

G.C. PRATELLA - G. BIONDI - S. BRIGATI

CRIOF, Università di Bologna

NUOVE PROSPETTIVE DELLA LOTTA ANTIPENICILLIUM DEGLI AGRUMI (\*)

Com'è noto la problematica della conservazione e della distribuzione commerciale degli agrumi è da qualche tempo a questa parte, fonte di particolari preoccupazioni a causa dell'incidenza sempre più larga delle alterazioni determinate dai Penicilli.

Per il vero la lotta antipenicillium sembrò, oltre un decennio fa (Pratella e Tonini, 1966), risolta con l'individuazione del Tiabendazolo (T.B.Z.) e, successivamente, di altri fungicidi attivi quali il Benomyl e il Metiltiofanate. Tuttavia a seguito di riscontri a livello commerciale e sperimentale (Pratella e Tonini, 1976; Tonini, Lanza e Cimino, 1977), è stata rilevata, anche nel nostro Paese, la selezione di ceppi fungini resistenti all'azione di questi principi benzimidazolici. Da ciò la attuale situazione di preoccupazione e la necessità di individuare nuovi principi antipenicillium. A questo proposito recenti indagini (Harding, 1976; Kuramoto e altri, 1976; Biondi e Brigati, 1977; Di Martino, Lanza e Vasile, 1978; Laville, 1978; Biondi, Brigati e Foschi, 1979) hanno posto in evidenza l'interessante attività dell'Imazalil e del Guazatine. Oltre a ciò, altri prodotti, quali il Sisthane (RH2161) e l'Iprodione sono stati, in questo senso, recentemente sperimentati (Hartil e altri, 1977).

Il significato del presente lavoro è quindi quello di approfondire, partendo dall'attuale stato di conoscenza, le caratteristiche di tali principi attivi. Più precisamente, tramite una serie di prove articolate, si è inteso verificare ed individuare:  
- per l'Imazalil e il Guazatine, l'attività preventiva, curativa e la persistenza;

(\*Ricerca eseguita nell'ambito del Progetto Finalizzato Containers. "

- per l'Iprodione, il Dithianon semplice o miscelato con l'Imazalil, il Notar, il Sisthane (RH2161), il Benzoxazolil e lo S.L.J. O312, l'attività preventiva.

Le prove sono state condotte su arance "Sanguinello", "Tarocco", "Ovale" e su limoni "Femminello".

#### MATERIALI E METODI

I frutti sono stati inoculati artificialmente con sospensione conidica ( $\approx 60$  conidi per campo microscopico a 400x). Dopo la inoculazione e/o il trattamento i frutti furono posti in ambiente climatizzato (20°C. e 98% u.r.) per l'incubazione; essa durò un tempo variabile (6-14 giorni) sufficiente ad ottenere una elevata incidenza di marciume nel testimone non trattato.

I trattamenti anticrittogamici sono stati eseguiti mediante immersione dei frutti in sospensione acquosa per 20 secondi; ad eccezione delle prove di persistenza e di efficacia curativa, i trattamenti furono effettuati appena i frutti inoculati risultavano asciutti.

Nella prova di persistenza, l'inoculazione è stata eseguita in tempi successivi, dopo il trattamento; più precisamente i frutti trattati dopo la asciugatura (2 ore circa) vennero conservati a 7-8°C., tranne una tesi che fu inoculata e posta in incubazione. Le altre tesi furono inoculate, rispettivamente, dopo 15, 30, 45 e 60 giorni di conservazione.

Nella prova sull'efficacia curativa, i trattamenti vennero eseguiti in tempi successivi e precisamente dopo 2, 24 e 48 ore dalla inoculazione.

In tutte le prove sono state utilizzate tesi di n. 30 frutti suddivisi in 3 ripetizioni.

#### RISULTATI

##### a) Guazatine (Tabb. 1-2-3)

Le caratteristiche del Guazatine, impiegato alla dose dello

0,1% di p.a., si possono così riassumere:

- l'attività preventiva è risultata maggiore sul P. digitatum (riduzione dell'incidenza = 88%) rispetto al P. italicum (riduzione del 65%);

Tab. 1 - Efficacia preventiva del Guazatine su arance "Sanguinello" inoculate con P. digitatum e P. italicum (incubazione 7 gg. a 20°C.).

| TESI | INOCULAZIONE | TRATTAMENTO<br>(0,1% p.a.) | ATTECCHIMENTO<br>(%) | RIDUZ. (%)<br>ATTECCH. * |
|------|--------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|
| A    | P. digitatum | testimone                  | 34,6                 | —                        |
| B    | " "          | trattato                   | 4,1                  | 88                       |
| C    | P. italicum  | testimone                  | 57,1                 | —                        |
| D    | " "          | trattato                   | 20,0                 | 65                       |

Risultati significativi (P=0,05).

(\*) applicata la formula:  $100 - \frac{\% \text{ attecchimento trattato}}{\% \text{ attecchimento testimone}} \times 100$

Tab. 2 - Persistenza del Guazatine su arance "Tarocco" inoculate con P. digitatum in tempi successivi dal trattamento (conservazione a 8°C., incubazione 8 gg. a 20°C.).

| TESI | INOCULAZIONE<br>DAL TRATTAMENTO | TRATTAMENTO<br>(0,1% p.a.) | ATTECCHIMENTO<br>(%) | RIDUZ. (%)<br>ATTECCH. |
|------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|
| A    | 2 ore dopo                      | testimone                  | 21,1                 | —                      |
| B    | " " "                           | trattato                   | 2,2                  | 89                     |
| C    | 15 gg. "                        | testimone                  | 41,1                 | —                      |
| D    | " " "                           | trattato                   | 6,6                  | 84                     |
| E    | 30 " "                          | testimone                  | 45,5                 | —                      |
| F    | " " "                           | trattato                   | 7,7                  | 83                     |
| G    | 45 " "                          | testimone                  | 43,3                 | —                      |
| H    | " " "                           | trattato                   | 11,1                 | 74                     |
| I    | 60 " "                          | testimone                  | 78,5                 | —                      |
| L    | " " "                           | trattato                   | 22,5                 | 71                     |

A-I; D-F

I confronti indicati non sono significativi (P=0,05).

- la persistenza del prodotto è buona in quanto l'attività è diminuita del 18%, dopo 60 giorni di intervallo tra il trattamento e l'inoculazione del P. digitatum;
- anche l'attività curativa si può considerare buona poichè il trattamento eseguito dopo 48 ore dall'inoculazione ha ridotto l'incidenza del marciume del 55%.

Tab. 3 - Efficacia curativa del Guazatine su arance "Sanguinello" inoculate con P. digitatum e trattate in tempi successivi dalla inoculazione (incubazione 7 gg. a 20°C.).

| TESI | INOCULAZIONE<br>DAL TRATTAMENTO | TRATTAMENTO<br>(0,1% p.a.) | ATTECCHIMENTO<br>(%) | RIDUZ. (%)<br>ATTECCH. |
|------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|
| A    | 2 ore prima                     | testimone                  | 72,0                 | —                      |
| B    | " " "                           | trattato                   | 11,0                 | 85                     |
| C    | 24 " "                          | testimone                  | 78,0                 | —                      |
| D    | " " "                           | trattato                   | 20,0                 | 74                     |
| E    | 48 " "                          | testimone                  | 73,0                 | —                      |
| F    | " " "                           | trattato                   | 33,0                 | 55                     |

A-E = confronto non significativo (P=0,05).

b) Imazalil (Tabb. 4-5-6)

Le sue caratteristiche, alla dose dello 0,1% di p.a. di pos sono così sintetizzare:

Tab. 4 - Efficacia preventiva dell'Imazalil su arance "Sanguinello" inoculate con P. digitatum e P. italicum (Incubazione a 20°C.).

| TESI | INOCULAZIONE        | TRATTAMENTO<br>(0,1% p.a.) | ATTECCHIMENTO (%) |             |                |             |
|------|---------------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|      |                     |                            | DOPO<br>10 gg.    | RID.<br>(%) | DOPO<br>14 gg. | RID.<br>(%) |
| A    | <u>P. digitatum</u> | testimone                  | 42,2              | —           | 60,2           | —           |
| B    | " "                 | trattato                   | 0,0               | 100         | 5,6            | 91          |
| C    | <u>P. italicum</u>  | testimone                  | 28,1              | —           | 48,4           | —           |
| D    | " "                 | trattato                   | 1,2               | 96          | 3,7            | 92          |

B-D = confronto non significativo (P=0,05).

- nella lotta preventiva l'Imazalil riduce di oltre il 90% l'infezione delle due specie fungine saggiate;
- la persistenza è ottima, mantenendo una riduzione del marciume pari all'87% con inoculazione eseguita dopo 45 giorni dal trattamento;

Tab. 5 - Persistenza dell'Imazalil su arance "Sanguinello" inoculate con *P. digitatum* in tempi successivi dal trattamento (con servazione a 7°C., incubazione 10 gg. a 20°C.).

| TESI | INOCULAZIONE<br>DAL TRATTAMENTO | TRATTAMENTO<br>(0,1% p.a.) | ATTECCHIMENTO<br>(%) | RIDUZ (%)<br>ATTECCH. |
|------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|
| A    | 2 ore dopo                      | testimone                  | 51,7                 | --                    |
| B    | " " "                           | trattato                   | 1,7                  | 97                    |
| C    | 15 gg. "                        | testimone                  | 73,3                 | --                    |
| D    | " " "                           | trattato                   | 6,7                  | 91                    |
| E    | 30 " "                          | testimone                  | 86,6                 | --                    |
| F    | " " "                           | trattato                   | 10,0                 | 88                    |
| G    | 45 " "                          | testimone                  | 78,0                 | --                    |
| H    | " " "                           | trattato                   | 10,3                 | 87                    |

F-H = confronto non significativo (P=0,05).

Tab. 6 - Efficacia curativa dell'Imazalil su arance "Sanguinello" inoculate con *P. digitatum* e trattate in tempi successivi dall'inoculazione (incubazione 14 gg. a 20°C.).

| TESI | INOCULAZIONE<br>DAL TRATTAMENTO | TRATTAMENTO<br>(0,1% p.a.) | ATTECCHIMENTO<br>(%) | RIDUZ. (%)<br>ATTECCH. |
|------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|
| A    | 2 ore prima                     | testimone                  | 67,7                 | --                     |
| B    | " " "                           | trattato                   | 1,1                  | 98                     |
| C    | 24 " "                          | testimone                  | 64,4                 | --                     |
| D    | " " "                           | trattato                   | 0,0                  | 100                    |
| E    | 48 " "                          | testimone                  | 77,8                 | --                     |
| F    | " " "                           | trattato                   | 1,1                  | 99                     |

B-D; B-F; D-F

I confronti indicati non sono significativi (P=0,05).

- anche l'efficacia curativa è ottima, in considerazione che la sua attività non diminuisce anche dopo 48 ore dalla inoculazione.

c) Confronto Imazalil e altri prodotti (Tabb. 7-8)

Per quanto riguarda la ricerca di altri nuovi principi attivi efficaci contro i penicilli degli agrumi, sono stati provati: l'Iprodione, il Dithianon, anche miscelato con l'Imazalil, il Notar, il Benzoxazolil, lo S.L.J. 0312, il Sisthane.

Tab. 7 - Incidenza di P. digitatum su limoni "Femminello" feriti, dopo 6 giorni a 20°C.

| TESI | TRATTAMENTO    | DOSE (% p.a.) | ATTECCHIMENTO (%) |
|------|----------------|---------------|-------------------|
| A    | Testimone      | --            | 97,5              |
| B    | Iprodione      | 0,2           | 76,0              |
| C    | Imazalil       | 0,2           | 0,5               |
| D    | Imazalil+Dith. | 0,2           | 6,5               |
| E    | Dithianon      | 0,2           | 82,5              |
| F    | Notar          | 0,2           | 65,5              |
| G    | Benzoxazolil   | 0,2           | 14,0              |
| H    | S.L.J. 0312    | 0,2           | 89,5              |

Risultati significativi (P=0,05).

Tab. 8 - Incidenza di P. digitatum su arance "Ovale" ferite, dopo 6 giorni a 20°C.

| TESI | TRATTAMENTO  | DOSE (% p.a.) | ATTECCHIMENTO (%) |
|------|--------------|---------------|-------------------|
| A    | Testimone    | --            | 58,3              |
| B    | Imazalil     | 0,2           | 0,0               |
| C    | Benzoxazolil | 0,1           | 12,9              |
| D    | "            | 0,2           | 2,2               |
| E    | Sisthane     | 0,1           | 0,0               |
| F    | "            | 0,2           | 1,1               |

B-E; B-F; D-F; E-F

I confronti indicati non sono significativi (P=0,05).

Fra questi prodotti solo il Sisthane e il Benzoxazolil, anche se richiedono ulteriori approfondimenti sperimentali, hanno manifestato una attività interessante.

#### CONCLUSIONI

Dall'indagine condotta si può affermare che sia l'Imazalil che il Guazatine presentano singolari caratteristiche antipenicillium in riferimento alla attività preventiva, (riduzione del 91-88% dell'infezione), curativa (riduzione della efficacia del 11% per il Guazatine e dello 0% per l'Imazalil dopo 24 ore dall'inoculazione) ed alla persistenza (l'efficacia si riduce del 6% per il Guazatine e del 9% per l'Imazalil dopo 30 gg. dal trattamento). Il Guazatine, a differenza dell'Imazalil, sembra manifestare una efficacia selettiva in rapporto alle due specie di Penicilli (meno attivo verso il P. italicum).

Sono stati individuati nel Benzoxazolil e nel Sisthane due nuovi principi attivi efficaci nella lotta preventiva contro i penicilli degli agrumi.

#### RIASSUNTO

Note l'efficacia preventiva e le dosi d'impiego del Guazatine e dell'Imazalil nella lotta postraccolta antipenicillium degli agrumi, sono state studiate, separatamente, le loro attività sulle due specie di P. digitatum e italicum, la persistenza e l'attività curativa dei due prodotti; i risultati sono stati positivi per entrambi. L'Imazalil, comunque, ha dimostrato maggiori garanzie di successo. Sono stati individuati altri due nuovi principi attivi efficaci nella lotta preventiva antipenicillium: il Benzoxazolil ed il Sisthane.

#### SUMMARY

Having ascertained the preventive effectiveness of Guazatine and Imazalil and their doses of use in the citrus post-harvest penicillium control, the action of the two above-mentioned pro-

ducts was tested on the two species of P. digitatum and italicum separately; their persistence and curative action were studied too. Results were favourable in both cases. Imazalil, anyway, proved to provide more guarantees of success. Two more new active substance that are effective in the preventive penicillium fight, a.i. Benzoxazolil and Sisthane, were identified.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) DI MARTINO E., LANZA G., VASILE A. (1978). Imazalil in prove preliminari contro il marciume dei frutti di agrumi. Atti del Convegno "Giornate fitopatologiche", 399-406.
- 2) BIONDI G., BRIGATI S. (1978). Esiti sperimentali sulla lotta antimarciume postraccolta. Trasportare e distribuire, 8, 10, 12-23.
- 3) BIONDI G., BRIGATI S., FOSCHI F. (1979). Penicillium control in citrus fruits after harvesting. Atti "XV Convegno internazionale del freddo", C2, 128, 1-9.
- 4) HARDING P.R. (1976). A new imidazole derivative effective against postharvest decay of citrus by molds resistant to thiabendazole, benomyl and 2-aminobutane. Plant Disease Reporter, 60, 8, 643-646.
- 5) HARTILL W.F.T., CANTER-VISSCHER T.W., SUTTON P.G. (1977). An alternative fungicide to benomyl for the control of green mould in citrus; N.Z. Journal of Experimental Agriculture, 5, 291-292.
- 6) LAVILLE E. (1978). Etude des traitements fungicides appliqués aux agrumes après récolte. Fruits, 33, 101.
- 7) KURAMOTO T., YAMADA S. (1976). A new experimental fungicide for the control of Satsuma mandarin postharvest decays. Plant Disease Reporter, 60, 10, 809-812.
- 8) PRATELLA G.C., TONINI G. (1966). Il Tiabendazolo, nuovo principio anticrittogamico per la prevenzione dei marciumi da Penicillium sp.. Conferenza nazionale ortofrutticoltura, Verona, A.N.A.
- 9) PRATELLA G.C., TONINI G. (1976). La lotta postraccolta anti-penicillium è ritornata sulla linea di partenza?. Notiziario del Criofo, 2, 4-6.
- 10) TONINI G., LANZA G., CIMINO A. (1977). Situazione della lotta antipenicillium sugli agrumi. Notiziario del Criofo, 2, 1-5.