生食ならびに調理・加工用果菜類の食味に及ぼす 栽培培地と流通温度の影響

阿 部 一 博*

Influence of Culture Methods and Shipping Temperature on the Quality of Tomato and Cucumber Fruits

Kazuhiro ABE**

Summary

In this paper, the influence of culture methods (soil culture, hydroponics) on the quality of tomatoes and cucumbers was examined, and the influence of shipping temperature on the taste of tomatoes grown by hydroponics was investigated.

1) When tomatoes were grown by hydroponics using 0.4, 0.7, and 1.0 units of nutrient concentration, the taste tended to be improved with higher concentration of the solution. The taste of fruits grown with 1 unit was comparable to that of soil culture, showing almost equal levels of pH, Brix, and titratable acidity.

2) Five cultivars of tomatoes grown with 0.7 unit of hydroponics solution were judged by taste panel as being inferior to that grown on soil.

3) Cucumber fruits grown with 2 units of hydroponic solution was inferior to that grown with 1 unit owing to the unfavorable texture.

4) The taste of tomatoes which were harvested at 30% coloring and ripened for 4 days at 20°C was comparable to that of fruits which were harvested at full ripe and stored for 4 days at 2°C, but was inferior to the fruits which were harvested at full ripe and tasted on that day.

緒 言

近年市場に流通している青果物の風味が低下したといわれ、その原因として、品種の変化；耐病性や高収益を目的とした品種改良、肥料の変化；有機質肥料から化学肥料への変遷、栽培方法の変化；周年供給を目的とした施設栽培の普及、流通システムの変化；流通システムの複雑化ないし、流通経路の延長、などが考えられる。

これらの原因の中でも肥料の変化^{1)~9)}と施設栽培の普

及^{10)~12)} (1982年、大阪府2,774,128m²)の影響が大きいと思われ、とくに水耕栽培 (1984年、大阪府126,348m²) は、栽培培地として、化学肥料成分を含んだ水を利用するため、生産された青果物の品質が低いといわれることが多い。本研究では、水耕栽培の培養液を調整することにより、高品質のトマトやキュウリを生産する方法を検討するとともに、水耕栽培されたトマトの食味に及ぼす収穫熟度と流通温度の影響を調べた。

1. 実験材料および方法

(1) 実験材料

(A) 栽培条件：水耕栽培ならびに土耕栽培は無加温の

* 大阪府農林技術センター (〒583羽曳野市尺度442)

**Osaka Prefecture Agricultural Research Institute(442
Shakudo Habikino Osaka 583 Japan)

Fig. 1 Tomato growing by hydroponics

ガラス室で行い、土耕栽培は50L入りのポットに砂壤土を入れ、堆肥ならびに化学肥料を常法で施用した。水耕栽培は50L入りポットならびに改良M式水耕栽培プラント（図1）を実験目的により適宜使用した。均衡培養液は、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 1,000mg/L, KNO_3 ; 850mg/L, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 500mg/L, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; 150mg/L, 市販微量成分; 10mg/L, 鉄分, EDTA 5mg/L を1単位とした。

(B) 品種：トマトの品種は生食用の“瑞秀”，“プチトマト”，“イエローペイトマト”，“レッドペイトマト”，ならびに調理加工用の“ローマ”を使用し（図2），キュウリは“北進”を使用した。

(C) 収穫熟度：キュウリは開花後10日～14日の収穫適期で収穫し，トマトは実験目的により，30%着色果ならびに100%着色果を収穫した。トマトは着果段位が上るにつれて，アスコルビン酸含量が多くなると報告されているので^{13)～15)}，水耕栽培と土耕栽培トマトはそれぞれ同一般位の果実を供試した。

(2) 官能検査

(A) トマト：個々の果実を花落部からガク部にかけて6分割し，検査に供した。

(B) キュウリ：個々の果実の中央部を3cmの長さに切り，検査に供した。

(C) 検査方法：トマトならびにキュウリはそれぞれ，

Fig. 2 Tomato fruits grown by hydroponics
upper: from left; Zuisyu, Roma
lower: from left; Puchi, Red pear,
Yellow pear

嗜好試験を行い，1回の検査に対して当センターの研究員25～30人が官能検査員となった。

2. 実験結果

(1) トマト果実の食味に及ぼす栽培培地の影響

表1は，土耕栽培トマトと3種の培養液濃度で水耕栽培された果実をそれぞれ比較した官能検査の結果である。硬さについてみると，培養液濃度が0.4, 0.7単位の場合は水耕栽培トマトと土耕栽培トマトの間にほとんど差がなかったが，1単位の場合は土耕栽培トマトより水耕栽培トマトの方が軟かった。甘さについては，培養液濃度が0.4単位の場合は明らかに土耕栽培トマトの方が甘いとされたが，0.7単位や1単位の場合は差がなかった。

一方，酸味は培養液濃度が0.4単位と0.7単位の場合，土耕栽培と水耕栽培の間に差はみられなかったが，1単位の場合は，水耕栽培トマトの方が酸味が強かった。香気は，培養液濃度が0.4単位の場合，明らかに水耕栽培トマトより土耕栽培トマトの方が強かったが，培養液濃度を上げるとその差はなくなった。

硬さ，甘味，酸味，香気などを総合的に判断し，どちらの果実を好むかを調べた結果では培養液濃度が0.4単位の場合，水耕栽培トマトを好んだ官能検査員は17%で，土耕栽培トマトは83%であり，高度に有意な差がみられたが，培養液濃度を上げると差は小さくなり，1単位の場合は，ほぼ同数の官能検査員に好まれた。

土耕栽培トマトと水耕栽培トマト（1単位）の果肉部ならびにゼリー部のpHは両測定部位とも栽培培地によ

Table 1 Effects of Culture medium on hardness, sweetness, acidity, odor, and preference oftomatoes (cv. Zuisyu)

Comparison	Hardness	Sweetness	Acidity	Odor	Preference
Soil culture	54※2	75 b	49	79 b	83 a
Hydroponics (0.4 unit)※1	46	25	51	21	17
Soil culture	50	56	53	56	62
Hydroponics (0.7 unit)	50	44	47	44	38
Soil culture	74 a	57	33	48	52
Hydroponics (1 unit)	26	43	67	52	48

※1) Concentration of culture medium 1 unit; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 1000mg, KNO_3 : 850mg, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 500mg, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: 150mg, B. Zn. Fe.: trace, per 1, respectively

※2) Percentage judged as storonger in hardness, sweetness, acidity, and as preferable. paired comparison test

Means: a—1% level, b—5% level

Table 2 Effects of culture medium on Brix, pH, and titratable acid of tomatoes (cv Zuisyu)

Culture method		Brix.	pH	Titratable acid※
Soil culture	pericarp	5.6	4.3	386
	Jelly-like pareachyma	5.4	5.3	525
Hydroponics (1 unic)	pericarp	6.4	4.3	436
	Jelly-like parenchyma	5.8	5.5	598

※ mg/100g f. wt. as malic acid

Table 3 Effects of culture methods on sweetness, acidity, odor, and preference of 4 cv of tomatoes

cv	Culture method	Sweetness	Acidity	Odor	Preference
Petit	Soil culture	48※	90 a	86 a	76 b
	Hydroponics (0.7 unit)	52	10	14	24
Yellow Pear	Soil culture	66	41	62	55
	Hydroponics (0.7 unit)	34	59	38	45
Red pear	Soil culture	86 b	14	62	62
	Hydroponics (0.7 unit)	14	86	38	38
Roma	Soil culture	72	55	66	59
	Hydroponics (0.7 unit)	28	45	34	41

※ Percentage of judge-same as in Table 1 paired comparison test

Means: a—1% level, b—5% level

る差はほとんどみられなかったが、両測定部位の Brix と滴定酸含量は土耕栽培トマトより水耕栽培トマトの方が高かった (表 2)。

水耕栽培を行っている農家は 0.5~0.7 単位の濃度で栽培することが多いので、プチトマト、イエローペアートマト、レッドペアートマト、ならびにローマの 4 品種を選び 0.7 単位で水耕栽培し、土耕栽培トマトと食味を比較した結果は表 3 のようであった。

プチトマトでは差がなかったが、それ以外の 3 品種は水耕栽培トマトより土耕栽培トマトの方が甘みを強く感じる官能検査員が多く、とくにレッドペアートマトでは、84% の官能検査員が土耕栽培トマトの方を甘く感じた。酸味はイエローペアートマトとレッドペアートマトは土耕栽培トマトより水耕栽培トマトで強く感じられたが、プチトマトでは反対に、明らかに土耕栽培トマトの方が酸味が強いと判定された。

Table 4 Effect of concentration of culture medium of hydroponics on crispness, odor, and preference of cucumber fruits

	Crispness	Odor	Preference
Hydroponics (1 unit)	64※	64	70
Hydroponics (2 units)	36	36	30

※ Percentage judged as crispness, storonger in odor, and preference
paired comparison test

Table 5 Effects of shipping temperature after hardness, sweetness, acidity, dor, and preference of tomatoes (cv Zuisyu) grown by hydroponics (0.7 ucit)

	Hardness	Sweetness	Acidity	Flavor	Liking
Fruits I-A	100※a	19 b	18 b	43	38
Fruits I-B	0	81	19	57	62
Fruits II-A	89 a	30	70	52	48
Fruits II-B	11	70	30	48	52

I-A; 2 days storage at 25°C, harvested at 30% coloring
I-B; 2 days storage at 2°C, harvested at full ripe
II-A; 4 days storage at 20°C harvested at 30% coloring
II-B; 4 days storage at 2°C harvested at full ripe

※ percentage of judge-same as in Table 1
Paired comparison test

Means: a—1% level, b—5% lbvel

香気は4品種とも水耕栽培トマトより土耕栽培トマトの方が強く、プチトマトでは特にその差が大きかった。その結果、4品種とも土耕栽培トマトの方が水耕栽培トマトより多くの官能検査員に好まれた。このような表3の結果は表1の0.7単位で栽培した瑞秀の場合とほぼ同様であった。

(2) キュウリ果実の食味に及ぼす栽培地の影響

キュウリを水耕栽培する場合の培養液濃度を1単位と2単位として栽培すると、外形はほとんど差はみられなかったが、2単位で水耕栽培した果実の方が果皮色が濃く、また果肉の緑色も濃かった。

それぞれのキュウリの官能検査を行うと(表4)、歯切れは1単位で栽培したキュウリの方が良いとした官能検査員は64%で、2単位で栽培したキュウリの36%より多く、香気についても同様の結果であった。その結果、1単位で栽培したキュウリを好む官能検査員は、2単位で栽培したキュウリを好む官能検査員の約2.3倍であった。

(3) トマト果実の食味に及ぼす追熟温度の影響

表5の果実I—Aは30%着色で収穫し、25°Cで2日間

Table 6 Comparison of quality characteristics between tomato fruits (cv Zuisyu, grown by 0.7 unit hydroponics) ripened on the tree and that ripened after harvested at 20°C

	Hardness	Sweetness	Acidity	Odor	Preference
Fruits A	33※	52	35	39	39
Fruits B	67	48	65	61	61

Fruits A; Harvested at 30% coloring and ripened for 5 days at 20°C

Fruits B; Harvested at full ripe and tested immediately

※ percentage of judge-same as Table 1
paired comparison test

追熟させた果実で、果実I—Bは100%着色で収穫し、2°Cで2日貯蔵したものを検査時に室温にもどした果実である。官能検査当日の外観は両者でほとんど差はみられないが、食べると、硬度と酸味は果実I—Aの方が強く、甘みと香りは果実I—Bの方が強かった。総合的に果実I—Aを好んだ官能検査員は38%であるのに対し、果実I—Bは62%と明らかに差があり、流通過程で追熟させた果実より、完熟したものを収穫し低温流通させた果実の方が好まれた。

一方、30%着色果を20°Cで追熟させると(果実II—A)、樹上で完熟させ、低温流通させた果実(果実II—B)との間でも、やはり果実II—Aの方が硬く、酸味が強いとした官能検査員は多く、甘みも果実II—Bの方が強かったが、これらの差は果実I—Aと果実I—Bの差より小さい傾向があった。香りの強さは、果実II—Aと果実II—Bではほとんど差がなかった。結局20°Cで追熟させると、追熟トマトと完熟果を低温流通させたトマトとの間に好みに対する有意差はみられなかった。つまり、流通温度が25°Cの場合は、追熟トマトと完熟させ低温流通させたトマトの間での食味の差は大きいですが、流通温度が20°Cであれば、両者の食味の差は小さくなるようであった。

しかし、20°Cで追熟させても、検査当日に収穫した樹上完熟トマトと比較すると(表6)甘みの差は小さいが、樹上完熟トマトの方が酸味ならびに香りが強いとした官能検査員はそれぞれ65%と61%であり、追熟トマトより検査当日に収穫された樹上完熟トマトは多くの官能検査員(61%)に好まれた。

3. 考 察

一般的に、水耕栽培で生産された青果物は土耕栽培さ

れたものに比べ味や香が少ないといわれることが多い。本研究においても、培養液温度を低くしてトマトの水耕栽培を行うと、土耕栽培されたものに比べ、甘味や香気が少なく、おいしいと感じる官能検査員も少なかったが、培養液濃度を1単位まで高めると、土耕栽培トマトとの食味の差が小さくなった。その理由として、表1の香気や甘みの項目で、培養液濃度を高めると土耕栽培トマトと水耕栽培トマトの差が小さくなる傾向と、好みの項目も濃度を上げると、両トマトの間の差が小さくなる傾向とを合せ考えると、培養液濃度を高めると水耕栽培トマトの甘みや香気が増加したため、土耕栽培トマトとの食味の差が小さくなったものと思われた。とくに、香気の増加が食味向上に対して影響が大きいものと思われ DA LAL ら^{16~17)} や SHAH ら¹⁸⁾ も香気成分の低下がトマトの風味の低下に関係が深いとしている。南光ら¹⁹⁾ も水耕栽培と土耕栽培されたトマトの成分を調べた結果において、アスコルビン酸は、水耕の果実において少し土耕のものより高い傾向であるが、糖含量は、水耕と土耕の違いによる差は少ないと報告しており篠原ら¹¹⁾ はトマトで、また青山らはミツバでもあまり両者の差がないと報告している。このように一般にいわれているほど、水耕栽培された青果物の品質は低くないようである。

トマトの水耕栽培の培養液濃度を高めると収穫量が低下するため、0.5~0.7単位の培養液を利用する農家が多いのであるが、この濃度でトマトを栽培すると、本研究の供試5品種とも、土耕栽培トマトより甘みや香気が少なく、多くの官能検査員には好まれなかった。しかし、1単位で栽培すると生産量は低下するものの、表2のように土耕栽培トマトより糖度が高く、滴定酸含量の高いトマトを栽培できるので、近年のように量より質を要求する消費者ニーズに対応して、現行の培養液濃度を高める必要があると思われる。

一方キュウリでは培養液濃度が高いと食味が土耕栽培のキュウリより低かった。その理由は、高濃度の培養液で水耕栽培したキュウリは菌切れが悪く、香気も青くさい香が強いためであった。つまり、キュウリはトマトとは異なり、培養液濃度は低い方が、食味の良いキュウリを生産することができた。

つぎに収穫熟度と食味の関係についての報告は多いが^{21)~28)} 青柳ら²⁹⁾ の土耕栽培トマトを使った研究において、追熟トマトより樹上完熟トマトの方が食味が良いとされており、本研究の水耕栽培トマトにおいても同様の

結果が得られた。しかし、本研究においては、樹上完熟トマトの収穫直後のものに比べると食味は劣るものの、流通温度を20℃で追熟させると、樹上で完熟させ低温流通されたトマトとほぼ同じ香気があり、好みもほとんど差のないトマトが得られることが明らかとなった。つまり、追熟温度に留意すれば、未熟果を収穫してもかなり高品質のトマトを流通させられることが可能と思われる。

近年のトマトの食味に関する問題点は、栽培培地を改良し、より樹上で熟したものを収穫し、追熟温度を今より低くすることによってある程度は解決できるものと思われる。

4. 摘 要

本研究は、生食用キュウリと生食ならびに調理・加工用トマトの品質に及ぼす栽培培地の影響を調べるとともに、流通温度がトマトの食味に及ぼす影響を調べたものである。

(1) トマトの水耕栽培培養液の濃度を0.4, 0.7および1単位として栽培すると濃度の高いほど食味がよくなる傾向があり、1単位で栽培すると土耕栽培トマトとほぼ同様の食味となった。1単位の培養液濃度で栽培されたトマトのpH, Brix, 滴定酸含量は土耕栽培トマトとほぼ同様であった。

(2) 0.7単位の培養液で水耕栽培した調理・加工用ならびに生食用トマト5品種は、品種により多少異なるが、土耕栽培トマトの方が多くの官能検査員に好まれた。

(3) キュウリは培養液濃度を1単位から2単位に上げると菌切れが悪くなり、食味が低下した。

(4) 30%着色で収穫し20℃で4日追熟させたトマトの食味は、100%着色で収穫し冷蔵したトマトとほぼ同じであった。しかし、追熟トマトの食味は検査当日収穫された樹上完熟トマトより悪かった。

参 考 文 献

- 1) 篠原 温ら：園学雑，47，63~70 (1978)
- 2) 山内直樹ら：栄養と食糧，33，293~298 (1980)
- 3) 篠原 温ら：園学雑，49，85~92 (1980)
- 4) 篠原 温ら：園学雑，50，239~246 (1981)
- 5) 吉田企世子ら：日本栄養・食糧学会誌，37，115~121 (1984)
- 6) 吉田企世子ら：日本栄養・食糧学会誌，37，123~127 (1984)
- 7) 吉田企世子ら：日本栄養・食糧学会誌，37，267~272 (1984)

- 8) 鯨 幸夫：日本栄養・食糧会誌, **37**, 239~244 (1984)
 - 9) 鯨 幸夫：日本栄養・食糧会誌, **37**, 245~250 (1984)
 - 10) 高間総子ら：コールドチェーン研究, **2**, 60~64 (1976)
 - 11) 青山文雄ら：栄養と食糧, **31**, 355~359 (1978)
 - 12) 阿部一博：日本コールドチェーン研究発表要旨, 14 (1983)
 - 13) FRYER, H. C. et al: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **64**, 360~364 (1954)
 - 14) 木下隆雄ら：野菜試研究年報, 149~154 (1976)
 - 15) McCOLLUM, J. P. et al: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **45**, 382~386 (1944)
 - 16) DALAK, K. B. et al: *Phytochem*, **6**, 155~157 (1967)
 - 17) DALAL, K. B. et al: *Plant and Cell Physiol.* **9**, 389~400 (1968)
 - 18) SHAH, B. M. et al: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **94**, 171~176 (1969)
 - 19) 南光美子ら：園芸学研究集録, **9**, 66~70 (1979)
 - 20) 篠原 温ら：園学雑, **51**, 338~343 (1982)
 - 21) BELANCOURT, L. A. et al: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **102**, 721~723 (1977)
 - 22) BISOGNI, C. A. et al: *J. Food Sci.*, **41**, 333~338 (1976)
 - 23) 万豆剛一ら：農及園, **41**, 355~356 (1966)
 - 24) KADER, A. A. et al: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **102**, 724~731 (1977)
 - 25) KADER, A. A. et al: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 6~13 (1978)
 - 26) KADER, A. A. et al: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 541~544 (1978)
 - 27) 緒方邦安ら：香川農大報, **2**, 121~129 (1951)
 - 28) 大久保増太郎ら：千葉農試研報, **6**, 181~190 (1965)
 - 29) 青柳光昭ら：園芸学会発表要旨, 438~439 (1978)
-