酸素透過性および貯蔵温度がコンコード種ブドウ果汁の色調と 官能評価に及ぼす影響†

太田英明*・吉田企世子**

Influence of Oxygen Permeability and Storage Temperature on Color and Sensory Acceptance of Concord Grape Juice†

Hideaki OHTA* and Kiyoko YOSHIDA**

* *Chugoku National Agricultural Experiment Station, Ministry of Agriculture,
Forestry and Fisheries, Fukuyama, Hiroshima 721*

** *Kagawa Nutrition College, Sakato, Saitama 350-02*

The influence of oxygen and storage temperature on color density (520 nm), anthocyanin content and sensory acceptance of Concord grape juice has been studied. The reconstituted juice (11° Brix) was hot-packaged into three types of flexible film (standing pouch), including oriented nylon/aluminum foil/polyethylene (oxygen permeability; 0 ml/container · day), viniridene oriented nylon/polyethylene (0.2 ml/container · day) and oriented nylon/polyethylene (2.0 ml/container · day), respectively, and then was cooled in a water bath. The final products were stored at 5 °C, 20 °C and 37 °C during 3 months. Storage temperature and oxygen had a profound effects on the juice quality. The color density, anthocyanin content and sensory acceptance decreased with the increase of storage temperature and oxygen permeability of standing pouch. It was showed that the flexible film containing aluminum foil has kept the juice quality better than the other films. From these results, the distribution and use of flexible film mentioned-above were discussed.

(Received Mar. 24, 1989)

緒 言

近年、わが国の果実飲料容器の多様化は一段と進み、1987年では缶詰36%、瓶詰15%、紙・その他容器32%、ポリエチレンテレフタレート (PET) ボトル17%となっている¹⁾。とりわけ、紙・その他容器およびPET容器などプラスチックを用いる容器は、簡便性、ファッション性、フレキシブル性、などの消費ニーズと合致し、また果実飲料の品質向上を目的とした無菌包装技術の発展と合わせて、今後さらに伸長するものと予想される。

これら新規容器が果実飲料に及ぼす影響は、バレンシアオレンジ果汁^{2)~4)}、温州ミカン果汁^{5),6)} など柑橘果汁を中心に研究が進められてきた。

一方、ブドウ果汁は柑橘果汁、リンゴ果汁に次いで、わが国で多量に消費されている果実飲料であるが、その貯蔵中における品質変化に関する研究は濃縮果汁の他^{7),8)}、あまり見られない。

筆者らは、殺菌条件、封入酸素、貯蔵条件および現在多用されている各種容器が温州ミカン果汁の品質に及ぼす影響について調査し、酸素および貯蔵温度の影響が大

† 食品の流通および製造技術に関する研究 (第1報)

Studies on Food Distribution and Processing Technology (Part 1)

* 農林水産省 中国農業試験場 (〒721 福山市西深津町6-12-1)

** 女子栄養大学 (〒350-02 坂戸市千代田3-9-21)

Table 1 Properties of the standing pouch used in this experiment*

Abbreviation in text	Component	Oxygen permeability (ml container·day)
Standpack (A1)	Oriented Nylon (15 μ m)/Aluminum foil (9 μ m)/Polyethylene (100 μ m)	0
Standpack (KON)	Viniridene Oriented Nylon (15 μ m)/Polyethylene (100 μ m)	0.2
Standpack (ON)	Oriented Nylon (15 μ m)/Polyethylene (100 μ m)	2.0

* Fillins juice volume was 200ml and headspace volume was 0ml.

であることを報告した^{6),9)}。本研究では、他の果実飲料の品質に対する上記の因子の影響を明らかにするため、まずブドウ果汁を対象にして、その色調および官能評価に及ぼす影響を調べたので、その結果を報告する。

実験材料および方法

1. 材 料

(1) 試 料 米国 Welch Foods 社で製造されたコンコード種 (*Vitis labrusca* L.) の濃縮ブドウ果汁 68° Brix の凍結品を解凍し、蒸留水で 11° Brix に希釈、還元した果汁を実験に供した。

(2) 容 器 本実験では、Table 1 の示したように酸素ガス透過性の相違するスタンディングパウチ（以下スタンドパックと略す）3 種類を使用した。

2. 方 法

(1) 殺菌および貯蔵条件 前報⁹⁾に準じて、濃縮還元果汁（11° Brix）を 93℃ に加熱殺菌し、各容器に熱間充填・密封後、室温まで水冷した（ヘッドスペースが生じないように充填した）。各容器はそれぞれ 5℃、20℃あるいは 37℃ に 3 カ月間貯蔵し、1, 2, 3 週間および 1, 2, 3 カ月と経時的な変化を調査した。

(2) 酸素ガス透過性の測定 各容器の酸素ガス透過性は Modern Control 社製の Oxtran 100 (0.2ml/容器・日) を用いて、20℃、相対湿度 100 % の条件下で測定した。

(3) 分析項目

色密度の変化：既報⁷⁾に準じて、試料を pH3.0 の 0.1 M 塩酸-0.1M 酢酸ナトリウム緩衝液にて 20 倍に希釈し、日立分光光度計 101 型を用いてその吸収極大波長 520nm の吸光度を測定し、その値で表示した。

測 色：日本電色工業製色差計 ND-101 型を用いて、反射光で果汁 7ml の L, a, b 値を求めた。

アントシアニン色素含量の測定：既報¹⁰⁾に準拠して、0.1% 塩酸-メタノール液で 10 倍希釈し、その吸収極大波長 535nm の吸光度を測定し、Malvidin-3, 5-diglucoside ($E^{1\%}_{1\text{cm}}=333.5$) として測定した。

官能検査：対照試料として、-18℃ で冷凍貯蔵したもの

のを基準（0 点）に用い、最も悪いを -4、良いを +2 とする 7 段階尺度法により、色、香、味、総合の 4 項目について、パネリスト 10 名で審査した。結果は二元配置法による分散分析によって解析し、5 % 以下の危険率で対照試料と有意差が認められる貯蔵期間を表示した。

実験結果

1. 容器の酸素ガス透過性

供試容器の酸素ガス透過性の測定結果を Table 1 に併記した。

アルミニウム箔の入ったスタンドパック (A1) は全く酸素ガス透過性が観察されなかった。これに対してアルミニウム箔のない、スタンドパック (KON) および (ON) は、それぞれ 0.2ml/容器・日および 2ml/容器・日の酸素ガス透過性が見られた。特に、ナイロンおよびポリエチレンのみのスタンドパック (ON) は、同 (KON) に比べて、10 倍程度大きい酸素ガス透過性を有していた。

2. 色密度、アントシアニン含量の変化

(1) 酸素の影響 酸素ガス透過性の相違する 3 種類の容器に包装したブドウ果汁の、5℃、20℃ および 37℃ 貯蔵における色密度、およびアントシアニン含量の変化を Fig. 1 と Fig. 2 に示した。

各温度区における色密度およびアントシアニン減少率は大きくであった。すなわち、5℃・3 カ月で酸素ガスを透過しないスタンドパック (A1) は色密度、アントシアニン含量とも減少しなかったのに対して、酸素透過性のあるスタンドパック (KON) および (ON) ではアントシアニン含量はほとんど変化しないが、色密度の残存率はそれぞれ 78% と 64% であった。

酸素透過性の相違による色密度およびアントシアニン含量の減少差は 20℃ でより明瞭に現われていた。すなわち 3 カ月後の色密度とアントシアニン含量（試験開始時、45.7mg/100ml）の残存率はスタンドパック (A1) がそれぞれ 76% と 93% (42.5mg/100ml) であるのに対して、スタンドパック (KON) では、それぞれ 52% と 77% (35.1mg/100ml) であり、その差はそれぞれ色密度が Δ 24% とアントシアニンが Δ 16% であった。また、20℃・

Fig. 1 Effects of oxygen permeability of standing pouch and storage temperature on color density at 520nm of Concord grape juice during storage

Color density at 520nm was determined by measuring $OD_{520\text{ nm}}$ of juice diluted (X 10) with 0.1M acetic acid-0.1M sodium acetate buffer solution (pH 3.0).

—○—: standpack (Al), —□—: standpack (KON), —△—: standpack (ON)

Fig. 2 Effects of oxygen permeability of standing pouch and storage temperature on anthocyanin content of Concord grape juice during storage

—○—: standpack (Al), —□—: standpack (KON), —△—: standpack (ON)

3か月のスタンドパック (ON) の色密度とアントシアニンの残存率はそれぞれ20%と54% (24.6mg/100mL)であり, スタンドパック (A1) との差は色密度が△56%, アントシアニンが△39%であった。

(2) 温度の影響 貯蔵温度が色密度およびアントシアニン含量に及ぼす影響を見るために, Fig. 1および Fig. 2の酸素透過性のないスタンドパック (A1) 5°C,

20°Cおよび37°Cの3カ月目で比較すると, 5°Cでは色密度およびアントシアニン含量とも残存率がそれぞれ98%と100%を示し変化は認められないものの, 20°Cではそれぞれ76%と93% (42.5mg/100mL), 37°Cではそれぞれ33%と32% (14.6mg/100mL)であり, 高温下での劣化が著しかった。

さらに, 同 (A1) で色密度の減少率を温度差で比較す

Table 2 Hunter colorimetric value of grape juice stored for 1 and 2 months

Storage Temp. (°C)	Standpack*	1 month			2 month		
		L	a	b	L	a	c
5	Al	1.23	2.79	-0.42	1.09	2.34	-0.26
	KON	0.97	1.85	-0.51	1.27	2.57	-0.53
	ON	1.21	1.82	-0.63	1.45	3.01	-0.50
20	Al	1.45	2.52	-0.31	1.39	2.54	-0.03
	KON	1.03	2.09	-0.45	1.74	2.47	-0.28
	ON	1.09	2.59	-0.74	1.15	2.33	-0.15
35	Al	1.39	2.78	-0.13	1.35	3.14	0.01
	KON	0.91	1.87	-0.33	1.45	2.04	0.07
	ON	1.09	2.09	-0.16	1.68	2.48	0.28
Control (0 day)		L=1.16 a=2.33 b=0.43					

* See Table 1 for abbreviation.

Table 3 Storage month which deterioration of grape juice quality was significantly detected by the method of sensory evaluation

Storage Temp. (°C)	Standpack*	Storage month**			
		Color (Appearance)	Taste	Aroma	Overall
5	Al	>3	>3	>3	>3
	KON	>3	>3	>3	>3
	ON	>3	>3	>3	>3
20	Al	>3	>3	>3	>3
	KON	>3	>3	>3	>3
	ON	3	2	2	2
37	Al	2	1	2	1
	KON	2	1	1	1
	ON	0.75	0.75	0.5	0.75

Significant difference ($p=0.05$) means between control (grape juice stored at -18°C) and sample.

* See Table 1 for abbreviation.

** 0.25=1 week, 0.5=2 weeks, 0.75=3 weeks, >3=beyond 3 months.

ると、貯蔵温度 5～20℃間の温度係数 Q_{10} (10℃温度上昇した場合の減少反応速度の比) は平均で 1.13, 20～37℃間では Q_{10} は 2.5 と約 2 倍となり、高温ほど色密度の減少反応が大きかった。

3. 色調の変化

ハンター色差計で測色した貯蔵 1 カ月および 2 月後の色調を Table 2 に示した。

1 カ月と 2 カ月を比較すると、L 値 (明度) は酸素ガス透過しないスタンドパック (Al) で減少するものの、スタンドパック (KON) および (ON) では反対に増加する傾向にあった。-b 値 (青色度) は 37℃の高温区で、色密度の減少および褐変の進行にしたがって増加した。しかしながら、a 値 (赤色度) については一定の傾向が見られなかった。

4. 官能検査結果

-18℃で冷凍貯蔵した果汁を対照とし、統計的有意差 (危険率 5%以下) の認められた貯蔵期間を Table 3 に要約した。

その結果、貯蔵期間 3 カ月間の色調、味、香、総合の項目で有意差の見られるものは、20℃のスタンドパック (ON) ならびに 37℃の全容器区であった。特に、37℃で酸素ガス透過性の大きいスタンドパック (ON) では 2～3 週間後に対照区との有意差が現われた。37℃ではスタンドパック (KON) および (Al) とも、官能評価値は低下し、1～2 カ月後に対照区との有意差が認められた。

なお、5℃および 20℃区のスタンドパック (KON) および (Al) とも本試験の貯蔵 3 カ月では対照区との有意

差は認められなかった。

考 察

容器は食品の品質保持に重要な役割を果たしている。近年、果実飲料用容器も多様化が進行し、従来の金属缶、ガラス瓶からポリエチレン等のプラスチック材を内面に利用した軟包装（フレキシブル）容器に広がりを見せている。筆者らはすでに各種軟包装容器が温州ミカン果汁の品質に及ぼす影響を調査し、現状の果実飲料の製造・流通システムでは、酸素と保管・流通温度の影響が極めて大きいことを報告した^{6),9)}。

また、貯蔵中の濃縮ブドウ果汁の品質変化を調査した報告では、糖度、酸度など味の成分は一定だが、色密度（色調）、アントシアニンの減少が著しいことも明らかにしている⁷⁾。そこで前報に引続き、主に色密度とアントシアニンを中心として、ブドウ果汁の品質に及ぼすプラスチック容器の酸素透過性、および貯蔵温度の影響を検討した。

その結果、ブドウ果汁の色密度およびアントシアニン含量の変化は貯蔵温度および酸素透過性に大きく依存していることが認められた。すなわち、貯蔵温度が高いほど色密度およびアントシアニン含量の減少は大きく、既報⁷⁾と一致していた。夏期の流通を想定した37℃区の品質劣化は著しく、酸素の影響を無視できるスタンドパック（Al）でも貯蔵3カ月の残存率は色密度が23%、アントシアニンが32%まで低下していた（Fig. 1 と Fig. 2）。また20～37℃の色密度変化の温度係数 Q_{10} は2.5であり、通常の化学反応の $Q_{10}=2\sim3$ の範囲であった。

酸素の影響は5℃、20℃区でより明瞭に現われており、特に20℃区で酸素透過性の高いスタンドパック（ON）の色密度はほぼ直線的に減少していた。

Fig. 1 と Fig. 2 の比較から、アントシアニン含量の減少は色密度の変化よりも遅く現われていた。このことはブドウ果汁のpH 3付近では、主要色素 Malvidin-3, 5-diglucoside は発色型のフラビリウム塩と非発色型のカルピノベースの2つの分子種で存在しているが¹⁰⁾、他のフラボノイドとの Co-pigmentation で安定化されていることに起因すると推定される^{11),12)}。

次いで、ハンター式測色法で色調変化を観察した。柑橘果汁では、L 値（明度）が褐変の進行に伴って減少するため褐変の指標として利用されている¹³⁾。しかしながら、本ブドウ果汁では酸素の影響がないスタンドパック（Al）を除き貯蔵期間の経過にしたがって、L 値は反対に増加した（Table 2）。これは貯蔵時間の経過とともに

果汁中のアントシアニン等のポリフェノール類が重合、不溶化し、上清液が清澄化することによると推測される。このためブドウ果汁においては、L 値は褐変の指標として用いることは不適と考えられる。

本試験での官能評価は対照区との有意差の現われる貯蔵月数で示した（Table 3）。37℃区で酸素の透過が見られるスタンドパック（ON）および（KON）は対照区との有意差がほぼ1カ月以内に現われた。なお、5℃区では各試験区とも色調・外観、味、香、総合等の官能評価にほとんど変化が見られなかった。

以上の結果を総合すると、本試験に供したプラスチック容器は前報⁹⁾同様に、①常温流通可能な酸素を透過しないスタンドパック（Al）、②酸素を透過するものの、従来のチルド果汁同様、2週間程度の低温下での流通には十分適用可能なスタンドパック（ON）、③①よりやや劣り①と②の中間的な性質を備えた容器スタンドパック（KON）の3種類に区分できた。温州ミカン果汁に比較すると、これらプラスチック容器によるブドウ果汁の品質保持期間は長いと考えられる。

要 約

プラスチック容器を用いて、コンコード種ブドウ果汁の色密度、色調、アントシアニン含量、官能評価に及ぼす酸素透過性および貯蔵温度の影響を調査した。11° Brix のブドウ果汁（濃縮還元果汁）を酸素透過性の相違する3種類のスタンディングパウチに熱間充填、密封し、水冷後、5℃、20℃および37℃に3カ月間貯蔵し、定期的に検査した。

酸素と貯蔵温度はブドウ果汁の品質に顕著な影響を及ぼし、酸素透過性が大きく貯蔵温度が高いほど色密度、アントシアニン含量および官能評価は低下した。酸素透過性のないアルミニウム箔（Al）入りパウチが最も果汁の品質を保持していた。これらの結果に基づいて、供試プラスチック容器の流通・用途について考察した。

参考文献

- 1) 永山隆一：食品と容器，29，5，238（1988）
- 2) BISSETT, O.W. and BERRY, R.E.: *J. Food Sci.*, **40**, 178（1975）
- 3) KACEM, B., MATTHEWS, R.F., CRANDALL, P.G. and CORNELL, J. A.: *J. Food Sci.*, **52**, 1665（1987）
- 4) KACEM, B., CORNELL, J. A., MARSHALL, M. R., SHIREMAN R.B. and MATTHEWS, R.F.: *J. Food Sci.*, **52**, 1668（1987）
- 5) 島本富明・高橋一郎・松本輝夫・大塚正存：徳島県食品加工試験場研究報告，No.26，18（1978）
- 6) 吉田企世子・太田英明・百留公明・青柳英夫・岡部光雄・

- 薄田 亘：日食工誌, **30**, 467 (1983)
- 7) 太田英明・箴島 豊・沢村正義・中村 浩・芥田三郎：日食工誌, **23**, 345 (1976)
- 8) 安東俊次：「果汁・果実飲料事典」Ⅲ-3 ブドウ, (初版) (社)日本果汁協会督修 p.234 (1978)
- 9) 太田英明・吉田企世子・百留公明・青柳 英夫・岡部 光雄・薄田 亘：日食工誌, **30**, 200 (1983)
- 10) 太田英明・芥田三郎・箴島 豊・日食工誌, **26**, 204 (1979)
- 11) CHEN, L. and HRAZDINA, G.: *Phytochemistry*, **20**, 297 (1981)
- 12) SCHEFFELDT, D. and HRAZDINA, G.: *J. Food Sci.*, **43**, 517 (1978)
- 13) KANNER, J., FISHBEIN, J., SHALOM, P., HAREL, S. and Ben-GERA, I.: *J. Food Sci.*, **47**, 429 (1982)

(平成元年 3 月 24 日受理)