

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

氏名： 小枝 貴弘
Name

学位論文題目： 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
Title of Dissertation

学位論文要約：
Dissertation Summary

本研究では、シクロデキストリン (CD) を主賦形剤として機能性成分を混練法により粉末化し、粉末内の機能性成分の安定化機構について検討した。研究を行った。

親油性の機能性成分としてパルミチン酸レチノール (RETP) をモデルとして、CD 水飴を主賦形剤とし包括粉末を作製した。CD 水飴の一部 15%を γ -CD に置換した場合、粉末中の RETP 包括量が CD 水飴のみより 2 倍以上となった。しかしながら、CD 水飴を γ -CD とマルトデキストリン (MD) とした場合、RETP は包括できず、混練中のスラリーの RETP のエマルション径が約 $38\mu\text{m}$ と非常に大きかった。混練法による包括粉末化には CD のような乳化、分散を促すものが必要であることが推察された。粉末中の RETP の見かけの分解速度定数の活性化エネルギーは、CD 水飴のみの場合 35.7 kJ/mol 、CD 水飴の 7.5% を MD に置き換えた場合 47.9 kJ/mol 、CD 水飴の 15% を MD に置き換えた場合 62.6 kJ/mol を算出され、RETP の安定性が賦形剤中の MD の量に比例することが確認された。また、アブラミ式による機構パラメーター及び化学補償効果の成立により、混練法による粉末化は噴霧乾燥法と同様に賦形剤が酸素の拡散を抑制することで安定化しているものと推察された。

次いで、 α -, β -, γ -CD と DE の異なる MD を賦形剤とし、混練法により RETP を包括粉末化した。RETP の包括量は賦形剤に α -CD を使用した粉末の包括率が最も高かった。混練法では賦形剤に α -CD を使用した粉末することで、包括率及び安定性の高い粉末を得ることができた。またその RETP に対するモル比も α -CD がもっとも低いときに RETP の安定性が最も高い結果となり、賦形剤中の MD の量が安定性に寄与していることが示唆された。DE の異なる MD によって粉末化した RETP の包括率及び安定性は DE が低い MD ほど高かった。

以上のことから CD を主賦形剤として混練法によって包括粉末化された RETP は、 α -CD によって賦形剤中に分散され、MD によって酸素の拡散から保護されることにより安定化されているものと考えられる。従って混練法によって機能性物質を包括安定化するためには CD の種類を選択し、賦形剤中に十分に分散させ、DE の低い MD のような酸素の拡散を抑制する効果の高い賦形剤を併用し被膜としての効果を得る必要があるものと推察される。

揮発性の機能性物質としてモデルフレーバーとして *d*-リモネンを使用し、賦形剤に α -, β -, γ -CD をを用いて噴霧乾燥法により *d*-リモネンを粉末化した。噴霧乾燥溶液中の CD の種類と濃度を変化させ包括粉末化させた場合、 α -, β -, γ -CD を賦形剤とした *d*-リモネンの包接率はそれぞれ 0.42, 0.75, 0.8 であった。この包括率は CD の濃度に依存せず一定であり、CD の種類によってのみ変化した。粉末の形状は賦形剤として α -及び β -CD を用いた粉末において、包接処理時間が 24 時間の場合に小さな結晶状の構造に近づいたが、 γ -CD において変化は確認できなかった。賦形剤を α -及び β -CD とした粉末の X 線回折強度は包接処理時間長くなると包接物特有のピークが大きくなることが確認できた。包接処理時間を設けない場合、賦形剤を α -, β -, γ -CD で粉末化した *d*-リモネンの見かけの徐放速度定数はそれぞれ $3.5 \times 10^{-5}\text{ h}^{-1}$, $3.5 \times 10^{-3}\text{ h}^{-1}$, $3.6 \times 10^{-3}\text{ h}^{-1}$ であり、それに対し 24 時間包接処理を行った粉末はそれぞれ $7.6 \times 10^{-6}\text{ h}^{-1}$, $1.2 \times 10^{-3}\text{ h}^{-1}$, 1.9×10^{-3}

(様式 5) (Style5)

h^{-1} であった。すべてのCDで包接処理時間が長くなることで反応定数が小さくなることが確認できた。CDを賦形剤とした*d*-リモネン包括粉末の安定化はCDの包接操作に依存していると考えられた。

α -CDとHBCD及びMDを賦形剤として*d*-リモネンを包括粉末化した場合、*d*-リモネンの包括率は α -CDとHBCDの混合比によって変化し、 α -CD及びHBCD単独でも包括粉末を作製することができた。賦形剤を α -CDとHBCDの混合とした粉末の構造は、HBCDの被膜の中に α -CDと*d*-リモネンの包接複合体の針状結晶が存在することが確認できた。またHBCDの代わりにMDを賦形剤とした粉末においては、粒子径は変化するものの、*d*-リモネンの包括率や粉末の構造に変化は確認できなかった。粉末中の*d*-リモネンの安定性について検討を行ったところ、その安定性は α -CDの量にのみ依存していることが確認され、 α -CDとHBCDの混合賦形剤では皮膜を形成するHBCDは*d*-リモネンの安定性に影響を及ぼさないことが確認された。

以上のことからCDを主賦形剤として噴霧乾燥によりフレーバー粉末を包括粉末化するためには、徐放や安定化など求められる性能に対してCDの種類による包接能の違いを考慮する必要がある。

本研究から、CDを主賦形剤とした混練法による親油性物質の包括粉末化においては、CDによる分散の効果に加えMDなどの被膜となる賦形剤による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による包接安定化操作が重要であることが判明した。従ってCDを主賦形剤とした包括粉末の作製においては、機能性物質に応じた包括方法、賦形剤の選択が重要であるといえる。