

審査の結果の要旨

氏名 王 孝雯

青果物の鮮度低下は、収穫後においても保有する栄養成分を消耗しつつ生命活動を継続する結果、萎れや変色等の品質劣化を惹き起こす現象であり、経済的損失の主要な原因の一つである。生命活動の中心は呼吸であり、これを抑制する冷蔵等の技術が鮮度保持に有効であることが知られている。調整気相（環境気体組成を低 O_2 + 高 CO_2 環境に調整すること）もまた、青果物の呼吸を抑制し、鮮度保持に有効であることが知られている。これまで、多くの青果物品ごとに鮮度保持に有効な気体組成が明らかにされ、呼吸が抑制されることはもちろんのこと、エダマメの鞘の黄化抑制、カット野菜の切り口褐変抑制、果実の軟化遅延等の鮮度保持効果が明らかにされている。しかし、調整気相が鮮度保持に有効な理由や、青果物が品質を損なうことなく 1~3% という極低水準の O_2 濃度に耐え得る理由を探るための研究例は見当たらない。そこで当該技術が鮮度保持に有効である科学的根拠を分子レベルで明らかにすることを目的として、この度、博士（農学）候補者である王孝雯（わんしょううえん）は” *Influence of modified atmosphere on the induction and activity of respiratory enzymes in broccoli florets*”（調整気相がブロッコリー花蕾に含まれる呼吸酵素の誘導量と活性に及ぼす影響）に関する研究を行った。

調整気相を作出する方法は 2 種類あり、一つは、**Controlled Atmosphere (CA)** 貯蔵であり、青果物貯蔵に適する組成の混合気体（気相）を貯蔵庫内に供給し続ける方法である。もう一つは、気体透過性プラスチック袋に青果物を密封包装し、袋の気体透過速度と内容物の呼吸速度のバランスを取り、袋内に適切な気相を作出する **Modified Atmosphere Packaging (MAP)** と呼ばれる方法である。上記 2 つの貯蔵条件に大気環境を加えた 3 条件で青果物を貯蔵し、調整気相の鮮度保持効果を確認するとともに、呼吸に関わる酵素の誘導量と活性に及ぼす影響を明らかにした。なお、青果物として呼吸速度が著しく速いブロッコリーを選択し、貯蔵温度は $15^{\circ}C$ (50.5 h 貯蔵) および $25^{\circ}C$ (150 h 貯蔵) の 2 水準で実施した。

$15^{\circ}C$ 、 $25^{\circ}C$ とも CA 貯蔵と MAP では大気貯蔵に比べて、 O_2 吸収速度、花蕾

の黄化、質量損失、L-アスコルビン酸の減少が抑制され、既往の知見の通り、調整気相が品質保持に有効であることが確認された。

2種類の呼吸酵素（O₂消費酵素）の誘導量を調べたところ、25℃の場合、大気貯蔵では、オルタナティブオキシダーゼ（AOX、植物には存在するが動物には存在しない）の誘導量が気相条件で有意に増加した一方、調整気相では貯蔵期間中同水準で推移した。15℃の場合、全ての貯蔵条件下で誘導量は漸減した。シトクロム *c* オキシダーゼ（COX、動植物ともに存在する）の誘導量は、15℃、25℃とも、全ての気相環境下で安定していた。COXは生命活動に必須の高エネルギー化合物「アデノシン 5'-三リン酸(ATP)」の合成に関わり、収穫後の生命活動維持のため、安定した酵素量の確保が必要であると考えられる。このことからCOX誘導量は環境O₂濃度の影響を受けず、ATP合成を続けることができると考えられ、このことが、青果物が著しい低O₂環境下でも品質を損なわない理由であると考えられた。

一方、AOXは環境O₂濃度水準に応じて誘導量が調節されている可能性が考えられる。25℃の大気環境では栄養成分分解に伴って多量の水素イオンが放出されるため、水への酸化反応を促進するためAOXの誘導量を増加させていると考えられた。以上の結果から、青果物のような植物体の場合、環境O₂水準の変動に対し、AOX誘導量を調節することにより、発生した水素イオンの酸化に対応していると考えられる。

AOX/COX活性比率（*D*値）を調べたところ、25℃では気相環境に関わらず貯蔵期間中安定してした。すなわち、調整気相ではO₂吸収速度低下に伴い、AOX活性、COX活性とも同様に低下していたことが明らかになった。気相調整によって栄養成分分解が抑制されるため水素イオン放出量が減少し、両酵素とも活性が抑制されたと考えられる。15℃では気相環境に関わらず貯蔵期間中漸減した。これは、徐々にCOX活性の割合が高くなったことを示唆している。このことは15℃では25℃に比べて栄養成分分解が抑制されているため、AOX誘導量は抑えられ、生命活動に必要なCOX活性の方が優先的に確保されたことを示唆している。

以上の結果から、AOX誘導量が有意に増加する条件で鮮度が著しく低下することが明らかになった。このことから、AOX誘導遺伝子をノックアウトした青果物品種を育成することなど、新規で有効な鮮度保持の手段を提案する研究成果を得た。

これらの研究成果は、学術上・応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。