖であるマンニノトリオースの生成を明らかにした。小豆の皮の酸加水分解試料においても、ビフィズス菌増殖に寄与することが明らかとなったことから、機能性オリゴ糖源としての利用が期待できる。