

NOUVEAUX ESSAIS DE TRAITEMENTS CONTRE LA POURRITURE VERTE DES ORANGES WASHINGTON

A. VANDERWEYEN * M. BESRI ** et R. PINEAU **

I. Introduction

En 1971, VANDERWEYEN et DE TROGOFF ⁽¹⁾ ont réalisé un essai de désinfection des oranges Washington par trempage dans des solutions ou suspensions de matières actives commercialisées ou non dans ce but au Maroc.

Un des désinfectants, le thiophanate-méthyle, a donné des résultats assez comparables à ceux du thiabendazole, produit actuellement utilisé au Maroc. Or ce dernier est très coûteux, aussi, avons-nous jugé intéressant de reprendre cette expérience mais avec une concentration supérieure (1 %) de thiophanate-méthyle. Nous comparerons l'efficacité de ces deux produits à celle du bénomyl.

Par ailleurs, il nous est apparu nécessaire d'approfondir la question des pourritures autres que celles à *Penicillium*, que l'on a remarqués sur les fruits traités avec les produits du groupe des benzimidazoles ainsi que leur relation avec la présence de drosophiles.

* Phytopathologiste à la Direction de la Recherche Agronomique, Rabat.

** Phytopathologistes à l'Institut Agronomique Hassan II, Rabat.

Al Awamia, 38. pp. 45-56, janvier, 1971.

II. Matériel et méthodes

A. Matériel

1. Fruits

Les oranges utilisées sont des Washington provenant de la Station Expérimentale de Marrakech. Leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau I.

TABLEAU I
Analyse des fruits effectuée le 8/1/72

Variété : Washington	Provenance : Marrakech
Nombre de fruits examinés	40
Poids de l'échantillon	7,09 kg
Poids moyen d'un fruit	177 g
Diamètre moyen	72 mm
Nombre moyen de pépins	0
Poids total de jus extrait	2 990 g
Pourcentage de jus	42,2 %
Indice réfractométrique	13,1
NaOH N/10	19,5 ml
Indice de maturité	10,5

2. Produits

Les produits retenus sont les suivants :

- a. Le thiabendazole ou 2 - (4'thiazolyl) benzimidazole, à la dose de 0,5 % de matière active.
- b. Le bénomyl ou méthyl - 1 - (butylcarbamoyle) - 2 - benzimidazole carbamate, à la dose de 0,5 % de matière active.
- c. Le thiophanate - méthyle ou 1,3 - bis (3 - méthoxycarbonyl - 2 - thioureido) benzène, aux doses de 0,5 % et 1 % de matière active.

B. Méthodes

1. Principe

Chaque produit est appliqué par trempage. Des lots séparés de 10 fruits, inoculés ou non, séjournent pendant trois minutes dans

la solution désinfectante, puis subissent ou non un rinçage à l'eau de ville pendant 20 secondes. Chaque traitement est répété trois fois. Le témoin est représenté par trois lots de 10 fruits trempés pendant trois minutes dans l'eau de ville.

L'expérimentation est divisée en deux essais : un « essai préventif » dans lequel les fruits sont inoculés quatre jours après les traitements, et un « essai curatif » où les inoculations sont effectuées la veille du traitement.

2. Traitement curatif

Le 10 janvier 1972, la moitié de la totalité des fruits, soit 260 oranges, est blessée par 6 traits de scalpel en réseau comme dans le test de BENLLOCH⁽²⁾. Ces scarifications ont approximativement une profondeur de 1 mm. Quelques heures après, les spores de *P. digitatum* SACC. (20 000/mm³ environ) sont déposées sur les lésions à l'aide d'un pinceau. Les fruits sont ensuite répartis par groupes de 10 dans des paniers métalliques préalablement désinfectés à l'eau de javel.

Le lendemain, les oranges subissent les divers traitements suivis ou non de rinçage. Elles sont ensuite conservées dans une salle à la température de (16,5) - 17,5 - (20°), et à une humidité relative de (71) - 82,5 - (91 %). Rappelons que nous effectuons trois répétitions de 10 fruits par traitement et que l'un des témoins est représenté par un lot de fruits trempés dans l'eau de ville. En outre, trois paniers contiennent des oranges inoculées mais non trempées ni dans la solution désinfectante, ni dans l'eau, ceci pour mettre en évidence l'éventuelle action de l'eau de ville. D'autres fruits sont simplement blessés mais non inoculés afin d'évaluer le taux de contamination naturelle. Nous conservons également pendant toute la durée de l'expérience trois paniers de fruits sains, non blessés et non inoculés.

3. Traitement préventif

Les trempages des fruits dans les solutions désinfectantes ont lieu le même jour que pour le traitement curatif, mais les inoculations ne sont effectuées que quatre jours plus tard, soit le 15 janvier 1972. Le processus expérimental est identique.

Les bains de trempage sont à une température de 18° et un pH de :

— Thiabendazole 0,5 %	pH : 7,6
— Bénomyl 0,5 %	pH : 7,5
— Thiophanate-méthyle 0,5 %	pH : 7,2
— Thiophanate-méthyle 1 %	pH : 7,2
— Eau de ville	pH : 7,2

Trois observations espacées d'une semaine sont effectuées pour chaque essai. On note le nombre et la nature des pourritures.

III. Résultats

A. Pourriture verte

Le résultat des comptages de fruits atteints de pourriture verte figure dans le tableau 2. Ce tableau montre que :

1. Le thiabendazole a une très bonne action curative avec ou sans rinçage. A titre préventif par contre, son action est moins bonne lorsque les fruits ne sont pas rincés, et pratiquement nulle lorsqu'ils sont rincés.

2. Le bénomyl est excellent aussi bien à titre curatif que préventif. Le rinçage ne diminue que très faiblement son action.

3. Le thiophanate-méthyle à 0,5 %, très efficace à titre curatif a une action inférieure à celle du thiabendazole, en traitement préventif. Par contre, à la dose de 1 %, il peut être considéré comme supérieur au thiabendazole à 0,5 % dans les traitements préventifs.

4. Les témoins constitués d'une part, par les fruits inoculés et trempés dans l'eau de ville, et d'autre part, par les fruits uniquement inoculés sont tous attaqués.

5. Les observations sur fruits blessés mais non inoculés et sur fruits conservés sans aucun traitement montrent que très peu de contaminations naturelles sont venues interférer avec l'infection artificielle.

B. Autres pourritures

La nature des différentes pourritures ainsi que le pourcentage de fruits atteints figurent dans le tableau 3. La lecture de ce tableau montre que :

— Les champignons qui apparaissent sur les fruits traités sont

Oospora citri-aurantii (FERR.) SACC. et SYD., *Rhizopus* spp. et, plus rarement, *Alternaria chartarum* PREUSS.

— Le pourcentage des fruits atteints ainsi que le nombre de colonies sont plus importants dans les traitements curatifs que dans les traitements préventifs.

— En fin d'expérience, les colonies limitées de *Penicillium italicum* WEHM sont apparues sur les oranges atteintes de pourriture verte.

C. *Drosophiles*

Dans les essais préventifs et curatifs, nous avons remarqué huit fruits pourris contenant des larves de drosophiles. Les résultats des relevés figurent dans le tableau 4. Les isollements effectués à partir de ces fruits ont révélé dans trois cas une association avec *Rhizopus* sp. ou *Oospora citri-aurantii*. Il est à remarquer que, à une exception près, (bénomyl en traitement préventif non suivi de rinçage), ce type de pourriture est apparu sur les fruits de l'essai curatif et après rinçage.

TABLEAU 2

Relevé, à diverses dates, du pourcentage de fruits exempts de pourriture verte

TRAITEMENTS		ESSAI A TITRE CURATIF			ESSAI A TITRE PRÉVENTIF		
		18.1.72	25.1.72	1.2.72	22.1.72	31.1.72	5.2.72
Thiabendazole 0,5 %	non rincé	100	100	100	97	79	79
	rincé	100	100	97	30	10	7
Bénomyl 0,5 %	non rincé	100	100	100	100	100	100
	rincé	100	100	97	97	93	93
Thiophanate- méthyle 0,5 %	non rincé	100	100	100	97	63	60
	rincé	100	97	97	27	3	3
Thiophanate- méthyle 1 %	non rincé	97	90	90	93	90	90
	rincé	100	97	97	62	21	21
Eau de ville		0	0	0	10	0	0
Inoculation sans traitement		0	0	0	—	—	—
Blessure sans inoculation		100	100	97	—	—	—
Aucun traitement		100	100	100	—	—	—

TABLEAU 3

Relevé des pourritures autres que celles à
Penicillium digitatum SACC.*

TRAITEMENTS		CURATIF		PREVENTIF	
		% de fruits	Nombre de colonies	% de fruits	Nombre de colonies
Thiabendazole	non rincé	0	—	0	—
	rincé	6,6	2 Oospora 1 Rhizopus	0	—
Bénomyl	non rincé	6,6	1 Oospora 2 Rhizopus	0	—
	rincé	6,6	1 Oospora 1 Rhizopus	6,6	1 Alternaria 1 Rhizopus
Thiophanate- méthyle 0,5 %	non rincé	10	1 Alternaria 2 Oospora 3 Rhizopus	0	—
	rincé	10	3 Oospora 2 Rhizopus	3,3	1 Rhizopus
Thiophanate- méthyle 1 %	non rincé	10	3 Oospora 3 Rhizopus	0	—
	rincé	3,3	1 Oospora 1 Rhizopus	3,3	1 Rhizopus
Blessure sans inoculation		0	0	—	—

* Ce pourcentage est calculé sur des lots de 30 fruits.

IV. Discussion et conclusion

A. Pourriture verte

1. En ce qui concerne les traitements curatifs, toutes les matières actives expérimentées sont suffisamment efficaces.

2. Dans l'essai préventif, à la dose de 0,5 %, le thiophanate-méthyle s'est révélé être légèrement inférieur au thiabendazole à la même concentration. Mais si l'on double la dose, son efficacité dépasse celle du thiabendazole. Compte tenu du coût des formulations commerciales, son utilisation pourrait donc être plus rentable.

TABLEAU 4

Relevé des fruits contenant des larves de drosophiles, seules ou en association avec certains agents de pourritures

TRAITEMENTS		CURATIF		PREVENTIF	
		Nombre de fruits	% de fruits	Nombre de colonies	% de fruits
Thiabendazole	non rincé	0	0	0	0
	rincé	1 (<i>Oospora</i>)	3,3	0	0
Bénomyl	non rincé	0	0	1	3,3
	rincé	3	10	0	0
Thiophanate-méthyle 0,5 %	non rincé	0	0	0	0
	rincé	1 (<i>Rhizopus</i>) 1 (<i>Oospora</i>)	3,3 3,3	0	0
Thiophanate-méthyle 1 %	non rincé	0	0	0	0
	rincé	1	3,3	0	0
Blessure sans inoculation		0	0	—	—

3. De tous les produits utilisés dans notre expérience, le bénomyl à 0,5 % se révèle, encore une fois, être le plus efficace dans les traitements préventifs et même après rinçage.

B. Autres pourritures

Si les trois produits utilisés (thiabendazole, bénomyl, thiophanate-méthyle) ont tous une action curative vis-à-vis de *P. digitatum* SACC., leur grand inconvénient est de permettre l'apparition de pourritures essentiellement à *Oospora* et *Rhizopus*.

En traitement préventif, l'incidence de ces moisissures est très différente : la pourriture à *Oospora* n'a pas été observée et la pourriture à *Rhizopus* est limitée aux oranges rincées.

On pourrait donc penser que dans le traitement préventif, au cours duquel les fruits sont trempés puis inoculés quatre jours après,

les désinfectants ont détruit la flore cryptogamique de l'écorce. Par contre, dans les traitements curatifs, nous avons blessé au scalpel des fruits non désinfectés, ce qui aurait permis la pénétration de parasites préexistants sur l'écorce. Cette hypothèse pourrait ainsi expliquer la faible présence des pourritures secondaires dans les traitements préventifs, et semble être confirmée par le fait que ces pourritures n'y apparaissent que sur les fruits rincés.

L'absence de ces pourritures sur les oranges blessées mais non inoculées pourrait être due au fait que celles-ci n'ont pas subi de trempage, les parasites pouvant éventuellement se répandre dans les bains et contaminer d'autres fruits.

Signalons que plusieurs boîtes de Pétri ouvertes dans la salle de conservation au début de l'expérience, n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de ces champignons dans l'atmosphère.

C. *Drosophiles*

Il convient de rappeler ici les travaux de BUTLER et BRACKER ⁽³⁾, sur le rôle de la mouche *Drosophila melanogaster* MEIG., dans la propagation des pourritures à *Geotrichum* et *Rhizopus* de la tomate.

Sur 100 mouches capturées en champs de tomates ou de melons et en vergers de pêcheurs, ces auteurs ont dénombré 60 mouches porteuses de *Geotrichum candidum* LK. ex PERS. emend. CARMICHAEL (dont *Oospora citri-aurantii* (FERR.) SACC. & SYD. peut être considéré comme une variété ⁽⁴⁾) et 35 mouches porteuses de *Rhizopus stolonifer* (EHR. ex FR.) VUILL.

La drosophile est attirée par les substrats sur lesquels se développent des levures. Elle visite des fruits sains ou en voie de pourriture et y pond, de préférence dans des craquelures de l'écorce. Dans le cas de nos oranges, ces craquelures sont représentées par les scarifications du test Benloch.

BUTLER & BRACKER ont observé que des fruits blessés mais non pourris attiraient plus de mouches que des fruits en voie de décomposition. Des blessures fraîches et humides de la tomate provoqueraient l'émission de substances volatiles attirant les mouches. Etant donné que nous avons constaté la présence de *D. melanogaster* MEIG. et de *D. histrio* MEIG ⁽⁵⁾ sur les oranges, durant notre essai, rien ne nous permet de certifier que les spores d'*Oospora* et *Rhizopus* étaient présentes sur les fruits, avant l'expérience, et que ce ne sont pas les mouches qui les y ont amenées. D'autre part, l'absence de ces

moisissures, sur les fruits des traitements préventifs non rincés pourrait provenir d'un effet répulsif exercé par les produits vis-à-vis des mouches. Toutefois, les fruits blessés, non inoculés et non traités, n'ont subi aucune attaque.

Remarquons en outre qu'*Oospora* n'a pas été observé dans l'essai préventif (TABLEAU 3).

Les larves de drosophiles sont apparues préférentiellement dans l'essai curatif et uniquement sur les fruits rincés, ce qui semble confirmer l'effet répulsif du fongicide.

Ces résultats nous conduisent à penser que l'incidence des pourritures à *Oospora* et *Rhizopus* ne dépend pas uniquement des traitements par trempage ou de la présence des drosophiles, mais probablement d'une combinaison de ces facteurs.

ملخص

لقد قارنا خلال هذا البحث الفعل العلاجي والوقائي لـ
thiophanate-methyle benomyl thiabendazole

على العفونة الخضراء لابرتقال. ففي الفعل العلاجي تظهر الادوية القاتلة للفطريات الثلاثة ذا فعالية حسنة. بينما ظهرت المعالجة الوقائية تفوق benomyl 0,5 % و thiophanate-methyle 1% اذا كانت المعالجات لم يتبعها غسل. أما اذا تبعها الغسل فهي تظهر أنها تفوق benomyl وحده.

والعفونات الناتجة عن *Oospora* و *Rhizopus* و *Alternance* قد ظهرت خصوصا على الفواكه التي كانت محل فعل علاجي. وهذا كيميما كان نوع الدواء المستعمل المضاخ للأفطر وقد ظهرت العفونات التي كانت محل معالجات وقائية على البرتقال المغسولة.

ويظهر أنه من المهم متابعة هذه الأبحاث حتى يتبين هل العامل الناشر لهذه العفونات هو الاستحمام نفسه أو هو دبابات الفواكه التي ظهر وجودها خلال التجربة.

RÉSUMÉ

Au cours de cette étude, nous avons comparé l'action curative et préventive du thiabendazole, du benomyl et du thiophanate-méthyle sur la pourriture verte des oranges.

En traitement curatif, ces trois fongicides se sont montrés également efficaces. Par contre, les traitements préventifs ont révélé la supériorité du bénomyl à 0,5 % et du thiophanate-méthyle à 1 % lorsque les traitements ne sont pas suivis de rinçage, et seulement du bénomyl lorsque le bain est suivi de rinçage.

Des moisissures dues à *Oospora*, *Rhizopus* et *Alternaria* sont apparues surtout sur les fruits ayant subi des traitements curatifs, et ceci quel que soit le fongicide utilisé. Dans les traitements préventifs, elles ont été observées sur les oranges rincées. Il serait intéressant de poursuivre cette étude afin de voir si l'agent propagateur de ces pourritures est le bain de trempage lui même, ou bien les drosophiles dont la présence a été constatée au cours de l'essai.

RESUMEN

A lo largo de este estudio, nosotros hemos comparado la acción curativa y preventiva del thiobendazol, del benomyl y del thiophanato methylo sobre la podredumbre verde de las naranjas.

En el tratamiento curativo estos tres fungicidas se han mostrado eficaces de una manera igual. Por el contrario los tratamientos preventivos han revelado la superioridad del bénomyl a 0,15 % y del thiophanato-methylo a 1 % cuando los tratamientos no son seguidos por una enjuagadora, y solamente del bénomyl cuando el baño es seguido por una enjuagadura. Algunos enmohecimientos debidos a *Oospora* *Rhizopus* y *Alternaria* han aparecido sobre todo sobre las frutas habiendo seguido algunos tratamientos curativos, y esto pasa no importa cual sea el fungicida utilizado. En los tratamientos preventivos se ha observado sobre las naranjas enjuagadas. Seria interesante proseguir este estudio con el fin de ver si el agente propagador de estas podredumbres es el mismo baño de remojo, o las drosofilas cuya presencia ha sido constatada a la largo del ensayo.

SUMMARY

During this study, we have compared the curative and preventive action of thiobendazol, benomyl and thiophanate-methyl on the blue mould of the orange.

In the curative treatment, these three fungicides have shown a similar efficacy. On the other hand, the preventive treatments revealed the superiority of benomyl at 0,5 % and of thiophamate-methyl at 1 %, if the treatments are not followed by rinsing and only of benomyl when the bath is followed by rinsing.

Rots due to *Oospera*, *Rhizopus* and *Alternaria* appeared specially on the curatively treated fruits and this whatever the utilized fungicide may be.

In the preventive treatments, rots are observed on the rinsed oranges. Its would be interesting to carry on this study, in order to see if the propagative agent of these rots is not the steeping both itself, or the drosophiles which are present during the test.

BIBLIOGRAPHIE

1. VANDERWEYEN, A. & H. DE TROGOFF — 1969. Efficacité de diverses matières actives contre la pourriture verte des oranges Washington. — *Al Awamia*, **33**, pp. 113-122.
2. MOREAU, C. — 1959. Le test Benlloch et ses applications. — *Fruits*, vol. 14, n° 5, pp. 211-217.
3. BUTLER, E.E. & C.E. BRACKER — 1963. The role of *Drosophila melanogaster* in the epiphytology of *Geotrichum*, *Rhizopus*, and other fruit rots of tomato. — *Phytopathology*, vol. 53, n° 9, pp. 1016-1020.
4. CIFERRI, F. — 1955. — Tassonomia e nomenclatura dell'agente del « marciume acido » dei frutti di agrumi. — *Annali della Sperimentazione Agraria*, nuova serie, vol. 9, n° 1, pp. 6-10.
5. Déterminations de J. LUHMAN (Institut Agronomique Hassan II).