研 究 ノ ー ト

果 実 の 減 圧 貯 蔵

減圧貯蔵実験装置の作成と、モモの追熟
ならびにリンゴの低温貯蔵への応用

梶 浦 一 郎*

Low pressure storage of fruits
Simple apparatus for low pressure
storage, and its application to white
peaches and Jonathan apples

ICHIRO KAJIURA

A simple apparatus was made for the gas supply at the constant low pressure. Comparisons were made among normal storage (N.S.), low pressure storage (L.P.S.) and low O_2 storage (L.O.S.) with the same O_2 partial pressure as L.P.S..

The lower O_2 partial pressure, the more slowly white peaches ripened at $30^\circ C$, and ripening periods were longer in L.P.S. than in L.O.S..

During 2 months at $4^\circ C$, the low O_2 partial pressure (0.03 atm) delayed the yellowing of the ground color and of vascular bundles in Jonathan apples. More delay was found in L.P.S. (0.14 atm) than in L.O.S. (3% O_2 , 1 atm). Compared with L.O.S. and N.S., higher soluble solids were found in L.P.S.. The loss of fresh weight of the fruit in L.P.S. was about 2.5 and 3.5 times those of N.S. and L.O.S., respectively. No differences were found in the degree of softening and the decrease of acidity among N.S., L.O.S. and L.P.S..

リンゴの貯蔵ではしばしば変障害が発生し、果実内における揮発性物質や炭酸ガスの蓄積が一因ではないかと思われる。そこで減圧下で貯蔵すれば、これらのガスの蓄積が少なく、障害を抑えることができると思われる。原田ら⁸⁾はスターキング・デリシャスを1気圧低酸素条件下で低温貯蔵中に毎日10分間ずつ減圧するとゴム類似病の発生が少なくなることを見ており、ライムなどでもビッティングの発生が減圧下で抑制されることが報告されている⁹⁾。

一方、減圧下では果実の追熟が抑制されることも報告されており¹⁰⁾、リンゴを低温減圧貯蔵すれば、障害が抑制されるだけでなく、普通冷蔵に比べ、貯蔵中の地色

の黄色化や減酸などが抑制されることも考えられる。KIM ら^{7,8)}はリンゴを密封して減圧貯蔵し、減酸程度が普通冷蔵より少ないことを見ている。

しかし従来の実験では減圧処理と同じ酸素分圧を持つ1気圧の低酸素条件処理との比較がないため、減圧の効果が酸素分圧の低下によるのか、揮発性物質などの除去によるのかを区別しにくい。さらに密封して減圧すると果実呼吸によりさらに酸素分圧が低下する可能性がある。またリンゴでは減圧の程度により貯蔵効果が異なり^{7,8)}、貯蔵に適した圧力などには不明確な点が多い。

そこで減圧処理の影響を明確にし、減圧貯蔵の可能性を検討するため、減圧の程度と酸素分圧をつねに一定に保つ装置を作成し、モモを室温下で追熟させるとともに、リンゴの低温減圧貯蔵を試みた。また減圧処理と同じ酸素分圧を持つ1気圧の低酸素条件混合ガスを前報⁴⁾と同様にして作成し、果実に常時通気して減圧処理と比較した。

1. 実験装置

第1図のように呼吸室(D)、マンノメーター(C)、水圧管(B)を接続し、Fよりアスピレーターで吸引し、Aより空気を果実に供給した。

圧力の調節は水圧管(2m×3)中の水位を変えて行なった。水圧管の代りにニードルバルブを用いると、アスピレーターの能力低下により呼吸室内の圧力が上がる。またBの水中に差し込んだガラス管の内径を小さくすると水圧管の能力以上に減圧できるが、アスピレーターの能力低下により容器内の圧力が増加する。本実験では内径

Fig. 1. The apparatus for the gas supply at constant low pressure

A—air supply. D—Fruit chamber.
B—Water tower. E—Fruit.
C—Manometer. F—Aspirator.

* 東京大学農学部園芸第一教室 (東京都文京区弥生 1-1-1)

Laboratory of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tokyo. Bunkyo-ku, Tokyo.

Table 1. Effects of the low oxygen storage and the low pressure storage on the ripening of the white peach 'Okubo' fruits at 30°C.

Treatment	Oxygen partial pressure	Ground color index* (0-3)	Firmness (pound)	Peeling index* (0-3)	Flavor index* (0-3)	Ripening periods* (days)
Exp. 1						
Control (21% O ₂ 1.0 atm)	0.21 atm	B.T.* 3 days 0.3 2.6	B.T. 3 days 14.3 3.1	B.T. 3 days 0 1.8	B.T. 3 days 0.6 1.7	3.2
L.O.S.* (10% O ₂ 1.0 atm)	0.10 atm	2.1	4.0	1.5	1.3	4.0
L.P.S.* (21% O ₂ 0.48 atm)	0.10 atm	1.9	4.2	0.8	1.5	5.5
Exp. 2						
Control (21% O ₂ 1.0 atm)	0.21 atm	B.T. 2 days 1.4 2.8	B.T. 2 days 6.8 3.3	B.T. 2 days 0.4 2.0	B.T. 2 days 0.5 1.3	2.0
L.O.S.* (5.7% O ₂ 1.0 atm)	0.057 atm	1.8 2.5	5.3 3.9	0.7 1.3	0.5 1.5	7.0
L.P.S.* (21% O ₂ 0.27 atm)	0.057 atm	1.4 2.4	5.6 4.2	0.3 1.0	0.4 1.0	9.0

* B.T. Before treatment.

L.O.S. Low oxygen storage. L.P.S. Low pressure storage.

Ground color index = $(0 \cdot GI + 1 \cdot GII + 2 \cdot GIII + 3 \cdot GIV) / 100$.

GI = % green fruit. GII = % yellowish green fruit. GIII = % greenish yellow fruit. GIV = % yellow fruit.

Peeling index = $(0 \cdot GI + 1 \cdot GII + 2 \cdot GIII + 3 \cdot GIV) / 100$.

GI = % unpeeled fruit. GII = % fruit peeled only at the fruit top. GIII = % fruit peeled completely. GIV = % fruit peeled but torn off.

Flavor index = $(0 \cdot GI + 1 \cdot GII + 2 \cdot GIII + 3 \cdot GIV) / 100$.

GI = % sour fruit. GII = % fruit with a good flavor. GIII = % fruit with an excellent flavor. GIV = % fruit with off flavor.

Ripening periods Days required to good edible conditions, evaluated by changes of peeling index.

5 mm のガラス管を用い、アスピレーターを止めたときに生じる容器内圧力の増加を 5 mmHg に抑えた。

2. モモ (大久保)

(1) 材料および方法

モモ大保種を用い、第1表のように 30°C 下で2回実験を行なった。1回目の材料は山梨県果樹試験場産M級秀果を 1972 年 8 月 1 日に収穫し、2回目は 8 月 8 日に山梨県産果実を市場より求めた。減圧処理は 0.48 atm (酸素分圧 0.1 atm) と 0.27 atm (0.057 atm) とした。

モモの追熟を比較する場合、果肉軟化と果皮地色黄色化の進行は追熟初期に著しく、生食用適熟日前後では変化が少ないため、これらの測定値では追熟後期での比較が困難である。しかし適熟日前後にはく皮しやすくなり、はく皮指数⁴⁾を測定すると比較しやすい。また追熟日数と直線関係になり、平均適熟日前後で指数値が2になる⁶⁾。そこで本実験では各区とも 10~12 個を用い、適熟までの平均追熟所要日数をはく皮指数が2になる日数を用いて推定し、処理区間の比較を行なった。

(2) 結果および考察

第1表のように、地色の黄色化と軟化は低酸素ガス処理と減圧処理により抑制され、減圧処理の方がその程度は大であった。またはく皮指数より平均追熟所要日数を推定すると、1回目では空気区が 3.2 日なのに対し、減圧区は 5.5 日、1 気圧低酸素区は 4.0 日、2 回目ではそれぞれ、2.0、9.0、7.0 日と思われ、酸素分圧が小さい 2 回目の方が追熟の抑制効果が大いと思われた。また各区とも異臭などの障害は生じなかった。

バナナやトマトなど¹⁾²⁾と同様、白肉桃も減圧下で追熟が抑制される。前報⁴⁾⁵⁾と同様、1 気圧の低酸素条件下でも追熟が抑制されていることより、減圧処理による抑制効果の一部は酸素分圧の低下によると思われる。同じ分圧条件でも減圧区の方が抑制効果が大きかったが、この原因について BURG ら¹⁾²⁾は減圧下で果実内のエチレンが除去されることを考えている。

3. リンゴ (紅玉)

(1) 材料および方法

長野県園芸試験場産の紅玉を 1972 年 9 月 30 日に収穫し、未熟果を選んで 4°C 下に 60 日間貯蔵した。1 気圧下では低酸素条件の貯蔵効果が 3% (酸素分圧 0.03 atm) 前後で明確になるため、0.14 atm (酸素分圧 0.03 atm) の減圧処理を行なった。

果実の調査には各区とも 30 個を用い、果皮地色と維管束の黄色化、果肉硬度、果汁の滴定酸度と可溶性固形物含量、さらに果実の減量歩合を測定した。

Table 2. Effects of the low oxygen storage and the low pressure storage on Jonathan apples at 4°C.

Treatment	Oxygen partial pressure		Ground color index (0-3)		Firmness (pound)	
	B.T.	60 days	B.T.	60 days	B.T.	60 days
Control (21% O ₂ 1.0 atm)		0.21 atm	0.7	2.0	13.0 a	6.3 b
L.O.S. (3% O ₂ 1.0 atm)		0.03 atm		1.5		6.7 b
L.P.S. (21% O ₂ 0.14 atm)		0.03 atm		1.3		6.0 b

	Titratable acidity (ml/0.1 N-NaOH/100 ml)		Soluble solids (%)			Yellowing of vascular bundles (%)	
	B.T.	60 days	B.T.	30 days	60 days	B.T.	60 days
Control	121 a	100 b	13.1 b	(13.8)	13.3 b	0	79
L.O.S.		108 b		(13.9)	13.3 b		36
L.P.S.		102 b			14.0 a		16

L.O.S., L.P.S.……See in Table 1.

Ground color index……See in Table 1.

Yellowing of vascular bundles……% fruits with the yellowish vascular bundles.

a-b……Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan multiple range grouping test.

(2) 結果および考察

リンゴは貯蔵中に地色や維管束が黄色化するが、第2表のように1気圧低酸素条件区と減圧区で黄色化が抑制され、とくに減圧区の方が抑制効果が大きかった。また、硬度、滴定酸度には有意差が見られなかったが、対照区と低酸素条件区では可溶性固形物含量が1か月目に増加し、2か月目では減圧区の含量が多く、食味も減圧区が最良であった。KIM ら⁷⁾⁸⁾も全糖と還元糖の変化で同様な結果を得ている。一般に可溶性固形物含量には有意な変化が認められにくく、貯蔵中に減少する 경우가多いが、本実験では通常の短期貯蔵用適熟果より未熟で、熟度のそろった材料を用いたため、貯蔵中に有意な増加が認められたと思われる。また減量歩合は対照区が0.7%、低酸素条件区が0.5%に対し、減圧区は1.8%で、一部果実に軽い萎凋が見られた。

本実験では貯蔵障害が発生せず、障害への減圧の影響を明らかにできなかった。また貯蔵中の軟化や減酸は減圧処理をしても抑制されなかったが、KIM ら⁷⁾⁸⁾は0.21 atm 下より0.74, 0.87 atm 下の方が減酸が抑制され、減量も少ないことを見ている。このためリンゴの低温貯蔵では減圧の程度により地色の黄色化や減酸などに対する影響が異なることも考えられ、貯蔵に適した圧力は障害への効果を含め、今後さらに検討する必要がある。

4. 摘 要

減圧処理が果実に及ぼす影響を調べ、低温減圧貯蔵法を検討するため、減圧条件下で果実に空気を常時通気す

る装置を作成し、モモを追熟させるとともに、リンゴ紅玉を低温減圧貯蔵した。また減圧処理の効果を明確にするため、減圧処理と同じ酸素分圧を持つ1気圧の低酸素ガス処理を行ない比較した。

30°C 下でモモ大久保種を追熟させると、酸素分圧が低いほど追熟が抑制され、同じ分圧下では低酸素処理より減圧処理の方が抑制効果が大きかった。

4°C 下で2か月間、リンゴ紅玉を貯蔵した。1気圧低酸素条件区(3% O₂, 1 atm)と減圧処理区(21% O₂, 0.14 atm)では普通冷蔵区(21% O₂, 1 atm)に比べ、地色と維管束の黄色化が抑制され、減圧区の方が顕著であった。減圧区では普通冷蔵と低酸素区に比べ、貯蔵2か月目の可溶性固形物含量が多かったが、減圧区では普通冷蔵の2.5倍、低酸素区の3.5倍、減量歩合が大きかった。普通冷蔵、低酸素区、減圧区とも硬度と酸含量には差がみられなかった。

文 献

- 1) BURG, S. P. and BURG, E. A.: *Science*, **148**, 1190 (1965).
- 2) BURG, S. P. and BURG, E. A.: *Science*, **153**, 314 (1966).
- 3) 原田順厚・小山内たか・岡本辰夫: 弘前大農学報, (13), 7 (1967).
- 4) 梶浦一郎・岩田正利: 園学雑, **40** (4), 421 (1971).
- 5) 梶浦一郎・岩田正利: 園学雑, **40** (4), 430 (1971).
- 6) 梶浦一郎: 園学雑, **42**, 投稿中 (1973).
- 7) KIM, K. S., PARK, Y. T., HONG, S. Y. and SOHN,

-
- T.H.: *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **11**, 67 (1969).
9) PANTASTICO, E.B.: *Philipp. Agr.*, **51**, 697 (1968).
(昭和48年2月7日受理)
- 8) KIM, K.S., LEE, K.L., HONG, S.Y. and SOHN,
T.H.: *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **11**, 77
-