

無支柱栽培トマトの加工適性に関する研究（第2報）

輸送適性について

飯島 隆志・石原 紀男*

信州大学農学部 食品化学研究室

加工原料用トマトの具備すべき条件については、すでに飯島^{3,7)}ほか種々^{11,12,14)}の提言があり、1) 生産の安定性、栽培の難易、2) 品質、3) 貯蔵性、輸送性の3条件に大きく分類することができよう。

これらのうち、さきに筆者らはジュースおよびピューレーの歩留りとそれらの生産性について報告し⁴⁾、また品質についても一部報告^{5,6)}した。今回は輸送適性を判断するための2、3の試験を行なったのでここに報告する。なお本報告の一部要旨はすでに1966年園芸学会利用部会で報告済みである。

本研究は試料その他において信州大学農学部附属農場の御援助を受け、また文部省科学研究費の御援助によるものの一部であるので、ここにこれら関係者に対して深く謝意を表するものである。

試 験 方 法

1 試験材料

1963年に Heinz 社から導入した無支柱栽培トマト品種 (Determinate type variety) H. 1350, H. 1370, E. S. 24, E. S. 58と、すでに日本で栽培中の Roma および対照として有支柱栽培トマト品種 (Indeterminate type variety) の大豊の6品種を供試した。これらのうち大豊は大粒やや偏円、Heinz 系、E. S. 系は中粒球型（うち H. 1350 のみアメリカでは大粒と報告されているが筆者の扱ったものは中粒種であった）、Roma は小粒長卵型である。また大豊と H. 1350 のみが生食と加工の兼用種で、他は加工専用種とされている品種である。

栽培は信州大学農学部附属農場で行ない、1965年4月5日電熱温床に播種、4月27日冷床へ移植、6月6日定植、その後の管理は一般の栽培基準に従った。8月下旬～10月上旬にかけて加工適熟果すなわち完全着色果を採取して試験に供した。

2 試験方法

1) 果肉硬度

佐藤製作所製硬度計 (Universal Hardness Meter) B型 (最高1kg用) により、1個体あたり果実側面5個所を測定した。

2) 果実表皮の厚さ

* 現カゴメ株式会社

昭和46年5月26日受付

果実側面の表皮を斜がしてホルマリン液で固定後 Freezing Michrotome で凍結切片を作りエオシン液で染色してプレパラートを作成し、マイクロメーターを用い、顕微鏡の100倍倍率で顕鏡測定した。

3) 果実の耐圧性

玉冠打栓機の打栓部分にセルロイド板を張りつけた木製平板(12cm×16cm×1cm)を取りつけ、下に台秤りを置いて徐々に圧力を大きくして破裂したときの圧力を重量であらわした。

4) 振動試験

トラック輸送中の横の振動状態を実験的に再現するために図1に示す振動試験機を試作し、20kgのトマト果実を詰めた木製のすかし箱(通い箱)を載せて、単位時間あたりの振動数、振幅、振動時間を変えた場合の果実の破損率を調査した。

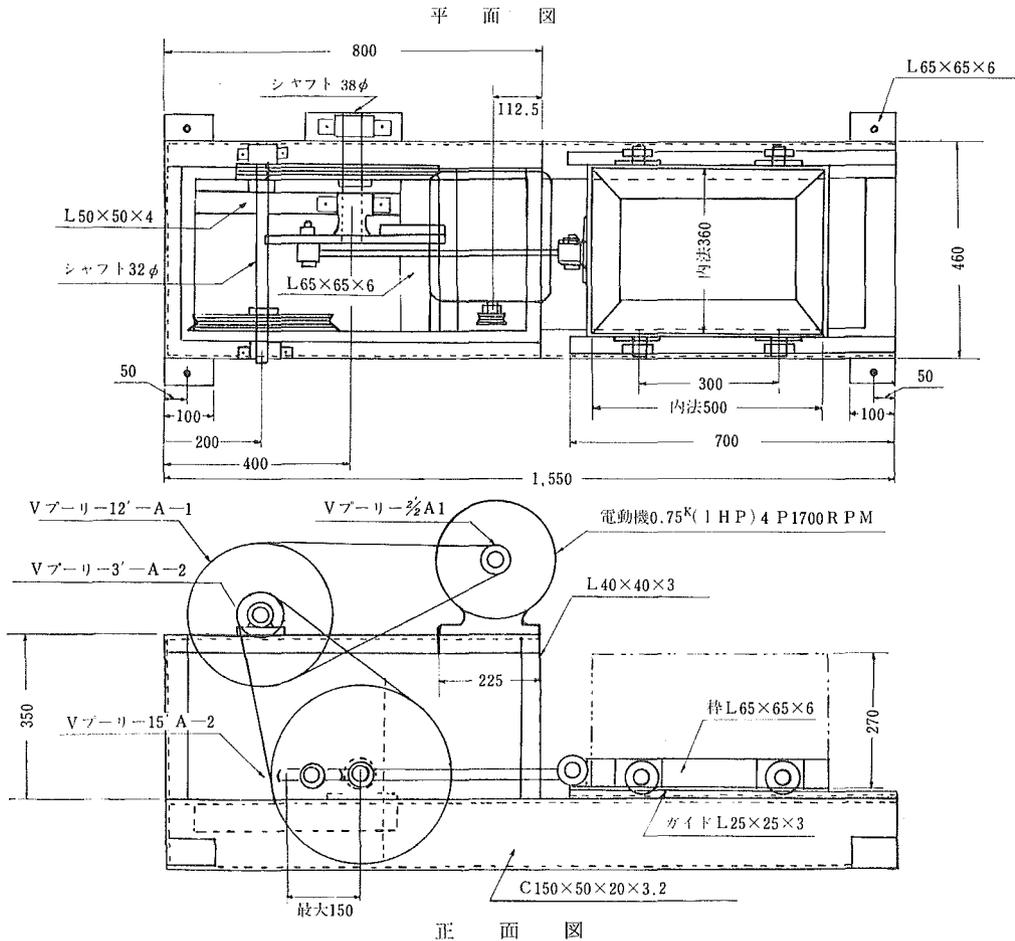


図1 試作使用した振動試験機設計図

5) 落下試験 (Dropping Test)

積みおろしの際の振動・衝撃による果実の破損状態を実験的に測定する目的で、20kg 詰め木製通い箱を水平にして各種定めた高さからコンクリート床へ自然落下させ破損果率を調査した。

6) トラック輸送試験

2トン積み、タイヤ圧35~40ポンドいすゞディーゼルトラックの中央に20kg 詰め木製通い箱26箱を積載し、第1回目は走行距離100km、うち前半50km舗装、後半50km無舗装、所要時間4時間で慣行による実際の輸送時と同様な取扱いを行なった後破損果率を調査した。

個体を扱った試験には1品種1回6個体以上を、20kg 詰め木箱を扱った試験には1品種1回3箱以上を用い、いずれも3回以上の組返しを行なった。ただしトラック輸送試験は2回であった。なお破損果率は重量比で示した。

試験結果ならびに考察

1 輸送性に関する諸形質

輸送性に関するであろうと考えた諸形質の比較結果は表1に示す通りであった。

表1 加工用トマト果実の品種別諸形質比較

調査項目 \ 品 種	大 豊	H. 1370	H. 1350	E. S. 24	E. S. 58	Roma	
生 体 重(g)	167.6	135.3	130.2	104.2	117.0	61.7	
果 型	{ 長 辺(cm) 短 辺 高 さ	7.3	6.7	6.8	6.1	6.3	4.7
		7.0	6.4	6.5	6.0	6.0	4.3
		5.7	5.4	5.1	5.0	5.0	6.0
へた部の 大きさ	{ 長辺(cm) 短辺	1.5	1.3	1.5	1.3	1.4	0.4
		1.4	1.2	1.4	1.2	1.3	0.4
耐 圧 力(kg)	7.7	7.4	7.5	9.4	7.8	5.0	
順 位	3	5	4	1	2	6	
果 肉 硬 度(g)	420	480	465	465	480	435	
順 位	6	1	3	3	1	5	
表 皮 厚(μ)	30.4	28.0	28.8	24.2	32.6	28.4	
順 位	2	5	3	6	1	4	
20 kg 当り 個 数	146	185	152	169	142	362	
順 位	5	2	4	3	6	1	

1) 果 型

果型は大豊の大粒、Heinz系、E. S.系の中粒、Romaの小粒であるが、田中³⁾は裂果抵抗性の面から小粒でへた部の小さい程良いとしていること、また小粒容積を小さくすることなどから考えると、一般に有支柱栽培品種より無支柱栽培品種の方がすぐれていることとなるが、一方 L. H. HALSEY⁹⁾は傷に対する感受性は成熟度と品種に関係があって、果実の大きさ、重さなどにはほとんど関係がないと報告しているのでさらに検討を要する事項である

う。

2) 果肉硬度

Universal Hardness Meter による測定結果の果肉硬度は無支柱栽培品種の方が大豊より高く、特に H. 1370 が高い数値を示した。ただし Roma は無支柱品種の中では果肉硬度で最も低い。振動試験、落下試験、輸送試験結果によると破損率をもっとも少ないので、単に果肉硬度のみでは破損抵抗性を判断することは危険であろうと考える。

3) 果実表皮の厚さ

表皮厚と破損率の関係も明かではなかった。表皮の引張り強度^{11,12)}などさらに検討すべき点が多いものと考えられる。

4) 耐圧性

裂果にいたるまでの耐圧力を測定した結果によると、実際の落下試験、振動試験結果による破損率との関係はほとんど認められなかった。特に Roma は逆の結果を示した。

5) 果肉と果腔内物質との重量比率

果肉と果腔内物質との重量比率が裂果抵抗性と関係がありはしないかと考え、品種別の果肉重量と果腔内物質の重量との比率を比較したのが表2であるが、これらの間の関係も明かではなかった。

表2 加工用トマト果実の品種別果肉と果腔内物質の重量比率比較

品 種	果肉歩合	果腔内物質歩合
大 豊	79.7(%)	20.3(%)
H. 1350	80.8	19.2
H. 1370	83.0	17.0
E. S. 24	79.8	20.2
E. S. 58	81.0	19.0
Roma	85.1	14.9

2 振動とトマト果実の破損との関係

1) 振幅、振動数と破損との関係

品種 H. 1370, 20kg を詰めた木製通い箱を供試し、振動時間を30分に固定し、振幅15~30cm、振動数を毎分52, 63, 82, 97と変えて振動試験を行ない、振幅、振動数とトマト果実の破損との関係を検討した結果は図2に示す通りであった。

この結果によると単位時間あたりの振動数に比例して破損は大となり、また同じ振動数であれば振幅が大きい程破損率は大であった。ただし、振幅15cmであれば振動数毎分97まで、20cmであれば82までのように、ある限界までは破損率が10%以下

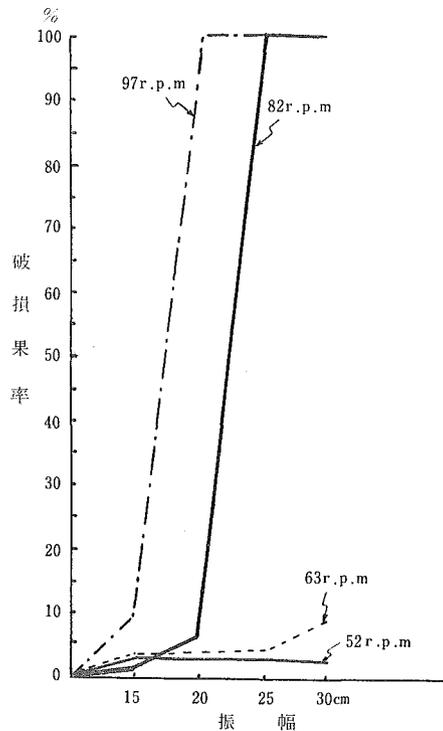


図2 振幅、振動数とトマト果実の破損との関係 (品種H. 1370)

で済むが、この限界を過ぎると急に100%近くの破損率を示した。

2) 振動時間と破損との関係

品種H. 1370, 振動数毎分97, 振幅20cmと15cmで振動時間を変えてトマト果実の破損との関係を検討したのが図3である。この結果から振動時間と破損率との相関は相当大きいことを示した。これは黒田ら⁸⁾の報告とも一致している。

3) 振動による破損の品種別比較

振動数毎分97, 振幅15cm, 振動時間30分の振動(横振動)を行なって品種別果実破損率を比較した結果が図4である。これによると, Roma, H. 1370, E. S. 24が振動抵抗性が大で, H. 1350, E. S. 58, 大豊が小であった。

なお観察によると20kg詰め木製通い箱内果実への横振動による破損果は、箱の上部における角あたりの傷果が大部分であった。これは横振動が始まると下部は目詰りし、下部の果実は殆んど動かなくなり、上部の果実が通い箱の角にぶつかって破損がうまれるものと推察された。

3 落下とトマト果実の破損との関係

各種の高さから果実20kg詰め木製通い箱をコンクリート床へ自然落下させ(Dropping Test), 縦の振動ならびに衝激(両者の区別はつけていないが)に対する抵抗性について検討した。

1) 落下距離とトマト果実の

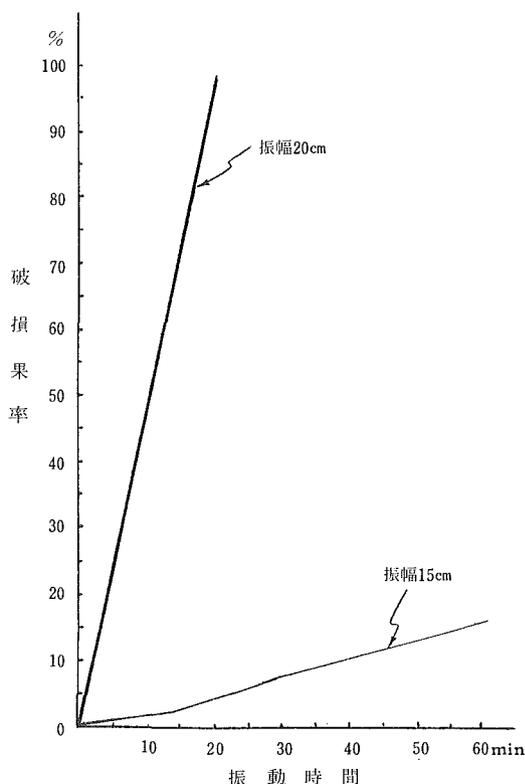


図3 振幅振動時間とトマト果実の破損との関係 (品種H. 1370, 97r. p. m.)

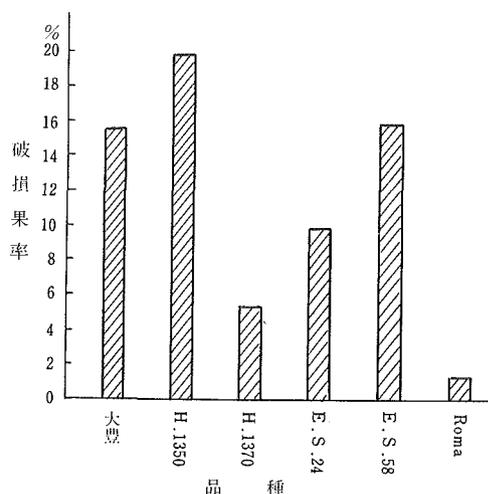


図4 振動と品種別トマト果実の破損との関係 (97r. p. m. 幅15cm, 30分)

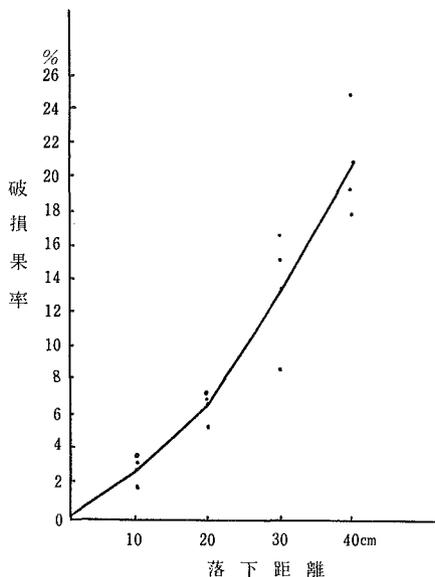


図5 落下距離とトマト果実の破損との関係
(品種H. 1370, 20kg入り木箱,
コンクリート床へ自然落下)

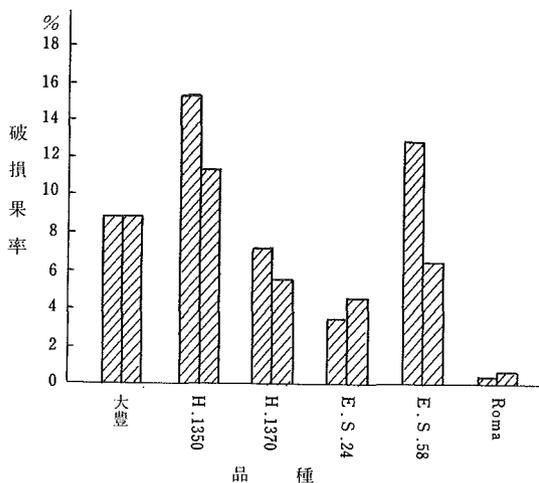


図6 落下と品種別トマト果実の破損との関係
(落下距離 20cm)

破損との関係

図5は品種 H. 1370 で 10, 20, 30, 40cm の高さから Dropping Test を行なった結果, 落下距離と破損との関係は相関がきわめて高いことを示した。

2) 落下による果実破損の品種別比較

20cm の高さから Dropping Test を行ない破損果率の品種別比較を行なった結果が図6である。この結果によると Roma, E. S. 24, H. 1370 が破損果率が低く, H. 1350, E. S. 24, 大豊は高く振動試験結果と一致した。

なお, 落下による破損は裂果によるものが多く, しかも箱中の下層部に多かった。これは果実自重の加わった衝撃によるものと推察された。

4 トラック輸送とトマト果実の破損との関係

第1回目は, 長野県伊那市一東箕輪一岡谷間, 走行距離100km, うち前半舗装道路50km, 後半無舗装道路 50km, 所要時間3時間の品種別比較試験であったが, その結果を図7Aに示す。第2回目の図7Bに示すのは伊那一高遠一茅野間, 走行距離 100km, 無舗装道路を選んで走行し, 所要時間4時間の輸送試験を行なった結果である。なお破損果を傷果と裂果とに分けた。

2回のトラック輸送試験の結果は, 振動, 落下の両試験結果と同様の傾向がみられ, Roma, H. 1370, E. S. 系が裂果, 傷果ともに少なく, 大豊とH. 1350は多いことを示した。

なお第1回目前半の無舗装道路 50km 走行結果では大豊1個の裂果を認めたのみであったことや, Bに比しAの方が破損果が少ないので, 舗装道路を走るだけでは比較的破損は少ないものと考えられる。ただし軟果は多くなることが観察された。

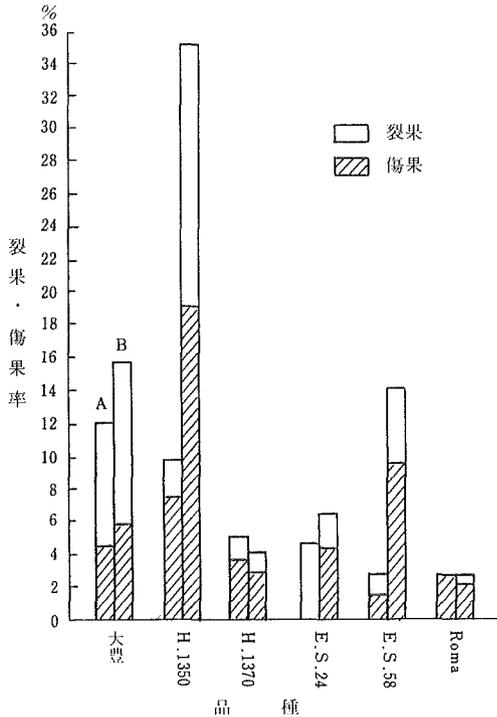


図7 トラック輸送と品種別トマト果実の破損との関係

- A 100km, うち前半50km舗装道路, 50km無舗装, 3時間トラック輸送
 B 100km全部無舗装道路, 4時間トラック輸送

る。筆者らの本試験結果でも 諸形質と 破損抵抗性との 関係をつかむことは困難で HALSEY の結果と一致した。

要 約

1963年に Heinz 社から導入した無支柱栽培トマト品種 (Determinate type variety) H. 1350, H. 1370, E. S. 24, E. S. 58 と, すでに日本で栽培中の Roma および有支柱栽培トマト品種 (Indeterminate type variety) の大豊の 6 品種を供試して, 1965年に輸送性に関与すると思われる諸形質調査, 振動試験, 落下試験, トラック輸送試験を実施し, 加工原料としての輸送適性を検討して以下の結果を得た。

1 果実の生体重および 20kg 入りの 1 箱分あたりの個体数, へた部の大きさ, 耐圧性, 果肉硬度, 果実表皮の厚さ, 果肉重量と果腔内物質重量との比率など輸送性に関与しそうな諸形質を品種別に比較調査したが, 振動, 落下, トラック輸送試験結果によるトマト果実の破損抵抗性との関係は明かでなかった。

以上の諸実験結果により, トラック輸送中の加工原料トマトは舗装道路上の輸送であれば横の振動によるものと考えられる破損は比較的少なく, 僅かに箱の上面において箱傷を生ずるに過ぎないが, 荷の落下すなわち積みおろしの際のような縦振動特に衝激による破損, なかでも破裂によるものが相当多いものと考えられる。

畑から工場までの原料用トマトの輸送過程における破損の原因について, 1965年にカゴメ株式会社伊那工場と信州大学農学部との協同調査によっても, 輸送中よりも荷の積下しに裂果が大きいという結論を得, また L. H. HALSEY⁹⁾ のトマト打撲傷の研究によっても徐々に圧搾する力よりもハンマーでたたくような瞬間的なショックの方が破損が大きいと報告しており, これらの結果も本試験結果から肯定できるものである。

なお HALSEY は傷に対する感受性は成熟度と品種に関係があつて, 果実の大きさ, 重さ, 硬さ, 粗繊維含量などにはほとんど関係がないと報告している。

2 横振動とトマト果実の破損抵抗性との関係を試作した振動試験機で測定した結果、ある振動の強さまではあまり破損は起らないが、ある限界を越えると急に多くなることを認めた。

横振動に対する抵抗性の品種間差異は顕著で、Roma, H. 1370, E. S. 24が大きく、H. 1350, E. S. 58, 大豊が小さかった。

3 無舗装道路および荷の積みおろし時に多く起ると考えられる縦の振動ならびに衝激に対する抵抗性を測定する目的で落下試験(Dropping Test)を行なった。この結果によると落下距離に比例して破損果を著しく多く生じ、品種別では Roma, E. S. 24, H. 1370 が小さく、大豊, E. S. 58, H. 1350 が大きかった。

4 トラックの輸送試験結果では、振動、落下試験結果と同傾向を示し、Roma, H. 1370, E. S. 24 は損傷果が少なく、H. 1350, 大豊では多かった。

以上を総合して、本試験供試品種の範囲内では加工専用の無支柱栽培適品種が輸送適性を示し、有支柱、無支柱をとわず生食と加工の兼用種が比較的適性を欠くものと判断された。

文 献

- 1 Garden Seed Research Committee, American Seed Trade Association: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82, 657 (1963)
- 2 ———: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84, 670 (1964)
- 3 飯島隆志: 食品工誌 12(5), 192~205 (1965)
- 4 ———, 中村怜之輔, 村瀬史朗, 堀 俊夫: 園芸学会誌 34(2), 139~144 (1965)
- 5 ———, 羽生田義夫, 重盛恭彦: 食品工学会要旨 15, 16 (1969)
- 6 ———, 村上雄一: 食品工学会要旨 16, 15 (1970)
- 7 ———: 缶詰技術 11(7) 380~391 (1970)
- 8 黒田佐俊, 南 鉄雄: 園芸学会春季要旨 47 (1965)
- 9 L. H. HALSEY: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83, 710~716 (1963)
- 10 二井内清之: 園芸試, D1 117~54 (1963)
- 11 農水産技術会議事務局: 昭和43年度加工原料トマトの素質改善に関する特別研究推進会議資料 1~21 (1969)
- 12 ———: 昭和44年度 同上 1~11 (1970)
- 13 田中吉温: 東京農試特 (1938)
- 14 山崎守正, 山田憲司, 竹田一昭: 缶詰時報 44(7), 35~39 (1965)

Processing Adaptability of Determinate Type Tomato Varieties (2) Adaptability of Tomato Fruits for Transport

By Takashi IJIMA and Norio ISHIHARA

Laboratory of Food Chemistry, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

Five determinate type varieties H. 1350, H. 1370, E. S. 24 and E. S. 58, Roma and one indeterminate type variety Taiho used as a contrast were tested in this experiment, respectively.

The results obtained from comparison with these varieties in adapting the tomato fruits for transport, were summarized below.

1. The results of investigation on the character of tomato fruits concerned with transport.

The investigation was carried out from the viewpoints of the fresh weight of fruits, the size of calyxes, the thickness of epidermis, the resistability of fruits under pressure, the hardness of sarcocarp and distribution ratio of sarcocarp in a fruit. The relations between these characters and the adaptabilities for transport were, however, not clear.

2. The results of vibrating experiments.

The damages of the fruits were caused increasingly as the vibrational amplitude, frequency and duration of fruits were increased, respectively. There are apparent differences in damage among these varieties, namely, the varieties which sustained severe damage were H. 1350, E. S. 58 and Taiho. On the contrary, those which sustained slight damage were Roma, H. 1370 and E. S. 24.

3. The results of dropping tests.

There are apparent discrepancies of damage among these varieties, the longer the distance of dropping fruits is, the larger the fruit's damage is. The varieties which sustained severe damage were Taiho, E. S. 58 and H. 1350, those which sustained slight damage were Roma, E. S. 24 and H. 1370.

4. The results of transporting experiments of fruits with a truck.

The varieties which sustained severe damage were H. 1350 and Taiho, those which sustained slight damage were Roma, H. 1370 and E. S. 24. In our limited experiments, we recognized that Roma, H. 1370 and E. S. 24 (determinate type varieties) used as an aim of processing were superior to H. 1350 (determinate type variety) and Taiho (indeterminate type variety) having two aims of both processing and fresh vegetables in transporting fruits.