ブロッコリーに含まれる胃癌抑制物質の環境気相調製による増強

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

アブラナ科野菜に含まれ、胃癌抑制作用を持つ化学物質「スルフォラファン」は、前駆物質グルコラファニンにミロシナーゼ(酵素)が作用することにより生成することが知られているが、それぞれ別の部位に存在するため、咀嚼等に起因する物理的損傷に伴い、生成が促進されると考えられている。一方申請者らは、アブラナ科野菜の1種であるブロッコリーを低 O_2、高 CO_2 環境下で保存することにより、スルフォラファンを 1.6 ～ 2.3 倍に増強できることを発見した。そこで本研究では、低 O_2、高 CO_2 を含有する気相環境中で、ブロッコリー組織内のスルフォラファン生成が促進される機作を解明する。

■　方　法

実験試料(ブロッコリー)を気体遮断袋で密封包装し、袋の気体透過と試料の呼吸により、低 O_2、高 CO_2 を組み合わせた気相環境を作出し、20℃で 4d 貯蔵した。対照として大気環境で貯蔵したブロッコリーも用意し、同時に貯蔵した。双方の袋内 O_2、CO_2 濃度変化を経時的に測定し、想定されるガス組成で保持されていることを確認した。さらに貯蔵前および貯蔵中経時的に採取した試料中のスルフォラファン濃度を分析し、気体遮断袋で包装した試料中で有意に増強されていることを確認した。採取した試料から RNA を抽出した後、リアルタイム PCR によりスルフォラファン代謝に関連する遺伝子の発現量を比較した。さらに、ブロッコリー組織の pH と L-アスコルビン酸濃度を測定した。

■　結果および考察

経時的に採取した試料の遺伝子発現量、pH、L-アスコルビン酸濃度を測定した結果、遺伝子発現量には試験区間での有意差が認められなかったことから、遺伝子発現に起因する代謝の変化がスルフォラファン増強に寄与するという仮説は棄却された。ブロッコリー組織中 pH の経時変化を測定したところ、両試験区にて上昇傾向が観察され、特に貯蔵開始後 1d 時点では、気体遮断袋で包装貯蔵したブロッコリーの値が対照に比べて有意に高くなった。通常、高 CO_2 環境に曝された試料の pH は低くなる傾向がみられるが、本研究では逆の結果となった。すなわち細胞膜の機能が失われ、細胞質が細胞外に漏出したことが pH 上昇の原因と考えられた。このことから、光学顕微鏡では観察できない水準の微小な組織の損傷が生じた可能性が考えられた。この損傷が、グルコラファニンとミロシナーゼの接触を促進し、スルフォラファンの増強に寄与した可能性がある。低 O_2、高 CO_2 環境でのスルフォラファン増強は微小な損傷に起因しており、未知の代謝経路によるものではなく、既往の研究と同様に、組織の破壊に起因する現象であると考えられた。ただし、気体組成制御が組織の損傷の原因であることは意外な発見であった。ブロッコリーの L-アスコルビン酸濃度の経時変化を測定したところ、両試験区にて低下傾向が観察され、特に貯蔵開始後 3d 時点では、気体遮断袋で包装貯蔵したブロッコリーの値が対照区に比べて有意に高くなった。低 O_2、高 CO_2 環境下での L-アスコルビン酸濃度の保持はスルフォラファン濃度の変動と関係があるかもしれない。。

■　結　語

申請者らが発見した低 O_2、高 CO_2 環境下での貯蔵によりブロッコリー中、胃癌抑制物質「スルフォラファン」が増強される機作について研究を行ったところ、気体組成制御により微小な組織損傷が惹起され、グルコラファニンとミロシナーゼの接触が促進されたことが原因である可能性が高いことが明らかになった。