

[短 報]

エテホン液剤の利用によるかぼちゃの
雌花花成促進および生産性向上

平井 剛* 中住 晴彦* 中野 雅章*

かぼちゃ「えびす」に対するエテホン液剤処理による雌花花成促進効果と、それを利用した多収栽培技術について検討した。処理方法としては、子蔓の4葉期にエテホン200 ppm液を株当たり20 ml散布するのが適当であり、処理により子蔓の概ね15~20節の花が雌性化した。連続着生した雌花の内、1子蔓当たり充実した2花を残し摘花を行うことにより、所定の1子蔓当たり2果の着果が確保され、300 kg/aの収量が得られた。株当たり着果数と果肉乾物率との間には統計的に有意な負の相関が認められ、着果数が増加することにより果実の内部品質はやや低下したが、着果節位が揃うことから果実間の品質のばらつきは小さくなった。また、着果が揃い一斉収穫が可能になることから、収穫労力を大幅に軽減することが可能であった。

結 言

かぼちゃは本道の気候に適した作物であり、8~10月の出荷最盛期における道外三大市場（東京、大阪、名古屋）占有率は50%を越えている。しかし平成4~6年頃をピークに、ここ数年は作付面積、収穫量ともに横這いの状態で、メキシコやニュージーランドなどからの輸入の増加を招いている。この原因としては収量の伸び悩みと価格の低迷による収益性の低下が考えられる。

近年の本道におけるかぼちゃの平均収量は、130~150 kg/a程度と低い水準にある。低収要因の一つとしては、かぼちゃの特性として株当たりの雌花着生数が少ない上に生理的落果の現象があり、1株当たりの着果数を確保できないことが考えられる。かぼちゃ等ウリ科植物の雌花分化には、日長、温度等³⁾とともに植物ホルモンであるエチレンおよびオーキシンの関与が知られている。これらの生理活性を持つ薬剤の処理により特定の節位間を確実に雌性化することが可能であり、このことは従来、F₁品種の採種を省力化する目的で検討がなされてきた^{8,9)}。しかし、増収技術としての検討は充分になされておらず、きゅうりおよびペポカボチャにおいては増収効果があるとの報告がある^{4,5)}が、ニホンカボチャについては直接増収には結びつかないとされている¹⁾。北海道においては、道内の主要な栽培種であるセイヨウカボチャに対し、エテホン液剤処理による雌花花成促進効果を増収に結びつけるため、種々の検討が行われてきた。その

中で、エテホン液剤の処理方法や処理条件などについての知見が得られている^{10,11,12,13,14)}。

本試験では、これらの知見をもとに、エテホン液剤処理による雌花花成促進効果を増収に結びつけるための総合的な技術組立てを試みた。

試験方法

花・野菜技術センター圃場（砂壌土・造成台地土）において、エテホン液剤がかぼちゃの雌花着生、収量性および果実の内部品質に及ぼす影響について検討した。作型は露地早熟（移植）作型（透明マルチ使用）、供試品種は「えびす」とし、1996年から1998年の3年間の試験を行った。各試験とも、畦幅300 cm、株間80 cm、マルチ床幅120 cmで、仕立て方法は子蔓2本仕立てとし、子蔓の9節までの雌花および孫蔓は全て除去し、授粉にはミツバチを用いた。エテホン液剤処理は、各試験毎に記載する処理時期に、エテホン濃度200 ppmに希釈したものを、ハンドスプレーを用いて株全体に噴霧することにより行った。

1. 雌花花成促進効果に関する試験

エテホン200 ppm液をハンドスプレーを用いて各処理時期の株全体に散布し（20 ml/株）、その後の雌花の着生について調査を行った。処理時期としては、1996年に子蔓の4葉期と6葉期、1997年に定植前（親蔓の5葉期）と子蔓の4葉期とを比較した。処理は、雨天時および降雨が予想される時をさけ、午前9時頃に行った。10節以降の孫蔓は、葉1枚を残して摘心したが、摘花（果）は行わなかった。

2. 多収栽培技術組立てに関する試験

エテホン液剤処理により雌花数を増加させた場合の着

1999年5月19日受理

* 北海道立花・野菜技術センター、073-0026 滝川市

果制限および孫蔓の整枝方法について検討した。着果制限は連続着生した雌花の内、充実したものを1蔓当たり2花残して摘花することにより行った。10節以降の孫蔓は、葉1枚を残して摘心した。孫蔓の整枝については、図1に示す5つの方法を比較した。

3. 内部品質に関する試験

エテホン液剤を使用した場合の果実の内部品質について、上記試験において収穫された果実を対象に、果肉の乾物率および果肉の赤みの濃さ(a*値)を調査した。乾物率はデンプン含量と全糖含量との合計、果肉の赤みの濃さは全糖含量との相関が高いとされている^{6,7)}。乾物率は、果肉100g程度をスライスしたものを60℃の通風乾燥機で4～5日程度乾燥し、重量の変化がなくなった時点の測定値から算出した。果肉の赤みの濃さは色彩色差計を用いて測定した。

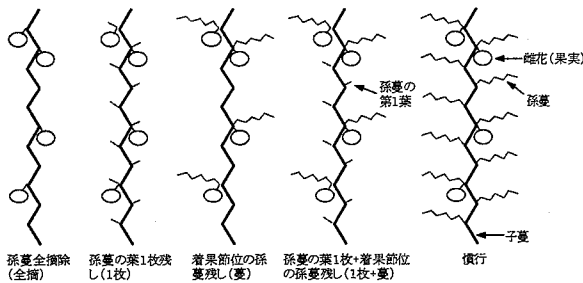


図1 整枝方法模式図

結 果

1. 雌花花成促進効果に関する試験

エテホン液剤処理区において蔓の初期伸長の抑制が認められ、処理時期が早いほど著しかった。雌花数は4葉期処理および6葉期処理区において無処理区よりも多くなったものの無摘花条件下では落果が多く、着果数では明確な差は認められなかった。定植前処理では、雌花数は無処理区よりも少なかったものの落果が少なく、着果数が多くなった(表1, 2)。

エテホン液剤処理の効果が現れる節位については、4葉期処理において15節から20節の間に集中的に雌花が連続して着生したのに対し、6葉期処理では特定の節位間に集中した雌花花成促進効果は不明瞭であった(図2)。子蔓の4葉期処理と定植前処理との比較では、4葉期処理で15節から20節の間に雌花が連続して着生し、17節から19節の雌花率は90%以上に達したのに対し、定植前処理では6節から12節の間に雌花花成促進効果が認められたが、雌花率は最大であった10節でも約70%にとどまった(図3)。また、いずれの処理においても雌花の連続着生節位より下位節に着生した雄花は、開花せずに枯死するか、開花しても雄蕊を持たない異常花であった。

2. 多収栽培技術組立てに関する試験

エテホン液剤処理により連続着生した雌花を、正常に

表1 エテホン液剤処理時期が生育、雌花着生および着果に及ぼす影響 (1996)

処理時期	初期生育 ¹⁾		収穫期間 (月/日)			生育調査 (収穫期)			雌花数 ³⁾ (個/蔓)	着果数 (個/蔓)	着果率 (%)	収穫果率 ⁴⁾ (%)
	蔓長 (cm)	節数 (節)	始	終	平均	蔓長 (cm)	蔓径 (mm)	節数 ²⁾ (節)				
無処理	62	9.0	8/26	9/9	9/ 3	498	12	30	3.9	— ⁵⁾	— ⁵⁾	— ⁵⁾
4葉期	33	8.0	8/21	9/9	8/31	403	12	30	6.4	1.6	24.6	79.2
6葉期	41	8.0	8/21	9/9	8/30	433	12	30	5.3	1.1	20.7	54.2

¹⁾定植22日後に調査。

²⁾摘心節位。

³⁾所定の着果節位に着生した雌花数。

⁴⁾収穫果数/目標収穫果数 (2果/蔓) × 100。

⁵⁾無処理区は着果節位が異なるため、雌花数以外のデータは省略した。

表2 エテホン液剤処理時期が生育、雌花着生および着果に及ぼす影響 (1997)

処理時期	初期生育 ¹⁾		収穫期間 (月/日)			生育調査 (収穫期)			雌花数 ³⁾ (個/蔓)	着果数 (個/蔓)	着果率 (%)	収穫果率 ⁴⁾ (%)
	蔓長 (cm)	節数 (節)	始	終	平均	蔓長 (cm)	蔓径 (mm)	節数 ²⁾ (節)				
無処理	63	9.9	8/19	9/ 2	8/25	433	10	30	4.0	1.7	40.3	83.3
定植前	23	8.0	8/19	8/30	8/24	345	11	30	3.8	2.0	51.8	100
4葉期	45	10.7	8/20	8/26	8/23	355	11	30	6.8	1.7	24.9	83.3

¹⁾定植21日後に調査。

²⁾摘心節位。

³⁾所定の着果節位に着生した雌花数。

⁴⁾収穫果数/目標収穫果数 (2果/蔓) × 100。

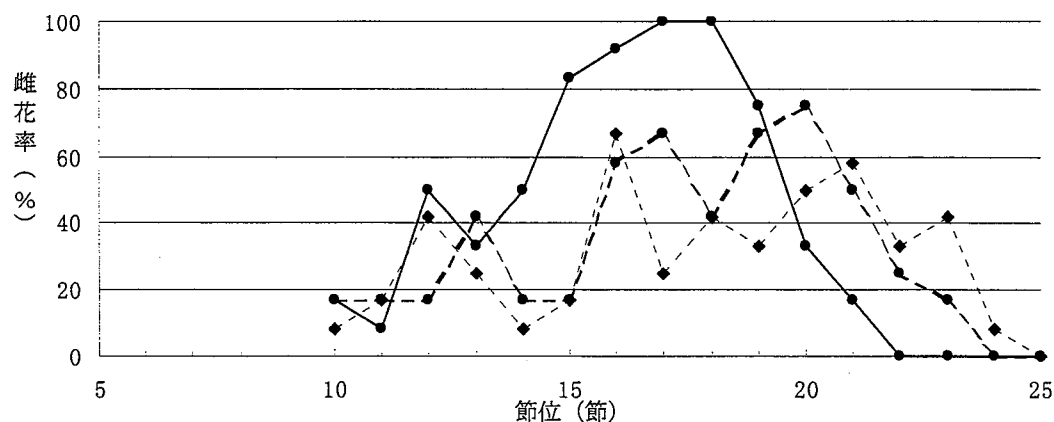


図2 エテホン液剤処理時期が雌花着生に及ぼす影響 (1996)

---◆--- 無処理 —●— 4葉期 -■- 6葉期

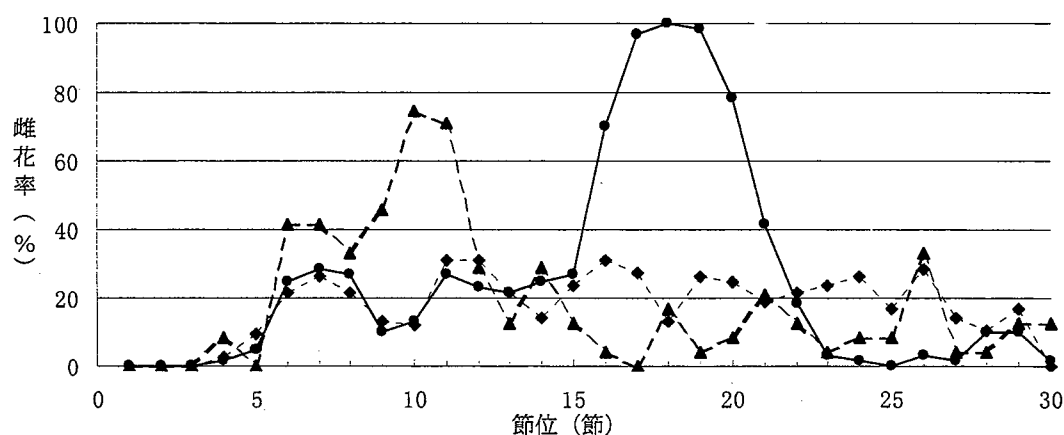


図3 エテホン液剤処理時期が雌花着生に及ぼす影響 (1997)

---◆--- 無処理 —●— 4葉期 -▲- 定植前

着果・成熟させ、増収に結びつける方法について検討した。摘花による着果制限を行い、着果数を1子蔓当たり2果に制御した場合には、着生した雌花を放任した場合と比べ、エテホン液剤処理の有無および処理時期に関わらず、一果重が大きくなる傾向があった。エテホン液剤無処理で着果制限を行った場合には、エテホン液剤処理

を行った場合に比べ着果数が少ないため一果重が過大となった。エテホン液剤処理を子蔓の4葉期に行い、併せて着果制限を行った場合に、株当り着果数が3.7個と、目標着果数である4個に最も近い値となった。また、この区における着果節位の変動係数(CV)は5.4%と低い値であり、着果節位が良く揃うことが示された(表3)。

表3 エテホン液剤処理時期および着果制限が収量に及ぼす影響 (1997)

処理	着果制限	着果数 (個/株)	収穫果数 (個/a)			収量 (kg/a)			平均一果重 (g)	果重別個数割合 (%)				平均着果 節位(節)	同左CV (%)
			良果	不良果	計	良果	不良果	計		0.9~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~(kg)		
エテホン	無 ¹	3.2	132	0	132	275	0	275	2,087	9	36	41	15	15.3	24.7
	10~15 ²	1.9	80	0	80	192	0	192	2,413	0	22	47	31	12.7	11.6
	15~20 ³	2.8	115	0	115	311	0	311	2,713	3	6	33	58	17.1	12.8
定植前	無 ¹	3.3	122	18	139	192	12	203	1,418	51	41	6	2	11.9	24.9
	10~15 ²	3.2	132	0	132	200	0	200	1,509	58	37	3	3	11.0	10.4
4葉期	無 ¹	3.4	139	4	143	226	3	229	1,634	36	50	14	0	14.0	17.0
	15~20 ³	3.7	153	0	153	299	0	299	1,960	10	20	50	20	17.2	5.4

¹無摘花。

²子蔓の10~15節の間で充実した2花を残して摘花。

³子蔓の15~20節の間で充実した2花を残して摘花。

エテホン液剤処理と着果制限を行った場合の孫蔓の整枝方法について検討したが、気象および土壌条件の影響により全体的に栄養生長が不良で、低い収量水準での試験となった。このため、エテホン液剤処理区では、無処理区に比べ収穫果数が多かったが、平均一果重が小さくなり、収量は劣った。また、エテホン液剤処理区の中では収穫果数は慣行整枝区で最も多かったが、平均一果重が小さかったため良果収量では孫蔓の葉1枚+着果節位の孫蔓残し区が上回った。(表4)。

3. 内部品質に関する試験

果実の内部品質について検討した結果、着果数と果肉乾物率の間には、エテホン液剤処理の有無に関わらず1%水準で統計的に有意な負の相関が認められた(図4)。また、果肉色(a*値)についても同様の傾向が認められた。

一方、乾物率のCVについて見ると、エテホン液剤処理を行った区で無処理区に比べ顕著に小さくなっており、果実間での品質のばらつきが非常に小さいことが認められた(表5)。

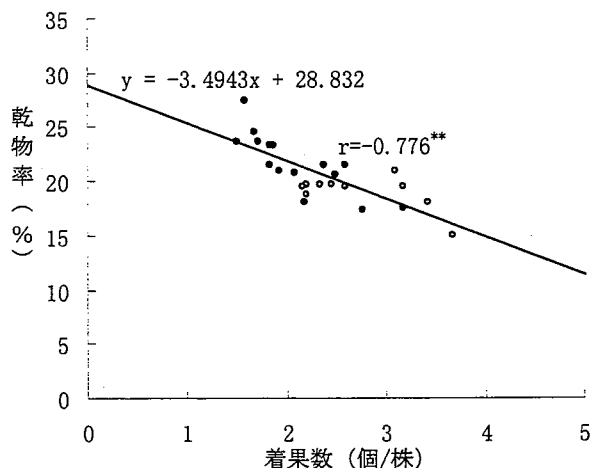


図4 株当たり着果数と果実品質との関係

● エテホン液剤無処理区。

○ エテホン液剤処理区。

— エテホン液剤処理区と無処理区を含めた回帰直線。

表4 エテホン液剤処理および整枝法が内部品質に及ぼす影響 (1998)

処理		着果数 (個/株)	収穫果数 (個/a)			収量 (kg/a)			良果収量比 (%)	平均一果重 (g)
エテホン	整枝法 ¹		良果	不良果	計	良果	不良果	計		
無	全摘	1.7	71.1	0	71.1	170	0	170	126	2,379
	1枚	1.9	76.4	1.7	78.1	174	4	178	129	2,280
	蔓	1.7	67.6	1.7	69.3	158	2	160	117	2,298
	1枚+蔓	1.8	72.9	3.5	76.3	158	3	161	117	2,093
	慣行	1.5	62.5	0	62.5	135	0	135	100	2,139
有	全摘	2.2	83.3	8.7	92.0	140	6	145	104	1,584
	1枚	2.2	83.2	8.7	91.9	150	5	156	111	1,714
	蔓	2.2	83.3	6.9	90.2	142	4	146	105	1,645
	1枚+蔓	2.5	92.0	10.4	102.4	162	7	169	120	1,653
	慣行	2.6	97.2	10.4	107.6	159	9	168	118	1,543

¹整枝の具体的方法については、図1を参照。

表5 エテホン液剤処理および整枝法が内部品質に及ぼす影響 (1998)

処理		着果数 (個/株)	肉厚(mm)		果肉色		乾物率 (%)	同左CV (%)
エテホン	整枝法 ¹		赤道部	花痕部	a*	指数 ²		
無	全摘	1.7	28	19	10.02	2.7	23.6	12.0
	1枚	1.9	27	18	9.83	2.6	23.2	13.0
	蔓	1.7	28	19	10.47	3.0	24.5	10.8
	1枚+蔓	1.8	27	18	9.88	2.8	23.3	12.0
	慣行	1.5	27	18	10.38	3.0	23.7	12.1
有	全摘	2.2	24	15	7.42	2.3	18.8	10.9
	1枚	2.2	24	16	7.79	2.6	19.6	7.6
	蔓	2.2	24	16	8.10	2.4	19.5	7.6
	1枚+蔓	2.5	25	15	7.69	2.4	19.6	9.2
	慣行	2.6	24	14	7.30	2.3	19.4	8.8

¹整枝の具体的方法については、図1を参照。

²肉眼観察による。1(淡)~5(濃)。

考 察

エテホン液剤は、処理時に花弁形成期以前の発育段階であった花芽を雌性化するため、処理時の葉齢によって雌性化させる節位を概ね制御することが可能である。しかし、一方でエテホン液剤により蔓の伸長が抑制される。この生育抑制の程度および雌花花成促進効果の程度に関する試験結果から、子蔓2本仕立ての場合、子蔓の4葉期に200 ppm程度の濃度で1株当たり20 ml程度のエテホンを処理することが適当であると判断され、既往の知見¹⁴⁾とも一致した。なお、子蔓4葉期の処理では、概ね子蔓の15~20節の花が雌性化した。

エテホン液剤処理により雌花数が増加しても、下位節に自然着生した雌花が着果するとそれよりも上位節にある雌花の多くは落果する。また、自然着生雌花だけでなく、連続着生した雌花も全て着果させると、果実間における養分の競合と思われる落果が増加する上、一果重も減少する。このため、増収に結びつけるためには、摘花(果)により着果数を制御することが必要であることが以前の試験結果からも指摘されている¹¹⁾。本試験では、連続して着生した雌花のうち充実の良いものを2個残して摘花(果)することにより、1子蔓当たり2果収穫することが可能であった。また、近接した一定の節位間に1子蔓当たり2個の果実が着生するため、熟期が揃い、一斉収穫が可能であった。これにより、収穫作業における大幅な省力・軽作業化が図られるとともに、目標日に集約的に収穫することも可能である。また、株当たりの着果数が多くなるため作物体への負担が増し、内部品質が若干低下するものの、果実間における品質のばらつきは少なくなり、均質な生産物を出荷することができる。

しかしながら、子蔓2本仕立てで1蔓2果、1株4果の肥大・成熟を確保することは、作物体への負担も大きいものと思われる。着果節位が15~20節と慣行栽培法に比べ高い場合に良い結果が得られたことから、着果数と栄養生長量とのバランスが重要であることが推察できる。天候不順、土壌条件等で生育不良の状態におけるエテホン液剤処理は、植物体が増加した果実の肥大・成熟に対応できずに増収とならないことがあった。このため、この技術を採用する場合には、草勢を強く保ち、一定の栄養生長量を確保することが前提となる。この他の留意点としては、以下のことが挙げられる。エテホン液剤処理は、株全体に噴霧することにより行うが、処理時あるいは処理直後に極端な高温(30℃以上)あるいは低温(10℃以下)に遭遇すると効果が不安定になることが指摘されており¹⁰⁾、その様な環境が予想される場合の処理はさけるべきであると考えられる。また、エテホン液剤処理を行った株では着果期に雄花が正常に開花しないた

め、授粉用に無処理の株を用意する必要がある。

果実の内部品質に関する調査結果から、エテホン液剤処理の有無に関わらず、株当たり着果数が増加するほど果実の内部品質(乾物率)は低下することが明らかとなった。このことは、前述の落果ならびに栄養生長量と着果数との関係とともに、かぼちゃの果実生産能力を考える上で極めて興味深い現象である。セイヨウカボチャ「中村早生」果実の生産には1果当たり15枚程度の葉が必要で、これより多くとも少なくとも収量・品質が低下するとの報告があるが²⁾、「中村早生」に比べてでんぷん蓄積量が多い「えびす」においてはこれよりも葉数を多く確保した方がよいと考えられる。かぼちゃの真に効率的な生産を実現するためには、着果・成熟に関する基礎的な知見を蓄積し、各品種に最適な着果数と栄養生長量との関係等を明らかにすることが重要であると考えられる。

引用文献

- 1) Coyne, D. P. "Effect of 2-chloroethylphosphonic acid on sex expression and yield in butternut squash and its usefulness in producing hybrid squash". HortScience. 5(4), 227-228 (1970).
- 2) 晝田 榮, 千石正乃夫. "洋種南瓜の果実成分に関する研究(第2報). III. 果実成熟日数と果実成分との関係. IV. 葉数と果実成分との関係". 園芸学会雑誌. 15, 135-142 (1944).
- 3) 倉田久男. "かぼちゃの早熟栽培". 農業および園芸. 45(10), 1531-1536 (1970).
- 4) Matlob, A. N., Baxher, E. A. "The effect of growth regulators on sex expression and yield of summer squash (*Cucurbita pepo* L.)". Acta Hort. 137, 361-366 (1983).
- 5) McMurray, A. I., Miller, C. H. "The effect of 2-chloroethylphosphonic acid (ethrel) on the sex expression and yields of *Cucumis sativus*". J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94, 400-402 (1969).
- 6) 長尾明宣. "カボチャ果実の収穫後の生理変化と調理適性". 日本調理科学会誌. 28(1), 59-64 (1995).
- 7) 長尾明宣, 印東照彦. "カボチャ果実の簡易品質評価に関する研究". 園芸学会雑誌. 61別1, 536-537 (1992).
- 8) Robinson, R. W.; Whitaker, T. H. W.; Bohn, G. W. "Promotion of pistillate flowering in *Cucurbita* by 2-chloroethylphosphonic acid". Euphytica. 19, 180-183 (1970).
- 9) Rudich, J.; Haleby, A. H.; Kedar, N. "Increase in femaleness of three cucurbits by treatment with ethrel, an ethylene releasing compound". Planta

(Berl.). 86, 69-76 (1969).

- 10) 高橋総夫, 長尾明宣, 土肥 紘, 志賀義彦, 植松 徹, 高橋勇人, 大橋聡明, 田中敏晴. “かぼちゃの生産性向上に関する研究 (第1報) エスレル処理による雌花連続着生について”. 北海道園芸研究談話会報. 19, 16-17 (1986).
- 11) 高橋 睦, 土肥 紘. “かぼちゃの生産性向上に関する研究 (第5報) エスレル処理条件が雌花着生・栄養生長に及ぼす影響”. 北海道園芸研究談話会報. 22, 70-71 (1989).
- 12) 高橋 睦, 土肥 紘, 高松 聡, 小野拓哉, 高橋正明. “かぼちゃの生産性向上に関する研究 (第6報) エスレル処理と摘果による着果安定について”. 北海道園芸研究談話会報. 22, 72-73 (1989).
- 13) 高松 聡, 小野拓哉, 高橋正明, 高橋 睦, 土肥 紘. “かぼちゃの生産性向上に関する研究 (第7報) エスレル処理と生長調節剤による着果安定について”. 北海道園芸研究談話会報. 22, 74-75 (1989).
- 14) 高橋 睦, 土肥 紘, 高松 聡, 小野拓哉, 高橋正明. “かぼちゃの生産性向上に関する研究 (第8報) 整枝法別のエスレル処理方法”. 北海道園芸研究談話会報. 23, 40-41 (1990).

Pistillate Flowering Promotion and Productivity Improvement in *Cucurbita maxima* Using 2-Chloroethylphosphonic Acid

Goh HIRAI*, Haruhiko NAKAZUMI* and
Masaaki NAKANO*

* Hokkaido Ornament. Plants and Veget. Res. Cent.,
Takikawa, Hokkaido, 073-0026 Japan.