博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏　　名	森田　朗
学　　位	博士（農学）
学 位 記 番 号	新大院博（農）第 216 号
学位授与の日付	令和４年３月 23 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
博 士 論 文 名	キクイモの貯蔵条件がイヌリンの分解とプレバイオティクス効果に及ぼす影響
論 文 審 査 委 員	主査　教授・城　斗志夫
	副査　教授・末吉　邦
	副査　教授・藤村　忍
	副査　准教授・原　崇

博士論文の要旨

キクイモ（*Helianthus tuberosus* L.）は北アメリカ原産のキク科ヒマワリ属の多年草植物である。短日性で９月上旬頃に開花し，気温が 17℃以下に下がると地中に塊茎を形成する。キクイモの塊茎には難消化性多糖類のイヌリンが 12～19%と豊富に含まれている。イヌリンには血糖値上昇抑制作用，整腸作用，高脂血症改善作用，免疫力増強作用などの機能性が報告されており，キクイモには機能性食材としての利用が期待されている。イヌリンは D-フルクトースがβ(2→1)結合で直鎖状に繋がったフルクタンの一種であり，末端のフルクトースに D-グルコースがα(1→2)結合した構造を持つ。その糖鎖の長さはキクイモで２～60 単位程度であり，平均鎖長は 14～19 単位と報告されている。しかし，キクイモ塊茎中のイヌリンの鎖長は，収穫時期や収穫後の貯蔵条件により大きく異なり，最大 60 単位を超える高分子のイヌリンは，土壌中や貯蔵中に内在性酵素であるフルクタンエキソヒドロラーゼ（FEH）の働きにより低分子化されていく。イヌリンの分解による減少は，作物の商品価値や機能の低下を招くため，イヌリンを豊富に含むキクイモやチコリなどでは，分解を防ぐための貯蔵法などに関する研究がこれまで行われているが成功していない。チコリの根ではイヌリンの分解に関わる FEH の合成が植物体を気温 14℃以上のハウスに移すことで抑制されると報告されている。一般にキクイモを含め青果物は低温で貯蔵されるが，このことは低温ではなく常温で貯蔵することによりイヌリンの分解を抑制できる可能性を示唆している。そこで本研究は，常温貯蔵がイヌリンの分解に及ぼす影響を明らかにすることを目的に行った。

キクイモを 90 日間，20℃と５℃で貯蔵し，貯蔵中のイヌリン含量と分子量の変化を調べた。その結果，90 日目のイヌリンの減少率は，20℃で 37.4%，5℃で 31.1%と 20℃の方がやや大きく，常温保存でイヌリンの分解を抑制することはできなった。一方，20℃で 60～90 日貯蔵することにより鎖長 3～4 単位のフラクトオリゴ糖が顕著に増加することを見出した。ゲル濾過クロマトグラフィーによりイヌリンを低分子と高分子に分け，*Bifidobacterium* 属菌に対する増殖効果を調べたところ，低分子のものが高い効果を示した。また，低分子のフラクトオリゴ糖を豊富に含む 20℃貯蔵のキクイモ抽出物は，収穫直後のものより *Bifidobacterium* 属菌の増殖効果が高かった。このようにキクイモの貯蔵温

度を変えることで，プレバイオティクス効果を向上させ，キクイモの付加価値を高めることができることを示した。

また，ヤーコンでは減圧（0.07 MPa）下で塊根を低温貯蔵することにより１ヶ月ではあるがイヌリンの減少を抑制できたと報告されている。そこでキクイモにおいても減圧貯蔵を取り入れることでイヌリンの分解を抑制できないか試みた。キクイモ塊茎を自作の簡易真空容器中（0.02MPa～0.04MPa）で 20℃と５℃で 90 日間貯蔵したときのイヌリン含量と分子量分布の変化を調べた。なお，長期間減圧下でイモを密閉状態におくと腐敗するため，週に１度減圧を開放し容器内の空気を入れ換えた。その結果，90 日目のイヌリンの減少率は，20℃で 25.4%，5℃で 21.4%と減圧にすることでイヌリンの分解を 2/3 程度に抑制することができた。また，5℃では貯蔵 30 日目にかけてイヌリンの低分子化が見られたが，20℃では分子量の変化がほとんどなく，鎖長の減少を抑制することができた。

審査結果の要旨

キクイモは様々な機能性が報告されているイヌリンを豊富に含む機能性食材である。しかし，キクイモ中のイヌリンは貯蔵中に内在性酵素により分解されることからその機能が低下し，商品価値の低下を招くという問題を抱えている。本論文は，分解酵素の発現が 14℃以上で抑制されるという報告をもとに，常温貯蔵がイヌリンの分解に及ぼす影響を調べたものである。その結果，常温保存によりイヌリンの分解を抑制することはできなかったが，鎖長 3～4 単位のプレバイオティクス効果を持つフラクトオリゴ糖が顕著に蓄積することを見出し，常温保存によりキクイモの付加価値を高めることができることを示した。また，キクイモを減圧下で常温保存することによりイヌリンの分解を 2/3 程度に抑えるとともに，鎖長の減少を抑制することができることを明らかにした。これらの結果は，キクイモの新たな貯蔵法の開発や機能性の向上による高付加価値化につながるものであり，その成果は高く評価できる。

なお，本論文の主な内容は，申請者を筆頭著者として「キクイモにおけるイヌリンの貯蔵中の分解とプレバイオティクス効果」と題する論文として日本食品科学工学会が発行する学会誌に掲載が決定している。

よって，本論文は博士（農学）の博士論文として十分であると認定した。