

食品中のビタミンの研究(第四報)

ピーマン中の provitamin A について

工藤 豊* 安福英子** 大脇厚子*** 中江素子****

緒 言

ピーマン *Capsicum annuum* L var, *grossum* Sendt, 一名獅子とうがらしと称しナス科に属する一年生草本である。原産地は南アメリカで明治初年米国から渡来したイスパニア種「あまとうがらし」の変種である。茎は高さ60cm内外に達し、葉は卵状披針形で先端尖り長柄を有する。夏、白色の花をつけ果実は獅子頭状をなし初めは緑色、後紅熟しすこぶる美観を呈し食用のみならず観賞用としても広く用いられている。大正の頃までは西洋料理にのみ用いられていたが、今では広く世間に普及するようになった。俗にピーマンと云うのは猥褻のフランス語の *piment* が広まったのであろうと考えられている。

とうがらしの文献をみるに辛味成分については藤田小菅氏等⁽¹⁾によって報告されているが、果皮には *Adenine*, *Betaine*, *Choline* 等の植物塩基が含まれている。色素は鯉坂氏によれば主として β carotene でありその他 carotinoide として *Capsanthin*, *Capsorubin*, *Zeaxanthin*, *Lutein* があり、紅熟したものに含まれる赤色色素は *Capsanthin* 及び *Capsorubin* であると報告している。

一般にピーマン中の provitamin A は総 vitamin A⁽⁴⁾ として定量され、川島氏等は栽培株件、土壌反応、収穫時期等による変化を報告し、松室氏等は光線の影響についてドルノ線が最も有効であると報告している。その他 provitamin A 含量の加熱温度による影響⁽⁵⁾や貯蔵による変化等については *Eddy*, *Kohman* 等によってトマト、ほうれん草について研究されている。

著者等はピーマンが vitamin C 源として食生活に寄与しているにもかかわらず vitamin A 源として余り知られていないのでピーマン中の provitamin A 含量が調理加工上どのように変化するか、又貯蔵中の温度変化、季節的变化、日光照射による影響等をきわめたく、本実験を開始した。provitamin A 定量法については本誌第6号(1959)第一報の方法を用いた。

* 本学教授 ** 本学助手 *** 本学副手
**** 昭和36年度本学卒業生

実 験 の 部

I 検液の調整

検液はピーマン約3mmの厚さに輪切りにし、その一定部位3g秤量して用いた。調整方法は第一報(本誌No.6(1959))“にんじん中の provitamin A”に準じて行った。

II 計 算

本実験では20mmの液槽を用いた。故に次式により試料100g中のカロチン γ 数を算出した。

$$\text{総カロチン} = 215 \times \frac{E \cdot v}{a} \left(\frac{\gamma}{100g} \right)$$

a = 使用した試料 (g)

E = 吸光度

v = 石油エーテル希釈倍

なお国際単位に換算する場合 β -carotene は0.6, α 及び γ -carotene, *cryptoxanthin*は1.2 γ が1I.U.であるから carotene 含量にピーマンを緑葉類とみなし、1.58を乗じて求めた。

III 実験結果

(1) 季節によるピーマン中の provitamin A の変化について実験した結果は第1表の如くであった。

第1表 総 carotene 量の季節的变化

採取月	総carotene量 ($\gamma/100g$)	V. A. I. U. / 100g
5月下旬	630 ~ 664	995 ~ 1049
6月上旬	746 ~ 759	1179 ~ 1198
中旬		
下旬	688 ~ 701	1087 ~ 1108
7月上旬	715 ~ 730	1129 ~ 1153
中旬		
下旬	730 ~ 746	1153 ~ 1179
8月上旬	730 ~ 746	1154 ~ 1179
中旬		
下旬	746 ~ 764	1179 ~ 1207

9月上旬	746	1207
中旬		
下旬	715	1130
10月	715	1130
11月	715 ~ 701	1130 ~ 1108
12月	596 ~ 622	940 ~ 983

(2) 調理加工中におけるピーマン中の provitamin A の変化について

(a) 加熱温度と時間による変化

加熱温度を一定温度とし、時間を5, 10, 20, 30, 60分と変化させ各々の総carotene量を定量し次の結果を得た。

なお加熱方法としては蒸溜水でピーカーにより直接加熱を行った。

第2表 加熱温度40°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量($\gamma/100g$)	残 在 率 (%)
5	648.69	99.38
10	629.24	96.40
20	621.99	95.19
30	601.83	92.20
60	591.35	88.91

温度40°Cの場合は60分間加熱を続けても約11%しか減少しないことを認めた。

第3表 加熱温度60°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量($\gamma/100g$)	残 在 率 (%)
5	651.32	94.63
10	641.96	93.27
20	639.21	92.87
30	601.83	87.44
60	582.91	84.64

温度60°Cで60分間加熱を続けると約15%減少することを認めた。

第4表 加熱温度80°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量($\gamma/100g$)	残 在 率 (%)
5	651.32	94.63
10	632.67	91.92

20	621.59	90.31
30	573.47	83.32
60	556.82	80.90

80°Cに於ては長時間になるに従って減少が目立ち60分間の加熱では19%の減少を示している。

第5表 加熱温度100°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量($\gamma/100g$)	残 在 率 (%)
5	694.30	93.01
10	677.31	90.60
20	594.46	79.76
30	571.95	76.62
60	564.87	75.67

100°Cに於ける総carotene量の減少は、60分間加熱を続けた場合約25%となり $1/4$ もの損失が認められ、組織並びに色も食用に供し難い程破壊されていた。

(b) 油による変化

油の温度と加熱時間により provitamin A が如何なる変化をするか検討した。鉄製の鍋を用い油は市販の「天ぶら油」を使用した。

第6表 120°~130°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量($\gamma/100g$)	残 在 率 (%)
1	730.35	95.58
3	715.31	93.61
5	663.71	86.86
10	453.01	59.28

油を用いて120°~130°Cで処理する場合、1~3分間迄はその減少に大差ないが10分間では約41%もの著しい分解を認めた。

第7表 150°~160°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量($\gamma/100g$)	残 在 率 (%)
1	663.71	86.86
3	652.74	85.42
5	538.36	70.46
10	471.07	61.65

第8表 170°~180°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量 (γ/100g)	残在率(%)
1	571.90	74.83
3	564.81	73.92
5	557.93	73.02
10	432.43	56.59

170°~180°Cでは1分間ですでに25%の著しい減少を示し、10分間に至っては43%もの分解を認められた。

第9表 190°~200°Cによる変化

加熱時間(分)	総carotene量 (γ/100g)	残在率(%)
1	507.19	66.37
3	494.50	64.71
5	462.04	64.47
10	406.35	53.18

190°~200°Cで加熱した場合、1分間ですでに34%もの分解が認められる。10分間になると約半分もの provitamin A が破壊される。200°Cでは果皮は殆ど緑色を失い、褐変し食用に供し難い状態であった。

(c) 酸, アルカリ, 塩による変化

i) 食酢による変化

食酢(マルシン酢): PH 2.1

実験期間: 7月26日~8月7日

試料: 市販のピーマンを5mmの輪切りにし使用した。

第10表 食酢による変化

浸漬時間(分)	総carotene量 (γ/100g)	残在率(%)
5	652.74	89.37
15	652.74	89.37
30	642.21	87.93
60	579.43	79.33
180	579.43	79.33
300	537.29	73.56
600	537.29	73.56
900	462.04	61.89

室温での食酢による変化は浸漬5分間で約10%の

分解を示し30分迄は殆ど変化はないが60分以上となると相当破壊され15時間では1/3以上が失われることを認めた。

ii) アルカリによる変化

重炭酸ナトリウム: 10%水溶液

PH 8.2~8.5

実験期間: 8月17日~8月30日

第11表 アルカリによる変化

浸漬時間(分)	総carotene量 (γ/100g)	残在率(%)
5	764.04	100
15	764.04	100
30	764.04	100
60	730.36	95.59
180	715.31	93.62
300	715.31	93.62
600	652.74	85.43
900	632.10	82.73

室温での重曹による変化は浸漬後30分迄全くなく15時間の後約18%分解しているが、食酢に比べるとはるかに少い。

iii) 食塩による変化

食塩水: 10%

実験期間: 8月8日~8月16日

第12表 食塩による変化

浸漬時間(分)	総carotene量 (γ/100g)	残在率(%)
5	746.48	100
15	746.48	100
30	730.36	97.84
60	715.31	95.83
180	701.33	93.95
300	701.33	93.95
600	621.35	83.23
900	612.97	82.10

食塩水による変化は重曹による場合と殆ど同じであった。

(3) 貯蔵別によるピーマン中の provitamin A の変化について

市販のピーマンを求め、貯蔵中における条件の影

響について検討したところ次の結果を得た。

(a) 冷蔵貯蔵による変化

温度：0°~5°C

期間：9月23日~10月30日

ピーマンをビニールの袋に入れて密閉し冷蔵庫に入れる。よって太陽光線は全く遮断されている。

第13表 冷蔵貯蔵による変化

経過日数	総carotene(γ/100g)	V. A. I. U./100g	残在率(%)
3	746.48	1179.44	100
6	730.36	1153.96	97.84
9	730.36	1153.96	97.84
12	715.31	1130.18	95.82
15	663.71	1048.65	88.91
18	663.71	1048.65	88.91
21	652.74	1031.33	87.44
24	631.10	997.14	84.54
27	621.99	982.75	83.32
30	630.94	954.22	80.90
40	579.43	915.49	77.62

冷蔵庫で保存した場合40日間後でもその減少率は約22%であり大半が残っていることが判明した。又ピーマンの外観もわずか腐敗したのもあったが殆どが変化していず従って低温下では相当長期の貯蔵に耐え得ることを認めた。

(b) 室内貯蔵による変化(1)

室温：25~30°C

期間：9月24日~10月21日

ピーマンを包装せず直接日光の入らない室内に放置した。

第14表 室内放置による変化(1)

経過日数	総carotene(γ/100g)	V. A. I. U./100g	残在率(%)
3	812.7	1284.07	108.87
6	1191.1	1881.94	159.56
9	1281.4	2024.61	171.65
12	1294.3	2044.99	173.38
15	1999.5	3159.21	267.85
18	2173.7	3434.37	292.52

21	2276.9	3597.92	305.01
24	5071.9	8013.52	679.22
27	4740.8	7490.39	635.08
30	3882.9	6134.98	520.16

室温25°~30°Cという高温に於ける貯蔵では貯蔵5日目にピーマンの果皮に紅色の縞が現れ次第に緑色を失い紅熟した。同時に総 carotene 量も増加し貯蔵24日目には含有量が最高となり採取時の約7倍という値を示した。(しかしこの時の含有量は畑で成熟したものより1000~2000I. U./100g 少い) 貯蔵し始めてより約1ヶ月で腐敗をし始めるが総 carotene量は採取時の約5倍であった。

室内貯蔵による変化(2)

室温：10°~15°C

期間：11月1日~12月9日

ピーマンを包装せず直射日光の入らない室内に放置した。

第15表 室内放置による変化(2)

経過日数	総carotene(γ/100g)	V. A. I. U./100g	残在率(%)
3	730.36	1153.96	97.84
6	730.36	1153.96	97.84
9	701.33	1108.10	93.95
12	688.28	1087.48	92.20
15	688.28	1087.48	92.20
18	675.75	1067.67	90.52
21	675.75	1067.67	90.52
24	675.75	1067.67	90.52
27	663.71	1048.65	88.91
30	652.74	1031.33	87.44
33	621.99	982.75	83.32
36	507.19	801.35	67.94
40	496.01	783.69	66.44

比較的低温の室内では冷蔵貯蔵の場合と同じく総 carotene量は日数と共に徐々に減少している。貯蔵40日目にはピーマンは約半分が腐敗し白化現象が著しく総 carotene量は採取時の約35%減少しているのが認められた。

(c) 日光乾燥貯蔵による変化

期間：11月3日～12月10日

第16表 日光乾燥貯蔵による変化

経過 日数	総carotene (γ/100g)	V. A. I. U. /100g	残在率 (%)
3	730.36	1153.96	97.84
6	715.31	1130.18	95.82
9	701.33	1108.10	93.95
12	688.28	1087.48	92.20
15	688.28	1087.48	92.20
18	675.75	1067.68	90.52
21	663.71	1048.65	88.91
24	688.28	1087.48	92.20
27	1021.25	1613.58	216.15
30	2556.99	4040.05	342.54
33	5332.00	8424.56	714.28
36	3130.40	4946.03	419.35
40	2949.80	4660.68	395.16

日光下で貯蔵した場合貯蔵後27日目より次第に総carotene量は増加し、採取時の7倍以上の増加を示した。

(4) provitamin A と消化酵素との関係

(a) 胃中の塩酸による変化

塩酸1/10N : PH. 1.0~1.5

温度：30°~37°C

第17表 胃中の酸による変化

浸漬時間	総carotene (γ/100g)	残在率 (%)
直後5分	621.35	95.19
1時間	612.97	93.92
2 〃	587.38	90.05
3 〃	531.27	81.40
4 〃	524.82	80.41
5 〃	453.01	69.41

(b) 胃液による変化

{ 塩酸 1/10 N PH. 1.0~1.5
 { ペプシン 500mg
 { リパーゼ 500mg

温度：30°~37°C

第18表 胃液による変化

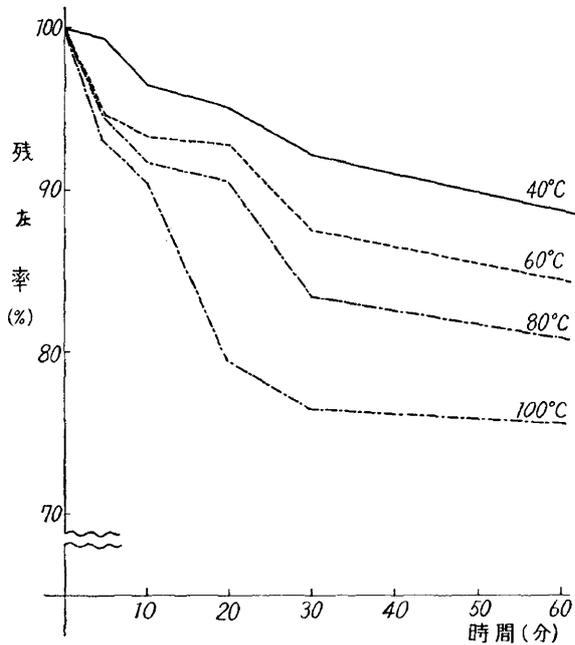
浸漬時間	総carotene (γ/100g)	残在率 (%)
直後5分	632.10	96.85
1時間	621.35	95.16
2 〃	579.43	88.78
3 〃	543.31	83.24
4 〃	537.29	82.32
5 〃	448.49	68.72

胃中の塩酸のみによる変化と消化酵素を添加した場合の変化を比較すると大差ない事が判明した。

結 論

- (1) ピーマンの季節的 provitamin 変化については [表1] に示す如く四季を通じて大差はないがやはりビニール栽培である5月及び12月は含有量最低である。又6月中旬に比べて6月下旬のものは減少の傾向があり、これは梅雨のため水分を多量に含み、かつ日照時間も少かったためであろう。7月以降9月にかけて次第に増加し9月中旬で最高に達する。この事からピーマンは夏季の vitaminA 源として有用な食品であると考えられる。最盛期をすぎた9月下旬から11月にかけては梅雨期やビニール栽培によるものより含有量が多い。ピーマンの provitamin A 生成には日光照射時間、気温、栽培地の土壌、栽培方法が多大の影響を及ぼすものと考えられる。
- (2) 次に各温度と時間による変化をみるに、[図1] に示す如く20分間迄は40°C、60°C、80°C では殆ど変化は認められないが100°C の場合は20%もの急激な分解が見られる。又、100°C、20分間の加熱では著しく減少カーブを示しているにもかかわらず、60分間加熱においては30分間加熱に比べて時間による差は著しくない。よってある一定限度に達すれば時間による影響も少くなるのではなからうか。以上の如く熱に比較的安定と云われている provitamin A も、長時間、高温で加熱する程減少率が大となる。これらの事から高温下で長時間調理する場合等、相当の provitaminA が消失あるものと考えられる。

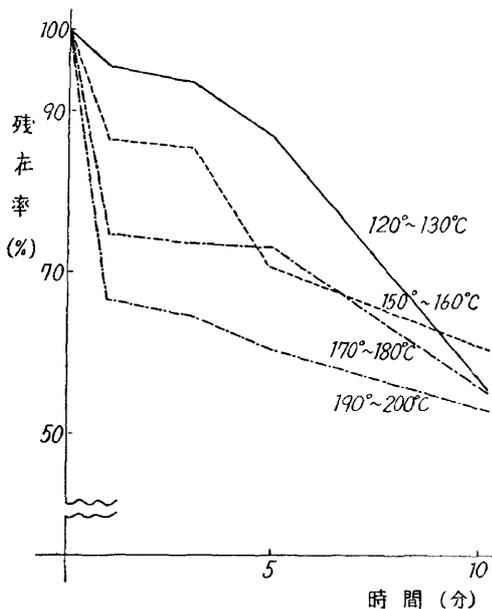
第1図 加熱温度による総カロチン量の変化



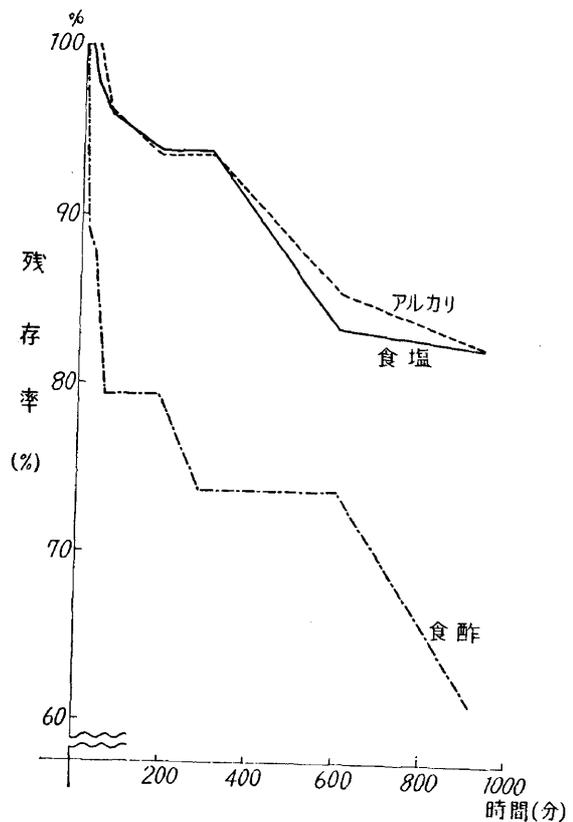
(3) 油の温度による変化をみるに〔図2〕に示す如く、高温かつ長時間となるに従って、provitamin A 損失が次第に大になる事が認められ、各加熱時間10分間ではかなりの損失が見受けられる。ことに200°Cでは各時間共果皮は褐変し殆ど緑色が失われるので食用に供し難く provitamin A も40~50%も失われる事がわかった。故に油によるピーマンの調理の際は出来るだけ短時間(1~3分間)で温度も150~160°C内に止めるべきであろう。

(4) 次に酸、アルカリ、塩による変化をみるに〔図3〕に示す如く三者の内でも食酢による分解がアルカリ

第2図 油による総カロチン量の変化



第3図 酸、アルカリ、塩による総カロチン量の変化



り、塩に比べて短時間でも著しいことが認められた。

(5) 貯蔵別による変化として実験中最も興味ある現象は、冷蔵庫及び低温の室内(10~15°C)で貯蔵した場合、紅熟せず徐々に総 carotene 量が減少しているにもかかわらず、高温の室内(25~30°C)及び日光の下で貯蔵した場合は、ピーマンが紅熟を始めそれに伴って総 carotene 量が著しく増加する事である。

この原因として試料自体の呼吸作用によるものか、もしくはクロロフィルの消失に伴って現われるカロチノイドのためなるかこの二説があるが、これを確認する事が出来なかった。

(6) 胃液による provitamin A の変化は、停滞時間が長時間になればかなり分解される。この分解は胃中の塩酸によって分解されるのであって酵素によるのではないと考えられる。

参考文献

- (1) 藤田路一, 古谷力, 川名明: 薬誌. 766 74 (1954)
- (2) 小菅貞良, 稲垣幸男, 上原勤: 農化. 578 32 No. 8 (1958), 723 32 No. 9 (1958), 470 33

- No. 6 (1959), 915 **33** No. 11 (1959), 923
35 No. 10 (1961).
- (3) 鯨坂正宣：東医事新 1206 **64** (1940)
- (4) 川島祿郎：土壤肥料 265 **12** (1938)
- (5) 松室秀夫, 和田捷八, 林令子：栄養研 36 (1951)
- (6) **Eddy W. H. Kohman, E. F. and Carlson, V. ; Ind. Eng. Chem. 85 18 (1926)**