

## 学位論文全文に代わる要約 Extended Summary in Lieu of Dissertation

氏名： 大島 久華  
Name

学位論文題目： 希少糖D-プシコースの食品への利用に関する研究  
Title of Dissertation

学位論文要約  
Dissertation Summary

近年、大量生産技術が確立された希少糖 D-プシコースは、様々な生理機能を有することから、機能性甘味料としての利用が期待されている。当該糖質を食品素材として実用化するためには、食経験をはじめとする安全性の確立とともに、食品加工時の安定性や適性を確認することが必要となる。そこで本研究では D-プシコースの食経験を証明するとともに、食品加工時における動態変化を明らかにするために以下の研究を行った。

### 第1章 D-プシコースの食経験の証明

第1節では、配位子交換能を有するゲル浸透カラムとパルスドアンペロメトリック検出器 (PAD) を連結したポストカラム法による高感度分析法を開発し、食品中のプシコース含量を分析することによって、プシコースの食経験を明らかにした。今回測定したサンプル中にプシコースは0.5 mg/100 g (コーヒー) から130.6 mg/100 g (ウスターソース) の範囲で含まれ、プシコースが多く加熱加工された食品に含まれていることが明らかになった。さらに、本結果を基にしてモデル献立を作成し、そのプシコース含有量から一日のプシコース摂取量を試算したところ、一人あたり約0.2 gのプシコースを摂取している可能性が示唆された。

第2節では、食品に含まれるプシコースの D,L 型を判定するため、D-プシコースを特異的に D-アロースに転換する固定化 L-ラムノースイソメラーゼ (L-RhI) と高感度分析法を組み合わせたプシコースの D,L 判定法を開発した。本分析法によって、ウスターソース、コーラ、魚のかば焼き、およびパンの皮に含まれるプシコースは D 型であると判定した。上述の結果より、食品に含まれるプシコースは D 型であると推測され、日常的に食品から D-プシコースを摂取していることが明らかになった。

### 第2章 加熱食品中のD-プシコースの生成と生成要因

加熱食品におけるプシコースの生成とその生成要因を明らかにするために、様々な食品の加工過程およびD-フルクトースのカaramel化におけるプシコースの

生成を研究した。食品中のプシコースは加工過程における加熱によって生成され、フルクトースメレンゲのようなアルカリ条件のみならず、酸性条件の乾燥リングにおいても長時間加熱することで生成することが明らかになった。また、加熱食品中におけるプシコースの生成要因を、D-フルクトースのカaramel化モデル実験によって検証した。その結果、プシコースは加熱加工中の高い温度、高いpH、高いフルクトース濃度、そして長時間の加熱によって容易に生成すると考えられた。なかでも最も重要な生成要因は、食品製造時のpHであるとともに、加熱によって着色した食品にはプシコースが多く含まれていることが明らかになった。

### 第3章 微生物酵素による D-プシコース含むオリゴ糖の合成

食品加工工程における D-プシコースの安定性と構造変化を探るために、微生物酵素による D-プシコースを含むオリゴ糖の合成を指標として検討した。アラビノキシランと D-プシコースから、キシラナーゼを用いてキシロシルプシコースを、 $\alpha$ -シクロデキストリンと D-プシコースからシクロマルトデキストリングルカノトランスフェラーゼを用いて、グルコシルプシコースを合成した。上記の D-プシコースを含むオリゴ糖は、構造解析によって新規な二糖類であることが示された。これらのことから、D-プシコースを発酵食品などに用いた場合、糖転移反応によって D-プシコースを含むオリゴ糖が合成される可能性があることが示唆された。

### 第4章 食品加工中における D-プシコースの安定性

D-プシコースを用いた加工食品中の D-プシコースの安定性を評価するために、食品製造時の主要な化学反応であるカaramel化反応およびメイラード反応に準じたモデル実験を実施するとともに、加工条件の異なる食品を試作し、各加熱条件における D-プシコースの濃度変化を調査した。カaramel化反応およびメイラード反応のいずれにおいても、反応温度と反応 pH の上昇に従って D-プシコースは減少した。食品加工中においても同様の傾向が見られ、D-プシコースは 3.3% (イチジクジャム) から 10.8% (スポンジケーキ) の範囲で減少した。これらのことから、D-プシコースは高い pH、高温、および長時間の加熱を受けた場合、着色を伴って減少するが、加工過程における温度と pH をコントロールすることによって、その損失を最小にできることが示唆された。

### 結論

本研究成果によって、日常摂取している食品中に D-プシコースが存在することを示すとともに、その食経験を明らかにした。また食品中の D-プシコースは加工時の加熱によって、D-フルクトースから生成することを示した。さらに食品素材としての D-プシコースの加工適性を酵素反応や加熱反応について検討し、食品加工時における適切な加工条件を明らかにした。これらの結果は、D-プシコースを食品に利用するにあたって、きわめて意義のある内容であると考えられる。