肥料の違いによる栽培トマトの物性

吉田 企世子*, 森 敏**, 長谷川 和 久***

西沢 直子**, 熊沢 喜久雄**

* 女子栄養大学栄養学部

** 東京大学農学部農芸化学科

*** 石川農業短期大学

Texture of Tomato Fruits Cultured with Organic Fertilizers in Comparison with Inorganic Fertilizers

Kiyoko YOSHIDA,* Satoshi MORI,** Kazuhisa HASEGAWA,***

Naoko NISHIZAWA** and Kikuo KUMAZAWA**

* Kagawa Nutrition College, Sakado, 350-02

** Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo,
Bunkyo-ku, Tokyo, 113

*** Ishikawa Prefecture College of Agriculture, Nonoichi-cho, Ishikawa-gun, Ishikawa, 921

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 37, 267~272 (1984)

The effects of organic fertilizers in comparison with inorganic fertilizers on the physical properties (texture) of *Saturn* type tomato fruit were examined. For comparison, three groups of tomato plants were cultured with the following three different fertilizers; 1) organic fertilizer of bone meal and rapeseed meal, 2) inorganic chemical fertilizer, 3) the mixture of these two fertilizers. In order to examine the relation between the texture and the taste of the fruits, the texture was measured by the texturometer using the models of man's incisor tooth and molar tooth as its plunger. The fruits with organic fertilizer were firmer both at the top and the bottom of the fruits than those with inorganic fertilizer. They showed stronger firmness, cohesiveness and chewiness, especially at the bottom of the fruits. The fruits with mixed fertilizers showed stronger adhesiveness. The pellicles of the fruits with organic fertilizer had uniform firmness both at the top and at the bottom, whereas those with inorganic fertilizer showed greater variation in their firmness; firmer at the bottom than at the top.

(Received October 26, 1983)

食べ物の食味は、水溶性成分によって生ずる呈味性によるものと、同時に口の中で感じられる物性、すなわちテクスチャーによって大きく左右される。

著者らは、有機質肥料として、なたね油かすおよび骨粉を施用して栽培した場合のトマトの食味について検討するため、官能検査および有機酸、還元糖など数種の成分の測定を行なった結果、無機質肥料で肥培されたものより優れている傾向があることを報告した¹⁾²⁾。

しかし、官能検査により評価された結果の背景には、このような化学成分により影響される呈味性のほかにト

マトの有する物性によりもたらされる一面が包含される。

したがって、その点からの検討が必要と考えられる。そこで、今回は、施肥条件とトマトの物性との関係についての検討を試みた。

トマトの物性に関しては、品種、収穫適期の判定、追熟との関係、輸送性および耐裂果性などとの観点から、カードメータやファーム・オ・メータなどを用いて測定した報告が見られる^{3)~9)}が、食味との関係で検討された研究はほとんど見当たらない。

著者らは、トマトの味と物性の関係をより実際的な観点から把握するため、人間の口腔内における触感に、より関連づけた方法を用いて測定、解析を行なった。さら

* 〒350-02 坂戸市千代田 3-9-21

** 〒113 東京都文京区弥生 1-1-1

*** 〒921 石川県石川郡野々市町字末松卯 33

Table 1. Amount of fertilizers applied to tomato plants.

(kg/10 a)

Fertilizers applied		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
OF*	Basal	23.6	51.5	18.4	137.1	63.0
	Topdressing	2.9	2.9	3.5	9.2	—
	Total	26.5	54.4	22.9	146.3	63.0
	% of organic substance	100	100	100	—	—
IF**	Basal	14.8	27.6	14.8	76.7	63.0
	Topdressing	12.8	—	12.8	9.2	—
	Total	27.6	27.6	27.6	85.9	63.0
	% of organic substance	27	24	27	—	—
MF***	Basal	14.8	27.6	14.8	76.7	63.0
	Topdressing	12.8	—	12.8	9.2	—
	Total	27.6	27.6	27.6	85.9	63.0
	% of organic substance	54	17	8	—	—

Saturn tomatoes were cultured in the field in 1981.

* Organic fertilizers with bone meal and rapeseed meal.

** Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

*** The mixture of the two.

に、官能検査による結果との対比において検討した。

実験方法

1. 実験材料

トマトの栽培条件および品種は前報と同じである¹⁾。

施肥条件は、有機質肥料施用区(以下有機区と記す)、無機質肥料施用区(以下無機区と記す)および有機無機混合肥料施用区(以下混合区と記す)の3区とした。各肥料区の成分組成はTable 1に示した。

1981年度に栽培した第1果房南側の完熟期のトマトを用いた。熟度の判定は着色の程度により行なった。すなわち、一般にレッドステージとよばれる着色度90%ぐらいのものを収穫し、衝撃を与えないよう、取り扱いに注意しつつ運搬した。ただちに5°Cに冷蔵し、翌日測定に供した。

2. 測定方法

1) 色調 測色色差計ND-101D型(日本電色工業(株)製)を用い、前報と同様に行なった¹⁾。

2) 官能検査 女子栄養大学学生および教職員10名によりパネルを構成した。年齢構成は次のとおりである。20~30歳が7名、30~40歳が3名である。

色、香り、味、歯ごたえおよび総合評価の5項目について5段階評価(悪い、やや悪い、普通、ややよい、よい)の評点法により行ない、あわせて、味わって感じた事項を記述法により表現し、評価した。

分散分析は2元配置法により行なった。

3) 物性 テクスチュロメータ(ゼネラルフーズ社製

Table 2. Measurement condition for texturo-meter.

	Compression method	Penetration method
Plunger	Lucite 30 mm Dia	Needle 3 mm Dia
Plate form	Flat plate	Flat plate
Clearance	0.7 mm	0.5 mm
Voltage	1 V	4 V
Chart speed	750 mm/min	750 mm/min

Firmness	H	—
Penetration	—	H
Cohesiveness	Area of A ₂ /area of A ₁	—
Chewiness	H × A ₂ /A ₁ × B	—
Adhesiveness	-H	—

GTX-2-1N型)を用いた。プランジャーは臼歯型(圧縮法)および切歯型(貫入法)を用い、Table 2に示す測定条件により行なった。

4) 水分、有機酸、還元糖 前報²⁾に同じ。

3. 試料調製

各肥料区より熟度および大きさの揃った30個のトマ

Fig. 1. Preparation of sample.

A : cut lengthwise into four equal parts, B : except of jelly part (locular cavity with jelly-like parenchyma around the seeds), C : cut the pericarp to a thin of 5mm from the pellicle side, D : compression method...cut out the pericarp with cork bowler of No. 6 (diameter 1.2 cm), D' : penetration method...cut off the pericarp to a square of 2.5×2.5 cm.

Table 3. Color of tomato fruits.

Part	Fertilizers applied	a	b	$\sqrt{a^2+b^2}$
Top	OF*	23.9±3.38	17.5±0.93	29.7±2.99
	IF**	23.6±5.61	18.3±1.34	30.1±4.42
	MF***	23.5±5.48	16.8±1.45	29.5±4.45
Bottom	OF	14.5±5.60	20.4±2.21	25.6±2.21
	IF	13.8±5.50	20.8±1.86	25.4±3.04
	MF	14.3±4.29	20.0±1.65	26.2±4.58

Data presented as mean±S.D.

The fruits were harvested at fully ripened stage (red stage) on the first cluster.

* Organic fertilizers with bone meal and rapeseed meal.

** Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

*** The mixture of the two.

トを収穫した。うち5個を選び、色調測定後、Fig. 1のごとく調製して物性測定の試料とした。

トマトは果頂部と果底部で熟度が異なるので、両部位に分けて測定した。

圧縮法、貫入法ともに果頂部、果底部より各20試料、計40試料を得て測定に用いた。また、縦4つ割りとしたものの一部は官能検査に供した。

さらに、物性測定を行なった果肉部位の主要な化学成分を把握するため、10個のトマトを選び、ゼリー質を除いて果肉部重量を測定した後、ホモゲナイズして測定試料とした。

実験結果

1. 色調

トマトの果頂部、果底部の色調を Table 3 に示した。着色の状態から判断すると各肥料区の熟度はだいたい同程度であったとみることができる。

Table 4. Results of tomato fruits sensory test.

Item	Mean of score		Test of significance
	OF*	IF**	
Color	3.0	2.9	No significant difference
Fragrance	2.9	2.9	No significant difference
Taste	2.9	3.3	No significant difference
Texture	3.0	2.8	No significant difference
Overall evaluation	3.0	3.3	No significant difference

The fruits were harvested at fully ripened stage on the first cluster.

The test was conducted by a panel of ten women. It was scored by the scoring method and the analysis of variance for the two way classification was performed.

* Organic fertilizers with bone meal and rapeseed meal.

** Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

Table 5. Opinions for sensory test of tomato fruits.

Fertilizers	Opinions	Number of persons
OF*	Smells of typical-tomato.	4
	Has a taste of the typical-tomato.	3
	Has a sour taste of typical-tomato.	3
	Has firm pericarp.	2
	Has firm pellicle.	2
IF**	Tastes watery.	4
	Does not taste like tomato.	3
	Has a little sour taste of tomato.	2
	Has the feeling of the green-house tomato.	1
MF***	Has soft pericarp.	2
	Does not taste like tomato.	3
	Does not have strong taste.	1

The fruits were harvested at fully ripened stage on the first cluster.

* Organic fertilizers with bone meal and rapeseed meal.

** Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

*** The mixture of the two.

The test was conducted by a panel of ten women.

2. 官能検査

分散分析の結果、色、香り、味、歯ごたえおよび総合評価において有意差がなかった (Table 4)。しかし、言葉で表現された内容のなかには、物性に関するものとして、有機区では「果肉がしまっている」、「皮が固い」

などの表現がみられる (Table 5)。

3. 全果実中の果肉部位の割合および水分、有機酸、還元糖の含量

物性測定には、ゼリー質を除いた果肉部位を用いたので、その主要成分を測定した。有機区の有機酸含量がやや多かったが果肉部の硬さを左右すると思われる水分含量には差がなかった。トマト全果実中の果肉部の割合にもほとんど差がなかった (Table 6)。

4. 硬 さ

果肉側より圧縮法で測定した硬さを Fig. 2 に示した。果頂部は有機区がやや大きく、無機区、混合区はだいた

Table 6. Components of pericarp of tomato fruits.

	OF*	IF**	MF***
Moisture (%)	93	93	93
Reducing sugar (%)	4.3	4.1	3.7
Titrateable acid (mg %) (as citric acid)	378	319	340
Pericarp weight/ whole tomato weight	0.85	0.89	0.88

The fruits were harvested at fully ripened stage on the first cluster.

* Organic fertilizers with bone meal and rapeseed meal.

** Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

*** The mixture of the two.

Fig. 2. Firmness of tomato fruits.

The fruits were harvested at fully ripened stage on the first cluster. (A) top, (B) bottom.

* Organic fertilizers with bone meal and rapeseed meal.

** Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

*** The mixture of the two.

† Texturometer unit.

By compression method using the models of man's molar tooth as the plunger.

い同じである。果底部も果頂部と同じ傾向で、有機区が最も硬いことがわかる。これは官能検査で記述法により表現された評価と一致する。

いずれの肥料区においても果頂部より果底部が硬いことがわかる。

圧縮法で果肉側より測定する場合は、果皮は破れず、原形のままに残る。

5. 凝 集 性

これは、食品の形態を形成している内部結合力の大きさを表現する要因とされている。果頂部、果底部とも有機区が最も大きく、混合区、無機区の順でその差が示された。また、いずれの肥料区においても果頂部より果底部が大きかった (Fig. 3)。

6. 咀嚼性

これは、食品を飲み込める状態になるまで砕くのに必要とするエネルギーを表わす要因とされているが、果頂部、果底部とも有機区が顕著に大きく、混合区、無機区の順であった。また、各肥料区とも果頂部より果底部のほうが大きかった (Fig. 4)。

7. 付 着 性

以上のパラメータと比較すると、トマトの場合はかな

Fig. 3. Cohesiveness of tomato fruits.

Notes and symbols are the same as in Fig. 2.

Fig. 4. Chewiness of tomato fruits.

Symbols are the same as in Fig. 2.

り小さな物性要因として存在することがわかる。

果頂部では、有機区、無機区に差がなく、果底部では混合区、無機区、有機区の順に大きかった。

付着性は、熟度の進んだ果頂部のほうが果底部より大きい傾向がみられ、とくに有機区が顕著である (Fig.5)。

Fig.5. Adhesiveness of tomato fruits.

Symbols are the same as in Fig.2.

Fig.6. Penetration of tomato fruits.

Symbols are the same as in Fig.2.

8. 貫入抵抗

切歯のモデル型を用いて果皮側より皮の硬さを測定した結果、果頂部は有機区が大きく、これは官能検査の評価に示された表現と一致する。果底部は、無機区、混合区が有機区より大きかった (Fig.6)。

この場合は、果肉も付着した状態で果皮の硬さを測定しているが、果肉に比較して果皮の硬さは著しく大きいので、測定値は一応果皮の硬さとみることができる。

9. 果頂部と果底部の比較

Fig.7 には、硬さ、咀嚼性および貫入抵抗について、果頂部に対する果底部の比率を示した。

品質のよいトマトは、果頂部と果底部の皮の硬さに差がないことが一つの条件とされている。有機区はその差が小さかったが、無機区は大きいことがわかる。

果肉の硬さおよび咀嚼性については、有機区、無機区とも同じ傾向であった。混合区では果肉の硬さに差が大きかった。

考 察

トマトの嗜好性は、そのテクスチャーによって受ける影響も大きいと考えられるが、これの科学的検討は、ほとんどなされていないようである。

これには、トマト果実特有の組織構造が物性測定を困難にしていることに一つの原因があると考えられる。

すなわち、果実全体が外皮により被膜されているが、その肉側の果肉と外皮の硬さに著しい差があること、果肉の内側にゼラチン様物質で満たされた子室組織を有すること、しかもそこに種子が混入すること、1個体のトマトでも果頂部と果底部では熟度に差があることなどにより均一な試料を作製することが困難である。

トマトの物性に関する従来の研究は、おもに1個体のトマトに一定の力を加えたときの破断力を測定したり^{7,8)}、果皮を剥皮してその貫入抵抗を測定する方法⁹⁾が

Fig.7. Comparison of the top with at the bottom parts of tomato fruits.

(A) firmness, (B) chewiness, (C) penetration.

Symbols are the same as in Fig.2.

The lines indicated the data as 1.0 of the top parts.

とられている。

著者らは、実験材料の選択、運搬および試料調製などにとくに配慮して得た試料について、テクスチュロメータを用いて測定を行ない、トマトの物性に対する有機質肥料の施用効果について検討した。その結果、有機質肥料で栽培されたトマトは、果肉部および果皮部とも無機質肥料で肥培されたものより硬いことが示された。一方、官能検査においては固さに対する評価には有意差が示されなかったが、記述法により表現された評価とは一致した。

また、専門家の間では、品質のよいトマトは、果頂部と果底部の皮の硬さが均一であることが条件とされている。すなわち、トマトを食したとき、果頂部と果底部の皮から受ける抵抗に差がないことが望ましい条件とされているが、有機区はその条件に適合している結果が得られた。無機区ではその差が大きく、混合区はその中間を示した。

有機区において観察された以上の現象がトマト成熟過程におけるどのような要因によりもたらされるのか、今後検討を要するところであるが、植物体全体としては、無機区に比較して、根張りがよいこと、葉色が濃く、導管いっ泌液の量が多いこと¹⁰⁾などから、成長がより旺盛であることが推察されるので、これによる影響があると考えられる。また、物性測定部位を電子顕微鏡により微細構造を観察した結果では、無機区において細胞壁のゆるみが多く、また細胞内に占める液胞の割合が大きいように見受けられたので、この点からの検討をすすめたいと考えている。

テクスチュロメータにより得られた有機区と無機区の物性の差が、今回のパネラーの場合は、味覚のうえにそれほど顕著な差としては感じられなかったようであるがしかし、嗜好性以外の面でもトマトの品質に何らかの影響を及ぼしていることが推察される。たとえば、有機区において果肉および果皮がしっかりしていることは、貯蔵性を高める一つの要因となっているようである。

長谷川らは、センサーガスクロを用いてトマトの後熟性をエチレン発生量を測定することにより検討した結果、有機区のほうはエチレン発生速度が低いことを報告している¹¹⁾。さらに、この試料を28±2℃の室温に15日間放置した場合、無機区のほうに腐敗果が多く発生したことを観察している。

要 約

有機質肥料として、なたね油かすおよび骨粉を用いて栽培したトマト（品種：サターン）の示す物性を、無機

質肥料および有機無機混合肥料で肥培されたそれとの比較において検討した。その結果は次のとおりであった。

1) 果肉の硬さは、果頂部、果底部とも有機区が最も硬く、無機区、混合区はだいたい同じ傾向であった。

これは、官能検査において記述法により表現された評価と一致した。

2) 凝集性、咀嚼性は、果頂部、果底部とも有機区が最も大きく、混合区、無機区の順にその差が示された。

3) 付着性は、果頂部は有機区、無機区に差はなく、果底部は混合区、無機区、有機区の順に大きかった。

4) 果皮の硬さは、果頂部は有機区が大きく、これは官能検査の評価と一致した。

5) 有機区は果頂部と果底部の果皮の硬さが均一であったが、無機区および混合区ではその差が大きかった。

以上のことから、有機区のトマトは果肉がしまっており、また果皮も硬く、これは嗜好性に影響するだけでなくトマトの貯蔵性も高めていると考えられる。

試料を提供くださった石川県松任市の岩橋武氏および官能検査に協力してくださった女子栄養大学教職員の方、および実験助手をしてくださった桜井恵子女士に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 吉田企世子, 森 敏, 長谷川和久, 西沢直子, 熊沢喜久雄: 栄食誌, 37, 115 (1984)
- 2) 吉田企世子, 森 敏, 長谷川和久, 西沢直子, 熊沢喜久雄: 栄食誌, 37, 123 (1984)
- 3) Kattan, A.A.: *Arkansas Agric. Expt. Stn. Farm. Res.*, 6(1), 7 (1957)
- 4) Shafshak, S.A. and Winsor, G.W.: *J. Hortic. Sci.*, 39, 284 (1964)
- 5) Hobson, G.E.: *J. Hortic. Sci.*, 40, 66 (1965)
- 6) Sobotka, F.E. and Watada, A.E.: *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 96, 705 (1971)
- 7) Stenvers, N., Rudolphij, J.W. and Bruinsma, J.: *Gartenbauwissenschaft*, 38, 517 (1973)
- 8) 上村昭二, 吉川宏昭, 伊藤喜三男: 園試報, 7, 73 (1972)
- 9) 上村昭二, 吉川宏昭, 伊藤喜三男: 園試報, 8, 13 (1973)
- 10) 吉田企世子, 森 敏, 長谷川和久, 熊沢喜久雄: 土肥誌 (投稿中)
- 11) 長谷川和久, 森 敏, 吉田企世子, 熊沢喜久雄: 土肥誌 (投稿中)

(昭和58年10月26日受理)