

加工トマトに関する研究

第6報 原料及び製品の色調に関する予備試験

松本宗人 (農産製造学研究室)

Muneto MATSUMOTO

Studies on the Tomatoes for Manufacturing

(6) A Preliminary Method of Colorimetry and Some Informations on the Colours of Materials and Products

1. 緒 言

トマト加工品の品質はその色調に大きく左右され、製品の品質鑑定、品種・熟度等加工原料の選択評価、加工過程の管理、加工法の検討等に当って色調が重大な問題となるので、本学で先年来続行中の加工トマトに関する研究の遂行上色調測定⁽¹⁾の必要性を頭初より痛感して来た。色調の判断法には、色票を用いたりチントメーター⁽²⁾を用いる方法のほか、木村・柴田、山田、等によって多くの方法が用いられている。が、これらの機器を用いる方法は本学では設備上行なえないので、測色機器設置までの便法暫定策として、島根農大女子家政短大の Pulfrich 光度計を借用して測色を試み、簡易に色調を表わす数値を得る方法を検討し、これを加工トマトに関する色調上の2、3の課題について適用してみたので、その概略を報告する。

この実験は昭和32、33年夏に行なったもので、原料生果を御提供頂いた本学農場長天野義夫氏、寺田俊郎氏ほか農場の各位に対して、輸入トマトペーストを頂いたあけぼの罐詰KK、浜田罐詰KKに、また光度計を借用させて頂いた家政短大、実験に協力頂いた同短大小松原紀子氏に深謝申し上げる。

2. 測 色 法

色票と比色しても大体の目的が達せられるかと考えたが満足すべき結果は得られなかった。例えば、British Colour Council の色票⁽⁴⁾を用いたところ、橙赤色トマトの完熟前の果表色は、Azalea orange cc46、Orange flame cc47 または Marigold cc52、Spectrum orange cc 53 に、完熟果表色は Flame cc 40、Poppy cc 41、Pimento cc42に、桃赤色果は Pink 系や Geranium red cc21、Scarlet red cc22、Currant red cc23、Dahlia

red cc24、Oriental red cc29に、ピューレーは橙赤、桃赤何れより製したのもも Ember red cc34、Lacquer red cc35、Kenya red cc36に(何れも記載順に濃くなる)近いが、試料と色票とは表面の状態も異なり、色調も丁度一致するものが無く、原料果色でもピューレーの色調でも品種間の違いを区別することは困難であった。また色研の表では同様の困難を更に強く感じた。

使用した Pulfrich 光度計(島津製)は肉眼による方式でS系フィルター(S 43, 45, 48, 50, 53, 55, 57, 59, 61, 66, 69, 72)とL系のL₁(658—552, 中心615 mμ)、L₂(556—510, 中心533 mμ)、L₃(516—420, 中心468mμ)が付属していたので、これらを用いて数品種のトマトの生果表面、果肉面、生パルプ、ピューレー(常圧平皿濃縮、瓶詰、100°C30分殺菌、ろ液比重1.04、以下同様)等を標準白色板と比色して吸光度を求めてみた。生果は果肩部の着色良好な部位を果肉とも円形に切り取り、裏面果肉部は薄く切りそいで平らな面とし厚さ5mm程度の円板試料をつくり、これをガラス肉池蓋にはめ込み平らに押して、始めに果表面を、ついで試料を裏返して裏面を何れも直接測って夫々果表色、果肉色とした。生パルプはそのままを、ピューレーはそのままでは暗くて測定困難なので局方澱粉を等重量混合⁽³⁾したものを、夫々前記蓋に満して測った。試料のうち果肉面が特に暗かったし、各試料を通じてL系はL₂、L₃特にL₃が暗くて困難ながら先ず測定可能で、S系は43, 55, 57, 61, 72は暗くて殆んど使用不能、45, 50, 53, 59は辛うじて使用可能、他は大体使用可能であった。反射分光色調はフィルターによっては標準白色板からの色調と試料からの色調とが必ずしも一致しないものがあり、特にL₁は甚だしくて、標準板光に比べて試料光は橙色を強く帯びた色調であった。種々の点で測色機器としては不充分であるが一応前記の予備試用の結果、S系フィル

ターを用いて主として試料の分光特性を、L系フィルターの値から赤色度の目安となる色調度を表わす値を求めることとした。色調度はL₁, L₂, L₃による吸光度を夫々試料の青緑, 赤, 黄色の成分に対応するものとみなし(以下各フィルター名を以てそれを用いて測った吸光度を表わす)次記C_Mを算出してこれを試料の赤色度を示すものと考えた。同理から次記の如きC_Y, C₁~C₆等の色調度も算出して比較した。C_Yは山田が本法にやや類似したフィルターを用いての表示法に準じたものである。C_M=1/L₁(L₂+L₃), C_Y=L₂(1/L₁+

$$1/L_3), C_1 = S_{50}(1/S_{45} + 1/S_{59}), C_2 = S_{50}(1/S_{45} + 1/S_{66}), C_3 = S_{50}(1/S_{45} + 1/S_{69}), C_4 = S_{50}(1/S_{48} + 1/S_{59}), C_5 = S_{50}(1/S_{48} + 1/S_{66}), C_6 = S_{50}(1/S_{48} + 1/S_{69})$$

3. 実験 I

測色法を吟味するために、2種のトマトピューレー、この両者の等重量混合物、ピューレーに色素水溶液を滴下して着色したもの等を測定した結果の要点は第1表である。測定値も算出色調度も着色の関係等を大体良く表

第1表

単独, 混合, 着色ピューレーの測色値

(原料品種はGは世界一, Fは栗原, MはGとFの等重量混合物, 添加色素量はF 10g当りmg, 赤(食用赤色1号), 黄(黄1号), 青(青1号))

試料	添加色素			吸光度									色調度							
	赤	黄	青	L ₁	L ₂	L ₃	S ₄₅	S ₄₈	S ₅₀	S ₅₉	S ₆₆	S ₆₉	C _M	C _Y	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
G	—	—	—	0.232	0.696	0.901	0.900	0.882	0.800	0.467	0.198	0.268	6.9	3.8	2.6	4.9	3.9	2.6	4.9	3.9
M	—	—	—	0.266	0.697	0.906	0.913	0.900	0.862	0.462	0.203	0.273	6.4	3.4	2.8	5.2	4.1	2.8	5.2	4.1
F	—	—	—	0.281	0.700	0.910	0.870	0.920	0.912	0.452	0.208	0.277	5.7	3.3	3.1	5.4	4.3	3.0	5.4	4.3
11	0.1	—	—	0.278	0.728	0.912	0.880	0.935	0.936	0.468	0.200	0.279	5.9	3.4	3.1	5.7	4.3	3.0	5.7	4.4
12	0.2	—	—	0.276	0.780	0.922	0.882	0.954	0.984	0.482	0.210	0.275	6.2	3.7	3.1	5.8	4.7	3.1	5.7	4.6
13	0.4	—	—	0.266	0.826	0.944	0.905	0.970	1.05	0.540	0.210	0.280	6.7	4.0	4.4	6.2	4.9	3.0	6.1	4.8
24	—	0.8	—	0.280	0.676	0.932	0.898	0.930	0.920	0.458	0.205	0.278	5.7	3.1	3.0	3.5	4.6	3.0	5.5	4.3
25	—	1.6	—	0.282	0.668	0.940	0.905	0.936	0.918	0.464	0.214	0.280	5.7	3.1	3.4	5.3	4.4	3.4	5.4	4.4
26	—	3.2	—	0.280	0.680	1.05	1.04	1.01	0.996	0.480	0.214	0.284	6.2	3.1	3.0	5.6	4.5	3.0	5.6	4.5
32	—	—	0.2	0.288	0.685	0.902	0.872	0.926	0.918	0.472	0.224	0.288	5.5	3.1	3.0	5.1	4.2	2.9	5.1	4.2
33	—	—	0.4	0.332	0.698	0.915	0.868	0.920	0.914	0.486	0.240	0.302	4.9	2.9	2.9	4.9	4.1	2.9	4.8	4.0
34	—	—	0.8	0.350	0.721	0.905	0.878	0.934	0.923	0.498	0.268	0.317	4.5	2.9	2.9	4.5	4.0	2.8	5.4	3.9

わしている。色調度は大凡の見当を得る為にはどの表示法でも良い様に思われるが、S系の中・短波長部はL系よりも読み取り難いし、ピューレーの種類によって後述の如く分光特性上、青緑部の吸光度の高い型と低い型とがあって、S系による値に従うとこの両型の差異が極端に現われて肉眼の感じと大きくへだたる様であって、S系の値による色調度だけで判断することは不適当である。C_M, C_Yは大体同傾向を示すが、C_Mが試料間差異をより良く表わし算出もより容易である。S系の値から分光特性を知ること、フィルター群の波長間隔、波長巾、透光度等が不揃なので無理であるが、各吸光度の値を連ねると大凡の分光特性を示す様であるから色調判断の参考になるものと考えられる。

4. 実験 II

原料品種別に作ったトマトピューレーや輸入トマトペースト(“カリローズ”, “コリナ”)の測色値と肉眼観察による採点(男女6人が赤色度の強さを10点満点で採点した平均値)との関係は第2表の如くになった。即ち、

C₁~C₆はやや乱れた値となっているが、C_M, C_Yは共にほぼ同傾向の結果を与え肉眼判定と大体平行した値になった。多少一致しない所もあるが、肉眼観察も必ずしも正確でなく、測色法も又欠陥ある為であろうから、色調度の僅少な差異を以て速断しない様に留意すれば、本法は色調判定の簡便法として充分適用し得るものと考えられる。なお、同一試料について色素抽出液を調製して測った値による結果と上記色調度の値による色調判断とはかなり一致しない。これは、C_M, C_Yは反射広巾波長分光の値であるのに対して抽出液の狭波長巾の2波長のみによる吸光度に基く相異であろう。

ピューレーの分光特性をS系の値からみると、供試試料には二つの型がある。即ち、青緑波長部の吸光度が高く反射率の分光特性線を描けば青緑部に極小がある型(A, C, D, F, I, J, K, Y)と、青緑部に極小の無い型(B, E, G, H, L)とであって、肉眼的にも前者は明るく淡く、後者は暗く濃く感じられる傾向がある。

輸入ペースト(固形分10%に希めて供試)の色調はす

第2表 ピューレーの測色値 (F, Gの値は第1表に既出, 肉眼色調度: F6.7, G7.3)

試料	原料果 品 種	吸 光 度									色 調 度								
		L ₁	L ₂	L ₃	S ₄₅	S ₄₈	S ₅₀	S ₅₃	S ₆₆	S ₆₉	肉眼	C _M	C _Y	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
A	極 光	0.272	0.842	0.817	0.841	0.810	0.900	0.397	0.233	0.280	8.0	6.1	4.1	3.3	4.9	4.3	3.4	5.0	4.3
B	ラトガス	0.225	0.775	0.980	1.00	0.970	0.870	0.525	0.243	0.288	9.3	7.8	4.2	2.5	4.5	3.9	2.6	4.5	3.9
C	マングローブ	0.233	0.675	1.02	0.950	0.875	0.890	0.481	0.267	0.308	7.5	7.3	3.6	2.8	4.3	3.8	2.9	4.4	3.9
D	農林一号	0.356	0.730	0.983	1.02	0.970	1.01	0.462	0.271	0.288	5.5	4.8	2.8	3.2	4.7	4.5	3.2	4.8	4.5
E	愛知トマト	0.272	0.690	0.872	0.850	0.846	0.764	0.500	0.247	0.283	7.0	5.7	3.3	2.4	4.0	3.6	2.4	4.0	3.6
H	ベストオブオール	0.286	0.742	0.902	0.960	0.910	0.820	0.510	0.258	0.283	5.7	5.7	3.4	2.4	4.0	3.8	2.5	4.1	3.8
I	農林二号	0.291	0.674	0.850	0.932	0.871	1.00	0.425	0.250	0.270	6.0	5.2	3.1	3.4	5.1	4.8	3.5	5.1	4.9
J	S M 1	0.292	0.782	1.05	1.00	0.990	1.20	0.440	0.256	0.300	4.0	6.3	3.4	3.9	5.9	5.2	3.9	5.9	5.2
K	ジョンペア	0.316	0.690	0.960	0.930	1.00	1.08	0.441	0.250	0.300	3.8	5.2	2.9	3.6	5.5	4.8	3.5	5.4	4.7
X	---	0.232	0.886	1.10	1.11	1.09	1.02	0.434	0.220	0.265	9.0	8.6	4.6	3.3	5.4	4.8	3.3	5.5	4.8
Y	---	0.350	1.08	1.27	1.06	1.26	1.26	0.610	0.330	0.343	8.7	6.7	3.9	3.3	5.0	4.9	3.1	4.8	4.7

ぐれているが、研究室自製の極光、ラトガス等のピューレーは輸入品の色調に比肩しうる値を示した。供試ピューレーは何れも常圧煮沸濃縮の製品であって、減圧濃縮すれば更に色調良いものが得られる筈であるから、国内当地产原料から輸入品に優るとも劣らぬ製品を製造する訳である。

5. 実 験 III

原料果果肩部切片と生パルプについて品種別に果表皮色、果肉色、生パルプの色調等を測った結果は第3表の如くである。B, H, J, K等の果表皮色は中長波長部の反射率が高く橙赤色なることを示し、A, E, F, G,

第3表 原料果と生パルプの測色値・色調度 (試料品種記号前出 (s:果表, f:果肉, p:生パルプ))

試料		S ₄₅	S ₄₈	S ₅₀	S ₅₃	S ₆₆	S ₆₉	L ₁	L ₂	L ₃	C _M	C _Y
A	s	1.35	1.41	1.25	—	0.51	0.57	0.51	1.25	1.43	5.3	3.3
	f	1.61	1.79	1.70	—	1.14	1.30	1.16	1.69	1.70	2.9	2.5
	p	1.30	1.47	1.32	1.29	0.54	0.58	0.56	1.26	1.39	4.7	3.2
B	s	1.89	1.86	1.65	1.58	0.83	0.95	0.92	1.56	1.95	3.8	2.5
	f	1.73	1.82	1.57	1.80	0.70	0.80	0.85	1.65	1.76	4.0	2.9
	p	1.52	1.57	1.50	1.58	0.65	0.73	0.69	1.46	1.62	4.0	3.0
C	s	2.20	2.06	—	—	1.18	2.06	1.20	2.00	2.14	3.4	2.6
	f	2.02	2.16	—	—	1.43	2.09	1.76	2.16	2.23	2.5	2.2
	p	1.44	1.35	1.25	1.20	0.59	0.60	0.69	1.18	1.30	3.6	2.6
D	s	1.66	1.56	1.60	—	0.79	1.03	0.94	1.58	1.81	3.6	2.5
	f	1.53	1.53	1.31	1.40	0.85	1.10	0.95	1.43	1.50	3.1	2.5
	p	1.16	1.22	1.36	1.16	0.49	0.56	0.53	1.12	1.19	4.4	3.1
E	s	1.78	1.76	1.67	1.73	0.88	1.01	1.04	1.58	1.52	3.0	2.6
	f	1.62	1.66	1.69	—	0.92	0.88	0.96	1.50	1.64	3.3	2.5
	p	1.50	1.50	1.36	1.40	0.77	0.87	0.70	1.34	1.38	3.9	2.9
F	s	1.73	1.73	2.20	1.40	0.63	0.74	0.68	1.59	1.81	5.0	3.2
	f	1.65	1.75	1.68	1.94	0.64	0.73	0.69	1.67	1.79	5.0	3.4
	p	1.41	1.28	1.28	1.12	0.50	0.55	0.56	1.12	1.27	4.3	2.9
G	s	1.30	1.36	1.31	1.24	0.83	0.80	0.79	1.33	1.32	3.4	2.7
	f	1.27	1.38	1.38	1.19	0.65	0.69	0.67	1.23	1.34	3.8	2.8
	p	1.26	1.32	1.16	1.11	0.54	0.60	0.55	1.16	1.31	4.5	3.0

H	s	1.85	1.77	1.90	—	0.75	1.07	0.78	1.56	1.92	4.5	2.8
	f	1.55	1.65	1.60	1.40	0.59	0.60	0.83	1.41	1.59	3.6	2.6
	p	1.46	1.50	1.31	1.21	0.77	0.73	0.72	1.37	1.40	3.9	2.9
I	s	1.88	2.00	2.20	2.6	1.08	1.70	1.12	1.88	1.82	3.3	2.7
	f	1.64	1.82	1.57	—	0.82	1.07	0.93	1.66	1.68	3.6	2.8
	p	1.34	1.33	1.33	1.16	0.66	0.74	0.63	1.18	1.40	4.1	2.7
J	s	2.20	2.09	—	—	0.57	0.67	0.57	1.65	2.03	6.4	3.7
	f	2.02	2.04	—	—	1.25	—	1.30	2.09	2.14	3.2	2.6
	p	1.52	1.54	1.57	1.33	0.57	0.66	0.69	1.44	1.54	4.3	3.0
K	s	1.90	1.76	1.56	1.85	0.71	0.81	0.80	1.49	1.89	4.2	2.7
	f	1.25	1.33	1.25	1.20	0.39	0.51	0.50	1.13	1.25	4.8	3.2
	p	1.36	1.36	1.29	1.20	0.61	0.68	0.63	1.21	1.26	3.9	1.7

I等桃赤色の品種の果表色は中波長部の反射率が低いし、C、Dは分光特性が前2群の中間にあって、肉眼で感じる実態と一致した結果を示している。解剖してみると橙赤果の果皮には黄橙色色素を含有して居り、このことが簡易な測色によって明らかに認められる訳である。果表色が品種群によって区別されるのに対して、果肉色の分光特性には品種間の差異が殆んど認められず、生パルプ色調も同様で何れも中短波長部が低く長波長部の高い反射率線を示している。即ち、果表の橙赤、桃赤を問わず果肉や生パルプは赤色を持っていることを示し、肉眼に感じる実態が数値で証明されたことになる。

ピューレーの色調と、原料果や生パルプの色調の間には、必ずしも明らかな関係は無い様である。即ち、ほぼ平行的な関係のある数例があるが、原料の色調度は良いのにピューレーの色調の良くない例(D、K)やこの逆の例(G、J)もあって、加熱濃縮による変色は必ずしも生果における青緑色色素の存在とその変色(6)にのみ由るものではなくて、D、Kは糖分の多いことも影響していることが考えられる。

6. 実験 IV

原料トマトに未熟果が混じると、製品ピューレーの色を損うことが古くから知られているが、専用品種SM2には個体によって外観は完熟色を示すもので種子粘質層の青緑色を持ったものが少なくなかったため、この種の果実を選び集めて原料とし、ウォリングブレンダーで破碎し篩別した生パルプ(ろ液は青緑色)を常圧加熱濃縮して得たピューレー(ろ液比重1.04)(試料Q)と種子粘質物の赤色の果実を原料として同様にして製造したピューレー(試料P)とを測色した値は第4表の上段の如くになった。前者の色調度は甚だ悪い値であって、この種の原料が混じると、製品ピューレーの色調に、原料の外観からは予想されない劣化を招くことが考えられる。

7. 実験 V

パルパーで原料を破碎して生パルプを得る際に、切截部に連る篩筒の前部から直ちに出て来る生パルプは、篩筒の中後部から出るものよりも赤色度が遙かに強いこと

第4表 パルプ、ピューレーの測色値と色調度

試料	L ₁	L ₂	L ₃	S ₄₅	S ₄₈	S ₅₀	S ₅₉	S ₆₆	S ₆₉	C _M	C _Y
P	0.308	0.797	1.120	1.020	1.080	1.220	0.540	0.282	0.320	6.2	3.3
Q	0.350	0.750	0.980	1.500	0.940	0.920	0.531	0.296	0.370	4.9	2.9
R _p	0.51	1.20	1.27	1.24	1.28	1.40	1.20	0.50	0.54	4.8	3.3
S _p	0.66	1.10	1.22	1.20	1.26	1.22	1.14	0.58	0.64	3.5	2.6
R	0.244	0.878	1.060	1.070	1.050	0.965	0.465	0.232	0.284	7.9	4.4
S	0.352	0.756	1.020	1.340	1.000	1.160	0.518	0.322	0.348	5.0	2.9
B'	0.292	0.906	1.080	0.960	1.060	1.100	0.536	0.256	0.302	6.7	3.9
C'	0.180	0.490	0.785	0.710	0.680	0.675	0.278	0.142	0.169	7.1	3.3
I'	0.354	0.752	1.275	1.150	1.100	1.480	0.520	0.356	0.338	5.7	2.7
J'	0.360	0.784	1.000	1.000	0.975	0.911	0.520	0.347	0.365	5.0	3.0

が観察される。この様な生パルプ区分とこれより得たピューレー（ろ液比重1.04, 常圧平皿濃縮）とを測色した結果は第4表の中段の如くである（試料は篩筒前部パルプが Rp, 中後部パルプが Sp, ピューレーが夫々 R, S）。即ち、上述の観察を裏書きしており、篩筒前部から出る生パルプのピューレーの赤色度は極めて高い。従って、山根も認めている如く、この様な生パルプの分別によって色調的に高品質のピューレーを製造することが出来る訳で、考慮の必要があろう。

8. 実験 VI

ピューレーの大きな用途がトマト漬罐詰にある点に鑑み、ピューレーの高圧加熱による変色の様相をうかがってみた。即ち、数品種のピューレー（B, C, I, J）を市販ケチャップ小瓶に充填し、コッホ蒸気で40分間脱気施栓後、予熱高圧釜に収容して10封度2時間加圧加熱し放冷後測色した。結果は第4表の下段の如くで何れも（処理試料夫々B', C', I', J', 供試ピューレーの値は第2表に出）処理によって変色して赤色度を低下しているが、変色は著しくないことを認めた。また、色調の劣るピューレー（I, J）は、色調の良いピューレー（B, C）よりも強く変色する傾向が認められる。加熱変色には色素組成のほか、糖度、酸度等の成分的なことが影響するものと考えられ、結局は原料果品種によって変色状況も異なるものと考えられるが、多少とも変色があるので、ピューレー品質の鑑定にも、また遡って原料果品種・熟度等の選択にも、ピューレーの耐熱性を考慮に入れる必要があるのではないかと考える。

Summary

An easier method of colorimetry were given and several problems on tomatoes and their products were tested by the method.

It was observed that the tomato puree of higher colour quality than foreign products

9. 摘 要

1. プルブリッヒ光度計（肉眼）を用いる便法的な簡易測色法を考察検討し、これを適用してトマト加工に関する色調上の2, 3の課題を試験してみた。2. 常圧加熱により原料品種別に自製したピューレーの色調には、分光特性上青緑部に極小（反射率の低い）のある型と無い型の2群があった。3. 前記ピューレーの或るものは輸入品に劣らぬ色調を示した。4. 赤色トマト果の表面は品種により橙色または桃色を帯びているが、果肉や生パルプの色調には品種による大差が無く何れも赤色である。5. 種子粘質物の緑色を呈する原料果があり、この種の原料果は色調の悪いピューレーを与える。6. パルパーの篩筒前部から出る生パルプは色調が優れ、色調の良いピューレーを与えるから、パルプ分別取得による良質ピューレーの製造が考えられる。7. ピューレーの加圧加熱による変色は必ずしも著しくないが、原料果品種別ピューレーの変色程度に差異がみられた。

10. 文 献

1. 寺田俊郎：島根農大研報 6 A, 121, '58. や同誌 6 A, 127, '58. 7 A, 106, 112, 119, '59.
2. 木村進・柴田富雄：食糧研 7, 125, '52.
3. 山田耕二：農産加工技研 2, 68, '55. 及びこれに引用の文献
4. The British Colour Council: Dictionary of Colours for interior decoration Vol. 2 '49.
5. 日本色研：色の標準 '50.
6. 松本・寺田：島根農大研報 6 A, 127, '58.
7. 山根昭美（鳥取県農産加工研究所）：私信, '59.

could be made from home-grown materials.

Heat stability of tomato puree and other informations on the tomatoes and their products were shown.