

審査の結果の要旨

氏名 幸儿只斤 蘇日娜

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、食品ロス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 O₂+高 CO₂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。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)と呼ばれる方法はこれまで、多くの青果物品目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。

ケール(*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.)はビタミン等の健康維持に必要な栄養素を豊富に含む健康野菜であり、青汁の主原料として知られている。さらに近年は、サラダ用ケールの育種が盛んであり、徐々に国民の食生活における重要性が高まる傾向にある。一方、収穫後において急速に鮮度が低下することが知られ、外観色の黄化や内容成分の消耗が起きることで、商品性や栄養価が低下する。そこで博士（農学）候補者である幸儿只斤蘇日娜（ぼるじぎんそりな）は、微細孔袋(数十 μmの穴を数個穿孔したプラスチック袋)で密封包装することにより、外観や栄養成分に優れた高鮮度・高品質ケールの供給・流通に寄与することを目的として、“Dynamic Changes in Quality and Metabolites of Soft Kale Stored in Perforation-Mediated Modified Atmosphere Packaging”（微細孔調整気相包装貯蔵におけるソフトケールの品質および代謝物質の動的変化）に関する研究を行った。

微細孔袋として3種類（O₂透過度：OTR 64, 3000, 1.66×10⁶ mL m⁻² d⁻¹ atm⁻¹）を用意した。OTR 64はポリエチレンテレフタレート製、3000、1.66×10⁶は防曇ポリプロピレン製であった。農地で播種後52 dのケールを収穫した後直ちに3種の微細孔袋で密封包装し、予冷と冷蔵輸送の後、10℃で12 d貯蔵した。OTR 1.66×10⁶は、対照区として用意したものであり、貯蔵期間中袋内気相は大気と同水準で保持された。OTR 64では、貯蔵中 O₂濃度は0%、CO₂は20%以上となり、嫌気的な環境となった。OTR 3000では、貯蔵中 O₂濃度は8~10%、CO₂は2~8%となり、鮮度保持効果が報告されている条件と類似した低 O₂高 CO₂環境となった。

外観鮮度の主要な評価指標である色相角（新鮮なケールでは約 135°）は、対照では貯蔵期間中著しく低下し、黄化が進んだものと評価された。一方、OTR 64、3000 では色相角の有意な減少は認められず、外観の緑色が保持された。以上の結果は、低 O₂ 高 CO₂ 環境が外観品質の保持に有効であったことを示す。

袋の違いが内容成分に及ぼす影響を葉と茎に分けて調べた結果、茎の水分含量は、大気環境の場合、他の袋よりも貯蔵期間中有意に減少した。葉の方は、袋の違いによる有意な差は認められなかったことから、大気環境では貯蔵期間中に茎から葉への水移動が顕著であったことが示唆された。OTR 3000、OTR 64 は、対照よりも貯蔵期間中、茎の水分含量が多かった。水分損失は野菜の萎れの原因となることから、低 O₂、高 CO₂ 環境はケールの貯蔵に有効であると考えられた。なお、対照の袋の細孔は直径数十 μm の大きさであり、水蒸気は凝集力が大きいためほとんど透過しない。そのため、袋内は高湿度で保持されていることから、環境湿度低下のため水分を喪失した可能性は低い。すなわち、高 O₂、低 CO₂ 環境において呼吸とともに水分ロス、ひいては萎れが促進されたと考えられた。

アスコルビン酸（ビタミン C）濃度を測定した結果、葉では貯蔵 3 d、茎では貯蔵 6 d から減少し始め、その後、いずれも減少が続いた。アスコルビン酸は鮮度低下とともに減少し、鮮度評価指標としても利用されていることから、ケールの経時的な鮮度低下とともに、アスコルビン酸が減少を続けたと考えられる。袋の違いの影響について着目すると、OTR 64 での減少が最も顕著であった。当該袋中のケールは、著しい低 O₂、高 CO₂ 環境に置かれているため、発酵を惹起していた可能性が考えられる。

メタボロミクス解析の結果、OTR 64 では γ-アミノ酪酸濃度が上昇した。これは、O₂ 欠乏環境下での抗ストレス反応の結果であると考えられた。また、OTR 3000 では S-メチルメチオニン（ビタミン U）濃度が上昇した。

以上の結果から、貯蔵期間や環境気体組成によって各測定値が受ける影響は様々であったが、外観品質に影響を及ぼす色相角と、栄養価に影響を及ぼすアスコルビン酸、S-メチルメチオニンの保持率、濃度が最も高かったのは OTR 3000 の袋であった。このことから、ケールを 10℃で貯蔵する場合、防曇ポリプロピレン製 OTR 3000 の袋を使用するのが高品質ケールの供給・流通ためには最も有効であるとの結果を得た。

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。