

RÉSUMÉ

La thèse de doctorat intitulée "**CONTRIBUTIONS POUR ÉTUDIER L'UTILISATION DE *TRICHODERMA HARZIANUM* ET DE *T. KONINGII* POUR CONTRÔLER LES PATHOGÈNES DU SOL, LEUR CARACTÉRISATION ENZYMATIQUE ET LA PRÉPARATION DE BIOFONGICIDES**" élaboré par **PhD. MOHAMMED NAITHEL RADHI**, *Coordinateur scientifique Prof. univ. PhD. Ioan ROȘCA, 2018, USAMV, Bucarest*

MOTS CLÉS: Lutte biologique, pathogènes du sol, caractères biopesticides, *Trichoderma harzianum*, *T. koningii*, production d'enzymes, tomates

Une étude microbiologique et biologique des bio-champignons *T. harzianum* et *T. koningii* a été réalisée. Elle comprenait l'étude de l'effet de la production d'enzymes et de la filtration de ce bio-champignon, ainsi que l'étude de l'effet du chargement de spores bio-fongiques sur acide alginique et 2% de CMC contre les champignons pathogènes *F. oxysporum*, *R. solani* et *Pythium spp.* en laboratoire et sur le terrain sur une plante de tomate. Les résultats ont montré la capacité des champignons bio *T. harzianum* et *T. koningii* à inhiber la croissance des champignons pathogènes *F. oxysporum*, *R. solani* et *Pythium spp.* par un processus de double culture, le rapport antagoniste atteint 1 chez *F. oxysporum* et *Pythium spp.*, tandis que chez *R. solani* le rapport antagoniste atteint 2 selon l'échelle de Bell.

Alors que les résultats de la croissance des champignons dans le malt liquide extrait le milieu après 12 heures de culture de champignons, *F. oxysporium* où il a atteint la plus forte croissance (0,42) du champignon suivie de champignons *Pythium spp.* et *T. harzianum* (0,37) et (0,33) respectivement, pour *T. koningii* et *R. solani* la croissance atteinte à (0,31) et (0,30) respectivement, aussi la croissance des champignons dans le milieu extrait de malt liquide après 72 heures de culture, *T. koningii* où il a atteint la plus forte croissance (1,30) du champignon suivi de champignons nous *T. harzianum*, *F. oxysporium*, *Pythium spp.* et *R. solani* qui ont atteint (0,95, 0,87, 0,17 et 0,14) respectivement.

L'étude a montré la capacité des bio-champignons *T. harzianum* et *T. koningii* à produire des enzymes cellulase, amylase, chitinase, lipase et protéase. Le diamètre du halo formé sur le milieu solide pour la cellulase atteignait respectivement 5,75 cm et 6,5 cm pour *T. harzianum* et *T. koningii*, la production de l'amylase était très faible, atteignant 1 cm chez *T. harzianum* et 0,75 cm chez *T. koningii*. La production de chitinase était de 5,25 cm chez *T. harzianum* et de 6,25 cm chez *T. koningii*. Pour la production de lipase, des cristaux blancs immergés dans le milieu autour

de la colonie apparurent pour *T. harzianum* et *T. koningii*. Le diamètre du halo formé sur le milieu solide pour la protéase a atteint respectivement 1,7 cm et 2,6 cm pour *T. harzianum* et *T. koningii*.

Les résultats montrent également la capacité des champignons *T. harzianum* et *T. koningii* à dissoudre le phosphore dans un milieu solide, où le diamètre du halo était respectivement de 1,8 cm et 2,5 pour les champignons *T. harzianum* et *T. koningii*.

Les résultats des filtrats bio-fongiques ont montré leur capacité inhibitrice contre les champignons pathogènes dans la boîte de Pétri sur milieu PDA à des concentrations différentes où la plus forte inhibition était lors de l'utilisation de 30% de filtrats de champignons biologiques. Les résultats ont également montré que les champignons bio *T. harzianum* et *T. koningii* étaient capables de produire des enzymes dans le bouillon de dextrose de pomme de terre (PDB) après une semaine de culture de champignons, on peut observer que la plus grande production d'enzymes était dans l'enzyme chitinase (0,1549), alors que la plus faible production d'enzymes était dans l'enzyme amylase (0,000125). Alors que la production d'enzymes pour *T. koningii* cultivée dans PDB a montré que la production d'enzymes était la plus élevée dans l'enzyme chitinase (0,09985), la plus faible production d'enzymes était dans l'enzyme amylase (0,000482).

Les résultats du pH optimal pour la production d'enzymes chez *T. harzianum* et *T. koningii* ont montré que la production la plus élevée était à pH = 6 pour FPase, CMC, cellobiase, amylase, chitinase, protéase. Alors que la production la plus élevée d'enzyme lipase chez *T. harzianum* et *T. koningii* était à pH = 9.

L'étude a également montré la capacité des champignons *T. harzianum* et *T. koningii* à produire efficacement des enzymes dans le milieu induit. Les résultats de l'enzyme FPase ont montré que les deux champignons peuvent produire la FPase mais son niveau sur *T. koningii* était plus élevé que *T. harzianum*, et pour les deux champignons la période de 14 jours était la production la plus élevée, atteignant (0,244 et 0,078 $\mu\text{mol} / \text{mL} / \text{min}$) dans *T. koningii* et *T. harzianum* respectivement. La production de l'enzyme CMCase en milieu synthétique dans *T. koningii* était de 0,260 UI / mL / min et était plus élevée que celle de *T. harzianum* qui atteignait 0,095 UI / mL / min et la deuxième semaine était la plus élevée de la production, les niveaux de cellobiase sur *T. koningii* étaient plus élevés que *T. harzianum*, et pour les deux champignons, la période de 14 jours était la production la plus élevée, atteignant (0.192 et 0.130 UI / mL / min) dans *T. koningii* et *T. harzianum* respectivement. La production d'enzyme amylase en milieu synthétique à *T. koningii* = 0.336 $\mu\text{mol} / \mu\text{mol}$ maltose / heure était supérieure à *T. harzianum* = 0.284 $\mu\text{mol} / \text{mg}$ maltose / heure et la deuxième semaine était la période de production la plus élevée. Les résultats de l'enzyme chitinase ont montré que les deux champignons peuvent produire la chitinase, mais son niveau sur *T. harzianum* était plus élevé que *T. koningii*, et pour les deux champignons la période

de 14 jours était la production la plus élevée, les niveaux d'enzyme chitinase étaient de 0,42 et 0,481 U / min respectivement dans *T. koningii* et *T.harzianum*. La production d'enzyme lipase en milieu synthétique chez *T. koningii* = 0,242 UI / mL était supérieure à *T. harzianum* = 0,093 UI / mL et la deuxième semaine était la période de production la plus élevée, les taux de protéase chez *T. koningii* étaient supérieurs à *T. harzianum*, et la période d'incubation de 30 jours était la plus élevée. Les niveaux d'enzyme protéase étaient respectivement de 22,57 et 20,64 U / mg de protéines chez *T. koningii* et *T. harzianum*. Les résultats de poids de mycélium ont montré que le poids pour les deuxième et troisième semaines était plus élevé que les première et quatrième semaines, aussi la CMCase était le poids le plus élevé en comparaison avec les autres enzymes. Les niveaux de protéines pour toutes les enzymes produites par *T. koningii* et *T. harzianum* étaient plus élevés dans les cellules que dans les cellules. Aussi les résultats de la caractérisation des enzymes produites par *T. koningii* et *T. harzianum* qui affectent les champignons pathogènes *F.oxysporum*, *R. solani* et *Pythium spp.* dans le milieu PDA a montré l'effet de certaines enzymes sur ces champignons pathogènes.

Les résultats de l'effet des champignons *T. harzianum* et *T. koningii* et de leurs filtrats sur les champignons pathogènes (*F.oxysporum*, *R. solani* et *Pythium sp.*) Sur des plants de tomate en pots en laboratoire ont montré que le pourcentage le plus élevé de germination était en le traitement *T. koningii* et *T. harzianum* atteignant respectivement 100% et 93,33%, le plus faible pourcentage de germination par l'impact des champignons pathogènes était *R. sololi* qui atteignait 53,33%. Alors que les résultats de semis morts ont montré un taux de morts le plus élevé dans le traitement *R. solani* qui a atteint 37,5%. Le plus faible taux de semis morts était dans *T.harzianum*, *T. koningii*, extrait de *T.harzianum*, extrait de *T. koningii* et contrôle atteint à 0%. Les résultats de la sévérité de l'infection ont également montré un rapport de sévérité d'infection le plus élevé dans les traitements *R. solani* et *F.oxysporum* qui atteignaient respectivement 60% et 50%, le plus faible taux de gravité de l'infection étant *T.harzianum*, *T. koningii*, extrait de *T.harzianum*, extrait de *T. koningii* et contrôle atteint jusqu'à 0%. Les résultats des indicateurs de croissance des plantes qui ont révélé un rapport de longueur de feuille le plus élevé dans le traitement avec *T.harzianum*, atteignant 16,66 cm, suivis du traitement par *T. koningii*, ont atteint 14,33 cm. pour la largeur de la foliole, les résultats des traitements *T. harzianum* 3,33 cm et *T. koningii* 3,16 cm étaient les plus élevés. Les résultats de la longueur des racines étaient les suivants, la longueur la plus élevée des racines était dans les traitements de *T. koningii* et *T. harzianum* qui atteignaient respectivement 14,0 et 13,5 cm. Les résultats du nombre de feuilles ont montré un ratio élevé de nombre de feuilles dans les traitements de *T. koningii* et *T. harzianum* qui ont atteint respectivement 6,33 et 5,66. Les résultats du numéro de la brochure montrent que le nombre de folioles le plus élevé était dans les traitements de *T. harzianum* et *T. koningii* qui étaient de 9,33 pour *T. harzianum* et de 8,33 pour

T. koningii. Le pourcentage le plus élevé de phosphore était dans le traitement *T. harzianum* et *T. koningii* atteignant respectivement 0,46 et 0,45 mg / kg, les niveaux les plus élevés de chlorophylle dans la chlorophylle a (C_a), la chlorophylle b (C_b) et la chlorophylle de xanthophylle (x) plus les caroténoïdes (c), (C_{x+c}) étaient dans l'extrait de *T. harzianum* et l'extrait de *T. koningii* 8,87 et 8,04 pour C_a et respectivement pour C_b étaient 3,42 et 3,00 pour l'extrait de *T. harzianum* et l'extrait de *T. koningii* respectivement et pour C_{x+c} le niveau dans l'extrait de *T. harzianum* et l'extrait de *T. koningii* qui atteignait 585,63 et 532,65 respectivement.

Les résultats de l'effet de bio-champignons chargés sur l'acide alginique et 2% CMC sur le pourcentage de germination et de mort des plantules dans des pots dans la serre ont montré la capacité des bio-champignons chargés sur 2% de CMC et d'acide alginique. 2% de CMC était plus élevé que les bio-champignons chargés sur l'acide alginique. Les résultats de l'expérience sur le terrain ont été complétés par des résultats de pots dans la serre où les traitements ont prouvé la capacité des bio-champignons chargés sur l'acide alginique et 2% CMC à protéger la plante contre les champignons pathogènes, les traitements contenant de l'acide alginique un effet significatif sur l'augmentation de la hauteur et du diamètre, le poids des fruits, le poids des racines sèches et molles, le poids des légumes secs et mous, la chlorophylle, l'azote, le phosphore, la respiration et la photosynthèse.