カンキツの緑かび病及び青かび病の発病防止に及ぼす ソルビン酸カリとチアベンダゾール混用の効果¹

北川 博 敏・谷 利 一

香川大学農学部 761-07 香川県木田郡三木町池戸

Effect of Potassium Sorbate and Thiabendazole Mixture on the Control of Green and Blue Molds of Citrus Fruit.

Hirotoishi KITAGAWA and Toshikazu TANI

Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki, Kagawa 761-07

Summary

1. Potassium sorbate applied at 20,000 ppm effectively controlled green and blue molds (*Penicillium digitatum* Saccardo and *P. italicum* Wehmer) inoculated artificially to satsuma mandarin, and was comparable to TBZ at 1,000 ppm. Lower concentrations of sorbate were less effective.

2. When potassium sorbate was applied in combination with TBZ, the effectiveness was synergistically increased. For example, 500 ppm TBZ+1,000 ppm potassium sorbate was as effective as 1,000 ppm TBZ.

3. The synergistic effects of TBZ+potassium sorbate were also observed in retarding the growth of both green and blue molds in agar culture.

緒 言

カンキツ果実の流通・貯蔵中の病害を防除する保存剤は、古くから世界各国で使用されている。そして、国によって許可されている種類と使用限度は異なるが、多くの国でジフェニル、オルトフェニルフェノール (OPP) およびそのナトリウム塩 (SOPP)、チアベンダゾール (TBZ)、2-アミノブタン (2-AB)、ペノミル、イマザリルなどの使用が許可され、収穫後選果場で処理されている(7,15)。

これに対し、日本では収穫前にペノミルなどの農薬を散布することは普及したが、収穫後に保存剤で処理することはほとんど行われなかった。その上、我が国では保存剤は食品衛生法の適用を受け、食品添加物とみなされるので、許可に当たって安全性の審査が極めて厳しい。そして、1971年にジフェニルがレモン、グレープフルーツ、オレンジ類に許可されたほかは世界各国で使用されている保存剤が使用できず、しばしば非関税障壁として国際間の問題となった(5,6)。

そこで、我が国に多量のカンキツを輸出しているアメリカは輸送中の腐敗を少なくするため、強く日本政府に保存剤の使用許可を迫った。その結果、1977年に OPP、

SOPP、1978年に TBZ がカンキツ類に許可された(6)。

我が国で保存剤の使用が少ないのは、果実を丁寧に扱うことや、輸送距離が短いこともあるが、保存剤についての研究が少なく、日本のカンキツ業界がその有効性を知らなかったことが大きな理由であったと思われる。また、OPP、SOPP や TBZ が許可された後、その有効性を知っても、消費者の非難を恐れて使用に踏み切れなかったことも事実である。

著者の一人北川は、安全性の判断は国などの機関に任せ、日本のカンキツの腐敗防止に効果が大きい上、ハッサクのこはん症防止にも有効な TBZ は必要に応じて使用すべきことを主張してきた(7,9,15)。しかし、最近 SOPP は発がん作用があるとがん学会で報告されたと報道されており、より安全な保存剤の開発が望ましいことはいうまでもない。

1978年、Smoot and McCornack は、ソルビン酸カリがカンキツ類の腐敗防止に効果のあることを発表した(14)。ソルビン酸カリはわが国でも多くの食品に許可されている極めて安全性の高い合成保存料である。

そこで、我が国のカンキツの最も重要な病害である緑かび病、青かび病に対するソルビン酸カリの効果の程度を接種試験と培地試験で調査したところ、ソルビン酸カ

¹ 1983年12月17日 受理

Fig.1. Effect of potassium sorbate on the control of green mold (Inoculation test).

Fig.3. Effect of potassium sorbate and TBZ mixture on the control of green mold (Inoculation test).

Fig.2. Effect of potassium sorbate on the control of blue mold (Inoculation test).

Fig.4. Effect of potassium sorbate and TBZ mixture on the control of blue mold (Inoculation test).

リ単独ではさほど効果はないが、TBZ と併用 すると 大きな効果を示す結果を得たので報告する。

材料及び方法

実験は1980—1981年に緑かび病菌 (*Penicillium digitatum* Saccardo) と青かび病菌 (*P. italicum* Wehmer) を用いて行なった。両菌とも、香川県のミカン産地で採取したものである。

果実への接種実験は、香川大学附属農場で収穫したウンシュウミカンを用い、太さ 1.5mm の針で深さ 2.5mm の傷を 1 個当たり 4 か所つけ、果実上に生じた胞子の懸濁液に浸して接種した。接種の前に、胞子の濃度を血球計で測定し、 $4 \sim 5 \times 10^5$ /ml に調整した。果実は接種後約 3 時間乾燥させた後、各濃度の処理液に浸漬し、乾燥後穴あきポリエチレン袋に入れ 25°C に保ち、24 時間ごとに傷当りの発病率を調査した。なお、1 処理に 10 個の果実を使用した。

培地上での試験は 1 区 5 枚のシャーレに各濃度の TBZ、ソルビン酸カリを加えたジャガイモ・寒天培地に

菌叢先端部の菌糸切片を植えつけて 25°C に保ち、4 日後に菌叢の直径を測定し、対照区の直径の大きさの比で生長阻止率 (Inhibition rate) を求めた。なお、培地上の試験に用いた菌株は、接種試験に用いたものとは異なる果実から分離したものである。

結 果

接種試験

ウンシュウミカンに緑かび及び青かび病菌を接種した後、ソルビン酸カリの 1,000, 5,000, 10,000, 20,000ppm で処理し、TBZ 1,000 ppm と発病率を比較した結果は第 1 図の通りである。これによると、ソルビン酸カリは緑かび、青かびの発病を抑える効果はあるが、TBZ に比べると弱く、TBZ 1,000 ppm と同じ効果を得るには 20,000 ppm 程度の濃度が必要であった (第 1, 2 図)。

次いで、TBZ にソルビン酸カリを混ぜたものについて検討したところ、効果が著しく増大することがわかった。例えば、TBZ 500 ppm にソルビン酸カリ 1,000 ppm を混ぜると、TBZ 1,000 ppm と同じほどの効果となっ

Fig. 5. Effect of TBZ on the control of green and blue molds (Agar culture test).

Fig. 6. Effect of TBZ on the control of green and blue molds (Agar culture test).

た (第3, 4図)。

培地上の試験

まず、緑かび及び青かび病菌に対する TBZ の中央有効量 (ED_{50}) を求めるため、TBZ 0.5, 1, 2, 4 ppm を含む培地上で緑かび、青かび病菌を培養したところ、緑かび病菌は 1 ppm で生長がほとんど阻止され、この緑かび病菌に対する TBZ の ED_{50} は約 0.6 ppm であった。一方、青かび病菌では 4 ppm でもわずかしこ抑えられなかった (第5図)。

そこで、TBZ を 2.5, 5, 10, 20, 30, 40 ppm を含む培地で両菌を培養したところ、青かび病菌の ED_{50} は約 12 ppm であった (第6図)。

次に、ソルビン酸カリを 50, 100, 250, 500, 1,000 ppm を含む培地と、それぞれの濃度のソルビン酸カリに 0.6

Fig. 7. Effect of potassium sorbate and TBZ mixture on the control of green mold (Agar culture test).

Fig. 8. Effect of potassium sorbate and TBZ mixture on the control of blue mold (Agar culture test).

ppm の TBZ を加えた培地で、この緑かび病菌を培養した結果は第7図に示したようになった。

すなわち、ソルビン酸カリだけでは、1,000 ppm ではじめて菌の生長を完全に阻止したが、0.6 ppm の TBZ を加えたものは効果が大きく、50 ppm で完全に生長を抑えた (第7図)。

一方、青かび病菌に対しても 12 ppm の TBZ をソルビン酸カリに加えると、ソルビン酸カリあるいは TBZ 単独より効果が大きくなることが認められた (第8図)。

考 察

TBZ をカンキツ果実に水懸濁液で処理する場合は、通常 1,000 ppm が使用される (15)。そこで、ウンシュ

ウミカンを用いた接種試験で緑かび病に対するソルビン酸カリの腐敗防止効果を比較したところ、TBZ 1,000 ppm と同程度の効果を得るためにはソルビン酸カリ 20,000 ppm が必要であった。

Smoot and McCornack (14) もフロリダ産のマングリン、オレンジ、グレープフルーツにソルビン酸カリを処理し、20,000 ppm で効果があったと報告している。

次いで、たまたまソルビン酸カリに TBZ を混ぜて処理したところ、相乗的に効果が大きくなった。例えば、TBZ 500 ppm にソルビン酸カリの 1,000 ppm を混ぜたものは、TBZ の 1,000 ppm とほぼ同じ効果があった(第3, 4図)。

このソルビン酸カリと TBZ の相乗効果を確かめるために培地上で試験を行ない、中央有効量の TBZ にソルビン酸カリを加えると、いずれの場合も病菌の生長抑制効果が増大した(第7, 8図)。

ここで使用した菌は、香川県のミカン園で採集したものであるが、緑かび病菌は TBZ 2 ppm で完全に生長が抑えられているのに、青かび病菌は 30 ppm にならないと完全には抑えられない(第5, 6図)。McDonald ら(11)は 4 ppm の TBZ を含む培地上で生長する菌を耐性菌としていることから考えて、この青かび病菌は TBZ の耐性菌ということが出来る。

我が国では TBZ は多量に使用されていないが、よく似た構造のペルミルやチオファネートメチルなどベンズイミダゾール系農薬が果樹園で散布されているため、これらの薬剤に耐性が生じ、それが TBZ にも耐性を示すようになったと思われる。我が国で、ペノミルやチオファネートメチルの耐性菌が生じていることは倉本(10)が報告しており、また、ペノミルと TBZ は構造が似ているため、交叉耐性を示すこともよく知られている(1, 2, 3, 10)。

本研究で、この青かび病菌に対し、TBZ とソルビン酸カリを混ぜると生長を抑制する効果が大きくなったことは、TBZ とソルビン酸カリの相乗効果が TBZ の耐性菌に対してもみられることを示している。

Nelson ら(12)も、カリフォルニア産のレモン及びグレープフルーツでソルビン酸カリと TBZ を併用すると TBZ に耐性を示す緑かび病菌に効果が大きかったことを報告している。

したがって、ソルビン酸カリを TBZ に併用することは、TBZ の実用的な使用濃度を低くし、薬剤の価格を引き下げただけではなく、世界的に大きな問題になっているペノミルや TBZ に対する耐性菌を防除する効果が大きいと思われる。

また、Smoot and McCornack(14)によると、ソルビン酸カリは緑かび病や青かび病だけではなく、軸ぐされ病、炭そ病、白かび病などにもある程度の効果がある。したがって、TBZ にソルビン酸を加えて処理することは、全体の腐敗を少なくする上にも有効であろう。

ソルビン酸カリを実用的に用いる場合は、TBZ とともにワックスに混入して処理するのが最も簡単である。そのワックスの開発、実用的な濃度及び処理方法については今後検討が必要である。

なお、ソルビン酸カリは我が国の食品衛生法に基づく食品・食品添加物等の規格基準で、魚肉ねり製品、鯨肉製品、食肉製品、うに、チーズ、いかくん製品、たこくん製品、魚介乾燥品、フラワーペースト、煮豆、あん類、つくだ煮、みそ、たくわん類、かす漬、こうじ漬、しょう油漬、みそ漬の漬物、ジャム、ケチャップ、干しすもも、酢づけの漬物、甘酒、はっ酵乳、果実酒、雑酒、乳酸菌飲料に使用が許可されているが、カンキツには許可されていない(13)。したがって、カンキツに使用するためには規格基準の改正が必要である。

摘 要

1. ウンシュウミカンを用いた接種試験で緑かび及び青かび病菌に対するソルビン酸カリの効果を調査したところ、TBZ 1,000 ppm と同一程度の効果を得るためには、20,000 ppm が必要であった。

2. ソルビン酸カリを TBZ とともに処理すると効果が増大し、TBZ 500 ppm にソルビン酸カリ 1,000 ppm を加えたものは TBZ 1,000 ppm と同じ程度の効果を示した。

3. ソルビン酸カリと TBZ の相乗的な効果は培地試験によっても確かめられた。

謝 辞 本研究の実施に当たり、御助言を賜ったアメリカ農務省園芸研究所の Smoot 博士並に実験に協力された専攻生宮崎尊文君(現在香川県庁勤務)に御礼を申し上げます。

引用文献

1. DAWSON, A. I. 1981. Significance of fungicide resistance for packinghouse management in Arizona and California. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2: 787—788.
2. ECKERT, J. W., B. F. BRETSCHNEIDER, and M. RATNAYAKE. 1981. Investigation on new post-harvest fungicides for citrus fruits in California. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2: 804—810.
3. KAPLAN, H. J., B. A. DAVE, and J. F. PETRIE. 1981. Tolerance of citrus pathogenes to current packinghouse treatment. Proc. Int.

- Soc. Citriculture. 2 : 788—791.
4. HOUCK, L. G. 1977. Problems of resistance to citrus fungicides. Proc. Int. Soc. Citriculture 1 : 263—269.
 5. KITAGAWA, H. 1976. Food additive laws in Japan. Citrus Ind. May 29—30.
 6. 北川博敏. 1979. アメリカのカンキツ攻勢の背景と問題点. 農業と経済. 45(7) : 51—61.
 7. 北川博敏. 1979. 柑橘の貯蔵・輸送における保存剤とその効果[1] [2]. 農及園. 54 : 1121—1127, 1254—1260.
 8. 北川博敏. 1982. 柑橘の保存剤. 果実日本 35(12) : 12—13.
 9. 北川博敏. 1983. 世界の青果物流通事情. 農産物流通技研報. 40 : 2—8.
 10. 倉本 孟. 1981. カンキツ青かび病菌と緑かび病菌の薬剤耐性とその対応. 果樹試報告. B. 8 : 69—138.
 11. McDONALD, R. E., L. A. RISSE and B. M. HIL-LEBRAND. 1979. Resistance to thiabendazole and benomyl of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* isolated from citrus fruit from several countries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 333—335.
 12. NELSON, P. M., R. W. WHEELER and P. D. McDONALD. 1981. Potassium sorbate in combination with bezimidazoles reduces resistant *Penicillium digitatum* decay in citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2 : 820—823.
 13. 日本食品衛生学会. 1983. 食品・食品添加物等規格基準. 食衛誌. 24(1) : 87.
 14. SMOOR, J. J. and MCCORNACK, A. A. 1978. The use of potassium sorbate for citrus decay control. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91 : 119—122.
 15. 樽谷隆之・北川博敏. 1982. 園芸食品の流通・貯蔵・加工. p. 74—80. 養賢堂.