

# 市販茶類製品の Hunter-Lab Tristimulus Colorimeter 에 의한 色相 評價

朴吉童·崔鎮浩·成絢淳

韓國人蔘煙草研究所

(1982년 1월 10일 수리)

## Color Evaluation of Commercial Dehydrated Tea-products by Hunter-Lab Tristimulus Colorimeter

Kil Dong park, Jin Ho choi and Hyun soon Sang

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Seoul 110

(Received January 10, 1982)

### Abstract

To evaluate the quality of commercial dehydrated tea-products, the relationships between particle sizes, densities, moisture absorption & desorption and color appearance were studied by using Hunter-lab tristimulus colorimeter and spectrophotometer.

Among the tea-products was held no significant relation between particle sizes and color appearance but red ginseng extract powder (RGEP) was included L, a and b values when was reduced particle size. appearance color of tea-products indicated red-orange color, L, a and b values were ranged 32.7 to 48.0, 4.0 to 10.0 and 5.6 to 18.0, respectively, densities of tea-products ranged 0.232 to 0.898 g/ml and increased L values, Hunter's a/b ratio values was included in 0.61 to 0.90.

Color stability in this products was well agreed with decrease of total color difference value ( $\Delta E$ ) and chromaticity difference value ( $\Delta C$ ) of the Hunter-lab color data.

### 序 論

食品의 色度測定은 食品의 官能의 品質評價와 營養學的인 價値 等 品質評價와 밀접한 關係에 있다.

食品의 色度는 食品에 照射된 可視光線中에서 特定波長을 가진 光線이 吸收되거나 反射되는 것에 기인하는 것으로서 製品의 粒子構造와 粒度 등에 따라서 다르게 나타나는데 食品의 品質評價要素로서 色도에 대한 研究는 官能의인 方法과 特定波長에서 測定하는 spectrophotometric 方法이 있으며 이를 混合하여 開發한 color difference meteric 方法이 있다.

食品의 色도에 對한 研究로는 Hunter<sup>1-3)</sup> 등이 tomato purees, pastes, orange juice 및 powder의 色度變化를 조사하였고 久保田<sup>4)</sup> 등은 茶의 色도와 品質評價와

의 關係를 報告하였으며 kramer<sup>5)</sup> 등은 色도와 品質管理面에서, ohlsson<sup>6)</sup> 등은 製品製造와 色相變化를, Ifku<sup>7-8)</sup> 등은 果皮利用과 色調, 또 全<sup>9)</sup> 등은 高추가루의 乾燥方法, 粒度, 水分活性도와 色度變化 等に 對해서 報告하고 있다.

著者等은 乾燥方法에 따른 茶의 品質變化<sup>10)</sup> 熱處理에 의한 紅蔘엑기스의 色相變化<sup>11)</sup> 등에 對하여 報告한 바 있다. 그러나 市販되고 있는 嗜好食品中에서, 茶類의 主宗을 이루고 있는 커피, 홍차, 쌍화차 및 紅蔘精粉 等に 대한 色度測定과 品質管理와의 關係에 대하여는 報告된 바가 없다. 따라서 著者等은 커피, 紅蔘精粉等 8種의 市販 茶類製品을 Hunter-lab tristimulus colorimeter를 利用하여 製品別로 각각 色도와 粒度, 密度 및 水分含量과의 關係를 調査하여 有意性있는 變

果를 얻었기에 報告한다.

### 材料 및 方法

#### 1. 材 料

試料은 市販되고 있는 茶類製品인 인스탄트 커피(凍結 및 噴霧), 탕(Tang), 홍차(Black tea), 생강차(Ginger tea)는 東西食品(株) 製品을, 쌍화차는 三和食品(株) 製品을 사용하였고 紅蔘精粉(凍結 및 噴霧)은 專賣廳 製品을 사용하였다.

#### 2. 方 法

##### 1) 吸濕 및 脫濕試料의 調製

各 試料에 대한 吸濕은 Rockland의 方法<sup>12-13</sup>에 準하여 40°C에서 92% RH로 調整된 恒溫器에 Al-foil 95μm로 포장한 시료를 넣고 48시간 동안 吸濕시켰고 脫濕은 50°C, 32% RH에서 같은 방법으로 48시간 동안 脫濕시킨 區와, AOAC의 方法<sup>14</sup>에 따라 105°C에서 3시간 및 7시간 常壓乾燥하여 熱處理에 의한 脫濕을 시키어 試料로 사용하였다.

##### 2) 吸脫濕 정도의 測定

各 시료별 吸濕 및 脫濕 정도의 測定은 常法에 따라 105°C에서 3시간 常壓乾燥한 다음 乾燥減量으로 測定하였다.

##### 3) 粒度 및 密度의 測定

製品의 粒度는 分析用標準망체(Chungke Sanggong Sa, Korea)의 各 mesh 別로 區分, 常法에 따라 測定하였으며 密度는 10ml 메스실린더를 이용하여 10ml의 무게로써 密度(g/ml)를 求하였다.

##### 4) 色度の 測定

試料의 色度測定은 吸光度(O.D)와 color value로 區分하여 測定하였다. 吸光度 測定은 試料를 1% 水溶液으로 만들고 double beam spectrophotometer(UV 200S, Shimadzu Co., Japan)를 利用하여 380~780nm의 波長범위에서 scanning하였고 color value의 測定은 粉末試料를 그대로 sampl. cup에 2mm 두께로 고르게 편 후 Hunter-lab color difference meter D-25L(Hunter Associates Laboratory Inc., Fairfax, Virginia, USA)를 사용, 測定하였으며 chromatic reflectance standard는 white C<sub>2</sub>-15222로 하였을 때 L=91.64, a=-0.8, b=0.9, Yellow Index(YI-1)는 1.4였으며 그의 條件은 다음과 같다.

Intensity of illumination; 350 foot candles(day light)

Average angle : 45°

Reflected beam : 0

Detector system : 4 solid state silicon diode detectors

ctors

Sample cup : agron(Part No. 11595, uSA) ϕ5.6 × 3.9cm

##### 5) C.I.E 標準色度系와의 關係<sup>14-16</sup>

Hunter-Lab Color System의 L,a,b值를 C.I.E. 標準色度系의 X,Y,Z值로 表示하기 위하여 다음의 關係式을 利用하였다.

$$L=10\sqrt{Y}$$

$$a=17.5 [(X/0.98041)-Y]/Y^{1/2}$$

$$b=7.0 [Y-(Z/1.18103)]/Y^{1/2}$$

$$X=0.98041 [0.01L^2+(aL/17.5)]$$

$$Y=0.01L^2$$

$$Z=1.18103 [0.01L^2-(bL/70)]$$

또 總色度の 差(total color difference value, ΔE)와 彩色度の 差(chromaticity difference value, ΔC)는 다음 식에 따라 구하였다.

$$\Delta E=[(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta c)^2]^{1/2}$$

$$\Delta c=[(\Delta a)^2+(\Delta b)^2]^{1/2}$$

$$YI(\text{yellow index})=[100(1.28X-1.06Z)]/Y$$

### 結果 및 考察

#### 1. 製品의 粒度가 色도에 미치는 影響

市販茶類製品에 대한 粒度의 分布率을 調査한 結果는 Table 1과 같다. 이들의 粒度分布를 보면 대부분 100mesh以下로 凍結乾燥品의 粒度가 대체로 커서 20-mesh이하가 凍結커피가 95.16%이었고 凍結精粉은 48.32%였다. 또 25 mesh이하를 보면 凍結커피가 99.98%로 가장 높고 쌍화차가 88.61%, 噴霧紅蔘精粉이 82.75%, 凍結紅蔘精粉이 77.90%, 탕(Tang)이 66.91%의 順이었다. 그러나 생강차, 홍차 및 噴霧커피는 25%以下로 나타나서 製品別粒度의 크기에는 상

Table 1. Distribution of particle size in commercial dehydrated tea-products

Products	Density (g/ml)	mesh				
		20 below	20	35	60	100
Tang	0.898	—	0.36	66.90	30.32	2.44
Ssanghwa tea	0.596	37.88	2.52	49.21	9.53	1.86
Ginger tea	0.499	1.04	0.22	11.33	64.48	22.92
SD-RGEP	0.465	—	—	82.75	16.58	0.66
Black tea	0.368	—	—	12.02	68.18	19.08
SD-coffee	0.272	—	—	25.21	51.97	22.82
FD-coffee	0.253	95.16	1.92	2.90	—	—
FD-RGEP	0.232	48.32	2.30	27.28	11.84	10.26

SD-coffee: spray dried coffee

SD-RGEP: spray dried red ginseng extract powder

FD-coffee: freeze dried coffee

FD-RGEP: freeze dried red ginseng extract powder

당한 차이가 있고 특히 쌍화차나 凍結紅蔘精粉은 粒子가 고르지 못하고 넓게 분포하고 있음을 알 수 있다.

쌍화차, 凍結커피 및 凍結紅蔘精粉을 제외하고는 製品の 粒度가 25~60 mesh 사이에 주로 분포하고 있음을 알 수 있었다.

市販茶類製品の 色度を 比較하여 보면 Fig. 1과 같다. Fig. 1-A는 b値와 L値를 比較한 것으로서 b値는 -80(靑色)에서 +70(黃色)까지의 色度범위를 나타내고 L値는 0(黑色)에서 100(白色)까지의 色度범위를 나타내는데 市販茶類製品은 탕과 생강차를 제외하고는 b値가 5.6~18.0 사이에 또, L値는 32.8~48.0 범위 내에 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 b値가 增加하면 L値도 增加하는 경향이었는데 이러한 사실은 伊福<sup>7-8)</sup> 등의 報告와 一致하였다.

또 久保田<sup>4)</sup> 등은 茶의 色도와 品質評價에서 綠茶의 a値와 b値에 관한 比較에서 黃綠色系 色도를 갖는다고 報告하고 있으나 Fig. 1-B에서 보면 一般嗜好食品인 市販茶類製品은 탕을 제외하고 a値가 3.9~10.4, b値가 5.6~18.0 범위 내에 있어 朱黃色系 色도를 갖고 있음을 알 수 있었다. 全<sup>9)</sup> 등은 고추가루 粒度가 작을수록 脫色現象이 크다고 하였으나 市販茶類製品 사이에서는 粒度의 크기와 色도와의 사이에는 특별한 有意性이 인정되지 않았다. 이러한 사실은 構造 性狀 등에서 동일한 製品이 아니기 때문인 것으로 생각된다.

그러나 Table 2에서 凍結 및 噴霧紅蔘精粉에 대한 粒度의 크기와 色도와의 관계를 比較한 것으로, 粒度가 작아질수록 L, a, b値가 전부 增加하는 경향이었고 a/b値는 약간씩 增加하여 黃色色素의 증가보다 赤色色

Table 2. Relationship between particle size and color intensity in spray and freeze dried red ginseng extract powder

Products	Particle size (mesh)	C.I.E values			Hunter-Lab values						
		x	y	z	L	a	b	ΔE	ΔC	YI	a/b
SD-RGEP	30	9.98	9.08	9.24	30.13	3.48	3.96	80.94	9.05	32.82	0.88
	60	11.38	10.84	10.28	32.92	4.10	4.54	33.48	6.12	33.97	0.90
	80	11.61	10.78	9.64	32.83	5.67	5.60	33.78	7.96	43.16	1.01
	100	11.69	10.98	9.68	33.13	6.01	5.87	34.01	7.70	42.80	1.02
	120	13.47	12.10	9.56	34.78	8.20	8.07	36.63	11.50	58.75	1.02
	mean±SD	11.63	10.76	9.68	32.76	5.49	5.61	36.77	8.06	42.3	0.98
FD-RGEP	30	1.11	0.97	0.34	1.49	1.39	1.69	1.81	1.83	9.8	—
	30	13.52	12.16	10.37	34.85	4.86	6.79	36.44	10.65	52.08	0.72
	60	13.62	12.57	9.66	35.45	6.51	8.67	37.07	10.85	57.23	0.75
	80	13.40	12.11	9.41	34.80	7.79	8.34	36.62	11.41	59.24	0.93
	100	14.24	12.85	9.96	35.80	8.16	8.61	37.71	11.86	59.70	0.94
	120	18.16	16.19	10.06	40.23	10.15	10.36	43.59	16.77	77.76	0.98
mean±SD	14.40	13.05	9.96	36.06	7.49	8.55	38.00	11.88	59.44	0.88	
		1.70	1.42	0.34	1.89	1.26	2.12	2.54	2.28	8.87	—

素의 증가가 더 큰 것으로 나타나서, 粒度가 작을수록 赤色色素의 吸收가 커짐을 알 수 있었다. 또한 凍結 및 噴霧紅蔘精粉은 a/b値가 각각 0.72~0.98, 0.88~1.02로 높은 값을 나타내고 있는데 久保田<sup>4)</sup> 등은 綠茶의 品質評價의 基準으로서 a/b値의 信賴限界가 95% 이상이라고 하였으며 -0.5 이상의 綠茶는 좋은 製品이라고 報告하였다.

또 C.I.E 標準色度系의 X, Y, Z値로 比較하여 보면 X, Y値는 粒度의 크기가 작아질수록 서서히 증가되다가 120mesh에서는 급격히 증가되어 粒度가 작을수록 550 nm 이상의 吸收가 증가되고 赤色(600nm) 및 綠色(550 nm) 色素가 증가됨을 알 수 있었고 Z値는 상대적으로 감소하여 450nm 부근의 靑色色素의 吸收가 감소됨을 알 수 있다. 이러한 사실은 yellow index(YI)의 증가로도 알 수 있다. 즉 粒度가 작아질수록 黃色系色素가

증가함을 알 수 있었다. 總色度の 差(ΔE)와 彩色度の 差(ΔC)도 粒度가 작아질수록 약간 증가되는 경향이 있지만 30~100 mesh까지는 큰 변화가 없으므로 凍結 및 噴霧紅蔘精粉의 경우, 粒度는 色度の 測定에 큰 영향을 주지 않아, 色度の 安定性이 인정되지만 120 mesh 이상에서는 差가 심해서 문제가 되고 있음을 알 수 있다.

2. 製品の 密度가 色도에 미치는 영향

Table 1에서 各製品別 密度를 보면 탕과 쌍화차가 0.89 g/ml 및 0.596 g/ml로서 密度가 큰 반면 凍結紅蔘精粉 및 凍結커피가 0.232 g/ml 및 0.253 g/ml로 작은 것으로 나타났으며 이는 凍結製品이 스폰지(sponge) 狀을 이루기 때문인 것으로 생각된다.

또 製品の 密度와 明度(lightness)와의 관계를 표시한 Fig. 2에서 보면 대체로 密度가 클수록 明도가 증

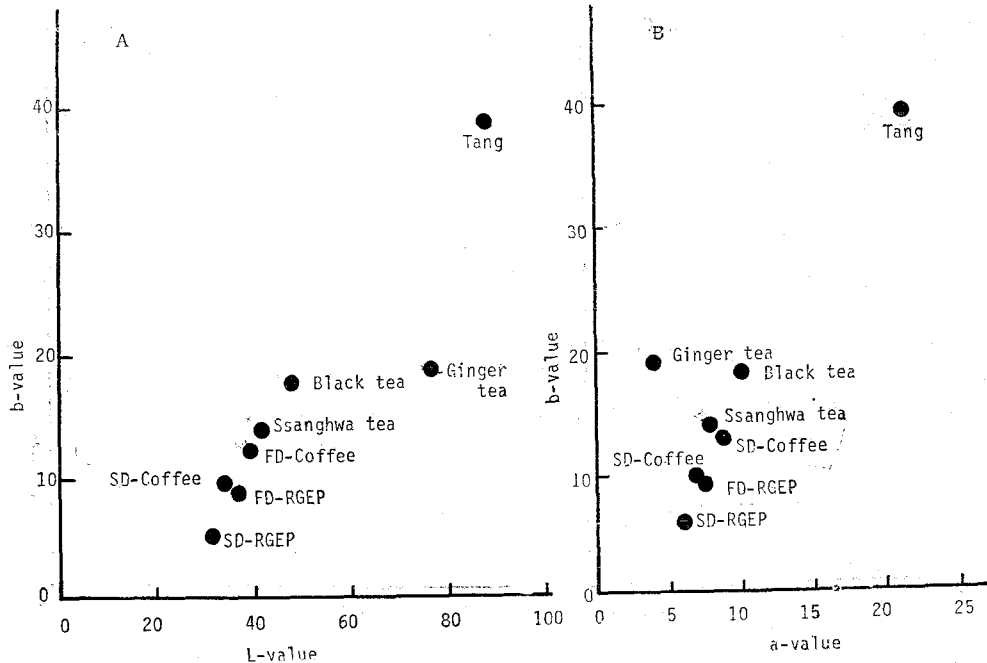


Fig. 1. Relationship between L-value vs. b-value (A) and a-value vs. b-value (B) of commercial dehydrated tea-products

가 되는 경향이였다. 동일제품이 아니기 때문에 높은  
 [ ] 有意性を 기대할 수는 없었으나 이 때의 相關係數가  
 [ ] 0.759로서 어느 정도의 有意性이 있음을 보여 주었다.  
 [ ] 따라서 密度가 큰 製品은 그만큼 조직이 치밀하고 따  
 [ ] 라서 反射되는 率이 높아지므로 明도가 증가되는 것으

로 생각할 수 있다.

3. 製品의 吸濕 및 脫濕이 色度에 미치는 영향

脫濕은 50°C, 32%RH에서 48시간 처리한 區(A)와 105°C에서 3시간동안 常壓乾燥한 區(B) 및 105°C에서 7시간동안 常壓乾燥한 區(C)로 구분하고 吸濕은 40°C 92%RH에서 48시간 처리한 區(D)를 試料로 하고 吸濕 및 脫濕에 의한 色度變化를 調査한 結果는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 製品別로 脫濕 및 吸濕에 의한 色度에 대한 뚜렷한 有意性은 나타나지 않고 있다. 이는 製品別 基本水分含量의 差異와 成分의 組成 및 그 構造가 다르기 때문으로 사료된다. 그러나 久保田等<sup>4)</sup>이 茶의 色度에 의한 品質評價에 利用한 a/b 値에서 보면 嗜好茶類製品은 대체로 생각차를 제외하고는 0.61~0.98 사이에 있음을 알 수 있었다.

또, 總色度の 差(ΔE)와 彩色度の 差(ΔC)를 製品別로 比較하여 보면 凍結 및 噴霧커피, 噴霧紅蔘精粉 및 紅茶等이 脫濕 및 吸濕에 의해서 ΔE와 ΔC의 變化가 크지 않으므로 製品의 色相에 대한 安定性이 높은 것으로 생각되며 탱, 생각차 및 쌍화차 등은 ΔE와 ΔC의 脫濕 및 吸濕에 의한 變化가 심하여 色相의 安定性에 다소 문제가 있는 것으로 생각된다.

紅蔘精粉을 比較해 보면 噴霧乾燥品이 0.29~2.19로

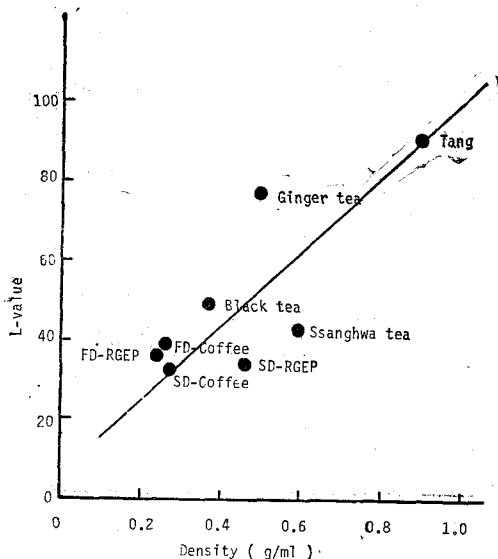


Fig. 2. Relationship between L-value vs. density of commercial dehydrated tea-products

**Table 3.** The changes of color in Hunter-lab value on absorption and desorption of commercial dehydrated tea-products

Products	Changes of moisture content	Hunter-lab values					
		L	a	b	ΔE	ΔC	a/b
SD-RGEP	4.51	32.76	5.49	5.61			0.98
A	2.63	29.76	4.83	4.91	0.70	0.28	—
B	0	31.44	4.06	4.35	2.15	0.66	—
C	-1.23	30.25	6.48	5.95	1.65	2.19	—
D	5.92	29.59	6.09	4.28	0.66	0.83	—
FD-RGEP	7.08	36.06	7.49	8.55	—	—	0.88
A	2.60	33.53	7.42	9.18	1.50	0.37	—
B	0	34.76	5.67	8.19	0.89	2.21	—
C	-1.04	30.41	6.17	7.34	5.16	2.58	—
D	8.30	35.09	7.60	9.02	0.03	0.37	—
SD-coffee	3.52	34064	7.42	9.10	—	—	0.82
A	3.20	35.22	7.70	9.86	0.80	0.77	—
B	0	36.47	5.02	8.90	1.29	1.52	—
C	-0.22	32.78	6.44	7.95	2.24	1.51	—
D	3.97	35.47	7.49	9.54	0.91	0.39	—
FD-coffee	2.17	39.83	7.95	12.49	—	—	0.63
A	2.31	41.90	7.71	13.21	2.11	0.49	—
B	0	41.39	6.03	11.78	0.96	1.58	—
C	-0.93	37.15	7.86	10.87	2.99	1.40	—
D	3.50	41.83	8.70	13.27	2.25	1.06	—
Ginger tea	2.12	77.76	3.88	18.13	—	—	0.21
A	0.88	79.90	4.27	19.16	2.34	1.09	—
B	0	78.63	2.52	20.61	1.39	2.22	—
C	-0.48	77.13	3.57	10.37	2.03	7.57	—
D	2.80	77.21	4.21	19.11	0.01	1.03	—
Tang	0.08	89.68	22.81	38.45	—	—	0.59
A	0.07	85.59	18.51	36.59	4.76	3.70	—
B	0	86.21	17.21	37.09	4.26	3.82	—
C	-0.19	61.33	13.07	21.47	33.39	19.58	—
D	0.43	88.15	21.74	39.69	0.59	0.54	—
Black tea	3.75	48.13	10.43	17.11	—	—	0.61
A	1.70	48.39	10.95	18.57	0.84	1.52	—
B	0	48.79	9.81	17.63	0.67	0.14	—
C	-0.37	47.92	11.69	17.64	0.25	0.02	—
D	4.28	47.33	11.70	17.44	0.35	0.96	—
Ssanghwa tea	8.73	41.98	7.72	13.10	—	—	0.59
A	0.43	37.16	5.44	13.86	4.03	0.31	—
B	0	39.45	8.02	11.02	2.32	1.50	—
C	-0.49	37.94	8.64	11.76	3.41	0.62	—
D	9.30	42.57	7.79	13.33	1.22	0.23	—

A: desorbed in 32% RH for 48 hours at 50°C  
 B: dried for 3 hours at 105°C  
 C: dried for 7 hours at 105°C  
 D: absorbed in 92% RH for 48 hours at 40°C

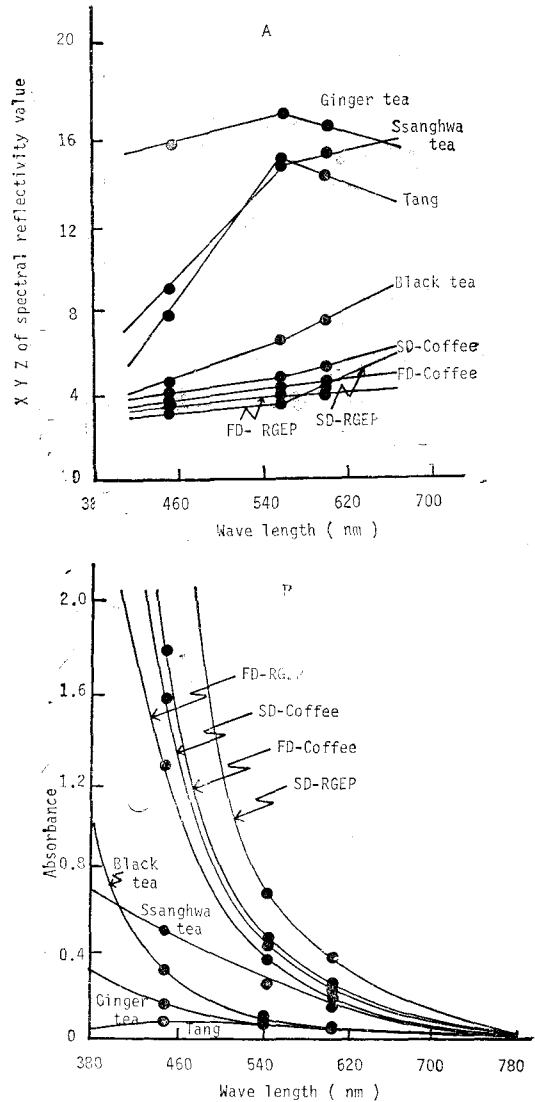
비교적 변화가 적은 반면 凍結乾燥品은 0.03~5.16으로變化가 심하였다. 따라서 噴霧紅蔘精粉이 凍結紅蔘精粉보다 色相의 安定性이 높음을 알 수 있었다.

**4. 製品別 色度成分의 變化**

光波長에 따른 製品別 色度の 變化를 조사하기 위하여 1% 수용액을 만들어 C.I.E 標準色度 X,Y,Z值와 spectrophotometer에 의한 吸光度의 變化를 780nm

에서 380nm까지 scanning하여 본 결과는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3-A에서 보면 Hunter-lab의 tristimulus filter의 X(red), Y(green), Z(blue)值를 比較해 보면 600 nm 부근의 赤色色素吸收帶에서는 생강차, 쌍화차 및 탕 등이 높았으며 홍차, 凍結 및 噴霧커피와 凍結 및 噴霧紅蔘精粉이 낮았다. 550nm 부근의 綠色色素吸收帶에서는 600nm와 거의 같은 경향이었으나 생강차, 쌍화차 및 탕이 최고의 吸光帶를 나타내었고 450nm 부근의 靑色色素吸收帶에서는 생강차는 큰 변화가 없



**Fig. 3.** Comparison of X.Y.Z. spectral reflectivity value and visible spectral absorbancy on commercial dehydrated tea products

으나 쌍화차 및 탕은 급격히 감소하였다. 따라서 생강차, 쌍화차 및 탕은 500~600nm 부근의 綠赤色色素系가 主軸을 이루고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 3-B에서 보던 紅蔘精粉 및 커피는 거의 같은 경향을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

### 要 約

市販茶類嗜好食品의 官能的 評價와 이들 製品の 品質管理의 側面에서 중요시되는 色度の 指標를 조사코저 Hunter-lab tristimulus colorimeter를 利用하여 製品の 粒度, 密度 및 脫吸濕이 色도에 미치는 影響을 조사하였다.

1. 製品 사이에는 粒度의 크기와 色度에서 특별한 有意性이 인정되지 않았으며, 紅蔘精粉의 경우 粒度가 작아질수록 L, a, b 値가 증가하고 X, Y, Z 値에서는 X, Y 値는 증가하는 경향이었으나 Z 値는 일정치 않았다.

2. 市販茶類製品の L 値 범위는 32.8~48.0이었고 a 値는 3.9~10.4, b 値는 5.6~18.0이였으며 대부분의 製品이 朱黃色色素系에 속하는 것으로 나타났다.

3. 製品の 密度는 0.232~0.898 g/ml의 범위 내에 있었으며 밀도가 클수록 L 値가 가하는 경향이였다.

4. 製品別 a/b 値는 생강차를 제외하고 0.61~0.98의 범위 내에 집중되어 있었으며 總色度の 差( $\Delta E$ ) 및 彩色度の 差( $\Delta C$ )가 작은 製品일수록 色相의 安定性이 인정되었다.

5. 各製品 사이에는 吸濕 및 脫濕에 의한 色相變化는 유의성이 없었다.

6. 光波長에 따른 製品別 色度は 생강차, 쌍화차 및 탕이 綠赤色系色素가 가장 높아 綠赤色色素系인 반면 다른 茶類製品은 X, Y, Z 値가 거의 비슷한 경향을 나타냈다.

### 文 獻

- Hunter R.S.: *J. Food protection*, 41(9), 726, (1978)
- Hunter, R.S. and Gibson, G.L.: *Color Engineering*, 45 (1969)
- Hunter R.S.: *J. opt. soc. Am.*, 48(12), 985 (1958)
- Kubota, E. Hara, T. and Nakagaw, M.: *Nippon shokuhin kogyo Gakkaishi*, 22(5), 30 (1975)
- Kramer A: *Food technol*, 30(10), 62 (1976)
- ohlsson T: *J. Food Science*, 45, 836 (1980)
- Ifku, Y., Maeda, H. and ogura, K.: *Nippon shokuhin kogyo Gakkaishi*, 23(2), 32 (1976)
- Ifku, Y., Maeda, Sawamura, M., osajima, Y. and Akuta, S.: *Nippon shokuhin kogyo Gakkaishi*, 22(5), 217 (1975)
- 全在根, 徐挺植: *韓國食品科學會誌*, 12(2), 82 (1980)
- 朴吉童, 崔鎮浩, 金玉燦, 朴澤奎: *Korean J. Food Sci. Technol*, 13(3), 202 (1981)
- 崔鎮浩, 金友政, 梁宰源, 成洵淳: *韓國農化學會誌*, 24(1), 50 (1981)
- Rockland. L.B.: *Anal Chem*, 22, 1375 (1950)
- 朴吉童, 崔鎮浩, 金友政, 成洵淳: *高麗人蔘學會誌*, 4(2), 165 (1980)
- Hunter Associates Lab.: *Hunter Lab tristimulus Colorimeter instruction manual*, Virginia (1979)
- ASTM. Committee: D 1925-70, *America Society for Testing and Materials*, Philadelphia (1975)
- ASTM Committee: D 1729-607, *America Society for Testing and Materialis*, Philadelphia (1960)