温室密閉による高温処理が夏キュウリの生育ならびに病虫害発生におよぼす影響

佐藤達雄*・瀧口 武**・松浦京子***・成松次郎****・水野信義

神奈川県農業総合研究所 259-1204 平塚市上吉沢 1617

Effects of High temperature Caused by Non-ventilation of Greenhouse on the Growth and Prevention of Disease and Insect Damage in Summer-grown Cucumber

Tatsuo Sato*, Takeshi Takiguchi**, Kyoko Matsuura***, Jiro Narimatsu**** and Nobuyoshi Mizuno

Kanagawa Prefectural Institute of Agricultural Science, Kamikisawa 1617, Hiratsuka Kanagawa 259-1204

Summary

The effects of high temperature treatment by non-ventilation of greenhouse on fruit yield and the incidence of diseases and insects in summer cucumber production were evaluated against constant ventilation (control). Fruit yield for 5 cultivars of summer cucumber was increased by setting the ventilation temperature at 45 °C from 4:30 until 10:30. Diseases and insects were effectively suppressed by high temperature. Non-ventilation should be done during the lunch break during 11:30-13:20 in consideration of the worker's comfort. Most diseases and insects (except mites) could be controlled. However, with daily high-temperature treatment the number of dead or malformed fruits increased. Until the beginning of harvest, frequent non-ventilation treatment may exterminate diseases and insects and increase the number of fruiting nodes. Thereafter, frequency of the treatment should be reduced to ensure fruit set and growth.

Key Words: chlorophyll fluorescence, greenhouse ventilation, high-temperature, cucumber, plant protection.

緒 言

施設における野菜栽培では、年間を通して防除作業が行われる。とりわけキュウリでは病虫害の発生が多く、夏期には数日ごとの農薬散布が必要となる。作業者は防護マスク、手袋、防除衣を着用し、多頭口ノズルで往復散布をしなければならない。この作業はきわめて重労働である。さらに次回散布までの期間が短いため、気中の農薬成分が十分に分解、揮散しないことがあり、作業者は収穫や管理作業中に散布作業時よりも多量の農薬に暴露される可能性も指摘されている(正田・垂井, 1988)。また近年は、食料の安全性や生産地周辺の居住環境、生物相などに対する意識が高まっており、化学合成農薬の使用量削減は消費者や生産地近隣住民からも強く求められ

ている。

農薬散布に頼らない病虫害防除手段として、東ら(1990)は、ナスにおいて一時的な高温処理が有効であることを示した。46~50 °Cの瞬間的な処理1回でミナミキイロアザミウマ、モモアカアブラムシ、オンシツコナジラミ、チャノホコリダニの密度抑制に効果があったとしている。しかし、室温が50 °Cに達すると温室環境制御機器の性能保持上、問題が生じる恐れがあることから、実用的にはこれより低い温度での処理が必要である。

ところで、キュウリの施設栽培では、生育促進のため、1日のうち午前中の数時間、施設の換気温度を30~35 °Cに設定して密閉状態を保持する、いわゆる「蒸し込み」が一般に行われている。この技術の是非には議論がある(平間ら, 2000; 崎山ら, 2000)が、湿度を高く保つことによって気孔開度を確保し、炭酸ガス同化を促進させる効果もあると考えられる。また、Aokiら(1988)や小田ら(1993)は、クロロフィル蛍光測定法を利用し、キュウリの光合成能力を基にした耐暑性品種の検索が可能であることを示した。そこで本報では、収穫期間中、温室密閉による一時的な高温処理を日単位で反復し、クロロフィル蛍光の測定ならびに栽培結果から、高温ストレス耐性品種の選定を試みた。また、本処理によって病虫害の被

2001年4月12日 受付。2002年7月4日 受理。

本研究の概要は園芸学会平成12年度春季大会で発表した。

本研究の一部は神奈川県科学技術振興課の重点基礎研究事業による。

* Corresponding author

** 現在: 神奈川県立かながわ農業アカデミー

*** 現在: 神奈川県湘南地域農業改良普及センター

**** 現在: 神奈川県環境農政部農業振興課平塚駐在

害抑制ならびに生育促進双方の効果が確認されたため、化学合成農薬使用量を低減できる可能性について検討した。

材料および方法

実験 1. 温室密閉による高温処理がキュウリの収穫果数におよぼす影響

1997, 1998年に試験を行った。夏季に多く栽培される品種‘アンコール10’, ‘オーナー’, ‘翠星節成’, ‘大将’, ‘南極1号’の5品種を供試した。ガラス温室(床面積82.5 m²)を3棟使用し、収穫期間中、早朝4時30分から10時30分まで換気設定温度を45℃とし、他の時間帯を開放する短時間高温処理区と、早朝4時30分から13時まで温室密閉による高温処理を続ける長時間高温処理区、ならびに常時開放区を設けた。換気は、温室中央部の地上1.5 mに設置した温度センサーによって、天窓ならびに側窓の開度を自動制御しておこなった。各品種は1区9株2反復とした。1997年は6月20日, 28日, 7月10日, 19日にそれぞれ、は種、接ぎ木、鉢上げ、定植を行った。接ぎ木は、台木に‘ひかりパワー’を用い、断根片葉接ぎを行った。畦幅、株間は120×45 cm (185株/a)とした。基肥はN-P₂O₅-K₂O: 0.8-0.8-0.8 kg/aを与え、追肥は2回に分けて計1.6-0-1.6 kg/aを施用した。主枝を20節で、1次側枝を2節で摘心し、2次側枝以降は放任として8月6日から9月16日まで1日1回、70 g以上の果実を収穫した。1998年も1997年と同様に5月27日, 6月8日, 18日, 7月1日にそれぞれ、は種、接ぎ木、鉢上げ、定植を行った。基肥はN-P₂O₅-K₂O: 1.4-1.4-1.4 kg/aとし、追肥は1回、0.3-0.3-0.3 kg/aを施用した。整枝は前年と同様に行った。7月23日から8月22日まで収穫した。

実験 2. クロロフィル蛍光測定法による高温ストレス耐性の検定

1997年の実験1に供試した作物体を用い、6月28日に子葉を、7月27日に栽培試験中の各区から主枝展開葉を、8月18日に2次側枝の展開葉を、それぞれ10枚採取して1辺が3~5 cm程度の切片を作成した。葉切片は、水4 mlを含ませたろ紙2枚を敷いた直径9 cmのシャーレに入れ、保温のためアルミニウム板でシャーレの上下をはさみ、6月28日と7月27日は45℃、8月18日は50℃の恒温機内に静置した。処理開始後0~5時間目まで、1時間ごとにクロロフィル蛍光測定装置(HEINZ WALZ社 PAM-2000)を用いて、光化学系Ⅱが吸収した光量子あたりの電子伝達量($\phi_{II} = (Fm' - Ft)/Fm'$)を測定した。ここで、Ftは光化学系が定常状態のときに一定強度の光を照射した場合の蛍光強度を、Fm'はFtの状態の葉にさらに閃光を照射し、光化学系ⅡのプラストキノンQ_Aを瞬間的にすべて還元したときの蛍光強度をそれぞれ表す。この一連の動作、計算は測定装置によって自動的に行われる。

実験 3. 温室密閉による高温処理が病害虫抑制におよぼす効果

実験1の結果から、高温処理に対する適応性が高いと考えられた品種‘大将’を用いて、1999年に、温室密閉による高温処理が病害虫抑制におよぼす影響を検討した。ガラス温室を2棟使用して、早朝4時30分から10時30分までの換気設定温度を45℃とした高温処理区ならびに常時開放区とし、それぞれに慣行防除区と無防除区を設けて計4処理とした。収穫開始と同時に高温処理を開始した。防除処理については1区36株の2反復とした。6月1日, 8日, 15日, 25日にそれぞれ、は種、接ぎ木、鉢上げ、定植を行った。接ぎ木方法ならびに台木品種は実験1と同様とした。育苗期間中、薬剤による防除を1回行った。基肥はN-P₂O₅-K₂O: 1.0-1.0-1.0 kg/aとし、追肥は定植と同時にかん水同時施肥でN-K₂Oを1日あたり0.03-0.03 kg/a、60日間で合計1.8-1.8 kg/aを施用した。主枝は24節で、1次側枝を2節で摘心し、2次側枝以降は混んだ部分のみを摘除した。防除区は登録農薬を用い、10日に1回程度の頻度で、計7回の農薬散布を行った。8月19日から9月16日にかけて、受光体勢改善のためにアルミ蒸着マルチフィルムをうね間に敷いた。7月19日から9月16日まで1日1回、70 g以上の果実を収穫し、本数、収量を調査した。8月10日に病虫害の発生状況を記録した。

実験 4. 温室密閉による高温処理の時間帯が病害虫抑制におよぼす影響

2000年にガラス温室を3棟使用し、4時30分から10時30分までの換気設定温度を45℃とする早朝高温処理区と、11時30分から13時20分まで同様に密閉する日中高温処理区ならびに常時開放区を設け、それぞれに慣行防除区と無防除区を組み合わせで計6区とした。供試品種に‘大将’を用いた。7月1日から10日まで処理時間帯の換気温度を40℃としてキュウリの高温馴化を図り、11日の収穫開始とともに45℃での高温処理を開始した。防除の有無については、各温室内で1区9株、3反復とした。5月19日, 26日, 6月5日, 16日にそれぞれ、は種、接ぎ木、鉢上げ、定植を行った。接ぎ木方法ならびに台木品種は実験1と同様とした。育苗期間中、薬剤による防除を1回行った。基肥を省略し、定植と同時にかん水同時施肥でN-K₂Oを1日あたり0.25-0.25 kg/a、77日間で計1.93-1.93 kg/aを施用した。主枝は16節で、1次側枝は1節で摘心し、2次側枝以降は原則として放任し、混んだ部分のみを摘除した。7月11日から9月6日まで収量調査を行った。防除区は登録農薬を用い、10日に1回程度の頻度で、計8回の農薬散布を行った。8月25日に病虫害の発生状況を調査した。

結果および考察

実験 1. 温室密閉による高温処理がキュウリの収穫果数に およぼす影響

第1図に、1997年における処理期間中の室温の平均日変化を示した。最低室温は5時00分から5時30分までの23℃、最高室温は、常時開放区では13時00分の31℃、短時間高温処理区では10時30分の38.5℃、長時間高温処理区では13時00分の39.9℃であった。室温の上昇は晴天日に著しく、短時間高温処理区で室温が40℃を超えた日は23日、45℃を超えた日は6日、長時間高温処理区ではそれぞれ25日、14日であった。1998年もほぼ同様に推移した。両年とも、高温処理開始後の数日間で、主枝最上位葉から3~4枚を中心として、葉やけが発生した。

Fig. 1. Daily changes in average room temperatures from 16 August through 16 September, 1997. Greenhouses were not ventilated from 4:30 to 10:30 and from 4:30 to 13:30 for 'short' and 'long', respectively, control greenhouse was constantly ventilated.

葉やけによる被害は長時間高温処理区で著しかった。しかし、側枝での葉やけの発生はごくわずかであり、側枝伸長は収穫後期まで旺盛であった。第1表に株あたり収穫果数を示した。1997年の収穫果数は、常時開放区では「大将」>「翠星節成」>「アンコール10」となった。短時間処理区の収穫果数は「アンコール10」>「大将」>「翠星節成」、長時間処理区は「大将」>「翠星節成」>「アンコール10」の順であった。「オナー」、「南極1号」はいずれの処理でもこれらより低収だった。短時間処理区や長時間処理区は常時開放区よりも明らかに多収となった。1998年の収穫果数は常時開放区で「大将」>「アンコール10」>「オナー」、短時間処理区で「アンコール10」>「大将」>「翠星節成」、長時間処理区で「アンコール10」>「翠星節成」>「大将」の順であった。高温処理の開始直後は、主枝上位葉を中心に葉やけが多発したが、日数を経るにしたがい、新たな葉やけの発生は減少した。これは、キュウリが高温処理に対して馴化したことを示している。崎山ら(2000)は、「蒸し込み」の時間帯を35℃としたキュウリ栽培では、湿度が高いほうが乾物生産力は高いとしている。本実験では崎山らよりも高温の45℃で処理を行っており、盛夏期であっても処理中は温室が密閉されている時間が長かった。この間、高湿度が維持されたことが生育促進につながった原因のひとつとして挙げられる。一方、王・橘(1996)は、45℃の高室温では地温が上昇し、生育が抑制されたと報告している。本実験の場合、45℃の持続時間が1時間程度と短かったために、キュウリの生育を抑制するほど地温が上昇しなかったものと考えられた。なお、精度上の問題により、本栽培条件下で炭酸ガス濃度の正確な測定を行うことは困難であったが、密閉を開始した4時30分以降、8時ころまでは炭酸ガス濃度

Table 1. Effects of non-ventilating times of greenhouse on total number of fruits per plant in the tested cucumber cultivars (Exp. 1)

Cultivar	1997			1998		
	Non-ventilating time ^z			Non-ventilating time		
	Control	Short	Long	Control	Short	Long
Encore 10	16.7	34.0	35.7	20.5	29.6	25.2
Onner	12.2	22.1	31.3	19.3	22.1	18.6
Suisei-fushinari	18.4	30.2	38.0	18.2	27.7	22.8
Taisho	19.3	33.0	59.4	25.4	29.0	22.0
Nankyoku 1-go	10.1	19.8	16.5	12.0	20.3	17.6
Significance ^y						
Treatment		**			*	
Cultivar		*			*	
Interaction		NS			NS	

^zNon-ventilating time: Cont., Short and Long mean open whole-day, 6 hr (4:30-10:30), 9 hr (4:30-13:30), respectively.

^yNS, *, ** Non-significant, significant at 5% or 1% levels by *F*-test, respectively

は上がり続け、その後、日射が強くなるにしたがって、処理が終了する 10 時 30 分までの間に急激に低下した。このことから、より密閉性の高いビニールハウスなどでは、炭酸ガス濃度の低下が問題となる可能性が示唆された。

実験 2. クロロフィル蛍光測定法による高温ストレス耐性の検定

測定された電子伝達量 ϕII を用い、測定開始から 5 時間目までの積分値を算出、比較した。すなわち、測定時高温処理を行う直前の ϕII 値を Y_0 、高温処理開始後 t 時間目の ϕII 値を Y_t とし、次式により電子伝達量の積分値 SY を求めた。ただし、品種によって Y_0 が若干異なったので、品種ごとに $Y_0=1$ とし、 Y_t は Y_0 に対する相対値とした。

$$SY = \int_0^5 Y_t dt = \frac{1}{2} Y_0 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + \frac{1}{2} Y_5$$

次に、 Y_t は光合成速度に比例すると仮定し、品種間ならびに温室密閉による高温処理間での SY の差を、高温下での光合成能力の差とした。なお、この仮定が成立するためには、測定時の照射光強度、葉の反射率、 CO_2 濃度が一定であることが前提となる (Pastenes, 1996a, b)。本実験では、これらの条件についてほぼ一定であるとみなして測定値の比較を行った。結果を第 2 表に示した。温室密閉による高温処理を行う前の 6 月 28 日、7 月 27 日の測定では、45 °C の高温により ϕII の継続的な低下が観察されたが、品種間に有意な差は認められなかった。6 月 28 日より 7 月 27 日の測定で SY が小さかった原因として、6 月 28 日は子葉を、7 月 27 日は本葉を測定したことが挙げられる。

高温処理開始後の 8 月 18 日の測定では、測定時の温度が 45 °C では、 ϕII の継続的な低下が見られなかったため、50 °C で測定を行った。常時開放区ならびに短時間高温処

理区で品種間に有意差が認められ、常時開放区では 'オナー'、'大将' が、短時間高温区では '大将'、'翠星節成' がそれぞれ高く、'南極 1 号' が低かった。この結果から、 SY は高温に対する馴化能力の差を示すものと考えられた。しかし、長時間高温処理区では品種間に有意な差が認められなかった。これは、いずれの品種も高温処理によって高温馴化の上限に達しているが、上限の品種間差が小さいこと、全体に測定時の ϕII の低下が少なく、差を検出するのが困難であったことが原因と思われる。以上のことから、幼苗の高温ストレス耐性は弱い、加齢や生育中の高温遭遇によって高温耐性が増すと判断される。すなわち、少なくとも光化学系 II にのみ限り、45 °C が 1~2 時間継続する程度の高温処理では障害の発生は少なく、むしろ高温馴化をもたらす誘引として有効であった。

常時開放区 5 品種と短時間高温処理区 5 処理、計 10 処理の株あたり収穫果数 (y) と $SY(x)$ の間には正の相関 $y=10.3x-3.61$ ($r=0.798$, 1% 水準で有意) が認められた (第 2 図)。短時間高温処理区では、常時開放区に比べて着花節数が増加し、さらに高温馴化によって落果が減少したため、より多くの収穫果が得られた。一方、長時間高温処理区には前述の相関が当てはまらなかった。 SY は光化学系 II の高温ストレス耐性を反映したものであり、果実収量には他の要因も大きく関与する。特に 40 °C 以上の温度が数時間持続する長時間高温処理では、高温が不結実花数や落果数の増大などに影響をおよぼした可能性が考えられる。'大将' と '南極 1 号' の収量差は、このような光合成能力以外の差によるところが大きいものと考えられる。

実験 3. 温室密閉による高温処理が病害虫抑制におよぼす効果

高温処理を行った 60 日間のうち、最高室温が 40 °C、45 °C を超えた日はそれぞれ 38 日、16 日であった。晴天

Table 2. Integrated value of chlorophyll fluorescence yield in cucumber cultivars in some different conditions (Exp. 2).

Cultivar	Jun. 28 ^z	Jul. 27	Aug. 18		
	45 °C ^y	45 °C	50 °C		
	Control ^x	Control	Control	Short	Long
Encore 10	4.88 ^w	2.02	1.62	3.03	3.59
Onner	4.44	1.94	2.59	2.94	3.70
Suisei-fushinari	4.29	1.73	1.78	3.10	3.68
Taisho	4.26	2.14	2.27	3.20	3.52
Nankyoku No. 1	4.27	1.85	1.47	2.35	3.89
Significance	NS ^v	NS	*	*	NS

^zThe day of measurement.

^yTemperature in the incubator.

^xNon-ventilation time, see table 1.

^wIntegrated value of ϕII every five hours from start.

^vNS, * Non-significant or significant at 5% levels by F -test, respectively.

Fig. 2. Relationships between chlorophyll fluorescence of leaves and fruit yield of cucumber cultivars.

Integrated chlorophyll fluorescence:

$$SY = \int_0^5 Y_t dt = \left(\frac{1}{2} Y_0 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + \frac{1}{2} Y_5 \right) Y_0$$

For the plots, the first letters N, S and L indicate to no, short and long non-ventilation periods, respectively. The second letters E, N, O, S and T indicate cultivars Encore 10, Nankyoku 1-go, Onner, Suisei-fushinari and Taisho, respectively.

The data for the long period of non-ventilation were excluded from the calculation of the correlation coefficient.

Table 3. Effect of non-ventilation treatment on cucumber fruit yield from Jul. 19–Sep. 16 (Exp. 3).

Treatment	Chemical protection	Yield			Percent marketable fruit
		Total	Marketable ^z		
		No. (/plant)	No. (/plant)	Weight (kg/plant)	
Non - ventilation ^y	Yes	62.8	27.3	2.2	43.5
	No	67.6	29.2	2.4	43.2
Cont.	Yes	45.8	24.5	2.1	53.5
	No	18.2	13.1	1.2	72.0

^zMarketable size: more than 70 g and less than 4 cm curvature depth.

^yNon-ventilating time: 4:30–10:30.

日の場合、4時30分の密閉開始後、室温が45℃に達するのは、おおむね9時30分前後であり、室温45℃以上の持続時間は約1時間であった。高温処理を開始した7月19日から数日の間に、主枝上位葉3~4枚を中心に葉やけが発生したが、処理開始後に伸長、展開した側枝には葉やけの発生は少なかった。果実収量を第3表に示した。常時開放・無防除区では、8月上旬から病害虫の発生が著しく、果実収量は激減した。また、常時開放・防除区でも草勢が低下し、後半の収量は低下した。これに対して高

温処理・防除区と高温処理・無防除区は病害虫の発生が少なかった。一方でこの2区は2次側枝の伸長が著しいため過繁茂傾向となり、上物果が減少した。これは、アルミ蒸着マルチフィルムを敷くことによって、一時的に改善された。高温処理区が多収となった原因としては、実験1と同様に、着花節数の増加によるものと考えられた。

8月10日の病害虫発生状況を第4表に示した。アザミウマ類、オンシツコナジラミ、アブラムシ類に対して、東ら(1990)は、46~50℃での1回処理を推奨しているが、

Table 4. Preventive effect of non-ventilation treatment on diseases and pests (Aug. 10, 1999) (Exp. 3).

Treatments	Chemical protection	Diseases and pests				
		Thrips ^z	Greenhouse whitefly ^z	Aphids ^z	Downy mildew ^y	Powdery mildew ^y
Non-ventilation ^w	Yes	0	8	2	0	0
	No	0	18	20	0	0
Control	Yes	4	74	0	8	49
	No	2	92	100	62	88

^zNumber of parasitized per 100 leaves.^yNumber of spots per 100 leaves.^xPesticides and fungicides were sprayed four time until Aug. 10.^wNon-ventilating time: 4:30–10:30. **Fig. 3.** Periodical changes in the maximum air temperature (solid line) and fruit yield of cucumber cv. Taisho with (solid bold line) or without (dotted bold line) chemical pest control (Exp. 4; non-ventilation time: morning).

本実験の結果から、室温が46℃以上に達しなくても、反復処理によって十分な抑制効果が得られることが明らかになった。また、病害についても抑制効果が確認された。うどんこ病について我孫子・岸(1979)が15~35℃の範囲で行った実験では、35℃ではうどんこ病の分生胞子は発芽せず、菌そうの分生胞子形成量も極めてわずかであり、さらに葉をぬらすことによって発生を抑制できたとしている。本実験でも、うどんこ病菌が高温・高湿環境に暴露されたことにより、増殖が抑えられた可能性が高い。一方、べと病は、少なくとも上限35℃程度の蒸し込み処理ではよく発生し、本処理でも感染の痕跡を示す小斑が見られることから、温室密閉による高温だけで増殖が抑制できたとは考えにくい。奥野ら(1991)は、キュウリに対してエセフォンを茎葉散布することにより、べと病抵抗性が誘導されたことを確認した。他の病害では、Narusakaら(1999)はキュウリにアシベンゾラルSメチルを処理したところ、黒星病抵抗性が速やかに誘導され、抵抗性関連遺伝子であるパーオキシダーゼ、キチナーゼおよびβ-1, 3-グルカナーゼ遺伝子が発現したことを確認している。このうち、パーオキシダーゼは植物細胞壁の木化に関与することが知られている。小倉ら(1985)は、ホウレンソウ培養細胞に高温処理を施すことにより、パーオキシダーゼの顕著な上昇を観察した。また、李ら

(1996)はキュウリにおいて、ストレスにより蓄積される内生ABAと高温耐性には密接な関係があることを示唆した。高温処理による病害抵抗性誘導には他にも多くの報告があり(山本・谷, 1987; 吉田・大口, 1988), その機作は多くの要因が複合的に関与しているものと考えられている。

実験4. 温室密閉による高温処理の時間帯が病害虫抑制におよぼす影響

実験1~3より、温室密閉による高温処理がキュウリの生育促進、病害虫抑制の双方に明確な効果を有することが認められたが、温室の密閉中は施設内の作業が困難であるため、密閉時間帯を昼食の前後に設定することの可否について検討した。早朝高温処理区の室温の推移は1999年の実験3と同様であった。処理時の最高室温についてみると、40℃に達した日は29日、45℃に達した日は18日あり、処理終了時刻における平均相対湿度は67.3%であった。

早朝処理区の最高室温の推移を第3図に示した。日中高温処理区では11時30分の処理開始後、晴天日は12時20分に45℃に達し、45℃が約1時間継続した。処理時の最高室温が40℃に達した日は29日、45℃に達した日は23日あり、処理終了時刻の平均相対湿度は57.9%であった。

Table 5. Effect of non-ventilating times of greenhouse on cucumber fruit yields (Exp. 4).

Non-ventilating time ^z	Chemical protection	Yield				Total yield in the first half of harvesting (%)	Percent of fine class fruit (%)
		Total		Marketable			
		No. (/plant)	Weight (kg/plant)	No. (/plant)	Weight (kg/plant)		
Control	Yes	35.7	3.0	25.7	2.2	41.6	72.0
	No	19.9	1.6	16.1	1.3	64.0	81.2
Daytime	Yes	52.4	4.6	35.6	3.1	34.6	67.9
	No	38.8	3.1	28.7	2.3	41.7	74.1
Morning	Yes	49.1	4.0	34.9	3.0	33.1	71.0
	No	50.1	4.3	37.8	3.2	36.4	75.5

^zNon-ventilating time: Control, whole-day open; Daytime, 11:30–13:20; Morning, 4:30–10:30.**Table 6.** Effects of non-ventilating times of greenhouse on appearance of diseases and pests (Aug. 25.) (Expt. 4).

Non-ventilating time ^z	Chemical protection	Diseases and pests					
		Thrips ^y	Greenhouse whitefly ^y	Aphids ^y	eupotid mites ^y	Downy mildew ^x	Powdery mildew ^x
Control	Yes ^w	0	0	0	0	0	82
	No	0	45	0	100	0	100
Daytime	Yes	0	1	0	0	0	0
	No	0	0	0	100	0	15
Morning	Yes	0	0	0	0	0	0
	No	0	0	0	11	0	5

^xNon-ventilating time: Control, whole-day open; Daytime, 11:30–13:20; Morning, 4:30–10:30.^yNumber parasitized per 100 leaves.^xNumber per 100 leaves.^wPesticide and fungicide were sprayed four times until Aug. 25.

すべての区で定植後の初期生育は良好であった。8月9日までは晴天日が多く、収穫開始後は高温処理区の落果がやや多かった。草勢は収穫期後半になると、常時開放区の急速に衰えたが、早朝高温処理区、日中高温処理区では維持された。収穫開始20日目以降、常時開放・無処理区では病害虫が目立ちはじめた。また、日中高温処理・無防除区ではカンザワハダニを主とするハダニ類の発生が多く、高温処理だけでは防除できなかった。しかし他の区では認められないか、認められても軽微であった。ただし、8月10日以降は曇天日が多くなり、密閉時に45℃を超えた日は、収穫打ち切りまでの間におよそ10日に1日の割合となった。常時開放・無防除区では病害虫が蔓延したため収量は激減し、常時開放・防除区も草勢が低下した。これに対して早朝高温処理・防除区、早朝高温処理・無防除区、日中高温処理・防除区は病害虫が少なく、収量も常時開放・防除区より多かった(第5, 6表)。日中の高温処理でハダニ類に対する効果が劣り、低収となった原因は明らかではないが、日中は温度が上昇しやすく、高温処理中に天窓、側窓が開いている時間が長い

ため、湿度が低下したことも一因と思われた。

毎日、午前中に収穫を行う作業体系では早朝に温室の密閉を行うことは實際上、困難である。一方、昼食時をはさんだ日中の高温処理については、利便性は高いが、ハダニの対策を考慮する必要が認められた。温室密閉による高温処理の可否は天候の影響を大きく受けることから、収穫期前半には処理頻度を多くして病害虫の根絶と着果節数の確保を図り、収穫期後半には、晴天日を選んで10日に1回程度の高温処理を行うことで、夏キュウリ栽培での病害虫軽減効果が期待できるものと考えられる。

摘 要

夏キュウリの草勢を維持し、かつ農薬散布回数を減らすため、温室密閉による高温処理の効果を検討した。夏キュウリとして利用されている5品種をガラス温室内で栽培し、早朝4時30分から10時30分まで、換気温度を45℃として温室を密閉する高温処理を行うと、品種間差はあるものの、すべての品種で無処理区(常時開放)よりも増収となった。クロロフィル蛍光測定法を用い、50℃

下での光化学系Ⅱにおける電子伝達量の減少程度を比較した結果、高温ストレス耐性には処理間の差異があり、高温ストレス耐性と果実収量の間には正の相関関係が認められた。また、高温処理により病害虫の発生が著しく抑制された。しかし早朝は収穫・管理作業を行う重要な時間帯であるため、温室の密閉を行う時間帯を11:30から13:20の昼食時間帯とすると、ダニ類以外の病害虫を抑制できた。ただし、高温処理を毎日行くと、側枝の発生や伸長が促進されて着花節数は増加するが、落果や下物果の発生割合が多くなった。

謝 辞 本研究のとりまとめにあたり校閲をいただいた北海道大学大学院農学研究科 大澤勝次博士ならびに研究の遂行にご尽力いただいた和田秀克氏、斎藤ナヲ氏に深謝する。

引用文献

- 我孫子和雄・岸 国平. 1979. キュウリうどんこ病の発病におよぼす温度並びに湿度の影響. 野菜試報 A 5: 167-176.
- Aoki, S., M. Oda and M. Nagaoka. 1988. Chilling and heat sensitivities in cucumber seedlings measured by chlorophyll fluorescence. Bull. Natl. Inst. Veg., Ornam. Plants & Tea, Series-A, 2: 81-92.
- 東勝千代・森下正彦・矢野貞彦. 1990. 施設栽培ナスにおけるハウスの密閉高温処理によるミナミキイロアザミウマの防除. 和歌県農試研報. 14: 35-44.
- 疋田慶夫・垂井不二男. 1988. 施設栽培従事者の農薬暴露について. キュウリの場合. 農作業研究. 21: 40-53.
- 平間信夫・水澤秀雄・松浦誠司. 2000. 高温・多湿条件がキュウリの生育におよぼす影響(2)ハウス抑制栽培の場合. 園学雑. 69(別1): 288.
- Narusaka, Y., M. Narusaka, T. Horio, and H. Ishii. 1999. Induction of disease resistance in cucumber by acibenzolar-S-methyl and expression of resistance-related genes. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 65: 116-122.
- 小田雅行・李 智軍・辻 顕光・市村一雄・佐々木英和. 1993. 高温時の空気湿度と土壌水分がキュウリの葉緑素蛍光発生に及ぼす影響. 園学雑. 62: 399-405.
- 小倉長雄・小林恭一・佐藤隆英・中川弘毅. 1985. ホウレンソウ液体培養細胞のパーオキシダーゼ活性に及ぼす高温処理の影響. 千葉大園学報. 35: 15-18.
- 奥野哲郎・中山政治・岡島伸之・古沢 巖. 1991. 生物のおよび化学的誘導因子によるキュウリ葉におけるべと病抵抗性誘導と抵抗性特異的酸可溶性タンパク質の検出. 日植病報. 57: 203-211.
- Pastenes, C. 1996a. Effect of high temperature on photosynthesis in beans. I. Oxygen evolution and chlorophyll fluorescence. Plant Physiol. 112: 1245-1251.
- Pastenes, C. 1996b. Effect of high temperature on photosynthesis in beans. II. CO₂ assimilation and metabolite contents. Plant Physiol. 112: 1253-1260.
- 李 智軍・小田雅行・岡田邦彦・佐々木英和. 1996. 水ストレスおよび外生 ABA によるキュウリ葉における光合成器官の高温耐性の変化. 園学雑. 65: 587-594.
- 崎山 一・壇 和弘・今田成雄. 2000. 高温条件下の空気湿度がキュウリの生育、蒸散、養分吸収、乾物生産に及ぼす影響. 園学雑. 69(別1): 289.
- 王 玉海・橘 昌司. 1996. キュウリの初期成長と無機栄養に及ぼす高気温と高地温の影響. 園学雑. 64: 845-852.
- 山本弘幸・谷 利一. 1987. 高温ストレスによるエンパクの冠さび病抵抗性誘導. 日植病報. 53: 616-621.
- 吉田克志・大口富三. 1988. 熱処理ダイコン根組織におけるべと病菌吸器形成の抑制. 日植病報. 64: 307-314.