

キウイフルーツの発育生理に関する研究(2)

誌名	千葉大学園芸学部学術報告
ISSN	00693227
著者	小原, 均 松井, 弘之 鏡, 景萍
巻/号	44号
掲載ページ	p. 263-267
発行年月	1991年3月

キウイフルーツの発育生理に関する研究
II. KT-30 処理が果実肥大に及ぼす影響

饒 景萍*・小原 均・松井弘之・平田尚美
(果樹園芸学研究室)

Physiological Studies of the Developing Fruit of Chinese Gooseberry
(*Actinidia chinensis* PLANCH.)
II. Effects of KT-30 [1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea]
on Fruit Growth

Jinping JAO*, Hitoshi OHARA, Hiroyuki MATSUI and Naomi HIRATA
(Laboratory of Pomology)

ABSTRACT

Effect of the concentrations and the time of application of KT-30 on fruit growth and quality, and on morphology of growing fruit of Chinese gooseberry (cv. Hayward) was studied.

KT-30 applied at concentrations of 2.5, 5, 10, 15 and 20 ppm significantly increased fruit weight. However, there was no significant difference among the concentrations.

When 20 ppm of KT-30 was applied within 40 days after full bloom, fruit weight was 45 to 73% greater than that of the control. Application of KT-30 before full bloom was less effective. In all instance, the soluble solids and titratable acidity of KT-30 treated fruit were similar to that of the control.

Morphological observations established that the increased fruit weight was associated with both increased cell number and increased cell size. KT-30 application delayed termination of cell division. Also, there was a significant positive correlation between fruit weight and seed number in both KT-30 treated and control fruits.

緒 言

KT-30 [Forchlorfenuron: 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea] は尿素系合成サイトカイニンであり、従来のアデニン系サイトカイニンより 10~100 倍の生物活性のあることが知られており、その主要な生物活性は、細胞分裂の促進、非分化組織の分化促進、老化防止、休眠芽の生長誘導、着果促進、単為結果の誘起などに見られ、天然サイトカイニンであるゼアチンや合成サイトカイニンのベンジルアデニン (BA) と同様であることが報告されている [8]。

著者らは、前報でキウイフルーツ 'ヘイワード'、'アポット'、'ブルーノ'、'モンティ' 及び 'グリーンシル' 果実の発育に伴う形態を調査し、外壁、内壁及び果心組織の細胞分裂停止期、細胞分裂停止期の各組織の細胞層数及び外壁組織の細胞肥大の経時的変化を明らかにした。

本研究では、KT-30 処理がキウイフルーツ 'ヘイワード' の果実肥大に及ぼす影響を形態的に明らかにし、前報の結果と比較した。さらに実用化を図るため、処理濃度や処理時期の検討を行うとともに、果実品質や含有種子数への影響も調査した。

材料及び方法

本実験には、渡来氏 (千葉県松戸市高塚新田) の果樹園に栽植されている 8 年生キウイフルーツ 'ヘイワード' 5 本を供試した。なお、すべての供試樹は満開時に雄株品種 ('トムリ') より採集した花粉で人工授粉し、その他の栽培条件は慣行法に従った。また、用いた KT-30 は協和発酵工業株式会社製の液剤 (有効成分 0.10%) で、いずれの処理においても展着剤として、Atrox BI を 0.1% 加用した。

* 現在、中華人民共和国陝西省西北農業大学園芸系

1. 処理濃度

満開後5日目に各供試樹より平均的な大きさの果実100個、計500果を選び、直ちに0.5, 5, 10, 15及び20ppmのKT-30をそれぞれ100果ずつ浸漬処理した。なお、処理濃度の差異による果実肥大効果は収穫時の果重によって判定した。

2. 処理時期

KT-30(20ppm)の浸漬処理は、満開前10日より5日間隔で、満開20日目以降は10日間隔で満開後40日目まで、計9時期に行った。用いた果実は、1.と同様いずれの処理時期も100果であった。なお、肥大効果及び品質調査は、収穫時の果重、異常果形率及び常温で2週間貯蔵後の糖度(Brix示度)と全酸含量(滴定酸)について行った。

3. 形態的調査

KT-30(20ppm)を満開後5日目に処理した果実及び無処理果実の果径(横径及び縦径)の測定は、満開1週間後から60日目までは10日間隔で、その後収穫期までは約30日間隔で、各供試樹から無作為に採取した果実40個について行った。なお、果肉組織(外壁、内壁及び果心)の細胞層数及び細胞の大きさについては前報[4]と同方法で測定した。

4. 果重と種子数

KT-30(20ppm)を満開後5日目に処理した果実及び無処理果実の中から種々の大きさの果実を各々40果、収穫期に採取し、直ちに果重を測定後、種子数を調査した。ただし、種子の中には完全に黒色になっていない未熟種子や不完全種子も含まれていたが、すべて一種子として測定した。

程、果重は大きくなるが、濃度間で有意な差異は認められないと報告している。また、田中ら[9]は、開花後10日に、5, 10, 20ppmの浸漬処理を行っているが、処理濃度に関係なく、処理果は無処理果に比べて140~150%肥大が促進されたと報告している。姫野らと田中らの結果は、本試験の結果と一致しており、本試験で設定した濃度範囲内で十分な肥大効果があるものと推察される。

一方、キウイフルーツの果実表面は綿毛に覆われているため、KT-30処理後果頂部に薬剤が集積し、特に、高濃度の場合、がく片組織及び周辺部が異常肥大(変形果)する果実が認められた。これらの点を考慮すると、実際

Table 1 Effect of KT-30 applied at different concentrations on fruit weight of Chinese gooseberry.

Concentration (ppm)	Fruit weight (g)
Control	106±5.5 ^a
2.5	142±5.6
5	145±3.7
10	141±4.9
15	147±5.7
20	152±4.8

^a Values (mean±SE) are for 50 fruits per treatment.

Table 2 Effect of KT-30 applied at different times on fruit weight, soluble solids, titratable acidity and fruit shape of Chinese gooseberry.

Time of application (days after full bloom)	Fruit weight (g)	Soluble solids (%)	Titratable acidity (%)	Abnormal shaped fruit (%)
-10	117±7.6 ^a	13.1±0.38	1.37±0.07	100
-5	131±6.3	13.6±0.46	1.48±0.05	100
0	167±6.8	13.5±0.49	1.28±0.05	100
5	155±7.6	13.6±0.45	1.26±0.06	92
10	148±6.0	13.5±0.38	1.31±0.06	58
15	167±5.7	12.3±0.54	1.39±0.06	25
20	145±5.2	12.8±0.57	1.35±0.04	10
30	173±4.9	12.9±0.48	1.33±0.04	0
40	150±5.3	12.7±0.42	1.36±0.05	0
Control	106±5.5	13.2±0.41	1.31±0.04	0

^a Values (mean±SE) are for 50 fruits per treatment.

結果及び考察

1. 処理濃度

満開後5日目に2.5~20ppmまでの5段階の濃度でKT-30を処理した場合の収穫期の各区の平均果重を示したのが第1表である。用いたいずれの濃度でも無処理区の106gに比較して著しい果重増加が認められ、最も濃度の低い2.5ppmで34%、最も濃度の高い20ppmで43%増加した。このように処理濃度が高くなるにつれて果実肥大効果が増す傾向にあるものの、濃度間で有意差は認められなかった。姫野ら[2]は、満開後8日にKT-30の5, 10, 15ppmの浸漬処理を行い、処理濃度が果実肥大に及ぼす影響を調査しているが、処理濃度が高い

栽培でKT-30を使用する場合には2.5 ppmの低濃度で充分肥大効果が得られると考えられる。

2. 処理時期

第2表は、KT-30の処理時期の差異が果重、糖度、有機酸含量及び変形果の発生割合に及ぼす影響を示したものである。いずれの時期にKT-30を処理しても無処理区に比較して著しい肥大効果が認められた。特に、満開期以後に処理すると無処理区より1果当たり40~70%果重が増した。中でも満開日、満開後15日目及び30日目の処理では67~73%の果実肥大効果があった。姫野ら[2]は、満開後8日と37日にKT-30 15 ppmの浸漬処理で、収穫時の1果重は無処理区と比較すると、それぞれ69.3%、50.5%の肥大効果があったと報告している。また、田中ら[9]も開花後10、20、30、40日の4時期にKT-30 10 ppmの浸漬処理を行い、それぞれ無処理果に対して34.1%、27.6%、22.4%、18.2%の肥大効果があったと報告している。前報[4]において、'ヘイワード'の外壁、内壁、果心組織の細胞分裂停止期を明らかにしたが、それによると満開後15日目は外壁、内壁組織細胞の分裂が盛んな時期に当たり、満開後30日目は、すべての組織の細胞分裂が停止している時期であることから、KT-30の効果は細胞分裂の促進のみならず細胞肥大にも関係していると考えられる。

一方、収穫後常温で2週間追熟させた後の糖度、有機酸含量を測定した結果、処理時期の違いによるこれらの差異はみられなかった。姫野ら[2]は、追熟後の糖度はKT-30処理区で低くなり、処理時期が遅い程糖度の低下も大きくなり、有機酸含量は、処理区で少なく、処理時期が早いほど少なくなったと報告している。しかし、田中ら[9]は、追熟後の品質は処理時期が早い程高糖度で、処理時期が遅い程糖度は低く、有機酸含量は劣ると報告している。田中らの収穫果実は、収穫直後の糖度が無処理区の10.6%と比べて、11.5%~13.8%とKT-30処理区で高く、その結果と思われるが、本試験では、処理区及び無処理区ともに糖度が約7%になった時期に収穫し、追熟させた結果との違いによるものと考えられた。

他方、処理時期が早いほどがく片基部及びその周辺組織の異常肥大(変形果)が起こり、特に、満開後5日目以前の処理ではほとんどの果実が変形果になることが明らかとなった。このことから、果実の肥大目的からKT-30を使用する場合には、満開後20日目以降に処理することが望ましいと思われる。

3. 形態的調査

KT-30処理後の果実の肥大、果肉各組織の細胞層数及

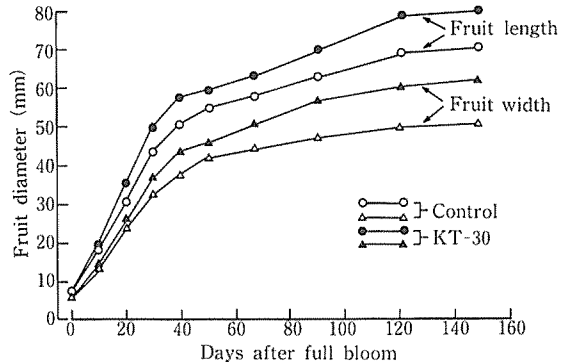


Fig. 1 Growth curves of KT-30 treated and control Chinese gooseberry fruits.

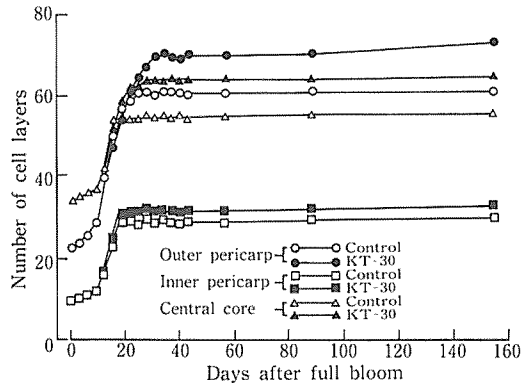


Fig. 2 Changes in number of cell layers in radial direction of the outer pericarp, inner pericarp and central core of KT-30 treated and control Chinese gooseberry fruits.

び外壁細胞の肥大の経時的变化と無処理区、すなわち前報[4]の結果を比較したものが第1図、第2図及び第3図である。

第1図にKT-30処理区と無処理区の果実肥大の経時的变化を示した。無処理果実の縦径及び横径は、満開後40日前後まで急激に肥大し、その後の肥大は収穫期まで緩慢であった。

一方、満開後5日目にKT-30を処理した果実の縦径及び横径は、無処理区と同様に満開後40日まで急激に肥大した。ただし、その速度は無処理区より早く、処理後5日目から無処理区との差異が観察された。その後は、KT-30処理果も肥大速度は低下するが、無処理区よりもやや上回る肥大速度を示した。結局、無処理区との差は、

満開後40日目の縦径で5.2 mm, 横径で7 mm, 収穫期では縦径で10 mm, 横径で11 mm 生じた。

このように, KT-30 処理がキウイフルーツの果実肥大を著しく肥大することが明らかになったので, 果実のどの組織の肥大に影響しているかを知るため, 果肉組織を外壁, 内壁, 果心に分け, それらの細胞数を調査した(第2図). 無処理区における満開時の各組織の細胞層数は外壁で23層, 内壁で10層, 果心で34層であり, 満開後10日目までは緩やかな増加を示した。しかし, 果心では15日目, 内壁では18日目, 外壁では24日目まで急激な増加を示し, その後は収穫期まで増加がみられなかった。すなわち, この時期が果実各組織の細胞分裂停止期と判断される。

一方, 満開後5日目にKT-30を処理した果実では, 処理後各組織で細胞層数の増加が起こり, 細胞分裂停止期は内壁で満開後18日目で無処理区と同じであるが, 果心では20日目で5日, 外壁では31日目となり7日遅くなった。また, 細胞分裂停止期の細胞層数を無処理区と比較すると内壁では3層, 果心では10層, 外壁では14層多くなっていた。

前報[4]において, キウイフルーツの細胞分裂停止期は, 果心, 内壁, 外壁の順序で, 内部組織の方が早く停止することを明らかにした。しかし, KT-30 処理した果実では, 内壁, 果心, 外壁の順に停止した。

このように, KT-30 は外壁及び果心組織の細胞分裂停止期を遅延するとともに著しく細胞層数を増加させ, また, 内壁組織では細胞層数の増加を促し, これが果実肥大をもたらす一つの要因と考えられる。

次に, KT-30 処理による果実肥大促進と細胞の大きさとの関係を明らかにするため, 満開期から収穫期まで

KT-30 処理果実と無処理果実の外壁細胞の大きさを経時的に調査した(第3図)。無処理果実の満開時の細胞径は約40 μmで, 細胞分裂停止期までは緩やかな肥大を示し, 細胞分裂が停止すると急激な肥大が起こり, その肥大は満開後45日目頃まで続いた。しかし, その後の肥大速度は収穫期まで著しく緩慢であった。

一方, KT-30 処理果実では, 処理後細胞肥大が速やかに促進され, 肥大が緩慢となる満開45日目では, 無処理果実との平均細胞径の差は20 μmとなった。また, 収穫期における平均細胞径の差はさらに増大し, 33 μmとなった。

森山ら[6]は, リンゴ‘ふじ’に, KT-30 40 ppmを満開期, 満開後10, 20日に処理し, 果肉細胞の大きさを測定しているが, 処理時期で差異が認められず, 果重の増加は細胞の肥大ではなく, 細胞数の増加によるものと報告している。また, 前島ら[5]もリンゴ‘つがる’, ‘玉鈴’及び‘ふじ’にKT-30 2, 5, 10, 20, 30 ppmを満開前7日, 満開時, 満開後3, 5, 10, 20, 30日に処理し, 果肉細胞の分裂・肥大に及ぼす影響を調査したが, 3品種とも, どの処理濃度, 処理時期においても細胞の大きさはほとんど変わらないことから, KT-30 は, 細胞分裂を促進し, 細胞数を増加させ, 果実の肥大を増進していると報告している。平田ら[3]は, ニホンナシの3品種を用いて, KT-30 の処理濃度, 処理時期を変えて処理した結果, リンゴと同じように, KT-30 は果肉細胞の分裂を促進し, 細胞数を増加させて, 果実肥大を促進していると報告している。また, リンゴの細胞分裂期間は開花後30日, ナシでも35~40日くらいまでとされている。本試験の結果とこれらの報告を比較すると, 細胞の分裂・肥大に及ぼすKT-30の効果は, 果樹の種類によって異なり, 細胞分裂期間の長短によって細胞の分裂のみを促進する場合と分裂と肥大を促進する場合があるものと推察された。

4. 果実の大きさと種子数

開花期前後に植物生長調節物質を処理すると, しばしば種子数が減少したり, 単為結実することが知られている。Greene[1]は, リンゴの開花期と開花後14日目の2回樹全体にBA処理すると果実中の種子数が減少すると報告している。キウイフルーツの無処理果実とKT-30処理果実で果実の大きさと種子数との関係を調べたところ, いずれも果実が大きくなるにつれて種子数の増加が認められた(第4図)。多くの果実で種子数と果実の大きさとの間には正の相関関係のあることが知られているが[7], キウイフルーツの場合も, KT-30 処理果実及び無処理果実ともに両者間に強い正の相関関係が認められた。ま

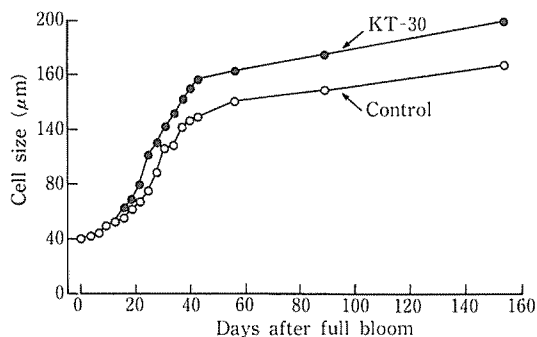


Fig. 3 Changes in cell size in radial direction of the outer pericarp of KT-30 treated and control Chinese gooseberry fruits.

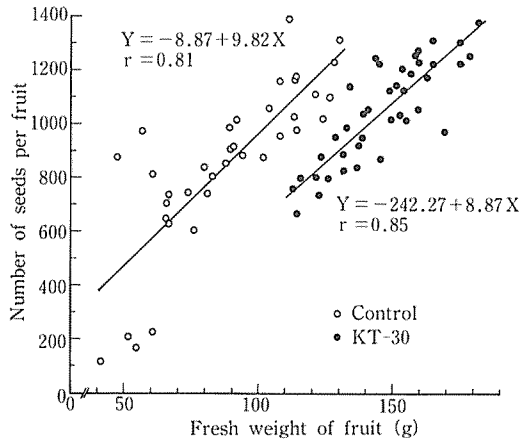


Fig. 4 Correlation between fruit weight and seed number in both KT-30 treated and control Chinese gooseberry fruits.

た、両直線がほぼ平行であることから、KT-30 処理により果実が大きくなるのは、種子数の増加には関連していないと考えられる。中川[7]は、果実の着生あるいは肥大は、少なくともある程度までは果実内の生長調節物質の量によってコントロールされるものであると述べており、内生植物生長調節物質が豊富に存在する種子が、KT-30 処理によって増加していないことは、果実の肥大に対して、KT-30 自体が果実の sink 能を高めるものと推察された。しかし、田中ら[9]は、KT-30 処理による種子数の減少は見られなかったが、種子数調査時に、KT-30 処理果に途中で発育を停止した極小粒のシイナが存在し、KT-30 の種子形成への影響があるものと推測しているが、この点については、本試験では不完全種子も含めて調査を行ったものであり、KT-30 の種子形成への影響については今後、更に検討が必要と思われる。

以上のように、KT-30 は、キウイフルーツ‘ヘイワード’果実の細胞分裂期間を遅延させ細胞数を増加し、更に細胞の肥大を促進することから、果実肥大に対して優れた効果を有することがわかった。なお、実際栽培で利用する場合には、変形果がほとんど発生なくなる満開後 20~40 日に 2.5~20 ppm を処理することが有効と思われる。しかし、KT-30 処理果の品質については、異なる結果の報告があり、収穫時期と追熟方法には検討が必要と思われる。

摘要

キウイフルーツ‘ヘイワード’の果実肥大に対する KT-30 処理の影響を調査した。

2.5~20 ppm の濃度で KT-30 を処理した場合、いずれの濃度においても著しい果実肥大効果が認められた。しかし、濃度間で顕著な差はみられなかった。

開花 10 日前より 5 日間隔で KT-30 (20 ppm) を処理すると、満開後のいずれの時期に処理しても著しい果実肥大効果がみられたが、開花前では処理効果は劣っていた。

KT-30 処理による果実肥大効果は細胞分裂停止期の遅延による細胞数の増加と細胞肥大の両者によっていた。ただし、KT-30 処理は糖度には影響しなかった。

KT-30 処理果実及び無処理果実の大きさと種子数との間には密接な相関関係が認められた。なお、KT-30 処理による種子数の減少は認められなかった。

引用文献

- [1] GREENE, D.W., W.R.AUTIO and P.MILLER (1989) : Thinning activity of Benzyladenine on several apple cultivars, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115 (3), 394-400.
- [2] 姫野周二・鶴 丈和・恒遠正彦・森田 彰 (1989) : 成長調節物質がキウイフルーツの果実肥大に及ぼす影響, 福岡農総試研報, B-9, 77-80.
- [3] 平田尚美・日向野良治 (1987) : 日本ナシ果実の肥大促進に及ぼす KT-30 の効果, 植物化学調節学会昭和 62 年度大会研究発表記録集, 54-55.
- [4] 饒 景萍・茅野好司・松井弘之・小原 均・平田尚美 (1990) : キウイフルーツの発育生理に関する研究 I. 果実発育の形態学的観察, 千葉大園学報, 43, 151-156.
- [5] 前島 勤・北原秀起・小原 均・平田尚美 (1987) : リンゴ果実の発育および成熟に及ぼす KT-30 処理の影響, 植物化学調節学会昭和 62 年度大会研究発表記録集, 52-53.
- [6] 森山修実・福田博之 (1987) : 昭和 61 年度リンゴ用除草剤・生育調節剤試験成績集録, 日本植物調節剤研究協会, 324-325.
- [7] 中川昌一 (1969) : 果実の単為結果とジベレリンとの関係, 園学シンポ要旨, 昭 44 秋, 7-16.
- [8] 大島康平 (1989) : ホルクロルフエニユロン (フルメット®), 農薬時報 (臨時増刊), 16-19.
- [9] 田中章雄 (1987) : 合成サイトカイニン (KT-30) の幼果処理によるキウイフルーツの果実肥大に及ぼす影響, 鳥取県果試研報, 10, 21-31.