真空調理されたジャガイモの品質について

吉村美紀*・生野世方子*・山内直樹*

Quality of Potatoes by Sous Vide Processing

Miki YOSHIMURA*, Yohoko SHONO* and Naoki YAMAUCHI*

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

Quality of sous vide processed potatoes was studied in relation to the differences of processing temperatures (70, 80, 90 or 100°C) and degrees of vacuum (30 or 100Torr) in packaging. In addition, quality changes in sous vide processed potatoes during storage was also investigated. When processed at 80°C or higher temperatures, potatoes showed no changes in surface color in all treatments. Browning, however, occurred in processing at 70°C. There were no appreciable differences between the hardness of potatoes and the degree of vacuum during processing at 80 or 90°C. In the processing at 100°C, potatoes remained harder with a lowering of the degree of vacuum while those packaged under atmospheric pressure remained hardest. The content of total ascorbic acid in potatoes was kept higher during processing at 90 and 100°C. The content in packaged potatoes was higher than that in the conventional processing potatoes. Dehydroascorbic acid content showed almost the same value in all the treatments. There was no considerable difference between the sugar content and the degree of vacuum in packaged potatoes. The sugar content in the conventional processing, however, was lower when compared with that of the processing at 80 or 90°C of packaged potatoes. Anaerobic bacteria were detected after 3 days of storage at 20°C. Potatoes were putrefied after 3 days of storage at 20°C. No bacteria were detected for 7 days of the storage when stored at 5 or 10°C. Dehydroascorbic acid content increased during storage at all temperatures. Changes of reducing sugar content showed a similar tendency at all of the storage temperatures and increased slightly during storage. It is suggested that sous vide processing at 90°C or higher temperatures is good for the storage of potatoes and that storage at 5°C or a lower temperature is good for quality.

(Received May 14, 1993)

真空調理法は素材を減圧下でフィルム包装し、100°C以下の温度で加熱する調理法である。フィルム包装したまま加熱処理を行うので食品自身の持つフレーバーを保持し、栄養素の損失も最小になることが期待される。しかし、この方法は比較的低温で調理するため微生物の死滅の点では問題があり、貯蔵する場合10°C以下の温度に保持し、7日以内に使用することが推奨さ

れている¹⁾。最近真空調理法について種々の解説がなされ^{2)~6)}、また、成分変化^{7)~9)}、加熱温度と硬さとの関連¹⁰⁾、微生物の面など^{11)~12)}盛んに研究が行われている。

筆者らは、野菜類の真空調理に伴う成分変化について検討し、食味と成分保持の面から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^{7)~9)}。今

*兵庫県立姫路短期大学 (〒670 姫路市新在家本町 1-1-12)

回はジャガイモについて、調理中の成分変化に及ぼす温度と真空度の影響、ならびに真空調理したジャガイモの貯蔵性についてあわせて検討した。

実験材料および方法

1. 実験材料

実験に使用したジャガイモは北海道産の品種“メークイン”で、姫路市中央卸売市場から購入した。

ジャガイモは直径20mm、高さ15mmの円柱状でコルクボーラーを用いて調製した。上記の試料を10個、重さ約50gを1袋分の試料とした。

2. 実験方法

実験に使用したレトルトパウチはPET、サラン、ナイロン、CPPの4層構成のラミネートフィルム(厚さ112 μ m、大きさ170 $\times$ 130mm)を用い、また、真空包装機は日本酸素製のものを使用した。包装する際の真空度は30Torr、100Torrの2条件とし、対照として常圧で包装したものと、未包装試料(Control)についても同様の実験を行った。加熱温度は70 $^{\circ}$ C、80 $^{\circ}$ C、90 $^{\circ}$ Cならびに100 $^{\circ}$ Cの4通りとした。加熱終了後直ちに氷水で15分間冷却し、実験に使用した。未包装試料については、水溶性成分の溶出を最小にするため、30秒氷水につけて急冷し、袋詰めした後、同じ時間氷水で冷却した。これらの試料を成分分析ならびに貯蔵実験に使用した。貯蔵温度は5、10、20 $^{\circ}$ Cの3通りとした。

表面色は測色色差計(日本電色ND300 A型)を用い、ハンター表色法のLab値を求めた。

硬さの測定は冷却した試料を50 $^{\circ}$ Cで1時間放置後、レオロメータ(飯尾電機RX-1600)を用いて感圧軸 ϕ 8mm、圧縮速度10cm/分、クリアランス4mmの条件で、破断応力ならびに破断エネルギーを測定した。

アスコルビン酸の測定はヒドラジン法¹³⁾で、糖の測定は80%アルコール抽出液を用いてソモギ・ネルソン法¹⁴⁾で行った。

微生物については常法に従い^{15)~16)}。一般生菌数、嫌気性菌数、大腸菌群についてそれぞれ普通寒天培地、GAM寒天培地、デソキシコレート培地を用いて培養した。培養温度は37 $^{\circ}$ Cとし、培養時間は大腸菌群については24時間、その他は48時間とした。

なお、成分分析はすべて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. ジャガイモの真空調理に伴う品質変化

各温度での適切な加熱時間を検討するため、真空度30Torrの試料を用い、硬さの経時変化を調べた。Fig. 1から明らかなように、食べるのに適した軟らかさ(破断応力 $3 \sim 5 \times 10^5$ N/m 2)になるのに、100 $^{\circ}$ Cで12分、90 $^{\circ}$ Cで35分、80 $^{\circ}$ Cで120分、70 $^{\circ}$ Cで24時間の加熱が必要であった。ただし、70 $^{\circ}$ C加熱では、加熱時間が長時間になるため、褐変とともに異臭が生じ、加熱温度としては不適當であった。以降の実験にはこれらの加熱時

Fig. 1 Changes in rupture stress with processing of potatoes packaged under reduced pressure at 30Torr

Fig. 2 Rupture stress of processed potatoes
30Torr : Packaged at 30Torr
100Torr : Packaged at 100Torr
Normal : Packaged at atmospheric pressure
Control : Conventional processing
F. S. : Fresh sample

間を用いた。

ジャガイモの加熱後の表面色を測定したが、Lab 値にはっきりした違いはみられなかった。

ジャガイモの破断応力を Fig. 2 に示した。100℃加熱では、未包装試料は袋詰め加熱に比べて有意に($P < 0.01$) 軟らかかった。また、袋詰めした試料では、真空度が低くなるほど硬い傾向にあった。これは他の野菜類と同様に^{7)~9)}残存空気が加熱に伴い膨張したため袋内のジャガイモに熱が伝わりにくくなったためと考えられる。80℃、90℃加熱では、どの条件でもほぼ同じ値を示した。これは、温度が低いので空気の膨張が少なく断熱に働かないこと、また、加熱時間が長いことからほぼ均一に加熱されたものと考えられた。図には示さなかったが、破断エネルギーも破断応力と同様の傾向を示した。

Fig. 3 にジャガイモの加熱による重量変化を示した。未包装試料では加熱に伴い重量が増加したが、袋詰め加熱では重量はわずかに減少した。

Fig. 4 にジャガイモのアスコルビン酸含量を示した。90℃ならびに100℃加熱では、総アスコルビン酸は比較的良好に保持されていた。100℃ならびに90℃加熱試料では袋詰めした試料は未包装試料に比べて有意に含量が高かった。これはアスコルビン酸が水溶性の成分であるため、未包装試料では加熱中に茹で汁の中に溶出するものと考えられた。同様の減少は前報の豆類⁷⁾、カボチャ⁸⁾ならびにダイコン⁹⁾の実験でも観察されている。しかし、加熱時間の一番長い80℃では未包装試

Fig. 3 Weight change of processed potatoes

30Torr : Packaged at 30Torr
100Torr : Packaged at 100Torr
Normal : Packaged at atmospheric pressure
Control : Conventional processing

Fig. 4 Ascorbic acid content of processed potatoes

30Torr : Packaged at 30Torr
100Torr : Packaged at 100Torr
Normal : Packaged at atmospheric pressure
Control : Conventional processing F.S.: Fresh sample
DHA : L-Dehydroascorbic acid AsA : L-Ascorbic acid

Fig. 5 Reducing sugar content of processed potatoes

30Torr : Packaged at 30Torr
100Torr : Packaged at 100Torr
Normal : Packaged at atmospheric pressure
Control : Conventional processing
F.S. : Fresh sample

料のアスコルビン酸含量の減少はみられなかった。ジャガイモと同様に澱粉性食品であるカボチャ⁸⁾、サツマイモ¹⁸⁾でも未包装試料の80℃加熱ではアスコルビン酸含量の減少がみられている。このようなジャガイモでの結果の原因については明らかでなく、今後の検討課題と思われる。

酸化型アスコルビン酸含量をみると、いずれの加熱温度でも真空度に関係なくほぼ同じ値を示した。

ジャガイモに含まれる糖は大部分が還元糖であり、その含量を Fig. 5 に示した。袋詰め加熱では真空度ならびに加熱温度に関わらず、ほとんど同じ値を示していた。未包装試料では100℃加熱では袋詰め試料と同じレベルであったが、80℃、90℃と加熱温度が低くなると還元糖含量は減少した。これは、加熱温度が低いと軟化に時間がかかるため、豆類⁷⁾、ダイコン⁹⁾での結果と同じように、水溶性成分である糖が茹で汁中に溶出して減少したものと考えられた。

2. 真空調理されたジャガイモの貯蔵に伴う品質変化

アルコルビン酸含量と還元糖含量の高かった30 Torr, 90℃35分加熱の試料を用い、以下の貯蔵実験を行った。

Table 1 は貯蔵中の一般生菌数と嫌気性菌数の変化をみたものである。生の試料では、それぞれ 1.5×10^4 、 9.5×10^2 個検出されたが、加熱処理によっていずれも検出されなくなった。各貯蔵温度での菌数を見ると、20℃では貯蔵3日に嫌気性菌が検出され、その後増加し、貯蔵5日には腐敗が認められた。一般生菌も嫌気性菌と同様の増加を示した。10℃貯蔵では一般生菌、嫌気性菌とも貯蔵7日までは検出されなかったが、貯蔵10日には急増した。真空調理食品は食中毒菌であるボツリヌス菌の生育に適した嫌気状態にあり、加熱温度が低いと滅菌には不十分であり、ボツリヌス菌の芽胞が生存する可能性は大きい。今回の実験ではボツリヌス菌の同定はしていないが、嫌気性菌が20℃貯蔵では貯蔵1日を過ぎると繁殖がみられ、また、10℃貯蔵でも7日を過ぎると細菌数が急増した。

食品の変敗原因菌や食中毒菌の多くは中温細菌であ

Table 1 Changes in microvial counts of sous vide processed potatoes during storage

Storage (Days)	Viable count (/g)					
	General bacteria			Anaerobic bacteria		
	5℃	10℃	20℃	5℃	10℃	20℃
FS	1.5×10^4			9.5×10^2		
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3.3×10^2	0	0	5.0×10^3
5	0	0	7.0×10^7	0	0	6.3×10^7
7	0	0		0	0	
10	0	1.5×10^6		0	5.5×10^5	

FS: Fresh sample

The potatoes packaged under reduced pressure at 30Torr were processed at 90℃, chilled and stored at 5, 10 or 20℃.

り、40～10℃で迅速に増殖し、10～3.3℃では一部のものが緩慢に増殖する。しかし、ボツリヌスE型菌¹⁷⁾やリステリア菌¹⁸⁾は低温でも発育できるため、真空調理する場合も新鮮な材料を用い、衛生的に取り扱うなどの注意が必要と思われる。表には示さなかったが大腸菌群は生の試料では33個/g検出されたが、加熱処理により検出されなくなり、その後の貯蔵期間を通していずれの貯蔵温度でも検出されなかった。

Table 2 に貯蔵に伴うアスコルビン酸含量の変化を示した。いずれの貯蔵温度でも酸化型のアスコルビン酸が増加し、還元型アスコルビン酸の減少がみられた。特に20℃貯蔵での変化が顕著であった。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。

還元糖含量の変化をみたところ (Fig. 6), いずれの

Table 2 Changes in ascorbic acid content of sous vide processed potatoes during storage

Days in storage	5℃		10℃		20℃	
	AsA	DHA	AsA	DHA	AsA	DHA
0	2.93 ±0.55	2.10 ±0.21	2.93 ±0.55	2.10 ±0.21	2.93 ±0.55	2.10 ±0.21
5	1.76 ±0.60	3.73 ±0.35	2.72 ±1.02	2.36 ±0.67	0.78 ±0.27	5.29 ±0.21
10	2.20 ±0.14	3.77 ±0.22	1.55 ±0.86	4.27 ±0.52	—	—

The content was expressed in mg/100g.

Values were expressed in the mean ± S. E. (n=3).

The potatoes packaged under reduced pressure at 30Torr were processed at 90℃, chilled and stored at 5, 10 or 20℃.

Fig. 6 Changes in reducing sugar content of sous vide processed potatoes during storage

The potatoes packaged under reduced pressure at 30Torr were processed at 90℃, chilled and stored at 5, 10 or 20℃.

貯蔵温度でも同様の変化を示し、貯蔵中にわずかに増加傾向がみられた。

以上の結果からジャガイモの真空調理は未包装試料に比べ、内容成分の保持が可能であり、さらに真空調理の条件としては90℃以上の温度で真空度は高い方がよいと考えられた。また、真空調理したジャガイモは5℃程度の低温で貯蔵し、一週間以内に使用の方がよいと考えられた。

要 約

真空調理中の成分変化を明らかにするため、ジャガイモを用い、真空度(30, 100Torr)と加熱温度(70, 80, 90, 100℃)の成分に及ぼす影響を調べ、さらに貯蔵中の品質に及ぼす温度の影響についても検討した。

1) 30Torrで真空包装したジャガイモの加熱温度による硬さの経時変化をみると、温度が高いほど早く軟化した。70℃では軟化したが見えたとともに異臭が生じ加熱温度として適当ではなかった。

2) ジャガイモの硬さは90℃および80℃では真空度による差がみられなかったが、100℃加熱では真空度が低いほど軟かくなった。

3) ジャガイモの総アスコルビン酸含量は100℃加熱では真空度により差はみられなかった。しかし、100℃ならびに90℃加熱では、袋詰め試料は、未包装試料よりも総アスコルビン酸含量が高かった。酸化型アスコルビン酸含量は違いがみられなかった。

4) 糖含量はいずれの温度でも真空度による違いはみられなかった。袋詰め試料と未包装試料を比較すると、100℃加熱では差がみられなかったが、90℃、80℃と温度が低いほど未包装試料の含量が低下した。

5) 真空調理したジャガイモの20℃貯蔵では貯蔵3日から微生物が検出され、5日を超えると初期腐敗の段階に達した。貯蔵温度が低くなるほど微生物の繁殖が抑えられ、5℃ならびに10℃では貯蔵7日まで微生物の繁殖は認められなかった。

6) 貯蔵に伴い還元型アスコルビン酸が減少し、酸化型アスコルビン酸が増加した。特に20℃でこの傾向が顕著にみられた。還元糖含量は貯蔵温度による違いはみられず、貯蔵に伴い漸増した。

以上の結果から、ジャガイモ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。また、貯蔵する場合5℃付近の低い温度で7日以内とするのが望ましいと考えられた。

微生物検査で御指導頂いた本学教授内藤又夫博士に感謝いたします。

文 献

- 1) RHODEHAME, E. J.: *Food Technology*, Dec., 73 (1992)
- 2) 食の科学, 4, 41, (1989)
- 3) 脇 雅世: 調理科学, 22, 190 (1989)
- 4) 後藤昌弘: おいしい食品開発技術, 486, 工業技術会 (1990)
- 5) 窪田 清: 食品工業, 35 (5), 46, (1992)
- 6) 谷 孝之: 食品工業, 35 (5), 34, (1992)
- 7) 生野世方子・山内直樹・芥田暁栄: 調理科学, 24, 103 (1991)
- 8) 吉村美紀・生野世方子・山内直樹: 日食低温誌, 19, 57 (1993)
- 9) 生野世方子・吉村美紀・山内直樹: 調理科学, 26, 299 (1993)
- 10) SATO, Y., NOGUCHI, S., TAKAHASHI, S., NAITO, F., NAITO, H. and TANAKA, T.: *Journal of Home Economics of Japan*, 44, 191 (1993)
- 11) 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)
- 12) 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, (1992)
- 13) ROE, J. H., MARY, B. M., OESTERLING, M. J. and CHARLOTTE, M. D.: *J. Biol. Chem.*, 174, 201, (1948)
- 14) SOMOGYI, M.: *J. Biol. Chem.*, 195, 19, (1952)
- 15) 春田三佐夫・細貝祐太郎・宇田川俊一: 目で見える食品衛生検査法, 中央法規出版, (1989)
- 16) 金子精一: 日食工誌, 38, 570 (1991)
- 17) 好井久雄: 日食工誌, 39, 564 (1992)
- 18) 吉村美紀・生野世方子・山内直樹: 日本食品工学会平成5年度大会要旨集, p. 139 (1993)

(平成5年5月14日受理)