

Fiche informative sur les organismes de quarantaine

Tilletia indica

IDENTITE

Nom: *Tilletia indica* Mitra

Synonyme: *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur

Classement taxonomique: Fungi: Basidiomycetes: Ustilaginales

Noms communs: Indischer Weizenbrand (allemand)

Karnal or partial bunt of wheat (anglais)

carie de Karnal (français)

Code informatique Bayer: NEOVIN

Liste A1 OEPP: n° 23

PLANTES-HOTES

La principale plante-hôte de *T. indica* est le blé (*Triticum* spp.), mais elle a aussi été signalée sur seigle (Aujla *et al.*, 1987). Lors d'inoculations expérimentales, *Aegilops* spp., *Bromus* spp., *Lolium* spp. et *Oryzopsis* spp. ont manifesté des degrés variables de sensibilité (Royer & Rytter, 1988). Dans la région OEPP, le blé et le seigle sont les principales plantes-hôtes potentielles.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Le premier signalement d'un nouveau type de carie du blé date de 1909 dans la région de Faizalabad (Pakistan). Il s'agissait sans doute de la carie de Karnal, qui a été signalée officiellement pour la première fois en 1930 à proximité de la ville de Karnal, dans le nord de l'Inde (Mitra, 1931). Ce pathogène s'est disséminé en Inde et il est considéré comme largement répandu dans le nord et dans le centre (régions à basses températures et à forte humidité au moment de l'anthèse, c'est-à-dire Delhi, Uttar Pradesh, Haryana, Punjab, Himachal Pradesh, Rajasthan, Madhya Pradesh, Jammu and Kashmir, West Bengal et Gujarat) (Singh *et al.*, 1985).

Le premier signalement de cette maladie en dehors de l'Asie date de 1972, au Mexique, mais la maladie y est confinée à des zones localisées (500 000 ha) dans l'état de Sonora (Service d'information OEPP 513/06, 1991). De nombreux signalements douteux ont été publiés par différents auteurs et institutions, évoquant la présence de ce champignon au Liban, Suède, Syrie et Turquie. Mais ces signalements correspondaient en fait à des interceptions effectuées sur des envois de blé et n'ont jamais été confirmés par les pays concernés ni par l'enquête effectuée par l'ICARDA (Centre International de Recherche sur l'Agriculture des Régions Sèches) sur le matériel génétique de blé au Moyen-Orient (Diekmann, 1987). Pour plus d'information, voir Locke & Watson (1955), Warham (1986). Très récemment il y a eu des attaques isolées dans le sud-ouest des Etats-Unis.

OEPP: absente.

Asie: Afghanistan, Inde (Jammu and Kashmir, Punjab, Uttar Pradesh), Iraq, Népal, Pakistan.

Amérique du Nord: Mexique, Etats-Unis (Arizona, New Mexico, Texas; en cours d'éradication).

Amérique du Sud: Brésil (attaque limitée en Rio Grande do Sul; en cours d'éradication).

UE: absente.

Carte de répartition: CMI (1989, n° 173).

BIOLOGIE

T. indica peut survivre dans la terre. Dans certaines zones, une période de deux ans sans blé réduit mais n'élimine pas la maladie. Cependant, la survie et la dissémination du champignon ont généralement lieu par les semences. Les téliosporos germent dans la terre, au moment de la floraison du blé, et en principe à des températures entre 20 et 25°C (Krishna & Singh, 1982); elles donnent naissance à un promycélium qui porte de nombreuses sporidies primaires falciformes. Ces sporidies primaires produisent des protubérances qui se transforment en sporidies secondaires. Dhaliwal & Singh (1989) ont montré que deux types de sporidies secondaires sont produites: des sporidies allantoides et des sporidies filiformes, mais seules les sporidies allantoides semblent être infectieuses et provoquent la maladie. Les sporidies primaires et secondaires sont disséminées par le vent ou par les éclaboussures de pluie sur les épis de blé et sont donc la source primaire d'infection. Des tubes germinaux se développent à partir des sporidies secondaires et se dirigent vers les stomates des glumes, des glumelles et des paléas (glumelles supérieures) par où ils pénètrent. Les hyphes ont un développement intercellulaire dans les glumes, les glumelles, les paléas et probablement aussi dans le rachis, puis, à partir de ces tissus, pénètrent dans la base de l'ovaire et provoquent l'infection des semences, qui se limite en principe au péricarpe (Goates, 1988). Des températures de 8-20°C et une forte humidité associées à des averses légères et un temps nuageux sont les conditions les plus favorables à l'infection des épis à la floraison. Les conditions environnementales jouent un rôle décisif dans l'infection, le temps sec, les fortes températures (20-25°C) et une forte luminosité étant défavorables.

La germination des téliosporos (portées par les graines ou dans de la terre) n'intervient qu'au démarrage d'une épidémie de carie de Karnal (Dhaliwal, 1989). D'après Bains & Dhaliwal (1989), des cycles répétés de production de sporidies produisent plus d'inoculum que les téliosporos de terre de *T. indica*. Des sporidies secondaires germent et se multiplient sur des feuilles dont la surface a été stérilisée préalablement, dans de la terre stérile, et sur glumes et feuilles de blés résistants, produisant d'ailleurs un inoculum important pour l'infection par voie aérienne (Dhaliwal, 1989).

Pour plus d'informations, voir Mitra (1931; 1935; 1937), Mundkur (1943a; 1943b), Warham (1986), Goates (1988).

DETECTION ET IDENTIFICATION

Symptômes

Les symptômes dépendent du climat, et sont plus clairement visibles quand la floraison a lieu sous des conditions de temps doux et humide. Le champignon provoque une réduction de la longueur des épis ainsi que du nombre d'épillets des épis cariés. Les individus infectés peuvent être nains. En général, *T. indica* infecte rarement plus que quelques épillets par épi, et alors les grains affectés ne sont pas gonflés. Des sores se développent, oblongs ou ovoïdes, de 1-3 mm de diamètre, contenant des masses poussiéreuses de spores, marron à noires. Ils sentent, d'une façon caractéristique, le poisson en décomposition (triméthylamine) comme ceux de *T. tritici*, *T. foetida* et *T. controversa* (OEPP/CABI, 1996). Le grain est en partie détruit; l'attaque commence au niveau du hile et se prolonge le long de la suture, laissant l'endosperme intact et couvert par l'enveloppe de la semence

totalement ou partiellement ouverte. Dans le cas d'une infection légère, seul un petit point noir juste sous l'embryon du côté de la suture peut se voir. Dans le cas d'une attaque importante, les tissus le long de la suture et l'endosperme adhérent sont remplacés par des spores. Les glumes se séparent, exposant les grains infectés, et glumes et grains peuvent tomber au sol. Pour plus d'informations, voir Holton (1949), Duran & Fischer (1961).

Morphologie

Les téliosporos sont d'un rouge sombre à cuivreux, marron mat ou sombre, globuleuses à quasi globuleuses, ont parfois un fragment mycélien (apiculus) attaché et leur diamètre est de 24-47 µm (environ deux fois la taille des spores de *T. caries*); les exosporos ont des excroissances épaisses, tronquées et compactes, de 1,4-4,9 µm de hauteur, en vue médiane. Des cellules stériles sont entremêlées aux téliosporos dans les sores; très variables, globuleuses, quasi globuleuses, souvent lacrymiformes, brun jaunâtre, 10-28 µm dans leur partie la plus large et 48 µm de longueur totale, elles ont une tige bien développée; les parois sont laminées, jusqu'à 7 µm d'épaisseur.

Les dimensions moyennes des sporidies primaires sont de 64-79 x 1,6-1,8 µm; celles des sporidies secondaires sont de 11,9-13 x 2 µm.

Pour plus d'information, voir Duran & Fischer (1961), Khanna *et al.* (1968), Waller & Mordue (1983).

Methodes de détection et d'inspection

Une méthode de quarantaine pour tester les semences de *Triticum* spp. à la recherche de *T. indica* a été publiée par l'OEPP (OEPP/EPPO, 1991b). Les cultures de semences doivent subir une inspection au cours de la période de végétation. Les inspections en plein champ doivent avoir lieu entre l'épiaison et la récolte. Toute semence cariée détectée pendant les inspections au champ doit être examinée au microscope à la recherche des téliosporos caractéristiques de *T. indica*. Pour l'inspection des envois, les semences doivent être testées par un test de lavage: 400 semences environ (huit lots de 50) sont placées dans des tubes avec suffisamment d'eau pour submerger les semences; ensuite, ces tubes sont placés dans un agitateur mécanique pendant 10 min. de façon à obtenir une suspension de spores, puis ils sont centrifugés à 3000 révolutions/min. pendant 20 min.; le sédiment est examiné au microscope de haute résolution.

L'observation visuelle directe de symptômes de carie de Karnal (inspection des semences sèches) est estimée insuffisante pour l'inspection des envois car des niveaux d'infection faibles peuvent passer inaperçus (Agrawal *et al.*, 1986) et une infection même minime des semences peut contaminer gravement un lot de semences saines (Aujla *et al.*, 1988).

MOYENS DE DEPLACEMENT ET DE DISPERSION

La dissémination naturelle peut être importante car les téliosporos peuvent être transportées sur de longues distances par le vent. Elles peuvent également traverser le tube digestif d'animaux sans subir de dégâts (Smilanick *et al.*, 1986), ce qui rend possible la dispersion du pathogène par le fumier. Le principal moyen de dispersion internationale est, cependant, par les semences de blé infectées.

NUISIBILITE

Impact économique

La maladie est apparue au Punjab (Inde) vers 1930. Des épidémies se sont développées en 1953/1954 (Agarwal *et al.*, 1976), et se sont répétées sporadiquement tous les 2-3 ans jusqu'en 1970 dans les états du Punjab, Haryana et Uttar Pradesh; l'incidence de la maladie était de 0,1-10% et les pertes de rendement annuelles d'environ 0,2% (Munjal, 1976). En

1974 et 1975, des épidémies se sont déclarées dans d'autres régions (Himachal Pradesh, zone de Tarai de l'Uttar Pradesh et zone de Gurudaspur du Punjab) avec des taux d'infection atteignant 50% sur le cultivar HD-2000. En 1976/1977, des niveaux d'infection plus faibles (jusqu'à 3%) ont été observés sur les cultivars HD-1553 et HD-1593 dans les états d'Uttar Pradesh, Punjab, Haryana, Rajasthan et Madhya Pradesh. Si l'infection est importante, les rendements, la qualité des semences et la germination sont inversement affectés. A des fins alimentaires, le grain n'est pas consommable si le taux d'infection dépasse 3%.

Au Mexique, où cette maladie apparaît régulièrement, les pertes directes ne sont pas très importantes et ne dépassent jamais 1%. Cependant, les coûts indirects pour l'économie mexicaine sont plus importants à cause des mesures de quarantaine qui doivent être appliquées pour les exportations de grains (OEPP/EPPO, 1991a; Brennan *et al.*, 1992). De plus, la présence de cette maladie au Mexique a nécessité d'importantes précautions supplémentaires pour les envois de matériel génétique de céréales du CIMMYT (Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé).

Lutte

Des applications élevées d'azote et une irrigation excessive favorisent la maladie (Warham, 1986). La rotation des cultures peut aider à combattre le pathogène, mais l'efficacité de cette technique est douteuse car *T. indica* peut survivre jusqu'à 4 ans dans le sol.

Le traitement chimique des semences ne tue pas les téliospores de *T. indica* sur semences de blé, à l'exception des composés mercuriques (Warham *et al.*, 1989) qui sont, par contre, interdits dans de nombreux pays. La pulvérisation foliaire de fongicides peut être utilisée comme moyen de lutte pour combattre l'inoculum aérien de sporidies primaires et secondaires. Le propiconazole est efficace contre les infections naturelles en Inde (Singh *et al.*, 1989). Au Pakistan, le propiconazole et le bitertanol ont fait diminuer, respectivement, l'incidence de la maladie de 79 et 67%, (Chandhry & Khan, 1990).

Des recherches intensives ont été menées pour l'obtention de cultivars résistants de blé panifiable (blé tendre). Il semblerait (Warham, 1986) que tous les cultivars disponibles dans le commerce en Inde soient sensibles à ce pathogène. Cependant, Gill *et al.* (1986a; 1986b) signalent deux cultivars comme étant soit tolérants, soit résistants en plein champ. Les cultivars de blé panifiable, blé dur et triticale testés par Warham (1988) étaient tous également sensibles à l'inoculation au stade gonflement. Au Mexique, seules quelques lignées de blé panifiable présentent une résistance modérée (Singh & Dhaliwal, 1989).

Risque phytosanitaire

T. indica est un organisme de quarantaine (liste A1) de l'OEPP (OEPP/EPPO, 1980), et l'est également pour l'IAPSC et la NAPPO. Une fois introduit, il est pratiquement impossible de l'éradiquer, car ses spores peuvent demeurer longtemps viables dans le sol. *T. indica* présente une menace pour le blé dur et pour le blé tendre dans les zones à conditions climatiques favorables. A l'intérieur de la région européenne et méditerranéenne, la grande zone spécialisée dans la culture du blé et d'autres céréales peut être la cible d'une infection de *T. indica*, en particulier les zones tempérées ou froides d'Europe occidentale et septentrionale. Les pertes provoquées par cette infection peuvent avoir un sérieux impact économique, et des restrictions sur les exportations de blé en grain seraient sans doute appliquées par les autres continents.

MESURES PHYTOSANITAIRES

L'OEPP recommande (OEPP/EPPO, 1990) que les envois de semences de *Triticum* spp. provenant de pays non OEPP proviennent de cultures trouvées indemnes de *T. indica*, et que les envois de semences en provenance de pays où *T. indica* est présente aient été testés selon la méthode de quarantaine OEPP n° 37 (OEPP/EPPO, 1991b) et trouvés indemnes de *T. indica*. Le CIMMYT (1989) utilise la méthode suivante pour le matériel génétique

envoyé dans d'autres continents: production dans des zones indemnes de *T. indica*; pulvérisation de propiconazole sur les parcelles de production de semences; traitement des lots de semences dans un bain d'hypochlorite de sodium; traitement des semences au carboxine, captan ou chlorothalonil.

BIBLIOGRAPHIE

- Agarwal, V.K.; Singh, A.; Verma, H.S. (1976) Outbreak of Karnal bunt of wheat. *FAO Plant Protection Bulletin* **24**, 99-100.
- Agrawal, K.; Yadav, V.; Singh, T.; Singh, D. (1986) Occurrence and detection of Karnal bunt in wheat seed in Rajasthan. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* **16**, 290-291.
- Aujla, S.S.; Indu, S.; Sharma, I. (1987) New host records of *Neovossia indica*. *Indian Phytopathology* **40**, 437.
- Aujla, S.S.; Kaur, S.; Mohan, C. (1988) Correlation between spore load of *Neovossia indica* per wheat seed and grade of infection. *Seeds and Farms* **14**, 39-40.
- Bains, S.S.; Dhaliwal, H.S. (1989) Release of secondary sporidia of *Neovossia indica* from inoculated wheat spikes. *Plant and Soil* **115**, 83-87.
- Brennan, J.P.; Warham, E.J.; Byerlee, D.; Hernandez-Estrada, J. (1992) Evaluating the economic impact of quality-reducing, seed-borne diseases: lessons from Karnal bunt of wheat. *Agricultural Economics* **6**, 345-352.
- Chandhry, M.H.; Khan, M.A. (1990) Effectiveness of different spray fungicides against Karnal bunt of wheat. *RACHIS, Barley and Wheat Newsletter* **9**, 5-6.
- CIMMYT (1989) *Sanidad de semilla en CIMMYT*. CIMMYT, Mexico City, Mexique.
- CMI (1989) *Distribution Maps of Plant Diseases* No. 173 (edition 4). CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Dhaliwal, H.S. (1989) Multiplication of secondary sporidia of *Tilletia indica* on soil and wheat leaves and spikes and incidence of Karnal bunt. *Canadian Journal of Botany* **67**, 2387-2390.
- Dhaliwal, H.S.; Singh, D.V. (1989) Up-to-date life cycle of *Neovossia indica*. *Current Science, India* **57**, 675-677.
- Diekmann, M. (1987) Monitoring the presence of Karnal bunt (*Tilletia indica*) in germplasm exchange at ICARDA. *Phytopathologia Mediterranea* **26**, 59-60.
- Duran, R.; Fischer, G.W. (1961) *The genus Tilletia*, pp. 73-74. Washington State University, Pullman, Etats-Unis.
- Gill, K.S.; Dhaliwal, H.S.; Randhawa, A.S.; Sharma, S.K.; Aujla, S.S.; Karam, C. (1986a) PBW 120 variety of bread wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Research of the Punjab Agricultural University* **23**, 161.
- Gill, K.S.; Dhaliwal, H.S.; Randhawa, A.S.; Sharma, S.K.; Karam, C. (1986b) PBW 138 variety of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Research of the Punjab Agricultural University* **23**, 162.
- Goates, B.J. (1988) Histology of infection of wheat by *Tilletia indica*, the Karnal bunt pathogen. *Phytopathology* **78**, 1434-1441.
- Holton, C.S. (1949) Observations on *Neovossia indica*. *Indian Phytopathology* **2**, 1-5.
- Khanna, A.; Payak, M.M.; Mehta, S.C. (1968) Teliospore morphology of some smut fungi. I. Electron microscopy. *Mycologia* **58**, 562-569.
- Krishna, A.; Singh, R.A. (1982) Effect of physical factors and chemicals on the teliospore germination of *Neovossia indica*. *Indian Phytopathology* **35**, 448-455.
- Locke, C.M.; Watson, A.J. (1955) Foreign plant diseases intercepted in quarantine inspections. *Plant Disease Reporter* **39**, 518.
- Mitra, M. (1931) A new bunt on wheat in India. *Annals of Applied Biology* **18**, 178-179.
- Mitra, M. (1935) Stinking smut (bunt) of wheat with special reference to *Tilletia indica*. *Indian Journal of Agricultural Sciences* **5**, 51-74.
- Mitra, M. (1937) Studies on the stinking smut or bunt of wheat in India. *Indian Journal of Agricultural Sciences* **7**, 459-476.
- Mundkur, B.B. (1943a) Studies in Indian cereal smuts. V. Mode of transmission of the Karnal bunt of wheat. *Indian Journal of Agricultural Sciences* **13**, 54-58.
- Mundkur, B.B. (1943b) Karnal bunt, an air-borne disease. *Current Science* **13**, 230-231.

- Munjal, R.L. (1976) Status of Karnal bunt (*Neovossia indica*) of wheat in northern India during 1968-1969 and 1969-70. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* **5**, 185-187.
- OEPP/CABI (1996) *Tilletia controversa*. In: *Organismes de Quarantaine pour l'Europe*. 2ème édition. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- OEPP/EPPO (1980) Fiches informatives sur les organismes de quarantaine No. 23, *Tilletia indica*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **10** (1).
- OEPP/EPPO (1990) Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP* n° 1008.
- OEPP/EPPO (1991a) NEOVIN...*Tilletia indica* occurrence in Mexique. *EPPO Reporting Service* No. 513/06.
- OEPP/EPPO (1991b) Méthode de quarantaine n° 37. *Tilletia indica*. Méthodes d'inspection et de test pour les semences de blé. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **21**, 265-266.
- Royer, M.H.; Rytter, J. (1988) Comparison of host ranges of *Tilletia indica* and *T. barclayana*. *Plant Disease* **72**, 133-136.
- Singh, D.V.; Dhaliwal, H.S. (1989) Screening of wheat germplasm for components of resistance to Karnal bunt disease. *Indian Phytopathology* **42**, 393-399.
- Singh, D.V.; Srivastava, K.D.; Joshi, L.M. (1985) Present status of Karnal bunt of wheat in relation to its distribution and varietal susceptibility. *Indian Phytopathology* **38**, 507-515.
- Singh, P.J.; Dhaliwal, H.S.; Gill, K.S. (1989) Chemical control of Karnal bunt (*Neovossia indica*) of wheat (*Triticum aestivum*) by single spray of fungicides at heading. *Indian Journal of Agricultural Sciences* **59**, 131-133.
- Smilanick, J.L.; Dupler, M.; Goates, B.J.; Hoffman, J.A.; Clark, D.; Dobson, D. (1986) Germination of teliospores of Karnal, dwarf, and common bunt fungi after ingestion by animals. *Plant Disease* **70**, 242-244.
- Waller, J.M.; Mordue, J.E.M. (1983) *Tilletia indica*. *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria* No. 748. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Warham, E.J. (1986) Karnal bunt disease of wheat: a literature review. *Tropical Pest Management* **32**, 229-242.
- Warham, E.J. (1988) Screening for Karnal bunt (*Tilletia indica*) resistance in wheat, triticale, rye and barley. *Canadian Journal of Plant Pathology* **10**, 57-60.
- Warham, E.J.; Prescott, J.M.; Griffiths, E. (1989) Effectiveness of chemical seed treatments in controlling Karnal bunt disease of wheat. *Plant Disease* **73**, 585-588.