

各種プラスチック・フィルムで包装された トマトジュースの色の变化

松井悦造・清水義弘

On the Discoloration of Tomato Juice Packed in Plastic Films

Etstzo Matsui and Yoshihiro Shimizu

The tomato juice samples degassed in vacuo were packed in pouches of low density polyethylene (high gas permeability), polyvinyl chloride and polyvinylidene chloride (low gas permeability), with care not to enclose air. The pouches preserved in a refrigerator (in the dark), at room temperature (both in the dark and in the light) and at 37°C. (in the dark) for one, three and six months.

It was found that the change of color accompanying the decrease of licopin contents in tomato juice in plastic pouches is caused by the reaction of the carotenoid with oxygene, permeated through the plastic films. The reaction was found to be accelerated by light as well as at high temperatures.

1. 緒 言

著者らは、トマトをミキサーで粉碎して得たジュースをプラスチック・フィルムで作った袋に詰め、密封殺菌して、種々の条件（低温高温、暗所明所）で保存したのち、その色調、色素量などの变化を調べたのでここに報告する。

色調はハンター色差計によって、L, a, bの値を測定した。この方法はすでに高橋ら¹⁾によってトマトジュースについて検討されている。

トマトの赤い色素はカロチノイドのうちの主としてリコピンであることは周知のことである。トマト加工製品（ジュース、ピューレ、真空乾燥パウダーなど）を保存中にトマトの赤い色が退色または褐変し、リコピン量が減少することについては、木村、柴田²⁾（農林省食糧研）、竹花、小倉ら³⁾（千葉大）、足立、鶴飼、小管⁴⁾（カゴメ）、三木、赤津⁵⁾（キッコーマン）などの研究がある。

トマト加工製品をプラスチック・フィルムで作った袋に詰めて保存試験をした文献としては、(i) Luhら⁶⁾はトマトケチャップをポリエステル・ポリ塩化ビニリデン・ポリエチレンの3層ラミネート（通気性比較的大）とサラン塗布セロファン・ポリエチレン・アルミ箔・ポリエチレンの4層ラミネート（通気性小）のフィルムで作った袋に密封包装し、202日間保存した。その結果、保存温度が高いほど変色変質が大であり、また通気性の大なるラミネート・フィルムで包装したものが変色変質が大であった。

また木村ら⁷⁾はトマトジュースを、ポリエチレン、β線照射ポリエチレン、セロファン、ポリエ

ステル，ポリ塩化ビニリデンおよびポリプロピレンの各単層フィルムと，それらを組合せて積層したラミネートと，またアルミ箔を加えて積層したラミネート・フィルムで作った袋に詰めて密封，湯殺菌したのち，0～5°C，室温および38°Cの各温度条件で120日間保存して，その重量変化，漿液の光透過率（褐変），カロチノイド量，色調などを調べた結果，ガス透過性の少ないサラン塗布セロファン・ポリエチレン積層フィルムで包装したものが品質保持上優れていることがわかった。

2. 実験方法

当短大の農場で収穫したトマト（チコ種）をミキサーにかけ，次に減圧脱気してトマトジュースの試料とした。その可視部の透光率曲線はFig 1のとおりである。

Table 1 に示す3種類のプラスチック・フィルムで3方シールして袋（タテ・ヨコ8×8 cm）を作り，これにトマトジュース約50mlずつを入れ，手で袋内の空気を押し出しながら，口をインパルスシーラーでヒートシールし，80°C，20分間熱湯中で加熱殺菌した。これらを電気冷蔵庫（5～10°C），室温（15～30°C）暗所，室温明所，37°Cのふ卵器内の4保存区に分けて，1，3および6ヶ月間保存してのち，

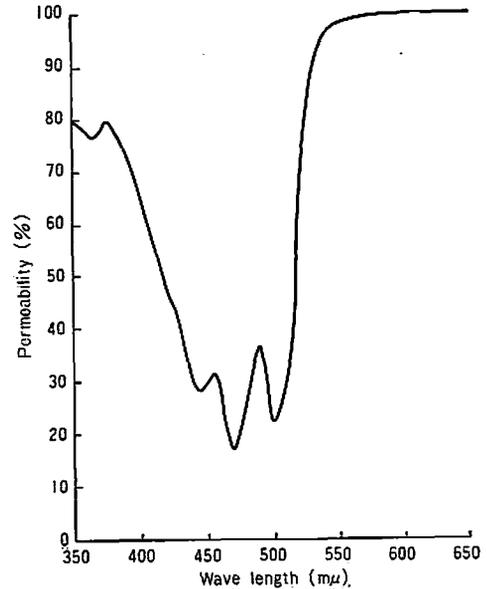


Fig 1 The absorption spectrum of extracted tomato juice (*n*-hexane as solvent)

Table 1 Properties of films

Films	Thickness mm	Gas(air) permeability cc/cm ² ·sec·cmHg	Water vapor permeability g/m ² /24h
Polyethylene (low density)	0.042	1.82 × 10 ⁻¹¹	10.6
Polyvinyl chloride	0.055	0.03 "	28.9
Polyvinylidene chloride	0.040	0.004 "	7.3

トマトジュースのpH，重量変化，ブリックス糖度，色調およびリコピン量を測定した。色調はハンター色差計で，L，a，bの値を測定した。リコピン含量の測定は，およそ木村進氏の方法に従い試料のトマトジュースをかきまぜて均質にしてから，その一部を取り，秤量し，メタノールを加えてかきまぜ，ガラスフィルターで吸引し，漏斗上の固形物を更にメタノールで洗滌ろ過し，ろ液のメタノール溶液は捨てる。次に漏斗上のパルプにベンゼンを加えて赤色の色素を全部抽出する。このベンゼン溶液を分液漏斗内で水で洗滌後，減圧乾固（50°Cで）する。これにn-ヘキサンを加えて溶かし一定量として，分光光度計で波長470mμのところの吸光度を測定し，予め作製しておいた標準リコピン検量線に照合して，ベンゼンで抽出された赤色のカロチノイドを，リコピンとして計算し，最初の試料のリコピン量を100として，それを%で表わした。

3. 実験結果

1. 3および6ヶ月保存の結果を Table 2, 3および4に示す。

3・1 pH フィルムの種類による差異はほとんどなかった。

3・2 重量変化 フィルムを通して袋内のトマトジュースの水分が外へ蒸散したのである。

保存温度が低いと水分の損失はほとんどないが、保存温度が高いと重量減が大になった。

3種類のフィルムのうち、ポリ塩化ビニルで包装のものが最も重量減が大であったのは Table 1

Table 2 Tomato juice stored in plastic pouches for one month

	Films	pH	Wt. change %	Brix %	Color			Lycopene %
					L	a	b	
in refrigerator 5-10° C	PE.Id.	3.11	0	6.0	17.11	12.39	7.10	67.61
	PVC	3.10	-0.1	6.0	16.75	14.39	6.39	68.70
	PVdC	3.10	0	6.0	16.74	14.69	6.29	69.45
at room temp. in the dark 20-30° C	PE.Id.	3.10	0	6.0	16.33	12.45	7.20	62.15
	PVC	3.09	-1.4	6.0	16.33	12.45	6.38	66.49
	PVdC	3.09	-0.1	6.0	16.05	12.45	6.10	69.45
at room temp. in the light 20-30° C	PE.Id.	3.09	-0.9	6.1	18.62	9.17	6.90	34.61
	PVC	3.09	-1.3	6.1	16.40	13.02	6.45	56.11
	PVdC	3.10	-0.2	6.1	16.95	13.04	6.85	59.45
in incubator 37° C	PE.Id.	3.10	-3.6	6.1	16.21	10.89	6.10	34.66
	PVC	3.09	-6.4	6.1	16.72	10.93	5.80	55.00
	PVdC	3.09	-4.2	6.1	16.42	10.95	6.10	60.69
Control		3.13	—	6.0	16.78	13.56	6.00	100.00

Table 3 Tomato juice stored in plastic pouches for three months

	Films	pH	Wt. change %	Brix %	Color			Lycopene %
					L	a	b	
in refrigerator 5-10° C	PE.Id.	3.15	-0.5	6.0	18.80	11.69	9.49	39.65
	PVC	3.19	-1.2	6.1	18.21	11.69	8.82	46.32
	PVdC	3.21	-0.7	6.0	18.11	12.10	8.45	53.00
at room temp. in the dark 20-30° C	PE.Id.	3.19	-1.4	6.1	17.99	10.00	8.80	32.60
	PVC	3.19	-2.9	6.1	17.81	10.49	8.41	44.50
	PVdC	3.11	-1.8	6.0	17.70	11.40	8.04	52.84
at room temp. in the light 20-30° C	PE.Id.	3.19	-2.1	6.1	21.80	5.30	8.30	9.86
	PVC	3.18	-3.2	6.1	18.00	11.36	7.68	29.19
	PVdC	3.19	-2.2	6.1	17.24	10.89	7.30	33.00
in incubator 37° C	PE.Id.	3.12	-6.4	6.5	18.13	9.15	8.83	15.01
	PVC	3.11	-14.5	7.6	17.59	9.79	8.39	29.09
	PVdC	3.11	-8.1	6.3	17.98	9.49	8.89	33.91
Control		3.13	—	6.0	16.78	13.59	6.00	100.00

Table 4 Tomato juice stored in plastic pouches for six months

	Films	pH	Wt. change %	Brix %	Color			Lycopene %
					L	a	b	
in refrigerator 5—10° C	PE, ld	3.21	- 1.2	6.0	17.69	10.08	8.28	20.41
	PVC	3.20	- 2.6	6.4	17.50	10.93	8.11	34.10
	PVdC	3.20	- 1.3	6.0	16.69	11.41	7.19	49.86
at room temp. in the dark 20—30° C	PE, ld	3.28	- 2.3	6.1	17.67	7.39	7.60	15.85
	PVC	3.28	- 4.4	6.7	17.25	9.18	7.30	29.70
	PVdC	3.31	- 3.6	6.4	16.50	11.24	6.82	38.00
at room temp in the light 20—30° C	PE, ld.	3.20	- 3.0	6.1	25.14	-3.41	7.91	0
	PVC	3.25	- 5.0	6.7	20.04	5.90	6.89	7.67
	PVdC	3.20	- 4.2	6.0	19.20	6.58	5.82	12.84
in incubator 37° C	PE, ld.	3.21	-11.8	6.7	12.12	2.81	7.12	4.09
	PVC	3.23	-23.0	12.8	15.50	3.70	7.04	9.39
	PVdC	3.22	-13.3	6.8	17.09	5.80	6.78	14.26
Control		3.13	-	6.0	16.78	13.59	6.00	100.00

の透湿度の測定値から見ても当然であるが、ポリ塩化ビニリデンで包装のものが案外重量減が多かったのは、このフィルムをインパルスシーラーでヒートシールすると熔接部に隣接するところが薄くなるので、それが原因であろうかと思われる。

水分が蒸散すると袋の中のトマトジュースは濃厚になる。

3・3 ブリックス糖度 37° C、3ヶ月保存と6ヶ月保存の試料はフィルムを通して水分が蒸散し、重量が減じ、濃縮されたので糖度が高くなったのは当然である。

3・4 色調

3・4・1 L値、すなわち明るさであって、L値が大になるのは最初の濃い赤色が淡い色になり、白っぽくなることを意味する。冷蔵庫内で6ヶ月保存しても、また室温暗所で6ヶ月保存しても、L値はほとんど変らなかつたが、室温明所では3ヶ月と6ヶ月保存した場合が大になり赤色が退色して白っぽくなった。特に通気性の大なるポリエチレン・フィルムで包装のものは退色の度合が大であった。37° C 暗所で保存すると褐色になった。6ヶ月保存のものはL値が小になり褐色で暗い色であった。その褐変も通気性の大なるポリエチレン・フィルムで包装のものが大であった。

3・4・2 a値、赤さが増すと値が大になる。その逆にa値が小になると赤みがなくなる。室温明所および37° C 暗所で保存したら、a値がはなはだ小になって、赤い色が消えてきた。特にポリエチレンで包装のものがはなはだしかった。

3・4・3 b値、黄みが増すとb値が大になるはずであるが、保存温度、明暗、フィルムの種類が違っても、b値はわずかに小差があるだけで、ほとんど変らなかつた。

3・5 リコピン残存率 トマトジュースを密封包装して保存するうちに、リコピン量(カロチン系色素量)は最初100%あったものが段々と減じてきた。特に室温明所および37° C 暗所、6ヶ月保存後にはゼロかゼロに近い少量になって終った。この場合も通気性の大なるポリエチレン・フィル

ムで包装のものが、その減少の度がはなはだしかった。

4. 総 括

トマトジュースをプラスチック・フィルムで密封包装殺菌してから、長期間保存する実験において、

4・1 冷蔵庫（暗所）内で保存の場合は、色調のL、a値はあまり変わらなかった。しかしリコピン残存率は漸減した。

4・2 室温暗所と室温明所とに保存の場合を比較すると、室温明所のものの方が、色調のLとa値およびリコピン残存率の変化がはるかに大であった。すなわち光がはなはだしく影響したことがわかる。

4・3 37°C 暗所に保存の場合は、赤い色が褐色になり、リコピン残存率もはなはだしく減少した。温度が影響した。

4・4 3種類の包装材料のうち、通気性の大きなポリエチレンで包装のものが、リコピン残存率の変化も最も大であった。フィルムを通して外から酸素が侵入し、その酸素によってカロチン系色素のリコピンが変色変質したものと考えられる。

文 献

- 1) 高橋和彦, 角田喜代, 鉄崎弥生, 杉山直義: 日食品工会誌, 11, 61 (1964)
- 2) 木村進, 柴田富雄: 食糧研報, 7, 125 (1952); 8, 215 (1953); 12, 123; 125 (1957)
- 3) 竹花秀太郎, 小倉長雄: 日食品工会誌, 9, 373 (1962); 竹花秀太郎, 綾野雄幸, 小倉長雄, 中川弘毅, 11, 493 (1969); 中川弘毅, 梶田恒夫, 小倉長雄, 竹花秀太郎, 18, 259 (1971)
- 4) 足立由郎, 鶴飼暢雄, 小菅貞良: 同誌, 17, 337 (1970); 18, 59; 455 (1971)
- 5) 三木登, 赤津一衛: 同誌, 17, 175 (1970); 18, 303; 309 (1971)
- 6) B. S. Luh and J. M. Tsiang; Food Tech., 19, 395 (1965)
- 7) 木村進, 山本太器郎: 日本食品工業学会, 第13回大会 (1966) 講演要旨集