

(第5号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	高重 至成
審査委員	主査 吉井 英文 副査 合谷 祥一 副査 森岡 克司 副査 小川 雅廣 副査 岸田 太郎

論文名

澱粉被覆噴霧乾燥粉末の物理化学的特質

審査結果の要旨

本研究論文は、噴霧乾燥粉末に澱粉を被覆した澱粉被覆噴霧乾燥粉末の物理化学的特性について、乳化 *d*-リモネン噴霧乾燥粉末からの *d*-リモネンの動的徐放挙動（第2章）、静的徐放挙動（第3章）及び乳化魚油噴霧乾燥粉末中の酸化安定性（第4章）に及ぼす澱粉被覆の影響を明らかにした。

第2章では、噴霧乾燥粉末中の *d*-リモネンの動的徐放挙動を観察するため、賦形剤にスクロース (Suc)、 α -ラクトース (Lac)、デキストロース当量値 (Dextrose equivalent, DE) が 25 と 19 のマルトデキストリン (Maltodextrin, MD) を使用し、澱粉被覆および無被覆乳化 *d*-リモネン噴霧乾燥粉末を作製した。作製した噴霧乾燥粉末からの *d*-リモネンの動的徐放挙動を、動的な水蒸気吸着評価システムを使用し、定速湿度増加法、定湿度法で観察した。定湿度下での動的徐放挙動において、賦形剤や貯蔵中の相対湿度 RH によって異なる徐放挙動を示すこと、賦形剤に MD (DE = 25, 19) を使用した粉末の場合は、徐放量と RH には相関が見られたが、Suc, Lac には相関関係が見られないことを示した。

恒温定速湿度増加条件下での動的徐放挙動においても、賦形剤によって異なる徐放挙動を示すことを確認した。特に、賦形剤に Suc と Lac を用いた粉末は澱粉被覆の有無に関わらず、徐放後、徐放流束が減少した。これは、賦形剤が低ガラス転移温度であるため、ラバー化、アグリゲーション、コラップス、結晶化等の物理化学的特質が関与していると推察した。賦形剤のガラス転移温度が大きくなると、徐放開始 RH が大きくなること、澱粉被覆により徐放開始 RH を大きくなることを示した。

第3章では、*d*-リモネンの静的徐放挙動を観察するため、賦形剤に Suc, Lac, マルトース (Mal), MD (DE = 40, 25, 19) を使用し、無被覆粉末と澱粉を被覆した澱粉被覆粉末を作製した。これら粉末を恒温恒湿条件下で静置し、*d*-リモネンの徐放挙動に及ぼす賦形剤及び澱粉被覆の影響について検討した。恒温恒湿条件下において、賦形剤及び澱粉被覆の有無により異なる徐放挙動を示した。

賦形剤にMal, MD (DE = 40, 25, 19)を使用した粉末は, 貯蔵時のRHが大きくなるにつれ, 徐放量, 徐放速度定数の増加が確認され, 徐放速度定数と相対湿度RHに相関が見られた. また, 澱粉被覆により, 賦形剤, 貯蔵湿度によっては, 徐放速度定数の減少が確認された. 対して, 賦形剤にSuc, Lacを使用した粉末は相対湿度RHと徐放量, 徐放速度定数とRHには相関が見られなかった. 賦形剤にMal, MD (DE = 40, 25, 19)を使用した粉末は, 澱粉被覆の有無に関わらず, 湿度の増加によって溶解凝集し, さらに湿度が増加することによって溶解していることが確認した. 賦形剤にSuc, Lacを用いた粉末では, 澱粉被覆の有無により異なる外部構造を示した. 無被覆の場合, Sucでは, 粉末表面に立方体結晶構造の結晶が見られ, Lacでは, 針状または樹枝状のような結晶がみられた. このことから, 澱粉被覆により結晶化阻害を生じる可能性を示唆した.

第4章では, 噴霧乾燥粉末中の魚油の酸化安定性を測定するため, 賦形剤にSuc, MD (DE = 25)を使用し, 澱粉被覆粉末を作製した. これら粉末をランシマツト法によって酸化速度を測定し, 魚油の酸化に及ぼす賦形剤や粉末特性の影響について検討した. その結果, 賦形剤にSucを用いた粉末の場合見かけの酸化速度定数は粉末径が大きくなるにつれて小さくなったのに対し, MD (DE = 25)を賦形剤の用いた粉末の場合は粉末径依存しなかった. 表面オイル量 q [mg-oil/g-powder] と酸化速度定数 k [1/min]の対数の関係をプロットしたところ, 表面オイル量に対して飽和型の相関式 $k = 0.012q^{0.378}$ が得られた. 作製粉末のオイルの酸化は粉末中の魚油が酸化される前に, まず粉末の表面油が酸化されるため, 粉末の表面オイル量が多いほど酸化安定性が低くなると考えられた. これらのことより, 粉末の表面オイル量が見掛けの酸化速度定数に起因していると推察した.

本論文は, 乳化フレーバー噴霧乾燥粉末からのフレーバー徐放挙動に及ぼす影響について, d -リモネンをモデルフレーバーとして種々の賦形剤を用いて作製した粉末に対して澱粉被覆が d -リモネン徐放に及ぼす影響について詳細に検討し, 澱粉被覆を行うことで, 賦形剤の物理化学特性が変化, することで徐放挙動が変わることや乳化魚油噴霧乾燥粉末中の魚油の酸化速度が変化することを明らかにした論文である. また, 噴霧乾燥時に澱粉被覆が噴霧乾燥粉末の回収率や安定性を改善する手法であることを示した有用な論文である.

本学位論文の公開審査会は, 令和元年 8 月 3 日に高知大学農林海洋科学部で開催され, 口頭発表およびこれに関する質疑応答が行われた. 引き続き開催された学位論文審査会において論文内容について審査し, 審議の結果, 全員一致して, 本論文が博士(農学)の学位授与するに値するものと判断した.