

EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA NO CONTRÔLE DA PODRIDÃO AZUL DOS FRUTOS CÍTRICOS

J. JÚLIO DA PONTE

Escola de Agronomia, Univ. Federal do Ceará — Fortaleza

JACIRO SOAVE

Instituto Agronômico — Campinas, SP.

CLÉLIO SALGADO e PAULO DE C. T. DE CARVALHO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Universidade de S. Paulo — Piracicaba

INTRODUÇÃO

A julgar pelos resultados de inúmeros trabalhos experimentais, desenvolvidos no curso dos dez últimos anos, são amplamente promissoras as possibilidades do emprêgo da energia nuclear na agricultura, máxime na conservação de alimentos.

A radiação gama, por exemplo, tem sido usada, com sucesso, no contrôle das podridões que afetam os frutos cítricos em fase de armazenamento ou trânsito. BERAHA et al. (1959) e KAHAN & MONSELISE (1963), usando-a na dosagem de 100 krads, observaram, em frutos cítricos previamente inoculados com diferentes fungos patogênicos, um significativo prolongamento do período de incubação da doença.

Mais tarde, SOMMER et al. (1967) verificaram que a radiosensibilidade dos patógenos de frutos armazenados aumentava, consideravelmente, quando a irradiação era precedida do tratamento pelo calor úmido. Este efeito sinérgico, ao tempo em que permite uma redução da dose de radiação requerida para o contrôle, diminui, na mesma medida, as possibilidades de prejuízos induzidos aos frutos pelas dosagens maiores.

A propósito, BARKAI-GOLAN et al. (1968), objetivando a inativação de *Penicillium digitatum* Sacc. em laranjas e grapefruits, concluíram que os efeitos controladores da dosagem de 100 krads, em tratamento combinado com a imersão dos frutos — durante 3 e 5 minutos — em água a 52°C, foram inferiores aos excelentes resultados proporcionados pela dosagem de 50 krads, em idênticas combinações com o calor úmido.

No presente trabalho, estudamos os efeitos dos raios gama (50 krads), em tratamento isolado ou combinado com o calor úmido (52°C/5 minutos), no controle da Podridão Azul — *Penicillium italicum* Wehmer — em laranja doce Pêra e nas qualidades químicas dos frutos.

MATERIAL E MÉTODO

Neste trabalho, estabelecemos dois experimentos: no primeiro, os frutos foram submetidos às condições mais favoráveis à manifestação da doença; no segundo — objetivando, sobretudo, a observação dos possíveis danos impostos pela irradiação às qualidades do fruto — as condições foram bem menos rigorosas, semelhantes, por sinal, àquelas estabelecidas nos ensaios de BARKAI-GOLAN et al. (1968).

Experimento I — Usamos laranjas Pêra, adquiridas no comércio. O ensaio constou de quatro tratamentos, assim caracterizados:

- A — frutos não tratados (testemunha);
- B — tratamento com calor úmido (52° C/5 minutos);
- C — tratamento com radiação gama (50 krads);
- D — tratamento combinado, calor + radiação.

As laranjas selecionadas para o ensaio, em número de 16 por tratamento, foram desinfetadas, antes da inoculação do patógeno, com álcool etílico a 96°.

A partir de culturas puras de *P. italicum*, desenvolvidas em batata-dextrose-ágar, preparamos, em água esterilizada, uma suspensão concentrada de esporos (10⁷ conídios/ml).

Com auxílio de uma seringa hipodérmica, injetamos, duas vezes em cada fruto (em pontos lateralmente opostos), uma quantidade de 0,2ml da suspensão, aplicada a uma profundidade de 2mm.

Entre a inoculação e o tratamento pelo calor observou-se um intervalo de quatro horas; os frutos, frouxamente dispostos em uma cesta perfurada, foram imersos em água quente (52°C), durante 5 minutos.

A irradiação dos frutos, em bomba de Cobalto (Co⁶⁰), processou-se 4-5 horas após a inoculação, salvo para o caso específico do tratamento combinado, quando se seguiu ao tratamento com água quente (2-3 horas após este). A irradiação em apreço teve lugar nas instalações do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba, São Paulo.

De imediato à aplicação dos respectivos tratamentos, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos à temperatura ambiente, a qual variou, no curso do experimento, entre 22°-28°C (extremos incluídos). A fim de propiciar uma condição de umidade mais favorável à infecção, colocamos, no interior de cada saco, um chumaço de algodão embebido em água.

O experimento prolongou-se por 18 dias. As observações foram intercaladas de três dias, eliminando-se, em tais oportunidades, os frutos já apodrecidos.

Experimento II — Três tratamentos, apenas, foram estabelecidos:

- X — frutos inoculados e não tratados;
- Y — frutos inoculados e irradiados (50 krads);
- Z — frutos não inoculados e não tratados.

Além do mais, este experimento diferiu do anterior nos seguintes detalhes: suspensão menos concentrada de esporos (10⁴/ml); uma única inoculação por fruto, injetando-se, no caso, 0,1ml da suspensão; as laranjas, após a aplicação dos tratamentos, foram mantidas em câmara fria (15° C) e, por fim, não

se incluiu algodão umedecido no interior dos sacos plásticos reservados ao acondicionamento das laranjas.

Nos frutos que constituíram o tratamento Z, injetou-se água estéril (0,1ml) em vez de esporos. Este tratamento foi admitido, no experimento, a fim de permitir, em confronto com os frutos irradiados, uma avaliação das possíveis alterações das qualidades do fruto, em decorrência dos efeitos das radiações. Neste sentido, determinamos, ao final do experimento (18 dias), acidez, sólidos solúveis e teor de vitamina C inerentes aos frutos tratados e não tratados pelos raios gama.

A determinação de vitamina C fundamentou-se, em linhas gerais, no procedimento proposto por LEME JR. & MALAVOLTA (1950).

Neste experimento, a influência no controle da doença foi aferida pela comparação dos tratamentos X e Y.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do primeiro experimento estão expostos na tabela I e no gráfico que ilustra o presente trabalho.

Levando em conta as condições rigorosas então estabelecidas, o controle exercido pela radiação pode ser considerado eficiente, prolongando, razoavelmente, o período de incubação da doença. Todavia, contrariando observações de outros autores, não se manifestou, aqui, o efeito sinérgico calor-radiação. O calor úmido, isoladamente, ofereceu resultados pouco vantajosos.

No segundo experimento, conduzido à temperatura de 15°C, confirmou-se a eficiência da irradiação, pôsto que, ao fim de 18 dias, apenas 25% dos frutos tratados exibiam sintomas (pouco pronunciados) da enfermidade, enquanto tôdas as laranjas não irradiadas mostravam-se rigorosamente afetadas.

Este último experimento indicou, ademais, que a irradiação não alterou a acidez e o brix, reduzindo, contudo, o teor de vitamina C. Os dados alinhados na tabela II assim o confirmam.

CONCLUSÕES

1. Os raios gama (dosagem 50 krads), mesmo sob condições amplamente favoráveis à doença, propiciaram um controle satisfatório da Podridão Azul em frutos de laranjeira doce var. Pêra;

2. Menor eficiência demonstrou o tratamento com calor (imersão em água a 52°C, por 5 minutos), de uso corrente em muitos países citricultores;

3. A combinação destes dois tratamentos, contrariando resultados obtidos por outros autores, não trouxe vantagens adicionais. Com efeito, seus resultados foram, inclusive, um pouco inferiores àqueles proporcionados tão somente pelas radiações;

4. A irradiação reduziu, em 12%, o teor de ácido ascórbico. Ácido cítrico e sólidos solúveis não foram, todavia, alterados pelo tratamento.

SUMMARY

"Effect of gamma radiation on control of blue mold of oranges"

The authors studied the effect of gamma radiation (50 krads) and humid heat (52°C for 5 minutes) on the control of *Penicillium italicum* Wehmer, causal agent of orange decay.

Even under conditions favourable to infection, gamma radiation offered a satisfactory control of the disease.

Disease control with humid heat was less effective when compared with gamma radiation.

Association of irradiation and heat did not indicate a synergistic action obtained by other authors. The results obtained were always lower than those obtained when only gamma radiation was used.

Gamma radiation reduced the vitamin C (ascorbic acid) content of the fruit juice by 12%. The pH and Brix of the juice was not affected by irradiation.

AGRADECIMENTOS

Somos reconhecidamente gratos ao CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA (CENA) e, em particular, ao seu estagiário, acadêmico Virgílio Franco do Nascimento Filho, pelas tantas facilidades que permitiram a execução deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- BARKAI-GOLAN, R., R. S. KAHAN & R. PADOVA, 1968 — Combined treatment of gamma radiation and heat for inactivation of *Penicillium digitatum* in stored citrus fruits. The Volcani Institute of Agricultural Research, Rehovot, Prelim. Rep. No. 599: 1-8.

BERAHA, L., B. RAMSEY, M. A. SMITH & W. R. WRIGHT, 1959 — Factors influencing the use of gamma radiation to control decay of lemons and oranges. **Phytopathology** 49: 91-96.

KAHAN, R. S. & S. P. MONSEL ISE, 1963 — The extension of storage life of citrus fruits by irradiation. Israel Atomic Energy Comission, Soreq Research Establishment, Yavne, Nc. IA-808: 1-12.

LEME JR., L. & E. MALAVOLTA, 1950 — Determinação colorimétrica da vitamina C, Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 2 pp. (mimeografado).

SOMMER, N. F., R. J. FORTLAGE, P. M. BUCKLEY & E. C. MAXIE, 1967 — Radiation-heat synergism for inactivation of market disease fungi of stone fruits. **Phytopathology** 57: 428-433.

TABELA I

Efeito da radiação gama (50 krads) e do calor úmido (52° C/5 minutos), em tratamentos isolados ou conjunto, no controle da Podridão Azul — *Penicillium italicum* Wehmer — em laranja doce Pêra (*Citrus sinensis* Osb.). Resultados expressos em percentagem de frutos infetados

Tratamentos	dias após a inoculação					
	3	6	9	12	15	18
A (testemunha)	0	100	—	—	—	—
B (calor úmido)	0	0	25	100	—	—
C (radiação gama)	0	0	0	25	62,50	75
D (calor + radiação)	0	0	25	56,25	68,75	81,25

NUEVOS SERVICIOS DOCUMENTALES

prestados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma (Italia)

El acervo de información técnica, económica y social contenido en unos **25 000 documentos y publicaciones editados** por la FAO desde que fue creada, en 1945, es hoy fácilmente accesible gracias a los servicios prestados por el **Centro de Documentación de la FAO**.

— **Indices publicados** (“Índice corriente”, mensual — desde enero 1967 — e “Índices especiales”, retrospectivos — para el período 1945-66 —). Permiten seleccionar documentos de interés sobre agricultura, pesca, montes, nutrición, economía rural. etc., mediante referencias por materias, autores y títulos.

-- Un servicio de “Preguntas y respuestas” facilita bibliografías expresamente solicitadas sobre una materia concreta.

— Documentos de interés pueden obtenerse en su forma original (impresos o en ciclostilo), o, si estuvieran agotados, como fotocopia o microficha.

— El “Índice corriente” se envía gratis, a petición. Para detalles sobre los demás servicios (índices retrospectivos, “Preguntas y respuestas”, reproducciones), dirigirse por escrito a:

Centro de Documentación
Sede central de la FAO
Via delle Terme di Caracalla
00100, Roma, Italia