

LE « MAL SECCO »

H. CHAPOT

SOMMAIRE

Historique et distribution

Etiologie

Symptômes

Processus d'infection

- modes d'infection
- sources et vitesse de contamination
- action du champignon, réaction de l'hôte

Ecologie

Résistance et sensibilité spécifiques

Méthodes de lutte

- méthodes préventives
- méthodes curatives

Le « mal secco » est une trachéomycose des agrumes qui paraît spécifique du Bassin méditerranéen, où elle est apparue il y a environ 70 ans, et où elle semble s'étendre progressivement d'est en ouest.

Elle fait surtout sentir ses effets sur citronnier (*Citrus limon* BURM.) au point d'en rendre la culture très aléatoire dans de nombreux pays : en Sicile, G. RUGGIERI [118] estime à 12 000 hectares la superficie de citronniers détruits ou gravement endommagés entre 1918 et 1953. Cinquante pour cent des arbres ont été atteints, dont un tiers seulement a été rem-

placé, et cela entre 1920 et 1950 (J.G. JAMESON [53]). Selon J.H. BURKE [22] la production italienne de citrons a diminué de moitié entre 1931 et 1951.

Dans un autre pays, la Turquie, on aura une idée de la gravité de la maladie en observant quelques chiffres provenant d'une propriété typique : sur 6 000 arbres d'une plantation de citronniers appartenant à l'Ecole d'agriculture de Dalaman, 2 000 étaient morts ou en train de mourir en 1960, lorsque nous les avons examinés, et les responsables de la plantation estimaient que la vitesse de propagation de la maladie était telle qu'elle provoquait la perte de 300 arbres par an (voir figures).



**Plantation de citronniers atteints par le « mal secco »,
à l'Ecole d'agriculture de Dalaman (Turquie)**

Vue générale. Les emplacements vides au premier et au second plan sont ceux d'arbres morts de « mal secco ». Le plant au centre commence à se dessécher.

En URSS, non plus exactement sur la Méditerranée mais principalement sur le littoral géorgien de la Mer Noire, la culture du citronnier est entièrement sous la dépendance du « mal secco ».

Le Maroc est pour le moment un des rares pays indemnes du Bassin méditerranéen, mais il doit observer une vigilance de tous les instants.

Historique et distribution

A la fin du siècle dernier, une maladie des agrumes fut observée dans les îles grecques de la Mer Egée, notamment Chio et Paros, d'où son nom de « maladie de Paros » : elle paraît être le « mal secco ». Elle s'étendit ensuite au Péloponnèse, selon L. PETRI [89] ; en 1939, J.A. SAREJANNI [126] l'avait reconnue en Crète, en Eubée et en Thessalie.

Vers 1916, un dépérissement des citronniers était observé en Sicile dans un centre voisin de Messine, et du Messinese il s'étendit aux provinces de Catane, de Syracuse et de Palerme. Il semble que dès 1920 le « mal secco » fut présent en Calabre ; en 1947, G. RUGGIERI [112] le signalait dans le Latium, à Fondi.

Entre temps, il avait été observé en Palestine, à Chypre et en Turquie où il fut l'objet des intéressants travaux de G. GASSNER [43]. Il fut reconnu également en Syrie et existe aussi sur la Riviera ligure et la Côte d'Azur française.

L'Afrique du Nord semblait épargnée, jusqu'à la découverte vers 1952-53 de symptômes non équivoques en Algérie et en Tunisie, selon P. CROSSA-RAYNAUD [36].

A l'heure actuelle, seuls l'Espagne, le Portugal et le Maroc ne paraissent pas avoir été atteints par le « mal secco ».

Etiologie

Le champignon

Les symptômes de la maladie ont été connus près de 30 ans avant la détermination exacte de l'agent causal. En Italie, le « mal secco » fut tout d'abord considéré comme une maladie générale affectant aussi bien les agrumes qu'un grand nombre d'autres arbres fruitiers : abricotiers, figuiers, noyers et mûriers, et causée par une bactérie (L. SAVASTANO [128, 129]). On l'appela aussi « gommose sèche ».

L. PETRI [74] écarte en 1929 l'hypothèse de la bactérie, *Phytomonas syringae* VAN HALL, agent du « blast » avec lequel le « mal secco » avait été confondu. Il avait déjà émis l'idée [69, 70, 72] que le « mal secco » avait le même agent causal que l'anthracnose ou « wither-tip », *Colletotrichum gloeosporioides* PENZIG.

Cette idée de l'anthracnose était reprise de divers auteurs et trouvait une justification partielle dans le fait que *C. gloeosporioides* se retrouvait presque toujours sur les rameaux desséchés provenant d'arbres atteints de « mal secco ».

En 1929 toujours, L. PETRI remarque déjà que le « mal secco » typique atteint presque exclusivement les citronniers, alors que l'anthracnose sévit sur toutes les espèces de citrus. La même année, il décrit [75] sous le nom de *Deuterophoma tracheiphila* nov. spec. un champignon qu'il considère comme l'agent causal du « mal secco ». Cette opinion sera très largement admise désormais, d'autant qu'elle ne cessera de reposer sur des preuves expérimentales données tant par L. PETRI lui-même [78, 80, 81] que par d'autres chercheurs comme G. SAVASTANO et H.S. FAWCETT [127], V. CARRANTE et G. RUGGIERI [27], etc.

Le nom de « mal secco », dû à L. SAVASTANO, est resté à *Deuterophoma tracheiphila* PETRI dans pratiquement toutes les langues, sauf en Turquie où cette affection est appelée « kurutan ». On trouve aussi « malsecco » ; les appellations de « gommose sèche », de « dessèchement infectieux » et de « flétrissement infectieux » ne sont plus guère employées d'autant qu'elles créent une confusion avec l'anthracnose.

La conclusion de L. PETRI a toutefois soulevé quelques polémiques. La nature virale du « mal secco » a été suggérée, mais étant sans aucun fondement, elle ne fut jamais retenue. En 1940, G. GASSNER, travaillant en Turquie, attribue [43] à *Phoma limonis* la cause du « mal secco », opinion énergiquement combattue par L. PETRI [89]. La dernière controverse est due à L. PASINETTI qui en 1952 [68] exclut le rôle d'un agent pathogène dans le « mal secco » et attribue ce trouble à une insuffisance du fonctionnement de l'appareil circulatoire. Il nie même l'existence de *Deuterophoma tracheiphila* PETRI et assimile *Colletotrichum gloeosporioides* à *Phoma limonis*. Cette théorie fut aussitôt réfutée par G. GOIDANICH et G. RUGGIERI [50] et elle ne semble pas avoir de défenseur.

Si, à part les exceptions qui viennent d'être relatées, la cause du « mal secco » est admise par tous maintenant, la nouvelle espèce et même le nouveau genre créés par L. PETRI ont fait l'objet de nombreuses discussions, notamment entre lui [85] et H. KLEBAHN, en particulier en ce qui concerne la création du nouveau genre *Blastophoma*.

En 1946 enfin, R. CIFFERI, étudiant l'agent du « mal secco » sur diverses variétés de citronniers de Sicile, remarque qu'il est identique à la description générique de *Bakerophoma* DIEDICKE et propose la nouvelle combinaison *Bakerophoma tracheiphila* (PETRI) CIFFERI [13, 33].

Ajoutons que G. GOIDANICH et G. RUGGIERI ont confirmé [47] l'idée de L. PETRI distinguant dans les Phomacées deux familles, celle des Pho-

macées et celle des Deuterophomacées, et proposé la création de deux sous-familles, Peyroneliacées et Sclerophomacées, ainsi que d'un nouveau genre, *Deuterophomina*, voisin du genre *Peyronellaea*. Ultérieurement, les mêmes auteurs [48] ont été amenés à rapprocher *Deuterophoma tracheiphila* de *Dothiorella ulmi* pour lequel ils ont proposé le nom de *Deuterophoma ulmi*.

Bien que, ainsi que nous l'avons mentionné, le *Deuterophoma tracheiphila* ne soit plus guère discuté en tant que cause du « mal secco », d'autres agents pathogènes peuvent produire sur agrumes des troubles voisins : G. RUGGIERI [111] a signalé, à la suite d'infections expérimentales, que des trachéomycoses sur agrumes pouvaient être occasionnées par *Verticillium albo-atrum* REINKE et BERTH. Ses inoculums provenaient d'oliviers. Nous avons rappelé aussi la tendance, au début des recherches sur le « mal secco », à l'attribuer tant à la bactérie *Phytophthora syringae* VAN HALL, agent de la bactériose, qu'à *Colletotrichum gloeosporioides* PENZIG, cause de l'antracnose. Ces deux affections sont presque toujours associées au « mal secco » dans presque tous les pays où cette maladie a été observée, comme l'ont montré encore récemment E. BALDACCINI et F. GAROFALO [15] en Italie, I. REICHERT et M. CHORIN [97] en Israël, etc. En Turquie, pour notre part, nous avons pu vérifier la présence très fréquente de bactériose sur les rameaux de citronniers atteints de « mal secco », notamment dans la région de Dalaman.

En URSS, en particulier dans la région de Batoum, A.A. SCHUMAKOVA et A.M. GRUBE signalent [130] que les divers agrumes atteints de « mal secco » présentent une association fréquente entre *Deuterophoma tracheiphila* et *Epicoccum granulatum* PENZIG.

Lignées et races

Le champignon responsable du « mal secco » est connu pour compter au moins deux lignées : l'une, chromogène ou R, produisant une coloration rose ou rouge du bois envahi, l'autre, non chromogène ou DP, n'en produisant pas. Le pigment, ainsi que des produits métaboliques du mycélium, a été étudié par A. QUILICO, C. CARDANI, F. PIOZZI et P. SCRIVANI [91] après que L. PETRI ait émis l'idée, apparemment non vérifiée depuis, de son action toxique sur les cellules cambiales. De plus, A. BUGIANI, P. SCRIVANI et N. LOPRIENO [21] estiment que la coloration du bois infecté semble résulter d'une matière gommeuse et que le pigment rouge en question, observé *in vitro*, n'apparaît pas *in vivo* où le mycélium reste hyalin.

Les deux lignées existent en Grèce (L. PETRI [80] ; J.A. SAREJANNI [125]), mais en Sicile, seule la lignée chromogène serait connue. En Israël,

les deux lignées semblent exister concurremment, mais dans les autres pays la situation ne nous est pas connue.

Il semble qu'il existe aussi des races de ce cryptogame : V. CARRANTE et G. RUGGIERI [27] citent la forme connue sous le nom de « mal nero », caractérisée par une longue latence apparente à l'intérieur de l'arbre, une progression lente mais un effet foudroyant dans les derniers stades. Des races semblent aussi avoir été isolées en URSS.

Symptômes

Le « mal secco » étant, comme nous venons de le voir, une trachéomycose, on conçoit que ses symptômes externes ne soient apparents qu'au bout d'une période plus ou moins longue, après un envahissement plus ou moins important de l'appareil vasculaire. D'autre part, la plus ou moins grande rapidité de l'apparition des symptômes sur les parties distales de l'arbre dépend de l'emplacement de l'infection (G. GOIDANICH [44]). Enfin ceux-ci sont loin d'être spécifiques et sont communs à tous les troubles de diverses origines, produits par une alimentation imparfaite de la frondaison : gommose à *Phytophthora*, pourridiés divers, décorticoses variées, anthracnose, sans compter les manifestations dues au gel, au vent, etc.

Bien que les symptômes du « mal secco » aient été maintes fois décrits, notamment par H.S. FAWCETT [39], D. CASELLA [29], V. CARRANTE [25] et plus récemment par B. JAMOSSI [54], nous les rappellerons brièvement (les premières descriptions de L. PETRI [72] ne font pas de distinction entre les symptômes de bactériose, d'anthracnose et de « mal secco »).

Les feuilles des petites branches formant le sommet de l'arbre, ou celles d'une branche maîtresse, se fanent, se décolorent et se dessèchent. La partie ainsi atteinte comprend rarement la totalité de la frondaison et n'affecte le plus souvent qu'une partie seulement de l'arbre. Le rameau puis la branche se dessèchent, les feuilles mortes restant fixées à l'arbre ou tombant à terre selon les conditions climatiques (humidité, vent) et la rapidité de propagation de la maladie. Le dessèchement gagne vers le tronc de l'arbre, tout en s'étendant vers les branches non encore atteintes. Les branches peuvent montrer des bandes plus ou moins larges, de couleur brunâtre. Des masses grisâtres de pycnides se forment sous l'épiderme, pour éclater ensuite. En l'espace d'un an ou deux, dans les cas graves, l'arbre meurt.

Si l'on sectionne tangentiellement ou en biseau la partie encore verte d'un rameau dont l'extrémité est desséchée, on observe généralement dans



Citronniers atteints par le « mal secco »

Un plant dépérissant, à moitié desséché. L'arbre voisin, à gauche, est déjà mort. Photo prise dans la plantation de citronniers de l'Ecole d'agriculture de Dalaman (Turquie).

le bois une coloration saumon ou rouge carotte très caractéristique, considérée par G. SAVASTANO et H.S. FAWCETT [127] comme une bonne indication de la présence du champignon*.

* Divers troubles produisent des colorations semblables dans le bois : A.A. BITAN-COURT, cité par H.S. FAWCETT, en a trouvé sur des citrus atteints par la foudre. M. SALERNO [124] a observé sur bigaradier et sur citronnier greffé sur bigaradier divers dommages dus à *Fusarium latericum* NEES, accompagnés d'une coloration orangée du bois. Nous-même en avons trouvé sur de jeunes plants de bigaradier et de *Poncirus trifoliata* endommagés par le « sand burn » [31, 137], mais la coloration longitudinale du bois, se présentant surtout en fines lignes parallèles (faisceaux fibro-vasculaires), semble assez spécifique du « mal secco ».

Cette coloration rose ou rouge du bois n'apparaît qu'à un stade assez avancé de la maladie. On peut toutefois l'obtenir artificiellement d'une manière plus précoce. V.N. ORCHANSKAYA [63, 64, 65] fait apparaître dans le bois infecté par *Deuterophoma tracheiphila* une coloration rosâtre à jaune-orange, en appliquant sur celui-ci une solution à 1 % de soude caustique (NaOH) ou de potasse (KOH). B. BAZZI et P. SCRIVANI [18] passent sur le bois mis à nu, au voisinage de l'écorce, un tampon de coton imprégné d'alcool, laissent sécher et recouvrent ensuite de quelques gouttes d'ammoniaque à 10 % : le bois non infecté est coloré en jaune verdâtre, celui atteint de « mal secco » en orange. Cette coloration artificielle est d'un emploi très indiqué dans un but de diagnostic immédiat de l'affection.

Processus d'infection

Modes d'infection

Les symptômes qui viennent d'être décrits laisseraient penser que l'infection part du sommet d'une branche ou d'un rameau pour gagner le tronc lui-même, c'est-à-dire représenterait une progression centripète (ou basipète). Ce n'est pas toujours le cas, car l'infection peut aussi se faire par les racines de l'arbre ou par la base du tronc.

1. *Infection par la base de l'arbre.* P. SCRIVANI [131] inoculant de jeunes plants à leur base, n'observe les symptômes de « mal secco » que lorsque l'agent pathogène a atteint le sommet de l'arbre. Pour N.S. FEDORINTCHIK [40], la branche portant un rameau manifestant des signes de dépérissement ne se dessèche que un ou deux mois après le début de ce dépérissement. Le même auteur note des différences entre le citronnier et les autres citrus quant à l'extension du champignon : dans la première espèce, le mycélium s'étend dans les vaisseaux puis vers le cœur, tandis que chez les autres citrus il s'étend le long du cœur pour atteindre ensuite les vaisseaux au travers des autres tissus.

Dès 1926, G. SAVASTANO et H.S. FAWCETT [127] remarquaient que les cas les plus graves et les plus rapides de « mal secco » provenaient d'infection par les racines.

G. RUGGERI n'exclut pas ce fait [99] et attribue aux feuilles atteintes tombées sur le sol l'origine de la contamination. Plus récemment toutefois, K.M. STEPANOV et V.I. CHALICHKINA [135] signalent n'observer de contamination par les racines que dans un très petit nombre de cas, et seulement après blessure du collet et contact direct de la plaie avec du mycélium ou des pycnides provenant de rameaux malades. Ces deux conditions, s'ajoutant aux exigences de température et d'humidité, leur font penser que, dans des conditions naturelles, la contamination par les racines est peu fréquente.

2. *Infection par les rameaux et le feuillage.* La pénétration du champignon par les rameaux ne peut être exclue, surtout après des vents ayant endommagé la frondaison, ou après un gel ayant provoqué des éclatements de l'écorce des rameaux. Mais c'est aux feuilles que l'on attribue une grande importance : L. PETRI [79] pense que par leur concavité, elles peuvent accumuler des spores ou même des pycnides entières, transportées par le vent. Ces spores pourraient germer et pénétrer le limbe par les deux rangées de stomates parallèles à la nervure centrale. G. RUGGIERI [99] observe que le mycélium envahit les nervures de la feuille, puis le bois des rameaux. Des fructifications se forment sur les cicatrices laissées par les feuilles après leur chute et sur l'épiderme des rameaux.

On a pensé que la sensibilité variétale pourrait être en liaison avec la plus ou moins grande densité des stomates sur la nervure centrale des feuilles. D. RABINOVITZ-SERENI [94] après détermination du nombre de ces stomates chez le citronnier, le mandarinier et le bigaradier n'a pu mettre en évidence des corrélations entre le nombre de ceux-ci et la sensibilité au « mal secco » de l'espèce considérée.

3. *Infection par les fruits.* Contrairement à ce que l'on imagine souvent, l'infection des fruits par le champignon ne se fait pas après l'invasion des branches et des rameaux. G. RUGGIERI [108, 109] a montré que les jeunes citrons produits par forçage ou « verdelli », sont contaminés par leur base et que l'infection se poursuit vers les rameaux terminaux.

De même, les citrons « verdelli » cueillis tôt au printemps, laissent des plaies de coupe qui constituent une voie à la contamination pendant une saison particulièrement favorable.

Sources et vitesse de contamination

1. *Sources de contamination.* Elles sont nombreuses et représentent pratiquement toutes les parties de l'arbre hébergeant le champignon, dont des fructifications peuvent apparaître sur de nombreux organes envahis. K.M. STEPANOV [133] observe des pycnides en abondance sur les parties mourantes ou mortes de l'arbre, même séparées depuis assez longtemps de ce dernier (fruits, feuilles tombées, débris de taille).

Un cas très intéressant est celui des fruits normaux, mis dans le commerce, et provenant d'arbres infectés. Ce cas a inquiété assez fortement les agrumiculteurs californiens (les Etats-Unis importent de substantielles quantités de citrons de Sicile), aussi L.J. KLOTZ a-t-il été chargé d'étudier les dangers d'introduction de « mal secco » en Californie, par ce moyen. Il a pu reconnaître en Sicile le mycélium du *Deuterophoma tracheiphila* dans tous les citrons, quel que soit leur âge, cueillis sur des arbres infectés

[56] ; mais d'une part, il estime que ce mycélium n'est probablement pas capable de sporuler et d'autre part, à l'emballage des citrons avant exportation, les fruits affectés peuvent être repérés et ainsi éliminés (comme le font observer les responsables italiens) d'après leur aspect plus terne et la coloration orange ou rouge qui est visible à la cicatrice du calice.

Une autre forme de dissémination du « mal secco » fut observée par G. GOIDANICH, G. RUGGIERI et A. CAGNOTTO [51], résultant de la formation tant en culture que dans les vaisseaux du bois très jeune, de conidies mono ou bi-cellulaires de forme irrégulière et de diverses dimensions, que le courant de sève transporte.

2. *Vitesse d'infection.* H.S. FAWCETT [39] a noté que les progrès du champignon étaient de nombreuses fois plus rapides en direction du haut de l'arbre qu'en direction du bas : une infection effectuée sur de petits rameaux au sommet de l'arbre n'entraînait des symptômes difficilement visibles que 5 mois après ; au contraire, une inoculation des racines et une de la base des branches charpentières progressaient respectivement de 80 à 150 fois, et 60 fois plus vite.

G. GOIDANICH et G. RUGGIERI ont observé [46] des symptômes de la maladie sur jeune bigaradier 19 jours seulement après infection avec des spores, cette vitesse s'expliquant par le contact direct de l'agent pathogène avec les tissus du sujet.

Action du champignon, réaction de l'hôte

1. *Action du champignon.* L'envahissement des vaisseaux par le mycélium du champignon entraîne dans ceux-ci la formation de substances gommeuses réduisant fortement le courant (A. BUGIANI, P. SCRIVANI et N. LOPRIENO [21]). On peut de plus observer dans les tissus ligneux une coloration allant du rose saumon au rouge carotte, ainsi qu'une coloration brunâtre qui, d'après G. SAVASTANO et H.S. FAWCETT [127], pourrait n'être qu'un stade plus avancé de la précédente manifestation.

D'autre part, des substances toxiques ont été isolées du bois de citronniers infectés par le « mal secco », mais non du bois sain (P. SCRIVANI [131] ; K.S. AKHVLEDIANI [10]).

I.M. POLIAKOV et A.A. SCHUMAKOVA [90] ont déterminé les valeurs optimales de la température et du pH du milieu de culture sur le développement de ces toxines, soit 29 ou 30°C pour un pH de 4 à 7,8 pendant les premiers jours.

2. *Réaction de l'hôte.* Dès 1930, L. PETRI notait [78] que le développement du mycélium se faisait plus rapidement dans la sève du citron-

nier que dans celle de l'oranger et concluait à la présence de certaines substances, d'ordre enzymatique ou non.

G. GOIDANICH et G. RUGGIERI ont remarqué [46] des modifications anatomiques de caractère défensif se produisant à la suite d'infection par des blessures, mais ils ont fait des observations [45] contredisant pratiquement celles de L. PETRI qui viennent d'être rapportées : la germination de conidies et de pycnospores, puis le développement du mycélium, sont tout autant stimulés dans des jus extraits de l'écorce et du bois d'oranger ou de bigaradier, alors que la première espèce est considérée comme résistante, et la seconde comme sensible au « mal secco ».

A. BEN AZIZ, M. CHORIN, S.P. MONSELISE et I. REICHERT [19] ont mis en évidence deux substances inhibitrices du développement du mycélium, appelées C_1 et CS_2 , présentes dans les variétés de mandarines résistant à la maladie, mais non chez les citronniers et autres espèces sensibles comme le Rough lemon et la limette.

D'autre part, le développement du champignon dans le sol pourrait être inhibé par divers organismes présents dans celui-ci (K.M. STEPANOV et V.I. CHALICHKINA [135]) ; N.A. DARASELIA [37] a mis en évidence la présence dans le sol de bactéries provoquant la lyse du mycélium du « mal secco » : elles avaient toutefois été isolées de la rhizosphère d'un théier.

Ecologie

Conditions générales

Les infections primaires de « mal secco » sont soumises à une périodicité qui correspond à la période de repos relatif de la végétation des agrumes en automne et en hiver, d'après G. RUGGIERI [116, 117, 121] : elles s'effectuent de novembre à février, mais surtout en janvier, au moment où la plante est en repos végétatif, sans rapport cependant avec les conditions de milieu et de climat. K.M. STEPANOV et A.A. SCHUMAKOVA ont confirmé [134] ces dates critiques, pour les régions subtropicales de Russie.

D'après L. PETRI [77, 78], la croissance mycélienne (en milieux solides et liquides) s'effectue entre 10 et 28°C et s'arrête au-dessous de 6°C et au-dessus de 30°C. Un peu au-dessus de cette dernière température, le mycélium est détruit en l'espace de 10 jours. La formation du pigment rouge dans la lignée chromogène est retardée par une température supérieure à 24°C. Les pycnides prennent naissance entre 12 et 24°C.

D. RABINOVITZ-SERENI a mis en évidence [92] l'action favorisante du gaz carbonique sur la germination des spores de *Deuterophoma tra-*

cheiphila : il y a, en effet, augmentation du pourcentage de germination et de la longueur moyenne et maximale des tubes germinatifs. Le même auteur a montré [93] l'influence de la température journalière : l'augmentation de cette température et la diminution de l'humidité ont une très nette action sur le gonflement des spores et l'émission de tubes ; ainsi, à 18-20°C toutes les spores gonflèrent et 80 % de celles-ci produisirent des tubes longs de 300 à 350 microns. Au contraire, vers 30°C, 10 % seulement gonflèrent et les rares spores qui germèrent ne produisirent que des tubes de longueur inférieure à 100 microns.

K.M. STEPANOV [133] a établi que les pycnides apparaissent à partir de 5°C et même en dessous, jusqu'à 30°C, mais non au-dessus, la température optimale étant de 21°C quant à la vitesse d'apparition, et de 12°C seulement quant à la quantité produite.

Les infections peuvent donc se faire facilement en hiver, à la rigueur en automne et au printemps selon la température de ces saisons, avec une formation de pycnides à assez basse température, un développement mycélien à température plutôt basse également et un arrêt de celui-ci dès les premières chaleurs. La coloration rose à rouge des fibres du bois dans le clone chromogène est particulièrement intense pendant les périodes de température peu élevée. L'humidité (chutes de pluie ou hygrométrie de l'air), toujours très favorable au développement des maladies cryptogamiques en général, est pratiquement indispensable à la libération des spores de *Deuterophoma tracheiphila* : en effet les pycnides ne présentent pas de pores et les spores ne peuvent être libérées que par la rupture des membranes de la pycnide à la suite de leur gonflement par l'eau.

Conditions favorisant l'infection ou y prédisposant

1. *Froid*. Le problème le plus important concernant le « mal secco », mais aussi le plus controversé, est l'action du froid sur l'infection primaire. G. GASSNER [43] estime que de basses températures prédisposent les arbres à l'infection. Cette hypothèse est parfaitement vraisemblable, et pour notre part nous avons pu constater en Turquie que les plantations de citronniers atteintes de « mal secco » sont situées dans des régions où l'hiver est le plus marqué, et pour une région donnée, les plantations les plus atteintes étaient celles exposées aux vents froids débouchant de petites vallées montagneuses. Toutefois cette idée, déjà réfutée par L. PETRI [89], ne soutient pas l'examen lorsqu'on observe le « mal secco » dans d'autres pays que la Sicile ou la Turquie ; en Tunisie, par exemple, la zone affectée, celle de La Soukra, à peu de distance de Tunis, jouit d'un climat très tempéré où l'on ne peut parler de froid. Par ailleurs, L. PETRI [87] considérait même qu'un hiver froid, comme celui de 1935-36, est un obstacle à la formation des spores du cryptogame.

Plus récemment G. GOIDANICH et G. RUGGIERI [49], tout en reconnaissant que les basses températures sont un facteur prédisposant au développement du « mal secco », estiment que le froid facilite simplement la pénétration du mycélium et n'est pas nécessaire à l'établissement du parasite.

2. *Chaleur*. Les avis sont aussi controversés en ce qui concerne l'action de la chaleur en fin de printemps et en été. B. GANDALINO, en 1952, estime que la chaleur excessive de juin avait favorisé la propagation du « mal secco » sur bergamotier [42].

3. *Mauvais état végétatif*. Toute cause diminuant la vigueur de l'arbre, ou y portant atteinte temporairement, est à peu près généralement reconnue comme un facteur prédisposant à la contamination.

En tout premier lieu, la plupart des auteurs ont incriminé la pratique du forçage *, pratique troublant fortement la physiologie de l'arbre. Bien que ce forçage puisse conduire à une contamination, comme l'a montré G. RUGGIERI [108, 114], il n'a pas une importance aussi grande qu'on a voulu le voir, puisqu'il faut bien noter que le forçage est propre à l'Italie alors que le « mal secco » est au moins aussi grave dans de nombreux autres pays (Turquie, URSS) où cette pratique est ignorée, comme le rappelle G. RUGGIERI [99].

Toutes les autres causes d'affaiblissement des arbres ont été envisagées : l'insuffisance de soins cultureux, par G. SAVASTANO [128], L. PETRI [72], G. AJON [9] ; l'excès de ces mêmes soins, par G. AJON [6] et D. CASELLA [29] ; l'excès d'irrigation par G. AJON [9] ; une nutrition mal équilibrée, par le même auteur [2]. On a aussi incriminé le sol, ses propriétés physiques et ses constituants chimiques, mais L. PETRI [72] et G. RUGGIERI [98] n'y voient guère d'influence ni comme cause aggravante, ni d'ailleurs comme facteur de résistance au « mal secco ».

L'importance des vents, notamment en sensibilisant les arbres à l'infection, est retenue par G. RUGGIERI [114] : le même auteur, après L. PETRI [78], estime que les façons culturales effectuées en hiver, comme les labours et la fumure, sont une cause réelle d'infection en raison des blessures causées aux racines par les instruments aratoires.

* Le forçage pour l'obtention de citrons de printemps et surtout d'été (verdelli) consiste à suspendre l'irrigation jusqu'à fin juin, c'est-à-dire presque jusqu'au flétrissement des arbres, et à ne la reprendre que fin juillet ou fin août, accompagnée d'un important apport d'engrais chimiques. On obtient alors une floraison décalée, produisant également des fruits décalés de 4 à 6 mois sur la saison normale, donc consommables en fin de printemps et en été.

Les « verdelli », en Italie, constituent environ 7 à 8 % de la production totale d'agrumes, alors que les citrons non forcés représentent la moitié de cette production totale [14].

Résistance et sensibilité spécifiques

Il est difficile de parler de la sensibilité propre à l'espèce ou à la variété considérée, du fait que le comportement de celles-ci varie notablement selon les facteurs considérés. La résistance de l'hôte, en particulier, semble à G. GOIDANICH et G. RUGGERI [48] due à une réaction particulière du cytoplasme vivant qui se manifeste quand cet hôte est en pleine activité végétative. On peut de plus reconnaître les principaux facteurs suivants :

- sensibilité observée *in vivo* dans les plantations ou *in vitro* dans des conditions expérimentales avec infection par voie mécanique : la sensibilité des hôtes est toujours largement supérieure *in vitro*.
- nature des inoculums utilisés, ceux-ci pouvant provenir de souches dont la virulence plus ou moins grande n'a pas toujours été exactement déterminée. Le même facteur peut se rencontrer *in vivo*, selon les régions considérées.
- l'âge des plants, qu'il s'agisse de jeunes plants de pépinière, excessivement sensibles, ou d'arbres âgés et en place, sur lesquels l'infection progresse plus lentement ou pas du tout.

L'existence de ces facteurs peut expliquer largement les apparentes contradictions mentionnées ci-après.

1. *Cédratier et citronnier*. Le cédratier (*Citrus medica* L.) est unanimement considéré comme très sensible au « mal secco » : J.A. SAREJANNI [125, 126] en particulier a fait mention des cas observés en Grèce.

Le citronnier (*Citrus limon* BURMANN) est également considéré comme une espèce très sensible et l'on peut dire que sa culture dans le Bassin méditerranéen est largement sous la dépendance du « mal secco ». Non seulement les variétés locales méditerranéennes sont sensibles, comme cela a été observé en Sicile (en particulier pour l'excellente variété Femminello), en Turquie, en Tunisie, mais aussi certaines sélections américaines, comme Eureka. Bien que n'étant pas un citron vrai, le citron Meyer, paraît également sensible (L. PETRI [86]). Nous signalerons aussi que nous avons pu observer en Tunisie sur la limette (appelée Limoncello en Italie), agrume paraissant botaniquement très proche du citronnier, des attaques sérieuses de « mal secco ». Une autre variété également botaniquement voisine des citronniers, la limette de Palestine, s'est montrée en Israël (où elle est un porte-greffe très répandu) excessivement sensible au « mal secco » ainsi qu'un autre porte-greffe, le Rough lemon (I. REICHERT et M. CHORIN [97]).

En culture, on a cependant mentionné une relative tolérance à la maladie de certaines variétés. La plus anciennement connue est le citron Interdonato (ou Speciale), considéré par de nombreux auteurs, dont G. RUGGIERI [99], comme résistant, bien qu'il s'agisse, semble-t-il, d'un hybride présumé présentant certains caractères de cédrat, ce qui d'ailleurs diminue beaucoup sa valeur commerciale. Toutefois nous avons noté en Turquie que les agrumiculteurs le considéraient comme sensible.

G. RUGGIERI [102, 103, 104, 109] mentionne les divers avantages et inconvénients, tant d'ordre commercial que d'ordre pathologique, des diverses variétés siciliennes de citronnier. Le citronnier Monachello offre une tolérance très satisfaisante, bien que n'étant pas absolument réfractaire ; inoculé dans sa partie basale, ou avec des inoculums provenant de bigaradier, il ne présente pas de résistance au « mal secco » (V. CARRANTE et G. RUGGIERI [27]). G. RUGGIERI également [109, 110] donne aussi comme résistantes les variétés Sinatra, Quattrocchi, Continella, Atanasio, Garufi. F.G. CRESCIMANNO et S. SACCO mentionnent aussi [34] la variété Lo Porto. Le clone Santa Teresa de la variété Femminello est conseillé par G. RUGGIERI [121] pour sa tolérance et ses qualités commerciales. En Turquie, ainsi que nous avons pu l'observer personnellement, une sélection locale appelée Lamas, remplace peu à peu toutes les autres variétés qui s'étaient révélées sensibles au « mal secco ».

Remarquons en outre que S. ALOSI [11] a mis en doute la résistance au « mal secco » des variétés Monachello et Interdonato.

2. *Bigaradier*. Le bigaradier (*Citrus aurantium* L.) est également considéré comme très sensible par la plupart des auteurs, ce qui pose un important problème du fait de ses qualités insurpassées comme porte-greffe. Cependant une variété, un Bouquetier non autrement désigné par G. RUGGIERI [110], serait un porte-greffe résistant.

3. *Lime vraie et lime-mandarine*. La lime vraie (*Citrus aurantifolia* Sw.) est sensible au « mal secco » comme l'a déjà signalé G. RUGGIERI [110] : nous avons pu observer en Tunisie des attaques de cette maladie non seulement sur des plants de lime Beledi (variété de lime vraie très voisine de la lime Mexicaine, sinon identique), mais aussi sur des plants de lime Sakhesli, variété tunisienne de lime acide à gros fruits, sans pépins, très voisine de la lime Bearss.

La lime-mandarine Rangpur est aussi sensible. Cependant une autre lime-mandarine, connue sous le nom de *Citrus volkameriana* PASQUALE, est conseillée par F. RUSSO [122, 123] comme porte-greffe résistant au « mal secco » pour remplacer le bigaradier.

4. *Mandarinier*. Les mandariniers (*Citrus reticulata* BLANCO, et *Citrus nobilis* LOUREIRO) ont été longtemps considérés comme résistants. C. BATTIATO a toutefois rapporté des cas de « mal secco » sur mandariniers [17] d'une variété qui paraît être la mandarine Commune, mais apparemment sans gravité. Le même auteur [16] a relaté un cas de cette affection sur mandarine King of Siam.

G. RUGGIERI [119] note que le mandarinier Cléopâtre constitue un porte-greffe résistant à la maladie, aussi bien en pépinière qu'à l'âge adulte.

5. *Oranger*. L'oranger est généralement considéré comme résistant à la maladie, mais J.A. SAREJANNI [126] a observé des orangers atteints dans le Péloponnèse et C. BATTIATO [17] en Sicile.

6. *Grapefruit*. Le grapefruit (*Citrus paradisi* MACFAD.) est donné par G. RUGGIERI [99] comme sensible, puis comme résistant [109].

7. *Poncirus trifoliata*. Le *P. trifoliata* est généralement considéré comme sensible, notamment par L. PETRI [78] et G. RUGGIERI [100] mais ce dernier auteur remarque [101] que les orangers et mandariniers greffés sur *P. trifoliata* sont indemnes de « mal secco ».

A côté de ces observations qui proviennent principalement d'arbres infectés naturellement, il faut mentionner des résultats opposés : V.N. ORCHANSKAYA et N.P. ORJONIKIDZE [66] opérant *in vitro*, observent le temps que met à se flétrir un rameau de citrus dont la base plonge dans un extrait de la toxine sécrétée par *Deuterophoma tracheiphila*, cultivé sur solution nutritive : ils concluent qu'aucun citrus ne s'est révélé résistant. Avant eux, G.A. NESTERENKO [62] considérait le mandarinier et l'oranger comme susceptibles d'être attaqués par le « mal secco », tout comme le citronnier.

Il faudrait peut-être plutôt dire avec L.J. KLOTZ [55] que la maladie progresse plus lentement chez l'oranger et le mandarinier (ainsi que chez le bergamotier et le citronnier Monachello) que chez les autres espèces et variétés.

Ces résultats apparemment contradictoires semblent vérifier les remarques de G. AJON [4] qui dès 1932 estimait qu'il n'existe pas d'immunité absolue au « mal secco », mais une résistance plus ou moins grande des diverses espèces d'agrumes, l'attaque des arbres étant favorisée par toute cause d'affaiblissement. Nous avons déjà rappelé les observations de G. GOIDANICH et G. RUGGIERI [48] selon lesquels aucune espèce ni variété d'agrumes n'est résistante à une contamination au travers de blessures des racines.

Méthodes de lutte

On les divisera en méthodes préventives et méthodes curatives.

Méthodes préventives

1. *Choix du porte-greffe* : le bigaradier étant sensible mais moins cependant que le Rough lemon ou la limette de Palestine, on le remplacera par le mandarinier Cléopâtre ou le *Citrus volkameriana*, à la rigueur par l'oranger dont la sensibilité à la gommose à *Phytophthora* constitue toutefois un obstacle important.

On plantera plutôt des arbres greffés en pépinière que des bigaradiers ultérieurement greffés sur place (G. RUGGIERI [114]). Les porte-greffe devront être assez gros : au moins 10 mm de diamètre à 5 cm au-dessus du sol selon l'avis de G.A. NESTERENKO [62].

Il semble que l'on ait également intérêt, surtout si le porte-greffe est le bigaradier, à ne mettre en place que des plants assez âgés, ayant ainsi passé la période du jeune âge où ils sont très sensibles à la contamination.

2. *Choix de l'espèce* : la culture du citronnier peut être remplacée dans la mesure du possible par celle de l'oranger et du mandarinier, moins sensibles. Si le citronnier doit néanmoins être retenu, on s'adressera de préférence aux variétés qui paraissent se comporter mieux que la moyenne à l'égard du « mal secco » : les noms de celles-ci ont été mentionnés plus haut. On peut également cultiver des variétés sensibles dans les secteurs où le « mal secco » ne s'est pas encore manifesté, à condition de prendre toutes les mesures prophylactiques mentionnées ci-dessous.

3. *Choix du greffon* : qu'il s'agisse de variétés résistantes ou sensibles, les greffons ne seront prélevés que sur des arbres ne présentant pas de symptômes de « mal secco » ou de préférence sur des arbres dont des rameaux ont été soumis à la coloration artificielle à la soude caustique, à la potasse (V.N. ORCHANSKAYA [63, 64, 65] ; N.S. FEDORINTCHIK [41]) ou, mieux encore, à l'ammoniaque (B. BAZZI et P. SCRIVANI [18]).

Les greffons une fois cueillis peuvent aussi être testés : leurs extrémités sont trempées durant 2 à 3 secondes dans une solution de soude à 1 % et les greffons sont laissés reposer 5 à 6 heures en atmosphère humide. Il ne doit pas apparaître de coloration rose ou rouge (G.A. NESTERENKO [62]).

4. *Façons culturales* : les façons culturales, notamment les labours profonds et les apports d'engrais, doivent être évités durant l'hiver, période privilégiée pour le développement du champignon, en vue notamment de prévenir la contamination par les racines. Elles seront reportées en début d'été (G. RUGGIERI [118]).

5. *Plantation* : les nouvelles plantations seront effectuées le plus tardivement possible en saison, afin également d'éviter la mauvaise période hivernale.

6. *Brise-vent* : l'usage des brise-vent sera généralisé, l'action des vents occasionnant de nombreuses blessures sur les rameaux, d'autant plus sensibles qu'elles se produisent en période plus froide, blessures qui sont la porte ouverte à la contamination (G. RUGGIERI [118]).

7. *Destruction des sources de multiplication* : les feuilles et les bois de taille seront incinérés afin d'éviter l'infection des arbres de la même plantation non encore atteints. Les écorces malades, couvertes de pycnides, seront éliminées. Pour éviter l'infection par les feuilles atteintes tombées sur le sol, G. RUGGIERI [99] conseille l'aspersion du sol au-dessous des arbres, fin février, en avril-mai et fin septembre, d'une solution de sulfate de cuivre à 1 % à raison de 6 litres par arbre.

8. *Désinfection des plaies* : les plaies de taille et autres seront traitées avec un anticryptogamique afin de ne pas constituer des voies d'infiltration au champignon. I.A. NACAIDZE et K.B. TALAKVADZE [60] ont expérimenté avec succès l'application sur ces plaies de pâte à la lanoline contenant du 2,4-D.

9. *Désinfection des outils* : les sécateurs utilisés pour la taille seront également désinfectés par trempage dans un bain fongicide, par exemple du sulfate de cuivre à 5 %.

10. *Traitement des arbres sains* : on pratiquera des traitements fongicides sur les arbres encore sains en vue de prévenir une contamination par les arbres voisins, surtout après des phénomènes météoriques ayant endommagé les rameaux : grêle, vents, gelée.

11. *Causes d'affaiblissement* : toute cause d'affaiblissement de l'arbre est à éviter, c'est ainsi que P. CROSSA-RAYNAUD [35], en Tunisie, retient l'irrigation avec des eaux saumâtres comme une cause possible d'extension du « mal secco ».

12. *Forçage* : dans les régions où le forçage du citronnier est pratiqué, on limitera la production à celle des variétés tardives, les blessures des citrons récoltés au printemps constituant des portes d'entrée pour le champignon, d'après G. RUGGIERI [114].

13. *Contrôle des pépinières* : en Sicile, la généralisation du « mal secco » sur bigaradier comme porte-greffe entraîne une contamination importante des pépinières : les plants greffés constituent un grave danger d'extension de l'affection (G. RUGGIERI [118]).

Méthodes curatives

Les méthodes dites curatives ne sont toutes, pratiquement, que des palliatifs.

1. *Thérapeutique chirurgicale* : les rameaux présentant des feuilles en cours de dessèchement doivent être sectionnés à quelques centimètres au-dessus de la zone du bois où apparaît la coloration rose ou rouge (G. RUGGIERI [118]) et cela dans les 8 à 10 jours suivant la chute de la première feuille (N.S. FEDORINTCHIK [40]). L'époque d'intervention et la rapidité de celle-ci ont une très grande importance.

Les plants dont l'infection a commencé par la base (racines ou collet) doivent être arrachés et détruits, quel que soit leur âge. Tout jeune arbre âgé de moins de trois ans et présentant des symptômes de « mal secco » doit être arraché et remplacé. Pour les arbres plus vieux, si une seule branche maîtresse paraît atteinte, elle sera amputée en entier.

On a conseillé aussi (L.J. KLOTZ [55]) le surgreffage, au niveau du porte-greffe, des variétés sensibles par des variétés plus tolérantes, si ce travail peut être effectué à temps.

2. *Thérapeutique externe* : la plupart des anticryptogamiques sont actifs dans la lutte contre le « mal secco » : cuivre (notamment bouillie bordelaise), zinc-cuivre, sels organiques de mercure, etc. (G. RUGGIERI [116, 121] ; L.J. KLOTZ [56] ; A. CAPPELLO [24] ; G. RACITI [95]).

La bouillie bordelaise sur arbres adultes, pendant le repos de la végétation, est le traitement le plus usuel en Sicile. Il peut être étendu à d'autres périodes de l'année mais qui se révéleraient critiques. G. AJON [9] a conseillé le poudrage hivernal des arbres au sulfate de cuivre, renouvelé aussi souvent que possible. En pépinière, notamment de bigaradiers, un traitement mensuel à la bouillie bordelaise est indiqué.

En Russie, G.A. NESTERENKO [62] recommande des traitements à la bouillie bordelaise à 3 % avant le départ de la végétation, à 1 % à la fin de la floraison et en août-septembre, à 3 % après la récolte. Dans le même pays, en pépinière, on effectue au moins deux traitements à la bouillie bordelaise, l'un à 1 % après la première période végétative (fin mai), l'autre à 2 % en octobre-novembre.

Cependant le traitement à la bouillie bordelaise est d'un coût élevé en raison de la nécessité de répéter le traitement plusieurs fois et de recouvrir les deux faces des feuilles. Les taches sur fruits sont, d'autre part, gênantes. A. CAPPELLO [24] a proposé l'emploi d'un mélange de soufre et de sel de cuivre.

3. *Thérapeutique interne* : il ne semble pas qu'elle soit entrée dans la pratique. On peut seulement rapporter les observations faites par divers auteurs : L. PETRI [83] pense que l'absorption par les racines et la concentration de mercure dans les vaisseaux peut entraîner une absence d'infection, due peut-être à un effet stimulant sur les tissus. L'action du sulfate neutre d'orthoxyquinoléine n'a été étudiée qu'en pulvérisations (G. RUGGIERI [110]) mais non dans l'appareil circulatoire. L'apport de manganèse (notamment de bioxyde) au sol et son absorption par l'arbre comme remède temporaire retardant l'extension de la maladie, a été l'objet d'une controverse entre D. CASELLA [29, 30] et G. RUGGIERI [100, 101].

A. CAPPELLO [24] a prôné, apparemment sans preuve expérimentale, l'application au sol à titre d'engrais, d'un mélange d'hyposulfite de soude, de potassium et d'ammonium avec du sulfate de cuivre, afin d'introduire, sans pulvérisations foliaires, une plus grande quantité de fongicide dans la sève.

La nature chimique des différents engrais minéraux ne semble pas avoir d'importance sur le développement du champignon, selon A. CICCARONE [32], qui a toutefois remarqué que le sulfate d'ammoniaque aurait plutôt tendance à favoriser la maladie.

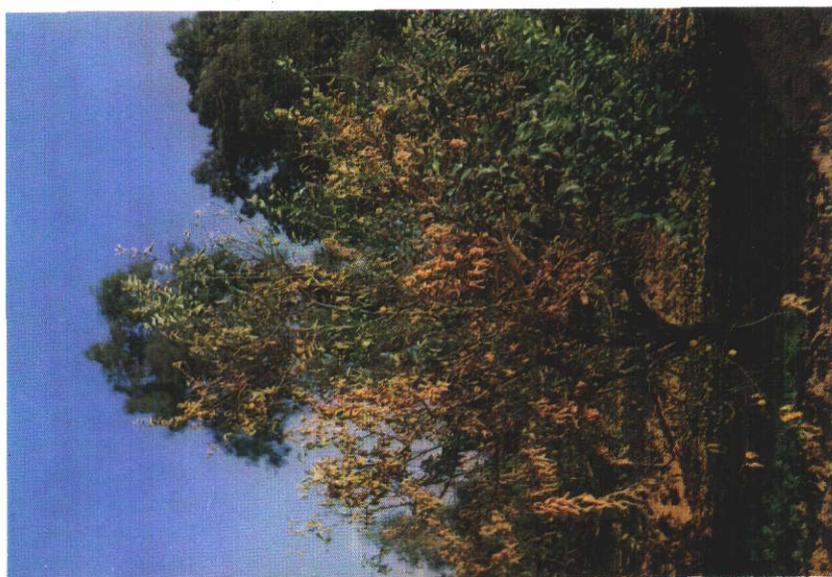
Rappelons enfin que l'action d'ondes électro-magnétiques avait été étudiée par S.S. NEHRU [61].

Manuscrit déposé le 26.11.63

-
1. Citronnier de variété locale atteint de « mal secco » à La Soukra (Tunisie). La partie de l'arbre, à droite, demeure encore sans symptômes.
 2. Rameaux prélevés sur ce même citronnier. Le bois a été traité à l'ammoniaque, faisant apparaître la coloration rose-saumon due au champignon.

IMP. LE ROY, PARIS

LE MAL SECCO



Al Awamia, 9, octobre 1963

ملخص

ان الفطر الذي يصيب الوعية هو احد امراض الحوامض الخاص بحوض البحر الأبيض المتوسط، حيث انها تشكائر تدريجيا من الشرق الى الغرب، تصيب كذلك الساحل الجيورجي بالبحر الاسود، وبعد اكتشافها بالجزائر وتونس كانت اسبانيا والبرتغال والمغرب تظهر وحدها سالمة من هذا المرض.

ان اعراضه ليست خاصة على الاطلاق، تتظاهر خصوصا بالتجفيف، حيث يتبعه اولا سقوط الاوراق من الغصون الصغيرة. يصيب هذا التجفيف الاغصان والجدوع بسرعة، وعلى حسب اهمية تخضع الى عوامل عديدة وهي موقع نقط التأثير، اصل الفطر، طبيعة المضيف، الخ..

انه يسبب بواسطة *Deuterophoma tracheiphila* PETRI ويحطم بسرعة جميع انواع الحوامض ان كانت هذه قد اصيبت عن طريق الساق، ولكن تطوره على الاقل يسير ببطيء ان كانت العدوى ظاهرة على الافسام الخارجية من الشجرة : فان كان الامر كذلك اشجرة البرتقال (حوامض *Citrus sinensis* OSB.) شجرة الماندرين (حوامض *C. reticulata* BLANCO) يحملون المرض. اما شجرة الانج (حوامض *C. medica* L.) شجرة الحامض على العموم (حوامض *C. limon* BURMANN) والليم الحقيقي (حوامض *C. aurantifolia* Sw.) فانها تصاب بسهولة بالمرض. واما الانواع الحاملة للتلقيح (*Poncirus trifoliata*) والبيكار ادي (حوامض *C. aurantium* L.) فانها تصاب بالمرض، واما ليمت فلسطين (Rough lemon) فقد تصاب ايضا بسهولة.

تعرف حوامل التلقيح مثل (حوامض *C. volkameriana* PASQUALE) والمندرين *clone de Santa Teresa*, و *Femminello* بسيليا ولماس بتركيا

تجل الاصابة في الخريف الشتا' والربيع وعلى الخصوص في يناير. ان نمو جهاز نبات الفطر واثمار الاعضاء التناسلية الاجنبية لهي فسي حالة جد حسنة بين 12 و 20 درجة تقريبا. وفوق 30 درجة يقف نمو الفطر. يفرز الفطر سموما مختلفة تدخل وحدة من فروعها في الوعية الخشبية تلونا دائما يكون اصفر برتقالي الى احمر وفي بعض الاحيان يكون مسودا، يمكن ان يفتح هذا التلارين صناعيا ويفيد في التشخيص المبكر للافة. ان خطوط نشر العدوي لهي ذات مقدار قليل بخلاف الشجرة فهي فسي انبات حسنة : ولهذا فان كل مسبب للاضعاف (برد، ريج، جليد، عمليات الازهار، اضرار الجذور) تهيه انتشار العدوي ولولم تعتبر ضرورية لها.

الوسائل الوقائية للمكافحة تمكن في استعمال حامل التلقيح، وتلقيحات من انواع تتحمل المرض وفي نقل الطرق الفلاحية الى الصيف (حرث بعمق، مقادير الاسمدة) لانها اذا اجريت في الشتاء تكون سببا مهما للاصابة كذلك.

والوسائل العلاجية ليست جميعها الا مخففة فقط. فهي تسير بين اقتلاع الاشجار الى البشر البسيط للاطراف اليابسة وللاطراف الواقعة في القسم الاعلى. ترميد القشور المحيطة بالاغصان التناسلية الاجنبية والغصون والاوراق الساقطة، وكذلك اسحاقيات

الحسأ المحيطى او الحشرات الاخرى الموجودة على الطرف الهوائى، والارض، فقد نصح لهم هم الاخرين كذلك. ويجب ان تكون جميع اطراف الشجرة في الحالة الجيدة الممكنة كما في ذلك الجدور.

RÉSUMÉ

Le « mal secco » est une trachéomycose des agrumes spécifique du Bassin méditerranéen, où elle progresse lentement d'est en ouest ; elle affecte également le littoral géorgien de la mer Noire. Après sa découverte en Algérie et en Tunisie, seuls l'Espagne, le Portugal et le Maroc paraissent actuellement indemnes de cette maladie.

Ses symptômes ne sont pas absolument spécifiques et consistent notamment dans le dessèchement des feuilles des jeunes rameaux, suivi ou non de chute. Ce dessèchement gagne les branches et le tronc, avec une vitesse et selon une importance dépendant de nombreux facteurs : emplacement du point d'infection, souche du champignon, nature de l'hôte, etc.

Le « mal secco » est provoqué par *Deuterophoma tracheiphila* PETRI et détruit rapidement toutes les espèces de citrus si celles-ci sont infectées par le pied, mais se développe plus ou moins lentement si la contamination se produit sur des parties aériennes de l'arbre : dans ces conditions, l'oranger (*Citrus sinensis* OSB.), le mandarinier (*C. reticulata* BLANCO) sont tolérants, le cédratier (*C. medica* L.), le citronnier en général (*C. limon* BURMANN) et la lime vraie (*C. aurantifolia* Sw.) très sensibles. En tant que porte-greffe, le *Poncirus trifoliata* et le bigaradier (*C. aurantium* L.) sont sensibles, la limette de Palestine et le Rough lemon le sont davantage.

On connaît des porte-greffe, comme *Citrus volkameriana* PASQUALE et la mandarine Cléopâtre, très tolérants à la maladie, ainsi que quelques variétés de citrons (Santa Teresa, clone de Femminello en Sicile ; Lamas en Turquie).

L'infection a lieu en automne, hiver et printemps, principalement en janvier. Le développement du mycélium et la production de pycnides ont leur optimum entre 12 et 20°C environ. Au-dessus de 30°C, la progression du champignon s'arrête. Le champignon produit diverses toxines et une de ses lignées induit dans les vaisseaux du bois une coloration habituellement jaune orangé à rouge, parfois noirâtre ; cette coloration peut être développée artificiellement et servir au diagnostic précoce de l'affection.

Les probabilités de contamination sont d'autant plus faibles que l'arbre est en meilleur état végétatif : aussi toute cause d'affaiblissement

(froid, vent, grêle, forçage, dommages aux racines) prédispose à la contamination, bien que n'étant pas indispensable.

Les moyens préventifs de lutte consistent dans l'utilisation de portegreffe et de greffons de variétés tolérantes et dans le report à l'été des façons culturales (labours profonds, apports d'engrais) qui, effectuées en hiver, sont une importante cause d'infection.

Les moyens curatifs ne sont tous que des palliatifs : ils vont de l'arrachage des arbres à la simple amputation des parties se desséchant et de celles situées immédiatement au-dessus ; l'incinération des écorces couvertes de pycnides, des rameaux et feuilles tombées, ainsi que des pulvérisations de bouillie bordelaise ou d'autres fongicides sur la partie aérienne et le sol sont également conseillées. Toutes les parties de l'arbre, y compris les racines, doivent être maintenues dans le meilleur état possible.

H.C.

RESUMEN

El « mal secco » es una micosis fibrovascular de los agrios, específica de los países mediterráneos donde lentamente se extiende desde este hacia oeste; afecta también a los países del litoral de Georgia largo el Mar Negro. Fué descubierta en Argelia y Túnez y, al parecer, sólo España, Portugal y Marruecos actualmente están libres de la enfermedad.

Sus síntomas no son esencialmente específicos y consisten particularmente en la desecación de las hojas y de las jóvenes ramitas, seguida o no de desprendimiento. Alcanza esta desecación a las ramas y tronco con una velocidad e intensidad de progresión que dependen de varios factores: punto en que está situada la infección, cepa del hongo, naturaleza del agrio afectado, etc.

El « mal secco » es causado por *Deuterophoma tracheiphila* PETRI y destruye rápidamente a todas las especies de citrus cuando la infección se hace a través del pie, pero progresa más o menos lentamente cuando la contaminación se transmite por la parte aérea del árbol: en estos casos, el naranjo (*Citrus sinensis* OSB.), el mandarino (*C. reticulata* BLANCO) son resistentes, el cidro (*C. medica* L.), el limonero en general (*C. limon* BURMANN) y el limero (*C. aurantifolia* Sw.) son muy sensibles a la enfermedad. Utilizados como patrones, el *Poncirus trifoliata* RAF. y el bigaradio (*C. aurantium* L.) son susceptibles y todavía más el limero dulce de Palestina y el Rough lemon.

Se conocen patrones muy resistentes como *Citrus volkameriana* PASQUALE y el mandarino Cleopatra y también algunas variedades de limonero (Santa Teresa, clono de Femminello en Sicilia; Lamas en Turquía).

La infección ocurre en otoño, invierno y primavera, principalmente en enero. El desarrollo del micelio y la producción de picnidios tienen una temperatura óptima entre 12 y 20° C, aproximadamente. Sobre los 30° C, la progresión del hongo se corta. El hongo produce varias toxinas y una de sus razas provoca en los vasos de la madera una coloración ordinariamente amarilla anaranjada hasta roja, a veces negruzca: esta coloración puede ser desarrollada artificialmente y servir para diagnosticar precocemente la afección.

Las probabilidades de contaminación son tanto más menores cuanto el árbol tiene un buen estado vegetativo: pues, cualquier causa de debilitación (frío, viento, granizo, cultivo forzado, daños a las raíces), aunque no sea indispensable, todavía predispone a la contaminación.

Los medios preventivos de lucha consisten en la utilización de patrones y púas emanantes de variedades resistentes y de diferir al verano los métodos culturales (labores profundas, aportación de abonos) que, efectuados durante el invierno, son una causa importante de infección.

Los métodos curativos son todos paliativos: consisten según los casos en el arranque de los árboles o en la simple poda de las partes en vías de desecación y de las situadas cercanamente por encima; la incineración de las cortezas cubiertas de picnidios, de las ramitas y hojas caídas, así como las pulverizaciones de caldo bordelés o de otros fungicidas en la parte aérea del árbol y en el suelo, se aconsejan también. Todas las partes del árbol, las raíces incluidas, deben ser conservadas en el mejor estado posible.

SUMMARY

« Mal Secco » disease is a citrus tracheomycosis limited to the Mediterranean area, where it is spreading from east to west; it affects also the Georgian coast of the Black Sea. After its discovery in Algeria and Tunisia it seems that Spain, Portugal and Morocco are henceforth the only Mediterranean citrus growing countries free from this disease.

Its symptoms are not absolutely specific and consist mainly in wilt and drying of the leaves on the twigs, followed or not by their falling off. This withering spreads over the branches and the trunk, according to

a rate and an extent depending upon various factors: location of the primary infection, line of the fungus, kind of the host, etc.

« Mal Secco » is due to *Deuterophoma tracheiphila* PETRI and destroys rapidly any citrus species when it is contaminated at its base but spreads more or less slowly if the contamination originates from any part of the tree-top: under these conditions, sweet orange (*Citrus sinensis* OSB.), mandarin (*C. reticulata* BLANCO) are more tolerant, citron (*C. medica* L.), lemon in general (*C. limon* BURMANN) and acid lime (*C. aurantifolia* SW.) very susceptible. As rootstocks, trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata* RAF.) and sour orange (*C. aurantium* L.) are susceptible, Palestine sweet lime and Rough lemon are more.

Some rootstocks as *Citrus volkameriana* PASQUALE and Cleopatra tangerine are considered as very tolerant, as well as some lemon varieties (Santa Teresa, a clone of the esteemed but susceptible Femminello in Sicily; Lamas in Turkey).

Infection takes place in fall, winter and spring, but mainly in January. Mycelium growth and pycnidia production are optimum between about 57°F and 68°F. Above 86°F spreading of the fungus is stopped. This fungus raises various toxins and one of its lines induces in the fibrovascular tissues of the wood a staining varying usually from orange-yellow to red, sometimes blackish. This staining can be expanded artificially and used for an early diagnosis of the disease.

Better is the vegetative condition of the tree, fewer are the chances of infection: consequently any cause of weakening (cold, wind, heel, forcing, root damage, etc.) predisposes to the infection, though not necessary.

The preventive measures of control consist in using tolerant varieties as rootstocks and buds, and deferring to the summer cultural practices (deep tillage, fertilizers) which, if carried out in the winter, are an important cause of contamination. The curative methods are only palliative: they go from pulling up the trees to the simple cutting of the drying parts and of those located immediately above.

Incineration of pycnidia covered barks, twigs and dropped leaves as well as spraying with Bordeaux mixture or other fungicides on the canopy and on the soil are recommended, too. All the parts of the tree, roots included, must be kept in the best condition.

BIBLIOGRAPHIE

Les publications non spécialement citées dans le cours de la note précédente sont marquées *.

- * 1. ADRIANCE, G.W. — 1950. The Citrus Industry in Italy. — Calif. Citrog., Los Angeles, 35, 8, p. 318, 338, 341 ; 35, 9, p. 362, 378, 379.
2. AJON, G. — 1940. Aspetti chimici del malsecco. — Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, 8, pp. 5-39.
3. AJON, G. — 1932. Aspetti chimici del malsecco. Nuove ricerche. — Riv. ital. Ess. Profum. Piant. off., Milano, 14, 2, pp. 46-57.
4. AJON, G. — 1932. Le cure del malsecco degli agrumi. — Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, 10, pp. 65-76.
- * 5. AJON, G. — 1932. Il rapporto di equivalenza nelle specie agrumarie. — Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, 10, pp. 81-94.
6. AJON, G. — 1932. Della biopatologia dell'albero di limone. — Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, 10, pp. 116-136.
- * 7. AJON, G. — 1937. Aspetti chimici del malsecco. — Ann. Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, 15, pp. 5-39.
- * 8. AJON, G. — 1937. Studi sul malsecco degli agrumi. — Ann. Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, 15, pp. 95-100, 101-104, 105-114.
9. AJON, G. — 1941. La vittoria sul malsecco degli agrumi. — Riv. ital. Ess. Profum. Piant. off., 23, 1, pp. 2-3.
10. AKHVLEDIANI, K.S. — 1958. Isolement d'une substance toxique à partir de bois de citronnier infecté par le Mal Secco (en russe). — Soobshch. Akad. Nauk. Gruzin. S.S.R., Tbilissi, 21, 1, pp. 89-90.
11. ALOSI, S. — 1947. Agrumicoltura siciliana. Ricostituire i limoneti. — Citrus, Messina, 19, Agos.- Ott., pp. 3-5.
- * 12. ANONYME — 1943. Plant Pathology Notes. — Intern. Bull. Plant Protect., Roma, 17, 1, pp. 1-2.

13. ANONYME — 1946. Relazione sull'attività del laboratorio crittogamico dell'Osservatorio fitopatologico e del centro sugli anticrittogamici durante gli anni 1944 e 1945. — Atti Ist. Botan. Univ. Pavia, Milano, ser. 5, 5, 3, pp. 279-321.
14. ANONYME — 1951. Die italienischen Citruskulturen. — Obst und Gemüse, Hamburg, Apr. 5, pp. 26-28.
15. BALDACCI, E. & F. GAROFALO — 1950. Knowledge and researches relating to wither tip of Citrus trees. — Foreign Agricul. Circul., Washington, July 1950, pp. 4-11.
16. BATTIATO, C. — 1940. Osservazioni sul decorso del mal secco *Deuterophoma tracheiphila* PETRI in *Citrus deliciosa* TEN. var. King HORT ed in *Citrus limonum* × *Citrus aurantium* RISSO. — Riv. Pat. Veg., Pavia, 30, 1-2, pp. 139-144.
17. BATTIATO, C. — 1948. Nuovi casi di mal secco in *Citrus deliciosa* TEN. — Italia Agricola, Roma, 85, 6, pp. 341-342.
18. BAZZI, B. & P. SCRIVANI — 1953. Un metodo diagnostico per il riconoscimento del decorso del « mal secco » degli agrumi. — Phytopath. Zeits., Berlin, 21, 3, pp. 333-334.
19. BEN AZIZ, A., M. CHORIN, S.P. MONSELISE & I. REICHERT — 1962. Inhibitors of *Deuterophoma tracheiphila* in Citrus varieties resistant to « Mal Secco ». — Science, New York, 135, 3508, pp. 1066-1067.
- * 20. BIRAGHI, A. — 1935. Rilievi su alcuni Citrus a frutto acido presenti in India in relazione alla ricerca di forme resistenti al « mal secco ». — Boll. Real. Staz. Patol. Veget., Firenze, 15, 3.
21. BUGIANI, A., P. SCRIVANI & N. LOPRIENO — 1959. Indagini sul parasitismo da *Deuterophoma tracheiphila* PETRI. — Società Montecatini, Milano, 24 p.
22. BURKE, J.H. — 1951. A study of the Citrus industry of Italy. — Foreign Agric. Report, Washington, 59, 121 p.
- * 23. CAPPELLO, A. — 1954. Gli anioni (CuS_2O_3) e (S_2O_3) nella lotta contro il mal secco degli agrumi. — R.C. Accad. naz. dei Lincei, Roma, Sed. 5, 9.
24. CAPPELLO, A. — 1956. I cuprofilm nella lotta contro il mal secco degli agrumi. — Riv. ital. Ess., Milano, 38, 1, pp. 32-35 ; 38, 2, pp. 70-72.

25. CARRANTE, V. — 1938. Il mal secco del limone e i mezzi di lotta più consigliabili allo stato attuale delle conoscenze. — Boll. Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, pp. 1-32.
- * 26. CARRANTE, V. & V. BOTTARI — 1952. Miglioramento genetico del limone e ricerca di varietà resistenti al « mal secco ». — Ann. sperim. Agrar., Roma, **6**, pp. 323-346.
27. CARRANTE, V. & G. RUGGIERI — s.d. Esperienze di inoculazione della *Deuterophoma tracheiphila* PETRI. — Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, public. **4**, pp. 83-91.
- * 28. CARRANTE, V. & G. RUGGIERI — 1946. Piano di studi e ricerche sul mal secco et sul marciume radicale degli agrumi. — Citrus, Messina, **18-2**, pp. 5-8.
29. CASELLA, D. — 1935. Le malattie degli agrumi e lo stato attuale dei rimedi relativi. — Ann. Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, **13**, pp. 239-253.
30. CASELLA, D. — 1936. Il mal secco degli agrumi. Strani commenti. — Citrus, Messina, **22**, **2**, **1-2**, pp. 17-19.
31. CHAPOT, H. & V.L. DELUCCHI — 1963. Les ennemis des agrumes au Maroc, Rabat, (titre provisoire — sous presse).
32. CICCARONE, A. — 1956. Applicazioni di calciocianamide agli agrumi ed infezioni di « mal secco ». — Riv. Agrumicol., Acireale, **1**, **9-10**, pp. 361-367.
33. CIFERRI, R. — 1946. La posizione sistematica del fungo del « mal secco » del limone (*Bakerophoma tracheiphila* PETRI). — Atti Ist. Botan. Univ. Pav., Milano, Lab. critt. Ser. 5, **V**, **3**, pp. 307-309.
34. CRESCIMANNO, F.G. & S. SACCO — 1955. Ricerche su alcune cultivar siciliane di limone. — Riv. Ortoflorofrutticol. ital., Firenze, **3-4**, pp. 137-147.
35. CROSSA-RAYNAUD, P. — 1960. Problèmes d'arboriculture fruitière en Tunisie. — Ann. Inst. nat. Recher. agronom., Tunisie, **33**, p. 109-112.
36. CROSSA-RAYNAUD, P. — 1960. Le Mal Secco. — Vign. Jard. et Verg. de Tunisie, Tunis, **20**, pp. 6-10.

37. DARASELIA, N.A. — 1953. Présence dans le sol de bactéries antagonistes de *Phoma tracheiphila* l'agent causal du « mal secco » (en russe). — Microbiologie, Moscou, 22, 2, pp. 203-205.
- * 38. EGOROVA, G.N. — 1958. Les caractères spécifiques des variétés d'agrumes résistant au *Deuterophoma tracheiphila* PETRI (en russe). — Inst. Biokhim. im. A.N. Bakha. Sbornik., Moscou, 4, pp. 112-117.
- * 39. FAWCETT, H.S. — 1936. Citrus diseases and their control, New York, pp. 308-314.
40. FEDORINTCHIK, N.S. — 1953. Les particularités des symptômes et de l'évolution de la maladie chez les citrus contaminés par *Deuterophoma tracheiphila* PETRI (en russe). — Comptes-rendus Acad. Lenine Sci. Agric., 18, Moscou, 6, pp. 23-26.
41. FEDORINTCHIK, N.S. — 1953. Il faut lutter contre le dessèchement infectieux « mal secco » des citrus (en russe). — Verger et Potager, Moscou, 8, pp. 21-23.
42. GANDALINO, B. — 1952. L'andamento della coltura del bergamotto nel primo semestre del 1952. — Boll. uff. Staz. sperim. Agrar., 22, 1-2, pp. 31-33.
43. GASSNER, G. — 1940. Untersuchungen über das « Mal Secco » oder « Kurutan » der Limonbäume. — Phytopath. Zeitschrift, Berlin, 13, 1, 90 p.
44. GOIDANICH, G. — 1949. Malattie dei fruttiferi. Le tracheomicosi. — Italia Agricola, Roma, 86, 11, pp. 637-640.
- * 45. GOIDANICH, G. & G. RUGGIERI — 1947. Il carattere della resistenza dei Citrus al parasitismo della *Deuterophoma tracheiphila* PETRI. — Ann. sperim. Agrar., Roma, 1, 3, pp. 473-484.
46. GOIDANICH, G. & G. RUGGIERI — 1947. Una rapida riproduzione sperimentale del « mal secco » degli agrumi. — Ann. sperim. Agrar., Roma, 1, 1, pp. 141-145.
47. GOIDANICH, G. & G. RUGGIERI — 1947. Le *Deuterophomaceae* di PETRI. — Ann. sperim. Agrar., Roma, 1, 1, pp. 431-448.
48. GOIDANICH, G. & G. RUGGIERI — 1948. Recenti osservazioni sulla biologia della *Deuterophoma tracheiphila*, riconsiderazioni sull'eziologia del « mal secco » degli agrumi. — R.C. Accad. dei Lincei, Roma, 8, 3, 4, pp. 395-402.

49. GOIDANICH, G. & G. RUGGIERI — 1949. Effetti del freddo e « Mal secco » negli agrumeti siciliani. — Ann. sperim. Agrar., Roma, **3**, **2**, pp. 391-397.
50. GOIDANICH, G. & G. RUGGIERI — 1953. Il « mal secco » degli agrumi. — Giorn. Agric., Roma, **3**, 14 p.
51. GOIDANICH, G., G. RUGGIERI & A. CAGNOTTO — 1948. Presenza di una terza forma di moltiplicazione agamica in *Deuterophoma tracheiphila* PETRI. — Ann. sperim. Agrar., Roma, **2**, **5**, pp. 671-675.
- * 52. GRANITI, A. — 1955. Morfologia di *Deuterophoma tracheiphila* PETRI e considerazioni sul genere *Deuterophoma* PETRI. — Boll. Accad. Gioenia Scien. Natur., Catania, **67**, **208**, pp. 93-110.
53. JAMESON, J.G. — 1950. Lemon growing in Sicily. — Calif. Citrog., Los Angeles, **35-3**, pp. 94, 122-124.
54. JAMOUSSE, B. — 1955. Les maladies de dépérissement des agrumes. III. Maladies physiologiques. Le « mal secco ». — Rev. de Mycol., Paris, suppl. colo. 1, **20**, **18**, pp. 33-40.
55. KLOTZ, L.J. — 1950. Dr KLOTZ reports on Italian lemons. — Calif. Citrog., Los Angeles, **36**, **2**, pp. 74-75.
56. KLOTZ, L.J. — 1953. Mal Secco and other diseases of Citrus in Italy. — Calif. Citrog., Los Angeles, **39**, **1**, pp. 3, 20, 22-23.
- * 57. LICCIARDELLO, G. — 1958. Il punto isometabolico di *Deuterophoma tracheiphila* PETRI agente del mal secco degli agrumi. — Ann. sperim. Agrar., Roma, **12**, **3**, pp. 913-924.
- * 58. MATTEI, G.E. — 1929. Il « mal secco » negli agrumi del Messinese. — Riv. ital. Ess. e Prof., Ott., Milano, pp. 273-275.
- * 59. MAURO, E. — 1934. Proposte e rimedi sul malsecco. — Il Popolo di Sicilia, Agos. 24.
60. NACAIDZE, I.A. & K.B. TALAKVADZE — 1958. Influence des substances de croissance sur la sensibilité des citronniers au Mal secco (en russe). — Bull. Inst. Thé et Cult. subtrop., Makharadge, **1**, pp. 111-114.

61. NEHRU, S.S. — 1931. L'applicazione delle onde elettromagnetiche sulla cura del mal secco degli agrumi. — *Citrus*, Messina, p. 291.
62. NESTERENKO, G.A. — 1954. La lutte contre la maladie du Mal secco des agrumes (en russe). — *Vergers et Potagers*, Moscou, **4**, pp. 49-50.
63. ORCHANSKAYA, V.N. — 1952. Quelques résultats d'une étude de cultures de *Deuterophoma tracheiphila* PETRI et quelques aspects de leur application au traitement du « mal secco » des agrumes (en russe). — *Bull. Acad. Scien. URSS*, Moscou, **1**, pp. 89-100.
64. ORCHANSKAYA, V.N. — 1953. Découverte et application de méthodes de diagnostic précoce du « mal secco » des citronniers pour le contrôle des greffons (en russe). — *Ivest. Akad. Nauk. URSS, ser. biol.*, **6**, pp. 90-97.
65. ORCHANSKAYA, V.N. — 1955. Sur la diagnose du mal secco des citrus (en russe). — *Vergers et Potagers*, Moscou, **3**, p. 78.
66. ORCHANSKAYA, V.N. & N.P. ORJONIKIDZE — 1956. Méthode accélérée de laboratoire pour tester la résistance des agrumes au mal secco (en russe). — *Agrobiol.*, **5**, Moscou pp. 35-44.
67. PATCHOULIA, E.F. — 1959. Signification de la structure du bois de citronnier par rapport à la pénétration et au développement dans la plante du mal secco (en russe). — *Bull. Instit. Recher. trop.*, **2**, pp. 40-43.
68. PASINETTI, L. — 1952. Sulle vere cause determinanti il « mal secco » degli agrumi e su nuovi orientamenti terapeutici. — *Ann. Fitopat.*, Palermo, **1**, **3**, pp. 1-67.
69. PETRI, L. — 1926. Ricerche sulle cause del disseccamento dei limoni in provincia di Messina. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **6**, **2**, pp. 108-117.
70. PETRI, L. — 1926. Ulteriori osservazioni sul disseccamento dei limoni in provincia di Messina. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **6**, **3**, pp. 200-202.
- * 71. PETRI, L. — 1927. Effetti del solfato di manganese sulle piante di limone attaccate dal *Colletotrichum gloeosporioides* PENZ. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **7**, **2**, pp. 213-214.

72. PETRI, L. — 1927. Ricerche sulle cause del « mal secco » dei limoni in provincia di Messina et sui mezzi per combatterlo. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 7, 2, pp. 229-284.
73. PETRI, L. — 1928. Il « mal secco » dei limoni in rapporto all' incoltura. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 8, 2, pp. 216-221.
74. PETRI, L. — 1929. Batteriosi dei rametti e « mal secco » dei limoni in Sicilia. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 9, 3, pp. 282-290.
75. PETRI, L. — 1929. Sulla posizione sistematica del fungo parassita delle piante di limone affette da « mal del secco ». — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 9, pp. 393-396.
- * 76. PETRI, L. — 1930. Note pratiche per ostacolare il diffondersi del « mal secco » degli agrumi. — Giorn. Agr. merid., Messina, p. 208.
77. PETRI, L. — 1930. Ulteriori ricerche sulla morfologia, biologia e parassitismo della *Deuterophoma tracheiphila*. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 10, 2, pp. 191-221.
78. PETRI, L. — 1930. I risultati di alcune ricerche sperimentali sopra il « mal secco » degli agrumi. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 10, 3, pp. 353-359.
79. PETRI, L. — 1930. Nuove osservazioni sulla biologia della «*Deuterophoma tracheiphila*». — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 10, 4, pp. 437-447.
80. PETRI, L. — 1930. Lo stato attuale delle ricerche sul « mal secco » dei limoni. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 10, 11, pp. 63-107.
81. PETRI, L. — 1930. La riproduzione sperimentale del « mal secco » dei limoni. — Atti Real. Accad. Naz. dei Lincei, Roma, Ser. 6, 11, 2, pp. 146-149.
- * 82. PETRI, L. — 1932. La lotta contro il « mal secco » dei limoni. — Citrus, Messina, ser. 2, 18, pp. 268-271.
83. PETRI, L. — 1932. L'applicazione della terapia interna contro il « mal secco » dei limoni. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 12, 2, pp. 236-237.

- * 84. PETRI, L. — 1934. La lotta contro il « mal secco » e la ricostruzione dei limoneti. — *Citrus*, Messina, **10**, p. 232.
85. PETRI, L. — 1934. Alcune considerazioni sopra i generi « *Deuterophoma* » e « *Blastophoma* ». — *Phytopath. Zeitschrift*, Berlin, **7**, **1**, pp. 117-119.
86. PETRI, L. — 1935. Rassegna dei casi fitopatologici osservati nel 1934. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **15**, **1**, pp. 47-55.
87. PETRI, L. — 1936. Rassegna dei casi fitopatologici osservati nel 1935. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **16**, pp. 1-25.
- * 88. PETRI, L. — 1936. Ricerche sulle cause del disseccamento dei limoni in provincia di Messina. — *Boll. Staz. Pat. Veg.*, Roma, vol. 16.
89. PETRI, L. — 1940. Recenti ricerche sul « mal secco » degli agrumi in Turchia. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **20**, **2**.
90. POLIAKOV, I.M. & A.A. SCHUMAKOVA — 1954. Accumulation des toxines pendant le développement du champignon *Deuterophoma tracheiphila* PETRI dans différentes conditions (en russe). — *Acad. Lenine Sci. Agric.*, Moscou, **19**, **3**, pp. 43-48.
91. QUILICO, A., C. CARDANI, F. PIOZZI & P. SCRIVANI — 1952. I pigmenti del *Deuterophoma tracheiphila*. — *Atti Accad. Naz. dei Lincei*, Roma, ser. VIII, **12**, **6**, pp. 650-657.
92. RABINOVITZ-SERENI, D. — 1931. Azione stimolante del biossido di carbonio sulla germinazione delle spore di « *Deuterophoma tracheiphila* ». — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **11**, **2**, pp. 143-152.
93. RABINOVITZ-SERENI, D. — 1931. Perdita della facoltà germinativa delle spore di « *Deuterophoma tracheiphila* » alla fine del periodo primaverile. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **11**, **2**, pp. 154-157.
94. RABINOVITZ-SERENI, D. — 1931. Sulla presenza degli stomati sull'epidermide della pagina superiore delle foglie di varie specie di *Citrus*. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, **11**, **2**, pp. 164-170.

95. RACITI, G. — 1956. Analisi di foglie di limone trattate con anticrittogamici rameici. — Riv. Agrumicol., Acireale, 1, **9-10**, pp. 369-370.
- * 96. REBOUR, H. — 1950. L'agrumiculture italienne. — Rev. Hortic., Algérie, Alger, 54, **5**, pp. 168-171.
97. REICHERT, I. & M. CHORIN — 1956. Mal Secco of Citrus in Israel and neighbouring Countries. — Bull. Res. Counc. Israël, Jerusalem, sec. Bot. 5-D, **2-3**, pp. 176-180.
98. RUGGIERI, G. — 1931. Sulla presunta influenza di certi terreni nel rendere resistenti al « mal secco » le piante di limone. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, **11**, pp. 170-171.
99. RUGGIERI, G. — 1931. Note tecniche sul « mal secco » degli agrumi. — Citrus, Messina, 17, **4**, pp. 91-95.
100. RUGGIERI, G. — 1936. Riscoperta sul « mal secco » degli agrumi. — Citrus, Messina, 22, **1-2**.
101. RUGGIERI, G. — 1936. Limiti di competenza in materia di patologia degli agrumi. — Citrus, Messina, 22, **5-6**, pp. 96-100.
102. RUGGIERI, G. — 1936. Varietà di limoni resistenti al « mal secco ». — Giorn. Agric., Roma, **20**, p. 165.
103. RUGGIERI, G. — 1936. Indagini sulla varietà di limone « Monachello ». — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 17, pp. 293-304.
104. RUGGIERI, G. — 1937. Ricerche sull'affinità d'innesto del limone Monachello con altri Citrus. — Boll. Real. Staz. Pat. Veg., Firenze, 17, **1**, pp. 79-86.
- * 105. RUGGIERI, G. — 1938. Le applicazioni della genetica in agrumicoltura. — Nuov. Ann. dell'Agric., Roma, 18, **3-4**, pp. 325-348.
- * 106. RUGGIERI, G. — 1938. Aspetti e miglioramento del limone « Monachello ». — Giorn. Agric., Roma, **19**, p. 168.
- * 107. RUGGIERI, G. — 1940. I portinnesti degli agrumi in relazione alla resistenza, alle malattie, all'andamento, alle condizioni ambientali, alle affinità d'innesto ed alle reciproche influenze con le forme. — Nuov. Ann. dell'Agric., Roma, **20**, pp. 37-78.

108. RUGGIERI, G. — 1940. Il manifestarsi in natura delle infezioni di « mal secco » attraverso i « verdelli » primaverili. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, 20, **2**, pp. 150-155.
109. RUGGIERI, G. — 1940. Relazione sull'attività del « Posto di osservazioni sul mal secco degli agrumi » nel 1940. — *Boll. Real. Staz. Pat. Veg.*, Firenze, 20, **3**, pp. 303-329.
110. RUGGIERI, G. — 1942. Relazione sull'attività del « Posto di osservazioni sul mal secco degli agrumi » nel 1941-1942. — *Boll. Staz. Pat. Veg.*, Roma, **22**, pp. 63-86.
111. RUGGIERI, G. — 1946. Possibili casi di tracheovorticillosi tra gli agrumi. — *Citrus*, ott.-dic., vol. 18, p. 13.
112. RUGGIERI, G. — 1947. Il « mal secco » fra gli agrumeti di Fondi. — *Giorn. Agric.*, Roma, **24**.
- * 113. RUGGIERI, G. — 1948. Fattori che condizionano e contribuiscono allo sviluppo del « mal secco » degli agrumi e metodi di lotta contro il medesimo. — *Ann. sperim. Agrar.*, Roma, vol. 2, nov. ser., 51 p.
114. RUGGIERI, G. — 1949. L'attuale problema del « mal secco » degli agrumi nelle sue immediate finalità pratiche. — *Ann. sperim. Agrar.*, Roma, 3, 1, pp. 25-32.
- * 115. RUGGIERI, G. — 1949. Difesa e ricostituzione degli agrumeti colpiti dal « mal secco ». — *Atti uff. Convegno Reg. Agrumicol.*, Messina, pp. 10-16.
116. RUGGIERI, G. — 1953. La lotta contro il « mal secco » degli agrumi. — *Giorn. Agric.*, Roma, **30**.
117. RUGGIERI, G. — 1953. Periodicità nelle infezioni di « mal secco » e fondamentali orientamenti di lotta. — *Giorn. Agric.*, Roma, **34**, 8 p.
118. RUGGIERI, G. — 1953. Il « mal secco » degli agrumi. — *Terra e Sole*, Roma, **134**, ott., pp. 371-374.
- * 119. RUGGIERI, G. — 1953. Contributo ad una lotta difficile : portinesto resistente al « mal secco ». — *Giorn. Agric.*, Roma, **63**, **44**, p. 111.

- * 120. RUGGIERI, G. — 1954. Nuovi aspetti della lotta contro il « mal secco » degli agrumi. — Inform. Fitopat., **20**.
121. RUGGIERI, G. — 1956. « Mal secco » degli agrumi e attuali mezzi di lotta. — Riv. Agrumicol., Acireale, 1, **5-6**, pp. 201-206.
122. RUSSO, F. — 1956. Un nuovo e promettente portinnesto per il limone: *Citrus Volkameriana* PASQU. altamente resistente alla *Deuterophoma tracheiphila* PETRI ed alle *Phytophthorae*. — Riv. Agrumicol., Acireale, 1, **5-6**, pp. 207-223.
123. RUSSO, F. — 1959. Ulteriore contributo di esperienze sul comportamento del *Citrus Volkameriana* PASQU. quale portinnesto del limone. — Tecnica Agric. 11, **4**, pp. 423-427.
124. SALERNO, M. — 1959. Su alcuni gravi danni in piante di limone con l'intervento di *Fusarium latericum* NEES (*Gibberella bacata* [WALLR.] SACC.). — Tecnica Agricola, Catania, 11, **4**, pp. 464-475.
125. SAREJANNI, J.A. — 1935. Le « Mal secco » en Grèce. — Ann. Inst. Phytopath., Benaki, 1,**3**, pp. 61-66.
126. SAREJANNI, J.A. — 1939. Catalogue commenté des champignons rencontrés sur les plantes cultivées en Grèce. — Ann. Inst. Phytopath., Benaki, Athènes, 3, **2**, p. 54.
127. SAVASTANO, G. & H.S. FAWCETT — 1930. Ricerche sperimentali sul decorso patologico del mal secco del limone. — Ann. Real. Staz. sperim. Frutt. Agrum., Acireale, **11**, pp. 1-37.
128. SAVASTANO, L. — 1921. Sulla gommosi secco o mal secco degli agrumi. — Boll. Real. Staz. sper. Frutt. Agrum., Acireale, **42**, pp. 1-6.
129. SAVASTANO, L. — 1923. Delle epidemie italiane del mal secco negli agrumeti, albicoccheti, ficheti, noceti e gelseti. Studio di clinica arborea. — Ann. Real. Staz. sper. Frutt. Agrum., Acireale, **7**, pp. 89-170.
130. SCHUMAKOVA, A.A. & A.M. GRUBE — 1957. Rôle de *Epicoccum granulatum* PENZIG dans le mal secco des citrus (en russe). — Acad. Lenine Sci. Agric., 22, **3**, pp. 33-39.

131. SCRIVANI, P. — 1954. Patogenesi, riproduzione sperimentale del mal secco da *Deuterophoma tracheiphila* PETRI e ricerche sulla formazione di metaboliti tossici in coltura. — *Phytopath. Zeitschrift*, Berlin, 22, 1, pp. 83-108.
132. SINDONI, A. — 1935. Osservazioni sopra il grado di resistenza di alcune varietà di limone al malsecco. — *Citrus*, Messina, Sett.
133. STEPANOV, K.M. — 1950. Dessèchement infectieux des citronniers (en russe). — *Comp. Rend. Acad. Lenine Sci. Agric.*, Moscou, 8, pp. 39-44.
134. STEPANOV, K.M. & A.A. SCHUMAKOVA — 1952. Périodes d'infection des citronniers par le mal secco (en russe). — *Comp. Rend. Acad. Lenine Sci. Agric.*, Moscou, 17, 11, pp. 34-38.
135. STEPANOV, K.M. & V.I. CHALICHKINA — 1954. Au sujet de la contamination des racines de citronnier par *Deuterophoma tracheiphila* PETRI (en russe). — *Jard. Bot.* 39, 1, pp. 103-108.
- * 136. TOGLIANI, F. — 1952. Determinazione del punto isometabolico per la *Deuterophoma tracheiphila* allevata in substrati colturali a base glucosica. — *Ann. sperim. Agrar.*, Roma, 6, 5, pp. 1153-1160.
137. VANDERWEYEN, A. — 1963. La brûlure de sable (sand burn) des agrumes. — *Al Awamia*, Rabat, 6, pp. 127-133.