異なる昼温および夜温がズッキーニの雌花形成に及ぼす影響

池浦博美*・徳田貴彦・早田保義

明治大学農学部 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

Effects of Different Day and Night Temperatures on Female Flower Formation in Zucchini

Hiromi Ikeura*, Takahiko Tokuda and Yasuyoshi Hayata

School of Agriculture, Meiji University, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

Abstract

The effect of several day and night temperature combinations on zucchini female flower formation was investigated in a temperature-controlled climate chamber under natural sunlight. The total number of flowers increased with higher night temperatures, but there was no difference in the number of female flowers and the length of the largest leaf. The ratio of female flowers to the total number of flowers was significantly lower at day/night 30°C/30°C than at 30°C/10°C and 30°C/20°C. The female flowering and fruit-setting rates were highest at 30°C/10°C and 30°C/20°C. Higher daytime temperatures (25°C/15°C and 35°C/15°C) increased the number of total flowers. These results indicate that female flower formation of zucchini was decreased by increasing the night temperature, and that both female flower blooming and fruit-setting were markedly inhibited at 30°C/30°C.

Key Words : cultivar temperature, day and night temperature, female flower differentiation

キーワード : 昼夜温, 雌花分化, 栽培温度

緒 言

ズッキーニ (*Cucurbita pepo* L.) は北アメリカ大陸原産の野菜であり, ウリ科カボチャ属に属するつるなし性の一年草果菜である. 西洋野菜の一つとして欧米などでは一般的で人気の高い野菜であり, 近年では中国や韓国などでもよく食べられるようになり, 現在, 我が国では和食への利用ならびに食の欧米化に伴い需要が増加している.

ズッキーニの収穫量は着果する雌花数に大きく影響を受けるが, その花芽着生様式は主茎の第8~9節から雌花を着生し始め, 第15節あたりから健全な雌花を着生し, 果形の良好な果実が得られるようになる. また, ズッキーニは各節に雌花か花粉供給花である雄花のいずれかを1花着生することから, 雌雄分化の割合をうまく保つことで収穫量の増加につながると考えられる. しかしながら, 雌花の割合が高くなりすぎても, 受粉用の雄花が確保できず, あるいは雌花間の養分競合が生じて雌花の着果不良が発生しやすくなり, 特に開花前5~2日までの低日照は光合成量の低下とともに雌花の発育不全を誘導し, 着果率が著しく低下することが報告されており (Li ら, 2005), また, ズッキーニの雌花は受粉後 30°C 以上の高温にさらされると正

常な果実肥大が起こらず, 果実は先細り果や短果といった規格外果になることなどが知られている (田口ら, 2004). これまでウリ科の果実の着果に関する研究は多く (Haim ら, 1989; 早田, 1988; 早田ら, 1990), ズッキーニと同科であるキュウリでは雌花形成と外的環境要因との関係について, 雌花形成を引き起こす要因に温度, 日長および光強度などがあり, 低温, 短日および強光量で雌花形成が促進され, 特に温度を 30°C から 20°C へ下げると, 長日, 弱光量条件下でも雌花形成が促進されることから, 温度が雌花形成に強く影響することが報告されている (Papadopoulou・Grumet, 2005; Takahashi ら, 1983). 一方, Wien ら (2004) はカボチャ属の装飾用カボチャ (*Cucurbita pepo* L.) では, 高温で雌花の形成および開花が遅延することを示唆しているが, ズッキーニにおいては, 温度の違いによる雌花形成への影響や開花と温度に関する研究はほとんど見当たらない.

そこで本研究では, ズッキーニの雌花形成における昼温および夜温の影響を調査するために, 自然光型人工気象装置を用い, 数段階での昼夜温処理を行った. また, ヘチマで雌花形成に影響しているという報告 (Omini・Hossain, 1987) のある無機成分の動態についても検討した.

材料および方法

1. 供試材料, 栽培方法および温度処理

供試品種は 'ダイナー' (タキイ種苗) とし, 育苗ならび

2011 年 8 月 18 日 受付. 2012 年 2 月 10 日 受理.

* Corresponding author. E-mail: hikeura@isc.meiji.ac.jp

に定植培養土にはくみあい園芸育苗培土 (N : 0.15 g・L⁻¹, P : 3.00 g・L⁻¹, K : 0.15 g・L⁻¹, コーブケミカル) とパーミキュライト (昭和パーミキュライト) を 1 対 1 で混合したものを用い, 育苗のための施肥は大塚ハウス 1 および 2 号 (大塚化学) を液肥標準濃度の 2 倍液 (N : 520 mg・L⁻¹, P : 240 mg・L⁻¹, K : 810 mg・L⁻¹) を, 定植後の施肥は定植培養土にエコロン 424-100 (N : P : K = 14 : 12 : 14, チッソ) 80 g, 苦土石灰 7 g, みのり堆肥 (富士見工業) 210 g を施用した。

夜温処理実験は, 2009 年 11 月 4 日～2010 年 1 月 14 日にかけて明治大学生田校舎の自然光型人工気象装置 (小糸工業) 3 室で行った。2009 年 11 月 4 日にガラス温室で育苗土に供試種子を播種し, 発芽後口径 12 cm ポリポット (高さ 10 cm) に移植した後, 第 7 葉展開時まで育苗した。さらに, 2009 年 12 月 2 日に口径 30.5 cm ポリポット (鉢土 15 L, 高さ 30.5 cm) に苗を移植し, 夜温を変動させた自然光型人工気象装置内の各チャンパーに 10 株ずつ搬入した。なお, ガラス温室は, 最低温度 15°C～最高温度 30°C の範囲で, 電熱線による暖房, 自動天窓および手動側窓の開閉によって換気を行った。

昼温処理実験は, 2009 年 2 月 1 日～3 月 29 日にかけて行った。2 月 1 日に供試種子を播種し, 2 月 14 日にポリポットに移植した後, 本葉第 10 葉展開後, 2 月 27 日に夜温処理と同様の培土の入った 30.5 cm ポリポットに移植し, 自然光型人工気象装置に搬入した。

夜温処理実験における栽培設定温度および処理時間は, 全処理区の昼温を 30°C に固定し, 低夜温区 10°C, 中夜温区 20°C および高夜温区 30°C の 3 処理区を設け, 処理時間は昼温を 8:30～17:30, 夜温を 18:30～6:30 とした。なお, 昼温および夜温処理において, 昼温から夜温への切り替えは 1 時間, 夜温から昼温への切り替えは 2 時間かけて行った。

昼温処理実験における栽培設定温度および処理時間は, 全処理区の夜温を 15°C に固定し, 低昼温区 20°C, 中昼温区 25°C および高昼温区 35°C の 3 処理区を設け, 処理時間は夜温処理実験と同様にした。各処理区は 10 株とした。なお, 本実験の温度処理の範囲は, 夜温処理では夏を想定して昼温 30°C とし, 夜温変動は夏を想定した 30°C, 秋～冬を想定した 10°C, それらの間の 20°C の 3 処理区とした。昼温処理では, 温室のズッキーニ栽培において夜温としてほぼ最低温度である 15°C, 昼温は一定温度の 15°C から真夏を想定した 35°C, それらの間の温度 25°C に設定した。また, 日長や日射量も花成に影響する可能性があるが, ズッキーニと同科であるキュウリでは温度が強く影響することが判明している (Grimstad・Frimanslund, 1993; Hikosaka ら, 2008)。そこで, 今回の実験では短日, 弱光量の時期であったが, 同条件での温度のみの影響を観察した。

2. 生育調査および無機成分分析

生育調査は, 各処理区とも自然光型人工気象装置搬入後, 6 日間隔で行った。調査項目は総花数, 雌花数および最大

葉長について行った。雌花率 (総花数に対する雌花数の割合) は雌花数/総花数×100 で, 雌花の開花率は, 実際に開花した雌花/総雌花数×100 で, 着果率は受粉後 5 日後までに成長した雌花/総雌花数×100 で算出した。受粉は, 午前 8～9 時の間に人工授粉を行った。

各株の無機栄養状態を調査するため, 各温度処理栽培終了後に, 花芽を分化する成長点を含めた最上位葉から順に上から 5 枚の葉を採取し, 80°C で約 1 日間通風乾燥させ, 粉末になるまでミキサーで粉砕した。試料の分解は湿式灰化法 (永原ら, 1964) を用いて行い, この試料液を以下の分析に使用した。N 含量は水蒸気蒸留法 (嶋田, 2003), K, Ca および Mg 含量は原子吸光光度計, P 含量はバナドモリブデン酸比色法 (安田, 1996) および Fe 含量はフェナントロリン法 (JIS K0102) を用いて測定した。各元素とも植物体乾物 100 g 中の含有量として算出した。

3. 統計分析

実験データは平均値と標準誤差で表し, 統計解析は Turkey-Kramer 法を用いて有意検定を行い, P 値が 0.05 以下の時に統計的に有意差があるとした。

結果および考察

夜温の違いが最大葉長, 総花数, 雌花数および雌花率に及ぼす影響を第 1 表に示した。最大葉長は, 夜温処理開始後から温度処理期間中, 全処理区間で有意差はなく同水準の伸長を示したことから, 最大葉長に対する夜温の影響は少ないことが窺われた。総花数は, 中夜温区では温度処理 22 日以降に低夜温区に比べ, 高夜温区では温度処理 8 日以降に他の 2 処理区に比べて増加する傾向を示し, 処理終了時には高夜温区で 50.3 花, 中夜温区で 40.7 花および夜温区で 33.8 花となり, 夜温の上昇とともに増加することが判明した。平間ら (2006) は, ズッキーニと同科のキュウリは夜温を上昇させると主茎の草丈が高くなることを報告し, また Hikosaka ら (2008) は, 昼温/夜温をそれぞれ高温区 30 / 25°C および低温区 23 / 17°C に設定してキュウリを栽培したところ, 高温区は低温区に比べより多くの節が発達したと述べている。このことから, ズッキーニの花は各節の葉腋に着生するため, 夜温が高まるにつれて主茎の節数が増加し, 総花数の増加に繋がったと考えられる。

雌花数は, 処理終了時の低夜温区で 16.7 花, 中夜温区で 17.8 花および高夜温区で 17.5 花と, 全処理区間で有意な差は認められなかった。

雌花率は, 特に温度処理 29 日以降の高夜温区が, 他の処理区に比べ有意に低下し, 処理終了時では低夜温区で 49%, 中夜温区で 44% および高夜温区で 35% となった。高夜温区の雌花率の低下は, 夜温処理による雌花数に変動がなかったため, 処理温度の上昇に伴い花芽が着生する葉腋は増加したものの, 雄花が着生する率が高かったためと考えられる。キュウリやカボチャでは, 低温で雌花形成が促進されることが報告 (Cantliffe, 1981; Wien ら, 2004) されている

第1表 各夜温処理が最大葉長、総花数、雌花数および雌花率に及ぼす影響

		温度処理後日数 (平均値 ± 標準誤差)						
		1 日	8 日	15 日	22 日	29 日	36 日	43 日
最大葉長 (cm)	低夜温区	22.2 ± 0.5a ^z	30.3 ± 0.2a	44.5 ± 0.5a	57.8 ± 0.6a	70.7 ± 0.7a	79.7 ± 0.8a	84.8 ± 1.0a
	中夜温区	21.5 ± 0.4a	31.5 ± 0.6a	49.3 ± 0.5a	61.3 ± 0.6a	75.5 ± 0.7a	83.7 ± 1.3a	86.2 ± 1.4a
	高夜温区	22.5 ± 0.3a	33.3 ± 0.4a	50.2 ± 0.5a	61.8 ± 0.8a	76.7 ± 1.0a	84.0 ± 1.6a	86.3 ± 1.5a
総花数 (花)	低夜温区	4.0 ± 0.0a	7.8 ± 0.2a	12.0 ± 0.0a	16.7 ± 0.3a	23.2 ± 0.2a	28.7 ± 0.2a	33.8 ± 0.3a
	中夜温区	4.0 ± 0.0a	9.0 ± 0.0a	13.2 ± 0.2a	19.8 ± 0.2a	27.7 ± 0.2b	34.2 ± 0.2b	40.7 ± 0.3b
	高夜温区	4.0 ± 0.0a	10.0 ± 0.0a	16.3 ± 0.3a	24.3 ± 0.2b	33.5 ± 0.4c	42.0 ± 0.5c	50.3 ± 0.7c
雌花数 (花)	低夜温区	0.0 ± 0.0a	0.0 ± 0.0a	1.5 ± 0.3a	4.3 ± 0.4a	7.8 ± 0.5a	12.3 ± 0.5a	16.7 ± 0.7a
	中夜温区	0.0 ± 0.0a	0.0 ± 0.0a	1.7 ± 0.3a	4.7 ± 0.5a	9.5 ± 0.8a	13.8 ± 0.9a	17.8 ± 1.6a
	高夜温区	0.0 ± 0.0a	0.2 ± 0.2a	2.7 ± 0.2a	5.5 ± 0.2a	9.5 ± 0.7a	13.0 ± 0.5a	17.5 ± 0.5a
雌花率 (%) ^y	低夜温区	0.0 ± 0.0a	0.0 ± 0.0a	12.5 ± 2.6a	26.0 ± 2.1a	33.8 ± 2.2a	43.0 ± 1.8a	49.3 ± 2.2a
	中夜温区	0.0 ± 0.0a	0.0 ± 0.0a	12.7 ± 2.3a	23.5 ± 2.5a	34.3 ± 2.5a	40.5 ± 2.6a	43.9 ± 3.8a
	高夜温区	0.0 ± 0.0a	1.7 ± 1.5a	16.3 ± 1.2a	22.6 ± 0.7a	28.4 ± 1.3b	31.0 ± 1.3b	34.8 ± 1.3b

^z 異なる英小文字は、温度処理区間で Tukey-Kramer 法により $P < 0.05$ で有意差有り (n = 10)

^y 雌花率 = 雌花数 / 総花数 × 100

が、本研究において、雌花率が低夜温区と中夜温区で差がなく、高夜温区で低下したことから、ズッキーニでは低夜温で雌花形成が促進されるのではなく、高夜温で雌花形成が抑制されるものと推察される。

夜温の違いによる雌花の開花率と着果率に及ぼす影響を第1図に示した。開花率は、低夜温区で88.66%、中夜温区で72.39%、高夜温区では0%と雌花の開花が確認されず、夜温が高くなるにつれ低下することが判明した。杉山ら(1962)は、開花前のキュウリの雄花に高温処理を与えると開花不全が起こること、Wienら(2004)はカボチャでは高温条件下(昼温32°C/夜温27°C)で雌花の形成および開花が遅延することを報告した。また、Penarandaら(2007)はズッキーニの未開雌花は雄ずいが退化できず、両性化になり開花できなくなると述べている。これらから、高夜温区での不着果は、雌花の開花不全によると推測される。

夜温の違いによる着果率は、高夜温区で0%となり、低夜温区で31.43%および中夜温区で39.76%となった(第1図)。

中夜温区の開花率は低夜温区よりも減少したものの、昼夜温区の着果率は低夜温区よりも若干の上昇傾向を示した。ズッキーニと同科のメロンにおいては、昼温30°C/夜温25°Cよりも昼温30°C/夜温15°Cで雌花の着生節が低位となり、夜温の温度が上昇するにつれ、雌花の着生節位が高まり、さらに節位が高まるにつれて開花しにくくなることが明らかになっている(木下・益田, 1975)。このことから、実験終了時の全処理区の雌花数は同程度であったが、低夜温区で雌花の着生節位が低下し、低位の雌花数が増加して開花したことによって、低夜温区で開花率が若干高くなったと推察される。しかしながら、中夜温区の着果率が若干高くなったのは、カボチャの花粉が最高発芽力を発揮する温度が20～25°Cであるため(糠谷, 2007)、受粉が正常に行われ、果実肥大も正常に行われたためと考えられた。

次に、昼温の違いが最大葉長、総花数、雌花数および雌花率に及ぼす影響を第2表に示した。最大葉長は、温度処理終了時の低昼温区で70.4 cm、中昼温区で72.6 cmおよび高昼温区で65.0 cmと高昼温区で最小であったものの、ほとんど差は認められなかった。各処理区の総花数は、高昼温区が31.4花および中昼温区が30.8花となり、低昼温区の26.6花に比べ有意に多かった。雌花数および雌花率は、全処理区間で有意差は認められなかったが、中昼温区で雌花数が増加する傾向と高昼温区で雌花率が減少する傾向が認められた。なお、昼温処理における開花率および着果率はデータとして示していないが、昼温を変動させても開花率および着果率に大きな変動はないことが観察された。

Grimstad・Frimanslund(1993)は、キュウリの花芽形成は夜温15～27°Cの範囲で誘導が促進されるが、昼温の上昇に伴い減少すると述べている。このことから、高昼温区でも雌花形成が若干抑制された可能性がある。雌花率が高夜温区で有意に減少したのに対し、昼温区で有意差が認められなかったことから、ズッキーニの雌花形成における温度の影響は昼温に比べ、夜温が強く雌花形成に影響を与え、特に夜温30°Cが雌花形成を著しく抑制することが示唆された。

夜温の違いによる主要無機成分N, K, P, Ca, MgおよびFe含量に及ぼす影響を第3表に示した。植物体100 gDW中に含まれるN, K, PおよびCa含有量は高夜温区が、中夜温区および低夜温区に比べ高くなる傾向を示したが、MgおよびFe含有量は全処理区間で有意差は認められなかった。ヘチマ(*Luffa cylindrical* L.)において、NおよびPが雌性化を促進するとの報告(Omini・Hossain, 1987)があるが、ズッキーニにおいてNおよびPの含有量が最も多かったのは、雌花率が低かった高夜温区であったことから、ズッキーニにおけるNおよびPなどの主要無機成分は雌花形成促進にはほとんど影響を及ぼさないこと、また、高夜温区における開花不全による着果率の低下は、主要無機成分の

第2表 各昼温処理が最大葉長、総花数、雌花数および雌花率に及ぼす影響

		温度処理後日数 (平均値 ± 標準誤差)			
		2 日	16 日	26 日	34 日
最大葉長 (cm)	低昼温区	43.1 ± 0.6 a ^z	59.6 ± 0.3 a	66.4 ± 1.0 a	70.4 ± 1.0 a
	中昼温区	47.0 ± 0.4 a	64.8 ± 0.4 a	69.4 ± 1.2 a	72.6 ± 1.5 a
	高昼温区	46.1 ± 0.2 a	57.2 ± 0.7 a	62.4 ± 0.8 a	65.0 ± 1.7 a
総花数 (花)	低昼温区	11.0 ± 0.0 a	16.4 ± 0.2 a	19.2 ± 0.3 a	26.6 ± 0.4 a
	中昼温区	12.0 ± 0.0 a	18.0 ± 0.0 a	22.0 ± 0.3 a	30.8 ± 0.3 b
	高昼温区	12.2 ± 0.0 a	19.0 ± 0.2 a	23.6 ± 0.5 a	31.4 ± 0.6 b
雌花数 (花)	低昼温区	1.4 ± 0.0 a	3.2 ± 0.0 a	7.4 ± 0.2 a	14.0 ± 0.2 a
	中昼温区	1.6 ± 0.0 a	4.6 ± 0.0 a	8.0 ± 0.4 a	17.0 ± 0.4 a
	高昼温区	1.2 ± 0.0 a	5.8 ± 0.0 a	8.6 ± 0.4 a	13.4 ± 0.3 a
雌花率 (%) ^y	低昼温区	12.7 ± 0.0 a	19.5 ± 0.0 a	38.5 ± 1.7 a	52.6 ± 0.8 a
	中昼温区	13.3 ± 0.0 a	25.6 ± 0.0 a	36.4 ± 3.2 a	55.2 ± 1.9 a
	高昼温区	9.8 ± 0.0 a	30.5 ± 0.0 a	36.4 ± 3.0 a	42.7 ± 1.5 a

^z 異なる英小文字は、温度処理区間で Tukey-Kramer 法により $P < 0.05$ で有意差有り (n = 10)

^y 雌花率 = 雌花数 / 総花数 × 100

第3表 各夜温処理が主要無機 6 成分含量に及ぼす影響

	含量 (g · 100g ⁻¹ DW ± 標準誤差)					
	N	K	P	Ca	Mg	Fe
低夜温区	5.0 ± 0.1 a ^z	6.8 ± 0.3 a	0.5 ± 0.0 a	0.2 ± 0.0 a	0.4 ± 0.0 a	0.4 ± 0.1 a
中夜温区	5.2 ± 0.2 a	7.5 ± 0.2 a	0.6 ± 0.0 a	0.1 ± 0.0 a	0.4 ± 0.0 a	0.4 ± 0.0 a
高夜温区	5.6 ± 0.0 b	8.4 ± 0.1 b	0.7 ± 0.0 b	0.3 ± 0.0 b	0.4 ± 0.0 a	0.5 ± 0.0 a

^z 異なる英小文字は、温度処理区間で Tukey-Kramer 法により $P < 0.05$ で有意差有り (n = 10)

欠乏や過剰によるものではないことが窺われた。

以上より、ズッキーニの雌花形成には、昼温ではなく夜温が強く影響し、最適な夜温は 20°C 前後が適していると判断された。特に、夜温 30°C で雌花形成を抑制することが明らかとなった。今後さらに、ズッキーニの収穫量安定に向けた雌花の開花および着果と栽培温度、特に夜温との関連性を詳細に検討すべきである。

摘 要

栽培温度の違いがズッキーニの雌花形成に及ぼす影響を、自然光型人工気象装置を用いて調査した。夜温処理区における最大葉長および雌花数は、全処理区で同水準の増加を示し有意差はなかったが、総花数は夜温が上がるにつれ増加した。その結果、雌花率は低夜温 (10°C) 区および中夜温区 (20°C) に比べて高夜温区 (30°C) で有意に低下し、低・中夜温区ではほとんど差はなかった。開花率は低夜温区で最も高く、続いて中夜温区となり、高夜温区では全く開花しなかった。着果率は低夜温区および中夜温区では有意な差でなかったものの、中夜温で高まる傾向を示した。高夜温区では雌花の開花が認められず、着果率は 0% であった。昼温処理区における最大葉長は、低 (20°C) および中昼温区 (25°C) に比べて高昼温区 (35°C) で短くなった。総花数は、中昼温区および高昼温区で有意に増加したが、雌花数および雌花率は全処理区間で有意差は認め

られなかった。これらの結果から、ズッキーニの雌花形成に及ぼす栽培温度の影響は、夜温 30°C では雌花率の低下と雌花の開花を著しく抑制すること、昼温は雌花形成に大きな影響を与えないことが判明した。

引用文献

- Cantliffe, D. J. 1981. Alteration of sex expression in cucumber due to changes in temperature, light intensity and photoperiod. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 133–136.
- Grimstad, S. O. and E. Frimasnalund. 1993. Effects of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield. Sci. Hortic. 53: 191–204.
- Haim, N., C. Ron, E. Menahan and B. Yosef. 1989. Paclobutrazol-A plant growth retardant for increasing yield fruit quality in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 762–766.
- 早田保義. 1988. メロン着果および発育に及ぼす 6-Benzylaminopurin (BA) の影響. 広島農業短大研報. 8: 475–478.
- 早田保義・新美善行・牧田勝紘・磯田竜三. 1990. メロン果実の着果および糖蓄積に及ぼすサイトカイニンの影響. 園学雑. 59 (別 1): 370–371.
- Hikosaka, S., P. Boonkorkaew and N. Sugiyama. 2008. Effect of air temperature at the seedling stage and pollination on the development of pistillate flowers and fruit set in cucumbers.

- Environ. Control Biol. 46: 249–256.
- 平間信夫・水澤秀雅・小豆畑二美夫・松浦誠司. 2006. ハウス促成栽培における着果前の夜温管理の違いがキュウリの生育および収穫本数に及ぼす影響. 園学雑. 75 (別1): 166.
- 木下恵介・益田忠雄. 1975. ハネー・デューメロン雌花着生に及ぼす温度の影響. 岡山大農学報. 46: 24–28.
- Li, X. X., J. Yasukawa and Y. Hayata. 2005. Role of endogenous indole-3-acetic acid in fruit set of zucchini. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74: 167–169.
- 永原太郎・岩尾裕之・久保彰治. 1964. 全訂食品分析法. p. 153. 柴田書店. 東京.
- 糠谷 明. 2007. ウリ科野菜. p. 50. 金浜耕基編著. 野菜園芸学. 文永堂出版. 東京.
- Omini, M. E. and M. G. Hossain. 1987. Modification of sex expression in sponge gourd (*Luffa cylindrica* L.) Roem by mineral nutrient treatments. Genetica 74: 203–209.
- Papadopoulou, E. and R. Grumet. 2005. Brassinosteroid-induced femaleness in cucumber and relationship to ethylene production. HortScience 40: 1763–1767.
- Penaranda, A., M. C. Payan, D. Garrido, P. Gomez and M. Jamilena. 2007. Production of fruits with attached flowers in zucchini squash is correlated with the arrest of maturation of female flower. J. Hort. Sci. Biotech. 82: 579–584.
- 嶋田典司. 2003. 全窒素. p. 94–104. 土壌標準分析測定法委員会編著. 土壌標準分析・測定法. 博友社. 東京.
- 杉山直儀・高橋和彦・岩堀修一. 1962. 果菜類の高温障害. 園学雑. 31: 141–145.
- 田口多喜子・檜森靖則・田村 晃. 2004. 地温上昇抑制によるズッキーニの障害果軽減技術. 東北農業研究. 57: 213–214.
- Takahashi, H., T. Saito and H. Suge. 1983. Separation of effect of photoperiod and hormones on sex expression in cucumber. Plant Cell Physiol. 24: 147–154.
- Wien, H. C., S. C. Stapleton, D. N. Maynard, C. M. Clurg and D. Riggs. 2004. HortScience 39: 239–242.
- 安田明美. 1996. 無機成分. p. 258–259. 新・食品分析法編集委員会編著. 新・食品分析法. 光琳. 東京.