
青果物の鮮度低下速度予測のための シトクロム *c* オキシダーゼ濃度分布の非破壊検査法

東京大学大学院農学生命科学研究科・准教授 牧野 義雄

■ 目的

世界の人口増加に対応する食料供給料を確保する手段の一つとして、収穫後における食料廃棄率の抑制がある。青果物の鮮度低下に大きく影響を及ぼす要因の一つが呼吸であり、呼吸の遅速(呼吸速度)が収穫後における青果物の鮮度保持期間に大きく影響を及ぼす。細胞内に取り込んだ O_2 分子の90%以上を、呼吸鎖の末端に位置するシトクロム *c* オキシダーゼが消費することから、青果物の個体ごとにシトクロム *c* オキシダーゼの量を非破壊的な手法で推定できれば、鮮度保持期間を予測できる可能性が生じる。そこで本研究では、可視/近赤外分光分析によってシトクロム *c* オキシダーゼの濃度分布を可視化する手法を検討した。

■ 方法

試料として呼吸速度が最も速い品目の一つであるブロッコリーを選択し、シトクロム *c* オキシダーゼ分布を観察した。花蕾部の包埋凍結試料をクリオスタットで切片とし、酵素活性染色後、顕微鏡観察でシトクロム *c* オキシダーゼ濃度分布を評価した。次に、ブロッコリーを5°Cの恒温庫内で48d貯蔵し、ハイパースペクトルカメラでブロッコリー花蕾部の380~1,000nmの範囲の二次元分光反射スペクトルを経時的に測定した。黄化速度定数を目的変数、貯蔵開始時の二次微分分光反射スペクトルを説明変数として、ブロッコリー花蕾の退色速度定数予測のためのニューラルネットワークモデルを作成した。さらに、ブロッコリーに含まれるミトコンドリアを抽出し、分光吸光スペクトルを測定した。

■ 結果および考察

酵素活性染色によってブロッコリー花蕾部の酵素濃度が部位によって異なることを確認した。また、ハイパースペクトルカメラで測定した二次元分光反射スペクトルを二次微分し、ニューラルネットワークで数学モデルを構築し、ブロッコリー花蕾部の黄化速度を予測することができた。黄化速度は酵素濃度に依存するため、酵素濃度分布についても、併せて予測できるモデルが構築できたと考えられた。さらに、ミトコンドリア抽出液が、シトクロム *c* オキシダーゼに由来する440nmにおける光吸収を示したことから、ニューラルネットワークモデルには440nmにおける分光反射率が入力変数として組み込まれていることから、ハイパースペクトルカメラがシトクロム *c* オキシダーゼの光吸収特性を捕らえ、当該酵素濃度分布の非破壊推定が可能になったと考えられた。

■ 結語

本研究成果が青果物の選果選別ラインに実装されれば、非破壊でブロッコリーの品質保持期間が予測でき、適切な流通条件を選択することで、青果物廃棄率抑制につながるものと考えられる。