

学位論文審査の結果の要旨

氏 名	Andi Dirpan
審 査 委 員	主査 疋田 慶夫 副査 有馬 誠一 副査 河野 俊夫 副査 深井 誠一 副査 森 牧人

論 文 名

Resistance to Gas Diffusion in Internal Tissues of Citrus Fruit

(カンキツ果実の組織内ガス拡散抵抗)

審査結果の要旨

低温条件とともに貯蔵環境の大気組成を制御する CA 貯蔵は、我国でもリンゴ、ニンニクなど一部の農産物で実用化され稼動状態にある。これらの CA 貯蔵におけるガス組成は、概ね O_2 : 2% , CO_2 : 3% の低酸素・高二酸化炭素濃度とされ、組成ガスの一律な濃度制御がなされている。一方、安価かつ簡便に青果物の鮮度保持を図ろうとする MA 包装においては、あらゆる生鮮農産物が各種の包装資材で包装され流通しているのが現状である。この MA 包装では、最適とされる既知の包装内 O_2 及び CO_2 濃度をもとに包装設計がなされている。これらの CA 貯蔵あるいは MA 包装において、青果物内部の間隙におけるガス組成の制御にまで到達できれば、新たな鮮度保持あるいは貯蔵技術を開発することができる。本研究は、カンキツ果実を対象にした、間隙内ガス組成の制御による MA 包装あるいは CA 貯蔵技術の開発を目標に、果実内の間隙体積と間隙率、果実内でのガス拡散抵抗の特性について明らかにしたものである。得られた研究結果の概要は、次のようにまとめられる。

青果物の組織内間隙体積は、MA 包装や CA 貯蔵における低酸素・高二酸化炭素条件に対する青果物の感受性を評価し、適切な MA や CA 条件を設定する際の重要な指標とされている。また、組織内間隙における O_2 および CO_2 濃度を予測し、制御する技術の開発において必要となる基礎的な情報である。ここでは、8 品種のカンキツを対象に、5 段階のサイズにおいて質量(m), 縦および横径(vd, hd), 体積(V_t), 真密度(P_t)の測定を行い、品種およびサイズ毎の細胞間隙体積(V_{in})と間隙率(ϕ)を示した。また、測定された 8 品種カンキツの真密度の値はほぼ同一で、全測定値の平均値 $1.0647g/cm^3$ として表せることに着目し、間隙体積

を簡便に推定する数学モデル $V_m = V_t - \frac{m}{1.0247}$ を提示した。併せて、このモデルによる推定値は実測値と良好に一致することを確認し、カンキツ果実の間隙体積を簡便に精度良く推定できることを示した。

青果物の周辺に適切なガス組成を形成することが MA 包装や CA 貯蔵の目的であるが、青果物外部のガス組成は内部（組織内間隙）の組成とは異なる。青果物内部のガス組成は、青果物組織の呼吸速度と組織内でのガス拡散抵抗によって形成されるので、内部のガス組成を予測し制御するためには、組織内ガス拡散抵抗（レジスタンス）の値やその特性に関わる情報が必要である。まず、エタンと空気を混合したエタン濃度 1800~2000ppm の混合ガスをサンプルに吸収させる吸収過程と、吸収されたエタンが放出される過程の濃度変化を測定する放出過程より構成される実験装置を CAMERON and YANG に基づいて作製した。この実験装置を利用して、果実サイズのレジスタンス値への影響を 5℃下のイヨカン果実で測定し、レジスタンス値は果実サイズに依存することを示した。また、グレアムの拡散則による、エタンガスのレジスタンス値を O₂ と CO₂ ガスのレジスタンス値へ換算する方法を示した。

さらに、M, L, 3L サイズのイヨカン果実におけるレジスタンス値の測定を通して、CAMERON and YANG によるエタン流出法の改善、温度および果実サイズのレジスタンス値への影響、エタンガスを利用して測定されたレジスタンス値の O₂ と CO₂ ガスへの換算、レジスタンス値の平均値と変動を示した。先の研究で得られた間隙体積を簡便に推定するモデル式を利用することにより、測定法は改善され、測定時間を大幅に短縮することが可能となった。レジスタンス値は温度の上昇により減少し、L サイズの果実において 5℃で 5.03×10^5 , 10℃で 4.34×10^5 , 20℃で 3.50×10^5 s/m が得られた。また、果実サイズの増大により、5℃において M サイズ 3.21×10^5 , L サイズ 4.56×10^5 , 3L サイズ 6.96×10^5 s/m と増加することが分かった。エタンによる測定値および O₂ と CO₂ への換算値の平均値と変動は、L サイズの果実および 20℃下において、それぞれ 3.19×10^5 (標準偏差 7.48×10^4) , 3.29×10^5 (7.73×10^4) , 3.86×10^5 (9.06×10^4) s/m が得られた。

以上、本研究により、カンキツにおける果実内の間隙体積と間隙率、果実内でのガス拡散抵抗の温度および果実サイズへの依存性などが明らかになり、組織内間隙におけるガス組成の予測と制御に向けた基礎的な知見が得られた。これらの結果は、新たな鮮度保持技術の開発に資するものである。

学位論文の公開審査会は平成 27 年 8 月 1 日高知大学農学部で実施され、口頭発表と質疑応答が行われた。続いて学位論文審査委員会を開催して本論文の内容を審査し、審査委員全員一致して本論文が博士（学術）の学位を授与するに値するものと判定した。