

防虫ヒュウガナツ樹の結実ならびに果実発育 に及ぼす生長ホルモン剤処理の影響

中島 芳和・前田 久尚・西窪 武久
(農学部果樹園芸学研究室)

Effects of Growth Regulators on the Fruiting and Fruit Development in Hyuganatsu (*Citrus tamurana Hort. ex Tanaka*) under no open-pollination

Yoshikazu NAKAJIMA, Hisanao MAEDA, and Takehisa NISHIKUBO
Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture

Abstract: Hyuganatsu trees, which are self incompatible and poorly parthenocarpic, were covered with cheese cloth in bloom to avoid open-pollinating. Their flowers were dipped in a solution of 100 ppm GA. In the cell division period, young fruit set by GA application on flower stage were dipped in a single solution of 100 ppm GA, a mixed solution of 100 ppm GA and 20 ppm IAA and a mixed solution of 100 ppm GA, 20 ppm IAA and 200 ppm BA. Again in the cell enlargement period, half the number of young fruit on which the above growth regulators had been applied in the cell division period were dipped in the same solutions as before. On the other hand, Hyuganatsu flowers were pollinated with artificial pollen containing about 1 % GA under no open-pollination. Young fruit set by GA powder pollinating were applied with the same powder on the fruit surface wetted in the cell division period. The artificial pollen was made by mixing a agricultural GA reagent with gum arabic powder.

1. Application of GA to the open flowers by both dipping and pollinating increased considerable parthenocarpy. In the cell division and the cell enlargement periods GA application to young fruit by both dipping and powdering reduced markedly the rate of physiological drop thereafter.

2. Additional application of GA, IAA and BA in the cell division and the cell enlargement periods hastened the fruit growth, and particularly a mixed solution of GA, IAA and BA had a marked effect on fruit enlargement.

3. Additional application of GA in both periods above mentioned delayed degreening of the fruit rind and reducing of acid content in fruit juice at a harvest time. However, additional application of a mixed solution of GA, IAA and BA reversely reduced acid content in fruit juice.

緒 言

ヒュウガナツ栽培のネックは結実の不安定性にある。そのヒュウガナツ花にジベレリン (GA) を与えると結実率が高くなり生産の安定に役立つが、これらの果実は発育が緩慢で小玉果になりやすい。一方、開花期のオーキシン処理は結実を促進する効果をほとんど示さない。本実験では開花

期のGA処理に加えて、果実の細胞分裂期と細胞肥大初期にGA, またはGAにインドール醋酸 (IAA), ベンジルアデニン (BA) を複合して追加処理し、結実率ならびに果実の発育に及ぼす影響を調査した。

材料及び方法

1. 開花期及び幼果期におけるGA単独処理

25年生のヒュウガナツ4本を供試した。5月上旬から同月下旬まで防虫ネットを張って放任受粉を防止した。GA処理にあたっては、花器または幼果全体を100 ppmの水溶液に浸漬する方法と、GA含量約1%の粉末を刷毛で柱頭に受粉し、さらに幼果の果面に塗布する方法を用いた。GA粉末は市販の農業用GA剤にアラビヤゴム粉末を増量剤として加え、調合して細粉した。なお、果面に塗布する際には果面に霧をかけて粉末が付着しやすくした。処理時期は5月11日から同月25日の開花期、細胞分裂期にあたる6月11日から同月15日、細胞肥大初期の7月14日から同月15日の3回に分け、浸漬法では開花期の1回処理、開花期と細胞分裂期にそれぞれ1回ずつの合計2回処理、さらにこの2回処理に細胞肥大初期の1回処理を加えた合計3回処理の3区を設けた。塗布法では開花期の柱頭受粉区とその受粉によって結実した幼果に細胞分裂期を選んで追加塗布する区の2区を設けた。供試樹1本ごとに、強勢な有葉花を1処理あたりそれぞれ50個ずつラベルし、結実数の季節的変化を調べた。また各処理区ごとに数個の花に別の標識をつけ、約1か月ごとに果実の横径、縦径を測定した。果実は翌1986年1月7日に収穫して品質の分析を行った。

2. 開花期及び幼果期におけるGA, IAA, BAの複合処理

7年生ヒュウガナツ4本を供試した。5月15日から同月22日の開花期間に樹体全体を防虫ネットで覆い、放任受粉を防止した。生長ホルモン剤の処理にあたっては、GA 100 ppm単独液、GA 100 ppm IAA 20 ppm複合液及びGA 100 ppm IAA 20 ppm BA 200 ppm複合液の3溶液を作成し、花器または果実をそれらの溶液に浸漬した。処理時期は開花期のほかに細胞分裂期にあたる結実直後の5月29日と、結実後約2か月を経過し細胞肥大期にある7月25日の3期である。処理区の設定については、まず開花期に無処理区を除く他のすべての供試花を対象にしてGA単独液を処理した。次に5月29日にはGA処理果の中から、対照区を除く他のすべての供試果に前記3種類の溶液を処理した。また7月25日には細胞分裂期に処理した各区からそれぞれ半数の果実を対照にとり、残りの半数に前期の処理と同じ処理を行った。以上の処理区を生長ホルモンの種類と処理回数でまとめると、1. 無処理, 2. 1 GA, 3. 2 GA, 4. 2 GA + IAA, 5. 2 GA + IAA + BA, 6. 3 GA, 7. 3 GA + 2 IAA, 8. 3 GA + 2 (IAA + BA) である。

供試樹1本ごとに強勢な有葉花を1処理あたりそれぞれ20個ずつラベルし、結実率の季節的変化を調べた。また、各処理区ごとに数個の果実を対象にして時期別の横径、縦径を測定した。翌年1月7日に果実を収穫して品質の分析を行った。

結 果

1. 結実率の季節的変化は第1図のとおりである。無処理区の結実率は開花後1か月で約16%、2か月後の7月上旬には1.5%に低下し、9月上旬には0%になった。これに対してGA処理区の結実率は開花後1か月で70~80%、2か月後には43~65%、3か月後の8月上旬には32~53%の範囲にあり、それ以後は各処理区とも収穫期までごくわずかの低下にとどまった。処理回数と結実率の推移についてみると、まず浸漬法では開花期1回処理区は6月上旬の84%から1か月後には65%

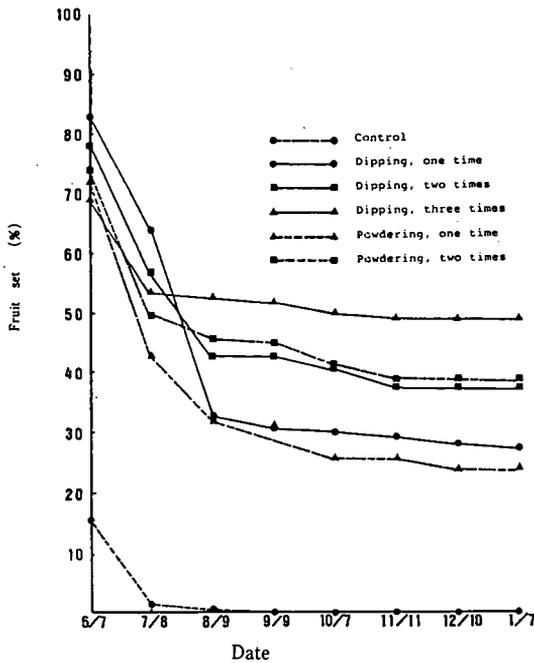


Fig. 1. Effect of additional GA applications on seasonal changes in fruiting of the adult trees.

に低下し、その低下度は23%、8月上旬の結実率は33%となり、7月上旬から1か月後の低下度は50%であった。一方、6月中旬に2回目の浸漬処理を行った区では、6月上旬の78%から1か月後には57%に低下し、その低下度は27%、7月上旬から1か月後の低下度は26%であった。さらに、7月中旬に3回目の追加処理をした区ではその後ほとんど落果せず、8月上旬における1か月間の低下度は2%であった。粉末処理法では開花期1回処理の結実率は6月上旬の72%から1か月後には43%に低下し、その低下度は40%、同様に8月上旬には32%で7月上旬からの低下度は26%であった。さらに6月中旬に2回目の粉末処理をした区では、6月上旬の75%から7月上旬の50%に対して、8月上旬には47%となり、7月上旬からの低下度は6%にとどまった。浸漬処理と粉末処理による結実率の差異については、開花期の粉末処理が浸漬区に比べるといくらか低い傾向にあった。果

実の大きさの季節的変化は第2~3図のとおりである。横径縦径とも浸漬3回処理区と粉末2回処理区で伸長率が高かった。他方、粉末1回処理区では両径の伸長率が最低であった。1月7日に収穫した果実の品質は第1表のとおりで、GAの処理回数が多くなるにつれて、果重、果皮の厚さ、果汁のクエン酸含量が増加の傾向を示した。果形指数、果皮の色差計b値、果汁の可溶性固形物含量、甘味比は逆に減少の傾向にあった。なお、色差計のb値が高くなるにつれて緑色の黄化が進む。

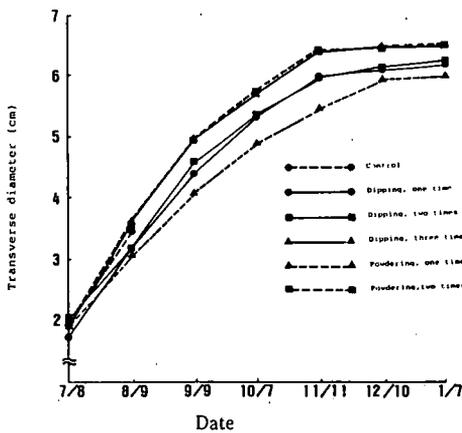


Fig. 2. Effect of additional GA applications on seasonal changes in fruit growth of the adult trees.

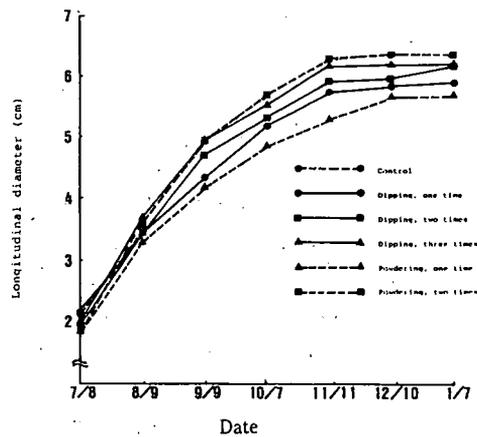


Fig. 3. Effect of additional GA applications on seasonal changes in fruit growth of the adult trees.

Table 1. Effect of additional GA applications on fruit quality of the adult trees

Treatment	Date of additional application	Fruit weight	Transverse diam.	Longitudinal diam.	Fruit** shape
GA dipping, one time	May 11-25	98.10 ^g	6.31 ^{cm}	5.98 ^{cm}	1.06
GA dipping, two times	June 11-15	101.78	6.35	6.09	1.04
GA dipping, three times	July 14-15	109.00	6.52	6.26	1.04
GA powdering, one time	May 11-25	95.40	6.14	5.86	1.05
GA powdering, two times	June 11-15	109.84	6.60	6.38	1.03

Treatment	b value***	Peel thickness	TSS****	Citric acid	TSS/Acid
GA dipping, one time	31.0 ^{ab*}	0.60 ^{cm}	9.18 [%]	2.38 [%]	3.86
GA dipping, two times	29.2 ^{bc}	0.68	9.15	2.51	3.64
GA dipping, three times	28.2 ^c	0.68	8.93	2.63	3.40
GA powdering, one time	32.8 ^a	0.61	9.30	2.31	4.02
GA powdering, two times	23.5 ^d	0.73	8.98	3.06	2.93

* Duncan's multiple range test (5% level)

** Transverse diam. / Longitudinal diam.

*** Reading of the color difference meter

**** Total soluble solids

2. 第4図に結実率の季節的变化を示した。無処理区の結実率は6月上旬に約50%であったが、7月上旬には0%となった。処理区の結実率は6月上旬に90~98%、7月上旬には48~76%、8月上旬には35~65%の範囲にあり、各処理区ともそれ以後は収穫期までほとんど低下しなかった。各処理区の結実率を比較すると、開花期のみのGA処理では7月上旬で48%、また8月上旬には35%となり、他の処理区の7月上旬が54~76%、8月上旬が52~65%に比べるとかなり低くなった。5月29日に処理した区の結実率をみると、7月上旬にはGA単独区で54~72%、GA+IAA区で70~72%、GA+IAA+BA区で65~68%、また8月上旬にはGA単独区56%、GA+IAA 52%、GA+IAA+BA 58%となった。また7月25日に追加処理した区について、8月上旬の結実率はGA単独区54%、GA+IAA 65%、GA+IAA+BA 60%となった。横径縦径の季節的变化は第5~6図のとおりである。横径は7月下旬の2.7~3.6cmから翌年1月上旬の5.5~7.5cmに、また縦径は7月上旬の3.1~4.0cmから翌年1月上旬の5.2~7.2cmにそれぞれ伸長した。伸長速度は横径縦径とも11月上旬までは大きく、それ以後は急速に小さくなっ

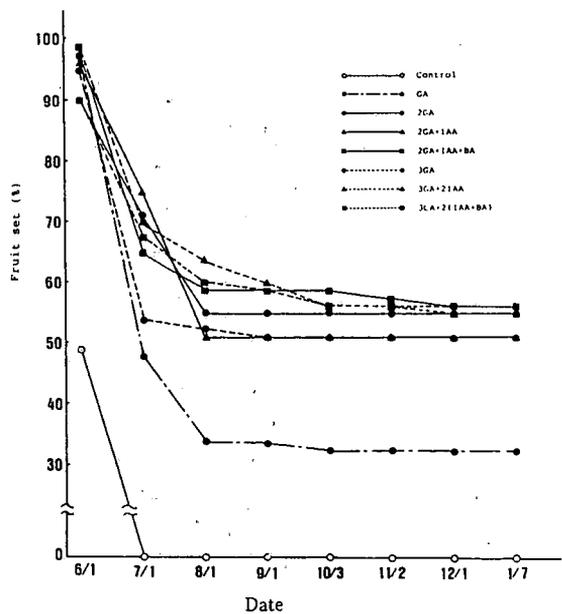


Fig. 4. Effect of additional applications of GA, IAA and BA on seasonal changes in fruiting of the young trees.

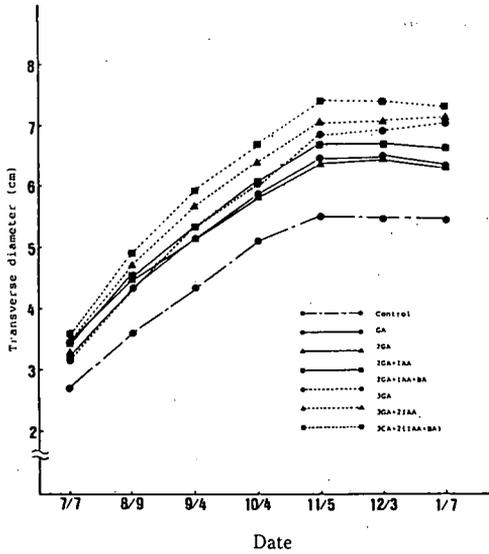


Fig. 5. Effect of additional applications of GA, IAA and BA on seasonal changes in fruit growth of the young trees.

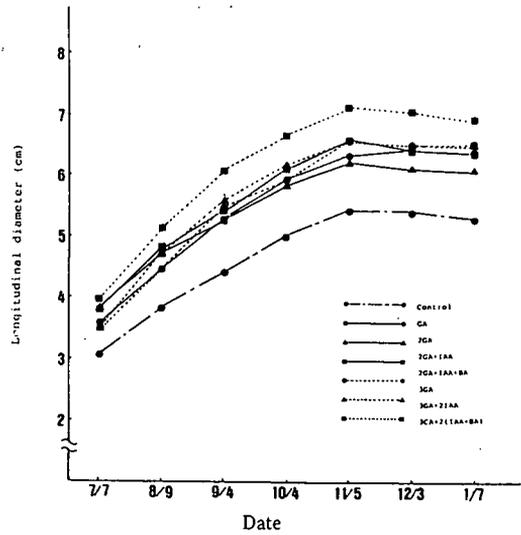


Fig. 6. Effect of additional applications of GA, IAA and BA on seasonal changes in fruit growth of the young trees.

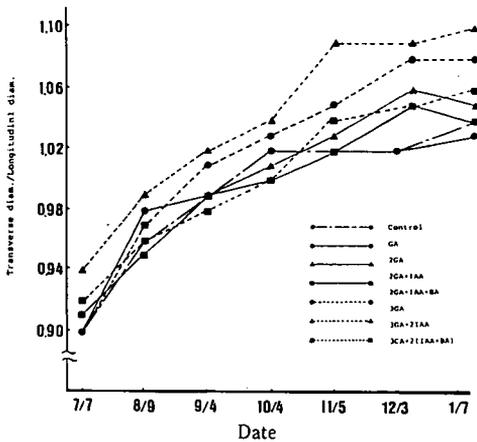


Fig. 7. Effect of additional applications of GA, IAA and BA on seasonal changes in fruit shape of the young trees.

た。各処理区の果実の大きさを比較すると、開花期のみのGA処理区に比べて細胞分裂期さらに細胞肥大期に追加処理した各区はかなり大きくなった。すなわち横径では7月上旬に1.2~1.3倍、翌年1月上旬に1.2~1.4倍、また縦径では7月上旬に1.1~1.3倍、翌年1月上旬に1.2~1.4倍それぞれ追加処理区が伸長した。なお追加処理区の間では、細胞肥大期の処理区で8月上旬以降、次第に他区よりも伸長速度が大きくなった。追加処理区間の両径の差異をみると、分裂期、肥大期の各処理ともGA+IAA+BAの複合区が最も多く伸長した。GA+IAAとGA単独区の間にははっきりした差異はみられないが、細胞肥大期でGA+IAA区がGA単独区よりもやや多く伸長した。果形指数の季節的变化は第7図のごとく、細胞肥大期

に追加処理した果実では発育にともなって次第に偏平度が他区よりも高くなる傾向にあった。なお、その他の処理区間にははっきりした傾向はみられなかった。1月7日に収穫した果実の品質は第2表のとおりで、果重は開花期のみのGA処理に比べるとGA2回処理区で約1.2倍、3GA+2(IAA+BA)区では約1.5倍となった。一方、GA+IAAとGA単独追加区とはほとんど差異はなかった。果皮の着色は処理回数が多くなるにつれておくれたが、特に3GA+2(IAA+BA)区で最もおくれた。果皮の厚さは果重と同様に、開花期のみのGA処理区が最も小さく、処理回数が多くなるにつれて大きくなった。特に肥大期のGA+IAA+BA区が最大となった。果汁の可

Table 2. Effect of additional applications of GA, IAA and BA on fruit Quality of the young trees

Treatment	Date of additional application	Fruit weight	Transverse diam.	Longitudinal diam.	Fruit ** shape
GA	May 5-22	93.31 ^{g*}	5.96 ^{cm} ^b	5.65 ^{cm} ^d	1.05
2 GA	May 29	101.50 ^{bc}	6.03 ^b	5.82 ^{cd}	1.04
2 GA + IAA	May 29	98.26 ^{bc}	6.06 ^b	5.78 ^{cd}	1.05
2 GA + IAA + BA	May 29	117.50 ^b	6.44 ^{ab}	6.23 ^{ab}	1.03
3 GA	July 25	114.04 ^{bc}	6.46 ^{ab}	6.16 ^{abc}	1.05
3 GA + 2 IAA	July 25	113.77 ^{bc}	6.39 ^h	6.09 ^{bcd}	1.05
3 GA + 2 (IAA + BA)	July 25	144.60 ^a	6.89 ^a	6.59 ^a	1.05

Treatment	b value ***	Peel thickness	TSS ****	Citric acid	TSS/Acid
GA	31.5 ^{ab}	0.57 ^{cm}	9.93 [%]	2.34 [%]	4.24
2 GA	32.4 ^a	0.63	9.95 ^a	2.34	4.25
2 GA + IAA	30.4 ^{ab}	0.67	9.60 ^{ab}	2.18	4.40
2 GA + IAA + BA	32.6 ^a	0.68	9.36 ^{bc}	2.09	4.48
3 GA	29.0 ^{ab}	0.65	9.50 ^{bc}	2.44	3.89
3 GA + 2 IAA	31.3 ^{ab}	0.63	9.45 ^{bc}	2.29	4.13
3 GA + 2 (IAA + BA)	28.0 ^b	0.76	9.28 ^c	2.04	4.55

* Duncan's multiple range test (5% level)

** Transverse diam. / Longitudinal diam.

*** Reading of the color difference meter

**** Total soluble solids

溶性固形物は全般に処理回数が多くなるにつれて低下した。またGA単独区に比べるとGA+IAA区, GA+IAA+BA区では可溶性固形物含量が低くなった。複合区の中ではGA+IAA+BA区がGA+IAA区よりもさらに低くなった。果汁のクエン酸含量はGA単独区に比べると複合区が低い傾向にあり, 中でも3GA+2(IAA+BA)区が最も低くなった。その結果, 甘味比はGA単独区に比べて複合区がやや高くなった。実験1と2を通じて, 開花期の防虫ネットによる遮光率は約33%であった。

考 察

ヒュウガナツは元来, 自家不和合性で単為結果性の貧弱な品種ではあるが, 樹勢が強健で強勢な有葉花が生着すると, しばしば無核果が結実する⁽³⁾。しかし本実験で調査の対象にした有葉花はGA処理を行わないと, 開花後1か月間に激しく生理落果を起し, 7月上旬ないし9月上旬までにはすべて落果した。したがって若木, 成木ともに供試樹の樹勢がかならずしも強大ではなかったものと考えられる。また, 開花期の防虫ネットによる遮光率が30%前後であったことも, 結実にいくらが悪影響があったかも分らない。開花期のGA処理では, 結実率は無処理に比べるとかなり高くなったが, この開花期の処理だけでは生理落果の程度が比較的大きかった。一方, 細胞分裂期, 細胞肥大期にそれぞれGAを追加処理すると, その後の生理落果を強く抑えることができた。細胞分裂期には一般に有核果の内生GA含量が極めて高く^(1,2), このことが有核果の生理落果防止につながるものと考えられる。開花期のGA処理のみで結実させた果実は一般にその後の発育が緩慢と

なって小玉になりやすい。このことは果実の発育過程で内生GA含量の不足によることも考えられる。そこで発育初期の段階でGAを追加処理し、その処理回数が多くなるにつれて、ある程度果実を大きくすることができた。しかしこれらの果実は通常の有核果に比べるとまだかなり小さく、GA単独処理の肥大効果が不十分であることがわかる。本実験で追加処理した果実は1月上旬の収穫期には果皮の着色が抑えられ、果汁の減酸がおくれている。したがって追加処理したGAはかなり長い期間その生理作用を持続していたことになる。GA粉末を柱頭に受粉することで、花器の浸漬処理で得られた結実率に近い結果が得られたが、この結実率はGA粉末のGA含量が高いほど高くなる⁽³⁾。この単為結果性の誘起がどのような機構によるものかは不明であるが、柱頭に受粉されたGAが胚珠の種子形成にともなうホルモン効果のある程度代替しているものと考えられる。GAは幼果の果面にその粉末を塗布した場合でも結実率を高めることができるのではないかと考えた。この塗布法は浸漬法よりもGAのホルモン効果をより長く持続させるために考案したもので、アラビヤゴム粉末が吸湿すると粘着性を持ち、果面に付着したのり状のゴムは比較的雨滴による流亡に堪えられるものと考えた。1月上旬に収穫した果実について、果面にGA粉末を塗布した果実は他の処理区よりも極端に着色がおくれ、果汁の酸含量が高くなって成熟が最もおくれた。すなわちGA粉末の塗布はGAのホルモン作用を最も長く持続するものと考えられる。GA粉末を花盤の位置に施した過去の実験(未発表)では果梗部が異常に肥大して奇形果となる例が見られたが、本実験ではどの粉末処理果も果形は正常であった。しかし塗布位置が赤道面でなく、果梗基部や果頂部に偏るとその部分が異常に発達して奇形果ができる可能性もある。

GAに加えてオーキシシン、サイトカイニンを複合した処理では、結実率にGA単独処理を上まわる効果が得られなかった。本実験のIAAと同様、NAAの処理でもヒュウガナツの単為結果性を高める効果はほとんど認められていない⁽²⁾。一方、IAAやBAをGAと複合し、処理回数を重ねると、それにつれて果実の肥大を促進させることができる。特に、GAにIAAとBAを組合わせ、細胞分裂期や細胞肥大期に処理することで、果実の肥大効果は最大となった。しかし、3GAの果重が115g前後、3GA+2 (IAA+BA)が145g前後であって、種子数の多い有核果が200~250gに達することからみて、これら外生ホルモンの肥大効果はまだ不十分なものと考えられる。GAにIAA、BAを複合した場合でも回数が多くなると果皮の着色がおくれるが、IAAやBAは着色阻害にあまり働いていないようである。GAにIAAやBAを複合するとGA単独処理とは逆に果汁の酸含量を低下させる。特に2GA+IAA+BA、3GA+2 (IAA+BA)処理で減酸効果が高くなった。このことはIAA、BAの早期処理が果実発育を良好にし成熟を促進させる働きを持つものと考えられる。

摘 要

ヒュウガナツの開花期に防虫ネットをかけて放任受粉を防止した。開花にともなって、花器をGA 100 ppm液に浸漬、または柱頭にGA 1%粉末を受粉して結実させた。果実の細胞分裂期にGA単独、またはGAにIAA、BAを複合して浸漬処理した。また果面にGA 1%粉末を塗布した。さらに細胞肥大期には細胞分裂期の浸漬処理と同一処理を同じ果実に繰り返した。果実の浸漬濃度はGA 100 ppm、IAA 20 ppm、BA 200 ppmである。

1. 花器のGA液浸漬及びGA粉末受粉はいづれも単為結果率を大きく向上させ、さらに細胞分裂期、細胞肥大期のGA処理は生理落果を著しく抑制した。

2. GAまたはGAとともにIAA、BAを細胞分裂期、細胞肥大期に追加処理すると果実発育をより促進した。中でもGAとともにIAAとBAを同時に与えると果実の肥大効果は最大であっ

た。

3. GAを細胞分裂期及び細胞肥大期に追加処理すると、果皮の着色を抑え、果汁の酸含量を増加させた。一方、GAとともにIAA, BAを同時に追加処理すると果汁の酸含量を逆に減少させた。

引用文献

- 1) Iwahori, S., R. J. Weaver, and R. M. Pool. 1968. Gibberellin-like activity in berries of seeded and seedless Tokay grapes. *Plant physiology*. 43: 333-337
- 2) 中島芳和・川添真知子・川村一成・吉村不二男. 1976. 日向夏ミカンの単為結果性に及ぼすジベレリンの影響. *高知大学学研報*. 25: 51-57.
- 3) ———・木村正明. 1980. カンキツの単為結果性に及ぼすジベレリン含有人工花粉の影響I. *高知大学学研報*. 59-62.

(昭和61年9月30日受理)

(昭和61年12月27日発行)