

氏名 西園 昌代

主論文審査の要旨

現在、青果物の色・味・香り・栄養価等の品質を低下させない乾燥法として、食品分野だけでなく医薬品等の製造にも利用されている真空凍結乾燥法（以下、FD）や、それにやや劣るもののマイクロ波乾燥法や減圧乾燥法、熱風乾燥法がある。しかしこれらの乾燥法は、乾燥を行うための専用機器が必要であり、なかでもFDは乾燥品の製造時間が長く、かつ乾燥にかかる費用が高額になるといった課題がある。また、乾燥コストが比較的安価な熱風乾燥法においても、トマトやイチゴといった色味が鮮やかで含水率が高く、さらに糖度も高い野菜果実類で、は変色や成分の損失が生じてしまい、高品質な乾燥粉末の製造は困難である。

このような背景を鑑み、本学位論文では、トマトおよびイチゴを原料として、熱風乾燥法よりも低温度帯で乾燥する低温乾燥法（以下、LTD）による乾燥粉末を製造し、FDによる乾燥粉末と、各粉末に含まれる機能性成分の残存量、色ならびに物理特性等を比較することにより、LTDの優位性を明確化することを目的とした。なお、このLTDは、6次産業化あるいは農産加工施設に最も多く導入されている対流式乾燥機を用いて乾燥する乾燥であり、特別な装置を導入する日ウ様がなく、低コストで様々な原料にも対応でき、かつFDに匹敵する品質を有する粉末の製造に有効な手法として期待できる。

本学位論文は全6章から構成されており、第1章では著者が本研究を始めるに至った背景および目的について記した。

第2章では、既往研究として乾燥方法の変遷と各乾燥法の特徴および課題について概説した。

第3章では、まず対流式乾燥機による良質なトマト粉末製造のための最適乾燥方法の策定を試みた。試験では品種・成熟度合いの異なる7種類のトマト果実を丸ごとの破碎果汁をさまざまな温度区で乾燥した。乾燥試料の比較を行うため、トマトリコペン（主要な機能成分であるカロテノイドの一種、強い抗酸化性を有する）と総ポリフェノール含量（強い抗アレルギー活性を示す）を測定した。その結果、リコペン含量が最も多かった40°Cで、乾燥曲線から乾燥時間10時間をLTDにおける最適条件と決定した。次に、この乾燥条件下で乾燥したトマト粉末とFDで製造した粉末との機能性成分および栄養成分の残存量を比較・検討した。結果、品種間で異なるものの、FDに対しLTDのリコペン含量は約11～18%低値であったが、加工素材としては良好であった。総ポリフェノール含量は両乾燥法でほぼ等しい値を示した。味覚に影響を及ぼす遊離アミノ酸および有機酸の含量も、品種によるバラツキは見られたものの、FDとほぼ同等で、LTDはトマト粉末製造に有効な手法であることが確認できた。

第4章では、含水率が高く、かつ糖度が高いイチゴの粉末化を試み、FD粉末と比較した。試験方法は、品種の異なるイチゴ成熟果を第3章で確立したトマトの乾燥粉末の作製条件に準じて行った。成分分析の結果では、総ポリフェノール量、DPPHラジカル消去活性、

遊離アミノ酸量、有機酸量のいずれも、LTD 粉末、FD 粉末ではほぼ同量の結果で、品種によっては LTD 粉末が多くなる結果が示され、食品素材として利用するには有効であることが確認できた。また、物理化学特性として粉末の色、水分保持能力 (WHC)、可溶性指数 (WSI) および電子顕微鏡による微細構造を調べ、比較・検討した。WHC は品種ごとに差異は見られたが、同品種間ではほぼ同量の水分を保持することがわかった。WSI は LTD と FD の差異は±5%以内と小さく、WSI 特性値についても類似した特性を有すると考えられた。電子顕微鏡による微細構造では、両粉末粒子とも類似した構造を有しており、そのため WHC および WSI が同等値になったものと推察した。

第 5 章では、LTD で作製した乾燥粉末を利用した食品の試作を行うとともに、そのレシピを考案した。粉末の利用は食品加工においてシーズニングとして利用でき、菓子類やパン、麺類へ添加して、色の付加や栄養素・機能性の強化等による食品への利用が考えられた。また、食品以外の利用として、成分の損失が少なく高い成分保持能から、理化学系における FD 代替の前処理法としても有効であることが示唆できた。

第 6 章は全体の総括であり、LTD が誰もが使用できて良質な乾燥粉末を製造し得る技術として有効であることを結論付けた。

申請者は、博士後期課程入学当初は民間企業の研究開発担当者であったが、熊本県農業研究所アグリビジネスセンターに入社後に、本学位論文の研究に着手した。その後、(公財)佐賀県産業支援センターに転職されたのを機に、週末に熊本県産業技術センター内施設で本学大学院社会人博士後期課程での学術研究に精力的に取り組み、数多くの信頼性の高い反応工学データを取得した。それに加え、熊本県だけでなくの農産加工や 6 次産業化の現場で利用可能な低コストの乾燥法として有効であることを実験的に明らかにした。この成果に対する客観的評価として、筆頭著者として博士論文の成果が査読付き国際学術誌に 1 編出版、もう 1 編も掲載決定 (近日中に出版予定) となっている。また国内学会での成果発表とともに国際会議での口頭論文発表も行っている。本専攻における学位授与基準 (筆頭著者論文 2 編以上) を満足している。

最終試験の結果の要旨

出願者は研究テーマに関する深い知識を有する。特に、食品の栄養成分量や組成と機能性の相互作用に関する知見や評価技術の知識は極めて豊富である。食品工学、粉体工学、栄養学、分析化学などの知識及び研究実施能力は国際的に通用する。ただし、公聴会においては出願者が提案する乾燥法の優位性を示す基礎工学データは多数取得していたものの、乾燥時に生じる現象と分子構造の関係性や機能性発現の科学的意味の理解が不十分であった。これらの知見を修得し、博士論文の大幅改善を強く望むものである。語学能力も、公聴会における審査員からの英語での質問に対して返答に窮する場面があった。国際会議での口頭発表を行い、また筆頭著者として博士課程での研究成果を国際学術誌に 1 編出版、1 編は採択決定していることもあり、出願者の語学能力は必要最低限の水準には達していると判断した。本専攻における学位授与基準 (筆頭著者論文が 2 編以上) を満足している。学位論文のインターネット公表は「要約」のみ公表する。

審査委員 工学専攻物質生命化学教育プログラム 准教授 佐々木 満
審査委員 工学専攻物質生命化学教育プログラム 教授 木田 徹也
審査委員 工学専攻機能創成エネルギー教育プログラム 教授 ホサノ ハミド