

ブドウ無核化栽培におけるストレプトマイシンの 効果的な利用方法

塩谷諭史・宇土幸伸・里吉友貴・小林和司

キーワード：ブドウ，ストレプトマイシン，無核化，処理時期，処理方法

緒言

近年のブドウ栽培においては、消費の嗜好から、多くの品種で無核化栽培が行われている。無核化技術は、1960年代に‘デラウェア’で取り組まれて以降¹⁾、多くの品種で検討されてきた。現在では、無核化と果粒肥大を目的としたジベレリン（以下 GA と記す）処理と併せて、着粒安定、果粒肥大に効果のあるホルクロールフェニユロン（以下 CPPU と記す）および無核化の補助剤となるストレプトマイシン（以下 SM と記す）が広く利用されている²⁾。

ブドウの無核果形成を誘発する SM の効果は、小笠原ら³⁾により報告され、その後利用方法が検討された。当初、‘マスカット・ベリーA’⁴⁾や‘デラウェア’⁵⁾で植物成長調整剤として登録され、その後、‘巨峰’や‘藤稔’⁶⁾、‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’⁷⁾などでも実用化された。現在は、すべての品種で使用が可能となっている。

山梨県におけるブドウ栽培の品種構成を 2017 年の市場販売量で見ると、第 1 位は‘巨峰’であり、次いで‘シャインマスカット’、‘ピオーネ’、‘デラウェア’となっている⁸⁾。上位 4 品種で全販売量の約 8 割を占め、そのほとんどが無核化栽培であり、生産現場でも、無核化の補助剤として、SM が広く利用されている。

しかしながら、‘シャインマスカット’や‘藤稔’などでは、GA 処理時の気象条件や樹勢の低下により、GA 処理と SM を併用しても有核果が混入する事例が認められ、深刻な問題となることもある。

そこで本試験では、安定的に無核果生産を行うために、SM の処理時期および処理方法の検討を行い、無核化率と果実品質に及ぼす影響を明らかに

したので、報告する。

材料および方法

1. 処理時期が無核化率に及ぼす影響

山梨県果樹試験場（標高 450 m）に 1998 年に定植した‘巨峰’（長梢剪定，テレキ 5BB 台，露地栽培）および 2008 年に定植した‘シャインマスカット’（長梢剪定，テレキ 5BB 台，露地栽培）各 1 樹を供試した。‘巨峰’の試験は 2016 年（20 年生）、‘シャインマスカット’の試験は 2018 年（12 年生）に実施した。

各供試樹において、展葉 5 枚（満開約 28 日前）～展葉 15 枚（満開約 7 日後）まで、生育ステージごとに、SM 水溶液 200 ppm を花穂および新梢全体に散布処理した。

花穂整形は、着粒確保のため開花始め期に花穂先端を 1 cm 程度切除した後、先端 8 cm を残し、他の支梗はすべて切除した。また SM 単独による無核化効果を評価するため、GA 処理は行わなかった。満開 20 日後に果房を採取し、種子の有無を調査した。種子の判別は、胚が発達し完全に種子となっているものを有核、胚が未発達なものを‘しいな’、種子の痕跡がないものを無核とし（第 1 図）、無核化率は‘しいな’を含めた値とした。

2. 処理方法が無核化率に及ぼす影響

山梨県果樹試験場（標高 450 m）に 2001 年に定植した‘藤稔’（長梢剪定，テレキ 5BB 台，露地栽培）1 樹を供試した。試験は 2014 年（15 年生）に実施した。

試験 1 と同様に、開花始め期に花穂先端の 1 cm 程度を切除した後 8 cm に整形し、SM による無核化効果を評価するため、GA 処理は行わず、満開 14 日前に SM200 ppm を処理した。



第 1 図 ストレプトマイシン処理後の幼果および種子の形態比較

処理方法は、浸漬、散布、袋かけ後散布の 3 処理区を設置した。浸漬は花穂のみを浸漬処理し、散布は花穂および新梢全体へ薬液を散布処理した。袋かけ後散布は、薬液が直接花穂に付着しないように、花穂を果実袋で被覆した後、新梢全体へ散布処理した。満開 20 日後に果房を採取し、種子の有無を調査した。

3. ストレプトマイシンが果実品質に及ぼす影響

試験 1, 2 で使用した‘巨峰’および‘シャインマスカット’、‘藤稔’各 1 樹を供試した。試験は‘巨峰’を 2016 年 (20 年生)、‘シャインマスカット’を 2018 年 (12 年生)、‘藤稔’を 2014~2015 年 (15~16 年生) に実施した。

花房管理として、開花始め期に 1 新梢あたり 1 花穂に調整し、花穂先端 4 cm (‘藤稔’は 3.5 cm) を残す花穂整形を行った。

GA 処理は、満開時に CPPU5 ppm を加用した GA25 ppm (‘藤稔’は 12.5 ppm) を、満開 10~15 日後に GA25 ppm を花 (果) 房浸漬した。

SM 処理は、満開 14 日前の花穂浸漬、満開時の GA 液加用浸漬、無処理の 3 処理で比較した。収穫時に各試験区から中庸な花房を 10 果房採取し、果実品質および種子の有無について調査した。

結 果

1. 処理時期が無核化率に及ぼす影響

SM 単独の処理時期の違いが‘巨峰’の無核化率

に及ぼす影響を第 2 図に、‘シャインマスカット’の無核化率に及ぼす影響を第 3 図に示した。

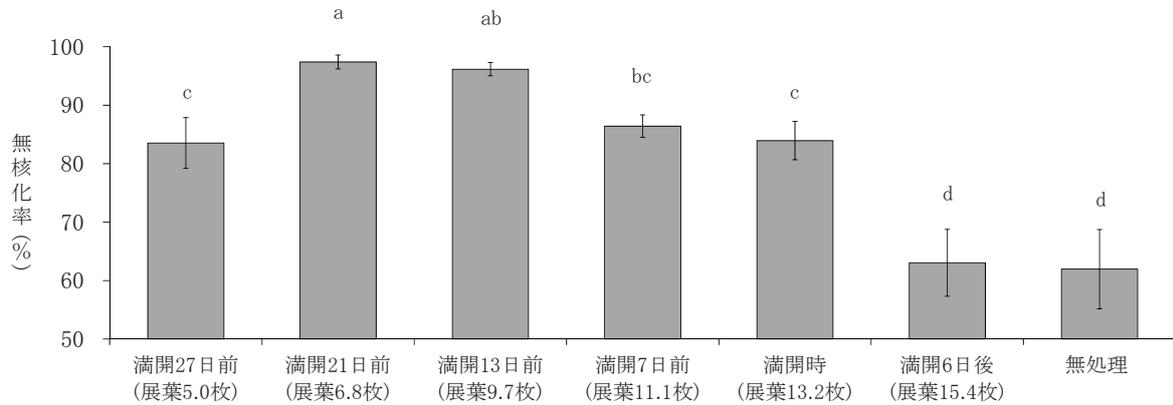
‘巨峰’において、展葉 6.8 枚 (満開 21 日前) および展葉 9.7 枚 (満開 13 日前) の処理で無核化率が高く 90%以上となった。処理時期が遅くなるにつれて無核化率は低下し、展葉 15.4 枚 (満開 5 日後) の処理では、無核化率が無処理とほぼレベルまで低下した。また、展葉 5.0 枚 (満開 28 日前) の処理は、展葉 6.8 枚 (満開 21 日前) および展葉 9.7 枚 (満開 13 日前) 処理と比較して、無核化率はやや低かった。

‘シャインマスカット’では、展葉 6.8 枚 (満開 21 日前) における処理で、無核化率が 99.8%と最も高かった。次いで展葉 5.1 枚 (満開 28 日前) および展葉 8.9 枚 (満開 15 日前) の処理でともに 90%以上の無核化率であった。‘巨峰’と同様に、処理時期が遅くなるにつれて無核化率はしだいに低下し、展葉 15.3 枚 (満開 7 日後) の無核化率は、無処理とほぼ同レベルであった。

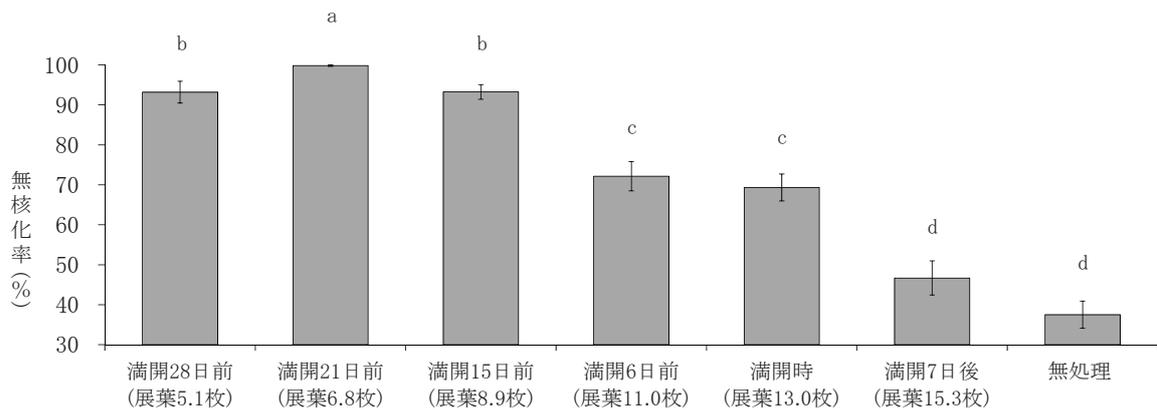
2. 処理方法が無核化率に及ぼす影響

SM の処理方法の違いが、‘藤稔’の無核化率に及ぼす影響を第 4 図に示した。

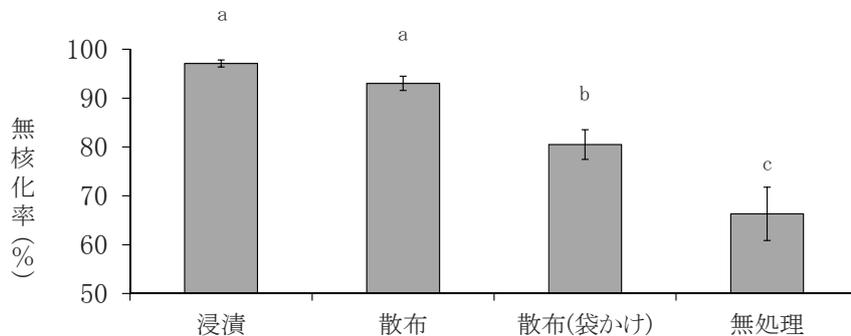
満開 14 日前の浸漬区および散布区では、ともに 90%以上の無核化率となったが、有意な差は認められなかった。また、花穂に直接 SM を処理しない袋かけ後散布区において、無核化率は 80%程度となり、無核化の効果は認められたものの、やや低い結果となった。



第2図 ストレプトマイシン単独の処理時期が‘巨峰’の無核化率に及ぼす影響 (2016)
 SM処理日: 満開27日前 (5/6), 満開21日前 (5/12), 満開13日前 (5/20), 満開7日前 (5/26),
 満開時 (6/2), 満開6日後 (6/8)
 垂線は標準誤差 (n=10)
 角変換後の Tukey-Kramer の多重検定により, 異符号間に 5%水準で有意差あり



第3図 ストレプトマイシン単独の処理時期が‘シャインマスカット’の無核化率に及ぼす影響 (2018)
 SM処理日: 満開27日前 (5/4), 満開21日前 (5/11), 満開15日前 (5/17), 満開6日前 (5/26),
 満開時 (6/1), 満開6日後 (6/8)
 垂線は標準誤差 (n=9)
 角変換後の Tukey-Kramer の多重検定により, 異符号間に 5%水準で有意差あり



第4図 ストレプトマイシン単独の処理方法が‘藤稔’の無核化率に及ぼす影響 (2014)
 SM処理日: 満開14日前 (5/23)
 垂線は標準誤差 (n=10)
 角変換後の Tukey-Kramer の多重検定により, 異符号間に 5%水準で有意差あり

3. ストレプトマイシンが果実品質に及ぼす影響

SM 処理が‘巨峰’の果実品質に及ぼす影響について第1表に示した。満開時のGA液加用浸漬区は、他の試験区よりも果房重がやや大きくなったが、その他の果実品質では、有意な差は認められな

った。SM を処理した区の無核化率は 100% となったが、無処理区では 98% であった。

SM 処理が‘シャインマスカット’の果実品質に及ぼす影響について第2表に示した。SM 処理により、果皮色の指標であるカラーチャート値がやや

第1表 ストレプトマイシン処理が‘巨峰’の果実品質に及ぼす影響(2016)^z

処理方法	果房重 (g)	果粒重 (g)	糖度 (°Brix)	酸含量 (g/100ml)	着色 ^y (C.C.)	無核化率 (%)
満開14日前浸漬	570 b ^x	16.6	16.8	0.72	11.1	100
満開時GA液加用浸漬	676 a	18.1	16.8	0.69	11.1	100
無処理	628 b	16.8	16.8	0.68	11.2	98
有意性 ^w	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^zSM処理日は、満開14日前が5月20日、満開時が6月2日

^y赤・紫・黒色系ブドウ専用カラーチャート(農林水産省果樹試験場):0(緑)~12(紫黒)

^xTukey-Kramerの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり

^w一元配置分散分析により、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

第2表 ストレプトマイシン処理が‘シャインマスカット’の果実品質に及ぼす影響(2018)^z

処理方法	果房重 (g)	果粒重 (g)	糖度 (°Brix)	酸含量 (g/100ml)	果皮色 ^y (C.C.)	無核化率 (%)
満開14日前浸漬	536	14.8	15.8	0.21	3.5 a ^x	100 a
満開時GA液加用浸漬	519	14.8	15.6	0.21	3.4 a	94 a
無処理	564	14.2	15.5	0.21	3.1 b	89 b
有意性 ^w	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**

^zSM処理日は、満開14日前が5月17日、満開時が6月1日

^yシャインマスカット専用カラーチャート(山梨県総合理工学研究機構):1(緑)~5(黄)

^xTukey-Kramerの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり

^w一元配置分散分析により、**は1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

第3表 ストレプトマイシン処理が‘藤稔’の果実品質に及ぼす影響(2014~2015)^z

処理方法	果房重 (g)	果粒重 (g)	糖度 (°Brix)	酸含量 (g/100ml)	着色 ^y (C.C.)	無核化率 (%)
満開14日前浸漬	683	20.6	18.3	0.54	11.0	98
満開時GA液加用浸漬	692	20.8	18.4	0.54	10.9	91
無処理	676	21.0	18.0	0.53	10.5	83
処理区	n.s. ^x	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
年次	**	**	**	**	n.s.	-
処理区×年次	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	-

^zSM処理日は、満開14日前が5月23日(2014)と5月21日(2015)、満開時が6月10日(2014)と6月2日(2015)

^y赤・紫・黒色系ブドウ専用カラーチャート(農林水産省果樹試験場):0(緑)~12(紫黒)

^x処理区と年次の二元配置分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

大きくなり、黄化する傾向が見られたが、その他の果実品質は、処理区間で有意な差は認められなかった。無核化率は、満開 14 日前の処理区で 100% だったが、満開時の GA 液加用浸漬処理区と無処理区では低下した。

SM 処理が‘藤稔’の果実品質に及ぼす影響について第 3 表に示した。いずれの試験区間においても果実品質に有意な差は認められなかった。無核化率は、満開 14 日前浸漬区で 98% と最も高く、無処理区では 83% であった。

考 察

SM の農薬登録では、散布と浸漬の 2 つの処理方法が登録されている。実際に使用する場合は、仕立てや生育ステージ、作業労力を考慮して処理時期や処理方法を選択することができるが、樹勢や気象条件により、有核果混入が大きな問題となる年もある。

そこで本試験では、ブドウ‘巨峰’、‘シャインマスカット’、および‘藤稔’において、SM の処理時期や処理方法の違いが無核化率及び果実品質に及ぼす影響を調査し、無核化栽培のための SM の効果的な利用方法を検討した。

SM による無核果の誘発は、花粉の発芽能力の低下と胚珠の機能変化の 2 つの要因が考えられる。SM 処理した花穂に未処理の花粉を受粉しても有核果がほとんど着生しないこと³⁾や、早期の SM 処理が、満開日までの胚のうの発育を遅らせ、胚乳核の分裂を遅延させること⁹⁾から、SM の作用機構は、胚珠発育に対する阻害が主要因と考えられる。

また馬場ら⁹⁾は、雌ずいの観察で、満開 18 日前から胚のう母細胞が分裂を開始し、開花までに完全な胚のうとなるものもあると報告している。

本試験において、‘巨峰’および‘シャインマスカット’は、満開 21 日前から満開 13 日前までの SM 処理で、最も無核化率が高くなった。これは、胚のう母細胞が減数分裂する時期に相当する。馬場ら⁹⁾は、‘藤稔’において、満開 23 日前から 13 日前までの SM 処理で、最も無核化率が高くなることを報告しており、本試験の結果はそれを支持するものであった。

また、処理時期が遅くなるにつれて無核化率は徐々に低下し、満開後の処理では、無処理とほぼ同レベルに低下したことから、SM の効果は胚珠の発育ステージと密接に関係していると推察された。

このことから、ブドウの完全無核化には、満開 21 日から 13 日前頃の SM 処理が有効であることが確認できたが、農薬登録の範囲内では、満開 14 日前が最も適していると考えられた。

‘藤稔’における満開 14 日前の SM 処理で、花穂の浸漬処理と、花穂を含む新梢全体への散布処理を比較した。その結果、処理方法の違いで無核化率に有意な差は認められず、無核化にはどちらの処理方法も有効であることが明らかになった。

また、花穂を果実袋で被覆し新梢全体へ散布した場合、花穂および新梢全体への散布処理と比べ、無核化率が低下した。このことから、無核化の効果を高めるには SM が花穂に付着することが必要で、散布処理の場合には、花穂にも薬液が十分かかるよう留意する必要がある。

小笠原ら³⁾は、‘マスカット・ベリー A’において、花穂と葉に分けて SM を散布処理すると、葉のみに散布した場合、花穂に散布した場合の約 1/2 程度の無核化率であったと報告しており、本試験の結果はそれを支持した。

一方で、吸収された SM が、ブドウの樹体内でどのように吸収・移行するかは明らかになっていない。本試験において、花穂に直接付着しなくても一定の無核化効果が確認されたことから、新梢から吸収された SM が、花穂へ移行していることが示唆された。忽那ら¹⁰⁾は、‘マスカット・ベリー A’の花穂基部に SM を塗布すると、無核果が形成されると報告しており、このことから、SM は植物体内である程度移行して作用すると考えられる。生産現場では、無核栽培の園に有核栽培樹が隣接または混植している場合があるため、散布処理の際にはドリフト防止策を講じるなど十分注意が必要となる。

SM 単独処理では完全な無核化は難しく、果粒肥大効果もない¹¹⁾ため、商品性のある無核果実の生産には、GA 処理との併用が必須である。また、GA や SM は品種による反応性の違いが報告されている^{1, 6, 12)}ため、本試験では、両者を併用した場合の無核

化率と果実品質への影響を調査した。

GA は、欧州系品種で反応性が高く、米国系品種では反応性が低い。このため、有核果の混入が多いとされる¹²⁾。四倍体品種の中で GA の感受性が比較的高いとされる‘巨峰’⁶⁾で、GA 単独処理の無核化率は 98%であった。一方、‘巨峰’と比べ感受性が低い‘シャインマスカット’および‘藤稔’⁶⁾は、有核果の混入が問題となる事例が多く、GA 単独処理では‘シャインマスカット’が 89%、‘藤稔’が 83%と低い無核化率となった。

いずれの品種も、GA 処理に SM を併用することで無核化率は向上し、満開 14 日前の処理で無核化率が最も高くなった。この結果は、試験 1 の処理時期別の無核化効果の結果と合致する。なお、‘藤稔’の満開 14 日前処理では完全に無核化しなかったが、これは試験樹の樹勢がやや低下したことと、2015 年は GA の処理時期が高温・乾燥と重なったためと推察される。

また、‘シャインマスカット’および‘藤稔’においては、SM の満開時の GA 加用処理では十分な無核化率が得られないことから、完全な無核化には、開花前の SM 処理が必要と考えられる。

果実品質については、‘巨峰’の満開時の GA 液加用浸漬処理区では、果房重がやや大きくなった。他の処理区と比べ果粒が大きく、着粒数がやや多かった(データ略)ことが原因と考えられる。また‘シャインマスカット’では、SM 処理で果皮色の指標であるカラーチャート値がやや大きくなった。その原因については不明であるが、変動は 0.3~0.4 で大きな変動ではないことから、生産上問題にはならないと考えられる。

その他の果実品質は、SM 処理の有無や処理時期で、処理区間に有意な差は認められなかった。石川ら⁶⁾は、‘巨峰’および‘藤稔’において、SM を GA 処理と組み合わせても、果実品質が著しく損なわれることはなく、商品性のある果実生産ができるとしており、本試験の結果と一致した。

無核果形成の誘発は、樹勢が大きく関係するとされており、強樹勢ほど無核化率は高くなる¹³⁾。したがって完全な無核化には、無核栽培に適した樹相に導くことも重要となる。また、GA 処理も処理日が遅くなるにつれ無核化効果が低下するため

¹²⁾、併せて注意する必要がある。

以上の結果から、SM の効果的な利用方法は以下のとおりと考える。SM による無核化効果は、農薬登録の範囲では満開 14 日前処理が最も高く、処理時期が遅くなると徐々に低下し、満開後処理では無処理とほぼ同等となる。また、浸漬処理と散布処理による無核化効果の差はない。

ただし、散布の場合は、花穂に十分薬液が付着しないと効果が低下する。散布する際には、有核栽培樹に飛散しないよう十分注意する。

作業の省力化を考慮し、現状 GA 液へ SM を加用して処理し、安定的に無核化栽培が可能である場合は問題ないが、樹勢の低下や天候不順など、有核果混入の恐れがある場合は、開花前に SM 処理するのが望ましい。なお、SM 処理による果実品質の低下は見られず、十分な商品性を確保できる。

摘 要

ブドウ‘巨峰’、‘シャインマスカット’、および‘藤稔’において、ストレプトマイシンの処理時期および処理方法の違いが無核化率及び果実品質に及ぼす影響を調査した。

1. 満開 21 日から 13 日前までの処理で最も無核化率は高く、農薬の登録範囲内では、満開 14 日前が最も効果が高い。
2. 浸漬処理と散布処理で無核化効果に差はない。ただし、散布の場合、花穂に薬液が付着しないと効果が低下する。
3. SM 処理による果実品質への影響は認められない。

引用文献

- 1) 岸 光男・田崎三男(1960).ぶどうに対するジベレリン利用試験(第 1 報)デラウエアについて.農及園 35(2):381-384.
- 2) 関 達哉・北尾一郎・真子正史(2005).ブドウ巨峰系 4 倍体品種における植物生長調節剤の適正利用法.神奈川農研報 147:7-15.
- 3) 小笠原静彦(1985).ストレプトマイシン利用によるブドウの無核果生産技術の確立(第 1 報)

- ストレプトマイシンによるブドウの単為結果の誘発について. 広島果試研報 11 : 39-49.
- 4) 小笠原静彦(1985). ストレプトマイシン利用によるブドウの無核果生産技術の確立(第 2 報) ストレプトマイシン利用によるマスカット・ベリーAの無核果安定生産. 広島果試研報 11 : 51-58.
 - 5) 小笠原静彦(1985). ストレプトマイシン利用によるブドウの無核果生産技術の確立(第 3 報) デラウェアの無核果生産におけるストレプトマイシンの利用. 広島果試研報 11 : 59-63.
 - 6) 石川一憲・高橋久光・加藤弘昭・池田富喜夫(2001). 四倍体ブドウの無核化に及ぼすストレプトマイシンとジベレリン処理の効果. 東京農大農学集報 46(2) : 99-104.
 - 7) ウィナルソ ドラジャド ウィドド・岡本五郎・平野 健(2000). 抗生物質による無核化処理がマスカット・オブ・アレキサンドリア幼果の発育とオーキシン及びジベレリン活性に及ぼす影響. J.ASEV.Jpn.11 : 2-7.
 - 8) JA 全農やまなし(2017). 今年の果実販売を振り返る. 山梨の園芸. 12 : 46-49.
 - 9) 馬場 正・石川一憲・池田富喜夫(2008). ブドウ‘藤稔’の胚のう発育に対するストレプトマイシンの阻害効果. 東京農大農学集報 53(2) : 139-143.
 - 10) 忽那 豪・越智由夫・菅井維之・秋田瑞穂・河村裕子・安永絵美・則 圭・安藤友美・正岡宏美・水谷房雄(2006). 花梗部へのストレプトマイシンラノリンペースト処理がブドウ‘マスカット・ベリーA’の無核果と果実品質に及ぼす影響. 愛媛大学農学部農場報告 28 : 17-22.
 - 11) 石川一憲・馬場 正・谷澤貞幸・高橋久光・池田富喜夫(2003). ストレプトマイシンにより無核化したブドウ‘藤稔’の果粒肥大と品質に及ぼすジベレリンおよび CPPU 処理の影響. 園学研 2(3) : 209-213.
 - 12) 永田賢嗣・栗原昭夫(1982). 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 : 7-9.
 - 13) 石川一憲・高橋久光・加藤弘昭・池田富喜夫(2001). 四倍体ブドウのストレプトマイシンとジベレリン処理による無核化に及ぼす新梢長の影響. 東京農大農学集報 46(2) : 70-78.

Effective Use of Streptomycin in Seedless Grape Cultivation

Satoshi ENYA, Yukinobu UDO, Yuki SATOYOSHI and Kazushi KOBAYASHI

Yamanashi Fruit Experiment Station, Ezohara, Yamanashi 405-0043, Japan

Summary

We investigated the influence of different streptomycin treatment times and methods on the seedless rate and fruit quality in 'Kyoho,' 'Shine Muscat,' and 'Fujiminori' grapes.

1. The seedless rate is highest with treatment from 13 to 21 days before full bloom and within the range of pesticide registration; 14 days before full bloom is most effective.
2. There is no difference in the seedless effect between the dipping treatment and spraying treatment. In the case of spraying, the effect decreases unless SM adheres to the flower cluster.
3. No effect is observed on fruit quality with SM treatment.