

亜臨界流体反応場による機能性オリゴ糖調製に向けた イヌリン加水分解機構の解析

環境資源学専攻 生物生産工学講座 農業循環工学 伊藤 貴則

1. はじめに

イヌリンはチコリ (*Cichorium intybus* L.) の根の部分に含まれる多糖類である。その構造はフルクトースが β -2,1 グリコシド結合によってつながった直鎖状フルクタンであり末端にスクロースが結合している。機能性オリゴ糖 (di-D-fructose anhydride III: DFA III) はイヌリンを酵素的加水分解することで製造される。しかしながら、酵素を作り出す生産菌の培養や精製に時間や労力がかかるといった課題も挙げられることから、効率的な製造法が求められている。

温度 100–374°C で液体状態を保つように加圧された熱水を用いる反応場を亜臨界水反応場という。亜臨界水はイオン積が増加することにより、酸加水分解反応を進行させることが知られている。

本研究では加圧ガスに窒素ガスを用いた窒素-亜臨界水 (N_2 -subcritical water: N_2 -subCW) 反応場、または炭酸ガスを用いた二酸化炭素-亜臨界水 (CO_2 -subcritical water: CO_2 -subCW) 反応場を作り出し、イヌリンの酸加水分解反応を進めた。それぞれの亜臨界流体反応場によるイヌリン加水分解機構について解析し、さらに機能性オリゴ糖 DFA III を調製するのに最適な反応場を明らかにすることを目的として進められた。

2. 方法

イヌリンとイオン交換水の入った耐圧容器を用いて N_2 -subCW 反応場 (150–170°C, 3.0–5.0 MPa)、または CO_2 -subCW 反応場 (100–150°C, 3.0–6.0 MPa) を作り出し、イヌリンの加水分解を行った。反応終了後に得られたイヌリン加水分解物を含む溶液 (イヌリン調製溶液) を質量分析法 (ESI-MS)、紫外可視分光法 (UV-Vis)、赤外分光法 (FT-IR) で測定した。

3. 結果と考察

1) N_2 -subCW 反応場によるイヌリン加水分解機構の解析 調製された成分を ESI-MS, UV-Vis, FT-IR で分析し加水分解機構の解析を行った。その結果、イヌリンは β -2,1 グリコシド結合が切断されることにより低分子化されていき、フルクトースやフラクトオリゴ糖 (重合度 3–10)、そして機能性オリゴ糖 DFA III などの成分へと加水分解されることを確認した。さらに加水分解の結果生じたフルクトースの一部は分子内脱水反応を経てヒドロキシメチルフルフラール (hydroxymethylfurfural: HMF) へと変換されることも推察された。

2) CO_2 -subCW 反応場によるイヌリン加水分解機構の解析 調製された成分を ESI-MS, UV-Vis で分析し加水分解機構の解析を行った。その結果、反応場中の水素イオン濃度の高さを要因の一つとして、 CO_2 -subCW 反応場は N_2 -subCW 反応場では進行しづらい温度域 (150°C 以下) においても加水分解反応が進行することが明らかにされた。これにより調製溶液中の HMF 濃度を抑えつつ DFA III を調製することができるかと推察された。

4. まとめ

亜臨界流体反応場を用いてイヌリンの加水分解を行うと、その加水分解物には DFA III が構成成分として含まれていることを確認した。本実験系において、イヌリンから DFA III を調製するのに最適な反応場は N_2 -subCW 反応場を用いたとき 160–170°C (3.0–5.0 MPa)、 CO_2 -subCW 反応場を用いたとき 130–150°C (3.0–6.0 MPa) であることを明らかにした。