

トマトジュースの測色について

(缶詰時報, 41, No. 1 1962に発表)

鈴木保治 三島公子

On Color Measurement of Canned Tomato Juice

Y. Suzuki K. Mishima

Color of tomato juice is determined by using Munsell color disc in accordance with the U. S. standard for grade of canned tomato juice. In the color measurement, 11 combinations of color were made by following the method of four combinations of Munsell color disc, indicated by W. A. Gauld. The correlation of dominant wave length to Munsell color score was 0.962. Highest color quality of tomato juice was produced from red well-ripened tomatoes in the laboratory production.

I はじめに

トマトジュースを始め、ビューレー、ペースト、ケチャップのようなトマト製品の品質を評価するのに色調は重要な因子となっている。これまでトマト製品の測色に関しては種々の研究があるが、測色法としては、米国で最も一般的に用いられているのはマンセルカラーディスク (Munsell Color disc) よりなる標準色と試料を比較観察する方法である。これは米国農林規格中に記載されている方法で、トマト製品のグレードの決定に際して基準となるものである。機械的に測色するには、三色光電色度計か分光光度計を用いる。トマト製品には前者に属するハンター色差計が正確、迅速に測定出来るので推奨されており¹⁾、これに関する研究は多い。山田²⁾は Photovolt Meter を用いてトマト製品を測色している。後者としては Robinson³⁾ 等はベックマン分光光度計を用いてトマトジュースを測定している。

われわれは当所農場で栽培した原料で試作したトマトジュースと一般市販のトマトジュースをマンセルカラーディスクを用い、米国農林規格に準じて測色したが、同時に自記分光光度計により測色し両測定値の関係を検討した。

II 米国農林規格とトマトジュースの色調

米国農林規格⁴⁾によるとトマトジュース缶詰は、色調30点、コンシステンシー15点、欠点15点、フレーバー40点の4項目、合計100点についての採点結果からA、C、Dの3等級に分けられる。色調に関しては割当てられた30点のうちA級(Fancy)は26~30点、C級(Standard)は23~25点、D級(Sub-Standard)は0~22点のように等級に対応して点数が決められているのでトマトジュースを規定の標準色と比較しながら採点すればいずれの等級に属する色調であるか知ることができる。

採点に際して用いる標準色は4枚のマンセルカラーディスクの組合せを回転したときに生ずる色であることが農林規格中に規制されている。ディスクは赤、黄、黒、灰の4枚の円型色紙で出来て

いて、各々の色調はマンセル表色法で示された規定のものである。標準色としては、A級の最下位26点とC級の23点あるいは24点に相当するディスク（4色）の組合せが決められている。比較したトマトジュースの色調が例えば26点の組合せよりなる色調に等しいか、あるいはそれより上位ならば、A級の色調とすることができる。しかし採点の場合、農林規格に示された組合せだけではC級の色調は採点できるが、A級の色調を30点まで順次に採点することはむづかしい。

IV マンセルカラーディスク (Munsell Color disc) による測色

i) 測色に用いたマンセルカラーディスクの組合せ

Gould W. A.⁵⁾らは米国農林規格に準じて採点測色する方法として23点、24.5点、26点、28点の4種の点数に相当する組合せを示している。23点と26点は、それぞれC級とA級の最下位の点数で1957年⁴⁾以前の農林規格にはこの2点の組合せのみ示されていた。この4種の点数と組合せの関係を検討した結果、採点数を1点変えるごとに、一定の比率でディスクの組合せを変えればよいことを知ったので、23点から32点までの各点数に相当する組合せを彼等の示した4点を含めて表1のように作ることを得た。すなわち、23点から1点増すごとに表の最下段に記した割合で各ディスク(色)を増(+)減(-)させたものである。

この表のC級の点数と組合せの割合は米国農林規格中のそれとは少し異なっている。表の23点の組合せが農林規格では23点あるいは24点として示されており、また24.5点の組合せが25点として示されてあって、表中の24点と25点に相当する組合せは農林規格にはない。しかしここに表示のもの

Table 1 Munsell color percentages for scoring tomato juice

Grade	Disk No.	1	2	3 ①	4 ①	3 ②	4 ②	3 ③	4 ③
	Colour	Red	Yellow	Black	Grey	Black	Grey	Black	Grey
	Munsell color notation	5R 2.6/13	2.5YR 5/12	N ₁ /	N ₄ /	N ₁ /	N ₄ /	N ₁ /	N ₄ /
Score point									
A	32	89%	7%	2%	2%	4%	0%	0%	4%
	31	85	9.35	2.84	2.84	5.68	0	0	5.68
	30	81	11.68	3.67	3.67	7.34	0	0	7.34
	29	77	14	4.5	4.5	9	0	0	9
	28 *	73	16.34	5.33	5.33	10.66	0	0	10.66
	27	69	18.67	6.17	6.17	12.34	0	0	12.34
C	26 *	65	21	7	7	14	0	0	14
	25	61	23.33	7.83	7.83	15.66	0	0	15.66
	24.5*	59	24.5	8.25	8.25	16.50	0	0	16.50
	24	57	25.66	8.66	8.66	17.32	0	0	17.32
	23 *	53	28	9.5	9.5	19	0	0	19
△	+ 1	+ 4	-2.33	-0.83	-0.83	-1.66			-1.66

* indicated by W. A. Gould⁵⁾

△ % of increase (+) and decrease (-) of Munsell color in increase of one point

の方が農林規格より細分されているので、測定にはそのまま使用した。また点数は農林規格では30点までであるが、測定の際の比較の関係から32点までの組合せを使用した。測色採点に当ってはTable 1 から適当に選んで赤、黄、黒、灰の4枚のディスクを組合せるが、黒と灰のみは①、②、③の三通りの組合せを適当に選ぶことができる。例えば26点に相当する組合せはFig. 1 のようであって、これが回転したときに生ずる色が26点の標準色となるが、図示したもの以外に黒灰のみは黒14%と灰0%、あるいは灰14%と黒0%の2組の組合せがあるので同一点数でも黒、灰の割合については、異なる組合せを3組つくりことができる。

ii) 測 色 法

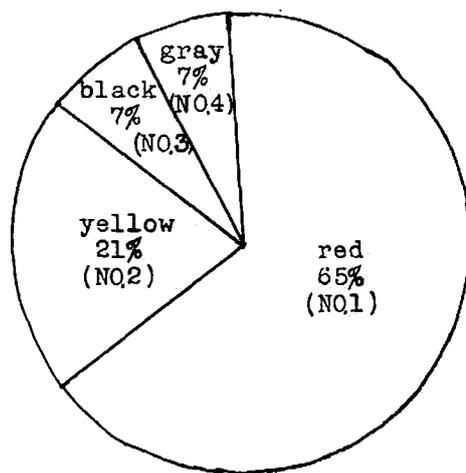
試料となるトマトジュースの色調を標準光の下でマンセルカラーディスクの組合せで得た標準色と直接肉眼的に観察比較するのであるから測色法としては最も簡単なものである。

測色器としては、Macbeth-Munsell Disk Colorimeter を用いた。これは前方の開いた箱型で試料となるトマトジュースを入れたジャーレのような皿を中央に置き、その両側にある円板上に表1より選んだマンセルカラーディスクの組合せを固定する。円板は下部に直結したモーターによって回転する。上部より照射した標準光(7500°K)の下で、試料と回転しているカラーディスクとを前方はほぼ45°の角度から観察比較する。選んだカラーディスクの組合せが試料の色調に一致すればその組合せの点数が試料の点数となり測色値となる。しかし試料の色調とカラーディスクの組合せによって生じた色調が一致することは少なく、試料の色調より良い色の組合せと悪るい色の組合せの両方から判断して採点することが多い。

IV 分光光度計による測色

島津製自記分光光度計を使用した。トマトジュースのように半透明液体の反射率を測定するには試料の液層が十分に厚いことが必要である。しかしながら測定に用いたセルは透過用の30×40×50mmセルを利用したので、液層の厚さは50mmで十分過ぎたのであるが、巾と高さが小さいのでその影響が生じた。即ち試料中に拡散した光が上下左右において一部試料を透過する場合は、Robinson³⁾等の述べているように真の反射率とは若干異なってくることが考えられる。しかし測定値の比較だけの場合であるなら、同一条件で測定すればさしつかえないので、そのまま測定した。しかしこのことについてはさらに検討したい。測定に際しセルは黒色の紙でおおって一部の透過光は吸収し、また外部からの光は遮断した。標準白板は新たに酸化マグネシウムを附着させて用いたが、その前面にセルと同質のガラスをおいて光源に対し試料と同一条件になるようにした。

Fig. 1 Percentage of color disc corresponded to 26 points of Grade A.



記録された分光反射率曲線からCIE表色法により、主波長、純度を求めた。

V 試 料

測色に用いたトマトジュースは当所試作品と市販品の二種である。試作品は主として昭和35年度のものであるが、それ以前のもある。製法はいわゆる冷破碎法で次の順序に行なった。

原料トマトは数日追熟して用いた。

原料洗滌—煮沸 (90~100°C, 30~60秒) —調整 (ヘタや悪い部分を切り取る) —破碎 (チョッパーによる) —搾汁 (エキストラクター, 0.8mm目を通す) —加熱充填 (80~86°C) —巻締 (No Vacuum) —殺菌 (85~90°C 15分) —水冷。

トマトの品種は赤福, マゼスティー, イングネヨリー珠玉, マグローブ等, 赤系と言われるものである。

市販ジュース缶詰は35年度製造のものおよびそれ以前のものである。

Table 2 Color value and score point of tomato juice

No.	Variety	Storage period, Month	Score Points	D.W.L. id	Purity Pe	Brightness Y
1	赤 福	8	30.5	603.6	71.2	4.6
2	"	8	27	599.3	71.8	5.4
3	"	8	27	599.2	73.3	5.3
4	"	7	30.5	604.6	70.6	4.2
5	"	7	31	604.8	69.3	4.4
6	"	7	27	600.2	75.2	5.6
7	Break O'day	8	29	601.6	73.0	4.4
8	"	8	30	604.2	72.4	4.4
9	"	8	30	604.2	66.8	4.2
10	"	7	27	600.6	74.6	5.7
11	Ingegnoli	8	31	604.2	72.8	4.4
12	"	8	31	604.0	73.2	4.5
13	"	7	28	601.3	77.0	5.8
14	Peason	8	30.5	604.8	74.0	4.0
15	"	7	28	601.8	72.2	4.3
16	(Marketing)	43	25	597.8	75.5	5.8
17	"	7	26.5	600.9	76.4	4.9
18	"	7	26.5	600.2	73.6	5.7
19	"	31	26	598.4	75.2	6.4
20	(Marketing)	7	25	597.3	67.5	5.5
21	"	7	26	599.2	74.6	5.2
22	" (imported)	—	27	601.2	76.0	5.0
23	" (")	—	24.5	598.3	76.0	6.0
24	Imperial	19	27	599.3	72.0	4.0
25	Break O'day	7	29	602.7	71.7	4.6
26	Marglobe	19	26	598.3	73.2	5.6
27	朱 玉	19	29.5	602.4	76.0	4.6
28	赤 福	19	29.5	603.4	72.2	4.5
29	(Marketing)	43	27	600.0	74.3	4.8
30	"	31	25	598.5	74.0	6.3

VI 測 色 結 果

Table 2 に30種の試料についてマンセルカラーディスク法による測色値（採点数）と自記分光光度計より得たCIE表色値を示した。

マンセルカラーディスク法による採点数は24.5~31であり、これに対応する分光光度計の測定値は主波長 597.8~604.8m μ 、明度4.4~6.3、純度 67~79%であった。CIE表色法の中トマトの色調において重要なのは主波長である。

Mac Gillivray は主波長はトマトの赤さを表わす尺度であるが、明度と純度は重要度が少ないことを認めていることが Friedman⁶⁾ 等によって述べられている。

また Robinson²⁾³⁾ 等によるとハンター色差計のa/b値が主波長のインジケーターとして用いられるのはトマトの測色においてはa/b値と主波長の間に直接の関係があるからである。このように主波長はトマトの赤さを代表するので、採点数(Y)と主波長(X)との相関を検討した。Fig. 2は両者の関係を示したものである。

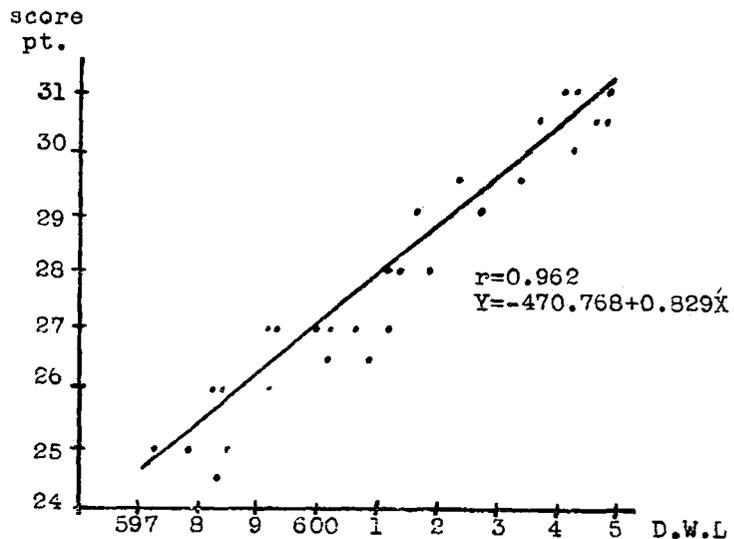
相関係数は $r=0.962$ である。自由度28の r の1%の有意水準は0.463であるから相関係数は高度に有意である。また回帰直線としては $Y=-470.768+0.829X$ を得た。マンセルカラーディスク法は肉眼的観察であるので熟練を要し測定しにくいと思われたが、採点数と主波長との相関関係が高いことはかなり良い結果をもって測定し得たことを示している。しかしこの測定とは別にいずれの標準色とも比較することの困難な色調の試料が1ケあった。これについてはさらに検討の必要があるがこのように測定しない例外もあるわけである。

また重要度は少ないといわれる明度、純度について採点数との関連性を求めると相関係数は明度においては、 $r=-0.78$ 、純度においては $r=-0.34$ であった。相関が明度において比較的高いことはトマトジュースが赤色が淡くなるほど、黄色味を増してくることからもうかがえる。これに

反し純度においてはきわめて関連性が少ない。

当所試作品の色調が同一品種であるにもかかわらず異っているものがあるがこれは原料の熟度の相違によるものである。29点、30点のように上位にあるものは赤く完熟したものばかりであったが28

Fig. 2 Relation between dominant wavelength and color score of tomato juice



点以下のものは少々青い部分があったり、赤味が少なかったりした原料であって原料の良否がそのまま製品に表われているわけである。

また No. 14 Peason は追熟後でも未熟部が多く原料としても良くなかったが、悪い部分を徹底的に切り取ったので製品の色調は良好となっている。試作品の製法は実験室的なものであったが、完熟トマトを用いたものは色調の良好なジュースをうることができた。品種間ではまだ良否はつけにくい、インゲニヨリーの色調は良好であった。

市販品の色調は27点までで余り良好とはいえないが、測定試料が少なく、その上1~2年以上経過せるものも有するのでこれのみで市販品の色調を予想することは出来ない。

VII 要 旨

- 1) マンセルカラーディスクを用い、米国農林規格に準じてトマトジュースの色調を測定（採点）した。
- 2) 測色に際し、標準色としてのマンセルカラーディスクの組合せは Gould の示した4種の組合せを元にして23点から32点まで1点ごとの組合せを作って用いた。
- 3) 測色値（採点値）と自記分光光度計による測定値との関係を検討した結果、主波長との間に高い相関があった。
- 4) 実験室の製法ではあるが、赤く完熟したトマトを用いることにより最高位に属する色調のトマトジュースをうることが出来た。

文 献

- 1) Kramer, A., Food Industries, 22 1897. 1951
- 2) Robinson, W. B., Ransford, J. R., Hand, L. B. Food Technol. 5, 314, 1951
- 3) Robinson, W. B., Wishnetsky, T., Ransford, J. R., Clark, W. L., and Hand, D. B. Food Technol., 6, 269, 1952
- 4) United States Standards for Grade of Canned Tomato Juice (Second Issue-Effective June 24, 1958). The Almanac, 238, 1959
U. S. Standard for Grade of Tomata Juice (Canned or Bottled) (Aug. 29, 1938)
- 5) Gould, W. A. Food Packer, July 24, 1951
- 6) Friedman, M. E., Marsh, G. L., Mackinney, G. Food Technol. 6, 395, 1952
- 7) 山田耕二, 缶詰時報 38, No. 10, 1959