

大型容器詰めイチゴジュースの高圧処理による製造

青山 好男, 朝賀 昌志, 中西 律子

Application of High Pressure Treatment for Strawberry Juice in Large Volume Package

Yoshio Aoyama, Masashi Asaka and Ritsuko Nakanishi

Strawberry juice is sterilized with heat treatment conventionally, but the treatment deteriorates the juice. Application of high pressure treatment gave a good quality to strawberry juice. The quality of juice was kept during cold storage, but at room temperature the quality of juice deteriorated. Because of high transmission, high pressure processing is suitable for large volume packaged products. Therefore we applied high pressure treatment to sterilize strawberry juice in large plastic package. The juice in three kinds of package was kept for 3 months in cold storage. Microbiological inspection results showed that yeasts and molds were inactivated with high pressure treatment.

key words: strawberry, fruit juice, high pressure, package, storage test.

イチゴはビタミンC含量が多く、比較的安価であり、生食やジャムには利用されているが、フレーバーが比較的少なく、搾汁に困難があるために天然果汁や果実飲料の製造は一般的でない。わが国におけるイチゴ果実飲料の製造は微々たるものであるが、イチゴ独特の風味と色調を利用し優れた果実飲料を製造しうる可能性は高い^{1, 2)}。

現在、天然のイチゴ果汁（砂糖添加で糖度調節されたもの）がホテルや喫茶店向けに販売されている。しかしながら、2号缶（870ml）でホットパックで製造されているために、冷却に長時間を要し、色や風味などの品質は相当劣化している。高圧処理は加熱処理と異なり、色、風味などの品質に悪影響を与えないことがよく知られている。そこでイチゴジュースの殺菌に高圧処理を適用したところ、優れた品質の製品を製造することができた。圧力は熱と異なり、伝達性に優れ、その優位性は大型容器になるほど顕著になる。大型プラスチック容器詰めイチゴジュースの製造に高圧処理を応用した結果、品質の優れた大型プラスチック容器詰めイチゴジュースを製造することができたので報告する。

実験方法

1. 実験材料

1) イチゴジュース

搾汁、糖度を調節された後、凍結保管されていた製品を果汁製造メーカーより入手し使用した。

イチゴジュースの製造方法について略記する。収穫直後に凍結処理されていたイチゴ果実を解凍し、パルパーフィニッシャーで破碎、搾汁し、解凍時の液汁（ドリップ）と合わせてジュースとする。パルプをホモゲナイザーで破碎したものを添加し、パルプ分を調整する。砂糖を添

加し、糖度を調整する。

2) 容 器

1次試験（小容量試験）では容量200mlのレトルトパウチを用いた。

2次試験（大容量試験）では3種類の容器を用いた。

- ① レトルトパウチ；1,000ml
- ② 内面エパールラミコンボトル；3種7層ハンドルPEボトル1,800ml
- ③ ペットボトル；JAS1000PETボトル1,000ml

2. 実験方法

1) 装 置

1次試験は三菱重工業(株)の高圧処理試験装置MF P7000型を使用した。2次試験は(株)神戸製鋼所の中型試験機で行った。これらの装置は加圧方式が異なり、前者はピストン加圧の直接方式、後者はポンプ増圧の間接方式である³⁾。

2) 高圧処理－1次試験

品質評価には、200mlのレトルトパウチに充填後、20℃、400MPaで10分処理したものを用いた。微生物評価（殺菌試験）には100、200、300、400MPaで5、10、20分処理したものを用いた。

3) 高圧処理－2次試験

凍結イチゴジュースを解凍後、それぞれの容器に充填し、密封後、冷蔵車で神戸製鋼所まで搬送し、先方の試験機で高圧処理した。高圧処理条件は室温で400MPa、10分であった。装置の構造上、昇圧、降圧にそれぞれ15分を要した。

4) 評価方法

イチゴジュースの分析は以下のようにして行った。パルプ量は遠心沈降法により測定した。色は日本電色(株)色差計により測定した。フレーバーは、研究所内の数名のパネルにより評価した。ビタミンCは高速液体クロマトグラフィーにより測定した。

微生物検査は以下のようにして行った。試料ジュースの原液や各種希釈液を下記の2種の培地で混釈培養し、形成されたコロニー数から生菌数を算出した。

一般生菌数……標準寒天培地を用い、35℃で培養し、48時間後に測定。

カビ・酵母……ポテトデキストロース培地（10%酒石酸溶液でpHを3.5に調整）を用い、25℃で72時間培養後に測定。

5) 保存試験

保存試験は室温または恒温庫（25℃）、冷蔵室（5℃）で1、2、3ヵ月保存した。

結 果

小規模で行った基本的な試験と大容量の容器で行った実用化試験に分けて結果を述べる。

1. 1次試験結果

高圧処理したジュースは生の原料に近い色、風味を保持していた。それに比べて缶詰製品は色もかなり褐変しており、イチゴジャムに類似した風味であった(Fig. 1, Table 1)。

数名のパネルによるフレーバー評価でも、生の原料果汁とほとんど差の無い結果であり、高圧処理はイチゴ果汁の品質に与える影響はきわめて少ないと考えられる。

高圧処理品の保存試験結果、冷蔵1ヵ月では直後の良好な品質を保持していたが、室温では1ヵ月で相当劣化していた(Table 2, Fig. 2)。

処理圧力、処理時間とイチゴジュース中の微生物数の関係を調べた結果を Fig. 3 に示した。400MPa、5分、300MPa、20分以上で微生物は検出されなかった。

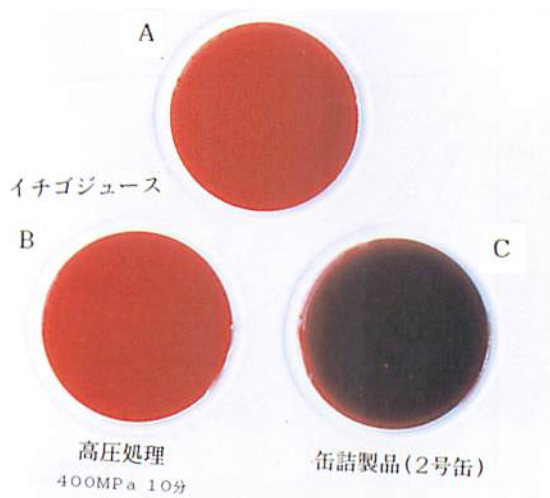


Fig. 1. Comparison of color of strawberry juice
A) Non-treated juice B) High pressure treated juice C) Canned product juice.

Table 1. Analytical results of strawberry juice

Contents of analysis	Non-treated juice	High pressure treated juice	Canned product juice
pH	3.40	3.40	3.34
Brix (°)	12.4	12.4	12.4
Color L	14.5	14.7	13.4
a	13.6	13.6	8.9
b	5.8	6.3	3.8
ΔE	0	0.5	5.2

Table 2. Analytical results of high pressure treated strawberry juice stored for 1 month

Contents of analysis	Storage temperature	
	5 °C	Room temperature
pH	3.26	3.29
Brix (°)	12.6	12.6
Color L	15.3	17.3
a	14.0	9.2
b	6.5	7.6
ΔE	0	5.3

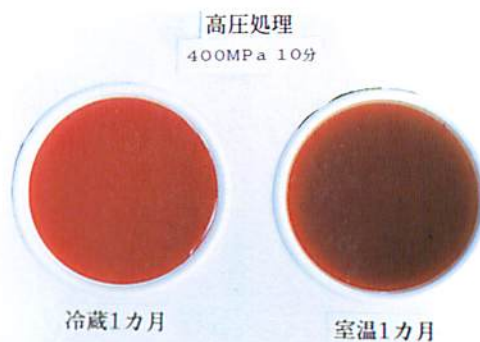


Fig. 2. High pressure treated strawberry juice after storage for 1 month
Left; 5°C Right; Room temperature

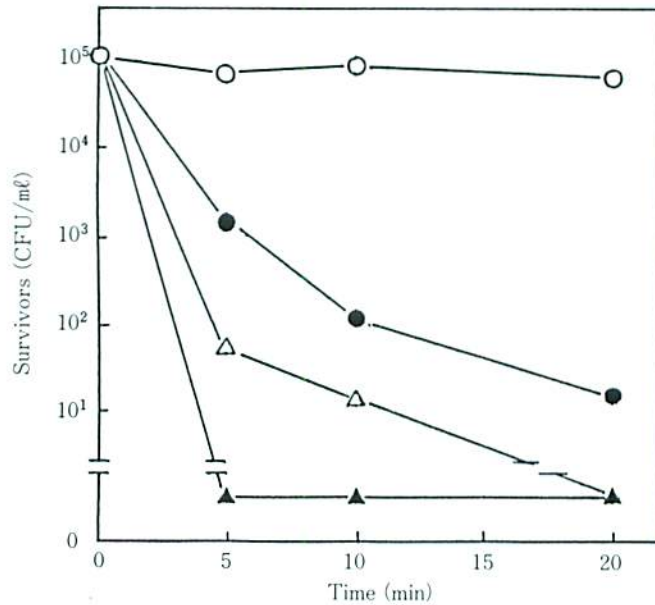


Fig. 3. Effect of pressure on inactivation of microorganisms in strawberry juice. (○) 100MPa, (●) 200MPa, (△) 300MPa, (▲) 400MPa.

2. 2次試験結果

大型プラスチック容器詰め直後の評価結果で色は未処理と高圧処理でほとんど差がなく（色差0.2）、ビタミンCも測定値に差はなかった。フレーバーテストの結果も生の原料果汁との差がなく、優れた品質を保持していた（Fig. 4, 5）。直後と経時での品質評価結果を Table 3 に示す。保存試験の結果、高圧処理では冷蔵1, 2, 3ヵ月まで大きな変化がなかった（色差2.1）。高圧処理の25℃、1ヵ月では、色差は4.5と劣化が大きかった（Fig. 6）。



Fig. 4. Appearance of strawberry juice in PET bottle treated at high pressure. Left; Non-treated juice Right; High pressure treated juice.

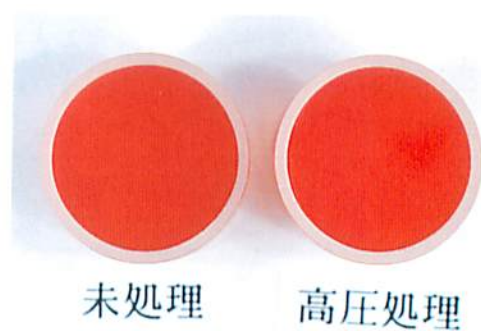


Fig. 5. Color of high pressure treated strawberry juice (0 month).
Left; Non-treated juice
Right; High pressure treated juice

Table 3. Analytical results of high pressure treated strawberry juice during storage period

Contents of analysis	Non-treated juice		High pressure treated juice					
	Storage temp. (°C)		Storage temp. (°C)					
	5		5			25		
	Storage period (M)		Storage period (M)			Storage period (M)		
	0	1	0	1	2	3	1	
pH	3.21	3.18	3.21	3.16	3.17	3.22	3.20	
Brix (°)	15.0	15.4	15.0	15.4	15.3	15.6	15.3	
T. A. (%)	0.86	0.90	0.86	0.88	0.88	0.90	0.89	
Pulp content (%)	9.8	8.1	10.1	9.1	9.5	8.0	8.5	
Vitamin C (mg%)	19.3	17.3	21.9	18.8	19.7	18.2	16.9	
Color	L	15.2	16.2	15.1	16.3	16.6	17.2	18.7
	a	14.1	14.9	14.2	15.0	14.8	14.7	10.6
	b	6.2	6.6	6.4	6.8	6.5	6.7	7.0
	ΔE	0	1.3	0.2	1.5	1.6	2.1	4.5

**Fig. 6.** Color of high pressure treated strawberry juice (3 month at 5°C)
Left; Non-treated juice Right; High pressure treated juice**Table 4.** Microbiological inspection results of high pressure treated strawberry juice

Type of microorganisms	Non-treated juice		High pressure treated juice	
	Storage period (M)		Storage period (M)	
	0	2	0	2
Total count (CFU/ml)	4.1×10^3	5.9×10^5	3.3×10^3	< 10
Yeasts & Molds (CFU/ml)	1.6×10^3	6.6×10^5	0	0

未処理は冷蔵2ヵ月、25°C 1ヵ月までに膨張し発酵臭が認められた。微生物検査の結果、未処理品は一般生菌数が 4.1×10^3 /ml、酵母、カビが 1.6×10^3 /mlで、高圧処理品は一般生菌数 3.3×10^3 /ml、酵母、カビは0/ml（未検出）であった。酸性飲料（pH 3.2）である、イチゴジュース中

では酵母、カビが問題となるわけであるが、それらの微生物は死滅していた。未処理品で膨張したものは酵母、カビの数が $10^5/\text{ml}$ のレベルに達していた。高压処理品は酵母・カビは未検出、一般生菌数も $10/\text{ml}$ 以下であった (Table 4)。

考 察

高压処理品は非加熱であるので、加熱履歴が小さい無菌充填で製造された製品と類似した特徴を有している。すなわち生原料に近い色や風味をもち、貯蔵の温度が高いと品質劣化が速いことなどである。高压処理では酵素活性が残存しやすいが、この点も高温短時間処理された製品中の酵素活性が残存しやすい傾向と同様である。食品の劣化に関連する数種の酸化酵素は、400MPa程度の圧力処理では活性が残存している⁴⁾。高压処理されたイチゴジュース中の一部の酵素の活性は残存していると考えられ、常温保存で品質劣化が大きい原因の一つであろう。ジャムは糖度や粘度がジュースとは大きく異なるが、高压処理イチゴジャムも常温保存では冷蔵に比べて劣化が大きく、褐変の状況がジュースと類似しているため、品質劣化の原因は同一であると推定される^{5, 6)}。

現在の製品 (2号缶) は、ホットパックであり充填後に缶の中心部まで冷却するのに時間を要している。大型容器であるために、中心の温度の低下に長時間を要し、品質劣化が起きている。高压処理では、加圧時に断熱圧縮による多少の温度上昇があるだけで、ホットパック方式のように高温に長時間保持されることはない。この熱履歴の差が品質面の差の原因であると考えられる。

高压処理イチゴジュースに微生物的問題はないと判断される。大型容器試験に用いた高压処理装置は、昇圧と降圧に長時間を要しており、高压の状態での時間が小規模での試験より長かった。微生物死滅効果も大きくなっていると考えられるが、この条件はより実用機に近いと考えられる。

高压処理加工は装置コストが高く、生産性が低い。ため、高压処理品は加熱処理などの従来法での商品より販売価格が高くなる。したがって高压処理は付加価値の高い高級商材が対象として適性がある。また高压処理ジュースの特徴は、室温保存での品質劣化が速い点、大型容器になるほど加熱処理に対して有利な点になる。したがって業務用向けの大型容器詰め製品への適用を図ることが望ましいと考える。

要 約

イチゴジュースの製造 (殺菌) に高压処理を適用した結果、品質の優れたイチゴジュースが得られた。大型プラスチック容器での試験においても従来の缶詰製品に比べて品質の優れた製品を製造することができた。

1. 高压処理品は原料イチゴジュースにきわめて近い品質を保持しており、色、風味、ビタミンC含量に原料との差がほとんどなかった。
2. 小規模試験および大型プラスチック容器での試験の結果から、イチゴジュースの殺菌には400MPa、10分の処理で充分であった。
3. 大型プラスチック容器詰めの高压処理品は冷蔵3ヵ月まで直後の良好な品質を保持していた。

文 献

- 1) 芥田三郎・伊福 靖; 発酵工学誌, **39**, 318-323 (1961).
- 2) 長田昭六, 生田博司; 果汁・果実飲料事典, 日本果汁協会監修 (朝倉書店, 東京), pp.318-320 (1978).
- 3) B. Mertens, G. Deplace: *Food Technol.*, **46**, 162-169 (1993).
- 4) 青山好男, 朝賀昌志, 中西律子; 東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告書: **20**,

105-108 (1994).

- 5) 堀江 雄, 木村邦男, 井田雅夫, 吉田泰博, 大亀邦仁: 農化, **65**, 975-980 (1991).
- 6) 木村邦男, 井田雅夫, 吉田泰博, 大亀邦仁, 福本隆行, 佐々木徳広: 第6回生物関連高圧研究会シンポジウム講演要旨集, p26 (1993).