

人工追熟を行なった加工用トマトの品質について*

長 坂 啓 助 (食品化学研究室)

Keisuke NAGASAKA

Quality of Artificially Ripened Tomatoes for Manufacturing Purposes

緒 言

トマトの加工専用品種として Sanmarzana の系統のものが、その色調および固形物含量等においてすぐれていることはよく知られている。しかし反面この品種は収量が少ないので普通13果房あたりまで収穫するため、その時期は往々にして8月の中下旬にまで及ぶ。ところがこの時期になると平坦地では圃場温度が高く、21~24°Cがその適温といわれている lycopene の生成が抑制されて、逆に carotene の生成が盛んとなり、果実は黄色のかったものができるようになる。また、このころになると Sanmarzana の系統のものは完熟前に果実の先端が腐敗して一層収量の低下をまねく傾向がある。そこでこうした被害を未然に防ぐ意味でも果実を完熟前の一定時期に採取して、lycopene の生成適温下で人工的に追熟させる方法が考えられるが、その際には人工追熟された果実の品質が問題となるので、この点を明らかにする目的で本実験を行なったものである。Stokes deal, Rutgers および Garden states 種の場合はトマトジュース原料としては人工追熟を行なった果実も、畑で完熟させたものに比して品質的に大差がないという報告もあるが、しかしこれら品種は Sanmarzana の系統とはかなり特性を異にしているし、またこの報告では加工原料として論ずる場合、重要な成分と考えられる pectin 質物についてもふれていないので、あえて本実験であわせて検討を行なったのである。

実験材料および実験方法

本実験に供したトマトは島根農科大学付属農場産のもので品種は Sanmarzana と同系統の Roma を用い、比較対照のために必要に応じて生食用品種の福寿2号も同時に供試した。

まず畑において Pink Stage (果実の先端にかすかに赤色が現われ始めた時期)にある果実を選んでそれぞれ

に Mark をし、これらを3分してその中2部をその場で採取し他の1部はそのまま残して畑で完熟させた後採取した。Pink Stage に採取された果実の中の1部は直ちに分析にまわし、他の1部は人工的に追熟を行ない、果色が充分発現したところで分析を行なった。人工追熟は24°Cの恒温区以外に対照の意味で室温区(27~31°C)を設けた。追熟に際しては果実を木箱に並べて Open に放置し、温度管理以外は操作を加えなかった。湿度は相対湿度にして室温区で約80%前後、24°C区で75%であった。

調査項目は追熟中の重量減少率、果実の発色状況のほか加工原料として重要と思われる全固形分、酸および糖、Pectin 質物の消長等である。

全固形分: 果実をトマトバルパーにかけて得られた生バルブをよく攪拌して5gをとり、湯浴上で蒸発乾固させたものを、さらに100°Cで4時間乾燥して後秤量した。

酸および糖: 資料果実を磁製のおろし金で磨砕したものをろ過し、そのろ液について定量を行なった。糖は BERTRAND 法により、酸は 1/10N の NaOH 液で滴定してクエン酸濃度として示した。

pectin 質物: トマト中の pectin は磨砕後は酵素による変化が速かなため、磨砕して後アルコール処理をするのではどうしても pectin の損失をまぬがれない。そこで果実を沸とう温度のエタノール中で磨砕し(全体が70%アルコール濃度になるようにする)、磨砕後さらに3分間加熱して後ろ過する。この残渣に70%アルコールを加えて繰り返し洗浄して糖分を除く。その後無水アルコールおよびエーテルで1回ずつ洗浄して40°Cで乾燥し、粉碎して試料とした。この乾燥試料からの pectin 質物の抽出は McCOLLOCH 法に準じて分別抽出を行ない、これをカルシウム・ペクテイト法によって定量し、生果中の%として算出した。この際水溶性というのは pectin と methoxyl の多い pectinic acid を、シュウ酸アンモニウム可溶のものは methoxyl の少ない pectinic acid と pectic acid を、塩酸可溶のものは protopectin

* 1965年秋季園芸学会において発表

をあらわし、以上3者の合計量をもって全 pectin 量とした。

粘度の測定：各 pectin 抽出液に3倍量の 0.1N 塩酸々性の95%アルコールを加えて pectin を沈殿させ、ろ過後ろ紙上の残渣を熱湯で溶解して pectin 濃度が0.05%となるようにし、25°C で OSTWARD の粘度計によって測定を行なった。この被検液の pH は約2.6±0.2である。

実験結果ならびに考察

追熟中の重量の減少 (第1表)

第1表 追熟中の重量減少率 (%)

採取後 日数	0	3	5	7	10
試験区					
室温区	0	2.40	4.01	4.63	6.58
24°C 区	0	2.70	5.04	—	—

重量の減少は主として水分の蒸散によるものと考えられるが、24°C 区では果実が十分に発色するまでの5日間に約5%の減少がみられる。しかしこの程度の水分の損失だとまだ果実にしわの出る心配もなく、また生食用と異なりピューレー用等として考えた場合、この水分の損失ということはさして問題とならない。ただ室温区のように追熟に日数を要し7%近くの損失になって来ると、果実表面ははりを失ってい凋のきざしがあらわれるので、追熟は少なくとも5~6日以内に完了させるべきである。

果色の発現 (第2表)

第2表からもわかるように24°C の恒温下で追熟を行なうと、pink stage から full ripe までは約5日間を要し、果色も十分に発現する。また、畑における自然熟区も7月下旬区、8月中旬区ともにやはり5日間で完全に発色している。例年7月下旬はこの程度の日数で完熟し、果色も鮮紅色を呈するのであるが、8月中旬以降になると果実が充分発色するまでにはさらに2日ほどを必要とし、果色も黄色の強いのが普通である。ところが本年は8月中旬以降台風の影響もあって比較的气温が涼涼であったため、そうした差があらわれていない。一方室温区の方は果色の発現がかなりおくれ、果実全体が赤色になるまでに平均して約10日間を要している。また場合によっては(7月下旬の室温が比較的高温に経過した際の一例)10日を過ぎても充分な果色に至らないままに凋腐敗している。これは27~31°C という環境温度から

第2表 追熟中の果色の発現状況

試験区		日 数							
		1	2	3	4	5	7	10	
畑 自然 熟 区	7月下旬	—	+	++	++	+++			
	8月中旬	—	+	++	++	+++			
人 工 追 熟 区	室温区	—	—	+	+	++	++	+++	
	24°C 区	—	+	++	++	+++			
	室温区 + 夜間外気区	—	+	++	++	+++			

注 — : non colored
+ : halt colored
++ : colored
+++ : Well colored

すれば、やむをえないことであろうが、夏季この程度の温度は換気装置を持たない単なる倉庫あるいは農家の納屋などでは普通のことと考えられるので、こうしたところで追熟させる場合にはよほどの注意が必要であろう。完熟するまでに10日間も要するということは、その間にい凋腐敗しないまでも後述するように糖分の損失および pectin 質物の質的劣化の原因となるので、あえて人工追熟を行なう意義を失する結果となる。ところが、室温区の果実も夜間室外に出して外気にあててやると結構5日間であざやかに果色が発現する。これは最低21°C まで下がる夜間の外気温のためと考えられる。それで倉庫内を24°C 以下に保つ air conditioning の設備のない場合でも換気扇をつけるなどして夜間の冷気を利用することによって、人工追熟の目的は充分に果たすことが可能であると考えられる。

また予備実験によると Pink Stage 以前の Turning Stage (chlorophyll が次第に消失して果実全面が白緑色となったころから Pink Stage に至るまでの時期) に採取されたトマト果実でも、人工追熟によって発色させることは可能である。しかしこの Turning Stage という時期はかなり幅が広いので、実際には果実各個体間の発育 Stage にかんがりのずれがあってもそれを判別するのが容易でなく、ために採取時の熟度がそろわず追熟中の発色が斉一でない。これに反して Pink Stage というのはごく限られた時期で判別も容易なため比較的发育 Stage のそろった個体が得られやすく、追熟による発色も斉一となるので、人工追熟を行なうに当たってはこの Stage で採取するのが最も好ましい。

全固形物、酸および糖（第3表）

一般にはトマトの果色と熟度は平行関係にあり、果色の発現程度と熟度による含有成分の消長との間にははっきりした相関が認められているが、本実験のように人工的に追熟を行なった場合は条件の如何によって果色の発現に遅速を生じ前述の相関関係は乱れてくる。そこでトマト果実の品質比較を行なう場合、果色を基準にするか、Pink Stage に至ってから後の時間的経過に基準をおくかで若干様子は異なってくる。本実験ではこれが加工原料であるという立場から果色に基準をおき、果実全体にわたって充分赤色の現われたところで比較を行なった。このため室温追熟区のように発色の遅れるものでは比較分析する際には成分的には果実は既に過熟の状態になっていた。

第3表 全固形物、酸および糖

試験区	成分	全固形物(%)	酸度(%)		糖度(%)		追熟日数
			還元糖	全糖	還元糖	全糖	
Turning Stage	—	—	0.519	2.10	2.72	—	—
Pink Stage	—	—	0.467	2.76	3.07	—	—
畑自然熟区	7月下旬	5.244	0.430	3.62	3.72	4	4
	8月中旬	5.263	0.435	3.54	3.58	5	5
人工追熟区	室温区	5.282	0.405 (0.433)	2.70 (3.47)	2.72 (3.52)	10 (5)	10 (5)
	24°C区	5.286	0.485	3.40	3.44	5	5

注：()内は追熟中果色はまだ充分出ていないが5日目に分析した値。

上表についてみると、全固形物については各区の間にはほとんど差がみられない。酸度は熟度が進むにつれて次第に減少する傾向にあるが、畑で完熟したものと人工追熟のものとの間には、これまた有意的な差はみられない。糖は熟度が進むに従って増加するのであるが、ここでは室温追熟区のもの値の低いのが目だつ。この点については既に述べたように追熟に10日間も要しているため成分的には過熟の状態であり、呼吸作用等代謝による消費の結果とも考えられる。同試験区のもの追熟開始後5日目（この時期では果色はまだ充分に出ていない）に分析したところ、他の区に近い値であったことは矢張り一旦増加した糖がその後において消費されたことを示している。問題は追熟に日数がかかりすぎたことであ

り、5日ぐらいで追熟が完了するようにすればこうしたこともなくなる訳である。この点については福寿2号を用いて行なった調査でも全く同様の結果が出ている。（第4表）

第4表 福寿2号の追熟中の酸および糖

試験区	成分	酸度(%)	糖度(%)	
			還元糖	全糖
Pink Stage	—	1.100	2.04	2.13
畑自然熟区	—	0.775	3.35	3.37
人工追熟区(室温)	—	0.704	2.59	2.60

また24°Cの追熟区をみると、畑自然熟区のものに比べてごくわずかではあるが、酸の減少度合いおよび糖分の増加が少ないようである。この程度の差が果たして有意的であるか否かについては疑問があるが、24°Cという温度は果色の発現にとっては最適条件であるため発色が早く、成分的には比較的低温のため熟度の進み方が遅く、ために果色の同等の点で比較した場合、成分的には畑で発色したものよりも未熟の状態にあったとすれば、こうした傾向は考えられないことではない。

Pectin 質物（第5表）

Pectin は生食用の場合はその肉質に、加工用の場合は製品の粘性に大きく影響するものとして重要な成分の一つである。追熟中の量的変化を第5表に示す。

第5表 追熟中の Pectin 質の消長 (%)

試験区	Pectin の種類	水溶性	シュウ酸アンモニウム可溶性	塩酸可溶性	全 Pectin
Pink Stage	—	0.072	0.063	0.338	0.473
畑自然熟区	7月下旬	0.143	0.059	0.217	0.419
	8月中旬	0.120	0.078	0.240	0.438
人工追熟区	室温区	0.138	0.070	0.294	0.502
	24°C区	0.154	0.095	0.296	0.545

トマトがまだ未熟の間は水溶性 Pectin は少ないが、

熟度の進むにつれて次第に増加し、逆に塩酸可溶性のものが減少する傾向である。この間シュウ酸アンモニウム可溶の Pectin はわずかに増加しているが、その量は大したことはない。全 Pectin 量は前後を通じてあまり変化はないようである。ところで畑で完熟した果実と人工追熟のものとのを比較すると、数字の上では人工追熟したものの方が水溶性、シュウ酸アンモニウム可溶性、塩酸可溶性ともにわずかに多く、全量にして約0.1%ばかり多くなっている。しかしここに表示されている量は平均の値であって、各 Pectin 分析の結果をみるとその偏差はかなり大きく、この0.1%という量差が有意的であるとは断言し難い。結論的には自然熟区も人工追熟区も大差ないと考えてよいのではなからうか。水溶性 pectin についてみた場合、完熟果は pink Stage の未熟果に比して約2.5倍の含量を示している。洋ナシを未熟果から加工適期まで追熟した場合に水溶性 pectin は減少するという報告もあるが、これはその追熟期間が長期にわたったためであろう。本実験におけるような10日以内の追熟ではそうした傾向は認められなかった。要するに Pectin の消長に関しては自然熟区と人工追熟区間に量的な差異はないとみていい。しかし Pectin の場合は量的なものも大切であるが、またその質的な問題も重要である。Pectin はかなり複雑な高分子化合物で、場合によってその重合度は種々である。一般に Pectin における重合度はそのゼリー強度あるいは溶液の粘性に大きく影響し重合度の低い Pectin の溶液は相対的に粘度も低いといわれている。重合度の低い Pectin はそれだけ質的に劣っている訳である。そこでこの Pectin の重合度を推定する意味で各試験区の Pectin 溶液の相対粘度を測定したがその結果を第6表に示す。

第6表 各 Pectin 溶液の相対粘度

Pectin の種類		水 溶 性	シュウ酸アンモニウム可溶性	塩 酸 可 溶 性
試験区				
Pink Stage		2.27	1.85	1.56
畑自然熟区8月中旬		1.87	1.72	1.49
人 工 追熟区	室温区	1.52	1.01	1.30
	24°C区	1.62	1.11	1.42

これを見ると人工追熟によるトマト中から抽出した Pectin の溶液の粘度は畑で完熟させたもののそれに比して低いことがわかる。量的には両者の間に差らしい

ものは認められなかったが、追熟区のトマト果実中の Pectin が質的に劣化していることは明らかである。そしてこの傾向は追熟期間の長い室温区をみるとさらにはっきりとあらわれている。

摘 要

トマトの加工専用品種である Sanmarzana の系統のものは収穫期が普通8月中下旬に及ぶ。ところがこの時期になると圃場温度が高く、lycopene の生成が思わしくないために果色の発現がおくれて、往々にして過熟の果実を収穫する結果となりやすい。またこの種トマトは大体が収量の少ないのに、この頃になると完熟前に果実の先端が腐敗しやすく、一層収量の低下を招く傾向がある。そこでこうした被害を未然に防ぐ意味で果実を完熟前の Pink Stage の時期に採取して人工的に追熟を行ない、その場合の果色の発現の状況および追熟後の果実の品質について検討を加えたところ、結果は次のようであった。

1. 追熟中の重量の減少率は5日間に約4~5%であった。
2. 果色の発現状況は追熟温度により大きく影響されるが、24°C で追熟を行なった場合は採取後約5日で果実は充分な色調に達し、品質的にも畑で天然に熟したものと比較して、あまり差は認められなかった。しかし27~31°C の室温の場合は追熟に10日間もの日数を必要とし、この間に重量の減少が著しく、糖分の損失、Pectin 質物の質的劣化を招き、あえて人工追熟を行なう意義を失する。
3. しかし室温区の果実も夜間外気に当てると5日間で立派に発色するので、温度調節の設備のない場合には、この夜間外気の低温を利用することによって目的を達することは可能である。
4. 以上のように追熟の条件がよければ、果色その他成分含量も天然熟のものほとんど差のないものが得られるが、ただその Pectin 質物の質的劣化は避けられないようである。

引 用 文 献

- 1 JOHN SKOK : Food Resear. 16 (2) : 147—153, 1951
- 2 三浦洋・萩沼之孝・水田昂 : 園学雑 32(1) : 27—36, 1963
- 3 左右 田徳郎・江上不二夫 : 多糖類化学. 1955 東京 p. 254

Summary

It is usual that the harvesting period of tomatoes such as Sanmarzana strains come up to the middle or the end of August. In this season the temperature of field is too high to form lycopene enough and it needs much time to become well-colored for fruits. So it is not seldom to fall in to the handicap for harvesting of over ripened.

In addition, the fruits of these varieties are perishable on the stage of before full ripe for physiological disease in this season and the yields decline consequently. In this experiment, to prevent these troubles the fruits were harvested on the "pink stage" and then were ripened artificially and after full ripe they were investigated on their qualities.

The results obtained are summarized as follows:

1. Weight loss of tomato fruits by artificial ripening was about 4—5%.
2. Appearance of fruit color was affected remarkably by temperatures of ripening period. It took five days from harvest till well-colored stage at 24 °C and quality of these tomatoes was not distinguished from naturally ripened. While at room temperature (27—31 °C), it took ten days for ripening and in this case weight loss of fruits was so remarkable. Besides, it caused loss of sugar and qualitative deterioration of pectic substances during such long days. Therefore it seemed to be disagreeable that tomato fruits were ventured on artificial ripening at this temperature.
3. Even in the case of ripening at room temperature if the fruits were exposed to atmosphere only at night the color of fruit appeared brightly within five days. So the effect of artificial ripening could be granted even in the case without air conditioning equipment by utilizing of low temperature of open air at night.
4. In conclusion if conditions of ripening are reasonable it is not so difficult to obtain the fruits of fairly well quality, however, only qualitative deterioration of pectic substances seems to be inevitable so long as by artificial ripening.