図をも参照して曲りにくい千歳飴を作るには145℃以上が望ましい。

5. 要 約

(1) 本実験は千歳飴の曲り防止のため行なったもので、製造後どのような保管温度に置かれても粘度が 10^{10} Poise 以上あれば曲りは防止できる。

(2) 濃縮温度140℃と145°~150℃では飴内部の結合状態が異なり、140℃の場合は145℃に比較すれば非常に曲りやすい。

(3) 濃縮温度140°~150℃における見掛け活性化エネルギーは測定温度領域25°~40℃で85.4~63.2kcal/molである。

終りに臨み御指導をいただきました北海道大学理学部

中川鶴太郎教授、研究に便宜を与えられました栄太楼食品工業株式会社細田恕夫専務ならびに助力をいただきました当研究室江島信昭氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 江島信昭・平田洋子：食品工誌，10，413 (1963).
- 2) 堤 忠一・永原太郎：食品工誌，10，447 (1963).
- 3) 中川鶴太郎・神戸博太郎：レオロジー，(みすず書房)，p. 487. (1965).
- 4) 中川鶴太郎：レオロジー，(岩波全書)，p. 110 (1965).
- 5) 石川 肇・藤森利美・久米 均：化学者および化学技術者のため統計的方法，(東京化学同人)，(1965).

(1966年4月28日受理)

不活性ガスによる酢レンコンの変色防止

塩 田 芳 之・*佐々木 喆 哉*

酢レンコンは多くポリエチレンに包装されているが、酸素の透過により褐変を起しやすいため、ポリセロ、FOPなどを使用するよう業者を指導し、一部これらに置きかえられてきた。酢レンコンの出荷は木箱またはダンボールによっているので、このなかへプラスチックフィルム製の大型の袋を入れ、これに酢レンコンの袋を詰めその間に不活性ガスを充填して密封することにより褐変防止をはかろうとした。

1. 試験方法

酢レンコンの製法は一般に剥皮、輪切、湯煮、漂白、調味液添加、シールの順に行なわれるが、本試験においては漂白せず調味液は2%酢酸のみとした。個体差が著しいため剥皮、輪切、湯煮後2倍量の2%酢酸液とともにミキサーにかけ、10×7.5cm厚さ0.06mmのポリエチレン袋(低密度)に60gずつ肉詰し気泡が残存しないように注意してヒートシールした。(ミキサーにかけたため輪切のまま袋詰したものより空気の内容量が多いと考えられるが、各試験区の結果を比較する際、影響はほとんどないと思われる。)外側の袋は低密度ポリエチレン(0.04mm)、高密度ポリエチレン(0.02mm)、ポリプロピレン(0.03mm)、セロハン(0.02mm)、防湿セ

ロハン(0.023mm)のセロハンに塩化ビニール(80%)、酢酸ビニール(20%)の共重合物をセロハンの両面へ塗布したもので、その厚みは両面でセロハンの約7%をこのように装置して、3方をヒートシールし、セロハンは市販フエキ糊で接着し、ガラス管を糸でくりつけその外側にワセリンを塗り使用した。これに上記酢レンコンの袋を6個ずつ1段に並べ、また、比較のため9L罐(罐詰用)にも同様に並べガラス管を通したゴム栓を蓋にとりつけ(このガラス管よりガスの充填を行なう)、蓋の周囲はワセリンを塗布して密閉した。不活性ガスとして窒素および炭酸ガスを使用し、これらをボンベから充填し真空ポンプで吸引し、これを3~4回繰り返したのち、十分膨らむ程度にガスを充填し、ピンチコックでとめた。この圧力を水を入れたU字管で測定しようとしたが微量なため測定にかならなかった。これを20℃および30℃の恒温器(湿度はいずれも70~80%)に入れ、ガ

* 徳島県食品加工試験場(徳島市鮎喰町2丁目)

* Prevention of Browning of Acetic Acid-Pickled East Indian Lotus by Inactive Gases. By YOSHIYUK SHIOTA and TETUYA SASAKI.

スの透過量とレンコンの変色の関係を調べた。ガス組成の測定はゴム管の部分より内部へマイクロシリンジの先端部を刺し入れ、試料を取りガスクロマトグラフにより行なった。試料採取後はピンチコックが挿入箇所の内側へ来るようその位置をずらした。色の測定は 20°C 区は 10 日後および 20 日後に、30°C 区は 1 週間後および 20 日後に内容物を遠心分離し色差計（日本電色製 ND IV型）にかけた。

2. 結果と考察

20°C におけるガスの透過の状況およびレンコンの変色のようすを第 1 表および第 2 表に示し、30°C におけるそれらを第 3 表および第 4 表に示す。ガスクロマトグラフによる分析に当たりキャリアガスに窒素を使用したため、窒素充填区は袋内の酸素の割合を示す。

プラスチックフィルムのガス透過性については産業工

芸試験所より発表されている²⁾が、ポリエチレン、ポリプロピレンなどの通気性は大きく、これらを袋にしてガスを充填した場合、第 1 表および第 3 表のように非常に速く外気と同じ組成になる。(30°C 区は充填の仕方が悪く空気が一部残存した。) セロハンは湿度の影響を受けやすいが本実験では接着も糊付けであったため密封が不完全になりやすく、そのため表に見られるような値が出たものと考えられる。防湿セロハンはガス透過性が低くヒートシールが可能のため、このような使用目的には適しているであろう。罐のガス置換については PHILLIPS, J.A.³⁾ は底からガスを入れ上から排気するときは 1~2 分で 99% 置換するとのべているが、本実験では前述のごとく蓋にとりつけたガラス管より吸引、充填を繰り返したため約半分しか置換しなかった。(吸引の際、気密が破れ蓋の周囲から空気を吸いこんだとも考えられる。)

第 1 表 袋内ガス組成の変化 (20°C)

袋の種類	ガスの種類 経過日数	N ₂ 充填区 (O ₂ % を示す)					CO ₂ 充填区 (CO ₂ %)		
		充填直後	2 日後	4 日後	13 日後	17 日後	充填直後	2 日後	4 日後
低密度ポリエチレン		0(%)	6(%)	10(%)	17(%)	17(%)	100(%)	5(%)	(%)
		0	7	11			95	4	空気と ほとんど 同じ 組成
高密度ポリエチレン		0	6	10	16	17	100	10	
		0	8	12			100	18	
ポリプロピレン		0	5	8	15	16	100	30	6
		0	5	8			100	35	7
セロハン		0	4*	7*	15*	17*	100	100	95
		0	6*	13*			100	90	90
防湿セロハン		0	0	0	4	4	100	100	97
		0	0	0			100	94	83
罐		10				10	57		

注: * 気密が破れ酸素が侵入した疑いがある

第 2 表 酢レンコンの変色程度 (20°C)

袋の種類	ガスの種類 経過日数 色	N ₂ 充 填 区						CO ₂ 充填区			対 照		
		10 日 後			20 日 後			10 日 後			20 日 後		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
低密度ポリエチレン		56.3	4.5	5.6	52.9	6.0	6.5	54.5	5.4	5.4	50.8	7.0	6.4
高密度ポリエチレン		57.0	4.4	5.4	52.5	6.2	6.3	54.6	5.2	5.4	50.8	7.2	6.4
ポリプロピレン		56.9	3.4	5.0	52.9	5.9	6.2	55.0	5.1	5.5	50.7	7.1	6.5
セロハン		56.0*	4.3*	5.2*	53.3*	6.1*	6.3*	56.8	3.7	4.8	50.8	6.7	6.6
防湿セロハン		60.2	2.0	4.8	57.0	2.7	5.1	56.7	3.8	5.0	51.1	6.9	6.4
罐					55.0	4.5	5.5				52.7	6.0	5.8

注: 封入前 L: 60.1 a: 2.1 b: 5.0

* 気密が破れ侵入した酸素の影響を受けた疑いがある

第3表 袋内ガス組成の変化 (30°C)

袋の種類	ガスの種類 経過日数	N ₂ 充填区 (O ₂ % を示す)						CO ₂ 充填区 (CO ₂ %)					
		充 直 後	2日後	5日後	7日後	11日後	16日後	充 直 後	2日後	5日後	7日後	11日後	16日後
低密度ポリエチレン		0(%)	8(%)	12(%)	(%)	(%)	(%)	80(%)	3(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
		0	8	12	空気とほとんど 同じ組織			90	4	空気とほとんど同じ組織			
高密度ポリエチレン		0	12	13				77	12				
		3	10	12	同	上		70	8	同		上	
ポリプロピレン		0	10	11				80	5	同		上	
		3	11	12	同	上		80	5				
セロハン		2	13*	15*				90	72	65	55	27	
		2	13*	15*	同	上		100	80	77			同上
防湿セロハン		0	2	2	3	4	6	80	80	73			
		0	1	1				83	80	77	77	71	55
罐		11					12	60					57

* 気密が破れたため酸素が侵入した疑いがある

第4表 酢レンコンの変色程度 (30°C)

袋の種類	ガスの種類 経過日数 色	N ₂ 充 填 区						CO ₂ 充 填 区						対 照		
		1 週 間 後			20 日 後			1 週 間 後			20 日 後			20 日 後		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
低密度ポリエチレン		51.4	4.7	8.2	47.0	6.2	9.5	50.7	4.6	8.7	46.8	6.2	9.8	45.7	6.3	10.0
高密度ポリエチレン		51.0	4.8	8.4	46.5	6.5	9.5	50.4	4.5	9.0	46.2	6.5	10.1	46.2	6.4	10.0
ポリプロピレン		51.1	4.6	8.3	46.7	6.3	9.8	50.4	4.6	9.0	46.8	6.2	10.0	46.1	6.2	9.8
セロハン		49.8*	4.8*	9.1*	46.2*	6.6*	9.7*	52.4	4.0	8.2	48.7	5.9	9.1	46.2	6.3	9.7
防湿セロハン		51.8	4.1	8.4	49.3	5.6	8.5	52.3	4.0	8.0	49.0	5.8	9.0	46.1	6.3	9.7
罐					48.3	6.0	6.0				48.0	6.0	9.1	46.0	6.3	9.8

注: 封入前 L: 57.2 a: 3.5 b: 6.2

* 気密が破れ侵入した酸素の影響を受けた疑いがある

袋内の不活性ガスの残存量が多いほど、レンコンの変色は少なく、20°C において明らかにその差が見られ、防湿セロハンの窒素充填区は 10 日後においてもほとんど変色せず、20 日後、他は褐変しているにもかかわらず、なお、白い状態であった。30°C では温度の影響が強く現われ、いずれの区もかなり変色した。20°C 区と 30°C 区はレンコンが異なるため褐変後の a, b の値も異なる。(酢レンコンの褐変には赤味の強く出るものと赤味の少ないものがある。これはレンコンの成分によるものと考えられる。)

3. 要 約

数種のプラスチックフィルムに不活性ガスを充填したが、ポリエチレン、ポリプロピレンなどは通気性が大な

ため、数日で外気とほとんど同じになり酢レンコンの褐変防止に効果がなかった。セロハンは接着が完全であるかどうか判定しがたく、また、しわがよりやすいなどの欠点から不適當で、防湿セロハンがもっともよかった。罐も完全にガス置換が行なわれたならば、効果は大であると考えられる。フィルムの選択と気密に十分注意することにより、ある程度褐変を遅延させることができる。

文 献

- 1) 塩田芳之・佐々木詰哉: 徳島食試報, 12, 31 (1964).
- 2) 産業工芸試験所: 包装用プラスチックフィルム性能表 (1959).
- 3) PHILLIPS, J.A.: *New Food Industry*, 5, (1), 40 (1963). (1966 年 5 月 4 日受理)