

報 文

[*Nippon Nōgeikagaku Kaishi* Vol.65, No.1, pp.19~26, 1991]

高温短時間処理がブロッコリーの貯蔵性に及ぼす影響について

風見大司, 佐藤隆英, 中川弘毅, 小倉長雄
(千葉大学園芸学部農芸化学科)

平成2年2月26日受理

Effect of Pre-storage Hot Water Dipping of Broccoli Heads on Shelf Life and Quality during Storage

Daiji KAZAMI, Takahide SATO, Hiroki NAKAGAWA
and Nagao OGURA

*Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Horticulture, Chiba
University, 648 Matsudo, Chiba, 271*

Harvested broccoli heads became yellow after 2 days storage at 20°C. However, when the harvested heads were dipped in 45°C water for 14 minutes (heat treatment), head yellowing was apparently retarded for 2 to 3 days at the same temperature as compared with non-heat treated samples. Broccoli heads without heat treatment remained fresh after 5 days storage at 4°C. When broccolis were stored at 20°C after 5 days storage at 4°C, non-heat treated samples became yellow in 2 days, whereas heat treated ones remained green for 5 days.

Heat treated broccoli heads showed decreases in respiration for 3 days and ethylene production for 2 days during storage at 20°C. A decrease in L-ascorbic acid content in heat treated samples was retarded during 5 days storage at 20°C. Chlorophyll and soluble protein contents of heat treated samples remained high after 5 days storage at 20°C. The activities of chlorophyllase and lipoxygenase of heat treated broccoli heads were low during 5 days storage at 20°C. The peroxidase activity of broccolis without heat treatment showed a slow increase during storage at 20°C. When broccolis were stored at 20°C after 5 days storage at 4°C, the peroxidase activity of non-heat treated samples showed a rapid increase since.

(Received February 26, 1990)

緒 言

収穫後の青果物の鮮度保持については、通常低温を用いて流通貯蔵されているが、筆者らはさきに緑白熟期のトマト果実を 33°C の恒温器中に 10~14 日間貯蔵後室温で貯蔵すると、約 6 カ月間貯蔵可能なことを見出し⁽¹⁾、その機構の若干についても報告してきた^(2,3)。その後 30°C、以上の高温処理が青果物の貯蔵や追熟に良い効果を認める報告⁽⁴⁻⁸⁾と逆に悪い結果を生ずるとの報告⁽⁹⁻¹²⁾がなされてきた。このような結果の差異は青果物の種類と高温処理の条件によるものと考え検討してきたが、従来より殺虫や除菌を目的として行われてきた温水

浸漬法を高温処理の方法としてブロッコリーに用いたところ、無処理のものに比べて明らかに花らいの黄化が遅れ、鮮度保持の効果が 2~3 日増加することを認めたので報告する。

実 験 方 法

1. 材料および高温処理方法 埼玉県吉川町産のブロッコリー(直ミドリ)を 1989 年 2 月 27 日に収穫し、高温処理の最適条件を求めるために平均重量 263 g の大きさのそろったものを用いた。収穫当日のブロッコリーを各区 3 個ずつとして 39, 42, 45, 48°C の温水にそれぞれ 6, 10, 14, 18 分間浸漬した後に冷水に 10 分

間浸して余熱を取り、20°C に5日間貯蔵した。その間の外観を比較観察したうえ、5日後のクロロフィル含量を測定し、最も貯蔵性の良いと思われる処理条件を求め、45°C 14分間とした。

以上の結果をもとにして千葉大園芸学部農場にてブロッコリー（グリーンコマット）を1989年6月5日に収穫し、45°C 14分間の浸漬処理を行い、2区に分けて1区は20°C に5日間、もう一区は4°C に5日間貯蔵後20°C に移してさらに5日間貯蔵したものをそれぞれ実験試料に供した。

2. 呼吸量の測定法 ポリプロピレン製のタイトボックス (12.0 l) 中にあらかじめ重量を測定したブロッコリーを2個入れて密閉し、各温度で4時間放置後注射器で器内の空気を5 ml 採取し、酸素濃度を東レシロコニア式酸素計を用いて測定し、呼吸量は新鮮重量 1 kg 当り1時間に吸収した酸素量を mg で表した。

3. エチレン排出量の測定法 呼吸量の測定と同様に試料をタイトボックス中に密閉し、4時間後に注射器で器内の空気を1 ml 採取し、そのエチレン含有量をガスクロマトグラフィー（日立 G-3000 形）を用いて測定し、新鮮重量 1 kg 当り1時間に排出したエチレン量を μ l で表した。

4. クロロフィル含量の測定法 試料の一定量にアセトン濃度が90% (w/v) になるようにアセトンを加えてホモジナイズし、濾液を色素の粗抽出液とした。その一定量にエーテルを加えて攪拌した後に純水を加えて色素をエーテル層に移し、このエーテル層をクロロフィル検液とし、Comar と Zscheile の式⁽¹³⁾により総クロロフィル含量を求め、新鮮重量 1 g 当りの総クロロフィル含量を mg で表した。

5. 還元型アスコルビン酸の定量法 還元型アスコルビン酸の含量はインドフェノール容量法⁽¹⁴⁾を用い、新鮮重量 100 g 当りの還元型アスコルビン酸量を mg で表した。

6. 可溶性タンパク質含量の測定法 試料 1.0 g に 0.1 M リン酸緩衝液 (pH 6.8) を加えてホモジナイズし、15,000 r. p. m で10分間遠心し、上澄部を試料検液とし、Bradford の方法⁽¹⁵⁾を用いて可溶性タンパク質含量を測定した。標準タンパク質として牛血清アルブミンを用い、新鮮重量 1 g 当りの可溶性タンパク質含量を mg で表した。

7. クロロフィラーゼ活性の測定法 基質となるク

ロロフィル (a と b の混合物) はハウレンソウよりジオキサン法⁽¹⁶⁾で調製した。試料のアセトンパウダーを調製してクロロフィラーゼ標品とし、活性の測定は小倉らの方法⁽¹⁷⁾に準じて行った。クロロフィル溶液 1.0 ml に純水 1.0 ml とクロロフィラーゼ標品 0.10 g を加えて 30°C 暗所の恒温水中で 30 分間作用させ、アセトン 2.0 ml を加えて反応を止め、ヘキサン 4.0 ml を加えて攪拌し、未分解のクロロフィルをヘキサン層に移し、クロロフィル含量を測定した。クロロフィラーゼ活性は新鮮重量 1 g が1時間に分解するクロロフィルの量を μ g で表した。

8. ペルオキシゲナーゼ活性の測定法 試料 1.0 g に 0.2 M トリス-塩酸緩衝液 (pH 8.0) を加えてホモジナイズし、4°C で1時間放置後 15,000 r. p. m で10分間遠心し、上澄部を粗酵素液とした。ペルオキシゲナーゼ活性の測定は Colowick らの方法⁽¹⁸⁾に準じて行った。ピロガロールを基質として生成するブルプロガリンの量を 430 nm の吸光度の増加量として測定した。反応液組成は 0.1 M リン酸緩衝液 (pH 6.5) 1.0 ml, 10 mM ピロガロール 0.8 ml, 0.15% 過酸化水素 0.1 ml, 純水 1.0 ml, これに粗酵素液 0.1 ml を加えて 3.0 ml とした。反応は 30°C で粗酵素液を加えて開始させ、生成する着色度を分光光度計 (日立 150-20 型) で連続的に測定し、初速度を求めて活性を測定した。基質 1 μ mole を1分間に变化させる酵素量を1単位とした。

9. リポオキシゲナーゼ活性の測定法 リポオキシゲナーゼ活性の測定は大村らの方法⁽¹⁹⁾に準じて行った。試料 10 g に2倍量の純水を加えてホモジナイズし、4°C 1時間放置後 15,000 rpm で10分間遠心し、その上澄液を粗酵素液とした。基質のリノール酸、アラキドン酸ナトリウムの濃度は 1.23×10^{-3} M であり、基質溶液にはそれぞれ同量の Tween 20 を加えた。リポオキシゲナーゼ-1 (L-1) はリノール酸を 0.165 M ホウ酸緩衝液 (pH 9.0) に溶解、リポオキシゲナーゼ-2 (L-2) はアラキドン酸ナトリウムを 0.165 M リン酸緩衝液 (pH 6.8) に、リポオキシゲナーゼ-3 (L-3) はリノール酸を 0.165 M リン酸緩衝液 (pH 6.8) にそれぞれ溶解したものを基質溶液とした。活性測定には酸素電極法を用いた。基質溶液 4.0 ml を反応容器に入れて 30°C 一定とし、スターラーで十分攪拌後粗酵素液 50 μ l をマイクロシリンジで注入して、時間に対する酸素消費量を求め、1分間当り 1 μ mole の酸素を消費する酵素量を1単位とした。

実験結果

1. 温水浸漬処理の最適条件について

高温短時間の処理条件は温度と時間による熱の積算によるものと考え、温水浸漬処理の最適な条件を求めるために温度と時間の組合せを変えて処理を行った。最適条件の定め方として外観の観察とともにクロロフィル含量を指標とした。各条件で温水浸漬後 20°C に 5 日間貯蔵後のクロロフィル含量の残存率を Table 1 に示した。無処理の区は完全に黄化し、クロロフィル含量が 13.7% に減少した。一方、処理したもののなかでクロロフィル含量の最も高かったのは 45°C 14 分間のものであり、81.1% 残存し、緑色も保たれた。48°C 10 分間以上の温水浸漬処理では高温障害と思われる花らいの褐変、ちぢれが貯蔵 2 日後より認められた。また、42°C 以下の処理では効果が認められなかった。しかし、この処理条件は平均重量 263 g の比較的大きなものの場合であり、150 g より小さなものを用いて処理した場合には一部に高温障害を生じた。以上の結果より温水浸漬処理の条件を 45°C 14 分間とし、以後の実験を進めることにした。

2. 貯蔵期間中の外観による品質変化について

外観による品質変化は花らいの黄化、しおれ、異臭の発生などとして現れるが、とくに黄化が顕著なので、緑色の保持を主な指標とした。貯蔵中の品質評価を Fig. 1 に示した。品質評価は 1~5 までの 5 段階とし、収穫直後のものを 5 とし、4 は商品としては十分流通でき、3 はやや黄化がみられ商品としては適さないが、食することはでき、2 は大部分黄化し、食することはできず、1 は全面的に黄化したものを示した。

20°C 貯蔵の場合には無処理の区は 2 日後には黄化が始まり、3 日後にはかなり黄化し、商品価値を失った。一方、温水浸漬処理したものは 5 日後にわずかに黄化が

始まり、7 日後には大部分黄化した。4°C に貯蔵した場合には両者とも 5 日後まで花らいの黄化はみられなかった。5 日後に 20°C に移して貯蔵すると無処理の区は 7 日後に黄化が始まり、10 日後には花らい全体が黄化した。処理したものは 10 日後わずかに黄化がみられるのみであった。このことは 4°C 貯蔵後も 20°C に移して貯蔵した場合には温水浸漬処理の効果が認められ、黄化が 2~3 日遅れることを示した。なお、同様の緑色保持効果は「うなばら」(1988 年 10 月)、「グリーンビューティ」(1989 年 1 月)等品種の異なるものでも認められた。

ブロッコリーは蒸散の激しい青果物であり、20°C 貯蔵の場合には重量が 2 日後に無処理のもので 16.5%、処理したものでは 15.9% 減少し、温水浸漬処理の有無

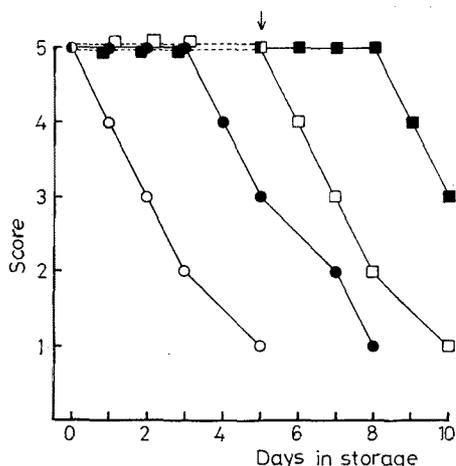


Fig. 1. Judgment on Qualities of Broccoli Heads during Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Broccoli Heads were dipped at 45°C for 14 minutes (heat treatment) soon after harvest. Score. 5, fresh green; 4, green, marketable; 3, yellowish-green, edible; 2, greenish-yellow, not edible; 1, yellow, ○—○, control, storage at 20°C for 5 days; ●—●, heat treatment, storage at 20°C for 5 days; □—□, control, storage at 4°C for 5 days; ■—■, heat treatment, storage at 4°C for 5 days; □—□, control, storage at 20°C for 5 days after storage at 4°C for 5 days; ●—●, heat treatment, storage at 20°C for 5 days after storage at 4°C for 5 days; ↓, a change of temperature from 4°C to 20°C.

Table 1. Residual Chlorophyll (%) of Broccoli Heads after 5 Days of Storage at 20°C. Broccoli Heads were dipped under various time and temperature conditions soon after harvest.

Treatment at	6	10	14	18(min)
39°C	22.9%	24.3	12.9	11.0
42°C	30.0	28.2	27.3	29.6
45°C	46.6	54.4	81.1	61.7
48°C	58.2	66.5	40.0	46.1

Control 0.672 mg/g f. wt. = 100% → 13.7%

による蒸散量に差異はみられなかった。

3. 呼吸量の変化について

呼吸量の変化を Fig. 2 に示した。20°C 貯蔵の場合には温水浸漬処理により若干呼吸量が下がる傾向にあったが、3日後以降から上昇した。4°C 貯蔵の場合には両者とも 20°C の時の約 30% 程度と低く保たれたが、5日後 20°C に移すと両者共翌日の6日後には急上昇した。その後無処理の区は8日後から徐々に下がり始めたが、処理したものは一定であった。

4. エチレン排出量の変化について

エチレン排出量の変化を Fig. 3 に示した。20°C 貯蔵の場合には無処理の区は1日後から2日後に上昇して最大となり、その後減少し、4日後、5日後には検出され

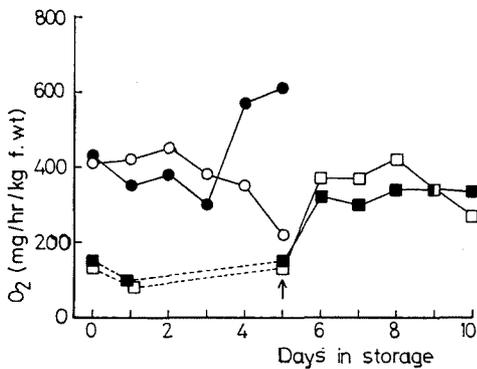


Fig. 2. Changes in Respiration of Broccoli Heads during Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 days. Symbols are shown in Fig. 1.

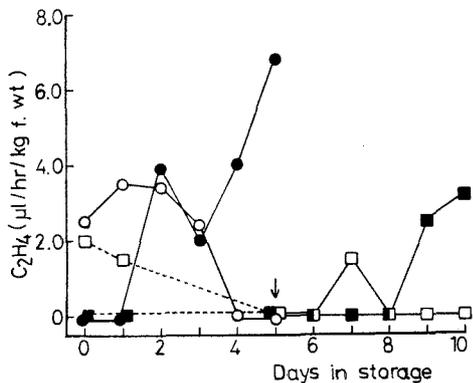


Fig. 3. Changes in Ethylene Production of Broccoli Heads During Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

なかった。一方、温水浸漬処理したものは処理当日および1日後ともエチレンは検出されなかったが、2日後には急上昇し、5日後に最大となった。4°C 貯蔵の場合には無処理の区は収穫日から下がり始め、5日後には検出されなかった。5日後から 20°C に移すと7日後のみふたたびエチレンが検出された。処理したものは4°C 貯蔵中は全く検出されず、5日後 20°C に移すと8日後から9日後にかけてエチレン発生は上昇し、10日後最大となった。以上の結果から温水浸漬処理することによりエチレンの排出が遅れることが認められた。

5. クロロフィル含量の変化について

クロロフィル含量の変化を Fig. 4 に示した。20°C 貯蔵の場合には無処理の区は収穫後から急速に低下し始め、5日後には 13.5% まで減少したが、温水浸漬処理したものは5日後でも 86.4% 残存し、緑色を保った。4°C 貯蔵中は両者共クロロフィルの損失はほとんどみられなかったが、5日後 20°C に移すと無処理の区は急速に減少し、一方、処理したものは損失が少なく、比較的一定していた。温水浸漬処理によりクロロフィル含量の減少が大幅に抑制され、外観による緑色保持の結果とよく一致した。

6. 還元型アスコルビン酸含量の変化について

還元型アスコルビン酸含量の変化を Fig. 5 に示した。ブロッコリーは青果物の中でもアスコルビン酸含量が高く、収穫当日は 128 mg% であった。20°C に貯蔵した場

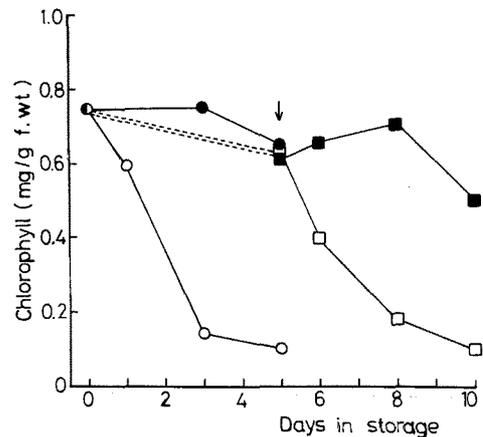


Fig. 4. Changes in Chlorophyll Content of Broccoli Heads during Storage at 20°C For 5 Days and at 20°C after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

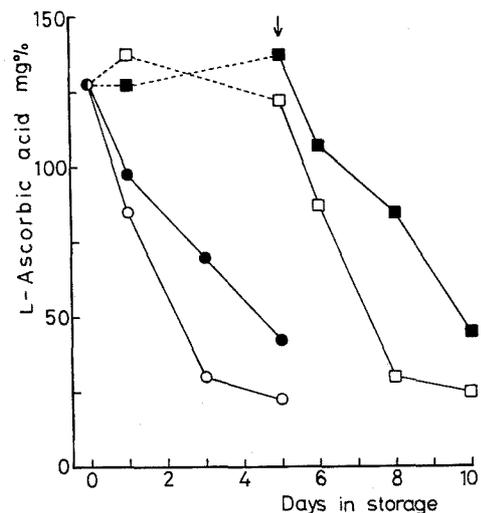


Fig. 5. Changes in L-Ascorbic Acid Content of Broccoli Heads during Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

合には両者共収穫後から低下し始め、3日後収穫当日と比較すると無処理のものが 30.3 mg%, 温水浸漬処理したものが 70.5 mg% と減少したが、処理した区のほうが残存量が多いことが認められた。4°C 貯蔵中は両者共安定に保たれたが、20°C に移すと 20°C 貯蔵の場合と同様に減少した。20°C での貯蔵期間中を通じ、還元型アスコルビン酸の減少はとくに無処理のもので顕著であった。

7. 可溶性タンパク質含量の変化について

可溶性タンパク質含量の変化を Fig. 6 に示した。20°C 貯蔵の場合には無処理の区は収穫日から3日後まで低下し、以後ふたたび上昇した。温水浸漬処理をしたものは3日後最大となり、この時点で無処理のものと比較すると 2.2 倍と高い値を示した。4°C 貯蔵期間中は両者共高い値を保ったが、5日後 20°C に移すと無処理の区は8日後まで急激に減少し、その後ふたたび上昇した。一方、処理したものは10日後まで多少の変動はあるものの、比較的一定であった。温水浸漬処理により可溶性タンパク質含量の減少は大幅に抑制されることが認められた。

8. クロロフィルラーゼ活性について

クロロフィルの分解に関与するといわれるクロロフィルラーゼ活性の変化を Fig. 7 に示した。収穫当日は温水

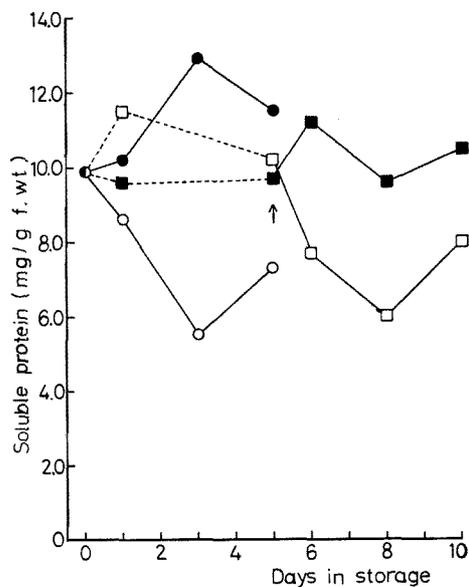


Fig. 6. Changes in Soluble Protein Content of Broccoli Heads During Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

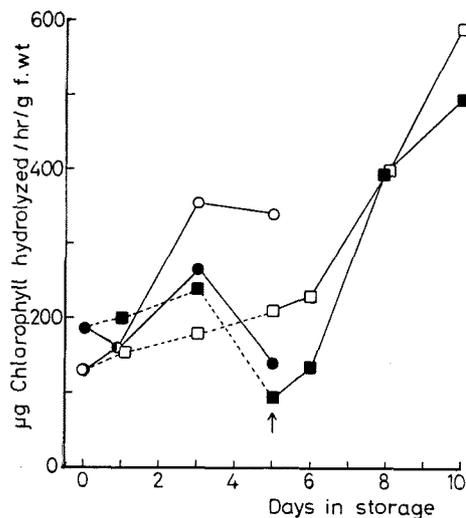


Fig. 7. Changes in Chlorophyllase Activity of Broccoli Heads during Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

浸漬処理により活性の上昇がわずかに認められた。20°C 貯蔵の場合には無処理の活性は上昇する傾向にあったが、処理した区の活性は無処理のものより低く抑えられ

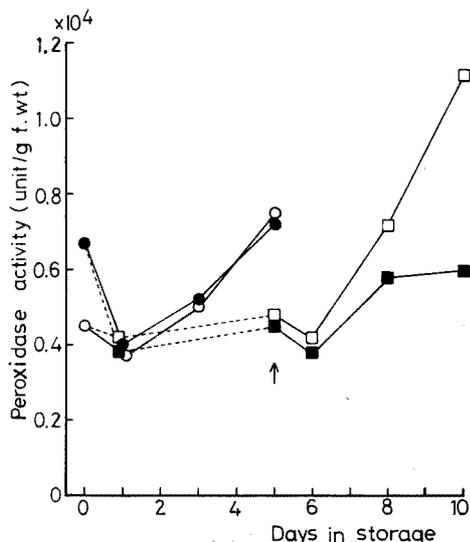


Fig. 8. Changes in Peroxidase Activity of Broccoli Heads during Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

ていた。4°C 貯蔵の場合には無処理のものは5日後まで緩やかに上昇し、5日後 20°C に移すと10日後まで急上昇した。一方、処理した区の活性は3日後まではほぼ一定であったが、5日後にかけては低下がみられ、20°C に移した5日後からは無処理のものと同様に急激な上昇を示した。

9. ペルオキシダーゼ活性について

ペルオキシダーゼ活性の変化を Fig. 8 に示した。収穫当日は温水浸漬処理により活性は無処理の区と比べて1.6倍ほど上昇した。20°C 貯蔵の場合には両者とも1日後活性は下がるものの、その後ふたたび上昇した。4°C 貯蔵の場合には両者共5日後 20°C に移し、6日後までは比較的一定であるが、無処理の活性はその後上昇した。10日後無処理の活性は処理した区の1.8倍となった。温水浸漬処理により一部活性に変化が認められたが、貯蔵中の活性変動の傾向としては両者に大きな差異はみられなかった。

10. リポオキシゲナーゼ活性について

3種のリポオキシゲナーゼ活性を測定したが、そのなかで温水浸漬処理によりとくに差異を生じたL-1活性の変化を Fig. 9 に示した。

収穫当日は温水浸漬処理により活性は約70%低下し

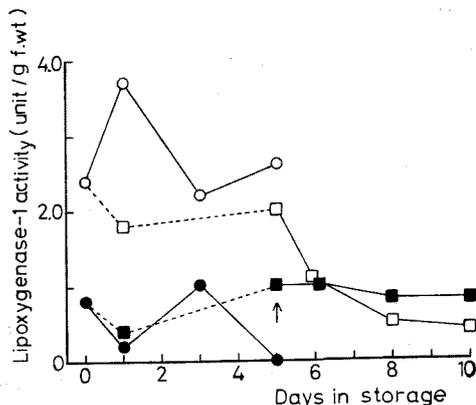


Fig. 9. Changes in Lipoxygenase Activity (L-1) of Broccoli Heads during Storage at 20°C for 5 Days and at 20°C for 5 Days after Storage at 4°C for 5 Days. Symbols are shown in Fig. 1.

た。20°C 貯蔵の場合には無処理の活性は1日後最大となり、その後も処理した区と比べると高い活性を保った。4°C 貯蔵中には無処理の活性は処理したものを上回っているが、5日後 20°C に移すとその後は逆に処理したものの活性のほうが強くなった。データには示さなかったが、L-2、L-3の活性量はL-1とほぼ同量であり、温水浸漬処理による活性変動のパターンに大きな差異はみられなかった。

考 察

ブロッコリーは近年緑黄色野菜として需要が急増してきた野菜であるが、貯蔵性が悪く、速やかに黄化してしまう欠点があった。そこで、今回ブロッコリーを45°C 14分間の温水浸漬処理したところ、品種や収穫時期にかかわらず鮮度、とくに緑色保持期間が明らかに2~3日延長できることを見出した。これは著者がさきに報告したトマトで高温ストレスを与えることにより貯蔵期間が延長された現象と共通の面がみられた。これまで30°C以上の高温を用いた実験ではMaxieらの洋梨⁽⁹⁾、Eaksのアボガド⁽¹⁰⁾、真部らのモモ⁽¹¹⁾、吉岡らのバナナ⁽¹²⁾などの報告があるが、いずれも呼吸量は低下し、エチレン発生がなく、正常な追熟が進まず、高温障害を生ずるとの報告であった。しかし、小宮山らはスモモを30°Cで品質よく貯蔵できることを見出し⁽⁵⁾、Porrittらはリンゴを38°Cで4~6日貯蔵するとただちに冷蔵したもの比べて軟化や生理障害が減少することを認め

た⁽⁴⁾。高温処理により鮮度保持効果の認められたトマト⁽⁵⁾、スモモ⁽⁶⁾、リンゴにおいても呼吸量やエチレン排出量の低下がみられ、また、温水浸漬処理したブロッコリーの貯蔵初期にも同様の現象が認められた。高温処理は青果物の種類を問わず呼吸量、エチレン排出量に強く影響を与えるようである。また、高温処理は温度と時間の条件が重要な因子であり、比較的狭い範囲内でのストレスが有効である。著者らはさきにブロッコリーを 33°C の恒温器で貯蔵した場合には花らいの黄化が早く進むことを認めていたが、一昨年中村らはブロッコリーを 45°C 6 時間あるいは 50°C 2 時間の恒温器処理で花らいの黄化が 1～2 日間抑制されることを見出している⁽⁸⁾。しかし、今回の実験では温水浸漬という別な方法でブロッコリーを処理し、花らいの黄化が 2～3 日間とより長く抑制されることを見出した。温水浸漬処理したブロッコリーは 4°C 5 日間貯蔵後 20°C に移しても緑色保持効果が認められたことは 4°C 貯蔵中も高温処理の影響を潜在的に持ち越しており、この点は興味を持たれた。

ブロッコリーは呼吸や水分蒸散の激しい青果物であるが、温水浸漬処理では蒸散を抑制することはできなかった。水分の蒸散は鮮度にかかわる問題なので包装資材の選定を含め、さらに検討を要する課題である。

鮮度保持の指標と考えられるクロロフィルやアスコルビン酸含量は温水浸漬処理時にはその影響を受けなかったが、貯蔵中の変化には差異を生じ、処理したものはとくにクロロフィル含量の維持に効果が認められ、アスコルビン酸の損失も抑えられた。また、温水浸漬処理により可溶性タンパク質含量の減少が強く抑制された。この現象はスモモ⁽⁷⁾の高温処理においても認められている。青果物の追熟や老化には酵素を含むタンパク質含量の変動を伴うが、高温によるストレスはタンパク質の代謝に何らかの影響を与えるものと思われる。

温水浸漬処理によりブロッコリーの緑色保持効果が顕著であったので、その分解に関与すると考えられる酵素、クロロフィラーゼ、ペルオキシダーゼ、リポオキシゲナーゼの貯蔵中の活性変動を測定した。すでに大久保ら⁽²⁰⁾によりトマトではクロロフィルの分解に伴ってクロロフィラーゼ活性が増大することが認められている。山内ら^(21,22)はペセリで、加藤ら⁽²³⁾はタバコの葉を用いてそれぞれクロロフィルの分解とペルオキシダーゼの関係を報告している。また、細田ら⁽²⁴⁾はコマツナ、ホウレンソウの貯蔵に伴うクロロフィルの分解にはリポオキシ

ゲナーゼが関与している可能性を示した。

ブロッコリーの温水浸漬処理によりクロロフィラーゼ活性は若干抑制されるものの、4°C 貯蔵後 20°C に移し変えると処理した区でも活性は急上昇するにもかかわらず、クロロフィル含量の減少は認められなかった。ペルオキシダーゼ活性は無処理、温水浸漬処理とも貯蔵日数が増すにつれ増大する傾向にあった。4°C から 20°C 貯蔵 10 日後には無処理の活性は処理したものの 2 倍ほどになったが、この時点で無処理の花らいは完全に黄化しており、一方、処理した区の活性も上昇傾向にはあったが、クロロフィル含量は高く保たれていた。3 種のリポオキシゲナーゼ、L-1、L-2、L-3 のうち L-1 の 20°C 5 日間貯蔵中のみ温水浸漬処理による活性の低下が認められた。しかし、4°C から 20°C 貯蔵期間中無処理の区のクロロフィル含量は急激に低下していくにもかかわらず、L-1 活性はむしろ処理したもののほうが高い値を示した。以上のように、今回の実験でクロロフィラーゼ、ペルオキシダーゼ、リポオキシゲナーゼは高温処理によりその活性に影響を受けることは認められたが、クロロフィルの分解とそれぞれの活性に相関関係を見出すことはできなかった。

青果物の鮮度保持は通常は低温で行われ、ブロッコリーも 4°C 貯蔵中は変化がなく品質よく貯蔵できた。しかし、現在でも青果物の低温流通はまだ完全に整備されているとはいえない。ブロッコリーの温水浸漬処理により 4°C 貯蔵後 20°C に移し変えても鮮度保持効果が認められたほか、ブロッコリーの害虫であるコナガの幼虫が花らいより温水中に遊離するといった殺虫効果にも際立った成果が得られた。常温流通が可能なことや害虫駆除に効果のあった温水浸漬による貯蔵法がブロッコリー産地にとって消費地拡大の一助となれば幸いである。高温処理は青果物の代謝に複雑な影響を与えると思われるが、不明な点も多く、その解明のためさらに研究を進め、他の多くの青果物についても検討を加え、高温処理による貯蔵法を応用していきたいと考えている。

要 約

1) ブロッコリーを 45°C 14 日間温水浸漬処理した後 20°C に貯蔵すると、無処理のものより花らいの黄化が明らかに 2～3 日遅れ、貯蔵性が向上し、品質を保った。この現象は温水浸漬処理したブロッコリーを 4°C に 5 日間貯蔵後に 20°C に移し変えて貯蔵した場合にも同

じように花らしいの黄化が遅れることが認められた。

2) 温水浸漬処理により貯蔵中の初期に呼吸量の低下がみられた。

3) 収穫後のブロッコリーにみられるエチレン発生が温水浸漬処理により2日間抑制された。

4) クロロフィル含量は20°C貯蔵中に無処理のものでは急激な減少がみられたが、温水浸漬処理したものは5日後も86.4%と高い値を保った。

5) 還元型アスコルビン酸含量は20°C貯蔵中に減少するが、温水浸漬処理によりその減少が抑制された。

6) 可溶性タンパク質含量は無処理のものでは20°C貯蔵中に急激な減少がみられたが、温水浸漬処理したものは5日後も高い値を保った。

7) クロロフィルラーゼ、ペルオキシダーゼ、リポオキシゲナーゼは高温処理によりその活性に影響を受けたが、クロロフィルの分解とそれぞれの活性に相関関係を見出すことはできなかった。

リポオキシゲナーゼの活性測定にあたり、ご助言と便宜を与えていただきました農林水産省食品総合研究所の寺尾純二博士に対し、厚くお礼申し上げます。また、当農産製造学研究室の所属であった山口香代さん、永田満美さんのご協力に対し、深く感謝いたします。

- (1) 小倉長雄, 中川弘毅, 竹花秀太郎: 農化, **49**, 189 (1975).
- (2) 小倉長雄, 中川弘毅, 竹花秀太郎: 農化, **49**, 271 (1975).
- (3) 小倉長雄, 林 龍二, 荻島太一, 阿部雄幸, 中川弘毅, 竹花秀太郎: 農化, **50**, 519 (1976).
- (4) S. W. Porritt and P. D. Lidster: *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 584 (1978).
- (5) 小宮山美弘, 原川 守, 辻 政雄: 食品工誌, **26**, 371 (1979).

- (6) 辻 政雄, 原川 守, 小宮山美弘: 園学雑, **52**, 469 (1984).
- (7) 小宮山美弘, 原川 守, 辻 政雄: 食品工誌, **31**, 241 (1984).
- (8) 中村怜之輔, 稲葉昭次, 久保康隆: 昭和 63 年度園芸学会秋期大会講演要旨, 1988, p. 626.
- (9) E. C. Maxie, F. G. Mitchell, N. F. Sommer, R. G. Snyder and H. L. Rae: *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **99**, 344 (1974).
- (10) I. L. Eaks: *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 576 (1978).
- (11) 真部正敏, 樽谷隆之: 食品工誌, **24**, 404 (1977).
- (12) 吉岡博人, 上田悦範, 緒方邦安: 食品工誌, **25**, 607 (1978).
- (13) C. L. Comar and F. P. Zscheile: *Plant Physiol.*, **17**, 198 (1942).
- (14) 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治: 「全訂 食品分析法」, 柴田書店, 1984, p. 232.
- (15) M. M. Bradford: *Anal. Biochem.*, **72**, 248 (1976).
- (16) K. Iriyama, N. Ogura and A. Takamiya: *J. Biochem.*, **76**, 901 (1974).
- (17) 小倉長雄, 上野 護, 松永政也, 佐藤隆英, 中川弘毅: 農化, **61**, 451 (1987).
- (18) S. P. Colowick and N. O. Kaplan: in "Methods in Enzymology II," Academic Press, New York, 1955, p. 773.
- (19) 大村芳正, 秋山美展, 齋尾恭子: 食品工誌, **33**, 653 (1986).
- (20) M. Okubo and K. Ishii: *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, **42**, 175 (1973).
- (21) 山内直樹, 浜口辰治, 緒方邦安: 園学雑, **49**, 414 (1980).
- (22) N. Yamauchi and T. Minamide: *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, **54**, 265 (1985).
- (23) M. Kato and S. Shimizu: *Plant & Cell Physiol.*, **26**, 1291 (1985).
- (24) 細田 浩, 名和義彦, 黒木征吉: 食総研報, **37**, 47 (1980).