

各種プラスチック・フィルムで包装された 果実・野菜類の袋内ガス組成—II

その他の果実, 野菜

松井悦造・清水義弘

Components of Gases in Plastic Pouches, Packaged with Fresh Fruits and Vegetables—II

Other Fruits and Vegetables

Etsuzo Matsui and Yoshihiro Shimizu

The gas permeabilities of plastic films containing perishable foods such as olive, strawberry, kumquat, loquat, peas, sprouting beans, pod peas, green and white asparagus, spinach, onion, leek, scallion, egg plant, pimento, potato, tomato, okura, ginger, sweet potato, taro, mushroom, shiitake and enokitake were studied.

When the fresh foods were packed in the pouches of aluminum foil-laminated films, which is of almost no permeability to gases, O_2 in the pouches disappeared during a short term of storage due to the respiration of the contents, and CO_2 and N_2 remained unchanged. Furthermore H_2 was often detected. The same phenomena were observed with polyvinyl chloride, polyamide-6 and k-cellophane films, all are hardly permeable to gas.

When the foods were packed in high gas permeable polyethylene films, O_2 in the pouches was consumed by the respiration, but owing to the supply of oxygen from outer atmosphere through films, the gas composition (CO_2 , O_2 and N_2) remained practically unchanged.

1. 緒 言

前報ではオリーブの成熟した黒い果実を樹から採り、これを各種のプラスチック・フィルムで作った袋に密封し、その袋内のガス組成を経時的に検らべた。

本報では引続いて多数の果実、野菜、茸類の呼吸しつつある生鮮食品をプラスチック・フィルムに密封包装して、その袋内ガス組成を検らべてみたのでここに報告する。

実験の結果、(i) 袋内で呼吸によって O_2 が消費され CO_2 が放出される場合と、(ii) 袋内で O_2 が無くなってから H_2 が発生する場合と、(iii) マツシュルームを密封した袋内において経験されるように、袋内に O_2 が残っているにもかかわらず H_2 が発生する場合とがあることが判った。

工業技術院製品科学研究所, 工業技術連合会議包装連合部会主催, 第5回包装研究発表会において
口頭発表(1973年11月10日)

2. 実験方法

2・1 包装材料もガス分析方法も前報と同じである。

2・2 包装した果実、野菜、茸類 農場で採ったもの：キンカン、イチゴ、マツシュルーム、アスパラガス（ホワイトとグリーン）、トマト

八百屋で買ったもの：ピワ、エンドウ、モヤシ、ラツキョウ、ナス、キヌサヤエンドウ、オクラ、ピーマン、小芋、ハウレン草、キク菜、青ネギ、ツチショウガ、玉ネギ、甘藷、馬鈴薯、シイタケ、エノキダケ。

3. 実験結果

3・1 各種プラスチック・フィルムでピワ、キンカン、イチゴを密封包装の場合 (Table 1, 2)

Table 1 Components of gases in plastic pouches packed with cumquats (1)

Storage time (days)	PE pouches				P. carbonate pouches				PVC pouches			
	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0
1	2.2	10.8	0	87.0	10.4	6.0	0	83.6	23.9	0	0	76.1
2	1.7	13.4	0	84.9	9.4	8.1	0	82.5	25.7	0	0	74.3
3	1.5	13.5	0	85.0	10.0	8.0	0	82.0	27.0	0	0	73.0
4	1.4	13.6	0	85.0	10.1	7.8	0	82.1	28.4	0	0	71.6
5	1.0	13.8	0	85.2	9.9	7.6	0	82.5	29.6	0	0	70.4
6	0.7	14.0	0	85.3	9.3	7.6	0	83.1	30.8	0	0	69.2
7	0.3	14.2	0	85.5	8.3	7.8	0	83.9	32.1	0	0	67.9
14	0.3	14.2	0	85.5	7.9	7.5	0	84.6	37.7	0	0	62.3
Vol. of gas	decreased				decreased				increased			
Pouch	shranked				shranked				expanded			

Table 2 Components of gases in plastic pouches packed with cumquats (2)

Storage time (days)	P. amide pouches				K-cell. pouches				Al-laminate pouches			
	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0
1	24.0	0	0	76.0	24.2	0	0	75.8	25.2	0	0	74.8
2	26.5	0	0	73.5	27.0	0	0	73.0	28.8	0	0	71.2
3	29.5	0	0	70.5	29.9	0	0	70.1	32.2	0	0	67.8
4	32.1	0	0	67.9	32.7	0	0	67.3	34.8	0	0	65.2
5	33.9	0	0	66.1	35.0	0	0	65.0	37.3	0	0	65.7
6	35.5	0	0	64.5	36.8	0	0	63.2	39.6	0	0	60.4
7	36.6	0	0	63.4	38.2	0	0	61.8	41.9	0	0	58.1
14	42.5	0	0	57.5	35.0	0	0	65.0	40.3	0	0	49.7
Vol. of gas	increased				increased				increased			
Pouch	expanded				expanded				expanded			

3・1・1 ポリエチレンおよびポリカーボネートで密封包装したものは、袋内の O₂ は呼吸のため消費され CO₂ が現われたが、フィルムの通気性が大であるため、外からフィルムを通していくらかの O₂ が侵入し、またいくらかの CO₂ が外へ逃げ去るので袋内には常に CO₂, O₂, N₂ が経時的にもほとんど同じ比率で存在した。ガス総量は減じたので袋は縮んだ。

3・1・2 ポリ塩化ビニル、ポリアミド-6、K-セロファンで密封包装したものはフィルムの通気性が小であるため、フィルムを通してガスの出入が少く、袋内の O₂ が呼吸のためすぐ無くなり、CO₂ が発生し増加しつづけ、袋内は CO₂ と N₂ になって、ガス総量が増すので袋は膨れた。

アルミニウム箔ラミネート・フィルムは通気性、透湿性はほとんどゼロであって、フィルムを通してのガスの出入は全くないと考えてよい。ガスは袋内に閉じ込められている。O₂ がすぐ無くなり袋内は CO₂ と N₂ とだけになる。O₂ が無くなった後も分子間呼吸によって CO₂ が発生し増加し

Table 3 Components of gases in Al-laminate pouches packed with fruits and vegetables (1)

Storage time (days)	Peas				Green asparagus				Spinach			
	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0
1	40.9	0	4.6	55.1	36.0	0	22.7	41.3	17.2	0	0	82.8
2	55.1	0	11.6	33.3	22.3	0	60.3	17.4	23.2	0	0	76.8
3	55.7	0	19.2	25.1	20.6	0	68.9	10.5	23.2	0	0	76.8
4	56.0	0	22.1	21.9					23.3	0	3.0	73.7
5	56.3	0	23.0	20.7					23.3	0	6.8	69.9
6	56.7	0	23.8	19.5					23.9	0	13.4	62.7
7	57.0	0	24.6	18.4					24.0	0	25.5	50.5
14												
Vol. of gas	increased				increased				increase			
Pouch	expanded, broke				expanded, broke				expanded, broke			

Table 4 Components of gases in Al-laminate pouches packed with fruits and vegetables (2)

Storage time (days)	Shiitake				Potato				Spinach			
	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	0	21.0	0	79.0	0	21.0		79.0	0	21.0	0	79.0
1	18.4	0	0	81.6	2.6	13.8		83.6	16.9	0	5.6	77.6
2	27.6	0	0	72.4	5.6	9.6		84.8	17.1	0	11.0	71.9
3	30.1	0	5.0	64.9	9.1	6.8		84.1	17.4	0	16.2	66.4
4	28.5	0	9.8	61.7	12.7	4.5		82.8	17.5	0	21.4	61.1
5	25.2	0	14.6	60.2	16.8	2.3		80.9	17.8	0	24.0	58.2
6	21.0	0	19.5	59.5	20.8	0		78.7				
7	15.6	0	27.0	57.4	24.9	0		75.1				
14	7.0	0	39.6	53.4	30.4	0		69.6				
Vol. of gas	increased				increased				increased			
Pouch	expanded				expanded, broke				expanded broke			

続け、袋は大膨脹した。これらの場合は H_2 は発生しなかった。

3・2 アルミニウム箔ラミネート・フィルムで種々の果実、野菜類を密封包装の場合 (Table 3, 4) アルミニウム箔ラミネート・フィルムは通気性透湿性ともほとんどゼロであり、またシール強度が大であるから、この袋に果実野菜を密封保存した。エンドウ、モヤシ、アスパラガス、ラッキョウ、ナス、サヤエンドウ、オクラ、ピーマン、小芋、ホウレン草、青ネギ、ツチショウガ、シイタケ、エノキダケを包装したときは、袋内では O_2 が呼吸のため無くなり、 CO_2 が発生し貯積され、 N_2 はそのままであるが、さらに H_2 が発生し、袋内ガス組成は、 CO_2 、 H_2 、 N_2 となり、ガス総量は増加し袋は大膨脹して、多くは破れた。

しかしタマネギ、トマト、甘藷、馬鈴薯を包装したときは、袋内に O_2 が無くなっても H_2 は発生せず、 CO_2 と N_2 とだけであった。

3・3 二重袋におけるガス組成 (Fig 1) オリーブをポリエチレン袋に空気とともに密封しこれをさらにアルミニウム箔ラミネート製の大型 (25×40cm) の外袋に入れ密封した。外袋内にも空気がはいつている。

内袋内ではオリーブの呼吸のため、 O_2 が少なくなり CO_2 が発生し増加して来る。内袋は通気性の異なるポリエチレン・フィルムでできているから、このフィルムを通して外袋中の O_2 が内袋の中へ侵入し、 CO_2 が内袋から外袋へ出て来る。従って外袋のガス組成はだんだん O_2 が少なくなり、 CO_2 が増して来る。それを図示したのが Fig 1 である。

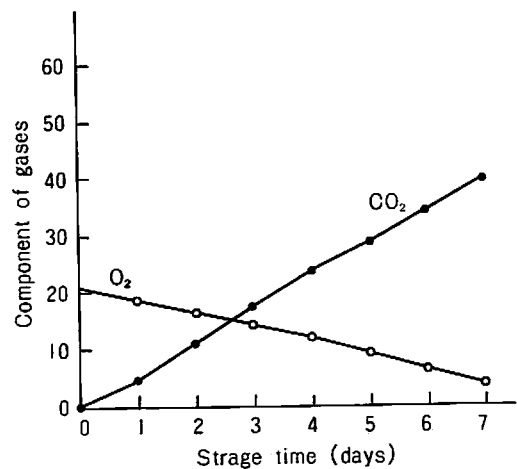


Fig 1 Components of CO_2 and O_2 gases in the outer pouch during double packaging of olives.

3・4 小括 これらの包装例をまとめてみると前報と同じ2群に別けることができる。すなわち

3・4・1 ポリエチレンとポリカーボネートはフィルムの通気性が大であって、これで果実野菜類を密封包装すると、呼吸のため袋内の O_2 が消費されて CO_2 が発生するが、フィルムを通して外からいくらかの O_2 が袋内へ侵入し、袋内の CO_2 のある量が外へ逃げ去り、袋内はいつも CO_2 、 O_2 、 N_2 がある比率でほぼ平衡を保ちながら存在した。このポリエチレンとポリカーボネートを前報と同じくAグループとする。

3・4・2 ポリ塩化ビニル、ポリアミド-6、K-セロファン、アルミニウム箔ラミネートのフィルムは通気性が小またはほとんどゼロであって、これで果実野菜類を密封すると、袋内の O_2 が呼吸のため消費されてなくなり、 CO_2 が発生して袋内は CO_2 と N_2 とになる。また嫌気性菌が存在していると O_2 が無くなってから H_2 が発生し、袋内は CO_2 、 H_2 、 N_2 のガス組成となる。これらのフィルムをBグループとする。

4. H₂ を発生する微生物

4・1 包装内で H₂ が発生するのは、前報では多分嫌気性菌の働きであろうと、十分な確定を避けていたが、その後当短大微生物研究室で検討して貰ったところ、ほぼ確定的になった。オリーブから採ったこの菌を培養し、検鏡したところ、桿菌であって、液体培養すると盛んにガスを発生した。そのガスを分析すると、H₂ と CO₂ とであってその容積比は74:26であった。

しかし顕微鏡では同時に球菌も見つかっている。H₂ を発生する菌は1種類か数種類いるか、今のところ判らない。

4・2 マツシュルームを培養床から採集して直ちに包装したとき、Table 5, 6 に示すように、

Table 5 Components of gases in plastic pouches packed with mushroom (1)

Storage time (days)	PE pouches				P. carbonate pouches				PVC pouches			
	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0
1	8.0	2.8	1.2	88.0	13.0	2.0	2.0	83.3	21.3	0	4.2	74.5
2	8.3	4.9	1.1	85.7	2.0	4.1	4.1	80.9	25.8	0	8.5	65.7
3	8.7	4.5	1.2	85.6	11.9	6.2	6.2	79.2	25.3	0	17.7	57.0
4	7.9	4.6	1.3	46.2	11.6	8.2	8.2	77.7	24.9	0	27.2	47.9
5	6.9	4.9	1.3	86.9	11.1	10.3	10.3	76.2	24.1	0	36.9	39.0
6	5.6	5.2	1.4	87.8	10.6	12.4	12.4	74.6	17.4	0	52.8	29.8
7	4.4	5.5	1.4	88.7	9.8	14.4	14.4	73.2				
14	3.9	6.2	1.3	88.6	3.1	24.5	24.5	69.4				
Vol. of gas	decreased				decreased				increased			
Pouch	shranked				shranked				expanded, broke			

Table 6 Components of gases in plastic pouches packed with mushroom (2)

Storage time (days)	P. amide-6 pouches				K-cell. pouches				Al-laminate pouches			
	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0	0	21.0	0	79.0
1	22.2	0	4.3	73.5	22.6	0	4.4	73.0	23.1	0	4.9	72.0
2	26.9	0	8.7	64.4	26.8	0	9.3	63.9	26.7	0	10.5	62.8
3	26.1	0	18.7	55.2					24.3	0	22.1	53.6
4	25.0	0	29.0	46.0					21.6	0	33.8	44.6
5	23.7	0	39.3	37.0					19.1	0	45.4	35.5
6									17.5	0	56.9	26.6
7									14.1	0	68.6	17.2
14												
Vol. of gas	increased				increased				increased			
pouch	expanded, broke				expanded, broke				expanded, broke			

通気性の異なるポリエチレン、ポリカーボネートのAグループのフィルムに密封すると袋内に O_2 が存在しているにもかかわらず、 H_2 が発生し、袋内ガス組成は CO_2 、 O_2 、 H_2 、 N_2 になった。 H_2 が細菌によって発生したとすると、これは好氣的環境での発生である。

通気性の小なるBグループのフィルムで包装すると O_2 が無くなってから H_2 が発生したので、これは嫌氣的条件での発生である。

4・3 シイタケとエノキダケの純粋培養した菌糸をアルミニウム箔ラミネート・フィルムの袋に密封包装して保存したが、 H_2 は発生しなかった。雑菌が混在していないので、 H_2 は発生しなかったものと思われる。

4・4 エンドウを鞘からとり出し(a)そのまま、(b)滅菌水で洗滌、(c)合成洗剤で洗滌、(d)過酸化水素約5%水溶液に30秒間浸漬ののちただちに滅菌水で充分洗滌してから、いずれもアルミニウム箔ラミネート・フィルムの袋に密封して保存したところ、Table 7 の如く、過酸化水素水で処理したものだけは H_2 の発生がなかった。付着菌が殺菌されたものと考えることができる。

Table 7 Components of gases in Al-laminate pouches packed with peas after washing

Treatment	Comp. of gases	Strage time (days)				
		0	1	3	5	9
Non treatment	CO_2	0	59.0	60.7	55.3	51.6
	O_2	21.0	0	0	0	0
	H_2	0	0	28.1	31.0	42.7
	N_2	79.0	41.0	11.2	13.7	5.7
Washed with water	CO_2	0	51.4	68.7	63.7	61.2
	O_2	21.0	0	0	0	0
	H_2	0	0	11.1	20.2	27.5
	N_2	79.0	48.6	20.2	16.1	11.3
Washed with synth. detergent	CO_2	0	43.2	61.5	61.1	60.7
	O_2	21.0	0	0	0	0
	H_2	0	0	15.4	19.0	21.8
	N_2	79.0	56.8	23.1	19.9	17.5
Washed with 5% solution of H_2O_2	CO_2	0	39.3	55.1	56.0	56.9
	O_2	21.9	0	0	0	0
	H_2	0	0	0	0	0
	N_2	79.0	60.7	44.9	44.0	43.1

4・5 以上のような諸事実を総合すると果実野菜の密封包装中に H_2 が発生するのは、生物体の表面に付着した偏性嫌気性菌または通性嫌気性菌の活動によるものであると判断してもよろしいのではないかと思う。

終りに臨み、微生物の検討をして頂いた岡屋教授、池上講師、純粋培養の菌糸を分譲して下さいました毛利助教授、ならびにこの原稿を校閲して下さいました志賀学長先生に厚く御礼申し上げます。