

脱酸素剤利用による包装食品の保存性

西郷 英昭, 原 京子*

Preservation of Foods in Packages with Free Oxygen Absorber

Hideaki Saigo and Kyoko Hara

Recently, oxygen absorbing package is under development as a functional packaging material in the field of plastics package, but the information on preservation of foods packed in oxygen absorbing package is very much limited.

Similar function is expected by an application of in-package free oxygen absorber in combination with simple plastic packages.

Some oxygen-sensitive foods such as glucose-glycine model solution, orange juice and soybean oil were packaged under deoxygenated condition with in-package free oxygen absorber and the quality changes were evaluated during a long term storage.

Dual packaging method was applied which consists of polypropylene inner cup and conventional nylon(PA)/polypropylene(PP) laminated outer film. Foods were packed and sealed in the inner cup and a small in-package free oxygen absorber was placed between a space of inner and outer packages. The space consists of a few volume of residual air, and then the outer pouch was sealed. The capacity of in-package free oxygen absorber was 100ml free oxygen gas for a pouch.

A storage test was carried out for twelve months at an ambient temperature. Food qualities were evaluated by the measurement of color, retention of ascorbic acid and peroxide value etc.

Results were obtained that the quality of foods was kept similar to that packaged in aluminium foil laminated (polyethylene terephthalate/aluminium foil/polypropylene) outer pouch without the in-package free oxygen absorber and the ability of in-package free oxygen absorber was not deteriorated even in the prolonged storage.

Key words: free oxygen absorber, packed food, dual packaging method, preservation.

包装食品中の酸素は食品の酸化劣化を引き起こす主要因である。酸素による食品の劣化を防止するための品質保持技術として、真空包装、ガス置換包装および脱酸素剤(酸素吸収剤)による除酸素包装が用いられている。真空包装やガス置換包装は一般的に用いられている方法であり、包装食品中のヘッドスペースの酸素は大部分除去できるが、この様な方法ではプラスチックの包装容器を透過する酸素が原因となる食品の酸化劣化を長期間防ぐことはできない。しかし、現在市販されている脱酸素剤は包装食品中の酸素を短時間で吸収し、バリアー性包材を使用すること

*元東洋食品研究所

によって、長期間その効力を維持することができることが報告されている¹⁾²⁾。脱酸素剤は低水分の食品には直接添付し包装することで効果を発揮できるが³⁾⁴⁾、液状の食品には使用できない。

今回、液状食品（グルコース・グリシンモデル液、オレンジジュース、大豆油）を内装材ポリプロピレン（PP）カップに充填、密封したのち、ナイロン（PA）/ポリプロピレン（PP）積層のパウチに脱酸素剤を入れ外装した二重構造の包装とし、同様に对照として外装材にポリエステル（PET）/アルミ箔（Al）/ポリプロピレン（PP）の気体透過性のない包装材を使用した場合、および脱酸素剤未使用の場合と内容品の品質保持性を比較検討したので報告する。

実験方法

1. 材料

- 1) 脱酸素剤 N社製一般用（自力反応型）40×50mm包装、酸素吸収能100mlを使用した。
- 2) 包装材料および包装方法 脱酸素剤を液状食品には直接添付し使用することができないので、脱酸素剤を隔離せざるをえず、そのために二重包装形態とした。その包装材料を Table 1 に示した。すなわち、試料を充填する内装容器は気体透過性の異なる包装材でもよく、ポリプロピレン（PP）カップ0.44mm厚の85ml容量のものを使用した。外装材はバリア性の高い包材が望ましいが、今回は汎用包材のナイロン/ポリプロピレン（PA/PP）0.08mm厚、酸素透過度50ml/m²・24hr・atm（RH65%）およびその对照として完全バリアタイプのポリエステル/アルミ箔/ポリプロピレン（PET/Al/PP）0.1mm厚のパウチを使用した。

包装方法は試料をPPカップに各内容品を満注充填、密封したものを外装パウチに脱酸素剤を1個入れ密封した（Fig. 1）。

外装袋内に脱酸素剤使用で、含気および真空包装した状態、脱酸素剤未使用で含気包装、窒素置換包装した場合のそれぞれで比較検討した。

2. 試料

- 1) メチレンブルー還元指示薬⁵⁾ 純水97%、寒天2%、グルコース1%、チオグリコール酸0.05%、メチレンブルー（0.5%液）0.5%を順次加熱混合、PPカップに満注充填、密封後沸騰水中で20分加熱した。

Table 1. Containers used in this experiment.

Container	Abbreviation in test	Thickness (mm)	Lid material	Filling volume or size
Polypropylene	PP cup	0.44	PET/Al/PP	85ml
Nylon/polypropylene	PA/PP pouch	0.08	—	120×180mm
Polyester/aluminum foil/polypropylene	PET/Al/PP pouch	0.10	—	130×170mm

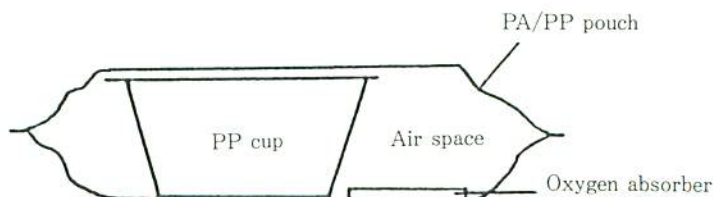


Fig. 1. Dual packaging method.

- 2) グルコース・グリシン系モデル液⁶⁾ L-アスコルビン酸 (L-A s A) 50mg/100ml, グルコース 5%, グリシン 0.6%, クエン酸 1% の組成で作製し, クエン酸ナトリウムで pH4.0 に調整し, PP カップに満注充填, 密封後 95°C, 20 分の処理を行った。
 - 3) オレンジジュース 冷凍濃縮のバレンシアオレンジ果汁を純水で希釈 (Brix11) し, PP カップに満注充填, 密封後 85°C, 25 分の殺菌を行った。
 - 4) 大豆油 大豆油を PP カップに満注充填, 密封した。
- 以上のそれぞれを各外装材で外装し, 試験目的に応じ包装試料を作成した。

3. 保存条件

室温暗所および明所 (白色蛍光灯 1000 lx 10h/day), 30°C, RH80% の条件で, 6 および 12 ヶ月間保存して品質の酸化劣化の進行状況を調べた。

4. 評価項目および測定方法

- 1) 外装包材の酸素透過度および脱酸素剤の脱酸素能 酸素濃度は T O R A Y 酸素濃度計 L C - 700 F により測定した。
- 2) メチレンブルー還元指示薬の染色度 染色度を写真により記録した。
- 3) グルコース・グリシン系モデル液の着色度, L-A s A 着色度は 10mm のガラスセルにモデル液を採取し, 島津 UV-160A 紫外可視分光光度計にて 430nm の吸光度を求め, 着色度として表した。
L-A s A は H P L C 法 (島津製作所製 L C - 3 A) で求め, 残存率として表した。
- 4) オレンジジュースの色調, 褐変度, L-A s A, 全カロチノイド量 色調は日本電色工業製測色色差計 Z-1001 D P 型を用い反射光で直径 30mm, 深さ 100mm のガラスセルにオレンジジュースを採取, L, a, b 値を求め, 色差 ΔE は保存前を対照に算出した。
褐変度はオレンジジュースと同量のエタノールを加え振盪後 1 時間暗所に放置, No. 5 C のろ紙でろ過し, ろ液を 10mm のガラスセルに採取, 430nm の吸光度を求め, 褐変度として表した。
L-A s A は H P L C 法により求め, 残存率として表した。
全カロチノイド量⁷⁾はオレンジジュース 10 g を採取, エタノール 40ml を加え振盪放置後, ヘキサン 50ml を加え色素を振盪抽出したのち, 純水 5 ml を加え振盪し, 分離したヘキサン層を 10mm のガラスセルに採取, 448nm の吸光度を測定し残存率で表した。
- 5) 大豆油の過酸化物質 日本油化学協会法 2, 4, 12-71 の方法により求めた。

結果および考察

1. 外装包材の酸素透過量

サイズ 100×160mm (内寸) の P A / P P パウチ (表面積 320cm²) に 150ml の窒素ガスを充填, 密封し, 室温, 30°C, RH80% に保存, 常圧空気における酸素透過量を求め Fig. 2 に示した。酸素透過量は室温保存 6 ヶ月で 17ml, 30°C, RH80% では 25ml であった。バリアー層である外層のナイロンの気体透過度は湿度の影響を受け, 高湿下ほど透過量が増える。

外装内へ使用する脱酸素剤の脱酸素能は公称の 3 倍程度の余力はあるといわれる⁸⁾ので, 今回使用した脱酸素剤の酸素吸収能 100ml のレベルからみると, 供試の外装包材でも酸素の影響を充分防止できるものと推測できる。

2. 脱酸素剤の脱酸素能

外装包材サイズ 100×160mm (内寸) の P A / P P パウチに 150ml の空気 (酸素量 31ml) を脱酸素剤 1 個と共に密封, 室温, 30°C, RH80% に保存し脱酸素能を調べた。

その結果を Fig. 3 に示した。2 時間後にはパウチ内の酸素をほぼ吸収 (酸素量 0.04ml) し,

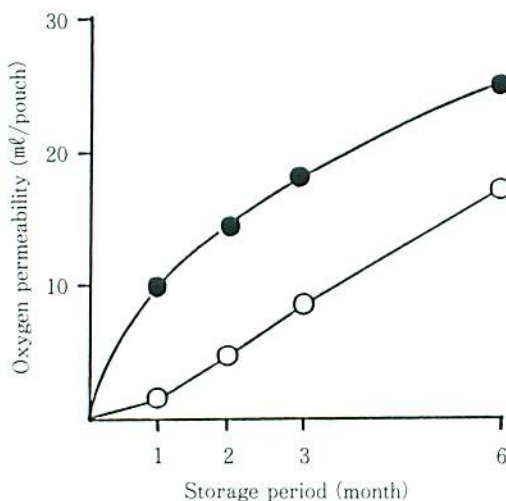


Fig. 2. Oxygen permeability PA/PP pouch during storage. pouch size: 100×160mm
○ room temperature
● 30°C, RH80%

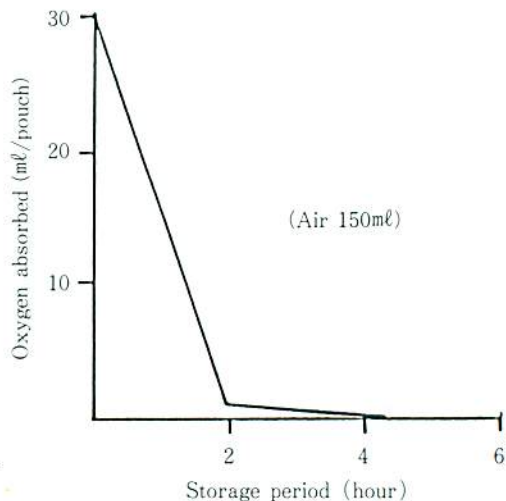


Fig. 3. Change of oxygen volume absorbed by oxygen absorber during storage at room temperature. (Air 150ml)



Fig. 4. Change of color for reoxidized methylene blue.
Left: with an oxygen absorber
Right: without an oxygen absorber

各保存条件下6ヵ月区においても外装包材を透過する酸素を吸収する域にあって、12ヵ月区の室温保存で酸素量0.41ml, 30°C, RH80%保存では0.9mlとやや増加が認められた。

また、メチレンブルー還元指示薬による染色度を Fig. 4 に示した。この指示薬は微量の酸素で反応し染色される。この脱酸素能での食品の品質保持性について以下の内容品について調べた。

3. 各内容品の経時的変化

1) グルコース・グリシンモデル液について オレンジジュースの組成を考慮して調整したモデル液の褐変については、封入酸素量の多いものほど褐変は著しく、酸素との接触をできるだけ少なくすることが望ましいと報告されている⁹⁾。このことから、脱酸素剤の使用による効果を

以下の各種包装体で保存，経時変化を調べた。

グルコース・グリシンモデル液をPPカップに満注充填，密封し，

- 1-1 PA/PPパウチで外装，脱酸素剤未使用含気包装
- 1-2 PA/PPパウチで外装，脱酸素剤使用含気包装
- 1-3 PA/PPパウチで外装，脱酸素剤使用真空包装
- 1-4 PA/PPパウチで外装，窒素置換包装
- 1-5 PET/Al/PPパウチで外装，脱酸素剤使用含気包装

以上の他に

- 1-6 PA/PPパウチにモデル液を充填，脱酸素剤（薄膜のPPパウチに包装）を入れ密封
- これら6種の包装体について，室温，30℃，RH80%の暗所に6ヵ月間保存した。

試料のpHは保存6ヵ月間において3.9~4.0の範囲にあって異状を示すものはなかった。

褐変度は430nmの吸光度の結果をTable 2に示した，また，L-AsAの残存率をTable 3に示した。

二重構造包装の脱酸素剤使用区で，外装内を含気包装とした場合褐変度の経時変化は小さく，L-AsAの残存も保存12ヵ月区で90%以上を示した。

供試外装材で気体透過性のあるPA/PPパウチと気体透過性のないPET/Al/PPがほぼ同じ値であることから，使用の脱酸素剤能で酸素の影響を殆ど受けることなく保存されたことになる。

二重構造包装で脱酸素剤使用区でも，外装内を真空包装とした場合は効果がやや低くなる。

Table 2. Browning of model solution in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Optical density (430nm)		
		Storage period (month)		
		1	3	6
Room temperature (dark)	1-1	0.300	0.428	0.328
	1-2	0.012	0.015	0.025
	1-3	0.013	0.018	0.035
	1-4	0.159	0.470	0.450
	1-5	0.010	0.012	0.020
	1-6	0.282	0.518	0.420
30℃, RH80% (dark)	1-1	0.495	0.350	0.340
	1-2	0.015	0.018	0.029
	1-3	0.015	0.029	0.060
	1-4	0.299	0.440	0.400
	1-5	0.010	0.012	0.028
	1-6	0.610	0.440	0.408

Dual packaging method

Inner package: model solution packed by PP cup

1-1 : inserted in a pouch of PA/PP without an oxygen absorber

1-2 : inserted in a pouch of PA/PP with an oxygen absorber

1-3 : inserted in a pouch of PA/PP with an oxygen absorber and vacuum packed

1-4 : inserted in a pouch of PA/PP and nitrogen gas exchange packed

1-5 : inserted in a pouch of PET/Al/PP with an oxygen absorber

1-6 : Model solution packed by PA/PP pouch with an oxygen absorber

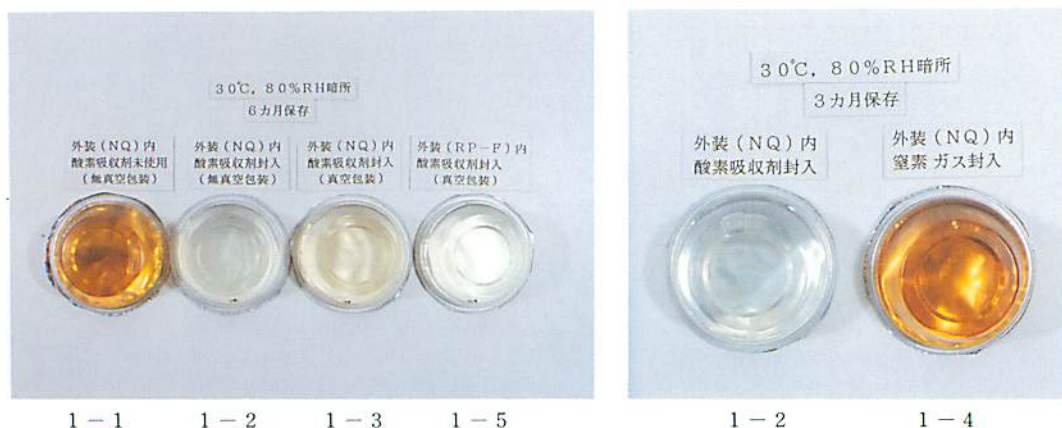
Table 3. Changes of ascorbic acid content in model solution in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Retention of ascorbic acid (%)		
		Storage period (month)		
		1	3	6
Room temperature (dark)	1-1	26.6	—	—
	1-2	98.6	96.2	94.1
	1-3	97.0	95.0	89.3
	1-4	30.0	—	—
	1-5	99.0	97.9	96.3
	1-6	28.0	—	—
30°C, RH80% (dark)	1-1	0	—	—
	1-2	97.8	95.5	90.9
	1-3	96.5	88.7	72.1
	1-4	26.0	—	—
	1-5	99.1	98.2	96.1
	1-6	0	—	—

これは真空包装することによって、内、外装材が密着してPA/PP/PPカップの一積層膜となって、透過する酸素がモデル液と直に反応してしまうためと考えられる。

液状食品中に脱酸素剤を入れる方法は好ましくないが、モデル液をPA/PPパウチ詰として、モデル液中に気体透過性の大きい極薄のPPパウチで包装した脱酸素剤を直接入れ包装した場合は全く効果が認められなかった。この原因も、PA/PPパウチを透過する酸素が直にモデル液と反応するためと考えられる。ゆえに、この様な方法での脱酸素剤は使用不可能で、脱酸素するためには、包装体を透過してくる酸素を除く空隙帯が必要である。また、包装体に脱酸素機能を持たせた容器で包装するべきで、その脱酸素機能容器の報告もみられるが⁹⁾、実用化した報告例はまだみられない。

脱酸素剤未使用で外装パウチを窒素ガス置換包装した場合はPA/PPパウチを透過する酸素によって内装材PPカップ内のモデル液は速やかに影響を受け褐変度の増大、L-AsAの減少が生じた。窒素ガス置換による場合の外装材はなお高いバリアー性のものを必要とする (Fig. 5)。

**Fig. 5.** Browning of model solution during storage of 30°C, RH80%.

酸素の影響を激しく受けた包装体では褐変の中間体が酸化分解するため¹⁰⁾、保存途中で褐変度が逆に低くなった。

2) オレンジジュースについて 液状食品で品質劣化の判定が容易なものとしてオレンジジュースを選び、PPカップに満注充填、密封し、

2-1 PA/PPパウチで外装、脱酸素剤未使用含気包装

2-2 PA/PPパウチで外装、脱酸素剤使用含気包装

2-3 PET/Al/PPパウチで外装、脱酸素剤使用含気包装

これら3種の包装体について、室温暗所・明所(1000 lx 10h/day)、30℃、RH80%暗所に12ヵ月保存した。

外装パウチ内の酸素濃度の経時の変化を Table 4 に示した。脱酸素剤使用区の外装パウチ(PA/PP)内の酸素濃度は12ヵ月の室温で0.15~0.20%、30℃、RH80%では0.50%であり、脱酸素能は保たれていると言える。脱酸素剤未使用区(3ヵ月区)では空気中の酸素濃度20.9%より減少しているのは、オレンジジュースとの反応によるものと考えられる。

試料のpHはほぼ3.8で、保存中での変化は殆どなく異状を示すものはなかった。

Table 4. Changes in concentration of head space oxygen inside pouches during storage.

Storage condition	Sample	Oxygen concentration (%)			
		Storage period (month)			
		1	3	6	12
Room temperature (dark)	2-1	—	14.50	—	—
	2-2	0.06	0.11	0.15	0.20
	2-3	0	0	0	0
Room temperature (light)	2-1	—	13.60	—	—
	2-2	0.07	0.10	0.19	0.15
30℃, RH80% (dark)	2-1	—	17.4	—	—
	2-2	0.03	0.20	0.22	0.50
	2-3	0	0	0	0

Dual packaging method

Inner package: orange juice packed by PP cup

2-1 : inserted in a pouch of PA/PP without an oxygen absorber

2-2 : inserted in a pouch of PA/PP with an oxygen absorber

2-3 : inserted in a pouch of PET/Al/PP with an oxygen absorber

Table 5. Changes of color of orange juice in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Storage period (month)															
		1				3				6				12			
		L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
Room temperature (dark)	2-1	37.5	-0.6	17.5	10.9	39.0	-0.1	17.1	10.3	—	—	—	—	—	—	—	—
	2-2	46.5	-3.9	23.6	0.8	45.5	-3.1	22.9	1.2	43.4	-2.2	21.6	3.7	41.9	-1.1	20.3	6.0
	2-3	—	—	—	—	45.7	-3.3	22.9	1.1	43.9	-2.4	31.9	3.2	42.4	-1.2	20.9	5.3
Room temperature (light)	2-1	37.5	-0.4	17.1	11.2	40.4	-0.5	16.2	9.9	—	—	—	—	—	—	—	
	2-2	46.6	-3.8	23.4	0.9	46.5	-3.1	22.8	1.4	47.1	-2.6	22.0	2.9	42.0	-1.6	20.9	4.8
30℃, RH80% (dark)	2-1	36.8	0.1	17.0	12.0	39.1	0	16.2	10.9	—	—	—	—	—	—	—	
	2-2	45.6	-3.8	22.9	0.8	44.1	-2.6	21.8	3.0	41.5	-1.2	20.3	6.3	39.3	0.1	18.3	9.4
	2-3	—	—	—	—	44.4	-2.8	21.9	2.6	42.2	-1.3	20.9	5.4	40.7	0.3	19.5	8.0

Initial value : L 45.8, a -4.3, b 23.6

色調の経時的变化を Table 5 に示した。

二重構造包装体の脱酸素剤未使用区の色調の変化は著しく、各保存条件下において保存前を対照とした色差 ΔE 値は1ヵ月区で10.9~12.0の範囲であった。脱酸素剤使用区の外装材PA/PPパウチでは室温で12ヵ月区に至っても、完全バリアタイプのPET/A1/PPパウチ外装と同レベルの色調であった。しかし、30℃、RH80%では色調に差が生じたが、色差 ΔE の差では1.4で大差はない。

褐変度、全カロチノイド量の残存率、L-A s Aの残存率の経時的变化をそれぞれ Table 6, 7, 8 に示した。

色調をはじめ各評価項目において経時的に品質劣化は認められるが、気体を完全に遮断できるPET/A1/PPパウチの外装材に脱酸素剤を併用した場合でも進行していることから、酸素の影響によらない、自然的な品質劣化であって、中程度のバリア材PA/PPパウチの外装材に脱酸素剤を併用した場合でも品質はそれと同レベルであった。

3) 大豆油について 大豆油をはじめ類似のサラダ油は酸素によって速やかに酸化劣化するもの

Table 6. Changes of serume color of orange juice in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Optical density (430nm)			
		Storage period (month)			
		1	3	6	12
Room temperature (dark)	2-1	0.271	0.258	—	—
	2-2	0.165	0.175	0.181	0.241
	2-3	0.169	0.175	0.180	0.237
Room temperature (light)	2-1	0.242	0.210	—	—
	2-2	0.162	0.172	0.168	0.217
30℃, RH80% (dark)	2-1	0.260	0.252	—	—
	2-2	0.172	0.200	0.220	0.302
	2-3	0.171	0.200	0.220	0.296

Initial value : 0.166

Table 7. Changes of carotinoid pigment in orange juice in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Retention of carotinoid pigment (%)			
		Storage period (month)			
		1	3	6	12
Room temperature (dark)	2-1	93.3	55.5	—	—
	2-2	100.0	100.0	98.6	98.7
	2-3	100.0	100.0	98.6	98.5
Room temperature (light)	2-1	89.7	40.0	—	—
	2-2	100.0	100.0	97.0	96.0
30℃, RH80% (dark)	2-1	87.1	43.5	—	—
	2-2	100.0	100.0	96.0	95.1
	2-3	100.0	100.0	96.5	94.5

Table 8. Changes of ascorbic acid content in orange juice in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Retention of ascorbic acid (%)			
		Storage period (month)			
		1	3	6	12
Room temperature (dark)	2-1	0	—	—	—
	2-2	99.0	99.8	85.1	82.8
	2-3	99.0	99.4	83.4	81.5
Room temperature (light)	2-1	0	—	—	—
	2-2	98.3	96.5	86.1	81.1
30°C, RH80% (dark)	2-1	0	—	—	—
	2-2	99.8	96.7	71.3	67.0
	2-3	99.8	96.0	74.6	70.2

で、包装容器の保存性能を判定する食品として用いた。

大豆油をPPカップに満注充填、密封し、

3-1 PA/PPパウチで外装、脱酸素剤未使用含気包装

3-2 PA/PPパウチで外装、脱酸素剤使用含気包装

3-3 PET/Al/PPパウチで外装、脱酸素剤使用含気包装

これら3種の包装体について、室温暗所・明所 (1000 lx 10h/day)、30°C、RH80%暗所に12ヵ月間保存した。

外装パウチ内の酸素濃度の経時変化はオレンジジュースの試験結果 (Table 4) と同じであった。

Table 9. Changes of peroxide value in soybean oil in various packages during storage.

Storage condition	Sample	Peroxide value (meq/kg)			
		Storage period (month)			
		1	3	6	12
Room temperature (dark)	3-1	2.0	14.0	30.0	55.0
	3-2	1.8	1.8	1.7	1.9
	3-3	1.7	1.8	1.7	1.7
Room temperature (light)	3-1	8.2	25.0	32.7	89.8
	3-2	1.8	1.8	1.8	2.0
30°C, RH80% (dark)	3-1	2.3	22.5	38.7	62.5
	3-2	1.8	1.8	1.8	2.0
	3-3	1.8	1.8	1.8	2.0

Initial value : 1.8 (meq/kg)

Dual packaging method

Inner package: soybean oil packed by PP cup

3-1 : inserted in a pouch of PA/PP without an oxygen absorber

3-2 : inserted in a pouch of PA/PP with an oxygen absorber

3-3 : inserted in a pouch of PET/Al/PP with an oxygen absorber

油の酸化の一指標とする過酸化物質の経時的变化を Table 9 に示した。

PA/PPパウチの外装材による二重構造包装体で脱酸素剤未使用区での過酸化物質の上昇は速やかで、12ヵ月区の室温暗所では55.0meq/kg、明所では89.8meq/kgにも達した。

脱酸素剤使用区ではPA/PPおよびPET/A1/PPパウチの外装材共に保存前の値とほぼ同じで、各保存条件下の12ヵ月区で2.0meq/kg以下を示し、脱酸素剤の使用効果が長期間にわたって認められた。

要 約

プラスチック包装材はその性質上金属箔を積層しない限り完全に気体の透過を防ぐことができず、透過する酸素によって包装食品は経時的に変質する。そのようなことから、酸素吸収機能性容器が開発されつつあるが、その実用例の資料は少なく、今回、汎用プラスチック包装材を用い、包装容器詰食品を市販の脱酸素剤を使用し、除酸素状態で保存した場合の食品の品質変化を経時的に調べた。

方法は内装、外装の二重構造の包装とし、外装パウチ内へ脱酸素剤を入れ密封する。この方法は脱酸素剤が使用できない液状食品にも適用できる。その内装材は気体透過性の異なるものでもよく、PPカップを用いた。外装材はPA/PPおよびその対照として気体遮断性のPET/A1/PPのパウチを用いた。

脱酸素剤は自力反応型の酸素吸収能100mlのものを用いた。

PA/PPパウチ(100×160mm)に対する酸素吸収能は室温では12ヵ月でも衰えず、その機能を維持していた。このパウチの酸素透過量は室温6ヵ月で17mlであり、脱酸素剤の酸素吸収能は公称の3倍程度はあるといわれている⁸⁾ので余力は充分ある様である。

グルコース・グリシンモデル液、オレンジジュースおよび大豆油をPPカップ詰とし、それをPA/PPパウチで外装した二重構造包装体の脱酸素剤使用区ではPET/A1/PPパウチの外装材と同レベルの品質を維持していた。光線照射下においても脱酸素雰囲気ではその影響は受けなかった。

一方、二重構造の包装とせずPA/PPパウチにモデル液を詰め、脱酸素剤を極薄膜のPPパウチ(気体透過性大)に密封したものをモデル液中に添付した場合、およびPPカップとPA/PPパウチの二重構造包装体の脱酸素剤併用であっても真空包装した場合も内外装材が密着しPA/PP/PPの層が形成されるため効果が低下した。これらは包装材を透過する酸素と内容品が直に反応して酸化劣化するためと考えられる。ゆえに、液状食品への脱酸素剤の使用は、脱酸素するための空隙部が必要となるので二重構造の含気包装とせざるを得ない。別の方法としては、脱酸素機能性容器の開発が望まれる。

二重構造包装体の外装袋内を単に窒素置換密封しただけの場合、PA/PP外装材では内容品質の劣化は速やかに進行する。

脱酸素剤はその殆どが生菓子や含油脂食品などの水分の少ない食品の防霉や酸化防止の目的で使用されているが、高水分の食品でもガスバリア性の低いPP単包装と汎用バリア性外装材を併用した二重構造包装体とし、外装袋内へ脱酸素剤を入れ含気密封包装することによって、包装体内が無酸素状態の雰囲気が保たれ、汎用透明包装体であって長期間高い品質で食品が保存できることを認めた。この方法は集積包装でも応用できる。

また、シェルフライフは外装包装材の酸素透過度を予め知ることで概ね予測できる。

文 献

- 1) 播間良彦：フードケミカル，**8**，71-81 (1992).
- 2) 中村臣慈：New Food Industry, **34**，33-39 (1992).
- 3) 竹永章生，伊藤真吾，露木英男：日食工誌，**34**，705-713 (1987).
- 4) 小柳津 周，萩原博和，成瀬宇平：調理化学，**22**，73-79 (1989).
- 5) 横関源延：日水誌，**24**，765-769 (1959).
- 6) 鎌田栄基：農化誌，**35**，285-291 (1961).
- 7) 中林敏郎，鶴飼暢雄：日食工誌，**10**，224-231 (1963).
- 8) 岡田安司：フードパッケージング，**30**，54-68 (1986).
- 9) 岩本喜伴，前田秀子：東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告書，**12**，1-5 (1976).
- 10) 中林敏郎，木村 進，加藤博通：食品の変色とその化学，pp.269，光琳書院，東京 (1967).