

氏名(本国籍)	MA, Gang (中華人民共和国)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	農博甲第555号
学位授与年月日	平成23年3月14日
学位授与の要件	学位規則第3条第1項該当
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学専攻
研究指導を受けた大学	静岡大学
学位論文題目	Studies on Mechanism of Senescence in Broccoli and Cauliflower after Harvest (収穫後のブロッコリーとカリフラワーにおける老化メカニズムに関する研究)
審査委員会	主査 静岡大学 教授 大村 三男 副査 静岡大学 准教授 加藤 雅也 副査 岐阜大学 教授 前澤 重禮 副査 静岡大学 准教授 山脇 和樹

論文の内容の要旨

本学位論文は、収穫後、急速に老化する園芸作物であるブロッコリーならびにカリフラワーを用いて、その収穫後の老化メカニズムを明らかにするために研究を行ったものである。収穫後のブロッコリーにおける急速な老化には、植物ホルモンであるエチレンが深く関与している。本論文では、強力なエチレン作用阻害剤である1-メチルシクロプロペン(1-MCP)をブロッコリーならびにカリフラワーに処理することにより、これらの園芸作物の収穫後の老化に及ぼす1-MCPの影響を調査し、その分子メカニズムについて考察した。

収穫後のブロッコリーにおけるエチレン生合成及びエチレンレセプター遺伝子の発現に及ぼす1-MCPの影響を調査するために、ブロッコリーに1-MCPを処理し、老化に関連するブロッコリーの品質ならびに生理的変化を調査した。1-MCPを処理することにより、ブロッコリー小花の黄化が抑制され、エチレン生合成及びエチレンレセプターの遺伝子発現は、顕著に抑制された。さらに、1-MCP処理後のブロッコリーにエチレン処理を行ったところ、小花の黄化の促進は認められなかった。以上の結果から、1-MCPはエチレン生合成及びエチレンレセプターの遺伝子発現を抑制することにより、ブロッコリーの老化プロセスを遅延することが示唆された。

また、収穫後のブロッコリーにおけるアスコルビン酸(ASA)含量及びASA関連遺伝子の発現に及ぼす1-MCPの影響を、'ハイツ'と'緑嶺'のブロッコリー2品種を用いて調査を行った。1-MCPを処理することにより、小花の黄花が遅延し、'ハイツ'と'緑嶺'のエチレン生成が抑制された。また、小花におけるASA含量は、貯蔵期間中、1-MCP処理により、顕著に減少が抑制された。ASA代謝関連遺伝子の発現を調査したところ、

1-MCP 処理により、ASA の酸化に関わる遺伝子発現が上昇し、ASA の還元・合成に関わる遺伝子発現が減少していた。従って、‘ハイツ’ と ‘緑嶺’ におけるこれらの遺伝子発現の調節は、1-MCP 処理による ASA 含量の減少の抑制と関連があることが示唆された。

さらに、収穫後のカリフラワーにおける ASA 含量及び ASA 関連遺伝子の発現に及ぼす 1-MCP の影響を、‘バイオレットクイン’ と ‘スノークラウン’ のカリフラワー 2 品種を用いて、調査を行った。1-MCP を処理することにより、カリフラワーの ASA 代謝は、品種間において異なる反応を示した。‘バイオレットクイン’ の無処理区では、収穫後、ASA 含量が減少し、1-MCP 処理区では、ASA 含量の減少が遅延した。一方、‘スノークラウン’ では、収穫後、ASA 含量は低いレベルでほとんど変動せず、1-MCP 処理による顕著な変動は認められなかった。さらに、遺伝子発現解析を行ったところ、収穫後のカリフラワーにおける ASA 含量の変動は、転写レベルで調節されていることが明らかとなった。

結論として、収穫後のブロッコリーならびにカリフラワーにおける 1-MCP 処理は、老化プロセスを遅延すること、また、重要な栄養成分である ASA 含量の保持に効果があることが明らかとなった。また、この老化遅延、栄養成分保持のメカニズムは、エチレン及び ASA 関連遺伝子の発現解析から、転写レベルで調節されていることが示唆された。

審 査 結 果 の 要 旨

本論文の公開学位論文発表会は、審査委員、教員、学生の出席のもと、平成 23 年 1 月 21 日（金）午後 1 時 30 分より静岡大学農学部 A 棟 110 号室（SINET3 使用）において実施された。

本論文は、収穫後、急速に老化する園芸作物であるブロッコリーならびにカリフラワーを用いて、その収穫後の老化メカニズムを明らかにするために研究を行ったものである。収穫後のブロッコリーにおける急速な老化には、植物ホルモンであるエチレンが深く関与している。本論文では、強力なエチレン作用阻害剤である 1-メチルシクロプロペン (1-MCP) をブロッコリーならびにカリフラワーに処理することにより、これらの園芸作物の収穫後の老化に及ぼす 1-MCP の影響を調査し、その分子メカニズムについて考察を試みたものである。

本論文の研究内容は、大きく 3 部により構成される。収穫後のブロッコリーにおけるエチレン生合成及びエチレンレセプター遺伝子の発現に及ぼす 1-MCP の影響を調査するために、ブロッコリーに 1-MCP を処理し、老化に関連するブロッコリーの品質ならびに生理的变化を調査した。1-MCP を処理することにより、ブロッコリー小花の黄化が抑制され、エチレン生合成及びエチレンレセプターの遺伝子発現は、顕著に抑制された。さらに、1-MCP 処理後のブロッコリーにエチレン処理を行ったところ、小花の黄化の促進は認められなかった。以上の結果から、1-MCP はエチレン生合成及びエチレンレセプターの遺伝子発現を抑制することにより、ブロッコリーの老化プロセスを遅延することが示唆された。

また、収穫後のブロッコリーにおけるアスコルビン酸 (ASA) 含量及び ASA 関連遺伝子の発現に及ぼす 1-MCP の影響を、‘ハイツ’ と ‘緑嶺’ のブロッコリー 2 品種を用いて調査を行った。1-MCP を処理することにより、小花の黄化が遅延し、‘ハイツ’ と ‘緑嶺’ のエチレン生成が抑制された。また、小花における ASA 含量は、貯蔵期間中、1-MCP 処理により、顕著に ASA 含量の減少が抑制された。ASA 代謝関連遺伝

子の発現を調査したところ、1-MCP 処理により、ASA の酸化に関わる遺伝子発現が上昇し、ASA の還元・合成に関わる遺伝子発現が減少していた。従って、‘ハイツ’と‘緑嶺’におけるこれらの遺伝子発現の調節は、1-MCP 処理による ASA 含量の減少の抑制と関連があることが示唆された。

さらに、収穫後のカリフラワーにおける ASA 含量及び ASA 関連遺伝子の発現に及ぼす 1-MCP の影響を、‘バイオレットクイン’と‘スノークラウン’のカリフラワー 2 品種を用いて、調査を行った。1-MCP を処理することにより、カリフラワーの ASA 代謝は、品種間において異なる反応を示した。‘バイオレットクイン’の無処理区では、収穫後、ASA 含量が減少し、1-MCP 処理区では、ASA 含量の減少が遅延した。一方、‘スノークラウン’では、収穫後、ASA 含量は低いレベルでほとんど変動せず、1-MCP 処理による顕著な変動は認められなかった。さらに、遺伝子発現解析を行ったところ、収穫後のカリフラワーにおける ASA 含量の変動は、転写レベルで調節されていることが明らかとなった。

上記の研究から、収穫後のブロッコリー及びカリフラワーにおける 1-MCP 処理は、老化プロセスを遅延すること、また、重要な栄養成分である ASA 含量の保持に効果があることが明らかとなった。また、この老化遅延、栄養成分保持は、エチレン及び ASA 関連遺伝子の発現解析から、転写レベルで調節されることが結論づけられた。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の博士(農学)の学位論文として十分に価値があるものと認めた。

基礎となる学術論文

1. Ma Gang, Wang, Ran, Wang Cheng-Rong, Kato, Masaya, Yamawaki Kazuki Qin Fei-fei, Xu Hui-Lian. 2009. Effect of 1-methylcyclopropene on expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors in post-harvest broccoli. *Plant Growth Regulation* 57: 223-232.
2. Ma Gang, Zhang Lancui, Kato, Masaya, Yamawaki Kazuki, Asai Tatsuo, Nishikawa Fumie, Ikoma Yoshinori, Matsumoto Hikaru. 2010. Effect of 1-methylcyclopropene on the expression of genes for ascorbate metabolism in postharvest broccoli. *Postharvest Biology and Technology* 58: 121-128.