研究ノート

山口県における施設および露地栽培 トマト、キュウリ、ナスのビタミンC 含量の季節的変動

佐伯清子, 熊谷 洋

山口県衛生研究所

Seasonal Variations of Vitamin C Contents in Tomato-, Cucumber-, and Eggplant Fruits Grown in the Greenhouses and the Open at Yamaguchi Prefecture

Kiyoko SAEKI, Hiroshi KUMAGAI

*Yamaguchi Prefectural Research Institute of
Health, Aoi, Yamaguchi*

It is generally common that the two factors, the method of the cultivation and the season of harvest, affect the vitamin C contents in vegetable fruits. But, it is not clear which of those factors is more significant.

To elucidate this point, a comparison of the seasonal variation of vitamin C contents between fruits harvested in the open and the greenhouse has been made with tomato-, cucumber-, and eggplant fruits.

The results obtained are summarized as follows:

In the same season, both tomato- and cucumber fruits harvested in the open had vitamin C contents comparative with those harvested in the greenhouse, while eggplant fruit harvested in the open had vitamin C contents slightly richer than that harvested in the greenhouse.

The patterns of the seasonal variation through a year of vitamin C contents in all the fruits studied were similar in the both methods of cultivation. The characteristics of the pattern consisted in the increases in the content of vitamin C from July to October for tomato fruit, from May to July for cucumber fruit, and from May to June and from September to October for eggplant fruit and in its decrease in winter with all fruits.

From these results, it had been concluded that the difference in vitamin C levels between the fruits harvested in the open in summer and

those harvested in the greenhouse in winter may be mainly derived from the difference in the season of harvest.

The cucumber- and eggplant fruits on the market are less in vitamin C content than those taken directly from the fields, but with tomato fruit no significant difference in vitamin C content was found.

(Received September 2, 1978)

近年、栽培法や流通機構等の発達にともない、鮮度を重要視する果菜類も周年市場に供給されるようになってきた。このように多様化してきた果菜類の栄養価については一般に露地栽培もの、旬のものに栄養価が高い¹⁾という意識がある。ところが果菜類の栄養価を示すものの一つであるビタミンC含量に関して、木下ら²⁾は露地と施設トマトとの間に含量差のないことを報告している。また、高間ら³⁾は施設キュウリよりも露地キュウリのほうにビタミンC含量が高いと報告している。逆に、青山ら⁴⁾は露地イチゴより施設イチゴのほうにビタミンC含量が高いと報告している。このように栽培法とビタミンC含量との関係についての見解はさまざまである。これらの調査のいずれにおいても栽培法とともに収穫時期を異にしている。このように、研究者の間で一致した結果が得られなかった原因は、収穫条件が同一でないことにあると思われる。そこで著者らは、栽培法と収穫時期のどちらがビタミンC含量に違いを与える主要因であるかを明確にするため、この研究を行なった。露地とともに施設栽培が盛んに行なわれているトマト、キュウリ、ナスを用い、まず、同一収穫時期において露地ものと施設もののビタミンC含量の差異を検討した。また同時に、露地栽培した果菜と施設栽培した果菜について、ビタミンC含量が収穫時期によって、どのように変動するかを検討した。また流通ものについてもビタミンC含量を調査したのであわせて報告する。

実験方法

1. 実験材料

トマト、キュウリ、ナスのおおのについて露地もの、施設ものおよび山口県外（福岡、熊本、宮崎および高知県）からの流通ものの3様式に分け、昭和51年8月から翌年7月まで1年間毎月1回下旬におおの収穫適期のものを採取した。ただし、流通もののトマトについては完熟期のものも同時に採取した。なお本実験に先立ち、同一の畑で栽培されたトマト、キュウリ、ナスにおけるビタミンC含量の個体間の変動をみるため、露地および施設栽培とも広さ7.2×50 mの畑より収穫適期のものを無作為におおの12個採取し、ビタミンC含量

を測定した。その結果、変動係数は露地もののトマトで 17.5%, キュウリで 13.2%, ナスで 7.7% であり、施設もののトマトで 18.8%, キュウリで 11.4%, ナスで 6.8% であった。同一の品種、同程度の熟度および土壌の条件下で、このようにビタミン C 含量が変動すること、およびその他種々の要因がビタミン C 含量に影響することを考慮し、Table 1 に示すとおり、できるだけ多数の試料を採取し、3 個体をもって 1 試料とした。なお露地ものおよび施設ものは直接山口市近郊の生産農家より、1 農家あたり 1 試料を、また流通ものは小売店より、1 店舗あたり 1 試料を、おのおの分析の前日に入手した。

2. 分析方法

試料は水道水で洗浄した後、その半量をステンレス製包丁で細切した。そのうち 20 g をストマッカー 400 用ポリ袋に採り、同量の 10% メタリン酸を加え、1 分間つぶした後 200 ml 容メスシリンダーに移し、5% メタリン酸で定容とし 5 分間浸漬した。この濾液 1 または 2 ml を採取し、ヒドラジン法⁵⁾により総ビタミン C 量を測定した。なお、個体間の変動を考慮し、3 個体の測定値を平均して 1 試料の定量値とした。

実験結果および考察

1. トマト

結果は Fig. 1 に示すとおりで、露地ものと施設ものと同時に採取できた月は 6~8、10 月の 4 ヶ月であった。

同一収穫時期において露地ものと施設ものとを比較すると 6、7 月においてはほぼ同値であったが、8、10 月において露地ものに若干高い傾向が認められた。これは、トマトのビタミン C 含量が収穫盛期から後期に高まるという木下ら²⁾が報告している傾向と一致する。すなわち、8 月は平地における、また、10 月は高冷地における露地ものの収穫末期であるためと考えられる。しかし、全調査期間を通してみると栽培法による差は認められなかった。この結果は、決った品種のトマトについて栽培法とビタミン C 含量の関係を検討した木下ら²⁾の結果と一致した。

露地および施設栽培におけるビタミン C 含量の季節変動をみると、両者とも同様に変動し、露地ものの出回る、いわゆる旬には含量が高く、冬期には低かった。含量の高い 7~10 月には含量の低い 12~4 月の約 2 倍の値をもっている。この変動は 6 月を除いて各月の日照時間⁶⁾の変動と類似している。

流通ものは露地もので、直接畑から採取したものと比較すると 6、7 月には含量差がなかったが、9、10 月には若干低い傾向にあった。しかし、有為差は認められなかった。これらの結果から、流通もののトマトにビタミン C 含量が低いとはいえない。このことは小倉ら⁷⁾が行

Fig. 1. Seasonal variations of vitamin C contents in tomato fruits.

* Yamaguchi weather station : Monthly report of meteorological surface observation (1976, 1977).
○ Harvested in the open, ● Harvested in the greenhouse, △ On the market

Fig. 2. Seasonal variations of vitamin C contents in cucumber fruits.

* Yamaguchi weather station : Monthly report of meteorological surface observation (1976, 1977).
○ Harvested in the open, ● Harvested in the greenhouse, △ On the market

Fig. 3. Seasonal variations of vitamin C contents in eggplant fruits.

* Yamaguchi weather station : Monthly report of meteorological surface observation (1976, 1977).
○ Harvested in the open, ● Harvested in the greenhouse, △ On the market

Table 1. The number^a of samples of tomato-, cucumber-, eggplant fruits sampled monthly.

Sampling date	Tomato fruit			Cucumber fruit			Eggplant fruit		
	Harvested in the open	Harvested in the greenhouse	On the market	Harvested in the open	Harvested in the greenhouse	On the market	Harvested in the open	Harvested in the greenhouse	On the market
'76/Aug.	10	3		10	10	8	10	4	6
Sep.	6		3	10		10	10		9
Oct.	2	10	6	3	10	10	10		10
Nov.		4	10	2	8	10			10
Dec.			10		8	10			10
'77/Jan.			10			10			10
Feb.		10	10			10			10
Mar.		10	10		10	10			10
Apr.		7	4		8	5		2	6
May		8	4	1	10	4		4	7
Jun.	5	10	5	9	10	9	10	9	10
Jul.	7	9	4	7	9	4	8	5	5
Total	30	71	76	42	83	100	48	24	103

^a A set of three individuals was taken as one sample, and separate measurements for each individual were performed and averaged.

なったトマトの保存試験 (25~30°C, 45 日間) の結果、ビタミンC含量があまり減少しないという報告からも十分推察できる。

2. キュウリ

結果は Fig. 2 に示すとおりで、露地ものと施設ものが同時に採取できた月は 5~8, 10, 11 月の 6 ヶ月であった。

同一収穫時期において露地ものと施設ものを比較すると 6, 7 月において施設ものが高値であったが, 5, 8, 10, 11 月においては, ほぼ同値であり, 全調査期間を通してみると, トマトと同様に栽培法による差は認められなかった。この結果は高間ら⁹⁾の施設キュウリより露地キュウリのほうにビタミンC含量が高いという報告とは一致しなかった。

露地および施設栽培におけるビタミンC含量の季節的変動をみると, 両者とも, ほぼ同様に変動し, 5~7 月に高く, 1~3 月の冬期に低かった。5~7 月における含量は冬期のその約 2.5 倍であった。この変動は 7 月を除いてトマトと同様各月の日照時間の変動とほぼ類似している。

流通ものは露地もので, 直接畑から採取したものと比較すると, 5, 8~10 月には含量差はなかった。しかし, 6, 7, 11 月には流通ものが低値であった。全期間を通してみると, 流通もののキュウリは露地もののキュウリに比較してビタミンC含量が低い傾向にあることがわかる。

3. ナス

結果は Fig. 3 に示すとおりで, 露地ものと施設ものが同時に採取できた月は 6~8 月の 3 ヶ月であった。

同一収穫時期において露地ものと施設ものとを比較すると露地ものが 8 月においては明らかに高値で, 6, 7 月においても若干高値であった。栽培法によるビタミンC含量の差が認められた。しかし, トマト, キュウリに比較して含量が低いため, その差は 1.2 mg% と小さかった。

露地および施設栽培におけるビタミンC含量の季節的変動をみると, 両者ともほぼ同様に変動し, 5, 6 月と 9, 10 月に比較的高く, 12~2 月に低かった。その含量比は約 2.0 であった。この変動も 7, 8 月を除き各月の日照時間とほぼ類似している。

流通ものは露地もので, 直接畑から採取したものと比較すると, いずれの月においてもビタミンC含量は低かった。

以上, 果菜のビタミンC含量に与える要因として栽培法と収穫時期のいずれが主動的であるかを検討してきたが, トマト, キュウリにおいては栽培法による差はほとんどなく, ナスにおいてのみ栽培法による差が認められた。しかし, この差は 1.2 mg% ときわめて小さかつ

た。一方, トマト, キュウリ, ナスとも収穫時期による変動が大きく, 夏期に収穫されたものは冬期に収穫されたものに比較して, トマトで約 1.5 倍, キュウリで約 2.5 倍, ナスで約 2.0 倍のビタミンCを含有していた。

このように果菜中のビタミンC含量は季節によって大きく変動し, この変動が 6~8 月を除いて, 日照時間の変動と類似していることがわかった。植物においてビタミンCは光合成生産物から 2 次的に合成される⁸⁾ため, 日照時間が長くなれば光合成が旺盛となり, ビタミンC生成量も多くなると考えられる。また, ビタミンC生成は温度にも影響され, その最適温度は植物生育の最適温度とほぼ同一であり⁸⁾, トマト, キュウリの場合, この最適温度が 23~25°C⁹⁾である。試験期間のうち 7, 8 月は平均気温が 25°C 以上⁶⁾であることから, 7, 8 月においては高温のためビタミンC生成が抑制されて, ビタミンC含量の変動が日照時間の変動からはずれたものと考えられる。以上のことから, トマト, キュウリ, ナスのビタミンCの生成は最適温度以下では日照時間に大きく影響されるものと考えられる。

流通ものは露地もので, 直接畑から採取したものに比較すると, トマトを除き, キュウリ, ナスにおいてビタミンC含量が低いことがわかった。これは著者らが別途行なった保存試験の結果¹⁰⁾からも十分推察できる。すなわち, ビニール被覆後, 冷蔵保存 (10°C) するとキュウリは 2 週間, ナスは 3 週間以上外観が変化せず十分食用できたが, ビタミンC含量はキュウリでは 10 日で, ナスでは 2 日で低下した。このことから, 流通ものは温度管理を十分行なえば相当長期にわたる流通・販売が可能となるが, この間にビタミンC含量が低下するものと考えられる。

要 約

露地および施設栽培におけるトマト, キュウリ, ナスのビタミンC含量が季節的に, どのように変動するかを検討するとともに, 流通ものについてもビタミンC含量を測定した。

1) 本実験に先立ち, 一つの畑で露地栽培されたトマト, キュウリ, ナスにおけるビタミンC含量の個体間の変動をみた。変動係数はトマトで 18%, キュウリで 13%, ナスで 8% であった。施設栽培においても, その変動係数は露地栽培のそれとほぼ同値であった。

2) 同一収穫時期では, トマト, キュウリにおいて露地ものと施設ものにビタミンC含量の差はなかった。しかし, ナスにおいて露地ものが若干高かったが, その差は 1.2 mg% と小さかった。

3) 露地栽培においてトマト, キュウリ, ナスのビタミンC含量は収穫時期とともに明らかに変動し, トマト

では7~10月に、キュウリでは5~7月に、ナスでは5、6月と9、10月に高く、トマト、キュウリ、ナスとも冬期に低かった。また、この変動の仕方は日照時間の変動と類似していた。施設栽培においてもまったく同様であった。

4) 流通ものを露地もので、直接畑から採取したものと比較すると、キュウリ、ナスのビタミンC含量は若干低値であった。しかし、トマトではビタミンC含量が低いとはいえなかった。

終りに臨み、本研究の機会を与えられた当研究所長田中一成博士およびご指導いただいた藤村暢男化学部長に謝意を表すとともに、ご校閲を賜りました奈良女子大学助教授奥村晶子博士に深謝いたします。

文 献

- 1) 鎌田慶子：月刊消費者，7月号，38 (1977)
- 2) 木下隆雄，速水昭彦，穂積清之，野中正義，矢野昌充：野菜試験場栽培部研究年報，No. 3，149 (1976)
- 3) 高間総子，斉藤民江，陶山陽子，斉藤 進：栄養と食糧，28，87 (1975)
- 4) 青山文雄，野村久雄：栄養と食糧，25，105 (1972)
- 5) 農林水産技術会議事務局：食品分析研究会報告書 (1975)
- 6) 山口測候所：地上気象観測月原簿 (1976，1977)
- 7) 小倉長雄，中川弘毅，竹花秀太郎：農化，49，189 (1975)
- 8) 菅原友太：農，園芸作物のビタミンCに関する研究，p. 7 (1957)，養賢堂 (東京)
- 9) 園芸学会 (編)：部門別の解説 (園芸学全編)，p. 410 (1973)，養賢堂 (東京)
- 10) 佐伯清子，熊谷 洋：山口県衛生研究所年報，第20号，82 (1977)

(昭和53年9月2日受理)

脂質の変敗度測定のための TBA 試験紙

浅川 具美*，松下 雪郎**

*同志社女子大学家政学部

**京都大学食糧科学研究所

TBA Test Paper for Detecting the Rancidity of Lipids

Tomomi ASAKAWA,* Setsuro MATSUSHITA**

* Department of Food and Nutrition,
Doshisha Women's College, Kyoto

** Research Institute for Food Science,
Kyoto University, Kyoto

The sensitivity of the TBA test paper for detecting lipid oxidation was improved by adding iron salt to the reagent. This paper reacts not only the secondary products containing in the oil, but also the secondary products derived from hydroperoxides during the test.

(Received January 17, 1979)

TBA (2-チオバルビツール酸) が油脂の酸化生成物と反応して、赤色色素を生じる¹⁾ことが発見されて以来、TBA 法は油脂の酸化程度を測定する方法として、広く用いられている。この反応は油脂の酸化変質により生成されるマロンアルデヒドと TBA が反応するものと推定されている^{2)~4)}。

TBA 法に関しては多くの報告^{5)~7)}があり、変法もいくつかが報告されている^{8)~14)}が、いまなおその色素の発色

の原理と特性については不明な点が残っている。しかしながら、このテストは非常に感度がよく、操作も比較的簡便なことから、食品分野では変敗臭の目安として使用され、すなわち油脂の酸化に基づくいわゆる二次生成物を測定するものとしてきた。しかるに医学方面ではもっぱら過酸化脂質のテストとして用いられている^{15)~17)}。食品における油脂の酸化においては、二次生成物の存在するところ必ず過酸化化物も存在するものであるから、過酸化化物をも含めて TBA 値を測定することは感度の向上から有用であろう。

しかし、従来の TBA 法をそのまま過酸化脂質の測定に用いることについては問題がある。なぜなら過酸化化物を TBA 法で測定するためには、加熱操作中にヒドロペルオキシドを二次生成物にまで分解しなければならないからである。検討の結果¹⁸⁾判明したことは、たんなる加熱のみではヒドロペルオキシドの分解は不完全であり、鉄塩の共存が必要である。しかもそのときに生成する色素量としては、リノール酸ヒドロペルオキシドあるいはリノレン酸ヒドロペルオキシドなどから定量的に生ずるものでなく、ごく一部が呈色物質を生ずるにすぎない。したがってあくまでも TBA テストは酸化の目安として使用されるものである。また鉄塩の添加は共存する未酸化の不飽和脂肪酸の自動酸化を促進する。

一方、われわれは先に油脂の酸化生成物いわゆる二次生成物の簡易測定法として、TBA 試験紙の試作について報告した¹⁹⁾。しかし、一般に変敗を測定せんとする食品における油としては、つねにヒドロペルオキシドと二次生成物が共存するものであり、二次生成物のみを測定する意味は少ない。しかも先に作製した TBA 試験紙は感度においてあまりすぐれたものとはいえなかった。そこで二次生成物とヒドロペルオキシドを含めての鉄塩添

* 〒 602 京都市上京区今出川通寺町西入ル

** 〒 611 宇治市五ヶ庄