

氏名(国籍)	アド アハマド (ガ ー ナ)		
学位の種類	博 士 (農 学)		
学位記番号	博 甲 第 2799 号		
学位授与年月日	平成 14 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	農学研究科		
学位論文題目	Maturation Control of Fresh Fruits Stored in Modified Atmosphere Packages (MA 包装貯蔵した青果実の追熟制御)		
主 査	筑波大学教授	農学博士	前 川 孝 昭
副 査	筑波大学教授	農学博士	佐 竹 隆 顕
副 査	筑波大学教授	農学博士	小 池 正 之
副 査	筑波大学助教授	農学博士	弦 間 洋

論 文 の 内 容 の 要 旨

青果物の流通において、競争の激しい市場で消費者に受け入れられるためには、品質の管理と制御が必要となる。MA 包装 (Modified Atmosphere Packaging) は、収穫された青果物の貯蔵寿命を延ばすことを目的とした技術であり、青果物の生理学的特性、貯蔵温度、包装フィルム内ガス組成等の条件が、品質の管理と制御を成功させる要因である。本研究は、MA 包装貯蔵された青果物の内部品質の変動を非破壊で予測する技術の開発を目的としている。これによって青果物を市場へ出荷する際、内部品質特性の異なる各等級へ分類・選別することにも役立つと考えられる。

- 1) MA 包装された青果物の追熟制御に関する基礎的な知見を得ることを目的として、30 μ m 厚の低密度ポリエチレンフィルムにより包装したキウイフルーツを 1℃で 3 週間冷暗貯蔵した後、貯蔵温度を a) 1℃と 10℃の間で 1 週間ごとに周期的に変動、同じく b) 1℃と 15℃の間で周期的に変動、c) 1 週間ごとに 1℃ずつ昇温、また 3 週間目から d) 5℃に設定、e) 10℃に設定、f) 15℃に設定、更に比較検討を目的として生産地における標準的な貯蔵温度である g) 1℃に設定の各温度条件のもとでの MA 包装貯蔵実験を行った。貯蔵温度変えた後 1 週間毎に、各貯蔵温度における糖度、酸度、果肉硬度、蒸散作用による質量損失等の品質変動を測定する一方、市販のキウイフルーツの品質との比較検討を行った。本実験の結果、8 週間の貯蔵の後、貯蔵温度を変動させたキウイフルーツの糖度は 12.0～14.2%Brix の間に分布しており、市販のキウイフルーツの糖度 15.7%Brix に比べてやや低い値であった。一方、酸度は、市販のキウイフルーツの値が 0.7citric acid g/100mL であるに對して、0.9～1.0citric acid g/100mL の間に分布しており、市販品に比べて高い値を示した。また、果肉硬度は、10.8～16.8N/mm の間に分布しており、市販品の果肉硬度 4.8N/mm に比べて 2 ないし 3 倍程度高い値を示した。更に、8 週間の貯蔵後の全量損失は 0.5～2.0% の間に分布しており、青果物の商品価値を変じない一般的な目減りの限界といわれている 5% に比べて十分低い値であった。
- 2) MA 包装貯蔵した青果物の内部品質指標の変動を推測する新機軸の技術としてニューラルネットワークによるシミュレーションを試みた。始めに、30 μ m 厚の低密度ポリエチレンフィルムで MA 包装し、3℃および 10℃で冷暗貯蔵したリンゴの内部品質の変動の推測を行った。本実験の結果、ネットワークの出力値と糖度および酸度の測定値、ならびに同出力値とアロマ濃度の測定値は概ね良く近似し、貯蔵したリンゴの内部品質の非破壊評価支援技術としてのニューラルネットワークの可能性の一端が明らかとなった。

- 3) 2℃と7℃の温度条件の下、ポリエチレンフィルムによりMA包装貯蔵したキウイフルーツの糖度、酸度、グルコースおよびフルクトースなどの内部品質について、ニューラルネットワーク及び従来技術である線形重回帰モデルによる推測シミュレーションを行い、推測結果の比較検討を行った。二乗平均誤差を精度の指標として用いた結果、ニューラルネットワークモデルが線形重回帰モデルに比べてキウイフルーツの内部品質変動を精度よく推測できることを明らかにした。このモデルでは、同一の生育時期におけるヘイワードと香緑の二品種のデータのみを供したが、ニューラルネットワークによる内部品質予測の可能性が追認された。また、ネットワークの学習に用いる教師データとして異なる時期に栽培されたキウイフルーツの内部品質データなども交えることにより、更に予測精度の向上が期待できると考えられた。
- 4) 学習済ニューラルネットワークモデルに対し、その汎化機能の検証を目的として実際の貯蔵条件とは異なる貯蔵温度や包装内O₂およびCO₂ガス濃度を入力し、ネットワークモデルによる同貯蔵条件下の内部品質の予測を試みた。同シミュレーションの結果、ネットワークの汎化機能が確認され、追熟プロセス制御へのニューラルネットワークの適用の可能性が示唆された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、コンピュータサイエンスの一領域にあり、パターン分類に特効を持ち、学習と汎化機能を有するニューラルネットワークを、青果物の追熟プロセスにおける内部品質の変動予測に適用したものである。従来、内部品質の測定はサンプリングによる破壊測定や近赤外分光分析法などにより行われていた。これに対し本研究においては、カラーセンサ、ガス分析装置といった他のセンサ出力をニューラルネットワークの入力信号とし、非破壊でMA包装貯蔵青果物の内部品質変動の予測を試みたものである。従来技術である線形重回帰モデルとの比較検討の結果、ニューラルネットワークモデルは、その予測精度が高く、新機軸の非破壊計測支援技術であることを明らかにした。また、内部品質予測ネットワークはその汎化機能を援用することにより、追熟プロセスの制御に適用できる可能性を示した。

以上のように、本研究は青果物の追熟プロセスにおいて、その内部品質の変動予測にニューラルネットワークを適用した端緒の研究であり、先駆的かつ独創性の高い研究として評価できる。また、食料プロセスを始めとした生物プロセスの領域にコンピュータサイエンスを導入し、その可能性を示唆した成果の役割は大きいと判断する。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。