

(第5号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	小枝 貴弘
審査委員	主査 吉井 英文 副査 合谷 祥一 副査 田村 啓敏 副査 森岡 克司 副査 橋 燦郎

論文名

シクロデキストリンを主賦形剤とした機能性食品粉末の作製

審査結果の要旨

本論文では、シクロデキストリン(CD)を主賦形剤とした場合の機能性成分、またはフレーバーを包括粉末化する際の特性を明らかにすることを目的とした。混練法により賦形剤 CD 含有水飴を主な賦形剤として用い、パルミチン酸レチノール(RETP) を包括粉末化して粉末中の RETP の安定性に及ぼす賦形剤の役割を検討している。CD と MD の混合賦形剤を用いて、RETP 含有率に及ぼす賦形剤の種類の影響、及び DE の異なる MD を用いて RETP の安定性に及ぼす MD の DE の影響について考察した。また、噴霧乾燥法を用いて *d*-リモネン包括粉末を作製し、徐放速度に及ぼす *d*-リモネンと CD 溶液の混練時間の影響及びクラスターデキストリン (HBCD) と CD の混合賦形剤を用いて包括率について検討している。

混練法で RETP 包括粉末を CD 水飴、CD と MD の混合賦形剤により作製した場合、包括粉末中の RETP 安定性はアブラミ式により良好に相関できること、RETP 分解速度定数の活性化エネルギーに化学補償効果が見られること、RETP の包括率及び安定性は DE が低い MD ほど高いことから、RETP 安定性に賦形剤の酸素の拡散抑制効果が重要であることを明らかにした。

噴霧乾燥法により *d*-リモネンの CD 包接粉末を作製する場合、混練時間が包接粉末からの *d*-リモネン徐放速度に影響することを示した。また、HBCD と α -CD の混合賦形剤を用いて *d*-リモネン包接 CD 粉末を作製した場合、粉末中のリモネンの徐放速度は α -CD 含量により決まることを明らかにした。

本論文は、CD を主賦形剤とした機能性物質やフレーバー等の包括、包接粉末を製造する際の指針を与えるための有用な論文であり、審査委員全員一致して博士(農学)の学位を授与するのに値するものと判定した。

以下、具体的結果について説明する。混練法により賦形剤としてサイクロデキストリン(CD)含有水飴を主な賦形剤として用いパルミチン酸レチノール(RETP)を包括粉末化し、その安定性について検討した。CD水飴の一部を γ -CDに置き換えた賦形剤がもっとも高い含有量と安定性を示した。混練法によってRETP包括粉末を作製するには、CDの乳化能によるRETP油滴の分散が重要であると推察された。比較のために作成した噴霧乾燥粉末と同様に混練法による粉末中のRETP安定性はアブラミ式により良好に相関できた。各粉末のアブラミ式より求めたRETP分解速度定数に化学補償効果が成立し、賦形剤中の酸素の拡散律速による分解機構でRETPの安定性が推測できると考えられた。混練法により賦形剤を α -、 β -、 γ -CDとDEの異なるMDによって包括粉末化し、その賦形剤の役割についてさらに検証した。 α -CDとMD (DE = 11)の組み合わせがRETPの包括量及び安定性が β -、 γ -CDやDEの高いMD(DE = 17.5, 28, 47)よりも高かった。反応定数はDEの低いMDの方がDEの高いMDよりも低かった。RETPの安定性は賦形剤中のMDの量に依存していることからCDによる包接の効果よりもMDの酸素の拡散抑制効果が重要であると考えられた。

噴霧乾燥によってリモネンとCDを賦形剤によって包括粉末化し、粉末の形状とリモネンの包括量について検討した。リモネンとCDの複合体の形状はCDの種類と複合体の形成時間によって変化した。低濃度の α -CDでは針状の小片が増え、濃度が高くなると球状の構造が増えた一方、 β -や γ -CDではその濃度により構造変化が見られなかった。リモネンの包括量は β -や γ -CDでは複合体の形成時間によって増加したが、 α -CDでは変化しなかった。 γ -CD複合体においてはCDの濃度、複合体の形成時間によって粉末の大きさが大きくなることが確認できた。すべてのCDでX線回折による包接体に特有のピークが確認され、 α -と β -CD複合体ではその強度は包接時間によって増加したが、回折ピークの変化は確認されず、結晶構造は変化しなかったと考えられる。これらのことからCDとリモネンの複合体粉末の形状の変化は結晶の集合化に由来するものである可能性が示された。リモネンの粉末からの徐放特性について検証し、その反応定数は α -、 β -、 γ -CDでそれぞれ 7.6×10^{-6} 、 1.2×10^{-3} 、 1.9×10^{-3} であった。複合体粉末の粒子径測定の結果、 γ -CDがもっとも大きく、その表面積は小さいものと推定された。これらのことからCDによるリモネンの包括粉末中の安定性は表面積などの粉末の状態よりもCDへの包接状態に由来するものと考えられた。HBCDと α -CDの混合賦形剤ではその安定性は α -CDの含量に依存しており HBCDの被膜形成能力も安定性に影響を及ぼさなかった。

以上のことから、CDを主賦形剤とした混練法による油性物質の包括粉末化においては賦形剤の酸素の拡散抑制が重要であり、噴霧乾燥によるフレーバーの包括粉末化においてはCDによる包接が重要であることが判明した。CDを主賦形剤とした包括粉末化においては、包括方法に応じた賦形剤の選択が重要であるといえる。

本論文に関する公開審査会は平成26年8月2日、香川大学農学部で開催され、申請者と適切な質疑応答が行われた。引き続き行われた学位論文審査会で本論文の内容を慎重に審議し、全員一致して博士(農学)の学位を授与するに値するものと判定した。