

学位論文審査の結果の要旨

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

論文名

Microencapsulation of Flavors in *Saccharomyces cerevisiae* by Spray Drying and Characterization of Their Release Behavior

(噴霧乾燥法による酵母へのフレーバー包括粉末化と酵母粉末からのフレーバー徐放特性)

審査結果の要旨

本研究論文は、機能的食品素材のβ-グルカンを抽出した残渣の酵母をフレーバーの包括剤として用い、フレーバーを酵母溶液と混合攪拌後フレーバー包括酵母を噴霧乾燥により粉末化する際の諸条件について(第4章)検討したものである。また、酵母包括フレーバーからのフレーバー徐放挙動を、温度と含水条件(第5章)、およびフレーバー包括酵母粉末まわりの湿度(第7章)を変化させ検討し、フレーバー徐放速度の特質明らかにしたものである。

本研究では、モデルフレーバーとして *d*-リモネン (log P=4.8) およびヘキサン酸エチル (log P=2.8) を使用し、包括剤として酵母を用いた。フレーバー封入酵母細胞の作製は、スラリー中で酵母、フレーバーおよび水を混合攪拌することによって調製した。噴霧乾燥後の粉末化した酵母中のフレーバー含有量に対する攪拌時間、温度および噴霧乾燥条件の影響を調べた。カプセル化速度定数は、*d*-リモネンおよびヘキサン酸エチルについて 0.69 h^{-1} と同じであること、フレーバー包括酵母の作製条件として 40℃の攪拌温度および 200℃の噴霧温度で両方のフレーバーが高い包括量が得られることを示した。噴霧乾燥温度はヘキサン酸エチルの酵母への包括量に対して有意な影響を及ぼさなかった。得られたフレーバー包括量は、200℃の噴霧乾燥温度のとき乾燥酵母の重量当たり *d*-リモネンが 37wt%、ヘキサン酸エチルが 49wt%であった。フレーバー包括酵母粉末の形態が、凝集した球形構造であることを示した。

フレーバー包括酵母粉末からのフレーバー徐放速度を、酵母粉末重量に対して異なる添加水量(0、50、100、および 200wt%) で温度 40、60、80 および 105℃で測定した。このフレーバー包括酵母粉末は、実験室規模のパイロット噴霧乾燥機を使用して作製した。また、比較のためにマルトデキストリン(MD) (DE=19) を賦形剤として用い乳化フレーバー噴霧乾燥粉末からのフレーバー徐放についても同条件で調べた。フレーバー徐放速度に添加水量が大きく影響した。フレーバー徐放速度が、フレーバー徐放速度定数の活性化エネルギーのガウス分布を考慮した速度式を用いて相関できることを示した。

乳化フレーバー噴霧乾燥 MD 粉末からの *d*-リモネンの徐放速度定数は、様々な温度で酵母細胞のそれとは異なる傾向を示した。酵母からのヘキサン酸エチルと *d*-リモネンの徐放速度定数の活性化エネルギーは湿潤条件下でそれぞれ 55 と 49 kJ/mol であった。貯蔵温度 30°C で 2 か月保存した *d*-リモネン包括酵母中の酸化リモネンとカルボンの生成速度は、MD 粉末のその生成速度に比較して遅かった。

フレーバー包括酵母からのフレーバー徐放速度に及ぼす酵母の見掛けのガラス転移温度(Tg)を、直線的に温度を上昇させた条件で徐放するフレーバー量をアロマセンサーを用いて測定する手法を提案した。同時に、フレーバー包括酵母粉末のフレーバー含有量を、ガスクロマトグラフィーを用いてフレーバー包括量を調べた。両方の方法から得られた切片点は、アロマセンサーを用いて見いだされた 160°C を超える見かけの Tg 値と同じであり、アロマセンサーを用いる見掛けのガラス転移温度(Tg)測定法の有用性を示した。

フレーバー包括酵母からのフレーバー徐放速度を、動的蒸気収着システムを用いて段階的な湿度変化させた条件で検討した。30、40、50、および 60°C の温度で相対湿度 (RH) 20% を 50、60、70、および 80% までステップ的に変化させ測定した。フレーバー徐放最大流束は 60°C, 80%RH の条件で得られた。フレーバーの徐放速度を、Weibull 式を用いて相関できることを示した。

本論文は、噴霧乾燥によりフレーバー包括酵母粉末を作製する手法について検討し、酵母がフレーバーのカプセル化剤として有用であることを示した。また、フレーバー包括酵母粉末からの徐放挙動を、規化ガウス分布の活性化エネルギーを有する一次速度式で良好に相関できることを示した論文である。また、酵母がフレーバーのカプセル化剤として有用であることを示し、フレーバー包括酵母作製とその応用の指針を与えた有用な論文である。

本学位論文の公開審査会は、平成 31 年 2 月 9 日に愛媛大学農学部で開催され、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。