

2, 3の緑色野菜の調理による色の変化

畑 明美・南出隆久・長谷川明子*

Effect of Cooking on Color and Properties of Some Green Vegetables

AKEMI HATA, TAKAHISA MINAMIDE and AKIKO HASEGAWA*

This study was subjected to examine the physical and chemical changes in green vegetables cooking under different environment.

The higher the temperature of oil in which sweet peppers (*Capsicum annuum* L. var. *angulosum* MILLER) were fried was, the faster their weight was lost, their texture was softened and the value of chroma and hue-angle of them were decreased. Seeds in fried sweet peppers were browned when they were fried short time. From these results, the better treatment to keep good green color was low temperature frying.

String peas (*Pisum sativum* L.) boiled in water and in seasoning solution were soaked in the same solution at 6°C, 20°C, 40°C, 80°C. Color value a^* of boiled string peas decreased during soaking at 80°C. The amount of NaCl was increased faster at 80°C. The lower the temperature of solution was, the higher the stability on color, hardness and content of chlorophyll and ascorbic acid was. From these results, it was found that the low temperature soaking was better treatment to keep good qualities of boiled string peas.

(Received August 11, 1995)

緒言

食べ物の色は食欲に影響する大切な視覚的要因のひとつであるばかりでなく、各種栄養素の挙動とも関連の深いことが知られている¹⁾。

なかでも、緑色野菜に含まれるクロロフィル系の色素は分解、変色しやすいため、その挙動に関して多く報告がなされている^{2,3)}が、実際の食べ物の色調に関する研究は少ない。

一方、調理技術の基礎として、従来より変色を抑制し、素材の色を生かすために色あげ、色止めなどのさまざまな工夫がなされてきた。

著者らは食べ物の色彩管理に関する研究を行ってきた⁴⁾が、本研究では緑色野菜を用い、揚げ操作、煮る

操作による、色よくおいしく作る条件について調べた。すなわち、揚げ操作ではトウガラシを用いて、緑色野菜を揚げる場合は低温で揚げる方がよいといわれていることから、揚げ温度、揚げ時間が材料の色調に及ぼす影響を検討した。また、緑色を保持しながら味を浸透させる方法である青煮操作について、エンドウを用いて浸漬条件が材料の色調や成分に及ぼす影響を検討した。

実験方法

1. 材料

揚げ操作にはトウガラシ（伏見辛・青）（高知県産、5本あたり 19 ± 1 g）を使用した。青煮操作にはエンドウ（若ざや）（和歌山県産、10さやあたり 22 ± 1

京都府立大学生活科学部食物学科調理保蔵学講座

Laboratory of Cookery Science, Department of Food Science and Nutrition, Kyoto Prefectural University

*大阪薫英女子短期大学

Osaka Kun'ei Women's College

g) を使用した。どちらも京都中央市場で入荷した直後のものを購入し実験に供した。

2. 調理操作の方法

1) 揚げ操作

キッチンフライヤー (ナショナル NF-854) にてんぷら油 (味の素てんぷら油) を 1 kg 入れ、油温が 130°C, 150°C, 170°C, 190°C に達したとき、トウガラシを 5 本ずつ投入し、素揚げした。揚げ時間は、130°C では 15, 30, 45, 60, 90, 120 秒, 150°C では 15, 30, 45, 60 秒, 170°C 及び 190°C では 5, 10, 15, 30, 45, 60 秒とした。揚げたトウガラシはキッチンペーパー上で 1 分間油切りした後測定に供した。

2) 青煮操作

青煮は常法に準じて行った。すなわち、エンドウ 10 さやをまず 300cc の沸騰水中で 1 分間ゆで、冷水に 2 分間浸漬して急冷した。これを調味液で 30 秒間煮た後、ただちに調味液から取り出し 7 分間室温放冷後、再び調味液に一定時間浸漬したものを測定試料とした。浸漬調味液の温度は、6, 20, 40, 80°C とした。なお、調味液は水 100ml, 食塩 1.5 g, 薄口醤油 2.5ml, 砂糖 5 g, 旨味調味料 0.5 g を配合したものをを用いた。

3. 測定方法

1) 表面色の測定

測色色差計 (日本電色工業社製, Z-1001DP 型) を用いて、L*, a*, b* 値を測定し、彩度 (C_{ab}*)、色相 (H_{ab}°) を求めた。トウガラシは 1 試料につき外皮の中央部分の 2 箇所、エンドウはさやの中心部 1 箇所を測定した。

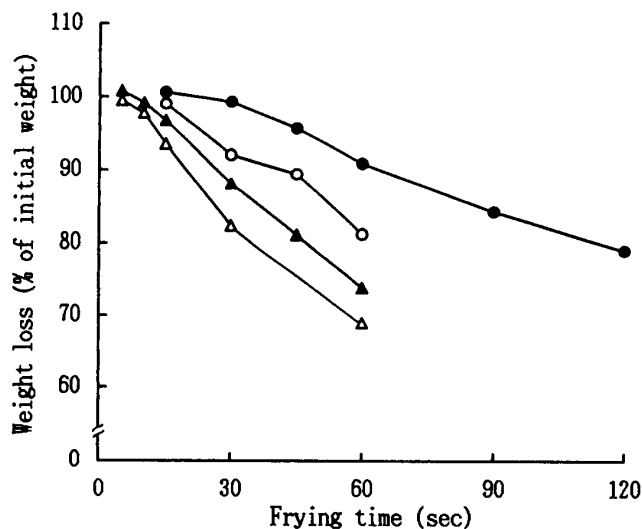


Fig. 1. Effect of temperature on weight loss of sweet pepper during deep frying

● 130°C ○ 150°C
▲ 170°C △ 190°C

2) 重量減少率

生鮮材料の重量を 100 とし、加熱後の重量の割合を求めた。

3) 硬 度

トウガラシは縦半分に切り種子を除いた果肉部分を、エンドウはさやの中心付近で種子のない部分を、それぞれレオメーター (富士理工工業株式会社製/RUD-J 型) で測定した。

4) クロロフィル含量

アセトン抽出後、分光光度計により吸光度を測定した。

5) 食塩含量

炎光分析法により測定し、以下の式により食塩濃度を求めた。

$$\text{食塩濃度(\%)} = \frac{\text{Na 含量 (g/100g F. W.)}}{\text{Na の分子量 (23)} \times \text{NaCl の分子量 (58.44)}}$$

6) 全糖量

フェノール硫酸法により求めた⁵⁾。

7) アスコルビン酸

ヒドラジン法により求めた⁶⁾。

実験結果及び考察

1. 揚げ操作がトウガラシに及ぼす影響

1) 重量変化率

揚げ操作により、食品中の水が気化し、減少するとともに、逆に揚げ油が食品に付着、吸収されることにより重量の変化が起こる。それぞれの揚げ条件が試料の重量に及ぼす影響を Fig. 1. に示した。いずれの油温においても、揚げ時間の経過にともない重量は減少

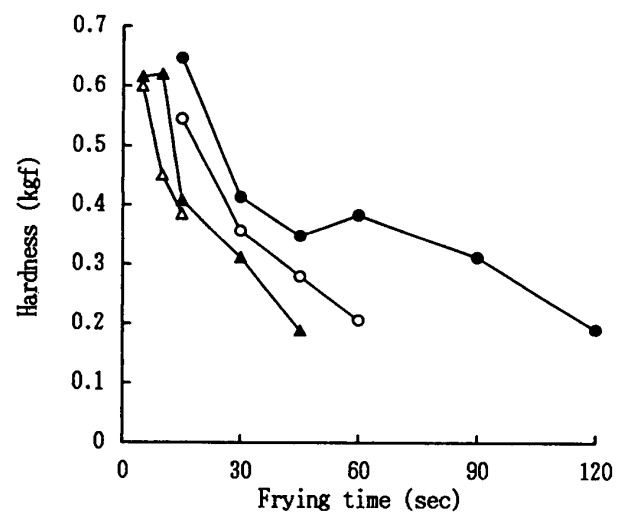


Fig. 2. Effect of temperature on flesh hardness of sweet pepper during deep frying

● 130°C ○ 150°C
▲ 170°C △ 190°C

Table 1. Seeds browning of sweet pepper during deep frying

	Time (sec)							
	5	10	15	30	45	60	90	120
130			4	1	0	0	0	0
Deep frying 150			4	0	0	0		
Temp. (°C) 170	5	4	1	0	0			
190	5	2	0	0				

Browning index 0: non
 1: slightly change
 2: slightly yellow-brown 3: yellow-brown
 4: slightly brown 5: brown of all seeds

し、脱水量の方が吸油量より多いことを示している。また、油温が高い場合ほど重量減少は急速に起こった。生鮮材料の重量の80%程度になると脱水による萎調が認められ、外観が損なわれたことから、揚げ時間の限界は、190°Cでは30秒、170°Cでは45秒、150°Cでは60秒、130°Cでは90秒程度と考えられた。

2) 果肉硬度

Fig. 2. は、トウガラシの果肉硬度に及ぼす油温の影響を示したものである。果肉は揚げ時間の経過とともに軟化するが、油温が高いほうが速く軟化した。実際に食べた場合の適当な硬度は0.4 kgf 付近であったことから、最適な硬さを得られる揚げ条件は、油温が190°C及び170°Cの場合は15秒、150°Cでは20~30秒、130°Cでは60~90秒程度である。

3) 種子の褐変

揚げたトウガラシの一部に種子の褐変したものが認められたのでその状態を数値化して Table 1. に示した。0は褐変が全くなかったもの、5は種子全てに褐変が認められたものとし、それぞれの状態を6段階の数値で表した。いずれの油温においても揚げ時間が短い場合に褐変が認められた。これは、加熱が短時間であるため内部の種子の温度が褐変に関与する酵素を失

活させる温度まで上がらないことによるものではないかと推察された。この点から、油温が190°Cの場合には10秒以上、170°Cの場合は15秒以上、150°C及び130°Cでは30秒以上の加熱が必要であることがわかった。

4) 果皮色の変化

揚げ条件の相違によりトウガラシの外観は異なり、高温で揚げた場合にはクチクラ層の分離や焦げの発生が観察された。

揚げ操作が果皮色に及ぼす影響は Fig. 3. に示したとおりである。

L*値は、揚げ温度が190°Cの場合を除いていずれの揚げ条件でも大差なく、油温及び揚げ時間による影響は少なかった。しかし、190°Cで揚げた場合、揚げ時間が15秒を過ぎると急速にL*値の低下が認められたが、これは焦げ色の影響によるものと思われる。

彩度 (C_{ab}^*) 及び色相 (H_{ab}°) の値は、いずれの油温の場合にも揚げ時間の経過にともない低下した。また、油温が高い場合ほど C_{ab}^* 値及び H_{ab}° 値の低下は急速に起こった。緑色野菜の色としては、 C_{ab}^* 値及び H_{ab}° 値がともに高い鮮緑色が良いと思われることから、色の保持の点からはできるだけ短時間の加熱にとどめる方がよいと思われる。

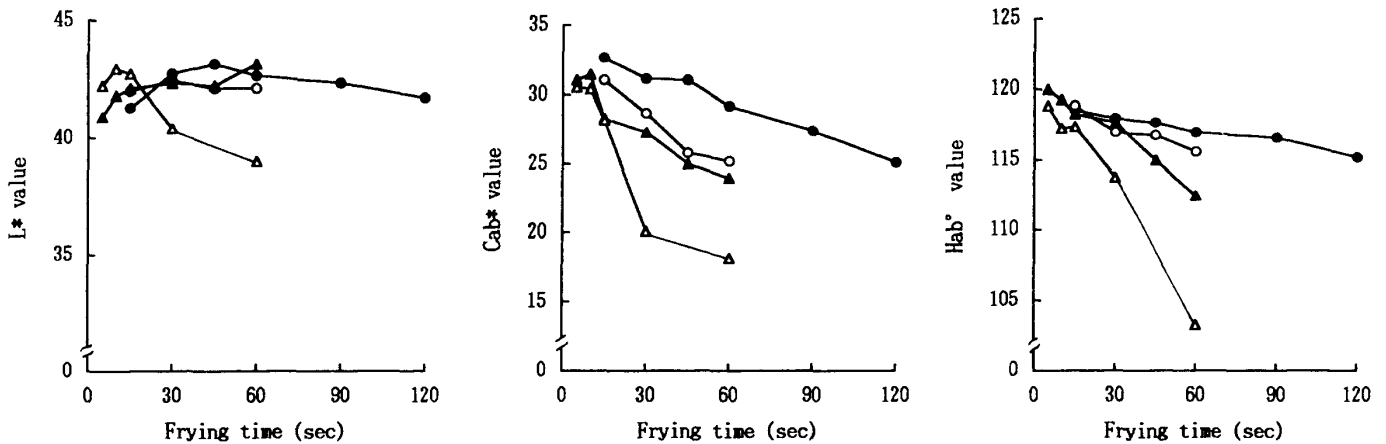


Fig. 3. Changes of flesh sweet pepper's chromatic index during deep frying

● 130°C ○ 150°C
 ▲ 170°C △ 190°C

以上を総合すると、油温190°C及び170°Cの場合は揚げ時間15秒、150°Cでは30秒、130°Cの場合は30~45秒でよい結果が得られることがわかった。揚げ時間を正確に管理すればどの揚げ温度でもある程度よい結果が得られることが示唆されたものの、高温で揚げた場合は揚げ時間の経過にともない急激な変化が起こるため、緑色野菜を揚げる場合は低温で揚げる方が最適状態が得られやすいと思われる。

2. 青煮操作がエンドウに及ぼす影響

1) 前処理過程における色調の変化

前処理（沸騰水中でゆでて急冷させた後調味液で煮る）がエンドウの色調に及ぼす影響を Table 2 に示した。L*値はゆで操作で生に比べ低下し、煮る操作でさらに低下した。a*値はゆでることによりマイナス方向に数値が大きくなったが、煮ることによりやや数値は小さくなった。b*値はゆで操作で低下したが煮る操作による変化は少なかった。このことからエンドウの色は、ゆでること一度緑色が濃くなり、その後煮ることによりやや黄みがかかった色に変わることがわかった。

Table 2. Color changes in string peas under different conditions of boiling

	Color value		
	L*	a*	b*
Raw*	45.0	-10.7	23.7
Boiled-1	40.3	-12.5	20.4
Boiled-2	39.7	-11.7	20.5

* Raw : Raw material

Boiled-1 : Boiled material; in water, 2 min.

Boiled-2 : Boiled material; in solution, 30 sec. after boiling in water 2 min.

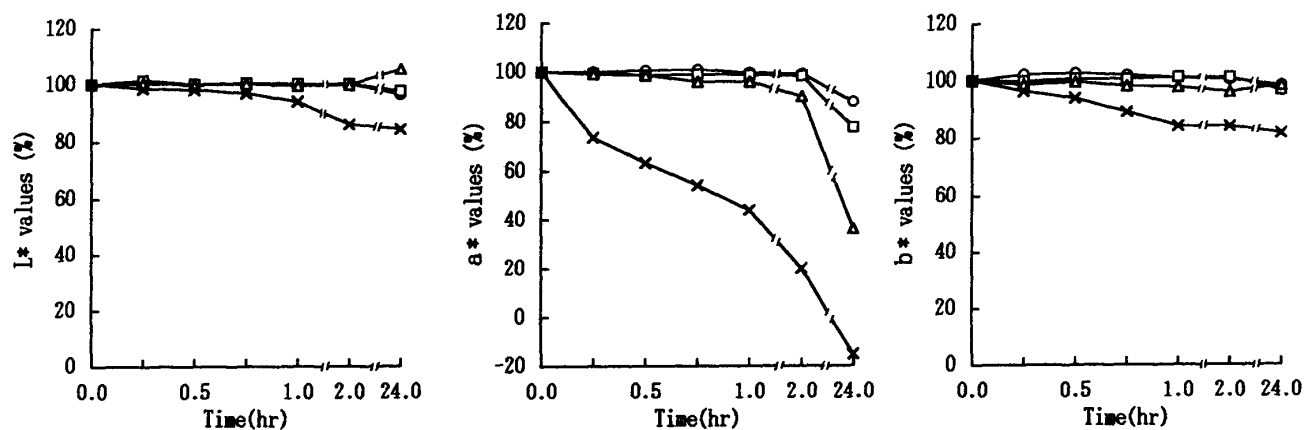


Fig. 4. Changes in chromatic index of string peas during keeping at various temperature of soaked solution

○— 6°C □— 20°C
△— 40°C ×— 80°C

2) 浸漬条件が色調に及ぼす影響

前処理後放冷した試料を液温が異なる調味液中に浸漬し、経時的に表面色の変化を調べた。結果は Fig. 4. に示したとおりである。

L*値は浸漬液温が80°Cの場合を除いてほとんど変化がなかった。80°Cの場合は浸漬時間の経過にともない、わずかに低下する傾向が認められた。

a*値は、浸漬条件の相違により顕著な影響を受けることがわかった。6~40°Cの液に浸漬した場合は、120分まではほとんど変化しないものの、その後は徐々にプラスの方向に移動し、24時間後には液温が高い場合程顕著な変化が認められた。80°Cに浸漬した場合は浸漬直後から急速に変化し、褐変することがわかった。

b*値は浸漬液温が80°Cの場合を除いてほとんど変化がなかった。80°Cの場合は、時間の経過にともない若干低下する傾向が認められた。

3) 浸漬中のクロロフィル含量の変化

浸漬条件がエンドウの総クロロフィル含量に及ぼす影響を調べたところ、Fig. 5. に示したとおり若干の影響が認められた。6°C及び20°Cの液に浸漬した場合には、24時間経過後も含量に顕著な変化は認められなかったものの、40°C及び80°Cの場合には減少傾向が認められた。これは、クロロフィルを弱酸性の調味液中に高温で保持したことによりフェオフィチンに変化したためであると思われる。6°C及び20°Cの低温で保持した場合にはクロロフィルの減少は抑制されたことから低い温度で保存する方がよいといえる。

近等⁷⁾はキャベツのクロロフィル量とL値及びa/b値との間に高い相関係数を得たことを報告しているが、本実験の場合には、あまり高い相関係数は得られなかった。この点についてはさらに検討する必要があると

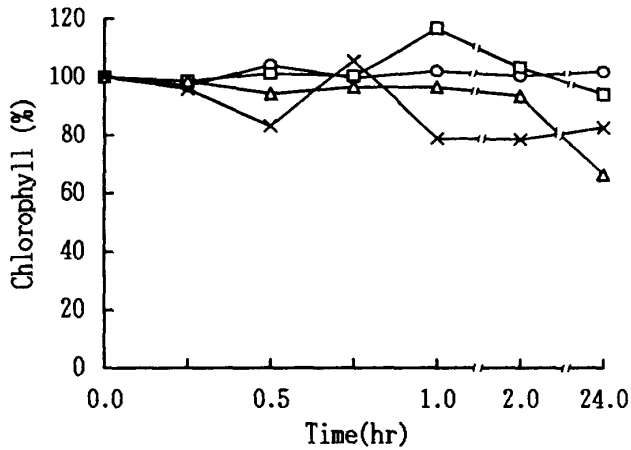


Fig. 5. Changes in chlorophyll of string peas during keeping at various temperature of soaked solution

○— 6°C □— 20°C
 △— 40°C ×— 80°C

思われる。

4) 浸漬液温がアスコルビン酸に及ぼす影響

Fig. 6. に調味液に浸漬したエンドウ中の還元型アスコルビン酸の減少率を示した。浸漬45分までは、いずれの液温の場合でも顕著な減少は認められなかったが、それ以降は浸漬時間が長くなるとともに減少した。浸漬液温が高い場合ほど、減少率は大きく、80°Cの場合には24時間後には0%となった。一方、6°Cの場合に一度やや増加する傾向が認められたがこれは調味液中のアスコルビン酸がエンドウ中に浸透したためと思われる。アスコルビン酸は水溶性で熱に不安定であるため長時間浸漬する間に減少するが、6°Cで浸漬した場合は減少率は小さく24時間後も浸漬直後の80%のアスコルビン酸を保持していた。

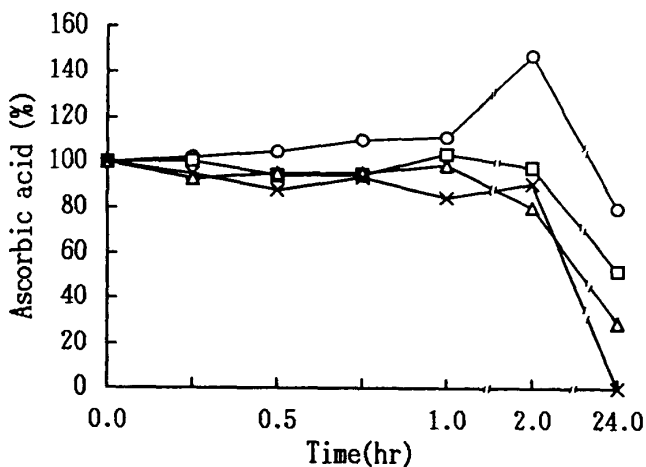


Fig. 6. Changes in ascorbic acid of string peas during keeping at various temperature of soaked solution

○— 6°C □— 20°C
 △— 40°C ×— 80°C

5) 浸漬条件が硬度に及ぼす影響

浸漬条件がエンドウの硬度に及ぼす影響を Fig. 7. に示した。40°C以上の液温で保存すると試料は柔らかくなる傾向を示した。特に80°Cでは浸漬直後から著しい軟化が認められた。

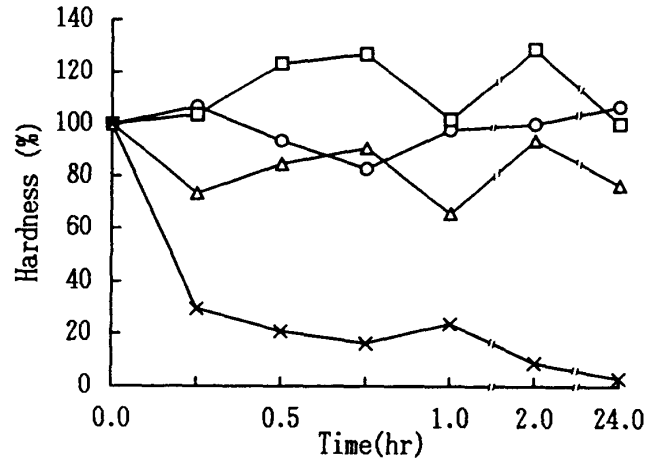


Fig. 7. Changes in hardness of string peas during keeping at various temperature of soaked solution

○— 6°C □— 20°C
 △— 40°C ×— 80°C

6) 浸漬条件が調味料の浸透に及ぼす影響

試料中に浸透した食塩濃度及び全糖量の変化を Fig. 8. ~ Fig. 9. に示した。

いずれの液温に浸漬した場合も経時的に食塩濃度は増加し液温が高い程速く浸透することがわかった。

一方、全糖量は食塩に比べて顕著な増加は認められず80°Cの場合に若干増加する傾向が認められたに過ぎなかった。浸漬温度に関わらず砂糖は浸透が悪いことがわかった。

以上のことから、緑色野菜を色良く煮る方法として、80°Cの液に浸漬する方法は浸漬直後から色調、硬さが急速に悪化することから、不適當であることがわかった。一方、6°C及び20°Cの場合は味の浸透は遅いものの2時間まではその他の物理的・化学的性状にほとんど変化が認められなかったことから、適當な方法であると思われる。

要 約

揚げ操作によるトウガラシの色調の変化と、青煮操作によるエンドウの色調、成分の変化について調べ、以下の結果を得た。

- 1) トウガラシを揚げると揚げ時間の経過にともない重量が減少し、果肉硬度が低下するとともに、彩度 (C_{ab}^*) 及び色相 (H_{ab}^*) 値の低下が認められた。これらの変化は揚げ温度が高いほど急激に起こった。また、揚げ時間が短すぎた場合に種子の褐変が認め

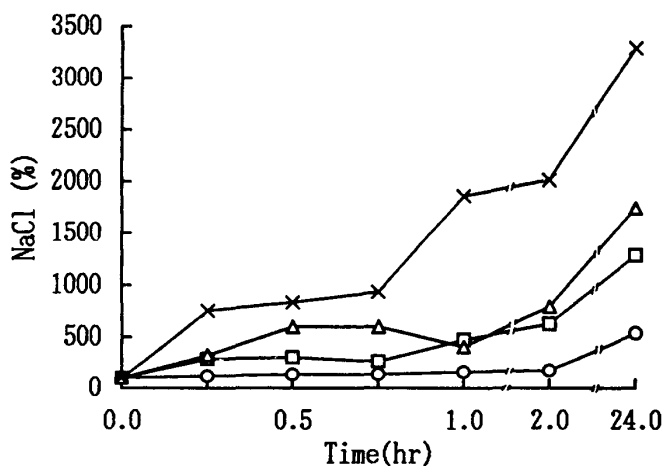


Fig. 8. Changes in NaCl of string peas during keeping at various temperature of soaked solution

○ 6°C □ 20°C
 △ 40°C × 80°C

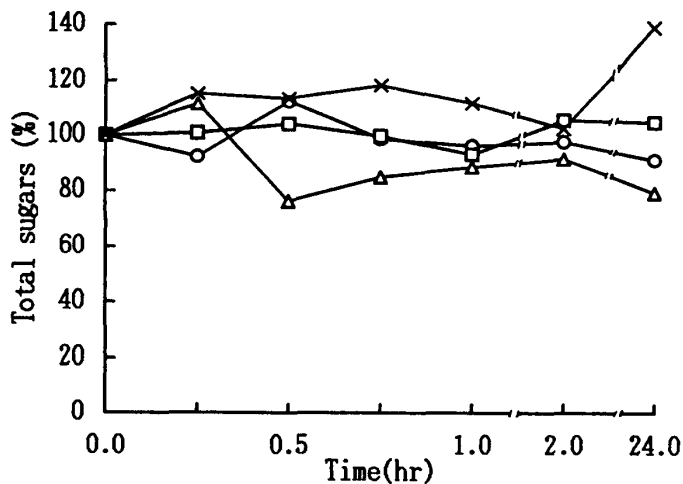


Fig. 9. Changes in total sugars of string peas during keeping at various temperature of soaked solution

○ 6°C □ 20°C
 △ 40°C × 80°C

られたことから一定以上の揚げ時間が必要であることがわかった。これらのことから、トウガラシは低温で揚げる方が最適状態を得られやすいと思われる。

2) エンドウをゆでた後調味液で煮たものを、異なった温度の調味液に浸漬した。液温80°Cの場合に a* 値の急激な変化が認められ、色が褐変することがわかった。40°C以下の液に浸漬した場合は2時間まではほとんど色調の変化はなかった。調味料の浸透は高温の液に浸漬した場合ほど速いものの、色調、クロロフィル含量、還元型アスコルビン酸量、硬さなどの点からは低い温度の液に浸漬した方が良い結果が得られた。

文 献

- 1) 廣田才之・近 雅代. 1993. 野菜・果実のカロテノイド 栄養学雑誌, 51: 293~316.
- 2) 倉田元子・奥村江理子・石井智恵美・表 美守. 1990. 食物クロロフィルの熱安定性 調理科学, 23: 94~98.
- 3) 瀬戸美江・佐伯俊子・中西洋子・梶田武俊. 1990. 緑葉クロロフィルの分解におよぼす光の影響 調理科学, 23: 367~372.
- 4) 南出隆久・長谷川明子・畑明美. 1994. 抹茶を添加した豆腐の特性と色彩管理 調理科学, 27: 271~276.
- 5) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編. 1984. 食品分析法 p.189 光琳.
- 6) 大阪府立大学農学部園芸学教室編. 1981. 園芸学実験・実習 p.183 養賢堂.
- 7) 近 雅代・榛葉良之助. 1990. キャベツの色調とカロチンおよびクロロフィル含量との関係 家政誌, 41: 289~293.