ウンシュウミカンに対するエチクロゼートの浮皮軽減 効果について¹

河 瀬 憲 次

果樹試験場興津支場 424-02 静岡県清水市興津中町

平井 康市・禿 泰 雄

日産化学工業株式会社生物化学研究所 349-02 埼玉県南埼玉郡白岡町

間 苧 谷 徹²

果樹試験場安芸津支場 729-24 広島県豊田郡安芸津町

Effects of Ethychlozate on Suppressing the Rind Puffing of Satsuma Mandarin

Kenji KAWASE

Okitsu Branch, Fruit Tree Research Station, Okitsu, Shizuoka 424-02

Koichi HIRAI and Yasuo KAMURO

*Nissan Chemical Industry Co., Ltd., Biological and Chemical
Research Institute, Shiraoka, Saitama 349-02*

Tōru MAOTANI

Akitsu Branch, Fruit Tree Research Station, Akitsu, Hiroshima 729-24

Summary

The effects of ethychlozate on the rind puffing and its mechanism have been examined in this paper.

Ethychlozate did not show any effect on the rind puffing, when it was used for fruit thinning.

While, ethychlozate substantially suppressed the rind puffing, when it was sprayed at the beginning of coloration.

Since 5-chloro-indazole carboxylic acid, a metabolite of ethychlozate, effectively inhibited the ethylene evolution, this phenomenon may be attributed to the action of this metabolite.

The content of water-soluble pectin decreased, while the content of 0.4% sodium hexametaphosphate-soluble pectin or 0.05 N-HCl-soluble pectin increased by application of ethychlozate.

緒 言

我が国の西南暖地のウンシュウミカンは成熟期の気温が高いことから、果皮の着色度と果肉熟度のアンバランスを生じ、かつ高湿なため浮皮になりやすい。浮皮果は品質や貯蔵性が劣るためその防止策が切望されている。

浮皮発生機構に関しては、水分代謝、果皮と果肉の熟

度のアンバランスを生ずる過程、果皮のアルベド組織の崩壊などの面から考察がなされてきた(1, 5, 13, 15, 22, 24)。また浮皮防止などに関しても、熟度と収穫適期、浮皮になりにくい系統の選抜施肥や水管理の改善、浮皮軽減剤の探索などについて検討され、実用技術に至っているものもある(8)が、単一の技術による防止策は確立されたとはいえない。

エチクロゼート (ethychlozate, Ethyl 5-chloro-3 (IH)-indazolylacetate, J-455, Figaron) は β -インドー

¹ 1984年12月28日 受理

果樹試験場業績番号 B-124

² 現在 農林水産省農林水産技術会議事務局

ル酢酸と構造が類似し、オーキシン様活性を示す(12)。本剤は1981年以降ウンシュウミカンの摘果剤並びに熟期促進剤として農薬登録され、実用に供されてきた(4, 7, 12)。

摘果剤として既に実用に供せられていたナフトalen酢酸(NAA)は、浮皮を助長する傾向があり(20)、特に浮皮の発現しやすい西南暖地では一つの難点であった。

そこで エチクロゼートを幼果期から成熟期にかけて、1回ないし4回の反復散布を行った。その結果NAAとは異なり、浮皮発現を軽減した(12)。

多数の既知オーキシン様物質の中で、ウンシュウミカンの果実成熟を促進し、かつ浮皮を軽減する物質は本剤以外に知られていない。

エチクロゼートの浮皮軽減機構を検討した結果、既報(18)において認められた浮皮発現とエチレン発生との関連性が同様にみられたので報告する。

材料及び方法

1. エチクロゼートの浮皮発現に及ぼす影響

1) 摘果剤散布時期の処理効果

1976年に果樹試験場口之津支場栽植の7年生‘シルバーヒル’温州8樹を供試し、エチクロゼート75 ppm水溶液を満開45日後(6月26日)に、200 ppm水溶液を満開60日後(7月12日)に散布した。対照として、NAA 200 ppm水溶液を満開30日後(6月12日)に散布した。両剤の散布時期は各々の摘果剤の使用基準に従った。処理は枝別散布とし3反復で行った。7月29日に葉果比20に手直し摘果した。収穫期の12月8日にM級の果実を各枝別に5果ずつ採取し、各区計40果について浮皮度を測定した。浮皮度は手触りにより、無:0、軽:1、中:2、甚:3に分別した。浮皮度が2及び3の果実の割合を浮皮果発生率とした。

2) 幼果期の処理効果

1978年に1)と同一圃場の9年生林温州24樹を供試した。エチクロゼート100 ppm水溶液を満開60日後(7月13日)、同じく70日後(7月24日)及び80日後(8月4日)の3時期に、各1〜3回の処理を組み合わせた7区及び無処理区を設けた(第1表)。処理は樹別で3反復とした。供試樹の着果量は8月4日に手直し摘果し、葉果比20〜25に調整した。

3) 着色期前後の処理効果

1979年に1)と同一圃場の10年生林温州39樹を供試した。エチクロゼート100 ppm水溶液を着色前の10月1日と10月15日、また着色初期の11月1日及び3分着色期の11月15日の4時期に、各1〜4回の処理を組み合わせ

た12区及び無処理区を設けた(第2表)。処理は樹別で3反復とした。12月5日に果実を採取し、1樹当たりL級果12果を選び、果実比重、浮皮度を調査した。

2. エチクロゼートによる浮皮の軽減

1) エチクロゼート散布果実からのエチレン発生量と浮皮発現

果樹試験場安芸津支場栽植の13年生杉山温州6樹を供試した。エチクロゼート100 ppm水溶液を着色開始期の10月20日に散布した。直後に降雨があったため翌日再散布した。その後、10月28日、11月10日の計4回重復散布した。散布は樹別とし3反復で行った。調査は第4回目散布以後12月3日まで5回果実を採取し、エチレン発生量を既報(18)の方法に準じて測定した。11月10日と12月15日には各樹から採取した果実について果実比重を測定し、12月15日には浮皮度を調査した。

2) エチクロゼート及び代謝産物散布果実からのエチレン発生量と浮皮発現

神奈川園試根府川分場栽植の藤中系普通温州9樹を供試した。エチクロゼート100 ppm水溶液を10月19日、10月28日の2回散布した。散布は樹別とし3反復で行った。また、エチクロゼートの代謝産物(5-chloro-indazole carboxylic acid)100 ppm水溶液を10月28日に果実のみに散布した。処理は3樹で行った。11月5日と11月18日に果実を採取し、5lの容器に12〜15果ずつ封入した。25°C下で16時間放置後、1)と同じ方法でエチレンを測定した。同時に果実比重を測定した。12月3日には各樹より果実を採取し浮皮度を調査した。

3) エチクロゼート散布果実のアルベドのペクチン含量

1)で調査した果実の果皮から分離したアルベドを凍結乾燥後、既報(18)の方法に従い、水可溶性ペクチン(W-P)、ヘキサメタリン酸ナトリウム可溶性ペクチン(P-P)、及び塩酸可溶性ペクチン(H-P)を分析した。これらの合計を全ペクチン含量とした。

結 果

1. エチクロゼートの浮皮発現に及ぼす影響

1) 摘果剤散布時期の処理効果

摘果剤として散布されたエチクロゼートが、浮皮に及ぼす影響を調査した結果は第1図に示す。

エチクロゼートは摘果剤として使用されたとき、浮皮発現を抑制することも、また助長することなく、浮皮果発生率は無処理区と変わらなかった。一方、対照のNAAは浮皮果発生率が無処理区より高かった。

Table 1. Effects of ethychlozate on the quality of satsuma mandarin orange.

Treatment No.	Time of treatment			Coloring	Brix (%)	Citric acid (g/100 ml)	Brix/acid	Puffy fruit (%)
	Days after 60	70	full bloom 80					
1	○	×	×	10.0	12.9	1.21	10.7	50.0
2	×	○	×	9.9	12.3	1.29	9.6	55.6
3	×	×	○	10.0	12.6	1.27	9.6	66.7
4	○	○	×	10.0	12.8	1.15	10.0	38.9
5	○	×	○	9.9	13.4	1.24	11.1	44.4
6	×	○	○	9.9	12.2	1.21	10.9	55.6
7	○	○	○	9.9	12.9	1.25	10.1	83.3
8	×	×	×	9.6	11.6	1.22	10.4	72.2

○ : Ethychlozate treatment at 100 ppm

× : no-treatment

Coloring : Coloring of each fruit was rated on a scale of 1—10 : 1=green ; 10=deep orange.

Table 2. Effects of ethychlozate on the rind puffing (The treatment was at the beginning of coloration).

Treatment No.	Date of treatment				Coloring	Fruit weight (g)	Specific gravity of fruit	Degree of puffing	Frequency distributions of puffy fruit (%)				Puffy fruit (%)
	Oct. 1	Oct. 15	Nov. 1	Nov. 15					None	Mild	Intermediate	Severe	
1	○	×	×	×	8.5	116	0.826	1.83 a	2.8	33.3	41.7	22.2	63.9 a
2	×	○	×	×	8.3	118	0.840	1.53ab	2.8	50.0	38.9	8.3	47.2ab
3	×	×	○	×	8.3	114	0.829	1.50abc	8.3	44.4	36.1	11.1	47.2ab
4	×	×	×	○	8.2	113	0.839	1.25bc	19.4	36.1	44.1	0	44.4ab
5	○	○	×	×	7.7	119	0.835	1.31abc	11.1	52.8	30.6	5.6	36.2bc
6	○	×	○	×	8.1	115	0.846	1.19bc	16.7	50.0	30.6	2.8	33.4bc
7	×	○	×	○	7.8	120	0.847	0.95 c	27.8	52.8	16.7	2.8	19.5 c
8	×	○	○	×	7.9	113	0.838	0.92 c	25.0	58.3	16.7	0	16.7 c
9	×	×	○	○	7.9	115	0.842	1.16bc	16.7	55.6	22.2	5.6	27.8bc
10	○	○	○	×	8.0	120	0.846	1.00bc	19.4	63.9	13.9	2.8	16.7 c
11	×	○	○	○	8.1	118	0.836	1.42abc	16.7	41.7	25.0	16.7	41.7abc
12	○	○	○	○	8.5	118	0.847	1.06bc	16.7	61.1	22.2	0	22.2bc
13	×	×	×	×	8.8	118	0.825	1.86 a	5.6	27.8	41.7	25.0	66.7 a

○ : Ethychlozate treatment at 100 ppm

× : no-treatment

a, b, c : Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Coloring : Coloring of each fruit was rated on a scale of 1—10 : 1=green ; 10=deep orange.

Degree of puffing was classified into 4 ; None : 0, Mild : 1, Intermediate : 2, Severe : 3.

2) 幼果期の処理効果

摘果効果が発現しなくなる満開60日後から80日後にエチクロゼート処理を行い、12月6日に果実品質を調査した結果を第1表に示す。

着色度、糖度はすべての処理区で無処理区の値を上回った。酸含量には一定の影響が認められなかった。着色促進、また糖度上昇効果は既に、鈴木ら(21)、Hirose(4)、Tominaga ら(23)、及び Kamuro ら(10)によっても認められている。

Fig. 1. Effects of ethychlozate and NAA on the rind puffing. The chemicals were sprayed on the young fruit.

Table 3. Effects of ethychlozate on ethylene evolution, specific gravity and rind puffing.

Treatment	Ethylene evolution ($\times 10^{-2} \mu\text{l}/\text{fruit} \cdot \text{hr}$)					Specific gravity of fruit		Frequency distribution of puffy fruit (%)			
	Nov. 4	Nov. 10	Nov. 19	Nov. 25	Dec. 3	Nov. 10	Dec. 15	None	Mild	Inter-mediate	Severe
Ethychlozate ^z	12.16	10.22	17.67	16.11	10.24	0.856	0.841	52.0	37.3	6.7	4.0
Control	9.95	5.65	37.04	27.22	16.06	0.856	0.815	21.3	37.3	25.3	16.0

^z Ethychlozate at 100 ppm treatment on Oct. 20, Oct. 21, Oct. 28, Nov. 10.

Degree of puffing was classified into 4; None: 0, Mild: 1, Intermediate: 2, Severe: 3.

Table 4. Effects of ethychlozate and its metabolite on ethylene evolution, specific gravity and rind puffing.

Treatment	Ethylene evolution ($10^{-3} \mu\text{l}/\text{fruit} \cdot \text{hr}$)		Specific gravity of fruit		Frequency distribution of puffy fruit ^z (%)			
	Nov. 5	Nov. 18	Nov. 5	Nov. 18	None	Mild	Intermediate	Severe
Ethychlozate ^y	1.63	1.75	0.871	0.840	8.1	17.7	35.5	38.7
Metabolite ^x	1.49	1.90	0.843	0.843	5.0	17.2	30.9	46.9
Control	2.13	2.46	0.836	0.808	0	14.5	24.7	60.8

^z: Harvested on Dec. 3.

^y: Ethychlozate at 100 ppm treatment on Oct. 19 and Oct. 28.

^x: 5-chloro-indazole carboxylic acid.

浮皮果発生率は3回散布区で無処理区よりやや高い値を示したが、1回または2回散布のすべての区において、無処理区より低い値を示し、浮皮軽減の傾向がみられた。エチクロゼートはNAAと類似のオーキシシン様物質であるが、その作用性は異なるものと推察された。

3) 着色期前後の処理効果

着色期前後の、処理時期と散布回数による効果について試験した結果を第2表に示す。散布回数と効果についてみると、1回散布では処理時期を問わず浮皮発現に及ぼす効果は明らかでなかった。2回以上の散布区では浮皮発現を軽減する傾向が認められた。2回散布区と3回散布区との効果には有意な差はみられなかった。反復処理の時期と効果についてみると、着色開始期ごろの散布の効果が高い傾向を示した。

以上の結果から、エチクロゼートは果実着色開始期ごろに100 ppm水溶液を2回散布することにより、有意に浮皮発現を軽減すると考えられた。

2. エチクロゼートによる浮皮の軽減

1) エチクロゼート散布果実からのエチレン発生量と浮皮発現

結果は第3表に示した。果実からのエチレン発生量は、11月4日、11月10日の測定時にはエチクロゼート区で無処理区より多かった。しかし、11月19日以降、エチクロゼート区は無処理区より低かった。果実比重は11月10日では差がなく、12月15日ではエチクロゼート区で無

処理区より高く、また、エチクロゼート区では浮皮度2～3の果実が減少し、0の果実が増加した。

2) エチクロゼート及びその代謝産物散布果実からのエチレン発生量と浮皮発現

エチクロゼート及びその代謝産物処理後の果実からのエチレン発生量を第4表に示す。

果実からのエチレン発生量は、両処理区とも11月5日、11月18日において無処理区より少ない傾向を示した。エチクロゼート区と代謝産物区とでエチレン発生に大差なかったが、代謝産物の効果が早く発現する傾向であった。これはエチクロゼートがオーキシシン様物質であり、このため散布後、数日間エチレン発生を誘起する(12)。しかし、代謝分解が進み5-chloro-indazole carboxylic acidが生成されるにつれ、この物質によりエチレン生成が抑制されると推察される(12)。したがって、5-chloro-indazole carboxylic acidを処理した場合、エチレン発生は早くから低下すると考えられる。

果実比重は11月5日、11月18日ともにエチクロゼート区で高く、ついで代謝産物区、無処理区の順であった。12月3日の収穫果実では浮皮度3の果実が減少し、0～1の果実が増加した。

以上の結果から、エチクロゼート及びその代謝産物の果実処理により、成熟期の果実からのエチレン発生量が低下するとともに、浮皮発現程度の低下が認められた。

Table 5. Effects of ethchlorzate on the pectin content in albedo.

Date	Treatment	Pectin content (% of day weight)			
		W-P ^z	P-P ^y	H-P ^x	Total
Nov. 4	Control	8.41	4.96	3.02	16.39
	Ethchlorzate ^w	8.30	5.02	3.06	16.38
Nov. 25	Control	9.42	4.23	2.45	16.10
	Ethchlorzate ^w	8.21	4.40	3.01	15.62
Dec. 4	Control	9.40	4.30	2.71	16.41
	Ethchlorzate ^w	8.42	4.49	3.31	16.22
Dec. 16	Control	9.75	4.25	2.89	16.89
	Ethchlorzate ^w	8.83	4.46	3.44	16.91

^z : Water-soluble pectin.^y : 0.4% sodium hexametaphosphate-soluble pectin.^x : 0.05 N hydrochloric acid-soluble pectin.^w : Ethchlorzate at 100 ppm treatment on Oct. 20, Oct. 21, Oct. 28, Nov. 10.

3) エチクロゼート散布果実のアルベドのペクチン含量

無処理区のペクチン含量は第5表に示すとおり、11月から12月中旬までの期間における全ペクチンの含量は大きな変化がみられなかった。ペクチン分画では W-P が最も多く存在し、約半量を占め、P-P 区がこれにつき、H-P の含量は最も少なかった。

無処理区に比べ浮皮の発生が軽減されたエチクロゼート区についてみると、全ペクチン含量では差がなかったが、全ペクチン含量中に占める W-P 含量が低く、P-P 及び H-P 含量は高かった (第2図)。

考 察

本実験の結果、エチクロゼートに浮皮発現を完全に抑制する作用はないが、実用上十分な経済効果を得るに足る軽減効果を示した。

浮皮は果皮と果肉の熟度のアンバランス、また果皮の老化が原因ともみられており(3)、果皮を若く保つことを目的として、ジベレリンやオーキシン様物質類を与えて浮皮防止を試みた例は多い(6, 8, 14, 16, 17)。しかし、これらの試みは浮皮抑制効果に伴って着色や果実品質を低下させる傾向があり、実用化には至っていない(19)。

しかしながら、オーキシン様物質であるエチクロゼートは、従来供試されてきた多数の植物生育調節剤と異なり、果皮の着色や果肉の熟度を進め、しかも浮皮を軽減する。現在のところ、このような現象を示す唯一の物質としてその作用機構は興味深い。

筆者らは、既にエチレンと浮皮の発現との間に密接な関係のあることを認めている(9, 18)。特にエチレン発生を抑制する条件下では、浮皮発現も抑制された(18)。そ

Fig. 2. Changes in the ratio of each pectin fraction in albedo.

こで、本報告においては、エチクロゼートを処理した果実からのエチレン発生量と浮皮発現との関係を検討した。

エチクロゼート散布後数日間は果実からのエチレン発生量が無処理区より多かったが、その後、長期間にわたって無処理区より低い値を示した。また、既に平田ら(2)によると、エチクロゼートは植物体内で 5-chloro-indazole carboxylic acid を経て代謝分解される。この代謝産物はエチクロゼート散布後 1～2 週間で生成され、その植物生理活性はエチクロゼートと異なり、オーキシン様活性を示さず、オーキシンの誘導によるエチレンの生成を阻害することが知られている(11)。代謝産物を果実処理すると、処理直後からエチレン発生を抑制し、収穫時の浮皮発現を軽減した。

これらの結果から、着色開始期にエチクロゼートを散布すると、散布後数日間はそのオーキシン様活性によりエチレン発生を助長するが、エチクロゼートが代謝され、5-chloro-indazole carboxylic acid が生成されるとともに果実のエチレン発生が抑制されると考えられた。

浮皮現象について、倉岡ら(15)は果実のアルベド組織の細胞の発育変形や、フラベド組織中の油胞の吸水膨潤により、果皮組織が崩壊するものと考察している。この場合、細胞壁構成成分(例えばペクチン質)の変化が伴うと考えられる。そこで、エチクロゼート処理果実のアルベドのペクチンを分析したところ、エチクロゼート処理区では無処理区に比べて水可溶性ペクチン含量が少なく、ヘキサメタリン酸ナトリウム可溶性及び塩酸可溶性ペクチン含量が高く、浮皮発現を引き起こす生理変化が抑制されているのではないかと考えられる。このことは既報(18)の結果と一致しており、エチレン生成の抑制が一因となっているものと推察される。

以上の結果から、エチクロゼートによる浮皮軽減効果はエチレン発生が抑制されるためと考えられ、今後、浮

皮の発生機構並びに実用的な浮皮防止策の検討に当たっては、エチレンの制御は重要な要因になるものと考えられる。

摘 要

エチクロゼートは、ウンシュウミカンの摘果剤並びに果実成熟促進剤として実用化されているオーキシシン様物質である。ナフタレン酢酸が浮皮を助長したことから、本剤についても処理時期を変えて浮皮発現に及ぼす影響とその作用機作を検討した。

1) 摘果剤として効果期に使用した場合、NAA は浮皮を助長したが、エチクロゼートは浮皮発現に影響しなかった。

2) 果実肥大期にエチクロゼートを処理すると、着色と糖度上昇を促進し、浮皮発現を低下させる傾向がみられた。

3) 着色開始期ごろにエチクロゼートの 100 ppm 水溶液の 2 回散布により浮皮軽減効果が認められた。

4) エチクロゼートの浮皮軽減効果について検討したところ、エチクロゼートの代謝分解により生成される 5-chloro-indazole carboxylic acid が果実からのエチレン発生量を低下させ、浮皮を軽減させるものと考えられる。

5) エチクロゼートにより浮皮が軽減された果実では、無処理の果実に比べてアルベドの水可溶性画分の含有率が少なく、ヘキサメタリン酸ナトリウム可溶性及び塩酸可溶性画分の含有率が多かった。

謝 辞 本研究を行うに当たり、供試樹を提供していただき、御指導を賜った神奈川園試根府川分場、真子正史主任研究員、また御校閲いただいた果樹試験場興津支場長広瀬和栄博士、並びに平井正志博士に厚くお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 赤松 聰. 1976. ミカン園における地力増強と高品質果の生産. 農及園. 51 : 749—753.
- 平田博明・山口 勇・柿木和雄・見里朝正. 1980. みかん用摘果剤エチル 5-クロロ-3 (1-H)-インダゾール酢酸の代謝. 第 1 報. 日本農薬学会第 5 回大会講演要旨集. 103.
- 広瀬和栄. 1978. 果樹園芸分野におけるケミカルレギュレーション. 植物の化学調節. 13. 33—43.
- HIROSE, K. 1981. Development of chemical thinners for commercial use for satsuma mandarin in Japan. Proc. Int. Soc. Citriculture 1981, 1 : 256—260.
- 石井孝昭・水谷房雄・岩崎一男. 1981. カルシウム化合物が温州ミカンの浮皮防止に及ぼす影響. 農及園. 56 : 809—810.
- 河瀬憲次・吉永勝一・内田 誠. 1974. 薬剤による温州ミカンの浮皮防止に関する研究. 第 1 報. ジベレリンと炭酸カルシウムの混用効果. 園学要旨九州支部大会. 昭 49 : 42.
- 河瀬憲次. 1981. みかんの新摘果剤. 新しい技術 (農林水産省農林水産技術会議事務局編) 19 : 133—137.
- KAWASE K., K. SUZUKI and K. HIROSE 1981. Use of growth regulators to control rind puffing of satsuma mandarin fruit. Proc. Int. Soc. Citriculture 1981, 1 : 237—239.
- KAWASE, K. and M. HIRAI 1983. Growth, sugar accumulation and puffiness of the mandarin peel during coloring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52 : 231—237.
- KAMURO, K. and K. HIRAI. 1981. Physiological activity of ethychlozate fruit thinning and maturity accelerating effects for citrus. Pro. Int. Soc. Citriculture 1981, 1 : 260—263.
- 禿 泰雄・平井康市. 1982. フィガロンの作用性. 第 4 報. 温州みかんの浮皮軽減作用について. 園学要旨. 昭 57 春 : 16—17.
- 禿 泰雄・平井康市. フィガロンの生理作用と利用開発. 植物の化学調節. 17 : 65—70.
- 倉岡唯行. 1962. 温州みかん果実の発育に関する組織学的研究 (特に浮皮の発現機構について). 愛媛大紀要第 6 部 (農学) 8 : 106—154.
- 倉岡唯行・岩崎一男・門屋一臣. 1966. 温州ミカンの浮皮果発現防止に関する研究. 第 5 報. ジベレリン処理について. 園学要旨. 昭 41 春 : 43—44.
- 倉岡唯行・岩崎一男・日野 昭・辻 博美. 1975. 温州ミカンの浮皮に関する研究. 第 3 報. 果皮内ペクチン質ならびにカルシウム含量について. 園学雑. 44 : 15—21.
- KURAOKA, T., K. IWASAKI and T. ISHII 1979. Effects of GA and ethephon on the level of ABA and peroxidase activity in the peel of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47 : 437—442.
- 栗山隆明・吉田 守・下大迫三徳. 1975. 温州ミカンの浮皮防止に関する研究. 第 2 報. 植物調節剤による浮皮防止効果について. 園学要旨九州支部大会. 昭 50 : 4.
- 間苧谷 徹・河瀬憲次・禿 泰雄・平井康市. 1983. ウンシュウミカンの浮皮に及ぼすエチレンの影響. 園学雑. 52 : 238—242.
- 中野孝美・長田一美. 1967. 温州ミカン浮皮防止に対するジベレリンの検討. 第 1 報. ジベレリンの作用現象について. 園学要旨. 昭 42 秋 : 18—19.
- 中島利幸. 1968. NAA 摘果剤試験. ミカン生育調節剤試験成績収録. 日本植物生育調節協会. 46 : 1—6.

21. 鈴木邦彦・広瀬和栄. 1977. カンキツの薬剤摘果に関する研究. K. ウンシュウミカンに対する J-455, TH-656 及び T-773 の摘果効果及び樹の生育に及ぼす影響. 果樹試報. B 4 : 83—98.
22. 鳥潟博高・増井正夫・鈴木 登. 1955. 温州みかんの果皮の発育に関する研究. 第 1 報. 晩期窒素質施与が果皮の発育に及ぼす影響. 園学研集 7 : 42—48.
23. TOMINAGA, S. and H. DAITO. 1981. Effects of ethychlozate on fruit quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Pro. Int. Soc. Citriculture 1981, 1 : 233—236.
24. 横尾宗敬・奥代直巳・小園照雄・岩佐俊吉・大崎守. 1963. 温州ミカンの浮皮に関する研究. 第 1 報. 園試報. D1 : 29—44.