

# Optimization of IR and UV-C Radiation as Surface Decontamination Techniques for Fresh Produce Using a CFD Approach

トリヴィッタヤシル, ウィパウイ

<https://hdl.handle.net/2324/1441303>

---

出版情報：九州大学, 2013, 博士（農学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）



氏 名 : ウィパウイ トリヴィッタヤシル

論文題目 : Optimization of IR and UV-C Radiation as Surface Decontamination Techniques for Fresh Produce Using a CFD Approach  
(CFD を用いた青果物の赤外線・紫外線照射殺菌法の最適化)

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、青果物の殺菌法として残留性がなく健康被害、環境被害の少ない赤外線・紫外線照射法に対し、数値流体力学 (CFD) を用いて照射時の青果物の温度や照射量分布を予測することにより、高温や過剰照射による障害のない最適な照射条件の提言を行ったものである。

まず、寒天培地とイチジク果実を対象として、CFD による赤外線照射時の熱移動シミュレーションを行っている。寒天培地とイチジク果実温度の経時変化は高い精度で予測され、実測値との間の二乗平均平方根誤差はそれぞれ  $2^{\circ}\text{C}$ 、 $4^{\circ}\text{C}$  であることを示している。また、ピーク波長が  $0.96\ \mu\text{m}$  の赤外線を培地上の *Cladosporium* と *Penicillium* の分生子に照射し、赤外線の殺菌効果を調査した結果、照射距離  $90\ \text{mm}$  のとき、*Cladosporium* と *Penicillium* に対する D 値 (生菌数が  $1/10$  に減少するのに要する時間) は、それぞれ  $40\ \text{s}$  と  $60\ \text{s}$  であることを見出している。

つぎに、イチジクの赤外線殺菌処理効果を分析するため、熱移動と殺菌の連成モデルを構築し、赤外線処理後の生菌数を予測した結果、高強度の赤外線を短時間照射することにより、強度の弱い赤外線を長時間照射する方が殺菌効果は高いことを示している。さらに、異なる赤外線照射条件で殺菌処理したイチジクを貯蔵し、品質の変化を実験的に調査している。その結果、腐敗発生率はイチジク表面温度が  $50^{\circ}\text{C}$  になると有意に小さくなることから、表面温度が  $50^{\circ}\text{C}$  に達するまで照射するのが適当であることを見出している。また、この温度での処理は重量、果実硬度、表面色、目視による品質に影響を与えないことを明らかにしている。

加えて、開発した離散座標モデルを用いた、多数個のイチゴ果実の紫外線殺菌に対する CFD シミュレーションを行い、モデルが紫外線殺菌のパラメータを最適化するのに有効であることを明らかにしている。また、紫外線を透過するフィルムを用いることで、下方からの照射が可能となり、イチゴを回転させることなく一様な照射が行えることを示している。さらに、紫外線照射後のイチゴの貯蔵試験を行い、 $0.4\ \text{kJ m}^{-2}$  照射時にカビの発生が最も抑制され、 $1.0\ \text{kJ m}^{-2}$  以上では表面色の変化やガク片の萎凋が現れること、どの照射量でも滴定酸度や果実硬度に影響を及ぼさないことを明らかにしている。

以上要するに、本論文は赤外線・紫外線による青果物の殺菌操作の最適化を CFD シミュレーションにより行うとともに、実際に殺菌後の青果物の貯蔵試験を行い、殺菌の効果と品質への影響を明らかにしたものであり、生産流通科学に寄与する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士 (農学) の学位を得る資格を有するものと認める。