技術報告

真空調理条件がミツバの品質におよぼす影響

吉村美紀*・生野世方子*・山内直樹*

Influence of Vacuum Packaging and Processing Temperature
on the Quality Change of Mitsuba

Miki YOSHIMURA*, Yohoko SHONO* and Naoki YAMAUCHI*

* Himeji College of Hyogo, 1-1-12, Shinzaikai-honcho, Himeji, Hyogo 670

Quality changes of sous vide processed mitsuba were evaluated in relation to the differences of processing temperatures (100, 90 or 80°C) and degrees of vacuum (30 or 100 mmHg) in chamber of packing machine. Surface color of sous vide processed mitsuba at 100 or 90°C was superior than that of other processings. There were no considerable differences among processing temperatures on total chlorophyll content. However, absorption spectrum of acetone extract at the region of 415 nm differed due to the formation of pheophytins a and b during processing. Results of sensory evaluation showed that the sous vide processed mitsuba had more inherent aroma and flavor than those of the usual processing. Surface color of processed mitsuba changed to yellow during storage, especially at 20°C. Pheophytins a and b were formed significantly with yellowing of processed mitsuba. L-ascorbic acid content decreased sharply during storage at 20°C, but was slowly at 5°C. Anaerobic bacteria increased after 2 days at 20°C and 6 days at 10°C when the mitsuba were stored, but did not increase even after 8 days at 5°C. These results indicated that processing under reduced pressures at 90°C or higher temperatures provided good quality of mitsuba. And that the storage at 5°C or low temperature gave microbiological safety condition.

(Received May 11, 1994)

真空調理法は、食材料を減圧下でフィルム包装し、そのまま 100°C 以下の温度で加熱するため、素材の風味や旨味が生かせる調理法として注目されている^{1~4)}。また低温長時間加熱で肉類が軟らかく仕上がることから物性面での利点もあり、鶏肉、鶏ささみの食味と物性に及ぼす影響についての報告^{5) 6)}もみられる。しかし、その加熱温度、加熱時間からみて微生物的な安全性が問題視されており⁷⁾、貯蔵中の肉、魚、野菜について微生物的挙動が検討されている^{8) 9)}。

筆者らは野菜類を用いて^{10)~14)}、調理中の成分変化におよぼす真空度と加熱温度の影響について検討し、食味と水溶性成分保持のうえで、真空調理が普通調理に比べ優れていることを明らかにしてきた。

本稿では、緑色が大きな品質構成因子である野菜に対

する真空度と加熱条件を求めることを目的に、緑色野菜としてミツバを用いて、クロロフィルおよび分解物、官能評価、ならびに微生物に対する影響を検討したので報告する。

実験方法

1. 試料調製

実験に用いたミツバ (*Cryptotaenia Japonica* HASSK.) は水耕栽培ミツバ、品種“先覚”(兵庫県姫路市産)で、茎の長さを 15 cm に切りそろえ、20 本を一袋分の試料とした。

供試した包材は、ポリエチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニリデン、ナイロン、延伸ポリプロピレンの 4 層構成のラミネートフィルム (厚さ 112 μm, 大きさ 130 ×

* 兵庫県立姫路短期大学 (〒670 兵庫県姫路市新在家本町 1-1-12)

170 mm)を用いた。真空包装機は、日本酸素製のものを使用した。

試料は、包装する際の密封チャンバー内の真空度が30 mmHgのもの「真空包装-30mmHg」、100 mmHgのもの「真空包装-100 mmHg」および常圧で包装したもの「常圧包装」の3通りとした。加熱条件は100℃ 1.5分、90℃ 4分、80℃ 10分とした。加熱終了後直ちに袋ごと氷水に浸漬し15分間冷却した。

2. 表面色

測色色差計(日本電色 ND300A 型)を用い、ハンター表色法の L , a , b 値を求めた。

3. クロロフィル

葉身部から80%アセトン溶液で抽出し、総クロロフィル含量(ARNONの方法)¹⁵⁾、吸収スペクトルならびに高速液体クロマトグラフィーによりクロロフィル a , b とその分解物の測定を行った。高速液体クロマトグラフィー分析はアセトン抽出液をDISMIC フィルター(ADVANTEC, 0.2 μ m)でろ過したろ液を使用し、日立 HPLC system を用い行った。クロロフィルおよびその分解物の検出には、紫外可視検出器を用い、波長は435 nm, 410 nm とした。カラムは C_{18} 逆相カラム(MERCK 社製, 4×250 mm), 移動相80%メタノール-水と酢酸エチル溶液(100% A から50% A+50% Bまで20分間で直線勾配溶離, その後50% A+50% Bで25分間溶離, A:80%メタノール-水, B:酢酸エチル), 流速は1.0 ml/min および試料注入量は10 μ l で行った。クロロフィル分解物の調製には、ハウレンソウからジオキサン処理によって得られた粗クロロフィルを用いた。クロロフィリッドはクロロフィラーゼ(クロロフィラーゼ活性が強いカボス果皮フラベド部からのアセトンパウダーより得られた粗酵素¹⁶⁾)を処理することにより、またフェオフィチンは塩酸処理することにより、さらにフェオホルバイドはクロロフィリッドを塩酸処理することにより調製した¹⁷⁾。

4. アスコルビン酸

葉身部をメタリン酸とともに磨砕し、抽出後ヒドラジン法¹⁸⁾で測定した。

5. 官能検査

官能検査は、パネル員として女子短大生50名を用い、5段階評点法で行い、結果は分散分析した。

6. 細菌検査

「真空包装-30 mmHg, 100℃加熱」を5℃, 10℃ および20℃の3区で貯蔵し、常法に¹⁹⁾²⁰⁾従い、検査を行った。一般細菌数は普通寒天培地で35℃ 48時間、嫌気性

菌数はGUM寒天培地で嫌気ジャーを用いて35℃ 48時間培養とした。

なお成分分析は全て3反復を行い、その平均値と標準誤差を図示した。

実験結果および考察

1. ミツバの真空包装・加熱処理条件による品質変化

加熱条件設定のため、予備実験で数人のパネル員による官能検査を行った。加熱温度を100℃, 90℃, 80℃, 70℃として、「真空包装-30 mmHg」でのミツバの茎部分が食用に適した軟らかさになる時間を求めたところ、100℃で1.5分、90℃で4分、80℃で10分であった。70℃加熱では、加熱時間が長くなり、変色が認められたので加熱温度として不適当であった。これらの加熱条件を用いた3試料のミツバの外観を比較した。100℃および90℃で、「真空包装-30 mmHg」, 「真空包装-100 mmHg」は未加熱試料に比べ鮮やかな緑色であった。「常圧包装」では一部生に近い色が見られた。80℃では「真空包装」でやや色が悪くなり、「常圧包装」では生に近い色がみられた。

ミツバの総クロロフィル含量をFig. 1に示した。加熱処理によりミツバの外観に違いが見られたが、総クロロフィル含量ではほとんど違いがみられなかった。しかし、ミツバのアセトン抽出物の吸収スペクトル特性をみ

Fig. 1 Chlorophyll content of processed mitsuba

30 mmHg : packaged at 30 mmHg, 100 mmHg : packaged at 100 mmHg. Control : packaged at atmospheric pressure, FS : Fresh sample

Fig. 2 Changes in absorption spectra of acetone extract of processed mitsuba at 80°C

30 mmHg, 100 mmHg, Control, FS : See Fig. 1.

Fig. 3 Sensory evaluation on processed mitsuba

ところ (Fig. 2), 未加熱試料より, 415 nm 付近でわずかに吸収増加がみられた。100°C, 90°C でも同様の増加がみられたが, 80°C の方がより顕著であった。この加熱による吸収スペクトルの変化は, フェオフィチンやフェフォルバイドなどのクロロフィル分解物の形成を示唆していた¹⁷⁾。そこで HPLC 分析によりクロロフィル分解物の検討を行ったところ, 加熱によりフェオフィチンの生成が確認された。なお同じ加熱温度では, 真空度による吸収スペクトルの差はほとんどみられなかった。

ミツバの還元型アスコルビン酸含量は, 加熱温度が低

いほど, 加熱時間が長くなり減少した。100°C では真空度による差が見られなかった。90°C, 80°C では, 「真空包装-30mmHg」>「真空包装-100 mmHg」>「常圧包装」の順で, 密封時の真空度が低いほど少なくなった。これは, 袋の中に酸素が残っており, 加熱中に袋が膨張し, 試料に熱が伝わりにくくなり, 還元型アスコルビン酸の酵素的および非酵素的酸化が生じたためと考えられた (データ省略)。

官能検査の結果を Fig. 3 に示した。真空調理法として, 色が良く還元型アスコルビン酸含量が多い, 「真空包装-30 mmHg, 100°C 加熱」を選んだ。ミツバをそのまま湯中で熱処理する方法を普通調理法とし, 軟らかさ, 色より「100°C, 1分加熱」のものを選んだ。真空調理されたミツバは香り, 食べた時の風味が普通調理より有意に強かった。ミツバの香りの主な成分はモノテルペン類のミルセンやピネンであり²¹⁾, 真空調理ではフィルム包装することによりミツバの芳香成分の保持が優れていたことが考えられる。しかし, 総合評価では差がみられず, この理由は今後検討が必要であるが, 香りの保持が必ずしも嗜好性を高めるとは言えないためと考えられた。

2. 真空包装・加熱処理されたミツバの貯蔵中の品質変化

色が良くアスコルビン酸含量の高かった「真空包装-30 mmHg, 100°C 加熱」を用い, 貯蔵中の品質変化について検討した。表面色の変化をみたところ (Fig. 4), 20°C 貯蔵では葉の黄化がみられ, 急激に表面色の値 ($L \cdot b/|a|$) が高くなったが, 10°C および 5°C では変化がゆるやかで, 特に 5°C 貯蔵では貯蔵 6 日までほとんど

Fig. 4 Changes in surface color of sous vide processed mitsuba during storage

変化が認められなかった。総クロロフィル含量は、表面色は変化したにもかかわらず、貯蔵による変化がほとんどみられなかった（データ省略）。

ミツバのアセトン抽出物の吸収スペクトル特性は、貯蔵に伴い 660 nm 付近のピークはほとんど変化していないが、415 nm 付近に吸収増加がみられた（データ省略）。これはいずれの貯蔵温度でもみられたが、貯蔵温度が低い方（5℃）が、その増加は少なかった。吸収増加が顕著にみられた 20℃ 貯蔵のアセトン抽出液を用い HPLC 分析を行ったところ（Fig. 5），クロロフィル分解物としてフェオフィチン a, b の検出とそれらの貯蔵に伴う増大が認められたが、クロロフィルドならびにフェオフィドは検出されなかった。その他の分解物として、未知物質（unknown）がクロロフィル a のピーク付近に検出された。100℃ 2.5 分ブランチング処理したホウレンソウでクロロフィル a の異性体（クロロフィル a'）の生成が報告されている²²⁾。本実験における未知物質の保持時間から推定すると当該ピークはクロロフィル a' であると推察される。

以上の結果から、貯蔵中のクロロフィルの分解は、主としてフェオフィチンの生成を伴う分解が生じており、フェオフィチン a は 660 nm 付近ではクロロフィル a とほとんど同様の吸収極大値を示すため（80% アセトン中でクロロフィル a 663.5 nm, フェオフィチン a 666 nm）¹⁷⁾、クロロフィル a として計算され、総クロロフィル含量の変化がみられなかったものと考えられる。

緑色野菜を加熱すると鮮緑色に変化する。これはクロロフィラーゼが作用したのではなく、加熱によるタンパク質変性のため、クロロフィルの状態変化が生じた結果と推定されている²³⁾。また、その加熱時間によりクロロフィルがフェオフィチンに分解され、緑葉が褐変することもよく知られている²⁴⁾。本実験のミツバの真空調理でも同様に加熱によりクロロフィルのタンパク質変性が起こり、加熱時間が長くなるとミツバに含まれる有機酸の影響などによりフェオフィチンに変化したものと推察される。またホウレンソウのピューレ中にフェオフィチンのカルボメトキシル基がはずれたピロフェオフィチンの検出されることが報告されている²⁵⁾。しかし本実験で黄

Fig. 5 HPLC tracings of acetone extracts from sous vide processed mitsuba after 0 and 2 days of storage at 20℃

Chlide : Chlorophyllide, Chl : Chlorophyll, Phy : Pheophytin

化の進んだ貯蔵ミツバを用い、移動相として酢酸エチル-メタノール-水(6:3:1)を使用しHPLC分析を行ったところ、ピロフェオフィチンは検出されなかった(データ省略)。この結果から、真空調理されたミツバを一週間程度貯蔵する場合は、ピロフェオフィチンの生成はないものと推察される。

貯蔵中のアスコルビン酸含量の変化は、いずれも酸化型のアスコルビン酸が増加し、還元型が減少した。貯蔵温度が低い方が、酸化型アスコルビン酸含量の増大が抑制された(データ省略)。これは、貯蔵中に非酵素的な酸化が生じ酸化型アスコルビン酸が増えたものと考えられた。

細菌検査結果をTable 1に示した。生の試料では一般細菌、嫌気性菌ともかなり検出されたが、加熱により検出されなくなった。5℃貯蔵では8日間の貯蔵期間を通して検出されなかった。しかし、10℃では貯蔵6日で、20℃では貯蔵2日で急増した。これは加熱で一時的にほとんど0に近い状態ではあったけれども滅菌状態ではなく、10℃、20℃の貯蔵温度では菌の増殖が起こったためと考えられる。5℃貯蔵では静菌作用²⁶⁾により、菌の増殖が抑制されるので検出されなかったと考えられた。真空調理では密封されているため、外部からの微生物による再汚染のおそれがない反面、嫌気的環境になっているので激しい食中毒菌であるボツリヌス菌の生育に好適な条件になっていることが心配されている⁷⁾。A型およびB型ボツリヌス菌の芽胞は熱抵抗力があるので、存在する可能性がある。本菌は10℃以上で発育し、致命的な毒素を産生する。さらに、E型ボツリヌス菌は低温細菌で3.3℃でも発育し毒素を産生する⁷⁾。これらより真空調理

は貯蔵温度、期間の管理に十分な注意が必要である。

要 約

緑色野菜であるミツバを用い、真空度(30, 100 mmHg)と加熱温度(100, 90, 80℃)が、クロロフィルと分解物、官能評価、ならびに微生物におよぼす影響について検討した。

(1) 加熱後の外観は、真空包装(30, 100 mmHg)で加熱温度が高いもの(100℃, 90℃)は、鮮緑色を示した。常圧包装した試料は一部分新鮮な状態に近い色を呈した。なお70℃加熱では変色し加熱温度として不適当であった。

(2) 総クロロフィル含量は真空度、加熱温度による違いがほとんどみられなかった。吸収スペクトル特性では加熱により415nm付近の吸収増加がみられ、この増加は加熱温度が高い方が少なかった。真空度による差はみられなかった。HPLC分析よりフェオフィチンの生成が認められた。

(3) 還元型アスコルビン酸含量は、加熱温度が高いほどよく保持されていた。100℃では真空度による差がみられなかったが、90℃, 80℃では密封時の真空度が高いほど含量が多かった。

(4) 官能検査では真空調理の方が普通調理によるミツバより香り、食べた時の風味が有意に強いと評価されたが、総合評価では差異が認められなかった。

(5) 貯蔵中、葉の黄化がみられ、その変化の進行は貯蔵温度が低い方が遅かった。総クロロフィル含量はほとんど変化がみられなかった。吸収スペクトル特性では415 nm付近に吸収増加がみられ、この増加は貯蔵温度

Table 1 Changes in microbial counts of sous vide processed mitsuba during storage

Days in storage	Standard plate count (/g)			Anaerobic bacteria		
	5℃	10℃	20℃	5℃	10℃	20℃
FS	9.9×10^5			5.2×10^4		
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	3.3×10^3	0	0	3.7×10^3
2	0	0	8.4×10^6	0	0	1.1×10^7
4	0	0		0	0	
6	0	8.4×10^5		0	8.5×10^5	
8	0	4.5×10^6		0	3.3×10^6	

FS : Fresh sample

The mitsuba packaged under reduced pressure at 30 mmHg were processed at 100℃, chilled and stored at 5, 10 or 20℃.

が低い方が少なかった。フェオフィチン a, b の検出と増大が認められた。

(6) 貯蔵中の還元型アスコルビン酸は減少し、酸化型アスコルビン酸が増加した。貯蔵温度が低い方が、酸化型アスコルビン酸の増大が抑制された。

(7) 貯蔵温度 5℃ では 8 日間の貯蔵期間を通して微生物が検出されなかったが、20℃ では 2 日、10℃ では 6 日で急増した。

以上より、ミツバを真空調理する場合は 90℃ 以上の温度で真空度は高い方がよいと考えられた。真空調理したミツバを貯蔵する場合は、5℃ 程度の低温で 6 日以内に使用する方が望ましいとの結果を得た。

HPLC の分析でお世話になりました賢明女子学院短期大学の小机信行教授に感謝致します。

文 献

- 1) 脇 雅世：調理科学，**22**，190 (1989)。
- 2) 後藤昌弘：おいしい食品開発技術，486，工業技術会 (1990)。
- 3) 窪田 清：食品工業，**35**，(5)，46 (1992)。
- 4) 谷 孝之：食品工業，**35**，(7)，34 (1992)。
- 5) SATO, Y., NOGUCHI, S., TAKAHASHI, S., NAITO, F., NAITO, H. and TANAKA, T.: *J. Home Econ. Jpn.*, **44**, 191 (1993)。
- 6) 高橋節子・内藤文子・佐藤之紀・内藤 博・田中直義・野口 駿：家政誌，**45**，123 (1994)。
- 7) RHODEHAMEL, E.J.: *Food Technol.*, Dec, **12**, 73 (1992)。
- 8) 宮沢文雄・衛藤君代・栗林弘恵・金井美恵子・酒井裕子：食品工業，**35**，(5)，52 (1992)。
- 9) 衛藤君代・宮沢文雄・金井美恵子・酒井裕子・谷孝之：調理科学会平成 4 年度大会要旨集，p 43，東京 (1992)。
- 10) 生野世方子・山内直樹・芥田暁栄：調理科学，**24**，103 (1991)。
- 11) 吉村美紀・生野世方子・山内直樹：日食低温誌，**19**，57 (1993)。
- 12) 生野世方子・吉村美紀・山内直樹：調理科学，**26**，299 (1993)。
- 13) 生野世方子・吉村美紀・山内直樹：日食低温誌，**19**，178 (1993)。
- 14) 吉村美紀・生野世方子・山内直樹：日食低温誌，**19**，173 (1993)。
- 15) ARNON, D.I.: *Plant Physiol.*, **24**, 1 (1949)。
- 16) YAMAUCHI, N., HASHINAGA, F. and ITOO, S.: *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **59**, 869 (1991)。
- 17) 山内直樹：日食低温誌，**15**，82 (1989)。
- 18) ROE, J.H., MARY, B.M., OESTERLING, M.J. and CHARLOTTE, M.D.: *J. Biol. Chem.*, **174**, 201 (1948)。
- 19) 春田三佐夫・細貝祐太郎・宇田川俊一：目でみる食品衛生検査法 (中央法規出版，東京) (1989)。
- 20) 金子精一：日食工誌，**38**，570 (1991)。
- 21) 杉田浩一・堤 忠一・森 雅史編：新編日本食品事典 (医歯薬出版，東京) (1982)。
- 22) SCHWARTZ, S.J., WOO, S.L. and VON ELBE, J.H.: *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 533 (1981)。
- 23) 小倉長雄・上野 護・松永政也・佐藤隆英・中川弘毅：日農誌，**61**，451 (1987)。
- 24) MACKINNY, G. and WEAST, C.A.: *Ind. Eng. Chem.*, **23**, 392 (1940)。
- 25) SCHWARTZ, S.J. and LORENZO, T.V.: *J. Food Sci.*, **56**, 1059 (1991)。
- 26) 好井久雄：日食工誌，**39**，564 (1992)。

(平成 6 年 5 月 11 日受理)