

ESSAI DU 2-AMINOBTUTANE
DANS LA LUTTE CONTRE
LA POURRITURE VERTE DES AGRUMES

A. VANDERWEYEN, R. HUET et A. LEDERGERBER

SOMMAIRE

Conclusions

Matériel et méthodes

Résultats

Discussion

Conclusion

Introduction

La pourriture verte des agrumes causée par le champignon *Penicillium digitatum* SACC. provoque, chaque année, de graves dégâts atteignant parfois 40 % de perte, parmi les fruits en cours de conditionnement et de transport.

En 1908, POWELL *et al.* [1] ont montré que le parasite, présent dans tous les vergers, et dont les spores se retrouvent sur les fruits mûrs, ne pouvait contaminer ceux-ci que si l'épiderme en était blessé. Toutefois, malgré de nombreuses précautions, les diverses manipulations exigées pour

l'emballage et l'expédition des fruits, occasionnent toujours des lésions sur un certain nombre de ceux-ci, ouvrant ainsi la voie au champignon. Son développement sur quelques oranges produit une quantité de spores suffisante pour contaminer l'atmosphère d'une station de conditionnement ou d'une cale de navire, à un point tel qu'aucun fruit blessé n'échappera à la maladie.

En conséquence, les méthodes de lutte contre la pourriture verte, pour être complètes, doivent porter sur les trois points suivants :

— protection au champ lors de la cueillette, ainsi que pendant le transport et la manutention, contre toute cause de blessure.

— désinfection superficielle des fruits, après triage et élimination des fruits malades ou blessés.

— désinfection des locaux *.

Le traitement des fruits est rendu indispensable par le fait que, même en prenant le maximum de précautions, on ne pourra jamais garantir l'absence de minuscules lésions de l'épiderme, suffisantes pour permettre l'entrée du parasite. A titre d'exemple, la présence de sable au fond des caisses de cueillette provoquera inévitablement de petites blessures par frottement.

Parmi les produits les plus fréquemment employés pour la désinfection des fruits, citons les solutions de borax, d'acide borique, de sels de cet acide ou de composés organiques du bore. Ces dernières années notamment ont vu la mise au point des albotènes, dont l'activité fongicide est très bonne.

Toutefois, les dérivés du bore semblent actuellement délaissés au profit de formules à base d'orthophénylphénol. C'est ainsi que la plupart des stations américaines et de nombreux conditionneurs marocains utilisent un traitement à l'orthophénylphénate de sodium, tamponné par l'hexamine [3].

Cette méthode, bien connue, donne en général de bons résultats. Elle est cependant soumise à certaines critiques. En effet, un mauvais ajustement du pH du bain de trempage provoquant la libération d'un excès d'orthophénylphénol, à partir de l'orthophénylphénate de sodium, peut provoquer des brûlures de l'écorce [4]. D'autre part, la législation des divers pays importateurs n'est pas unanime pour admettre l'emploi de ce fongicide, et il serait même question de l'interdire pour la désinfection des fruits.

* Ce dernier point sera envisagé dans une étude ultérieure.

En conséquence, le problème actuel consiste à trouver de nouveaux composés dont l'efficacité fongicide serait comparable à celle de l'orthophénylphénol, sans en avoir les inconvénients.

Dans ce but, le Laboratoire de Pathologie de la Station Centrale de Recherches sur les Agrumes, et la Station de Base de Conservation par le Froid étudient, en collaboration, tout nouveau produit qui leur est proposé.

Matériel et méthodes

Au début de l'année 1964, l'Ambassade des Etats-Unis d'Amérique à Rabat nous procura 0,473 l (= 1 pint) de chacun des produits suivants :

- acétate de 2-aminobutane contenant 25 % en poids de 2-aminobutane.
- bicarbonate de 2-aminobutane contenant 15 % en poids de 2-aminobutane *.

Ce nouveau fongicide n'est pas encore commercialisé aux Etats-Unis. Il y fut d'abord essayé comme produit volatil dont on imprégnait des papiers que l'on plaçait ensuite dans les caisses de fruits. Ultérieurement son efficacité fut mesurée lors de traitements par trempage [5].

C'est de cette dernière façon que nous nous sommes proposés d'étudier ce produit, en le comparant, au cours d'un test Benloch, à l'orthophénylphénol, couramment employé au Maroc.

Dans les bains de trempage, la concentration du fongicide a été uniformément standardisée à 2 % de matière active, exprimée soit en 2-aminobutane, soit en orthophénylphénate de sodium.

Les fruits utilisés dans cette expérience étaient des oranges Valencia Late, reçues le 30 avril 1964, de la Station Expérimentale de l'INRA à Marrakech.

En raison de la petite quantité de produit disponible, le volume des bains a été limité à 5 litres.

* Nous remercions l'Ambassade des Etats-Unis d'Amérique, à Rabat, ainsi que la firme Elanco Products Company, Indianapolis, pour les échantillons qui nous ont permis de réaliser cet essai. Nos remerciements vont également à Monsieur P. RIEUF, Chef de la Station de Phytologie de l'INRA, pour son examen critique de ce travail.

Les fruits ont été répartis, après un lavage préliminaire, en unités de travail ou lots de 20 fruits, représentés chacun par une lettre de l'alphabet.

Quatorze lots (H à U) ont été soumis, avant le traitement fongicide, à des scarifications suivies de la pulvérisation d'une suspension de spores de *Penicillium digitatum* selon la méthode du test Benloch, tel que le décrit MOREAU [6]. Huit autres lots (A à G et V) ont subi les traitements ultérieurs, sans passer par le test Benloch.

Deux jours après celui-ci, les fruits ont subi l'un des 4 traitements suivants, la température des bains étant de 20°C :

- 2-aminobutane acétate 2 %, pendant 5 minutes.
- 2-aminobutane bicarbonate 2 %, pendant 5 minutes.
- orthophénylphénate de sodium 2 %, pendant 5 minutes.
- témoins produits : pas de traitement fongicide.

Après chacun de ces traitements, les fruits étaient soit rincés, soit placés directement en paniers métalliques, pour le ressuyage.

Le lendemain, tous les lots ont été répartis en boîtes de carton où ils ont été conservés pendant un mois à 17°C. Des observations ont eu lieu toutes les semaines.

L'appréciation du degré de pourriture des fruits a été faite d'après l'échelle proposée par MOREAU [6] pour *Penicillium digitatum*. Il n'est pas tenu compte, dans les cotations, de la présence éventuelle d'autres moisissures, lesquelles sont toutefois mentionnées au chapitre suivant.

Résultats

Dans le TABLEAU 1, les résultats sont exprimés pour chaque lot de fruits, par ordre chronologique. Les 4 nombres qui se succèdent dans une colonne représentent l'évolution de la pourriture au bout de 7, 14, 21 et 28 jours après le traitement fongicide. La valeur maximale possible est 200, indiquant que tous les fruits sont complètement pourris.

On voit que cette valeur n'a été atteinte que dans le cas des oranges soumises au test Benloch, ce qui confirme l'utilité de ce test pour déterminer l'efficacité d'un fongicide. En effet, l'infection naturelle a été tellement faible que parmi les fruits n'ayant pas subi le test Benloch, on ne constate aucune différence entre fruits traités et non traités.

Avant de passer à la discussion des résultats, il convient de décrire l'aspect des fruits, indépendamment de leur contamination plus ou moins forte par *Penicillium digitatum*.

TABLEAU 1
 Evaluation de l'infection par *P. digitatum*

Traitements	Fruits n'ayant pas subi le test Benlloch		Test Benlloch			
	Non rincé	Rincé	Non rincé		Rincé	
	1 lot (B)	1 lot (A)	2 lots (O) (P)		2 lots (H) (I)	
2-aminobutane acétate	0 0 0 0	0 2 10 10	0 0 10 10	0 0 0 0	0 0 18 18	0 0 10 10
	1 lot (D)	1 lot (C)	2 lots (Q) (R)		2 lots (J) (K)	
2-aminobutane bicarbonate	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 10 10	0 5 10 20
	1 lot (F)	1 lot (E)	2 lots (S) (T)		2 lots (L) (M)	
Orthophénylphénate de sodium	0 0 0 0	10 10 10 10	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 10 10	0 0 0 0
	1 lot (V)	1 lot (G)	1 lot (U)	1 lot (N)		
Témoins des produits	0 0 0 0	9 10 10 10	170 200 200 200	161 200 200 200		

En ce qui concerne les fruits traités à l'acétate de 2-aminobutane, on constate, une semaine après le traitement, l'apparition de zones nécrosées, bordant les blessures dues au test Benlloch. Il s'agit là d'une action phytotoxique du produit que l'on ne retrouve pas sur les fruits blessés, mais non désinfectés. Au bout de deux semaines, ces brûlures très nettes sont secondarisées par un *Penicillium sp.*, et dans les lots rincés, on trouve, en outre, une infection par *Phytophthora sp.* et une autre par *Penicillium italicum* WEHMER.

A la fin de l'expérience, soit quatre semaines après le traitement, la situation ne s'est plus modifiée.

Les fruits traités au moyen du bicarbonate de 2-aminobutane présentent les mêmes symptômes, les brûlures paraissant toutefois moins for-

tes dans les lots rincés, lesquels présentent, par contre, des infections dues à *P. italicum* et *Rhizopus sp.*

Quant aux fruits traités par l'orthophénylphénate de sodium, leurs brûlures sont nettement moins importantes, de même que les secondarisations des lésions.

Le quadrillage tracé dans l'écorce du fruit lors du test Benlloch se remarque beaucoup plus nettement dans les lots non rincés (et notamment dans ceux qui sont traités à l'orthophénylphénol) que dans les lots rincés. Ce fait est à mettre en relation avec l'accentuation des lésions que provoque l'orthophénylphénol sur des fruits blessés. Il se présente de la même manière, à un degré légèrement moindre, avec le 2-aminobutane.

Discussion

a. Fruits non soumis au test Benlloch

Ces oranges, ne subissant aucune contamination artificielle n'ont présenté que très peu de cas de pourriture. Le lot V (non traité, non rincé) contenait un fruit attaqué par *P. italicum*, tandis que le lot G (non traité, rincé) avait un fruit atteint par *P. digitatum*, ce qui lui a valu la cote 10.

Les fruits traités par les trois fongicides et non rincés sont restés indemnes, tandis que dans les lots rincés, on trouvait au maximum un fruit atteint. De tels résultats ne font que mettre en évidence l'intérêt du test Benlloch.

b. Fruits soumis au test Benlloch

En l'absence de rinçage, on constate une efficacité très nette des trois traitements par rapport aux témoins, sans que l'on puisse différencier les fongicides entre eux.

Le rinçage semble avoir eu pour influence une légère et très normale diminution d'efficacité des traitements, et notamment des bains de 2-aminobutane, les résultats par rapport aux témoins restant toutefois excellents.

En ce qui concerne le seul point de vue de l'efficacité des fongicides sur la pourriture verte, on est donc amené à conclure que les deux formulations à base de 2-aminobutane ne se montrent nullement supérieures à l'orthophénylphénate de sodium, et lui seraient plutôt légèrement inférieures, dans le cas des traitements suivis de rinçage.

Il faut toutefois noter que l'on n'a pas cherché à modifier le pH

des bains de 2-aminobutane, qui s'élevait, dans le cas de l'acétate (solution à 2 % de matière active), à 7,9. Or, d'après ECKERT & KOLBEZEN [5], à $\text{pH} = 10,5$, les solutions contiennent de plus grandes quantités d'amine non ionisée et sont plus actives qu'à $\text{pH} = 6,5$. Il semblerait donc y avoir là une possibilité d'augmenter l'efficacité de ces bains fongicides. La faible quantité de produit dont nous disposons ne nous a toutefois pas permis de réaliser un essai supplémentaire.

Quant à l'effet sur l'écorce du fruit, s'il se montre nul pour les oranges non blessées, il est au moins aussi marqué que celui de l'orthophénylphénol, autour des scarifications du test Benlloch.

On peut donc admettre que, dans la pratique, toute lésion du fruit serait le point de départ d'une brûlure.

Le pouvoir fongicide du 2-aminobutane sur d'autres champignons que *P. digitatum* n'est pas apparu supérieur à celui de l'orthophénylphénol.

Conclusions

Dans les conditions de ce premier essai, le 2-aminobutane ne s'est nullement avéré plus avantageux que l'orthophénylphénol, son pouvoir fongicide étant légèrement moindre, et sa phytotoxicité au moins égale.

Il reste toutefois la possibilité d'améliorer son efficacité par un ajustement du pH , ce qui pourrait être étudié dans le cadre de futurs essais.

D'autre part, les résultats des traitements sans rinçage étant meilleurs que ceux des traitements rincés, et pour autant que des dispositions légales — dépendant de la toxicité du produit pour l'homme — ne s'y opposent pas, on pourrait envisager de supprimer ce rinçage. Le 2-aminobutane n'étant pas encore commercialisé pour la désinfection des fruits, les conditions légales de son emploi ne nous sont pas connues.

Ce produit doit néanmoins être considéré, avec grand intérêt, comme un successeur probable de l'orthophénylphénol dont la tolérance d'emploi pourrait être supprimée d'ici peu.

Il est souhaitable que l'étude du 2-aminobutane se poursuive en faisant varier diverses conditions de traitement : concentration, pH , température, rinçage, etc. Le Laboratoire de Pathologie de la Station Centrale de Recherches sur les Agrumes et la Station de Base de Conserva-

tion par le Froid espèrent pouvoir continuer des essais d'estimation de l'efficacité de ce produit comme de tout nouveau fongicide pour désinfection des fruits.

Manuscrit déposé le 16.11.64

Addendum

Peu après la rédaction du présent article, nous avons pris connaissance d'une publication (Phytopathology, vol. 54, N° 8, août 1964, pp. 978-986) de J.W. ECKERT & M.J. KOLBEZEN, consacrée aux applications du 2-aminobutane. Au terme de nombreux essais, ce produit se révèle équivalent à l'orthophénylphénate de sodium quant à son pouvoir fongicide, sur lequel l'influence du pH, du rinçage et de la température est très nette. Les auteurs ont travaillé à des concentrations en général moins fortes que celle de notre essai, et, dans ces conditions, le produit s'est montré moins phytotoxique que l'orthophénylphénol.

ملخص

ثاني الامنوبيتان في المكافحة ضد العفونة الخضراء للحوامض

المعالجة الواجبة لتجنب عفونات الفواكه اثناء النقل لا يمكن ان تنجز الا بواسطة المنتجات التي يسمح بها تشريع البلاد الموردة. بعد مدة قليلة ستتخذ إقتنيات جديدة، في اوروا، تحتم بحث المنتجات قاتلة الحشرات اقل سمومة من تلك المستعملة الان.

ان 2 — الامنوبيتان في التجربة منذ 1962 بالولايات المتحدة الامريكية كان قد وضع في خلال تجربة وتنافس مع اورتوفلفذات الصوديوم الدائع الاستعمال بالمغرب ونتائج هذه الاختبارات أظهرت نشاطا يسايره تقريبا نشاط منتوجين اثنين ويجب ان تتابع الدراسة قبل ان تحدد شروط الاستعمال.

RÉSUMÉ

Le traitement des fruits, indispensable pour éviter les pourritures en cours de transport, ne peut être effectué qu'au moyen de produits

autorisés par la législation des pays importateurs. De nouvelles dispositions devant être adoptées sous peu, en Europe, nécessitent la recherche de produits fongicides moins toxiques que ceux qui sont actuellement en usage.

Le 2-aminobutane, en essai depuis 1962 aux U.S.A., a été mis, au cours d'une expérience, en compétition avec l'orthophénylphénate de sodium, utilisé couramment au Maroc. Les résultats de ces tests ont montré une activité presque égale des deux produits. Les études doivent être poursuivies, afin de préciser les conditions d'emploi.

RESUMEN

Los ensayos del 2-aminobutane contra la podredumbre verde de los agrios

El tratamiento de los frutos, indispensable para evitar las podredumbres durante el transporte, no puede efectuarse más que mediante productos autorizados por la legislación de los países importadores. Las nuevas disposiciones que deben ser adoptadas dentro de poco en Europa obligan a buscar productos fungicidas menos tóxicos que los actualmente empleados.

El 2-aminobutane, a prueba en los Estados Unidos de América desde 1962, ha sido comparado experimentalmente con el ortofenilfenato de sodium, corrientemente empleado en Marruecos. Los resultados de estas pruebas han mostrado una actividad casi igual de los dos productos. Los estudios serán continuados para determinar las condiciones de empleo.

SUMMARY

Test with 2-aminobutane as a control of green rot of citrus fruits

Fruit disinfection is necessary in order to avoid losses by decay during shipment. Legal dispositions prohibiting some fungicides are expected to be taken in Europe. New materials, less harmful to human health than the actually used ones, are under development.

2-aminobutane, under tests since 1962 in the USA, was compared in one experiment, with sodium orthophenylphenate. Results show nearly equal activity in the two products. Studies have to be developed in order to obtain further data on the best conditions of use.

BIBLIOGRAPHIE

1. POWELL, G.H., A.V. STUBENRAUCH, L.S. TENNY, H.J. EUSTACE, G.W. HOSFORD & H.M. WHITE — 1908. The decay of oranges while in transit from California. — U.S. Dept. Agr. Bur. Plant Ind., Bull. **123**, Washington. Cité par RAPER & THOM [2], p. 391.
2. RAPER, K.B. & C. THOM — 1949. A manual of the *Penicillia*, Baltimore, The Williams & Wilkins Company.
3. VANDERWEYEN, A., R. HUET & A. LEDERGERBER — 1964. Etude de traitements à base d'orthophénylphénol contre les moisissures des agrumes. — *Al Awamia*, **12**, pp. 75-87, Rabat.
4. LONG, J.K. & E.A. ROBERTS — 1958. The phytotoxic and fungicidal effects of sodium o-phenylphenate in controlling green mould wastage in oranges. — *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 9, **5**, pp. 609-628, Melbourne.
5. ECKERT, J.W. & M.J. KOLBEZEN — 1962. Control of *Penicillium* decay of citrus fruits with 2-aminobutane. — *Nature*, vol. 194, **4831**, pp. 888-889.
6. MOREAU, C. — 1959. Le test Benloch et ses applications. — *Fruits*, vol. 14, **5**, pp. 211-217, Paris.