

野菜の貯蔵中におけるビタミン C の変化

Changes of Vitamin C of vegetables during the storage

長 島 和 子 富 横 恵 子
Kazuko Nagashima Keiko Togashi

I. 緒 言

近年国民の生活水準の向上に伴ない、果実の食生活に占める割合は増大してきているが、ビタミンCを果実類のみで充足するまでには到らず、依然わが国ではビタミンC給源として野菜類に負うところが大きい。一方食生活の合理化が叫ばれ、それと相前後して、青果商やスーパー・マーケットでは野菜類の個別売りをせず、一定量を包装して売る傾向が増えてきている。そこで一般家庭では、野菜類を数日分まとめて購入するようになり、必然的に貯蔵の必要性が生じてくる。このように野菜類を家庭で貯蔵する場合、貯蔵方法、貯蔵日数によりビタミンCが如何なる影響を受けるか、また加熱処理を必要とする野菜については調理の省力化から、まとめて加熱処理を行ない貯蔵することが考えられるが、この場合ビタミンCはどのように変化するかについて検討を行なったので、その結果を報告する。

II. 実験方法

(1) 試料： 野菜はすべて市販品を用い、不可食部を除去した後、中性洗剤を使用して洗浄した。加熱処理については、カリフラワーの場合、食塩1%，小麦粉、酢各少量を加えた熱湯で10分間、ブロッコリー、さやいんげん、芽キャベツは食塩1%を添加した熱湯でそれぞれ2，3，8分間、春菊は30秒間、ゆでた後、ざるにとり水冷した。次にカリフラワー、ブロッコリーは一房ごとに切り分け、春菊、さやいんげん、芽キャベツは1～2本（個）又は2等分して貯蔵した。トマト、きゅうり、ピーマン、大根、キャベツについては個体差をなくすために、すべて適当な大きさに切り分けて貯蔵した。尚切り分ける場合は部位による差が大きいと考えられることから、この点をも考慮してできるだけ均一に試料を採取した。

(2) 貯蔵方法： すべて一定量ずつサランラップで密封し、貯蔵方法別にポリエチレン袋に入れて貯蔵した。“生一冷蔵”は電気冷蔵庫（5±1°C）中に、“生一室温”は実験室（15±1°C）にそれぞれ貯蔵した。“加熱処理”は前述のような方法で前処理したもの冷蔵庫（5±1°C）に貯蔵したものであり，“生→ゆでる”は“生一冷蔵”と同様に貯蔵したもの実験当日、前述のような方法で加熱処理したものである。

(3) ビタミンCの定量： ビタミンCの定量は2.4ジニトロフェニルヒドラジン法の変法^{1,2)}により酸化型ビタミンC（デヒドロアスコルビン酸、DHAと略す）として測定した。即ち総ビタミンCとして1～2mgを含む試料を精秤し、同量の10%メタリン酸を加えてホモゲナイザーで磨碎後、5%メタリン酸を加え、100mlにメスアップし、遠心分離して濾過した濾液を試料液とした。次に試料液2mlをとり、メタリン酸・チオ尿素液2mlと2.4ジニトロフェニルヒドラジン液1mlを加えて37°Cで3時間反応させ、後水冷しつつ、85%硫酸5ml

を徐々に滴下し、オサゾンを溶解して30分放置後、日立101型分光光度計を用いて540 m μ における吸光度を測定した。この値より予め作成した標準曲線によって、DHA量を mg%で求めた。総ビタミンCはインドフェノール液で酸化して同様に処理した。還元型ビタミンC（アスコルビン酸 AAと略す）は両者の差から求めた。

(4) 試薬：本実験に使用した試薬はすべて市販特級品である。

III. 実験結果および考察

1. 加熱処理を要する野菜類のビタミン C について

試料としてはカリフラワー、ブロッコリー、春菊、さやいんげん、芽キャベツを用いた。これらの試料を1～5日各種条件下に貯蔵した時のビタミンC含有量の変化は図1～図5に示すおりである。

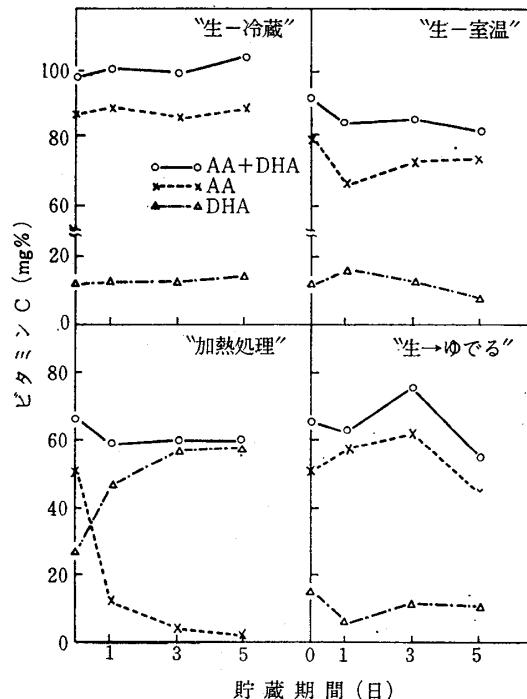


図1 各種貯蔵条件下のカリフラワーのビタミンC含量の経時的変化

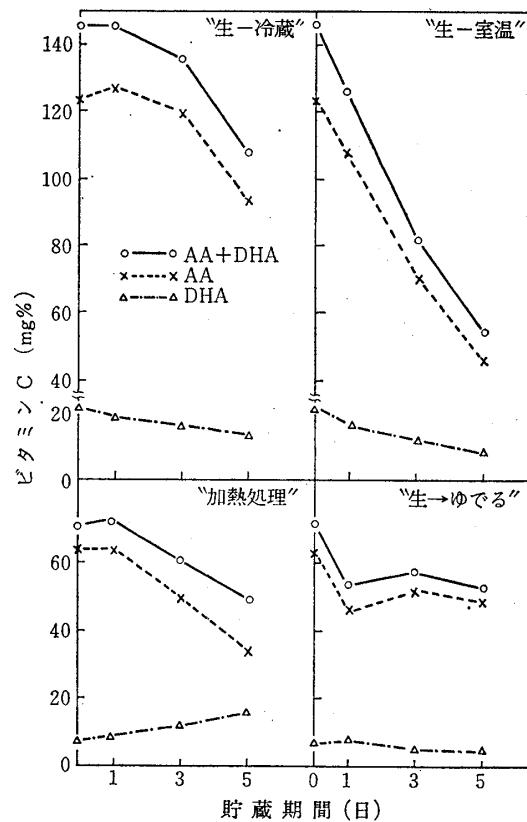


図2 各種貯蔵条件下のブロッコリーのビタミンC含量の経時的変化

カリフラワーについては“生-冷蔵”的ものは全く変化は認められず，“生-室温”的ものも、総ビタミンCについてはわずかに減少の傾向を示してはいるが、AAとDHAの割合においては殆ど差は認められなかった。それに対して“加熱処理”については、総ビタミンCは一定の値を示しているがAAとDHAの割合において顕著なる差が認められ、前処理をして冷蔵したものは貯蔵日数と共にAAが減少しDHAが増加して、貯蔵1日目にしてその割合は逆転し、貯蔵3日目には総ビタミンCの93%がDHAに酸化していた。一方冷蔵後、使用直前に加熱処理したものについてはAAとDHAとの割合におけるそのような差は認められなかった。

ブロッコリーについては“生-冷蔵”的場合もかなり減少の傾向が認められるが、“生-室

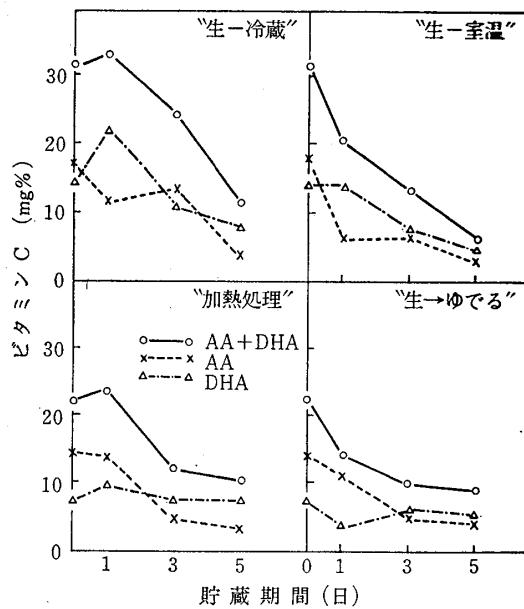


図3 各種貯蔵条件下の春菊のビタミンC含量の経時的変化

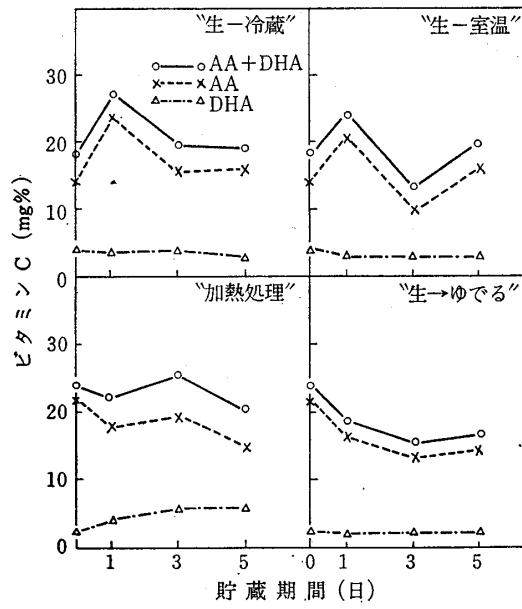


図4 各種貯蔵条件下のさやいんげんのビタミンC含量の経時的変化

温”の場合は顕著な減少傾向を示した。これは外観的にもブロッコリー特有の緑色が黄変し、ブロッコリーの場合は室温貯蔵は不適当であると考えられる。AAとDHAの割合については差は認められず同様の減少傾向を示した。“加熱処理”的場合も総ビタミンCについては同様の減少傾向を示したがAAとDHAの割合において、貯蔵期間が長くなるとDHAの割合が増大する傾向が認められた。“生→ゆでる”的条件下では総ビタミンCはほぼ一定であり、AAとDHAの割合の差も認められなかった。

春菊については“生-冷蔵”的場合も“生-室温”的場合とともに著しい減少傾向を示しており、外観的にも貯蔵時間が長くなるにつれて黄変が認められ、不可食部が増大した。“加熱処理”“生→ゆでる”的場合も総ビタミンCは減少し、AAとDHAの割合もDHAが増加する傾向が認められた。このように葉ものといわれる葉菜類は冷蔵の場合でも長期間の貯蔵は困難であると考えられる。

一方さやいんげんについては、いずれの条件においても総ビタミンCおよびAAとDHAの割合において大差は認められず、わずかに“加熱処理”的ものがDHAの割合が増大する傾向にあった。これは上述の野菜類と異なり、皮膜があるために、加熱による組織の破壊が少ないためであろうと考えられる。

芽キャベツについては“生-冷蔵”と“生-室温”との間に総ビタミンCにおいてもAAとDHAとの割合においても全く差は認められず、又貯蔵日数5日間では、いずれの場合も減少の傾向は認められなかった。“加熱

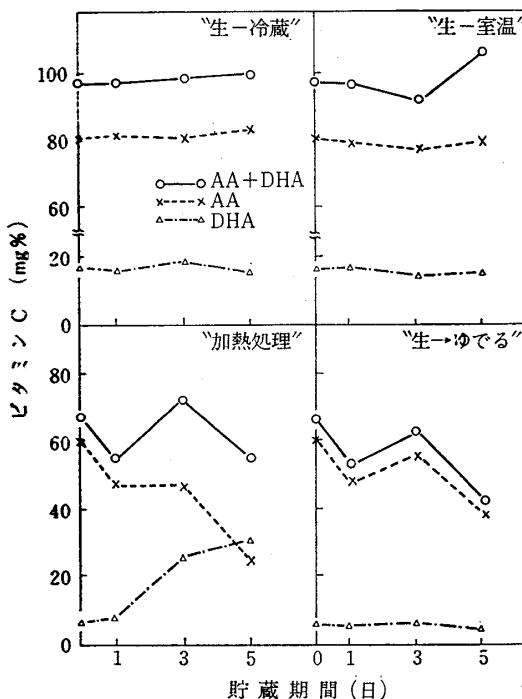


図5 各種貯蔵条件下の芽キャベツのビタミンC含量の経時的変化

処理”と“生→ゆでる”とではやはり前者の場合 AA が減少し、DHA が増加したが、後者の場合はその割合に変化は認められなかった。

以上の結果から、加熱処理を要する野菜においては、前処理をして貯蔵した場合、総ビタミンCについては殆ど変化がみられない場合でも AA が減少し DHA が増加する傾向が明らかに認められ、とくにカリフラワー、芽キャベツにおいてその傾向は顕著であった。ブロッコリー、春菊、さやいんげんは貯蔵期間が長くなった場合にその傾向が認められた。貯蔵中に DHA の割合が増加するということは、DHA が AA よりもビタミンCの生理作用が劣り³⁾、かつビタミンC効力をもたないジケトグロン酸に分解する割合も大きく、又本実験に用いたビタミンC定量法では、すでにジケトグロン酸に分解したものも DHA として定量されている可能性もあることから、好ましくないことである。このことから調理の手間を省くために、まとめてゆでて冷蔵するという方法は避けるべきであろう。“生→ゆでる”においては総ビタミンCの減少も少なく、AA と DHA との割合も殆ど変化がなかったことから、これらの野菜類は生で冷蔵し、使用直前に加熱処理をすることが望ましい方法であると考えられる。尚加熱処理による総ビタミンCの消失率は、カリフラワー 35~45%，ブロッコリー 50~60%，春菊 30~60%，さやいんげん 10~20%，芽キャベツ 40~60% であった。

2. 生食する野菜類のビタミンCについて

試料としてトマト、きゅうり、ピーマン、大根、キャベツを用いて1~5日（キャベツについては14日），冷蔵したものと、室温に貯蔵したものについてビタミンC含有量を測定した。その結果は図6~10図に示すとおりである。

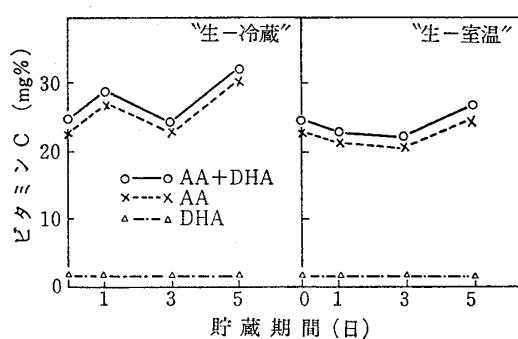


図6 冷蔵および室温貯蔵中のトマトのビタミンC含量の経時的変化

トマトについては、冷蔵および室温貯蔵の場合の温度による影響は殆ど認められず、また AA と DHA との割合における差も認められなかった。貯蔵期間については、3日目よりも5日目に総ビタミンCが増加しており、外観的には貯蔵中に追熟の傾向が認められた。予備実験において、トマトは未成熟なものと、比較的充分に熟したものでは、ビタミンC含量が非常に異なっていることがあきらかになり、未成熟なトマトでは総ビタミンCが約14 mg%であるのに対し、充分に熟したトマトでは約24 mg%であり、時には39 mg%にも達した。このことからトマトは成熟するにつれてビタミンC含量が増加すると考えられる。現在市販されているトマトは完熟前のものが多く、本実験に使用したトマトも完熟前のものであり貯蔵中に成熟したために、貯蔵期間が長くなるとビタミンC含量も増加したものと考えられる。このことは新鮮なものほどビタミンC含量が大きいという考えが、トマトの場合必ずしも当てはまらないことを示している。

きゅうりについては、冷蔵および室温貯蔵とともにビタミンC含量は変化なく安定しており、温度差によるビタミンCの損失の差は認められなかったが、室温貯蔵の場合、5日目

トマトについては、冷蔵および室温貯蔵の場合の温度による影響は殆ど認められず、また AA と DHA との割合における差も認められなかった。貯蔵期間については、3日目よりも5日目に総ビタミンCが増加しており、外観的には貯蔵中に追熟の傾向が認められた。予備実験において、トマトは未成熟なものと、比較的充分に熟したものでは、ビタミンC含量が非常に異なっていることがあきらかになり、未成熟なトマトでは総ビタミンCが約14 mg%であるのに対し、充分に熟したトマトでは約24 mg%であり、時には39 mg%にも達した。このことからトマトは成熟するにつれてビタミンC含量が増加すると考えられる。現在市販されているトマトは完熟前のものが多く、本実験に使用したトマトも完熟前のものであり貯蔵中に成熟したために、貯蔵期間が長くなるとビタミンC含量も増加したものと考えられる。このことは新鮮なものほどビタミンC含量が大きいという考えが、トマトの場合必ずしも当てはまらないことを示している。

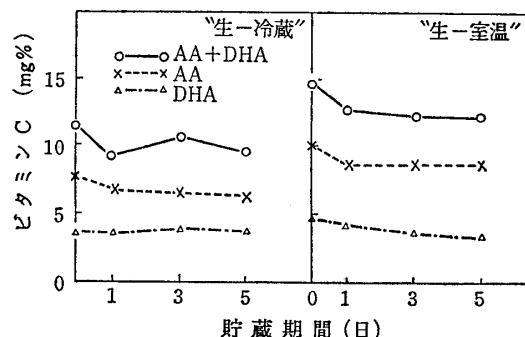


図7 冷蔵および室温貯蔵中のきゅうりのビタミンC含量の経時的変化

には水分の蒸散による品質の低下がみられた。AAとDHAの割合における差は認められなかったが、きゅうりは他の野菜に比しDHAのしめる割合が大であることが明らかとなった。

ピーマンについては、冷蔵と室温貯蔵の間に差が認められ、冷蔵の方がビタミンCの残存率は大であった。AAとDHAとの割合においては殆ど差は認められなかった。

大根およびキャベツについては、冷蔵および室温貯蔵の場合の温度差による相異は殆ど認められず、貯蔵日数が長くなるにつれてわずかながらビタミンCが減少する傾向が認められた。とくにキャベツについては、貯蔵期間14日でビタミンCの残存率は、冷蔵、室温貯蔵の場合それぞれ93%、84%であり、その損失量はごくわずかであった。AAとDHAとの割合についても顕著な差はみられず、大根の場合に貯蔵期間5日目にDHAがわずかながら増加する傾向が認められた。

以上の結果から、本実験に供した生食用野菜類については、貯蔵期間5日で、ビタミンCの損失は多い場合でも約20%程度であり、比較的安定していることが明らかになった。また冷蔵($5 \pm 1^{\circ}\text{C}$)と室温貯蔵($15 \pm 1^{\circ}\text{C}$)における差は殆ど認められなかった。予備実験において $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の孵卵器中にこれらの野菜類を貯蔵したところ、ビタミンCの損失よりもむし

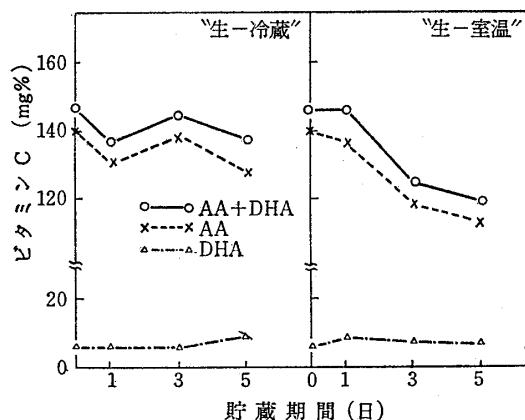


図8 冷蔵および室温貯蔵中のピーマンのビタミンC含量の経時的変化

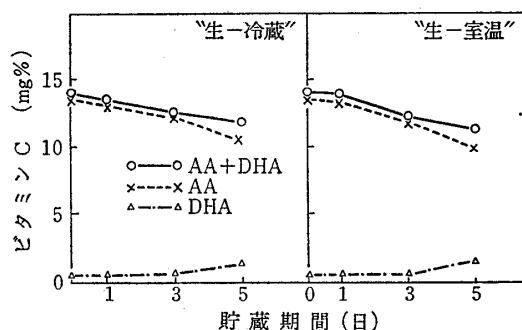


図9 冷蔵および室温貯蔵中の大根のビタミンC含量の経時的変化

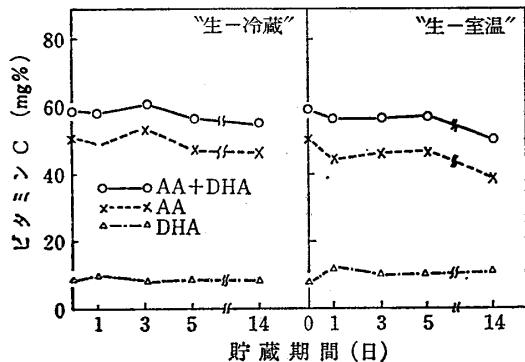


図10 冷蔵および室温貯蔵中のキャベツのビタミンC含量の経時的変化

る水分の蒸散、腐敗等による品質の低下が大きいことが認められた。とくにトマト、きゅうりにおいては貯蔵3日目で食するに耐えられない状態となった。それ故これらの野菜類もとくに夏期においては冷蔵することが望ましい。

また、森本ら^{4,5)}は、野菜類をポリエチレン紙、アルミ箔紙、クレラップ紙に包んで貯蔵すれば2~3の野菜を除く他は新鮮度は保持され、ビタミンCは3日間までは多少の差はあるが大きな変動は認められないので、野菜の貯蔵は3日位までが妥当であると報告している。本実験に使用した野菜類については、3日貯蔵と5日貯蔵では大差は認められず、5日間の貯蔵も可能であると考えられる。またキャベツについてはとくに安定で、14日間の貯蔵も可能であるといえる。

V. 要 約

加熱処理を要する野菜、5種類を用いて、各貯蔵条件下のビタミンC含量の変化を検討した。その結果、生のまま貯蔵した場合、カリフラワー、さやいんげん、芽キャベツは冷蔵、室温貯蔵とともに、総ビタミンCの減少は殆ど認められず、還元型、酸化型の割合の変化もみられなかった。ブロッコリー、春菊については、いずれの場合もビタミンCの減少傾向が認められ、とくにブロッコリーは室温貯蔵におけるビタミンCの減少は顕著であった。加熱処理をして冷蔵した場合は、いずれの野菜も総ビタミンCの減少傾向は生の場合とほぼ同様であったが、還元型と酸化型の割合において、酸化型が増加する傾向にあり、とくにカリフラワー、芽キャベツにおいてその傾向が大であり、他のものについては貯蔵期間が長くなった場合に、その傾向が認められた。生で冷蔵したものを使用前にゆでた場合には、還元型と酸化型の割合における変化は殆ど認められず、これらの野菜類については、生で冷蔵し使用直前に加熱処理をする方法が望ましいことが明らかとなった。

また、生食する野菜、5種類を用いて冷蔵および室温貯蔵を行ない、同様にビタミンC含量の変化を検討したが、これらの野菜類のビタミンCは比較的安定で、トマト、きゅうり、キャベツにおいては、冷蔵、室温貯蔵ともに殆ど変化は認められなかった。また還元型、酸化型の割合も変化しなかった。ピーマンは冷蔵の場合はビタミンCの減少は殆ど認められなかつたが、室温貯蔵の場合、わずかに減少の傾向を示した。大根については冷蔵、室温貯蔵ともにわずかながら減少傾向を示し、5日目には酸化型が増加する傾向が認められた。トマトはむしろ貯蔵中に総ビタミンCが増加する傾向にあり、これは成熟との関係によるものであろうと推定した。

参考文献

- 1) Roe, J., J. Biol. Chem., 174, 201 (1948).
- 2) 小川俊太郎, 平岡栄一, ビタミン 10 125 (1956).
- 3) Meiklejohn, A. P., Vitamins and Hormones 11 61 (1953).
- 4) 森本喜代, 松室秀夫, 清水正子, 鎧本温美, 栄養研, 昭和33年度, 85 (1959).
- 5) 森本喜代, 中村敦子, 松室秀夫, 栄養研, 昭和35年度, 57 (1962).

Changes of Vitamin C of vegetables during the storage

Kazuko Nagashima and Keiko Togashi

Changes of Vitamin C of vegetables stored under the several conditions were investigated. The vegetables employed in this experiments were cauliflower, Italian broccoli, garland chrysanthemum, kidney beans with pod (immature), Brussels sprouts, tomato, cucumber, sweetpepper, Japanese radish root and cabbage.

The total contents of Vitamin C of cauliflower, kidney beans with pod (immature) and Brussels sprouts, when they were stored in raw, did not decrease both under the refrigerated storage and the storage in room temperature for 5 days, although those of Italian broccoli and garland chrysanthemum decreased gradually during the storage. On the other hand, when these vegetables were stored in refrigerator after boiled, the rate of the oxidized type to the reduced type of Vitamin C showed a tendency to increase. In cauliflower and Brussels sprouts, especially, increased the oxidized type of Vitamin C. However, change of the rate of the oxidized type to the reduced type was not observed, when the vegetables stored in refrigerator in raw were boiled before employment.

In the case of tomato, cucumber and cabbage, changes of Vitamin C were not almost observed both under the refrigerated storage and the storage in room temperature in raw for 5 days. It seems that Vitamin C of these vegetables were relatively stable. Vitamin C of sweetpepper was decreased a little under the storage in room temperature, although it was not decreased under the refrigerated storage. Vitamin C of Japanese radish root showed a tendency to decrease under both conditions and the rate of the oxidized type to the reduced type of Vitamic C increased slightly at the fifth day. Tomato was observed to get ripe during the storage, and Vitamic C had a tendency to increase.