ESSAIS DE PRODUITS DE DESINFECTION SUR ORANGES

A. VANDERWEYEN & A. LEDERGERBER

SOMMAIRE

I. — Introduction
II. — Matériel
A — Matières actives
B — Additifs divers
C — Fruits
III. — Premier essai
IV. — Deuxième essai
V. — Troisième essai
VI. — Quatrième essai
VII. — Stabilité des solutions
VIII. — Conclusions générales
IX. — Bibliographie

I. Introduction

Les moisissures bleue et verte (*Penicillium italicum* WEHM. et *P. digitatum* SACC.) des agrumes occasionnent, sur les fruits en cours de transport ou de stockage, des dégâts dont l'incidence économique justifie l'application de traitements fongicides (1,2).

Plusieurs produits ont été utilisés dans ce but. Au Maroc, on traite les fruits, le plus fréquemment, par trempage dans une solution à base d'orthophénylphénate de sodium (3).

Al Awamia, 18, pp. 1-30, janvier 1966.

Les produits de désinfection contenant du bore, dont l'efficacité est bien connue (4, 5, 6), ne sont plus autorisés pour la protection des fruits. D'autre part, il est vraisemblable que, dans un avenir plus ou moins proche, l'orthophénylphénol lui-même ne sera plus admis par les pays membres de la Communauté Economique Européenne, comme agent de désinfection des fruits (7).

En conséquence, la Station de Base de Conservation par le Froid et le Laboratoire de Pathologie des Agrumes ont été amenés à étudier de nouveaux produits proposés pour cet usage par leur fabricant ou représentant.

Dans tous les essais relatés ci-après, l'orthophénylphénate de sodium a servi de témoin, tant au point de vue efficacité fongicide qu'au point de vue phytotoxicité. Les brûlures provoquées par certains produits sur l'écorce des oranges suffisent en effet à déprécier un lot de fruits, parfois de manière plus grave que la moisissure qu'on a voulu éviter. Ceci peut conduire à éliminer un produit très efficace contre les moisissures, mais qui altère l'apparence des fruits.

En outre, le fongicide ne peut se révéler toxique pour l'homme à la dose d'utilisation, ne doit pas laisser subsister de mauvais goût ou de mauvaise odeur, et doit être enfin d'un prix de revient qui permette son emploi en grandes quantités.

Toutes ces conditions réduisent fortement le nombre de formulations proposées jusqu'à ce jour pour la désinfection des fruits (2).

A. — Matières actives

II. Matériel

1. 2-aminobutane

Des essais préliminaires (8) ont montré que ce composé organique pourrait éventuellement prendre la succession de l'orthophénylphénol. Aux Etats-Unis d'Amérique, on le formule en acétate et bicarbonate (9) :

$$CH_3 - CH_2 - \underset{}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}} - NH_2 . CH_3COOH$$

poids moléculaire 133,188.

$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{CH} - NH_2 . H_2CO_3$$

poids moléculaire 135,162.

L'acétate et le bicarbonate se présentent sous forme de solutions aqueuses contenant respectivement 25 % et 15 % d'amine. Dans les deux cas, le pH est ajusté à 8,0 - 8,5 et le produit est miscible à l'eau.

Le bicarbonate de 2-aminobutane étant destiné essentiellement au traitement de la pourriture à *Botrytis* des fleurs coupées, n'a plus été incorporé dans cet essai.

L'acétate de 2-aminobutane ne se trouvant pas encore dans le commerce, ne nous a été livré qu'en petite quantité, sous forme de produit expérimental.

Par contre, nous avons pu obtenir un volume plus important de 2-aminobutane technique, que nous avons formulé en chlorure et sulfate, au moyen d'acide chlorhydrique ou sulfurique concentré. Le pH de la solution est ajusté à la valeur désirée au moyen de soude en solution concentrée.

2. Sels de l'acide propionique

Les propionates de calcium et de sodium sont utilisés couramment dans l'industrie alimentaire, surtout aux Etats-Unis d'Amérique (10). Ce sont des produits fongistatiques généralement reconnus comme non toxiques pour l'homme. Il a semblé intéressant de les comparer à l'orthophénylphénol, quoiqu'une activité semblable n'en soit pas attendue.

Ces composés $(CH_3\ CH_2\ COO)_2\ Ca$ et $CH_3\ CH_2\ COO\ Na$, se présentent sous forme de poudre blanche, soluble dans l'eau. En solution à 10 %, le propionate de calcium a un pH de 7,0 à 9,0 et le propionate de sodium, de 7,0 à 10,0.

3. Sels de l'acide sorbique

Acide gras insaturé, de formule $CH_3CH = CHCH = CHCOOH$, l'acide sorbique se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche, légèrement irritante. Il est peu soluble dans l'eau (0,15 %) et s'emploie sous forme de sels de sodium et de potassium nettement plus solubles.

Ces sels sont des fongistatiques relativement efficaces, mais ne donnent de bons résultats que vis-à-vis d'une population microbienne

en début de développement. Une substance fongistatique arrête, en effet, la prolifération des champignons, sans toutefois les tuer. Son action ne persiste que le temps que dure sa présence. Il est inutile d'appliquer des fongistatiques sur un matériel déjà très contaminé.

Les sels suivants ont été mis en essai : un sorbate de potassium fabriqué aux Etats-Unis d'Amérique et une formulation de sorbate de sodium réalisée au Maroc selon les indications du vendeur de l'acide sorbique (11).

4. Complexe iodé

Dans l'une des expériences, on a inclus un produit de nettoyage et de désinfection contenant des complexes iodés de nonylphénoxypolyoxyéthanol et de polyéthoxypolypropoxypolyéthoxyéthanol en solution dans l'acide phosphorique dilué. Ces substances fournissent 1,75 % d'iode actif dont le pouvoir antiseptique est bien connu. Les composants tensioactifs de cette formulation rendent l'iode soluble dans l'eau et suppriment son action corrosive et caustique. C'est surtout ce point que nous avons voulu vérifier en mettant ce produit en essai.

D'après les fabricants (12), le complexe détergents-iode améliore non seulement l'action de l'iode, mais dompte son agressivité d'une façon impressionnante : il devient non toxique pour les organismes supérieurs, n'est plus irritant pour la peau ni corrosif pour les métaux. Il ne laisse ni goût, ni odeur, et la durée de conservation du produit fini est illimitée. Il était donc intéressant de mettre en expérience un tel désinfectant.

5. Orthophénylphénol

Ce produit de référence, couramment utilisé au Maroc, nous a servi de base de comparaison vis-à-vis des nouvelles formulations. Les conditions de travail avec ce désinfectant ont été décrites dans un article précédent (3).

6. Albotène

Les albotènes proposés pour le traitement anti-fongique des agrumes et pour la stérilisation de l'atmosphère des locaux où sont entreposées ou manipulées des denrées alimentaires sont constitués par de l'acide borique complexé avec de l'acide lactique et de la triéthanolamine.

Une formulation contenant 35 % d'acide borique a été utilisée dans le premier essai, bien que le bore soit interdit dans certains pays

d'Europe. Néanmoins, cette formulation présente une toxicité beaucoup moins forte que l'orthophénylphénate de sodium, et que les sels de bore non complexés.

Des cas de toxicité aiguë ou chronique (borisme) sur l'homme n'ont jamais été observés, même à des doses de 2 à 4 g par jour pendant plusieurs mois, quand l'acide borique était administré sous forme de complexes boricotartriques ou boricocitriques, analogues aux albotènes. A dose égale de bore, les albotènes étant plus solubles et complexés (13), seraient moins toxiques que l'acide borique ou les borates.

7. Eau

Dans tous les essais, on a effectué, en parallèle, un simple lavage à l'eau, afin de se rendre compte de l'importance des infections que les fongicides parviennent à supprimer.

L'eau employée au Laboratoire d'Aïn es Sebaâ provient de plusieurs captages (Fouarat, source de la vallée de l'Oued Mellah, Aïn Dissa). Elle est traitée au chlore gazeux à Aïn Harrouda. Le pH est souvent de 8,0 avec certaines variations de 7,5 à 8,3, selon la source et la saison. Il s'agit d'une eau de bonne qualité chimique et bactériologique, bien qu'un peu riche en ions NO^-_3. Elle est en équilibre carbonique, à température ordinaire, avec tendance marquée à l'incrustation à chaux. Elle convient bien pour tous les usages domestiques et peut aussi être utilisée à ceux des usages industriels qui n'exigent pas une eau trop dure.

B. — *Additifs divers*

1. Tripolyphosphate de soude

Ce produit est très largement utilisé dans la fabrication des détergents en poudre. Il contient au moins 92 % de $Na_5P_3O_{10}$. Son pH, en solution aqueuse à 1 % est de 9,7 ± 0,2. Il a un certain pouvoir séquestrant en eau dure, empêchant le dépôt de sels métalliques lourds. Nous l'avons utilisé comme tampon dans la zone des pH : 7 à 9.

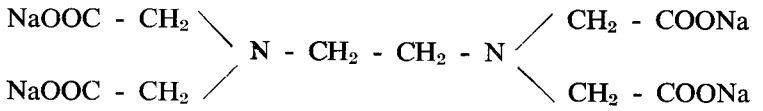
2. Pyrophosphate tétrasodique

$Na_4P_2O_7$, 10 H_2O.

Poids moléculaire = 446,07.

Il a été utilisé à titre de remplaçant du tripolyphosphate. Son pouvoir tampon s'étend à la zone des pH 6 à 10. Sa stabilité chimique le fait considérer comme un des meilleurs tampons pour les solutions de 2-aminobutane.

3. EDTA (Versène)



Poids moléculaire : 380.

L'éthylène diamine tétra-acétate de sodium est utilisé pour adoucir l'eau. Nous en avons ajouté 1,4 g/l, dans les formulations réalisées par nous. Il entre pour 2,5 % dans la formulation d'orthophénylphénate de sodium qui nous a été fournie, ce qui correspond à 1,25 g/l, dans le bain de trempage.

4. Produit tensio-actif

Un produit tensio-actif (« surfactant ») anionique a été ajouté à certaines de nos formulations de 2-aminobutane. Il s'agit du dodecyl diphényl oxyde disulfonate de sodium, sous une forme commerciale, laquelle a été reconnue comme compatible avec le 2-aminobutane (14).

C. — Fruits

Les résultats des expériences décrites ci-après dépendent notamment de l'état des fruits soumis aux essais de fongicides.

Dans le tableau ci-contre sont résumées les caractéristiques des fruits utilisés. Bien que de variétés et de provenances diverses, il s'agit toujours d'oranges, ces agrumes constituant le plus important tonnage de fruits exportés du Maroc.

III. Premier essai

Cet essai avait pour but de comparer les fongicides suivants : acétate et chlorure de 2-aminobutane, propionates de sodium et de calcium, sorbates de sodium et de potassium, orthophénylphénate de sodium, albotène, avec des témoins traités à l'eau de ville, à pH normal et à pH 10, afin de mettre en évidence une éventuelle influence du pH d'utilisation des fongicides.

TABLEAU 1

Caractéristiques des fruits

	1er ESSAI	2e ESSAI	3e ESSAI	4e ESSAI
Variété	Washington Navel	Commune	Hamlin	Valencia Late
Provenance	Sidi Slimane	Beni Mellal	Beni Mellal	Marrakech
Cueillette	15.12.64	6.2.65	14.3.65	19.4.65
Traitement	23.12.64	10.2.65	17.3.65	26.4.65
Poids moyen	202 g	138 g	127 g	167 g
Teneur en huile essentielle	5,10 g/kg	8,50 g/kg	8,07 g/kg	6,80 g/kg
Rendement en jus tamisé	42 %	47 %	36 %	55 %
Brix	11,9	12,5	13,4	13,2
Sucres réducteurs	4,76 %	5,21 %	5,46 %	4,94 %
Sucres totaux	9,37 %	9,87 %	10,67 %	10,49 %
Acidité	10,68 (1)	13,50	11,07	11,64
Indice de mâturité $= \frac{\text{extrait sec}}{\text{acidité}}$	1,11	0,92	1,21	1,13
pH	3,5	3,2	3,1	3,0
OBSERVATIONS	bon état, quelques cas de gaufrage, rares attaques de tordeuse, quelques marbrures, souillures de terre.	fruits non mûrs, avec teneur élevée en huile essentielle.	mauvais état, consistance molle, quelques fruits gaufrés.	fruits de qualité supérieure.

(1) en g d'acide citrique anhydre par litre.

Les oranges Washington Navel ont été cueillies le 15 décembre 1964, dans la région de Sidi Slimane, et sont parvenues au laboratoire le 18 décembre. Le tableau 1 donne une idée de l'état de ces fruits.

Les traitements ont eu lieu le 23 décembre 1964, après un lavage de 5 minutes à environ 40°C. Ils ont consisté en un trempage d'une durée de 4 minutes dans les bains suivants, à la température de 18-19°C.

Le chlorure de 2-aminobutane fut utilisé à la concentration de 1 % en poids par volume et aux pH suivants : 7,0 et 9,9. On a ajouté 1,4 g de versène, et 10 g de pyrophosphate tétrasodique par litre de solution. 160 oranges ont, dans chaque cas, été trempées dans 15 litres de solution. Le pH du bain n'a pas été influencé par le passage de cette quantité de fruits. Les oranges étaient ensuite réparties en deux lots, dont l'un subissait un court rinçage de 3 secondes à l'eau de ville. Après ressuyage, les lots furent placés dans une salle de conservation, en paniers de treillis métallique préalablement désinfectés.

L'acétate de 2-aminobutane a été utilisé à la concentration de 1 % et aux pH de 6,8 et 9,9. Après traitement, le pH du bain ne s'était pas modifié. 160 fruits ont été trempés dans 15 litres de solution, pour chaque pH. La moitié de chaque lot d'oranges subissait le rinçage immédiatement après la désinfection.

Dans tous les traitements au 2-aminobutane, une vérification de la teneur en matière active du bain a lieu par dosage chimique. Dans chaque cas, la valeur obtenue par cette analyse correspondait bien à la quantité mise en solution.

Les propionates de sodium et de calcium, les sorbates de sodium et de potassium ont tous été utilisés à la concentration de 1 %. Le pH de la solution était respectivement de : 9,3, 7,9, 9,8 et 9,4. Ces valeurs n'ont pas été modifiées par le passage de 80 oranges dans 15 litres de solution. Aucun de ces traitements n'a été suivi de rinçage.

L'acide sorbique n'étant efficace qu'en milieu acide, il ne faut pas s'attendre à de bons résultats, dans les conditions de nos expériences. Dans la pratique, l'acidification de ces solutions pose un problème technique, le pH des préparations effectuées selon les recommandations du fabricant (11) étant basique.

L'orthophénylphénate de sodium a été employé à la concentration de 5 % du produit commercial soit 1,3 % de matière active exprimée en orthophénylphénol technique. Le pH était de 11,9 avant et après

TABLEAU 2

Traitements — 1er essai

PRODUIT	pH	RINÇAGE
Acétate de 2-aminobutane.	6,8	rincé
»	6,8	non rincé
»	9,9	rincé
»	9,9	non rincé
Chlorure de 2-aminobutane.	7,0	rincé
»	7,0	non rincé
»	9,9	rincé
»	9,9	non rincé
Propionate de sodium.	9,3	non rincé
Propionate de calcium.	7,9	non rincé
Sorbate de sodium.	9,8	non rincé
Sorbate de potassium.	9,4	non rincé
Orthophénylphénate de sodium.	11,9	rincé
Albotène.	8,0	rincé
»	8,0	non rincé
Eau de ville + versène + pyrophosphate	10,0	rincé
tétrasodique. »	10,0	non rincé
Eau de ville.	8,1	—

le traitement de 80 fruits dans 15 litres de solution. Ces oranges ont subi un rinçage immédiatement après la désinfection.

L'albotène a été utilisé à la dose de 5 % du produit commercial qui contient 35 % d'acide borique complexé avec le propylène-glycol et la monoéthanolamine. Le pH était de 8,0 et n'a pas été sensiblement modifié par le passage de 160 fruits dans 15 litres de solution. Après le traitement, la moitié des oranges a subi un rinçage.

En outre, 160 fruits ont été trempés dans 15 litres d'eau de ville dont le pH avait été porté à 10 par la soude et à laquelle on avait ajouté les quantités voulues de versène et de pyrophosphate tétrasodique. Le pH n'a pas été modifié lors du traitement. La moitié de ces oranges a été ultérieurement rinçée à l'eau de ville.

80 fruits, enfin, ont subi un simple rinçage à l'eau de ville sans aucun additif.

On a donc effectué en tout, 18 traitements, portant chacun sur 80 oranges, et pouvant se résumer dans le tableau 2 ci-dessus.

TABLEAU 3

Test Benlloch — Fruits inoculés

TRAITEMENTS	AVEC RINÇAGE			SANS RINÇAGE		
Nombre de jours après traitement	7	14	21	7	14	21
Chlorure de 2-aminobutane pH 7,0	44	60	99	0	10	10
Chlorure de 2-aminobutane pH 9,9	56	80	80	14	29	30
Acétate de 2-aminobutane pH 6,8	22	40	40	0	0	15
Acétae de 2-aminobutane pH 9,9	18	20	29	0	0	0
Propionate de sodium	—	—	—	100	100	100
Propionate de calcium	—	—	—	100	100	100
Sorbate de sodium	—	—	—	100	100	100
Sorbate de potassium	—	—	—	95	100	100
Orthophénylphénol	5	18	20	—	—	—
Albotène	97	100	100	39	60	70
Eau pure	—	—	—	100	100	100
Eau de ville + versène + pyrophosphate tétrasodique.	98	100	100	100	100	100

Test Benlloch

Une partie des fruits traités avait été soumise la veille, aux inoculations du test Benlloch, tel qu'il a été décrit par MOREAU (15), en employant une suspension de spores de *Penicillium digitatum* SACC. contenant 350 spores/mm³.

Rappelons que ce test Benlloch est destiné à mettre les fruits en présence d'une quantité connue et reproductible d'inoculum, et permet donc une comparaison valable de l'action des divers fongicides utilisés.

La contamination que subissent les oranges, au cours d'une telle expérience, est toujours beaucoup plus élevée que dans les conditions de la pratique, l'inoculum étant plus concentré et mis de manière plus directe, en contact avec les fruits blessés. Il s'ensuit donc qu'un fongicide donnant de bons résultats dans un test Benlloch peut être considéré comme très actif. Son efficacité, bien entendu, reste toujours à confirmer par des essais à l'échelle industrielle.

TABLEAU 4

Test Benlloch — Fruits non inoculés

TRAITEMENTS	AVEC RINÇAGE			SANS RINÇAGE		
	+ 7	+ 14	+ 21	+ 7	+ 14	+ 21
Chlorure de 2-aminobutane pH 7,0	0	0	0	10	10	10
Chlorure de 2-aminobutane pH 9,9	0	0	0	0	0	0
Acétate de 2-aminobutane pH 6,8	0	0	0	0	0	0
Acétate de 2-aminobutane pH 9,9	0	0	0	0	0	0
Propionate de sodium	—	—	—	0	0	0
Propionate de calcium	—	—	—	0	0	0
Sorbate de sodium	—	—	—	0	0	0
Sorbate de potassium	—	—	—	10	10	10
Orthophénylphénol	10	10	10	—	—	—
Albotène	0	0	0	10	10	10
Eau pure	—	—	—	0	0	0
Eau de ville + versène + pyrophosphate tétrasodique	10	10	10	0	0	0

Les infections sont relevées 7,14 et 21 jours après le traitement ; il s'agit donc ici du résultat des infections naturelles.

Pour chaque traitement, dix oranges sont blessées et inoculées, tandis que dix autres, non blessées ni inoculées, sont conservées, comme témoins, pendant la même durée, dans le même local.

Les résultats, exprimés selon une échelle de cotation déjà décrite (3), dans laquelle la valeur 100 représente une pourriture totale des oranges, et la valeur 0 une protection parfaite, sont relevés à trois reprises, à des intervalles de 7 jours. Les fruits étaient conservés à une température de 20 à 24°C (TABLEAU 3).

Dans le tableau 4, les valeurs 10 sont à interpréter de la manière suivante :

Un fruit (sur 10) a été contaminé naturellement et a pourri entièrement. Si plusieurs fruits avaient été atteints, nous aurions obtenu une valeur quelconque entre 10 et 100 (100 représente donc l'ensemble des 10 oranges de chaque lot détruit). Au total, on voit que 5 fruits sur

180 ont été infectés naturellement, soit moins de 3 %. On pourrait donc admettre un coefficient de correction de 3 % pour les valeurs du tableau 3. Etant donné que, dans ce tableau, il ne faut prendre en considération que les grandes différences (de l'ordre de 20), nous ne pensons pas qu'il faille tenir compte de cette correction.

Essai de conservation

La plus grande partie des fruits du premier essai n'a pas été soumise au test Benlloch. Ces oranges furent conservées, sans autre manipulation, à la température de 21 à 24°C, et le nombre de fruits pourris relevés à des intervalles de 7 jours, pendant une durée totale de 35 jours. Les fruits pourris sont enlevés du panier à chaque examen. Le tableau 5 donne les totaux cumulés du nombre de fruits contaminés par traitement.

TABLEAU 5

Infection maximum possible = 60

TRAITEMENTS	AVEC RINÇAGE					SANS RINÇAGE				
	+7	+14	+21	+28	+35	+7	+14	+21	+28	+35
Chlorure de 2-aminobutane pH 7,0	1	5	8	8	12	1	1	1	1	1
Chlorure de 2-aminobutane pH 9,9	0	1	1	2	2	0	0	0	0	1
Acétate de 2-aminobutane pH 6,8	0	1	2	3	4	2	2	2	2	3
Acétate de 2-aminobutane pH 9,9	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
Propionate de sodium	—	—	—	—	—	3	7	7	8	8
Propionate de calcium	—	—	—	—	—	2	4	7	7	10
Sorbate de sodium	—	—	—	—	—	2	4	4	6	7
Sorbate de potassium	—	—	—	—	—	1	3	6	7	8
Orthophénylphénol	0	0	0	1	3	—	—	—	—	—
Albotène	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Eau pure	—	—	—	—	—	6	7	7	12	13
Eau de ville + versène + pyrophosphate tétrasodique	1	1	1	1	3	5	7	8	9	9

Infections relevées 7, 14, 21, 28, 35 jours après le traitement.

Quelques cas de brûlures ont été observés sur des fruits traités, principalement par l'acétate et le chlorure de 2-aminobutane, à pH 7,0, et par l'orthophénylphénate de sodium.

Discussion des résultats du premier essai

Test Benlloch

Dans les traitements suivis de rinçage, l'acétate de 2-aminobutane semble être plus efficace que le chlorure. A pH 9,9 il s'approche même de l'orthophénylphénol.

Dans les traitements non suivis de rinçage, l'orthophénylphénol étant d'office éliminé, le 2-aminobutane seul a une action très nette, les propionates et sorbates ne montrant aucune efficacité. L'albotène donne également des résultats sensiblement supérieurs à ceux des traitements suivis de rinçage.

On pourrait conclure que, pour obtenir une efficacité au moins égale à celle de l'orthophénylphénol, il faut employer le 2-aminobutane sans rinçage.

Le tableau 4 montre le peu d'importance des infections naturelles subies par les fruits, dans les conditions de l'essai.

Essai de conservation

Dans les traitements avec ou sans rinçage, l'acétate et le chlorure de 2-aminobutane se montrent pratiquement équivalents. Un certain avantage semble se dégager en faveur des traitements à pH 9,9. La valeur obtenue pour le chlorure rincé, à pH 7,0, est aberrante.

Dans les lots rincés, le pH du 2-aminobutane semble avoir plus d'importance que sa formulation.

Les propionates et sorbistats obtiennent des résultats proches de ceux de l'eau.

L'albotène et l'orthophénylphénol montrent une efficacité semblable et très bonne. Ceci semble indiquer que l'albotène ne serait actif que contre une quantité d'inoculum ne dépassant pas les taux naturels, le test Benlloch impliquant une contamination artificielle démesurée, contre laquelle l'albotène serait impuissant.

L'addition de versène et de pyrophosphate tétrasodique ne semble pas avoir d'influence propre au point de vue fongicide.

IV. Deuxième essai

Cette expérience a été réalisée dans le but de mesurer l'action de divers additifs sur l'efficacité du 2-aminobutane, et de voir si le mélange de 2-aminobutane et d'orthophénylphénate de sodium avait une activité comparable à celle de chacun de ces deux produits.

Le 2-aminobutane a été utilisé sous forme de chlorure ; on y a ajouté en plus de l'EDTA soit du tripolyphosphate de sodium, soit du pyrophosphate tétrasodique, afin de voir lequel des deux tampons améliorait au mieux la formulation. Le bain contenant du tripolyphosphate a été utilisé aux températures de 16°C et de 40°C, tous les autres bains étant à la température ambiante de 15 à 17°C.

A ces deux solutions, on a comparé le mélange de 2-aminobutane et d'orthophénylphénate de sodium, et à titre de témoins, on a choisi deux formulations commerciales d'orthophénylphénate. Ces produits finis contiennent, bien entendu, les substances tampons et séquestrantes nécessaires, et il n'est plus indiqué d'en ajouter.

Un lot de fruits a subi un simple trempage dans l'eau de ville à température ambiante, tandis qu'un dernier lot était trempé dans de l'eau de ville portée à 53-56°C, afin de mesurer l'influence de la température sur les infections cryptogamiques.

Les analyses de la teneur des bains en 2-aminobutane effectuées avant et après le traitement, indiquent une diminution presque insensible de cette teneur (de 1,03 à 1,01 %).

Les solutions fongicides sont préparées en bains de 30 litres. On y fait passer 400 fruits, dans les cas où l'on compare les traitements rincés et non rincés, et 200 fruits lorsque le traitement est exécuté d'une seule manière (avec ou sans rinçage).

Le pH des diverses solutions, mesuré avant et après leur utilisation, n'a pas montré de changement, sauf dans le cas de l'eau chaude, où il passe de 8,3 à 8,1.

Les fruits trempent durant 5 minutes dans les solutions fongicides ou les témoins « eau », et subissent ensuite éventuellement un rinçage de 3 secondes dans l'eau de ville.

Le tableau 6 décrit les traitements effectués. Les caractéristiques des fruits sont reprises dans le tableau 1. On y verra que de tels fruits paraissent peu susceptibles d'être atteints d'une forte pourriture, par contamination naturelle.

TABLEAU 6

Traitement (2e essai)

TRAITEMENTS	AVEC RINÇAGE	SANS RINÇAGE
Chlorure de 2-aminobutane (1 %) + tripolyphosphate de sodium (1 %) + versène (0,13 %) ; pH = 8,6.	×	×
Chhlorure de 2-aminobutane (1 %) + tripolyphosphate de sodium (1 %) + versène (0,13 %) ; pH = 8,6 température = 40°C.	×	×
Chhlorure de 2-aminobutane (1 %) + pyrophosphate tétrasodique (1 %) + versène (0,13 %) ; pH = 8,5.	×	×
Chhlorure de 2-aminobutane (1 %) + orthophénylphénate de sodium (2,5 %) ; (1) pH = 10,7.	×	×
Orthophénylphénate de sodium (2,5 %) ; (1) pH = 12,4.	×	×
Orthophénylphénate de sodium (5 %) ; (2) pH = 12,9.	×	×
Eau du robinet ; pH = 8,1	—	
Eau du robinet à 53-56°C ; pH = 8,3.	—	×

(1) du produit commercial contenant 13 % d'orthophénol technique, soit 0,325 % de matière active.

(2) d'une autre formulation contenant 26 % d'orthophénylphénol technique, soit 1,3 % de matière active.

Le test Benlloch n'a plus été effectué dans le cadre de cet essai ; les résultats obtenus en laissant les fruits s'infecter sans intervention paraissent plus proches de ce que l'on observe dans la pratique. Après traitement, les fruits sont donc simplement conservés dans une chambre à la température de 21 à 23°C. Ils sont répartis en paniers métalliques contenant 50 fruits.

Les résultats de cet essai sont rassemblés dans le tableau 7, qui indique le nombre de fruits pourris, dans chaque lot de 200 fruits, au bout de 7, 14, 22 et 28 jours après le traitement. Chaque orange pourrie est enlevée et jetée au moment de l'examen. La colonne « Total » donne une valeur située entre

0 = tous les fruits sains
et 200 = tous les fruits atteints.

TABLEAU 7

Résultat du 2e essai

TRAITEMENTS	NOMBRE DE JOURS APRÈS TRAITEMENT				TOTAL
	7	14	22	28	
2-aminobutane + tripolyphosphate rincé, 16°C.	3	10	20	9	42
2-aminobutane + tripolyphosphate non rincé, 16°C.	1	7	7	5	20
2-aminobutane + tripolyphosphate rincé, 40°C.	0	8	5	9	22
2-aminobutane + tripolyphosphate non rincé, 40°C.	0	1	7	9	17
2-aminobutane + pyrophosphate rincé.	3	17	7	15	42
2-aminobutane + pyrophosphate non rincé.	1	7	4	4	16
2-aminobutane + orthophénylphénol rincé.	1	4	5	4	14
2-aminobutane + orthophénylphénol non rincé.	0	1	1	1	3
Orthophénylphénol 13 %, bain à 2,5 %, rincé.	9	11	14	7	41
Orthophénylphénol 13 %, bain à 2,5 %, non rincé.	4	7	5	8	24
Orthophénylphénol 26 %, bain à 5 %, rincé.	4	5	4	6	19
Eau de ville 18°C.	21	14	17	4	56
Eau de ville 52-56°C.	6	6	10	6	34

Les chiffres représentent le nombre de fruits pourris enlevés lors de chaque examen.

Etant donné que, dans le présent essai, il ne s'agit plus d'un test Benlloch, où l'on inocule une seule espèce de cryptogames, les valeurs portées dans ce tableau représentent toutes les attaques des moisissures diverses, essentiellement *Penicillium digitatum* et *Penicillium italicum,* mais aussi, quoique rarement, *Oospora citri-aurantii* et *Rhizopus sp.*

L'examen des oranges restantes à la fin de l'essai, après élimination des fruits malades, montre que dans les traitements au 2-aminobutane, non rincés et à la température ambiante, on retrouve des traces de produit, sous forme de dépôt blanchâtre sur les fruits.

D'autre part, dans les traitements non suivis de rinçage, on trouve des brûlures de l'écorce sur les fruits traités au 2-aminobutane, et surtout avec la formulation contenant du tripolyphosphate de sodium, aussi bien à température ambiante qu'à 40°C. Le mélange 2-aminobutane + orthophénylphénol semble aussi occasionner quelques brûlures. L'orthophénylphénol seul en produit beaucoup moins.

Discussion des résultats du deuxième essai

L'examen du tableau 7 met en évidence une forte influence du rinçage, dans tous les traitements à base de 2-aminobutane. Le rinçage diminue notablement l'efficacité de la désinfecttion.

Les tampons tripolyphosphate et pyrophosphate semblent de valeur égale.

Le traitement au 2-aminobutane + tripolyphosphate rincé paraît nettement meilleur à 40°C qu'à 16°C. Il semble qu'un rinçage soit nécessaire, après les traitements au 2-aminobutane, mais le produit perd alors une partie de son efficacité.

En ce qui concerne la comparaison 2-aminobutane - orthophénylphénol, on peut émettre les observations suivantes :

a. A température ambiante les traitements au 2-aminobutane fournissent pratiquement les mêmes résultats que l'orthophénylphénol à faible concentration.

b. L'orthophénylphénol à forte concentration, rincé, est aussi actif que le 2-aminobutane non rincé.

c. Le mélange orthophénylphénol + 2-aminobutane donne de très bons résultats, surtout lorsqu'il n'est pas suivi de rinçage ; mais, même dans le cas contraire, il s'avère supérieur aux autres traitements.

Tous les traitements ont produit une amélioration par rapport au témoin eau de ville ; même une simple élévation de température de l'eau a déjà une certaine efficacité, insuffisante toutefois dans la pratique.

V. Troisième essai

Cet essai avait pour but de voir si l'addition d'un mouillant permettait d'augmenter l'efficacité du traitement au 2-aminobutane, et notamment d'assurer une bonne protection des fruits, même après rinçage.

Le 2-aminobutane a été utilisé sous forme de chlorure, à la concentration de 1 %, dans un bain, qui contenait aussi 1 % de tripolyphosphate de soude et 0,13 % d'EDTA. Un mouillant anionique a été incorporé dans ce bain. Il s'agit du dodécyl diphényl oxyde disulfonate de sodium, dans une formulation commerciale américaine, utilisée à la dose de 0,25 %.

Le fongicide témoin était l'orthophénylphénate de sodium, à la concentration de 5 % d'une formulation commerciale titrant 26 % d'orthophénylphénol technique.

Un dernier lot de fruits subit un simple trempage dans l'eau de ville, afin de mesurer le taux d'infection naturelle.

TABLEAU 8

Traitement (3e essai)

	RINCÉ	NON RINCÉ
2-aminobutane + mouillant (pH = 8,5)	×	×
2-aminotubane (pH = 8,5)	×	×
Orthophénylphénol (pH = 12,4)	×	—
Eau de ville	×	—

Chaque traitement concerne un lot de 200 fruits. Il s'agit d'oranges Hamlin, en provenance de Beni Mellal et ayant atteint un stade de maturité avancée (indice de maturité = 1,21 ; voir TABLEAU 1).

Les traitements ont eu lieu le 17 mars 1965, et ont consisté en un trempage de 5 minutes dans la solution fongicide ou le témoin « eau », suivi ou non d'un court rinçage, à l'eau de ville, le tout à la température du laboratoire (18 à 19°C).

Le volume des bains était de 30 litres. Le pH des diverses solutions n'a pas été modifié par le passage de 200 ou de 400 fruits, selon le cas.

Le tableau 9 rassemble les résultats de ce troisième essai, relevés 7, 14 et 21 jours après le traitement.

Des brûlures de l'écorce du fruit ont été remarquées dans les lots suivants :

2-aminobutane non rincé,
2-aminobutane + mouillant non rincé (très fortes),
orthophénylphénol.

En ce qui concerne les brûlures, à part le témoin « eau » le meilleur traitement a été le 2-aminobutane sans mouillant, rincé.

Discussion des résultats du 3e essai

Cet essai avait pour but d'améliorer, par incorporation d'un mouillant, l'efficacité de la formulation de chlorure de 2-aminobutane.

Le tableau 9 montre que l'addition d'un mouillant n'a pratiquement rien apporté, à ce point de vue. En effet, si, dans les traitements rincés, on observe une très faible (de 121 à 113) diminution des pourritures, dans les lots non rincés, il y a plutôt augmentation (de 86 à 97).

TABLEAU 9

Résultats du 3e essai

PRODUITS	NOMBRE DE JOURS APRÈS TRAITEMENT			TOTAL
	7	14	21	
2-aminobutane sans mouillant rincé.	41	41	39	121
2-aminobutane sans mouillant non rincé.	22	25	39	86
2-aminobutane + mouillant rincé.	37	47	29	113
2-aminobutane + mouillant non rincé.	10	44	43	97
Orthophénylphénol rincé.	16	41	44	101
Eau de ville.	97	34	21	152

Les chiffres représentent le nombre de fruits pourris enlevés lors de chaque examen.

Si l'on compare avec le traitement habituel à l'orthophénylphénol, on constate de nouveau que le 2-aminobutane ne se montre supérieur que lorsqu'il n'est pas suivi d'un rinçage. Ce fait a été signalé notamment par ECKERT & KOLBEZEN (17). Du point de vue de l'efficacité, il semble donc que la meilleure formule ait été : 2-aminobutane sans mouillant et non rincé.

Tous les traitements ont produit une amélioration nette par rapport au témoin « eau de ville ».

En ce qui concerne la phytotoxicité des diverses formulations, l'addition du produit tensioactif a augmenté le nombre et l'importance des brûlures de l'écorce. Les lésions sont, bien entendu, nettement plus fortes après un traitement sans rinçage. A ce point de vue donc, comme il a déjà été signalé, le meilleur traitement est le 2-aminobutane sans mouillant, et rincé. Dans ce cas, les brûlures sont moins fortes que celles produites par l'orthophénylphénol, dans les mêmes conditions. Malheureusement, l'efficacité fongicide est également un peu moindre, et l'on se trouve devant l'alternative suivante : fongicide d'efficacité moyenne après rinçage, mais non phytotoxique ou bonne efficacité sans rinçage, mais avec risque grave d'altérations de l'écorce.

VI. Quatrième essai

Après avoir étudié, au cours des trois essais précédents, l'efficacité de diverses formulations fongicides, il a semblé utile d'observer plus

particulièrement, au cours d'une nouvelle expérience, leur éventuelle phytotoxicité vis-à-vis des fruits.

Des brûlures de l'écorce des oranges ont été signalées ci-dessus. Par ailleurs, la littérature en fait mention, et les deux types de lésions décrits par LONG & ROBERTS (16) ont été retrouvés. Les cas les moins graves sont représentés par une tache rouge vineuse dans laquelle les glandes à huile essentielle restent intactes. Dans le cas des taches brunes, ces glandes sont détruites, et l'huile répandue provoque la destruction des cellules du flavedo.

Dans le présent essai, les fruits traités n'ont pas subi de rinçage (à l'exception de deux traitements, décrits ci-dessous) afin de mettre en évidence l'éventuelle phytotoxicité du fongicide.

Les produits suivants ont été utilisés, dans des bains de 20 litres, à une température de 19° et d'une durée de 5 minutes.

A — Chlorure de 2-aminobutane, 1 % + EDTA, 0,13 %, pH = 7,95.

B — Chlorure de 2-aminobutane, 1 % + EDTA, 0,13 % + tripolyphosphate de soude, 1 %, pH = 8,25.

C — Chlorure de 2-aminobutane, 1 % + EDTA, 0,13 % + tripolyphosphate de soude, 1 % + mouillant anionique, 0,25 %, pH = 8,2.

D — Sulfate de 2-aminobutane, 1 % + EDTA, 0,13 %, pH = 8,3.

E — Acétate de 2-aminobutane, 1 %, pH = 8,05.

F — Complexe iodé, 0,4 %, pH = 2,8. Une partie des fruits a ensuite été rincée.

G — Orthophénylphénate de sodium, 5 % du produit commercial, pH = 12,5, fruits rincés.

H — Eau de ville, pH = 7,9.

Dans chaque cas, 100 fruits ont été traités, cette quantité étant doublée dans l'objet F (complexe iodé). Il s'agit d'oranges Valencia Late, en provenance de Marrakech (voir TABLEAU 1).

Le pH des solutions n'a pas été modifié de manière notable par le passage de cette quantité de fruits.

Après traitement, les fruits sont conservés en paniers métalliques. Des dépôts blancs ont été observés sur les fruits des lots A, B et C,

TABLEAU 10

Résultats du 4e essai

Traitements	Nombre de fruits pourris enlevés lors de chaque comptage, 8, 15 et 23 jours après le traitement				Nombre de fruits atteints de brûlures (Replacés dans les paniers après comptage)			Affaissement des tissus autour du pédoncule, relevé après 23 jours
	8 jours	15 jours	23 jours	TOTAL	8 jours	15 jours	23 jours	
A	1 (italicum)	0	0	1	10	10	12	5
B	0	0	0	0	5	9	14	9
C	0	0	0	0	5	7	10	27
D	0	0	0	0	4	10	11	7
E	0	0	0	0	14	16	18	5
F rincé	1 (italicum) et 1 (digitatum)	1 (italicum)	1 (italicum)	4	3	3	3	4
F	1 (digitatum)	0	1 (digitatum)	2	11	11	14	4
G	0	0	1 (italicum)	1		9	14	3
H	4 (digitatum)	0	2 (digitatum)	6	9 4	9	10	4

lors du premier comptage. Ils ne semblent pas pouvoir être mis en relation avec un plus grand nombre de lésions de l'écorce.

L'examen du tableau 10 appelle les remarques suivantes :

Il ne faut pas s'attendre à trouver, dans cette expérience, un grand nombre de fruits pourris. Les oranges (voir TABLEAU 1) sont arrivées de Marrakech en excellent état. Néanmoins, il est visible que les meilleurs résultats, au point de vue de la protection des fruits, ont été obtenus dans les traitements au 2-aminobutane et à l'orthophénylphénol.

Le traitement le moins phytotoxique semble être le trempage dans le complexe iodé suivi de rinçage, tandis que l'acétate de 2-aminobutane, ainsi que nous l'avions déjà signalé auparavant (8), a provoqué d'assez nombreuses brûlures. Il semble difficile de différencier les autres traitements sur la base de leur phyototoxicité.

Au bout de deux semaines, on a remarqué l'apparition autour du pédoncule d'une zone où l'écorce paraît affaissée et ramollie. Les comptages effectués 23 jours après le traitement montrent que ce fait est relativement fréquent après le bain de chlorure de 2-aminobutane + tripolyphosphate de soude + mouillant anionique.

Dans tous les autres cas, sauf peut-être pour le traitement B (chlorure de 2-aminobutane + tripolyphosphate sans mouillant), on semble se trouver en présence d'une réaction plus ou moins courante dans cette variété de fruits, au cours de la conservation.

En conclusion de ce quatrième essai, on voit que le 2-aminobutane et l'orthophénylphénol ont confirmé leur bonne efficacité fongicide. Le complexe iodé doit être soumis à de nouvelles expériences, et notamment au test Benlloch, ou, tout au moins, à d'autres essais incorporant des fruits de moins bonne qualité sanitaire.

En ce qui concerne les brûlures, l'acétate de 2-aminobutane s'est révélé plus phytotoxique que les autres produits.

VII. Stabilité des solutions de 2-aminobutane

Les fongicides à base de 2-aminobutane n'étant pas encore utilisés dans la pratique industrielle, il a paru intéressant de soumettre nos formulations à un test de stabilité. Les bains employés dans les stations de conditionnement doivent en effet garder les mêmes propriétés après passage d'une grande quantité de fruits.

Les solutions préparées pour cet essai ont été soumises à une agitation violente pendant 16 heures, à différents pH et à deux différentes températures. Le pH et la concentration en 2-aminobutane ont été mesurés avant et après l'agitation.

La méthode de dosage du 2-aminobutane est basée sur la décomposition du sel d'amine par une quantité mesurée de soude titrée, et ensuite titration de l'alcalinité restante au moyen d'acide sulfurique décinormal.

Les résultats de cette expérience sont consignés dans le tableau 11.

On y constate que tous les bains préparés au pH de 10 ont évolué vers l'acidité et ont subi une perte en matière active. Cette perte est très importante dans le cas du mélange orthophénylphénol + 2-aminobutane, et relativement forte dans les solutions de 2-aminobutane conservées à 33°C. Elle est également visible dans le cas du tampon tripolyphosphate de sodium à 18°C.

Les bains au pH de 8 ont peu évolué durant cette période ; on peut donc conclure qu'ils se montrent plus stables et seront mieux adaptés à un usage industriel.

Le mélange 2-aminobutane + orthophénylphénol ne semble pas à conseiller. Il se pourrait que l'on en arrive à substituer une succession de ces deux fongicides à leur mélange, par exemple : trempage à l'orthophénylphénol suivi d'un court rinçage éventuel à l'eau et d'un trempage au 2-aminobutane.

VIII. Conclusions générales

Les essais relatés ci-dessus poursuivaient plusieurs buts. On désirait connaître les conditions d'emploi du 2-aminobutane, pour une meilleure efficacité fongicide, jointe à une moindre phytotoxicité. On avait également prévu la mise en expérience de divers produits proposés pour le remplacement de l'orthophénylphénol.

Ces essais se sont déroulés en laboratoire, mais à une échelle que l'on peut qualifier de semi-industrielle. Ils permettent de tirer des conclusions valables, qui devront toutefois être soumises à vérification dans la pratique d'une station de conditionnement, sur des quantités industrielles de fruits, effectivement exportés.

Le premier essai a été complété par un test Benlloch dont les résultats, en accord avec l'essai de conservation, montrent bien le peu

TABLEAU 11

Influence du pH sur la stabilité des solutions à base de chlorure de 2-aminobutane

SOLUTIONS	TAMPON	TEMP.	pH AVANT AGITATION	pH APRÈS 16 h. D'AGITATION	% 2-AMINOBUTANE AVANT AGITATION	% 2-AMINOBUTANE APRÈS 16 h. D'AGITATION
2-aminobutane	Tripolyphosphate de sodium	18°C	8,25	8,45	1,06	1,05
2-aminobutane	Tripolyphosphate de sodium	18°C	10,00	9,45	1,04	0,95
2-aminobutane	Pyrophosphate tétrasodique	18°C	8,50	8,45	1,03	1,03
2-aminobutane	Pyrophosphate tétrasodique	18°C	10,00	9,25	0,97	0,96
Orthophénylphénol * + 2-aminobutane	Hexaméthylène - tétramine	18°C	10,65	9,65	1,02	0,81
Orthophénylphénol * + 2-aminobutane	Hexaméthylène - tétramine	33°C	10,60	8,70	1,01	0,76
2-aminobutane	Tripolyphosphate de sodium	33°C	8,40	8,40	1,05	1,05
2-aminobutane	Tripolyphosphate de sodium	33°C	10,00	8,65	1,02	0,93
2-aminobutane	Pyrophosphate tétrasodique	33°C	8,10	8,00	1,05	1,01
2-aminobutane	Pyrophosphate tétrasodique	33°C	10,00	8,55	0,99	0,85

* L'orthophénylphénol titre, dans le bain, 0,325 % de matière active.

d'intérêt des propionates et sorbates fongistatiques pour le traitement des agrumes.

Dans les conditions sévères extrêmes du test Benlloch, le 2-aminobutane, sous forme de chlorure ou d'acétate, se révèle égal à l'orthophénylphénol, à condition que les fruits ne subissent pas de rinçage après le traitement. Nous retrouverons ce fait régulièrement, au cours des expériences ultérieures, et l'on peut considérer cette notion comme confirmée.

L'albotène, produit à base de bore, mais non toxique pour l'homme, se montre égal à l'orthophénylphénol, dans l'essai de conservation.

Le deuxième essai avait pour but de définir une formulation optimale pour le fongicide à base de 2-aminobutane. Les divers produits commerciaux actuellement utilisés contiennent en effet certains adjuvants destinés à améliorer leur efficacité. On se proposait également de tester le mélange 2-amitobutane + orthophénylphénol.

Les tampons tripolyphosphate de sodium et pyrophosphate tétrasodique ont donné des résultats semblables. A 40°C, le 2-aminobutane + tripolyphosphate rincé se montre plus efficace qu'à 16°C. La température de 40° est favorable aux traitements rincés. Toutefois, dans les lots rincés, la perte d'efficacité du 2-aminobutane se confirme.

Le mélange orthophénylphénol + 2-aminobutane donne de très bons résultats, surtout en l'absence de rinçage, mais, même dans le cas contraire, il reste supérieur aux autres traitements.

Les traitements contenant du 2-aminobutane et non suivis de rinçage ont provoqué des brûlures de l'écorce. Il semble donc que le rinçage soit nécessaire, avec, bien entendu, l'inconvénient cité plus haut, d'une perte d'efficacité.

Dans le troisième essai, a été examinée la question de l'utilité d'incorporer un mouillant à la formulation.

Les résultats ne permettent nullement de mettre en évidence une influence quelconque du produit ajouté.

Une fois de plus, seuls les traitements non suivis de rinçage se sont révélés plus efficaces que l'orthophénylphénol rincé.

En ce qui concerne la phytotoxicité des diverses formulations, l'addition du produit tensioactif a augmenté le nombre et l'importance des brûlures de l'écorce. Les lésions sont, bien entendu, plus fortes après un traitement sans rinçage.

Le quatrième essai était destiné à mettre en évidence la phytotoxicité des diverses formulations, des brûlures ayant été remarquées lors des expériences précédentes. A ce point de vue, l'acétate de 2-aminobutane s'est révélé plus phytotoxique que les autres formulations de ce fongicide et même que l'orthophénylphénol. Ce fait a déjà été signalé dans une précédente publication (8).

En définitive, on peut conclure de la manière suivante : parmi les produits que nous avons mis en essai, dans le but de trouver un remplaçant éventuel pour l'orthophénylphénol, seul 2-aminobutane s'est avéré d'une efficacité comparable. Toutefois, il n'atteint le niveau de l'orthophénylphénol que lorsque les traitements ne sont pas suivis de rinçage. Or, le rinçage semble nécessaire, pour éviter les risques de brûlure. Il s'ensuit que des études visant à déterminer éventuellement une dose d'utilisation plus élevée (concentration des bains plus forte) de manière à conserver une meilleure efficacité malgré le rinçage devront être poursuivies. On pourra aussi songer à améliorer la formulation.

En ce qui concerne la stabilité des solutions à base de 2-aminobutane, les bains au pH de 8-8,5 semblent plus stables et vraisemblablement mieux adaptés à un usage industriel. Le mélange 2-aminobutane + orthophénylphénol, comme toutes les solutions à pH de 10, a subi une perte en matière active. On est donc amené à préconiser en définitive une formulation de chlorure ou de sulfate de 2-aminobutane à pH = 8, et sans mouillant.

La toxicité du 2-aminobutane et de ses sels vis-à-vis des mammifères a fait l'objet de plusieurs études dont certaines sont encore en cours. En attendant des résultats définitifs, on peut déjà admettre que ces produits sont très peu toxiques pour l'homme, et on peut notamment signaler que le 2-aminobutane n'est pas inscrit sur la liste des produits cancérigènes.

L'utilisation de ce produit comme désinfectant des fruits d'agrumes devrait être précédée d'une étude de sa concentration efficace dans les bains et d'essais d'application sur grande échelle.

La présente étude a pu être réalisée grâce aux sociétés qui nous ont fourni les produits de désinfection, notamment :

Pfizer International Inc., de New York,
Sidana, de Casablanca,
E.C. de Saint-Cyr, de Casablanca,
Imperial Chemical Industries Export Ltd., de Casablanca

et surtout grâce à Monsieur G. de TORNYAY (Seppic-Maroc) qui, outre certains lots de fruits, nous a procuré les quantités nécessaires de 2-aminobutane, ainsi qu'une abondante documentation.

Nos remerciements vont également à Mesdemoiselles KARSENTY et OHAYON et à Monsieur LHOUMADI, de la Station de Base de Conservation par le Froid de l'I.N.R.A., pour leur aide précieuse et indispensable.

Les renseignements concernant l'eau de ville de Casablanca nous ont été aimablement communiqués par Monsieur BUFFLE, Chef du Laboratoire de Contrôle des Eaux de la S.M.D.

(Manuscrit déposé le 11.10.65)

ملخص

اجريت عدة تجارب من اجل معرفة الشروط الموتية لاستعمال 2 — امينوبيتان فى المكافحة ضد عفونة الحوامض اثناء العناية بها ونقلها وقد وضعت منتجات اخرى بما فى ذلك الاضافات فى المنافسة لاجل تقدير مفعولها و استغلالها .

وقد جمعت النتائج الجيدة بفضل اورتوفنيلفنول و 2 — امينوبتان وقد ظهرت اهمية استغلال الغسل بعد العلاج مرة اخرى

نتبين الان اذن اهمية استغلال معاملات للكلورير اوسولفات 2 — امينوبيتان دو pH = 8 دون تمييه ومحتويا على 1 الى 2 % من المواد النشيطة.

RÉSUMÉ

Plusieurs essais ont été réalisés dans le but de connaître les conditions optimales d'emploi du 2-aminobutane, dans la lutte contre les moisissures des agrumes, au cours du conditionnement et du transport. Divers autres produits, y compris des additifs, ont également été mis en compétition, afin d'évaluer leur efficacité et leur utilité.

Les meilleurs résultats ont été obtenus par l'orthophénylphénol et le 2-aminobutane. L'utilité du rinçage après le traitement a été démontrée une fois de plus.

On envisage donc l'utilisation d'une formulation de chlorure ou de sulfate de 2-aminobutane, à pH = 8, sans mouillant, et contenant 1 ou 2 % de matière active.

RESUMEN

Ensayos de fungicidos para la desinfección de naranjas

Han sido efectuados varios ensayos al fin de determinar las mejores condiciones para el empleo del 2-anirobutane en la lucha contra los mohos de los agrios durante el embalaje y el transporte. También se han hecho ensayos comparativos con algunos otros productos con el objeto de evaluar su eficacia y utilidad.

Los mejores resultados han sido obtenidos con el orto-fenil-fenol y el 2-aminobutane. De nuevo se ha demostrado la utilidad del enjuague después del tratamiento.

De ese modo se considera ahora el empleo de una formula de cloruro o sulfato de 2-aminobutane, de pH = 8, sin material mojante y con 1 o 2 % de substancia activa.

SUMMARY

An experimental study was conducted to find the best conditions of application of 2-aminobutane against fruit decay fungi. Other fungicides and additives have been included in the tests.

Best results were obtained with o-phenylphenol, which is a well-known decay control agent, and with 2-aminobutane. Rinsing after treatment proved again useful.

The use of a 2-aminobutane chloride or sulfate formulation, at pH = 8, without a wetting agent, and at a concentration of 1 or 2 % is suggested.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — 1941. Les moisissures bleue et verte des agrumes (*Penicillium italicum* WEHM. et *P. digitatum* SACC.). — Direction de la Production Agricole, du Commerce et du Ravitaillement, Service de l'Agriculture, Bureau de la Défense des Végétaux, Rabat, Mémento N° 55, 2° édition, 15 p.

2. MOREAU, C. — 1954. Le problème de la protection des agrumes dans les transports et en entrepôts. — Fruits, vol. 9, N° 2, pp. 51-59, Paris.

3. VANDERWEYEN, A., R. HUET & A. LEDERBERGER — 1964. Etude de traitements à base d'orthophénylphénol contre les moisissures des agrumes. — Al Awamia, Rabat, **12**, pp. 75-87.

4. BERGER, G. & R. BOUHELIER — 1941. Observations sur la pourriture verte (*Penicillium digitatum* SACC.). Essais et résultats de nouvelles méthodes de protection. — Fruits et Primeurs de l'Afrique du Nord, La Revue Française de l'Oranger, 11e année, n° 118, pp. 169-177, Casablanca.

5. LAURIOL, F. — 1954. Les traitements chimiques des *Penicillium* des agrumes. Fruits, vol. 9, n° 1, pp. 3-15, Paris.

6. MOREAU, C. — 1956. Les composés organiques du bore (albotènes), leur intérêt dans le traitement des agrumes en entrepôt. — Fruits, vol. 11, n° 9, pp. 375-379, Paris.

7. ANONYME. — 1964. Directive du Conseil du 5 novembre 1963 (64/54/CEE, article 5). — Journal Officiel des Communautés Européennes, 7e année, n° 12, pp. 161-165/64.

8. VANDERWEYEN, A., R. HUET & A. LEDERBERGER — 1965. Essai du 2-aminobutane dans la lutte contre la pourriture verte des agrumes. — Al Awamia, Rabat, **14**, pp. 19-28.

9. ANONYME. — 1963. Technical report on 2-aminobutane acetate and 2-aminobutane bicarbonate. — Report n° G3-3, Lilly Experimental Chemicals, 9 p., Greenfield, Indiana.

10. ANONYME. — 1963. Calcium and sodium propionate. — Chas. Pfizer & Co., Inc., Data Sheet n° 601, 4 p., New York, N.Y.

11. ANONYME. — 1964. Sorbistat, Sorbistat-K. — Chas. Pfizer & Co., Inc., Technical Bulletin n° 101, 29 p., New York, N.Y.

12. ANONYME. — (Sans date). Iosan. Produit de nettoyage et de désinfection pour l'industrie laitière et l'industrie en général. — Notice CIBA, Bâle, 8 p.

13. PLOQUIN, J. — (Sans date). Sur la toxicité de l'acide borique et des albotènes. — Note polycopiée, 10 p.

14. ECKERT, J.W. & M.J. KOLBEZEN — 1964. 2-aminobutane salts for control of post - harvest decay of citrus, apple, pear, peach, and banana fruits. — Phytopathology, vol. 54, n° 8, pp. 978-986, Worcester.

15. MOREAU, C. — 1959. Le test Benlloch et ses applications. — Fruits, vol. 14, n° 5, pp. 211-217, Paris.

16. LONG, J.K. & E.A. ROBERTS — 1958. The phytotoxic and fungicidal effects of sodium o-phenylphenate in controlling green mould wastage in oranges. — Aust. J. Agric. Res., vol. 9, n° 5, pp. 609-628, Melbourne.

17. ECKERT, J.W. & M.J. KOLBEZEN — 1962. Control of *Penicillium* decay of citrus fruits with 2-aminobutane. — Nature, vol. 194, n° 4831, pp. 888-889, Londres.