

[研 究 報 文]

ブドウ ‘甲州’、‘コンコード’ および ‘ナイアガラ’ の
無種子果形成について小原 均¹・岩楯麻由¹・棟方千夏²・山下裕之³・大川克哉¹・三輪正幸¹・松井弘之¹¹千葉大学園芸学部 〒271-8510 松戸市松戸 648²山梨県峡中農業改良普及センター 〒400-0857 甲府市住吉 2-1-16³長野県中信農業試験場 〒399-0700 塩尻市大字宗賀字床尾 1066-1

Induction of Seedlessness in Koshu, Concord and Niagara Grapes

Hitoshi OHARA¹, Mayu IWADATE¹, Chinatsu MUNAKATA², Hiroyuki YAMASHITA³,
Katsuya OHKAWA¹ and Hiroyuki MATSUI¹¹Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba 271-8510, Japan²Yamanashi Kyouchuu Agricultural Extension and Service Center,
Kofu, Yamanashi 400-0857, Japan³Nagano Chushin Agricultural Experiment Station, Shiojiri, Nagano 399-0700, Japan

The effects of applying high concentrations of gibberellic acid (GA₃, 300 mg · L⁻¹) and forchlorfenuron (CPPU, 10 mg · L⁻¹) to florets and berries before and after full bloom (FB) on the induction of seedlessness in Koshu, Concord and Niagara grapes were investigated. In 2004, flower or berry clusters of Koshu were dipped into GA₃ in combination with CPPU 20, 15, 10, 5 or 0 days before FB (DBFB) and again 10 days after FB (DAFB). When GA₃ in combination with CPPU was applied to flower clusters 20 and 15 DBFB, 100% seedlessness was induced. In 2005, GA₃, CPPU or GA₃ in combination with CPPU was applied to flower clusters of Koshu, Concord and Niagara 20 DBFB, 15 DBFB and 15 DBFB, respectively, and again applied to fruit clusters of the three cultivars 10 DAFB. The application of CPPU alone to Concord and Niagara induced 6% and 2% seedlessness, respectively. The application of GA₃ in combination with CPPU induced almost 100% seedlessness and remarkably increased the number of berries per cluster by 2.2-3.9 times compared with the untreated control in Koshu and Concord, but not in Niagara (89% seedlessness and number of berries per cluster 1.2 times that of the untreated control). In Koshu the germinability of the pollen at FB in the florets treated with GA₃ in combination with CPPU was markedly reduced, and the percentage of abnormal embryo sacs at FB was highest when treated with GA₃ in combination with CPPU. These results suggest that seedlessness varies among the three cultivars in response to treatment with high concentrations of GA₃ and CPPU.

Key words: abnormal embryo sac, application time, gibberellic acid (GA₃), forchlorfenuron (CPPU), pollen germination

結 言

花穂や果房に対するジベレリン A₃ (GA₃) 処理がブドウ ‘トムソン・シードレス’ の穂軸の伸長および果粒の肥大に効果を示すことが Weaver・McCune (16)

によって報告されて以来、わが国では ‘デラウェア’ の無種子果生産を目的に処理時期および処理濃度などが検討され、現在では ‘デラウェア’ をはじめとして、 ‘マスカット・ベリーA’、 ‘巨峰’、 および ‘ピオーネ’ などで無種子果生産技術が実用化されている。その際の GA₃ の処理時期と濃度は、 ‘デラウェア’ と ‘マ

2006年5月15日受理

スカット・ペーリーA'では満開約14日前および10日後の2回、100 mg・L⁻¹ GA₃で、'巨峰'や'ピオーネ'では満開期と満開10~15日後の2回、12.5~25 mg・L⁻¹ GA₃であり、同じように無種子果形成させるにも品種によって処理の時期と濃度が異なっている。しかし、この技術を用いてもすべてのブドウ品種を高率で無種子果形成させることができず、わが国で栽培されている品種の中でも'甲州'、'コンコード'および'ナイアガラ'は無種子果形成が困難な品種として知られている(5, 6, 8)。最近、著者ら(10)は'甲州'の無種子果形成のためには、高濃度のGA₃と合成サイトカイニンであるホルクロルフエニユロン(CPPU)との混用処理が有効であることを報告した。

そこで本実験では、'甲州'を安定して無種子果生産するための高濃度GA₃とCPPUとの混用剤の好適処理時期を検討するとともに、無種子果形成機構の一端を明らかにすることを目的にその処理が花粉や胚珠に及ぼす影響についても調査した。また、'コンコード'および'ナイアガラ'については、高濃度GA₃およびCPPUの単用や混用処理により、'甲州'と同様に無種子果形成が可能かどうかについて調査した。

材料と方法

本実験は2004年および2005年に行い、供試樹には千葉大学園芸学部研究圃場栽植の'甲州'および長野県中信農業試験場栽植の'コンコード'および'ナイアガラ'の成木を用いた。3品種はともに1回目処理の直前に花房の副穂を切除し、さらに'甲州'は副穂より下2段の小花穂も切除した。また、1新梢当たりの花房数を3品種でともに1花房になるように摘房し、2回目処理後に行った摘心および副梢除去などの新梢管理は慣行法に準じて行った。

1. GA₃、CPPUの単用および混用処理が無種子果形成、果房の形質および果粒の品質に及ぼす影響

供試薬剤にはGA₃(SIGMA)とCPPU(0.1%液剤、協和発酵)を用い、処理区はTable 1およびTable 2に示した。GA₃およびCPPUの濃度はそれぞれ300 mg・L⁻¹と10 mg・L⁻¹とした。処理液は50%エタノール(EtOH)溶液とし、展着剤としてアプローチBI(花王)を0.1%になるように添加した。'甲州'に対する2004年の1回目処理は、Table 1に示したように満開20日前、15日前、10日前、5日前および0日前(満開

日)の異なった時期に、2回目処理はすべての処理区とも満開10日後に行った。2005年における1回目処理は、いずれの品種でも満開20日前~15日前を予想して行ったが、結果的に'甲州'では満開20日前、'コンコード'および'ナイアガラ'では満開15日前となり、2回目処理は3品種とも満開10日後に行った。1処理区当たり10花穂(果房)を供試し、1回目および2回目処理ともに花穂または果房を処理液に浸漬した。

3品種の収穫適期に各処理区の果房を採取し、果房長、果房当たり着粒数および果粒重を計測後、果粒の種子の有無を調査して無種子果粒率(1果房当たりの着粒数に対する無種子果粒の割合)を求めた。その後、果粒を圧搾して得た果汁について糖度および酸度を測定した。糖度の測定は手持屈折計(ATC-2E、アタゴ)を用いて行い、酸度は0.05N水酸化ナトリウムを用いて中和滴定を行い、得られた値を酒石酸含量に換算して求めた。

2. 花粉発芽に及ぼす影響

2005年の'甲州'の満開時に、各処理区の花粉を採取し完全に乾燥させた後、直ちに-20℃で凍結保存した。その後、保存していた花粉を適宜取り出し、20%シロ糖を含む0.8%寒天培地上に置床後、25℃下で5時間静置した後にコットンブルーで染色を行い、光学顕微鏡下で置床花粉数と発芽花粉数を計測して花粉発芽率(発芽花粉数/置床花粉数×100)を求めた。なお、花粉管の長さが花粉粒直径の2倍以上伸びたものを発芽花粉とした。

3. 胚のう形成に及ぼす影響

2005年の'甲州'の満開時に各処理区の雌ずいを採取し、80%EtOHで固定・保存した。その後、保存していた雌ずいを適宜取り出し、各処理区90個について、常法に従ってEtOH-ブタノールシリーズで脱水、パラフィン誘導した後、パラフィン包埋し、回転式マイクローム(PR-50-A、大和光機工業)で14 μmの子房縦断切片を作製し、パラフィン溶除、サフラニン染色および脱水後にプレパラートを作製し、光学顕微鏡下で胚のうの内部形態を観察した。

結果

1. GA₃、CPPUの単用および混用処理が無種子果形成、果房の形質および果粒の品質に及ぼす影響

1) '甲州'に対する1回目の処理時期の違いによる

効果

2004年の‘甲州’における各処理区の収穫適期の無種子果粒率、果房当たりの着粒数、果房長および果粒の品質をTable 1に示した。無種子果粒率は、GA₃処理では1回目の処理時期が満開20日前、15日前、10日前、5日前および満開日で、それぞれ31%、52%、58%、71%、65%となり、5日前処理で最も高くなったもの

の、処理時期を変えても実用化レベル(95%以上)には達しなかった。一方、GA₃とCPPUとの混用(GA₃+CPPU)処理では処理時期が満開20日前、15日前、10日前、5日前および満開日で、それぞれ100%、100%、89%、90%、86%といずれの時期でもGA₃処理よりも高い無種子果粒率が得られ、満開20日前および15日前処理で実用化レベルに達した。果房当たりの

Table 1. Effects of time of prebloom application of 300 mg·L⁻¹ GA₃ and 10 mg·L⁻¹ CPPU to florets on fruit characteristics of Koshu grapes at harvest in 2004. The time of postbloom application to berries in all treatments was 10 days after full bloom.

Treatment	DBFB ²	Seedless	Number of berries per cluster	Berry weight		Cluster length (cm)	Brix (%)	Titratable ³ acidity (%)
		berry set per cluster (%)		Seedless (g)	Seeded (g)			
GA ₃	20	31±2 ^x	43±9	2.7±0.2	4.3±0.2	29±4	17.8±0.3	0.50±0.09
	15	52±11	29±6	2.7±0.2	3.5±0.2	30±3	17.9±0.3	0.40±0.12
	10	58±8	33±7	2.5±0.4	3.9±0.4	28±2	17.9±0.5	0.50±0.09
	5	71±6	27±4	2.3±0.1	3.5±0.3	21±0	18.0±0.5	0.50±0.02
	0	65±7	33±6	2.4±0.2	3.9±0.3	21±1	17.3±0.6	0.60±0.02
GA ₃ +CPPU	20	100±0	169±21	3.1±0.1	5.1±1.3	32±2	15.5±0.3	0.70±0.02
	15	100±0	295±24	3.2±0.1	4.5±0.1	31±1	14.1±0.3	0.60±0.02
	10	89±4	375±13	3.8±0.2	4.6±0.3	31±1	12.1±0.2	0.60±0.10
	5	90±3	312±32	2.3±0.3	3.7±0.5	22±2	14.6±0.5	0.60±0.03
	0	86±3	300±49	3.1±0.2	3.8±0.2	25±2	12.1±0.3	0.70±0.06
Untreated		1±1	75±15	1.2 ^w	3.6±0.1	20±1	17.5±0.4	0.50±0.10

²Days before full bloom. ³Equivalent with tartaric acid. ^xMean±SE. ^wOne berry.

着粒数は、無処理区(有種子果粒)では約75粒であったのに対し、GA₃処理では処理時期に関係なく27~43粒に減少した。しかし、GA₃+CPPU処理では、いずれの処理時期でも著しく増加し、最も少なかった20日前処理でも169粒で、最も多かった10日前処理では375粒であった。果粒重をみると、GA₃およびGA₃+CPPUのいずれの処理でも処理時期に関わらず無種子果粒より有種子果粒の肥大が、またGA₃処理よりGA₃+CPPU処理の果粒肥大が優れる傾向にあった。なお、満開10日前のGA₃+CPPU処理の無種子果粒重は無処理区の有種子果粒重よりも優っていた。果房長は、GA₃およびGA₃+CPPU処理ともに処理時期に関係なく無処理区よりも、またGA₃処理よりもGA₃+CPPU処理でやや長くなり、特にGA₃およびGA₃+CPPU処理ともに、満開10日前以前の処理では無処理区の1.4~1.6倍となった。糖度は、無処理区と比べてGA₃処理では処理時期に関わらず同程度であったが、GA₃+CPPU処理では約12~16%となり著しく低くなった。酸度は無処理区

とGA₃処理では処理時期の違いによる差異はみられなかったが、GA₃+CPPU処理では処理時期に関わらずやや高くなる傾向がみられた。

2) ‘甲州’、‘コンコード’および‘ナイアガラ’に対する効果

2005年の‘甲州’、‘コンコード’および‘ナイアガラ’における各処理区の収穫適期の無種子果粒率、果房当たりの着粒数、果房長および果粒の品質をTable 2に示した。無種子果粒率は、GA₃処理区では‘甲州’で55%、‘コンコード’で70%、‘ナイアガラ’で89%となり、‘甲州’が3品種の中で最も低かった。CPPU処理区では‘甲州’で88%と高い値を示したのに対して、‘コンコード’で6%、‘ナイアガラ’で2%と極めて低かった。一方、GA₃+CPPU処理区では3品種とも高くなり、‘甲州’および‘コンコード’で98%、‘ナイアガラ’で89%となり、‘甲州’および‘コンコード’では実用化レベルに達した。果房当たりの着粒数をみると、‘甲州’では無処理区に比べてGA₃処理区

Table 2. Effects of application of 300 mg·L⁻¹ GA₃ and 10 mg·L⁻¹ CPPU to florets or berries 2 times before and after full bloom on fruit characteristics of Koshu, Concord and Niagara grapes at harvest in 2005. The time of prebloom application in Koshu and in Concord and Niagara was 20 and 15 days before full bloom, respectively. The time of postbloom application in three cultivars was 10 days after full bloom.

Cultivar	Treatment	Seedless berry set per cluster (%)	Number of berries per cluster	Berry weight		Cluster length (cm)	Brix (%)	Titratable ² acidity (%)
				Seedless (g)	Seeded (g)			
Koshu	GA ₃	55±4 ¹	49±3	3.9±0.1	1.8±0.1	33±1	17.4±0.2	0.56±0.01
	CPPU	88±3	169±19	4.5±0.2	2.1±0.1	20±1	13.4±0.4	0.81±0.02
	GA ₃ +CPPU	98±1	251±15	5.2±0.2	3.7±0.1	35±2	14.8±0.2	0.72±0.01
	Untreated	4±3	35±2	4.1±0.1	1.8±0.8	17±1	16.9±0.2	0.71±0.02
Concord	GA ₃	70±5	64±3	2.0±0.2	4.7±0.1	17±0	23.3±0.4	0.48±0.01
	CPPU	6±2	52±7	0.9±0.1	3.9±0.1	10±0	13.0±0.3	1.14±0.05
	GA ₃ +CPPU	98±1	128±8	2.1±0.1	4.8±0.3	17±0	21.1±0.5	0.69±0.02
	Untreated	0	59±4	-	3.5±0.1	12±0	13.7±0.3	0.94±0.02
Niagara	GA ₃	89±3	40±2	3.2±0.3	5.7±0.3	14±1	20.5±0.1	0.45±0.01
	CPPU	2±1	69±7	1.4 ^x	3.9±0.1	9±0	18.0±0.3	0.53±0.01
	GA ₃ +CPPU	89±3	67±7	3.7±0.3	5.9±0.2	13±1	19.8±0.2	0.42±0.02
	Untreated	0	50±4	-	4.2±0.1	8±1	18.5±0.1	0.53±0.01

¹Equivalent with tartaric acid. ²Mean±SE. ^xOne berry.

でやや増加し、CPPU および GA₃+CPPU 処理区では著しい増加がみられた。また、‘コンコード’では無処理区に比べて GA₃+CPPU 処理区のみで著しく増加したが、‘ナイアガラ’では GA₃ 処理区でやや減少し、CPPU および GA₃+CPPU 処理区でやや増加したにすぎなかった。有種子果粒の果粒重は、‘甲州’では CPPU および GA₃+CPPU 処理区で、‘コンコード’ではいずれの処理区でも、‘ナイアガラ’では GA₃ および GA₃+CPPU 処理区で、それぞれの無処理区（有種子果粒）よりも優っていた。一方、GA₃、CPPU および GA₃+CPPU 処理により得られた3品種の無種子果粒重は、いずれの品種でも GA₃+CPPU 処理区で最も重くなったものの無処理区の有種子果粒重には及ばず、また、‘コンコード’では CPPU 処理区で極めて劣っていた。果房長は、3品種でともに無処理区に比べて GA₃ および GA₃+CPPU 処理区で長くなり、特に‘甲州’では著しく長くなった。糖度は、3品種でともに無処理区に比べて GA₃ 処理区では高く、逆に CPPU 処理区では低くなった。しかし、GA₃+CPPU 処理区をみると無処理区と比較して‘甲州’では低く、‘コンコード’および‘ナイアガラ’では高くなった。酸度は、無処理区と比べて‘甲州’では GA₃ 処理区で低く、CPPU 処理区で高くなり、‘コンコード’では GA₃ および GA₃+CPPU

処理区で低く、CPPU 処理区で高かった。これに対して、‘ナイアガラ’ではいずれの処理区においてもほぼ同等であった。

2. 花粉発芽に及ぼす影響

‘甲州’の各処理区における満開期の花粉発芽率を Table 3 に示した。無処理区の花 pollen 発芽率が 14.3% であ

Table 3. Effects of application of 300 mg·L⁻¹ GA₃ and 10 mg·L⁻¹ CPPU to florets 20 days before full bloom on germinability of pollen in Koshu grape in 2005..

Treatment	Pollen germination (%)
GA ₃	1.2
CPPU	5.4
GA ₃ +CPPU	3.5
Untreated	14.3

ったのに対して、GA₃ 処理区では 1.2%、GA₃+CPPU 処理区では 3.5%、CPPU 処理区では 5.4% といずれの処理区でも無処理区より低下したものの、処理区によって花粉発芽に対する抑制効果が異なっていた。

3. 胚のう形成に及ぼす影響

‘甲州’の各処理区における満開期の胚のうの内部形態の観察結果を Table 4 に示した。無処理区の正常胚のうの割合は約 79% であったのに比べて、GA₃、CPPU

の単用および両者の混用処理によって正常胚のうの割合が低下し、異常胚のうの割合が増加した。特に、

GA₃+CPPU 処理区の異常胚のうの割合が最も高く約 85%となり、次いで CPPU 処理区の約 74%、GA₃ 処理

Table 4. Effects of application of 300 mg·L⁻¹ GA₃ and 10 mg·L⁻¹ CPPU to florets 20 days before full bloom on embryo sac development at full bloom in Koshu grapes in 2005.

Treatment	Embryo sac		Itemized abnormal embryo sac			Itemized imperfect egg apparatus		
	Normal (%)	Abnormal (%)	Absence of embryo sac (%)	Absence of polar nucleus (%)	Imperfect egg apparatus (%)	Absence (%)	Collapse (%)	Degeneration (%)
GA ₃	43.8 ^z	56.3	31.3 (55.6) ^y	5.0 (8.9)	20.0 (35.6)	3.8 [18.8] ^x	6.2 [31.3]	10.0 [50.0]
CPPU	25.8	74.2	39.1 (52.8)	2.1 (2.8)	33.0 (44.4)	10.3 [31.3]	12.4 [37.5]	10.3 [31.3]
GA ₃ +CPPU	14.7	85.3	42.1 (49.4)	2.9 (3.4)	40.2 (47.1)	9.9 [24.4]	17.6 [43.9]	12.7 [31.7]
Untreated	78.8	21.3	8.7 (41.2)	6.3 (29.4)	6.3 (29.4)	2.5 [40.0]	1.3 [20.0]	2.5 [40.0]

^zPercentage of embryo sacs which examined.

^yPercentage of abnormal embryo sacs which observed.

^xPercentage of imperfect egg apparatus which observed.

区の約 56%であった。異常胚のうの状態をみると、無胚のうの割合は無処理区では約 9%であったのに対して、GA₃ 処理区では約 31%、CPPU 処理区では約 39%、GA₃+CPPU 処理区では約 42%とその割合が増加していた。また、不完全卵装置の割合も同様に GA₃、CPPU および GA₃+CPPU 処理区の順に増加した。不完全卵装置の状態は、無処理区と比べて GA₃ 処理区では卵装置完全退化の割合が最も高く、CPPU および GA₃+CPPU 処理区では卵装置崩壊の割合が最も高かった。また、CPPU および GA₃+CPPU 処理区では、GA₃ 処理区および無処理区と比べて卵装置細胞欠如の割合の増加がみられた。

考 察

岸 (5) は、‘デラウェア’の無種子果形成法における処理時期とほぼ同様の時期に 100 ppm GA₃ を‘甲州’および‘ナイアガラ’に対して 2 回処理したところ、得られた無種子果粒率はそれぞれ 18.5%、2.7%であったと報告している。また、永田・栗原 (6) も同様に処理を行い、‘コンコード’で 2.3%、‘ナイアガラ’で 3.4%であったとしている。これらの結果は実用化にほど遠いものであったが、著者ら (10) は‘甲州’を安

定して無種子化するためには、GA₃+CPPU 処理が有効であることを示唆した。そこで 2004 年の実験では、‘甲州’の無種子果形成に有効な GA₃+CPPU の 1 回目処理時期を検討したところ、満開 15 日前以前の処理で無種子果粒率がほぼ 100%となり、果粒肥大も優れる傾向にあったことから、GA₃+CPPU の 1 回目処理は満開 20 日前から 15 日前の間に行い、2 回目処理は満開 10 日後に行う方法により、実用化が可能な高い無種子化率が得られ、さらに果粒肥大も期待できることが明らかとなった。2005 年には‘甲州’に加えて‘コンコード’および‘ナイアガラ’に対して GA₃、CPPU および GA₃+CPPU 処理を行い、無種子果形成に及ぼす影響を‘甲州’と比較調査した結果、GA₃ 単用処理での 3 品種の無種子果粒率は‘ナイアガラ’>‘コンコード’>‘甲州’の順となり、いずれの品種においても岸 (5) や永田・栗原 (6) の結果より高い値を示した。この違いは、本実験で使用した GA₃ の濃度が 300 mg·L⁻¹ と高いためであったと考えられる。また、‘コンコード’および‘ナイアガラ’は‘甲州’よりも GA₃ に対する反応が高いといえる。一方、CPPU 処理による無種子果粒率をみると、‘甲州’では高い値を示したのに対して、‘コンコード’と‘ナイアガラ’では著し

く低く、ほとんど無種子化の効果がみられなかった。この結果は、‘甲州’が‘コンコード’や‘ナイアガラ’よりも CPPU に対する反応が高いことを示している。他方、GA₃+CPPU 処理した場合は、‘甲州’および‘コンコード’の無種子果粒率は実用化で要求される値に達したが、‘ナイアガラ’ではやや低かった。また、CPPU は着果や果実肥大を促進することが知られているが (2, 4, 11)、本実験においても‘甲州’の CPPU および GA₃+CPPU 処理、‘コンコード’の GA₃+CPPU 処理で著しい着粒数の増加が認められた。しかし、‘ナイアガラ’では全く反応がみられなかった。すなわち、3 品種の着粒に対する CPPU の作用は、‘甲州’では CPPU 単独で、‘コンコード’では GA₃ と CPPU の相乗作用で起こり、‘ナイアガラ’では全く作用しないと考えられる。さらに、果粒の肥大においても‘甲州’のみで CPPU の作用が観察された。しかし、果房長は、無処理果房に比べて3品種とも GA₃ を含む処理果房でのみ長く、特に‘甲州’ではその傾向が強くみられた。従って、これらの結果から GA₃ や CPPU に対する反応は品種間で大きな差異があることが推察された。

GA₃+CPPU 処理果粒の糖度および酸度は、‘コンコード’および‘ナイアガラ’では GA₃ 処理果粒に次いで糖度が高く、酸度が低くなったのに対して、‘甲州’では無処理果粒よりも糖度が低く、酸度が高くなった。‘コンコード’や‘ナイアガラ’の GA₃+CPPU 処理果房では無処理果房と比べ、着色が良好で熟期が早まったようにみられたが、‘甲州’の CPPU や GA₃+CPPU 処理果房では着色が悪く、熟期が遅延しているようにみられ、熟期の早晚が糖度や酸度の増減に関係しているように思えた。しかし、‘甲州’の GA₃+CPPU 処理果房を過熟期まで樹上に着生させておいても着色は不良で、糖度の増加や酸度の低下はみられなかったことから、上述の現象は単なる熟期の遅れだけではないかもしれない。一方、‘甲州’の CPPU や GA₃+CPPU 処理果房では著しく着粒数が増加し、このことが着色不良の原因の一つであると考えられるものの、この果房を無処理果房と同じ程度に摘粒しても果実品質の向上はみられなかった (未発表)。ピワにおいても GA₃+CPPU 処理によって得られた無種子果では糖度が低下し、酸度が増加することが報告されている (7)。従って、‘甲州’の果実品質の低下は CPPU の直接的影響が原因となっている可能性が考えられる。同様のこと

が末沢 (12) および高木ら (14) によりキウイフルーツやピワについて報告されている。CPPU の単用および混用処理による‘甲州’無種子果房での糖蓄積の機構に関しては今後さらに検討する必要があると思われる。

原 (1) は、GA₃ 処理による‘デラウェア’の無種子果形成の要因として、満開2週間前の1回目処理による花粉発芽率の低下を示し、村西 (9) は GA₃ 処理された花粉を用いて受精能力を調べた結果、種子形成が著しく抑制されることを報告している。また、GA₃ 処理による‘デラウェア’の花粉発芽率の低下の原因は呼吸活性の低下であることが示されている (13)。本実験において‘甲州’花粉の発芽率は、無処理花粉と比べていずれの処理でも低下し、前報 (10) の結果と一致していた。しかし、花粉の発芽率が低下するほど無種子果粒率が上昇するという関係がみられなかったことから、‘甲州’における無種子果形成の要因は GA₃ や CPPU による花粉発芽抑制だけではないと推察された。

無種子化が図られるもう一つの要因として、胚のうへの影響が重要であり、板倉ら (3) は GA₃ 処理された‘デラウェア’の小花に対して、正常花粉を受粉しても無種子果粒が形成されることを報告し、王ら (15) はブドウ無種子品種における無種子果形成の場合は花粉に異常が認められず、雌性器官である胚のうの珠皮や卵装置に異常が認められたと報告している。また、本実験の‘甲州’では GA₃+CPPU 処理 > CPPU 処理 > GA₃ 処理の順に異常胚のうの割合が高くなった。これらのことから、‘甲州’では花粉稔性の低下に加えて、胚のうの異常の割合の増加により受精が阻害されるために無種子果粒が形成されると考えられた。また、‘コンコード’の GA₃+CPPU 処理で高い無種子果粒率が得られたのは、GA₃ と CPPU の相乗作用による花粉稔性の低下と異常胚のうの増加に原因していると推察された。なお、‘ナイアガラ’では、GA₃+CPPU 処理でも無種子果粒率は実用化レベルに達しなかったが、さらに処理時期および処理濃度の検討を行うことにより、実用化レベルにすることは可能と思われる。また、著者ら (10) は‘甲州’において、GA₄ が花粉発芽や胚のうの形態に最も強く影響を及ぼすことを明らかにした。従って、処理濃度や処理時期だけでなく、GA の種類の検討を行うことにより、高い無種子果粒率が得られ

るのではないかと考えられる。

要 約

本実験では‘甲州’の無種子果形成に有効な GA₃ (300 mg · L⁻¹) と CPPU (10 mg · L⁻¹) との1回目の混用処理時期を検討するとともに、‘甲州’と同様に無種子果形成が困難な‘コンコード’および‘ナイアガラ’においても無種子果形成が可能かどうかを調査した。‘甲州’における GA₃+CPPU の1回目処理は、満開20日前から15日前に行い、2回目処理を満開10日後に行うことにより実用的な高い無種子果粒率が得られ、果粒肥大も期待できることが明らかとなった。また、GA₃+CPPU 処理による‘コンコード’の無種子果粒率は98%であったが、‘ナイアガラ’では89%とやや劣っていた。果房当たりの着粒数は、‘甲州’に対する CPPU および GA₃+CPPU 処理と‘コンコード’の GA₃+CPPU 処理で著しく増加した。糖度は無処理区と比べ、‘コンコード’および‘ナイアガラ’では GA₃+CPPU 処理区で高かったが‘甲州’では無処理区よりも低くなった。‘甲州’において、GA₃+CPPU 処理は花粉発芽の抑制とともに異常胚の増加によって無種子化が図られることが明らかになった。高濃度 GA₃ と CPPU の単用または混用処理の無種子果形成に対する効果は、3品種で異なることが示唆された。

文 献

1. 原 寿人. 葡萄デラウェア種に対するジベレリン散布試験. 農及園. 35 : 1331-1332 (1960).
2. Hayata, Y., Y. Niimi and N. Iwasaki. Synthetic cytokinin: 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (CPPU): promotes fruit set and induces parthenocarp in watermelon. Amer. Soc. Hort. Sci. 120: 997-1000 (1995).
3. 板倉 勉・小崎 格・町田 裕. ブドウに対するジベレリンの作用とその利用法に関する試験. 園試報 A4 : 67-95 (1965).
4. 饒 景萍・小原 均・松井弘之・平田尚美. キウイフルーツの発育生理に関する研究 II. KT-30 処理が果実発育に及ぼす影響. 千葉大園学報. 44 : 263-267 (1991).
5. 岸 光夫. ぶどうにおけるジベレリン利用に関する研究. 農林省果樹試験場安芸津市支場 : 1-124 (1973).
6. 永田賢嗣・栗原昭夫. ブドウにおけるジベレリン処理反応の品種間差異について. 果樹試報 E4 : 7-19 (1982).
7. 松井弘之・八幡茂木・佐藤三郎・小原 均・大川克哉・三輪正幸. ビワの無種子果実生産. 植物の成長調節 39 : 109-110 (2004).
8. Motomura, Y. and Y. Hori. Exogenous gibberellin as responsible for seedless berry development of grapes IV. Explanation of GA effects on the induction of seedlessness and seedless berry development varying with cultivars. Tohoku J. Agr. Res. 29(3, 4): 111-119 (1978).
9. 村西三郎. ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果について. 九州大学農学部学芸雑誌 23 : 225-282 (1968).
10. 小原 均・阪本大輔・大川克哉・中川真義・松井弘之. ジベレリン、ホルククロルフェニユロン、ストレプトマイシンおよび内生ジベレリン様物質処理がブドウ‘甲州’の無種子果形成に及ぼす影響. J. ASEV. Jpn. 16(2): 68-79 (2005).
11. Reynolds, A.G., D.A. Wardle, C. Zurowski and N.E. Loony. Phenylureas CPPU and thidiazuron affects yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 85-89 (1992).
12. 末沢克彦. キウイフルーツに対するフルメット液剤使用の注意点. 果実日本 45 (6) : 62-63 (1990).
13. Sugiura, A., and A. Inaba. Studies on the mechanism of gibberellin-induced seedlessness of Delaware grapes. I. Effect of pre-bloom gibberellin treatment on pollen germination. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 35: 233 - 241 (1966).
14. 高木敏彦・向井啓雄・池田竜司・鈴木鐵男. 寒害によって生じたビワの種子枯死果の肥大発育に及ぼすジベレリンならびにホルククロルフェニユロンの処理効果. 園学雑. 62 : 733-738 (1994).
15. 王 近衛・堀内昭作・松井弘之. ブドウ無核品種の無核果形成に関する組織形態学的研究. 園学雑. 62 : 1-8 (1993).
16. Weaver, R. J. and S. B. McCune. Gibberellin tested on grapes. Calif. Agri. 12(2): 6-7, 15 (1958).