

カットキュウリ保持中の生理的変化ならびに腐敗に及ぼす切断角度ならびに形状の影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	阿部, 一博 鈴木, 富隆 茶珍, 和雄
巻/号	64巻3号
掲載ページ	p. 633-638
発行年月	1995年12月

カットキュウリ保持中の生理的变化ならびに腐敗に及ぼす切断角度 ならびに形状の影響

阿部一博・鈴木富隆*・茶珍和雄

大阪府立大学農学部 593 堺市学園町 1-1

Effect of Cutting Modes on the Physiological Changes and Deterioration in Partially Processed
Cucumber during Storage

Kazuhiro Abe, Tomitaka Suzuki* and Kazuo Chachin

College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Gakuen-cho, Sakai, Osaka 593

Summary

Partially processed cucumbers were prepared as several styles : 1) longitudinally into 6 equal, half-length segments (LCS) and 2) sliced into 1 cm thick transverse sections (0 CCS), and obtusely to the transverse at 3) 15, 4) 30, 5) 45, 6) 60 and 7) 75 degree, expressed respectively as 15 CCS, 30 CCS, 45 CCS, 60 CCS, 75 CCS.

1. The ratio of cut surface area/weight of LCS was the largest, the weight and cut surface area of sections increased with an increase in obtuse angle, but the ratio of the surface area/weight did not show significant difference.

2. The respiration rate (O_2 consumption and CO_2 production) of LCS was the fastest, whereas that of the CCSs increased with a increase in angle. The concentrations of O_2 and CO_2 in polyethylene bags containing the sections did not show significant difference during holding at 1°, 8° and 20 °C.

3. The color of the cut sections did not change during 7 days at 1 °C, whereas at 8 °C and 20 °C, LCS began to brown and soften the fastest followed by 60 and 75 CCS; the browning and softening reaction in the 0 and 30 CCS were least rapid. The bacterial population of LCS increased rapidly, whereas those of CCSs increased with an increase in the cutting angle.

緒 言

カット野菜・果実の流通や消費が最近増加しており、それらの生理・化学的变化に関する研究（農林水産省、1988；田村，1991）も多く、流通技術に関する報告（小林ら，1992）もみられる。筆者らもカット野菜・果実の品質保持方法についての研究をすすめ、フィルム包装（龔ら，1990）、エチレン除去剤（Abe・Watada，1991）シヨ糖脂肪酸エステル（阿部・Watada，1991）、軽微の冷風乾処理（阿部・高橋，1994；高橋ら，1993）などが品質保持効果のあることを報告した。またピーマン（阿部ら，1991；周ら，

1992）やニンジン（阿部ら，1993；阿部・吉村，1993）では切断方向が異なると貯蔵性に差異が生じることを明らかにした。現在キュウリもカット野菜として市場に流通しており（岩田，1992）、今後も種々の形状のカットキュウリが流通するものと考えられるが、カットキュウリの品質保持に関する研究はほとんどみられない。

本報では、キュウリの切断の程度や製品の形状ならびに切断角度がカットキュウリ保持中の生理的变化や腐敗の程度に及ぼす影響について調べた。

材料および方法

1. 実験材料

大阪府下の卸売市場より購入したキュウリを供試材料とした。なおキュウリは購入前日に収穫されたもの

1994年9月12日 受理

*現在：全国農業協同組合連合会農業技術センター
〒254 平塚市東八幡 5-5

(品種は不詳)を選び入手した。

2. カットキュウリ調製方法

キュウリは果実の花落部と果梗部を切除した後に庖丁で種々の形状に切断しカットキュウリとした。

キュウリ果実の部位別呼吸量は果実を花落部側、中央部、果梗部側に3等分に輪切りにして調べた。

切断程度が呼吸量に及ぼす影響を調べた実験では果実を2~8個に輪切りにしたり、2等分に輪切り後4~16個に縦に切断した切片を調製した。

異なった切断角度面を有するカットキュウリを調製するときは、それぞれの切片の厚さを1 cmとし、果皮に直角に切断した場合を0度、直角の切断面に対して15度で切断した場合を15度とし、以下30度、45度、60度、75度で切断した。なお以下ではこれらの切片を0度切片、30度切片、60度切片などと呼ぶ。比較のために果実を1/2に輪切り後それぞれを1/6に縦に切断した切片を調製し、縦切り切片として供試した。第1表に切片1個あたりの重さ、切断面積、ならびに切片1 gあたりの切断面積を示した。切片1個あたりの重さと切断面積は切断角度が大きくなるに従い増加したが、単位重量あたりの切断面積の差は小さかった。

3. 保持方法

硬質プラスチック容器(15 cm×9.5 cm、深さ2 cm)に一定量のカットキュウリを載せ、それぞれの容器を厚さ0.03 mmのポリエチレン袋で密封包装した。保持は1°C、8°C、20°Cの暗所で行った。

4. 分析方法

包装内ガス濃度は注射器で袋内ガスを一定量採取してガスクロマトグラフィーで測定した。酸素(以下O₂)はMolecular Sieve 5 A カラム(40~60メッシュ、

2 m×3 mm、50°C)、二酸化炭素(以下CO₂)はPorapak Q カラム(50~80メッシュ、2 m×3 mm、50°C)、エチレン(以下C₂H₄)は活性アルミナカラム(60~80メッシュ、2 m×3 mm、60°C)で分離し、O₂とCO₂の検出にTCD検出器を用い、C₂H₄はFID検出器を用いた。

呼吸量(O₂吸収量とCO₂排出量)は、呼吸量測定用ガラス容器(約1300 ml)にカットキュウリを入れて密封し、20°Cに置き1時間後にそのヘッドスペースガスの一定量を注射器で採取し、ガスクロマトグラフィーで測定した。

数個のカットキュウリを細断し、一定量をさらに乳鉢で粉碎し無菌水で定容し、これを微生物の原液とした。微生物はWaksman・Fred(1922)の方法に基づく希釈平板法で測定した。なお、この方法で培地に出現するコロニーは細菌と放線菌に由来するものであるが(東條・一谷, 1993)、コロニー数から換算した微生物数を以下では細菌数として表示した。

結果および考察

1. 果実の部位や切断程度が呼吸量に及ぼす影響

1) 果実の部位別呼吸量

無切断のキュウリ果実の1時間あたりのCO₂排出量は120 mg·kg⁻¹·hr⁻¹で、切断直後の果実では、花落部側:129 mg·kg⁻¹·hr⁻¹、中央部:123 mg·kg⁻¹·hr⁻¹、果梗部側:121 mg·kg⁻¹·hr⁻¹であり部位によるCO₂排出量の差は少なかった。無切断の果実の1時間あたりのO₂吸収量は134 mg·kg⁻¹·hr⁻¹で、切断によって花落部側:157 mg·kg⁻¹·hr⁻¹、中央部:154 mg·kg⁻¹·hr⁻¹、果梗部側:150 mg·kg⁻¹·hr⁻¹になったが部位による差は少なかった。

Table 1. Weight and cut surface area of cucumber fruit section.

Intact (Control)	Long ^z section	Cutting mode					
		Transverse section ^y					
		0° ^x	15°	30°	45°	60°	75°
A ^w 220±44.9	5.98±1.22	4.84±0.49	4.85±0.53	5.26±0.89	6.92±1.12	8.36±1.44	12.15±1.99
B ^v	18.29±0.55	10.59±0.49	11.50±0.33	13.69±0.57	16.76±0.64	20.77±0.76	31.23±0.34
C ^u	3.20±0.14	2.24±0.05	2.50±0.07	2.55±0.11	2.56±0.03	2.63±0.07	2.63±0.07

^z Cut longitudinally into 6 equal half length sections.

^y 1 cm-thick transverse sections.

^x 1 cm-thick sections cut at various obtuse angles to the transverse, degree.

^w Weight, g.

^v Cut surface area of section, cm².

^u Cut surface area/weight, cm²·g⁻¹.

なお本研究ではカットキュウリからの C_2H_4 生成はほとんどみられず包装内の蓄積も非常に少なかったのがデータは示さなかった。

青果物の組織が異なると呼吸量に差異のあることはよく知られており(緒方ら, 1977), 筆者らもカットニンジンの木部と師部では CO_2 排出量に明らかな差異があることを報告(阿部ら, 1993)したが, 本研究のように果実を花落部側, 中央部, 果梗側のように輪切りにした場合はそれぞれの部位に子房壁, 胎座部, ならびに未熟な種子などの組織が全体として含まれるために呼吸量の差異は小さかったものと思われる。

このようにキュウリ果実では, 部位による生理的差異は小さかったので果実の花落部と果梗部を切除した果実全体から調製した切片を以下の実験においては使用した。

2) 呼吸量に及ぼす切断程度の影響

果実を2等分, 4等分, 8等分に輪切り, もしくは2等分に輪切り後, それぞれを縦に2分割, 4分割, 8分割したカットキュウリの CO_2 排出量ならびに O_2 吸収量を第1図に示した。すべてのカットキュウリの

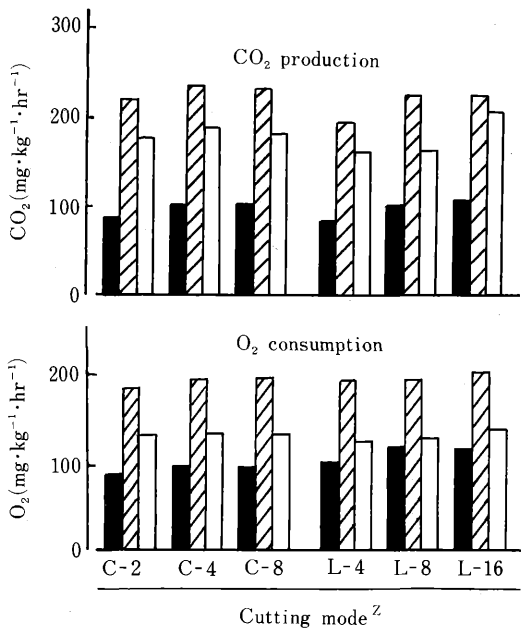


Fig. 1. Respiratory rates of cucumber sections.

² C-mode : cross-sections of 2, 4, 8 equal length, respectively. L-mode : half-length fruits cut longitudinally into 4, 8, and 16 equal segments.

Stored for ■ : 0 hr, ▨ : 3 hr, and □ : 24 hr at 20 °C after cutting.

CO_2 排出量ならびに O_2 吸収量とも切断3時間後が最も多く, 24時間後に減少したが, この両時点において切断程度と CO_2 排出量や O_2 吸収量の間には一定の傾向はみられなかった。しかし, 切断直後では輪切り, 縦切りともにカットキュウリの切片が小さくなるに従い CO_2 排出量と O_2 吸収量が増加した。

一般的に果実・野菜を切断すると, 呼吸量も増加する(Watadaら, 1990)。筆者らの研究においても, ピーマン(周ら, 1992)とニンジン(阿部ら, 1993)では切片が小さくなると呼吸量が急増し, キャベツ(高橋ら, 1993)では, 千切りキャベツの幅が狭くなると呼吸量が多くなった。カットキュウリにおいても切断直後では, 切片が小さくなるに従い呼吸量が増加したことから, 他の青果物同様切断の程度が大きいはど品質低下が速く, 品質保持が困難になるものと思われる。

2. 形状や切断角度が生理ならびに腐敗と生菌数の変化に及ぼす影響

1) 呼吸量の差異と保持に伴う包装内ガス組成の変化

異なる切断角度の輪切り切片の CO_2 排出量と O_2 吸収量を第2図に示した。 CO_2 排出量は切断することによって増加し, 切断直後では縦切り切片の増加が最も多く, 異なる切断角度の切片間では切断角度が大きくなるに従い CO_2 排出量が増加する傾向がみられた。切断12時間後においても差は小さいものの同様の傾向がみられた。また O_2 吸収量も切断直後と12時間後とも, 縦切り切片で最も多く, 異なる切断角度の輪切り切片間では切断角度が大きくなるに従い O_2 吸収量が多くなる傾向にあった。

このように, カットキュウリでは切断角度が大きくなると, 呼吸量に対する切断の影響が大きくなることが明らかとなった。

しかし, 切断角度が異なっても切片の単位重量あたりの切断面積の差は少ない(第1表)ので, 第2図に示した単位重量あたりで算出した呼吸量をさらに単位切断面積あたりの呼吸量に算出した結果を第3図に示した。この場合も CO_2 排出量ならびに O_2 吸収量とも切断角度が大きくなるに従い増加する傾向がみられた。第3図の輪切りでは組織1gあたりの切断面積はいずれもほぼ 2.5 cm^2 であり, 切断面積と組織重量との関係は同条件と考えられる。しかし切断角度が増加するほど切断面積あたりの呼吸量は増加する傾向にあり, これは切断面積に依存するのではなく, むしろ角度に

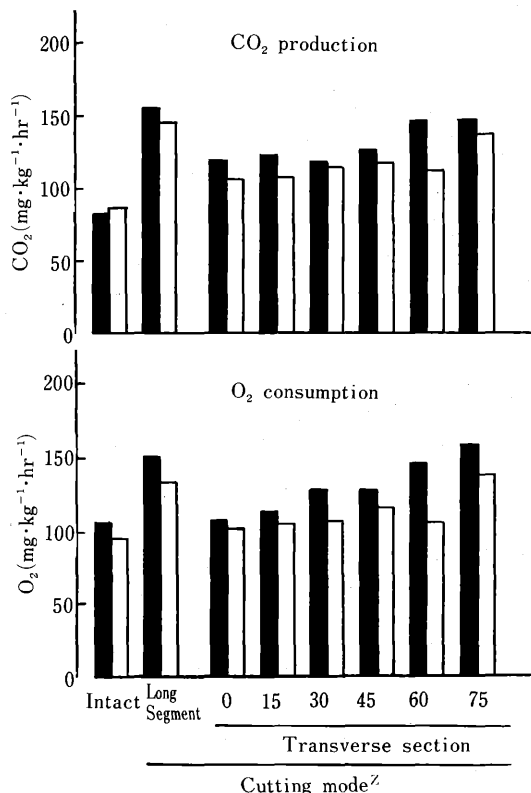


Fig. 2. Respiratory rates of intact cucumber fruits and sections.

² Cutting mode : the same as in Table 1.
Stored for ■ : 0 hr and □ : 12 hr at 20 °C after cutting.

よるものであると思われ、カットキュウリでは切断面積が増加することのみが品質低下に関与するのではなく、切断面に生じる生理的あるいは構造的な特性の差が品質低下に影響を及ぼすことが示唆された。

筆者らが行ったカットピーマン（阿部ら，1991；周ら，1992）においても縦切りと輪切りのカットピーマンの単位重量あたりの切断面積の差はみられないものの腐敗速度に差異が生じたり，また直方体のニンジン切片（阿部・茶珍，1994）において総切断面積は等しいものの縦断面と横断面の割合が異なる切片では腐敗速度が異なったり，生理的差異のあることが認められていることから，カット野菜では切断面積の広さによってのみ品質低下の速度が影響されるのではなく，切断面の性質の影響が大きいことが推察され，現在種々研究を続けている。

包装内 CO₂ 濃度は保持期間に伴い増加し，保持 7

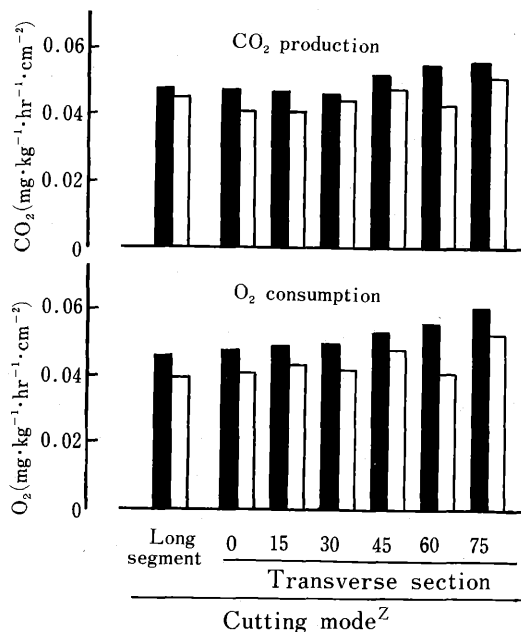


Fig. 3. Respiratory rates/cut surface area of cucumber sections.

² Cutting mode : the same as in Table 1.
Stored for ■ : 0 hr and □ : 12 hr at 20 °C after cutting.

日では，1 °C : 2~3%，8 °C : 3~5%，20 °C : 5~8% となり，いずれの保持温度においても縦切り切片での CO₂ 濃度が最も高かったが，異なる切断角度の輪切り切片の間では一定の傾向はみられなかった。包装内 O₂ 濃度は保持期間に伴い減少し，保持 7 日では，1 °C : 15~18%，8 °C : 6~14%，20 °C : 2~5% となり，いずれの保持温度においても縦切り切片での O₂ 濃度が最も低かったが，CO₂ 排出量と同様に異なる切断角度の輪切り切片の間では一定の傾向はみられなかった。（図表によるデータの表示は省略）

筆者らはレタス（巽ら，1990）やキャベツ（高橋ら，1993）では切断程度が異なると包装内ガス組成の差異が大きいことを報告した。キュウリでは縦切りと輪切り切片の包装内ガス組成には差がみられたものの，異なる切断角度の輪切り切片の間での差異が少なかったのは，キュウリとレタスもしくはキャベツでは単位重量あたりの切断のストレスの程度が異なるためであろうと思われる。

2) 保持に伴う腐敗ならびに生菌数の変化

1 °C では保持 7 日まですべての切片での切断面に変化はみられなかった。

8℃では保持5日から縦切り切片ならびに60度と75度切片の切断面がわずかに褐変したが、他の切片では保持7日まで変化がみられなかった。

20℃では保持2日から縦切り切片で切断面の褐変がみられはじめ、5日で明らかな褐変と一部軟化、7日では切断面全体で顕著な褐変と軟化がみられた。60度と75度切片は保持5日に切断面が褐変し、7日には明らかな褐変と一部軟化がみられた。30度と45度切片は保持5日にわずかな褐変がみられ、7日に明らかに褐変の進展が認められた。0度と15度切片では保持7日にわずかな褐変がみられただけであった。このように、カットキュウリでは縦切り切片の品質低下が最も顕著で、輪切り切片では切断角度が大きくなるに従い切断面の褐変や切片の軟化の早いことが明らかとなった。

第4図にカットキュウリの保持に伴う生菌数の変化を示した。切片3個あたりの生菌数は(第4図上段)保持2~5日では縦切り切片で最も多く、輪切り切片では切断角度が大きくなるに従い多くなった。保持7日では、縦切り切片の生菌数は減少したが、輪切り切片では切断角度が大きくなるに従い生菌数は多くなった。輪切り切片では切断角度が大きくなるに従い切断

面積も広くなるので(第1表)、角度の増加にともなって切片あたりの生菌数が増加したと思われる。

つぎにそれぞれの切片の単位切断面積あたりの生菌数を第4図下段に示した。保持2~5日では縦切り切片の生菌数が最も多く、輪切り切片では切断角度が大きくなるに従い生菌数が増加した。保持7日でも輪切り切片では切断角度が大きくなるに従い生菌数が増加する傾向がみられた。このように輪切りのキュウリでは切断角度が大きくなるに従い切断面において微生物が繁殖しやすくなり、品質低下の起きやすいことが明らかとなった。なおカットキュウリ1gあたりの生菌数は第4図下段の数値の2.5分の1である。

レタス(Bolinら, 1977; 太田・菅原, 1987)やニンジン(Tatsumiら, 1991)では切断方法が異なったり、切断機器の切れ味が異なると保存性に差異が生じるのは切断面の細胞の損傷程度が異なるためであることはよく知られている。しかし本研究のカットキュウリでは同じ庖丁で切断したにもかかわらず切断角度が異なると生理的差異が生じたり、腐敗速度に差があったことは、切断角度が異なることによって切断面の切断細胞さらにはその周辺の細胞に質的な差異が生じたためであると推察される。

筆者らはさらにカット野菜の製造に関連して、切断角度によってもたらされる切断面の細胞、生理、形状的差異について研究をすすめている。

摘 要

キュウリ果実の部位別の呼吸量の差は小さかったが、切断によっていずれの部位についても呼吸量は増加し、切片が小さくなるに従い呼吸量は増加した。輪切りのカットキュウリでは切断角度が大きくなるに従い呼吸量が増加したが、1℃、8℃、ならびに20℃保持中の包装内ガス組成の切片間の差異は少なかった。

保持中のカットキュウリの外観の変化は1℃では少なかったが、8℃と20℃保持では輪切りのカットキュウリの切断角度が大きいほど切断面の褐変や切片の軟化が速かった。

輪切りのカットキュウリの切片当たりと切断面の単位面積あたりの生菌数は切断角度が大きくなるに従い保持中の増加が顕著であった。

カットキュウリでは切断角度が異なると組織切断面に質的差異が生じ、保持中の品質低下に影響を及ぼすことが示唆された。

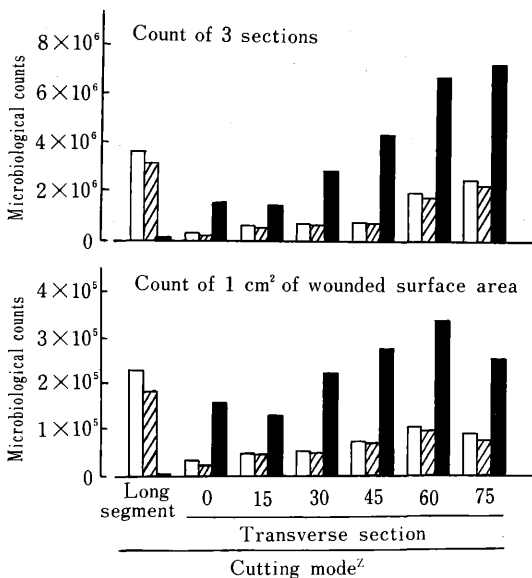


Fig. 4. Microbiological counts of cucumber sections held at 20℃.

² Cutting mode: the same as in Table 1.

Stored for □: 2 days, ▨: 5 days, and ■: 7 days at 20℃ after cutting.

引用文献

- Abe, K. and A. E. Watada. 1991. Ethylene absorbent to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables. *J. Food Sci.* 56 : 1589-1592.
- 阿部一博・A. E. Watada. カット野菜の品質保持に及ぼすシヨ糖脂肪酸エステル処理の効果. 1991. 園学雑. 60 (別1) : 590-591.
- 阿部一博・吉村公一・周 燕飛・岩田 隆. 1991. 果実切断方向による保存性の差異と切片切り口面の成分変化との関係. *日食低温誌.* 17 : 146-151.
- 阿部一博・吉村公一・岩田 隆. 1993. カットニンジンの保存性ならびに生理的变化に及ぼす切断方向の影響. *日食工誌.* 40 : 101-105.
- 阿部一博・吉村公一. 1993. カットニンジンの品質と苦味の発現に及ぼすエチレンの影響. *日食工誌.* 40 : 506-512.
- 阿部一博・高橋 徹. 1994. 低温下での風乾処理がカットキャベツの品質変化に及ぼす影響. *日食工誌.* 41 : 43-47.
- 阿部一博・茶珍和雄. 1994. カットニンジンの生理・化学的变化に関する研究 (第5報) 異なる割合で縦断面と横断面を有するニンジン切片の生理的差異. 園学雑. 63 (別1) : 50-51.
- Bolin, H. R., A. E. Stafford, A. D. King, and C. C. Huxsoll. 1977. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. *J. Food Sci.* 42 : 1319-1321.
- 龔 一平・阿部一博・茶珍和雄. 1990. 多孔質鋳物練り込みフィルムの包装による数種野菜の品質保持効果. *日食低温誌.* 16 : 145-151.
- 岩田喜代治. 1992. カット野菜の最新動向. 農産物流通技術年報. '92年版:138-142.
- 小林義一. 1992. カット野菜の製造・流通技術. p 61-74. 青果物カット事業協議会. 東京.
- 農林水産省報告書. 1988. 業務用野菜の生産及び一次加工技術の確立. p 70-90. 農林水産技術会議事務局編. 東京.
- 緒方邦安編. 1977. 青果保蔵汎論. p. 48-50. 建帛社. 東京.
- 太田英明・菅原 渉. 1987. 業務用カットレタスの製造と品質保持に関する研究. *日食工誌.* 34 : 432-438.
- 周 燕飛・阿部一博・岩田 隆. 1992. カットピーマンの品質保持に及ぼす切断形状の影響. *日食工誌.* 39 : 161-166.
- 高橋 徹・阿部一博・茶珍和雄. 1993. カットキャベツの生理・化学的变化に関する研究. (第2報) 前処理ならびに切断方法が褐変に及ぼす影響. 園学雑. 62 (別1) : 494-495.
- 田村一平編. 1991. カット野菜の現状と将来展望. p 106-140. 流通システム研究センター. 東京.
- Tatsumi, Y., A. E. Watada, and W. P. Wergin. 1991. Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. *J. Food Sci.* 56 : 1357-1359.
- 東條元昭・一谷多喜郎. 1993. Aerated steam (AS) 処理により *Pythium* 属菌を不活化した畑土壌における微生物相, 物理性および化学性の変化. *日菌報.* 34 : 215-220.
- Waksman, S. A. and E. B. Fred. 1922. A tentative outline of the plate method for determining the number of microorganisms in the soil. *Soil. Sci.* 14 : 27-28.
- Watada, A. E., K. Abe, and N. Yamauchi. 1990. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Tech.* 44 : 116-122.