

# ツルレイシの蒸熱処理

——ウリミバエの殺虫とツルレイシの熱障害——

砂川 邦男・久米加寿徳・石川 昭彦

那覇植物防疫事務所国内課

杉本 民雄・田辺 和男

横浜植物防疫所調査課

Efficacy of Vapor Heat Treatment for Bitter Momordica Fruit Infested with Melon Fly, *Dacus cucurbitae* (COQUILLET) (Diptera: Tephritidae). Kunio SUNAGAWA, Kazunori KUME and Akihiro ISHIKAWA (Domestic Section, Naha Plant Protection Station), Tamio SUGIMOTO and Kazuo TANABE (Yokohama Plant Protection Station). *Res. Bull. Pl. Pro. Japan* 24: 1-5 (1988).

**Abstract:** A 30 minutes, 45.0°C vapor heat treatment was developed as a quarantine treatment for bitter momordica, *Momordica charantia* LINNÉ against melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET. Thermal injuries of bitter momordica fruits were controlled by post-treatment storage at 10~20°C.

## はじめに

ウリミバエ *Dacus cucurbitae* COQUILLET の寄主となる生果実は、ウリミバエの発生している地域から、未発生地域への移動が植物防疫法により禁止されている。一部の植物については、消毒方法が開発され、消毒後の移動が許可されているが、ツルレイシ（通俗名ニガウリ）*Momordica charantia* LINNÉ については、適当な消毒方法がないことから、移動解禁されていない。今回、ツルレイシに寄生したウリミバエの殺虫方法の確立を目的として、蒸熱処理の殺虫効果および果実の熱障害について調査したので、その結果を報告する。

試験を行うにあたり、種々の御協力をいただいた豊見城村農協ならびに糸満市喜屋武農協職員各位に厚く御礼申し上げる。

## 材料および方法

### 1. 蒸熱処理装置

試験に使用した蒸熱処理装置は、三州産業製 EHK-100A 型で、処理庫の容積は 0.5 m<sup>3</sup> (95 cm×70 cm×80 cm) である。この装置は差圧通風加熱方式 (pressure heating system) により、相対湿度 95% 以上の任意の温度の空気を処理庫内に一定の方向に通風させることで、果実を加熱消毒できる。

### 2. 供試虫

供試したウリミバエは、沖縄県糸満市で捕獲し、那覇植物防疫事務所において、温度 27±1°C、相対湿度 75±5%、照明 14 時間（前後各 2 時間の薄明を含む）の条件で人工飼料を与えて累代飼育した成虫（18 世代目）から採卵して得た。供試した生育ステージは、産卵後 1 日間を経過した卵、1 齢幼虫、2 齢幼虫および 3 齢幼虫だった。蛹および成虫は、ツルレイシ生果実に寄生しないので供試しなかった。

### 3. 供試果実

ツルレイシは、沖縄県糸満市および豊見城村で栽培された沖縄青中長種および沖縄青短太種であった。果実は通常の収穫時期に収穫されたものを収穫当日に供試した。

### 4. 果実へのウリミバエの接種

果実へのウリミバエの接種は、おもに人工接種により行い、多数の果実に接種する場合にのみ、自然産卵により行った。

#### 1) 人工接種

卵および幼虫は、果実に直径 5 mm の穴を 2 カ所開けて埋め込み、その穴を果実の切片でふさいで接種した。卵 1 齢幼虫および 2 齢幼虫は、採卵した日に卵の状態で果実に接種し、供試すべき齢に達するまで 27°C

で保管した。保管日数は、卵が1日間、1齢幼虫が2日間、2齢幼虫が3日間であった。3齢幼虫の場合は、採卵後に、人工飼料で4日間飼育した幼虫を果実に埋め込み、これをさらに27°Cで1日間保管して供試した。

## 2) 自然産卵による接種

約3,000頭のウリミバエ成虫が入ったケージ(32cm×45cm×40cm)の中に、5~7個のツルレイシ果実を20~30分間放置して産卵させた。果実1個当たりに寄生した供試虫の数は、無処理の対照果実から回収した蛹の数から推定した。

## 5. 殺虫効果の評価

蒸熱処理した果実は27°Cで保管し、その後、すべての果実を切開して生存虫の数を調べた。果実の保管日数は、供試虫が卵と1齢幼虫のときが4日間、2齢幼虫が3日間、3齢幼虫が2日間であった。処理した果実中での死亡率は、アボットの補正式に従って対照果実の自然死亡率で補正した。なお、自然産卵によりウリミバエを果実に接種した場合は、処理後に果実を27°Cで10日間保管し、果実を切開して生存虫を調べるとともに、蛹化個体の有無も調査した。

## 6. ウリミバエの耐熱性

果実に寄生させた状態でウリミバエの各生育ステージを蒸熱処理し、経時的に死亡率を調べた。生育ステージ間の耐熱性を比較し、耐熱性の最も高いものが殺滅される処理時間を決定した。果実は45.0°C、相対湿度95~98%の空気加熱し、果実の中心部が最終的に

45.0°Cで一定になるように処理した。

## 7. 蒸熱処理によるツルレイシ果実の品質の変化

### 1) 処理時間と品質の変化

果実の中心部の温度が45.0°Cになるように蒸熱処理し、処理時間と果実の熱障害との関係を調べた。果実の熱障害は、次の指標をもとに評価した。

外観; 果実全体の萎縮、果皮の突起の萎縮および陥没、果皮の黄色化、腐敗

重量; 処理前と処理後3日目との重量差

果肉; 処理後3日目の状態

### 2) 処理後の保管温度と品質

蒸熱処理後に温度を10~30°Cで保管し、保管温度により熱障害が抑制できるかどうか調べた。処理後、果実を小孔を開けたビニール袋に入れて、3~6日間保管した。また、保管温度の変動に対する果実の反応も調査した。

### 3) ツルレイシの品種と熱障害

沖縄青中長、沖縄青短太および両品種の交配種を供試して、熱障害の品種間の差について調べた。果実の熱障害は、前述の指標のほか、果汁のブ릭クス糖度と酸性度(pH)についても調べた。果実を処理後3日間20°Cで保管し、種子を除く果実全体を粉碎して果汁を得た。糖度はアタゴ社製アッペ屈折計1型を用いて測定した。酸性度はヤガミ社製YP-4E型デジタルpH計を用いて測定した。

Table 1. Tolerance of developmental stages of melon fly in bitter momordica to vapor heat.

Treatment*	1-day-old egg		1st-instar		2nd-instar		3rd-inster	
	Survival	Mortality** (%)	Survival	Mortality** (%)	Survival	Mortality** (%)	Survival	Mortality** (%)
Control	426	—	475	—	486	—	524	—
Approach period								
43°C	373	12.4	169	64.4	10	97.9	424	19.1
44°C	399	6.3	77	83.8	62	87.2	353	32.6
45°C	356	16.4	0	100	2	99.6	95	82.9
Steady period								
45°C-10 min.***	99	76.8	0	100	0	100	0	100
45°C-20 min.	18	95.8	0	100	0	100	0	100
45°C-30 min.	0	100	0	100	0	100	0	100

\*; The temperature of fruit pulp was raised continuously to 45°C by the saturated water vapor. Each test fruit was inoculated with 100 melon flies.

Test fruits were divided into equal groups (three fruits). Test was repeated two times.

\*\* ; Mortality was corrected using Abbott's formula.

\*\*\* ; Exposure time at 45°C of pulp temperature.

**Table 2.** Applied test for vapor heat against 1-day-old eggs in bitter momordica.

Replication	Non-treated		Treated*		
	Fruit	Pupae recovery	Fruit	Test insect**	Pupae recovery
1	12	6854	24	13708	0
2	12	9025	24	18050	0
3	12	2103	24	4206	0
Total	36	17982	72	35964	0

\*; Vapor heat treatment was performed for thirty minutes at 45°C of pulp temperature. Load factor was 100 kg/m<sup>3</sup>.

\*\*; Number of treated eggs was estimated using pupae recovery from non-treated fruits.

**Table 3.** Effect of storage temperatures on vapor heat injury development of bitter momordica fruits.\*

Storage temperature	Fruit	Affected fruits (%)						Symptoms
		Three days after treatment			Four days after treatment			
		Slight	Severe	Total	Slight	Severe	Total	
10°C								
Control	10	0	0	0	0	0	0	
Treated	10	0	0	0	0	0	0	
15°C								
Control	10	0	0	0	0	0	0	
Treated	10	0	0	0	0	0	0	
20°C								
Control	15	6.7	0	6.7	33.3	6.7	40.0	Pitting
Treated	15	0	0	0	26.7	13.3	40.0	
25°C								
Control	25	24.0	28.0	52.0	—	—	—	Withering, pitting, yellowing, decay
Treated	25	0	76.0	76.0	—	—	—	Pitting, decay
30°C								
Control	10	0	50.0	50.0	0	90.0	90.0	Yellowing, decay
Treated	10	0	90.0	90.0	0	100	100	Yellowing, decay
Room temp. (24 hr)**								
→10°C								
Control	15	0	6.7	6.7	6.7	6.7	13.3	Withering
Treated	15	13.2	0	13.2	26.7	6.7	33.3	Pitting
Room temp. (48 hr)**								
→10°C								
Control	10	0	0	0	0	0	0	
Treated	10	0	30.0	30.0	0	40.0	40.0	Pitting, yellowing
10°C (24 hr)								
→room temp.**								
Control	10	0	0	0	0	10.0	10.0	
Treated	10	10.0	40.0	50.0	20.0	70.0	90.0	Pitting, yellowing

\*; Vapor heat treatment was performed for thirty minutes at 45°C of pulp temperature.

\*\*; Room temperature was 25~30°C.

## 結 果

### 1. ウリミバエの耐熱性

ツルレイシ果実に寄生したウリミバエの生育ステージのうち、蒸熱処理（周囲温度 46.0°C、相対湿度 95~98%、果実中心温度 45.0°C）に対して耐熱性が最も高かったのは、産卵後 1 日目の卵だった（Table 1）。卵の死亡率は、果実の温度が 45.0°C になってから 30 分後に 100% に達した。

このことから、果実温度を 30 分間 45.0°C に保つことにより、果実に寄生したウリミバエを殺滅できることが示唆された。

このため、およそ 36,000 個の卵をツルレイシ果実に接種して、上記の処理条件で蒸熱処理し、完全に殺虫できることを確認した（Table 2）。

### 3. ツルレイシ果実の熱障害

蒸熱処理（周囲温度 46.0°C、果実温度 45.0°C）による熱障害は、処理時間が 30 分を超えると著しく発生し、対照果実との差も顕著だった。このため熱障害の発生が軽減できる処理時間は 30 分間であることが示唆された。

45.0°C で 30 分間の処理した直後では、果実の外観に明瞭な変化は観察されなかったが、その後、保管日数の経過とともに障害が発生した（Table 3）。蒸熱処理による障害はおもに果実全体の萎縮と軟化、過度に追熟したときにみられる果皮の黄色化、果皮突起の萎縮と陥没、および腐敗であった。果皮になんらかの障害

があった果実は、ほとんどの場合果肉も腐敗していた。

これらの障害は、保管温度が低いほど軽度で、その発生時期も遅かった。保管温度が 10°C の場合では、処理後 6 日目まで障害が発生しなかった。また 10°C、15°C および 20°C では、無処理の対照果実と比較して、障害が発生する時期や障害の程度に差異はなかった。

しかし、保管温度を室温から低温に、あるいはその逆に変わると、処理した果実は対照果実と比較して障害の発生が早くなり、果実の状態も著しく悪かった。

また、これらの障害はツルレイシの品種によっても発生する時期や病徴が若干異なり、供試した品種のうち青短太種がやや蒸熱に弱い傾向があった（Table 4）。

蒸熱処理後 3 日目に果実重量は、処理前よりもおよそ 2% 減少したが、無処理の対照果実との差はまったくなかった。また、処理後の保管温度およびツルレイシの品種の違いによる差もなかった。

果汁のブrix糖度（処理後 3 日目）は、対照果実が  $3.1 \pm 0.5\%$ 、処理果実が  $3.0 \pm 0.5\%$  で差はなかった。

処理後 3 日目の果汁の酸性度（pH）は、対照果実が  $6.00 \pm 0.30$ 、処理果実が  $5.96 \pm 0.20$  で差はなかった。ブrix糖度と酸性度はともにツルレイシの品種および果実の収穫時間の違いによる差異もなかった。

## 考 察

熱処理によって殺虫を行う場合には、その殺虫効果は、処理温度と処理時間によって規定される。これらの処理条件は、消毒の対象となる害虫と植物の耐熱性

Table 4. Effect of vapor heat on fruit condition of three varieties of bitter momordica.\*

Variety	Fruit	Affected fruits (%)						Symptoms
		Three days after treatment			Four days after treatment			
		Slight	Severe	Total	Slight	Severe	Total	
Aochunaga								
Control	20	0	0	0	0	5.0	5.0	
Treated	20	5.0	0	5.0	5.0	5.0	10.0	Decay
Aotanbutori								
Control	10	0	10.0	10.0	0	20.0	20.0	
Treated	10	0	0	0	30.0	10.0	40.0	
Aochunaga × Aotanbutori								
Control	20	0	0	0	0	0	0	
Treated	20	5.0	0	5.0	15.0	10.0	25.0	Pitting

\*; Vapor heat treatment was performed for thirty minutes at 45°C of pulp temperature. All fruits was stored at 20°C after treatment.

**Table 5.** Lethal conditions in various thermal treatments for developmental stages of melon fly.

Stage	Temp. (°C)	Time (min)	Mortality (%)	Reference
Hot water immersion				
15-hr-old eggs	45	20	100	ARMSTONG (1982)
3rd instar larvae	45	20	100	
16-hr-old eggs	43	87.23	99.999	JANG (1986)
	45	24.99	99.999	
1st instar larvae	45	42.17	99.999	
Vapor heat				
Infested in eggplant fruits				FURUSAWA <i>et al.</i> (1984)
4-hr-old eggs	43~44	15	100	
24-hr-old eggs	43~44	90	100	
1st-instar larvae	43~44	90	100	
3rd-instar larvae	43~44	75	100	
Infested in green pepper fruits				SUGIMOTO <i>et al.</i> (unpublished)
48-hr-old eggs	43	120	70.8	
	43	180	100	
3rd-instar larvae	43	30	92.2	
	43	60	100	

に基づいて決定しなければならない。

ウリミバエの生育ステージの耐熱性に関しては、温湯に直接浸漬した場合、あるいは果実に寄生させた状態での、処理条件と殺虫効果との関係がいくつか報告されている (Table 5)。これらの報告から、ウリミバエの生育ステージを短時間で効果的に殺虫できる処理温度は 45°C 以上であることが示唆されたため、本研究においても、果実を蒸熱により加熱して 45.0°C で処理することにした。

生育ステージ間の耐熱性を比較したところ、産卵後 1 日目の卵が最も耐熱性が高かった。温湯に浸漬した場合には、卵は幼虫と同じ程度か、あるいはむしろ耐熱性が低いことが報告されている。この相違は、果実内に寄生しているという環境の相違によるものか、あるいは果実自体の温度上昇に要する時間に起因するものかは明らかでないので、今後検討する必要がある。

## 引用文献

ABBOTT, W.S. (1925) A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *J. Econ.*

*Entomol.* **18**(4): 265-267.

ARMSTRONG, J.W. (1982) Development of a Hot-Water Immersion Quarantine Treatment for Hawaiian-Grown "Brazilian" Bananas. *J. Econ. Entomol.* **75**(5): 787-790.

古澤幹士・杉本民雄・我謝徳光 (1984) ナスの蒸熱処理によるウリミバエの殺虫および障害試験. 植防研報 **20**: 17-24.

JANG, E.B. (1986) Kinetics of Thermal Death in Eggs and First Instars of Three Species of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* **79**(3): 700-705.

SINCLAIR, W.B. and LINDGREN, D.L. (1955) Vapor Heat Sterilization of California Citrus and Avocado Fruits against Fruit-Fly Insects. *J. Econ. Entomol.* **48**(2): 133-138.

杉本民雄・古澤幹士・溝淵三必 (1983) ピーマンの蒸熱処理によるミカンコミバエの殺虫および障害試験. 植物研報 **19**: 81-88.

杉本民雄・砂川邦男 (1987) 生果実の蒸熱処理によるミバエ類の殺虫方法. 植物防疫 **41**: 124-128.

砂川邦男・久米加寿徳・岩泉 連 (1987) マンゴウの蒸熱処理. 植防研報 **23**: 13-20.