

EFFET DE DIVERSES FARINES SUR LA COMPÉTITIVITÉ DES INOCULUMS DE TROIS SOUCHES DE *TRICHODERMA* VIS-À-VIS DES CHAMPIGNONS PHYTOPATHOGÈNES DU SOL (*)

Btissam MOURIA ⁽¹⁾, *Amina OUAZZANI TOUHAMI* ⁽¹⁾,
Alain BADO ⁽²⁾, *Allal DOUIRA* ⁽¹⁾

Les espèces du genre Trichoderma sont utilisées en lutte biologique pour concurrencer les champignons phytopathogènes du sol. Leur efficacité dépend de leur aptitude à la compétition saprophytique et de la quantité d'inoculum incorporée au sol.

Partant de la méthode de production d'inoculum de Davet et Comporota, qui utilisent 0,1 % d'inoculum avec 6 g de farine d'Avoine, cinq farines à diverses concentrations ont été testées afin d'optimiser le pouvoir antagoniste de trois souches de Trichoderma vis-à-vis des microorganismes telluriques, évalué par la méthode de colonisation des fragments de paille de Blé.

La farine d'Orge s'avère plus efficace que celle d'Avoine. Suivent les farines de Maïs, de Blé et enfin de Riz. Les souches TH₁ puis TH₂ de Trichoderma harzianum sont plus compétitives que la souche TV₁ de Trichoderma viride.

(*) *Manuscrit reçu le 14 juillet 2005.*

(1) *Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Département de Biologie, Faculté des Sciences, BP 133, Université Ibn Tofaïl, 14000 Kénitra, Maroc. mouria_b@yahoo.fr, touhami01@hotmail.com, douiraallal@hotmail.com*

(2) *Laboratoire de Mycologie et Biotechnologie végétale, GESVAB – EA 3675, Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université Victor-Segalen Bordeaux 2, 146, rue Léo-Saignat, 33076 Bordeaux Cedex. jbtalenc@club-internet.fr*

INTRODUCTION

Les souches destinées à la lutte biologique contre les microorganismes telluriques doivent disposer, non seulement d'une activité mycoparasitaire spécifique, mais aussi d'une bonne aptitude à la compétition saprophytique dans le sol [11-12].

Les espèces de *Trichoderma* sont caractérisées par une croissance rapide et une grande capacité à la compétition saprophytique [8,14]. Le comportement antagoniste des espèces fongiques du genre *Trichoderma* a été mis en évidence par de nombreux travaux de recherche. La plupart des publications réalisées dans le cadre de la lutte biologique contre les champignons phytopathogènes du sol font mention à ce genre [4].

Si l'activité antagoniste d'un auxiliaire biologique n'est pas forcément liée à la taille de sa population [9], le maintien d'un inoculum important est la garantie d'une action prolongée.

La population naturelle de *Trichoderma* dans les sols des régions agricoles ne dépasse en aucun cas 10^2 CFU [unité formant colonie]/g [5]. Chet et Baker [6] ont prouvé que la concentration efficace minimale de *Trichoderma* est d'environ 10^6 CFU/g de sol.

L'utilisation de ces espèces fongiques pour contrer les champignons telluriques parasites des cultures nécessite l'incorporation au sol de quantités importantes d'inoculum [10].

Sous forme d'une simple poudre de spores, l'inoculum de *Trichoderma* se maintient difficilement dans le sol non stérile et y est peu actif [10]. Il est donc nécessaire d'introduire le champignon avec un support qui lui permet d'échapper, au moins temporairement, à la compétition des microorganismes du sol.

Le son de Blé a été largement utilisé dans la préparation de l'inoculum de plusieurs antagonistes dont *Trichoderma* [2,7,20]. Une préparation de *T. harzianum* sur son de Blé a permis un contrôle plus efficace contre *Sclerotium rolfsii* [5] et a induit un pourcentage de réduction de la fonte de semis due à *Pythium* de 77 %, contre 32,4 % par une simple suspension sporale de cet antagoniste [19].

L'inoculum doit être produit en absence de microorganismes susceptibles d'entraver la croissance des *Trichoderma*, notamment les champignons à croissance rapide tels que *Rhizopus* et *Aspergillus*.

Davet et Comporota [11] ont mis au point une technique de production d'inoculum de *Trichoderma* à partir d'un milieu renfermant du sable et de la farine d'Avoine. Afin de sélectionner un substrat qui pourrait procurer aux *Trichoderma* un plus grand pouvoir compétitif vis-à-vis des microorganismes telluriques, l'effet de cinq farines à diverses concentrations a été testé sur l'inoculum initial de trois souches de *Trichoderma*.

Les substrats ont été évalués par la méthode de colonisation saprophytique de la paille de Blé. La paille de Blé a été utilisée par Davet et Comporota [11] afin d'évaluer l'aptitude des *Trichoderma* à la compétition saprophytique. Ce support nutritif à très faible teneur en lignine n'a pas besoin d'être autoclavé et est largement disponible [10,16].

Les *Trichoderma* possèdent une bonne aptitude à coloniser la paille de Blé [16]. Ils nuisent même à la production de Shiitake, champignon comestible cultivé sur paille de Blé pasteurisée, en colonisant le substrat de culture et diminuant le rendement de ce champignon [3,21].

Le milieu à base de paille de Blé permet une plus longue conservation des souches de *Trichoderma* que les milieux de synthèse ou le sol dénué de support nutritif [10].

La paille pourrait même favoriser l'émission par les *Trichoderma* d'antibiotiques volatils [9]. La compétitivité est étroitement corrélée à la capacité de dégradation liée à la capacité de production d'antibiotiques et d'enzymes chez les *Trichoderma* [1,11,13,15].

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel fongique

Deux souches de *Trichoderma harzianum* Rifai (TH₁ et TH₂) et une souche de *T. viride* Pers. ex Fr. (TV₁), appartenant à la collection du Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes de la Faculté des Sciences de Kénitra et connues pour leur aptitude à la compétition

saprophytique [17-18] ont été utilisées. Ces souches sont conservées à -20°C sur fragments de papier-filtre stérile.

Substrat

Le sol de la forêt Mamora a été utilisé. Il est meuble, très sableux, de pH légèrement basique (7,27), présente une teneur en matière organique de 0,6 %, avec 0,35 % de carbone organique. La quantité nécessaire aux essais est tamisée puis stockée au sec à température ambiante dans un sac en polyéthylène fermé.

Cinq farines ont été testées à savoir celles d'Avoine, de Blé, de Maïs, d'Orge et de Riz à des quantités de 4, 6, 8, 10, 12, 15 et 20 g.

Selon la méthode de Davet et Comporata [11], la farine est ajoutée à 200 g de sol dans des fioles de Roux. Le mélange est humidifié par 30 ml d'eau distillée et autoclavé deux fois 30 min à 120°C à 24 h d'intervalle, afin de détruire la microflore du sol qui pourrait entraver la multiplication des *Trichoderma*.

Préparation de l'inoculum

Pour l'obtention des suspensions sporales, les trois souches de *Trichoderma* sont cultivées en boîte de Petri de 90 mm de diamètre sur milieu PSA [Potato Sucrose Agar] (200 g pomme de terre, 20 g saccharose, 15 g agar, 1000 ml eau distillée, ajusté après cuisson à un litre avec de l'eau distillée). Les cultures sont incubées quatre jours à 28°C et à l'obscurité, puis placées sous la lumière blanche continue pendant trois jours pour une meilleure pigmentation.

Trois ml d'eau distillée stérile sont introduits dans chaque boîte et, à l'aide d'une spatule, la surface du milieu est raclée. La suspension conidienne obtenue est diluée de façon à obtenir 10⁵ spores / ml par hématimétrie, chaque conidie renfermant une spore.

Les milieux de culture autoclavés sont alorsensemencés chacun par 2 ml de la suspension conidienne.

Selon la méthode de Davet et Comporata [11], les fioles sont placées douze jours dans un incubateur à 28°C, puis maintenues pendant une période équivalente à la température du laboratoire et à la lumière du jour. Puis les mixtures sont récupérées, homogénéisées et séchées à l'air dans des conditions aseptiques pendant trois jours. Les poudres ainsi obtenues sont stockées à 5°C et constituent l'inoculum.

Colonisation de la paille

Des quantités de 0,1, 0,5, 1, 10 et 25 g d'inoculum sont mélangées à l'aide d'une spatule pendant 8 min à du sol tamisé de la Mamora non stérile et non humidifié de manière à obtenir 100 g de sol inoculé. À 200 g de sol ainsi inoculé, on ajoute 2 g de paille de Blé hachée aux ciseaux en fragments d'environ 2 cm et 15 ml d'eau pour humidifier.

L'ensemble est brassé à l'aide d'une spatule et introduit dans un sac en polyéthylène dont l'ouverture est scellée à l'aide d'un ruban adhésif. Les sacs sont incubés quatre jours à 28°C et à l'obscurité.

La paille est ensuite récupérée, lavée sous un courant d'eau pendant une minute, désinfectée superficiellement à l'hypochlorite de sodium pendant deux minutes, rincée et découpée en fragments de 5 mm de long. L'hypochlorite de sodium permet d'éliminer la microflore superficielle qui peut contenir des *Trichoderma* qui n'ont pas encore colonisé la paille, mais ne nuit pas au développement des espèces ayant déjà colonisé la paille.

Pour chaque sac, cent de ces fragments sont mis en culture dans une boîte de Petri sur milieu PSA additionné de chloramphénicol (100 mg/l), pour éviter la croissance des bactéries qui pourraient fausser les résultats. Pour un même sac, on réalise trois fois cet essai.

Les boîtes sont mises à incuber une semaine à 28°C, à l'issue de laquelle on évalue le pourcentage de fragments colonisés par *Trichoderma*. Les pourcentages de colonisation des autres champignons appartenant aux genres *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* et *Fusarium* n'ont pas été suivis.

Analyse statistique

Les analyses de variance sont effectuées après transformation des pourcentages de colonisation en $\arcsin\sqrt{P}$ et les moyennes sont comparées par le test de Newman et Keuls avec le logiciel Statitcf.

RÉSULTATS

Considérons d'abord la colonisation des fragments de paille de Blé par les souches TH₁ et TH₂ de *Trichoderma harzianum* (Tableaux I et II). Pour les deux souches, la farine d'Orge est significativement la meilleure pour la croissance, suivie de la farine d'Avoine, et la farine de Riz donne les moins bons résultats.

Pour la souche TH₁ (Tableau I), l'inoculum apporté à 0,1 % a pu envahir tous les fragments de paille pour 4 g de farine d'Orge seulement. Les colonies bactériennes, observées rarement, sont rapidement recouvertes par le champignon et ne paraissent pas gêner sa croissance. Pour la souche TH₂ (Tableau II), pour 4 g de farine d'Orge, il faut néanmoins 0,5 % d'inoculum pour que la colonisation soit totale.

La farine d'Avoine, utilisée par Davet et Comporta [11] pour l'obtention d'inoculum, arrive en deuxième position. Plus la quantité de farine d'Avoine augmente, plus la concentration d'inoculum nécessaire pour que tous les fragments de paille soient colonisés diminue. Ainsi, en utilisant 4 g de farine d'Avoine, la souche TH₁ a colonisé tous les fragments de paille à partir de 10 % d'inoculum (Tableau I). Ce pourcentage n'est plus que de 0,5 % pour 6 g de farine et de 0,1 % pour des quantités de farine supérieures ou égales à 8 g. De même, la souche TH₂ nécessite 10, 1, 0,5 et 0,1 % d'inoculum pour atteindre 0 % de non colonisation à 4, 6, 8 et 10 g de farine d'Avoine respectivement (Tableau II).

On observe un comportement similaire pour les autres farines : la concentration d'inoculum nécessaire diminue avec une quantité de farine plus importante.

La colonisation par la souche TH₁ de tous les fragments de paille pour 0,1 % d'inoculum est obtenue à partir de 10 g de farine de Maïs (Tableau I).

La souche TH₂ n'arrive à coloniser tous les fragments de paille que lorsque les farines de Maïs et de Blé sont apportées à 6 g pour 25 % d'inoculum ; ce pourcentage passe à 0,1 % pour 15 g de farine (Tableau II). Une faible croissance des autres microorganismes du sol a été observée.

La souche TH₁ ne colonise tous les fragments de paille à 0,1 % d'inoculum qu'à partir de 12 g pour la farine de Blé et de 15 g pour la farine de Riz (Tableau I).

La farine de Riz doit être apportée à 20 g pour que la souche TH₂ puisse coloniser toute la paille à 0,1 % d'inoculum (Tableau II).

En ce qui concerne la souche TV₁ de *Trichoderma viride* (Tableau III), la farine d'Orge donne là encore les meilleurs résultats, mais ce n'est qu'à partir de 8 g que tous les fragments sont colonisés pour 0,1 % d'inoculum. Quatre grammes de farine ont permis à la souche TV₁ de coloniser à 100 % les fragments de paille quand celle-ci est apportée par 10 % d'inoculum.

Tableau I :
Pourcentages moyens de fragments de paille de Blé non colonisés par la souche TH₁,
après quatre jours d'incubation dans un sol non stérile à 28°C,
pour différentes concentrations d'inoculum obtenu avec diverses concentrations de cinq farines.

g Far ine	g d'inoculum / 100 g de sol inoculé																								
	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25
	Orge					Avoine					Maïs					Blé					Riz				
4	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	36 ^e	23 ^d	12 ^b	0 ^a	0 ^a	47 ^j	41 ⁱ	37 ^h	26 ^f	0 ^a	65 ^j	59 ⁱ	35 ^f	18 ^c	9 ^b	93 ^l	90 ^l	82 ^k	71 ⁱ	64 ^h
6	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	19 ^c	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	48 ^j	30 ^g	14 ^{cd}	0 ^a	0 ^a	48 ^h	40 ^g	15 ^c	7 ^b	4 ^a	85 ^k	78 ^j	66 ^h	50 ^g	32 ^e
8	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	21 ^e	17 ^d	9 ^b	0 ^a	0 ^a	41 ^g	28 ^e	18 ^c	9 ^b	0 ^a	66 ^h	48 ^g	35 ^e	26 ^d	21 ^c
10	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	12 ^{bc}	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	23 ^d	17 ^c	0 ^a	0 ^a	0 ^a	50 ^g	24 ^{cd}	13 ^b	0 ^a	0 ^a
12	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	39 ^f	13 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
15	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
20	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a

Deux valeurs pour une même farine ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % si elles sont affectées de la même lettre.

Tableau II :
Pourcentages moyens de fragments de paille de Blé non colonisés par la souche TH₂,
après quatre jours d'incubation dans un sol non stérile à 28°C,
pour différentes concentrations d'inoculum obtenu avec diverses concentrations de cinq farines.

g Far ine	g d'inoculum / 100 g de sol inoculé																								
	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25
	Orge					Avoine					Maïs					Blé					Riz				
4	10 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	32 ^e	28 ^d	19 ^c	0 ^a	0 ^a	58 ⁱ	49 ^g	41 ^f	28 ^d	14 ^b	67 ^l	58 ^k	44 ⁱ	28 ^f	11 ^c	95 ^o	90 ⁿ	86 ^m	73 ^k	65 ^j
6	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	29 ^d	11 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	54 ^h	42 ^f	32 ^e	14 ^b	0 ^a	52 ^j	38 ^g	21 ^e	9 ^c	0 ^a	90 ⁿ	81 ^l	74 ^k	59 ⁱ	41 ^g
8	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	12 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	39 ^f	27 ^d	13 ^b	0 ^a	0 ^a	41 ^h	30 ^f	16 ^d	5 ^b	0 ^a	84 ^k	62 ⁱ	49 ^h	32 ^f	19 ^c
10	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	21 ^c	11 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	28 ^f	18 ^d	10 ^c	0 ^a	0 ^a	61 ⁱ	41 ^g	26 ^e	12 ^b	0 ^a
12	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	13 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	11 ^c	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	38 ^g	22 ^d	11 ^b	0 ^a	0 ^a
15	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	17 ^c	9 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
20	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a

Deux valeurs pour une même farine ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % si elles sont affectées de la même lettre.

Tableau III :
Pourcentages moyens de fragments de paille de Blé non colonisés par la souche TV₁,
après quatre jours d'incubation dans un sol non stérile à 28°C,
pour différentes concentrations d'inoculum obtenu avec diverses concentrations de cinq farines.

g Far ine	g d'inoculum / 100 g de sol inoculé																								
	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25	0,1	0,5	1	10	25
	Orge					Avoine					Maïs					Blé					Riz				
4	22 ^c	12 ^d	4 ^b	0 ^a	0 ^a	46 ^g	33 ^f	20 ^d	9 ^b	0 ^a	69 ^m	61 ^l	52 ^k	38 ⁱ	22 ^e	87 ^o	79 ^m	71 ^k	60 ^j	47 ^h	100 ^u	100 ^u	93 ^f	88 ^a	80 ⁿ
6	7 ^c	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	32 ^f	22 ^e	11 ^c	0 ^a	0 ^a	60 ^l	51 ^k	38 ⁱ	15 ^d	9 ^b	83 ⁿ	72 ^k	62 ^j	49 ^h	32 ^f	100 ^u	97 ^t	89 ^a	83 ^o	75 ^m
8	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	12 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	46 ^j	37 ^{hi}	22 ^e	11 ^{bc}	0 ^a	75 ^l	57 ⁱ	49 ^h	34 ^f	19 ^d	95 ^s	90 ^q	81 ⁿ	73 ^l	64 ⁱ
10	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	35 ^h	26 ^f	13 ^{cd}	0 ^a	0 ^a	61 ^j	42 ^g	33 ^f	19 ^d	8 ^b	85 ^p	80 ⁿ	69 ^k	55 ^g	47 ^f
12	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	30 ^g	12 ^c	0 ^a	0 ^a	0 ^a	48 ^h	27 ^e	21 ^d	11 ^c	0 ^a	79 ⁿ	68 ^k	58 ^h	45 ^e	29 ^c
15	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	11 ^{bc}	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	31 ^f	12 ^c	10 ^{bc}	0 ^a	0 ^a	66 ^j	53 ^g	41 ^d	27 ^c	11 ^b
20	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	19 ^d	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	53 ^g	41 ^d	28 ^c	12 ^b	0 ^a

Deux valeurs pour une même farine ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % si elles sont affectées de la même lettre.

La farine d'Avoine arrive à nouveau en deuxième position, mais permet une moins bonne croissance que pour les deux autres souches. Ainsi, la colonisation totale de la paille pour 4 g de farine est observée à 25 % d'inoculum contre 10 % pour les deux souches de *Trichoderma harzianum*.

Suit la farine de Maïs, qui ne permet une colonisation totale de la paille qu'à 20 g pour 0,1 % d'inoculum.

Les farines de Blé et de Riz donnent de piètres résultats. La colonisation n'est pas totale pour 20 g de farine et 0,1 % d'inoculum. Pour la farine de Blé, la colonisation totale n'est observée qu'à partir de 12 g et 25 % d'inoculum.

La farine de Riz a donné des pourcentages de non colonisation très élevés pour les quantités de farine et les concentrations les plus faibles. La colonisation totale n'est atteinte que pour 20 g de farine et 25 % d'inoculum. Cette farine permet la croissance d'autres microorganismes telluriques, notamment des *Rhizopus*.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nos résultats montrent que, pour les trois souches testées, plus la quantité de farine incorporée au départ augmente, plus la souche se montre compétitive, à en juger par le pourcentage de colonisation de la paille qui augmente, avec une différence plus ou moins importante entre les farines.

La farine d'Orge donne significativement les meilleurs résultats pour les trois souches. Elle permet d'obtenir à faible dose et pour une quantité minimale d'inoculum une colonisation totale de la paille. C'est très net pour la souche TH₁. La farine d'Avoine a montré un effet moindre, mais satisfaisant, en accord avec des résultats préliminaires [17]. Les farines de Maïs et de Blé sont peu efficaces. La farine de Riz a été, de loin, la moins favorable à la croissance des trois souches de *Trichoderma*, qui sont alors concurrencées par d'autres microorganismes.

Par ailleurs, les trois souches de *Trichoderma* testées n'ont pas les mêmes potentialités. La souche TH₁ est la plus compétitive, suivie de la souche TH₂ puis de la souche TV₁. Ce classement est similaire à celui obtenu par l'un d'entre nous dans des travaux antérieurs [17-18] avec la farine d'Avoine. Cependant, les pourcentages de colonisation obtenus dans ces travaux antérieurs étaient moins élevés.

En conclusion, la farine d'Orge remplacera avantageusement la farine d'Avoine proposée dans le modèle de Davet et Comporota [11]. Cela permettra d'utiliser des quantités moindres de farine et d'inoculum, d'où une réduction des coûts de production et de transfert des souches de *Trichoderma* en vue d'une lutte contre les phytopathogènes telluriques.

RÉFÉRENCES

- 1 - Ahmad (J.S.), Baker (R.) - Implications of rhizosphere competence of *Trichoderma harzianum*. - *Can. J. Microbiol.*, 1988, **34**(3), 229-234.
- 2 - Aziz (N.H.), El-Fouly (M.Z.), El-Assawy (A.A.), Khalaf (M.A.) - Influence of bean seedling root exudates on the rhizosphere colonization by *Trichoderma lignorum* for the control of *Rhizoctonia solani*. - *Bot. Bull. Acad. Sinica*, 1997, **38**(1), 33-39.
- 3 - Badham (E.R.) - Growth and competition between *Lentinus edodes* and *Trichoderma harzianum* on sawdust substrates. - *Mycologia*, 1991, **83**(4), 455-463.
- 4 - Benitez (T.), Delgado-Jarana (J.), Rincón (A.), Rey (M.), Limón (C.) - Biofungicides: *Trichoderma* as a biocontrol against phytopathogenic fungi. - *Recent Res. Dev. Microbiol.*, 1998, **2**(1), 129-150.
- 5 - Chet (I.) - *Trichoderma*-application, mode of action, and potential as biocontrol agent of soil-borne plant pathogenic fungi. In Chet (I.), *Innovative approaches to plant disease control*. New York: Wiley, 1987, p. 137-160 (372 p.).

- 6 - Chet (I.), Baker (R.) - Induction of suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. - *Phytopathology*, 1980, **70**(10), 994-998.
- 7 - Chet (I.), Hadar (Y.), Elad (Y.), Katan (J.), Henis (Y.) - Biological control of soilborne plant pathogens by *Trichoderma harzianum*. In Schippers (B.), Gams (W.), *Soil-borne plant pathogens*. London, New York: Academic Press, 1979, 585-589 (686 p.).
- 8 - Cole (J.S.), Zvenyika (Z.) - Integrated control of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* in tobacco transplants with *Trichoderma harzianum* and triadimenol. - *Plant Pathol.*, 1988, **37**(2), 271-277.
- 9 - Davet (P.) - Introduction et conservation des *Trichoderma* dans le sol. In *Les antagonismes microbiens. Modes d'action et application à la lutte biologique contre les maladies des plantes. - 24^e Colloq. Soc. Fr. Phytopathol., Bordeaux, 26-28 mai 1983*. Versailles : INRA, p. 159-168.
- 10 - Davet (P.), Artigues (M.), Martin (C.) - Production en conditions non aseptiques d'inoculum de *Trichoderma harzianum* Rifai pour des essais de lutte biologique. - *Agronomie*, 1981, **1**(10), 933-936.
- 11 - Davet (P.), Comporota (P.) - Étude comparative de quelques méthodes d'estimation de l'aptitude à la compétition saprophytique dans le sol des *Trichoderma*. - *Agronomie*, 1986, **6**(6), 575-581.
- 12 - Fahima (T.), Henis (Y.) - Quantitative assessment of the interaction between the antagonistic fungus *Talaromyces flavus* and the wilt pathogen *Verticillium dahliae* on eggplant roots. - *Plant Soil*, 1995, **176**(1), 129-137.
- 13 - Garret (S.D.) - Cellulolysis rate and competitive saprophytic colonization of wheat straw by foot-rot fungi. - *Soil Biol. Biochem.*, 1975, **7**, 323-327.

- 14 - Jenkins (S.F.), Averre (C.W.) - Problems and progress in integrated control of southern blight of vegetables. - *Plant Dis.*, 1986, **70**(7), 614-619.
- 15 - Lynch (J.M.) - Biological control of plant diseases: Achievements and prospects. - *Proc. Brighton Crop Prot. Conf., Pests Dis.*, 1988, 587-596.
- 16 - Mata (G.), Savoie (J.M.), Delpech (P.), Olivier (J.M.) - Diminution de l'impact de *Trichoderma* spp. pendant la culture de *Lentinula edodes* sur paille de blé pasteurisée par la supplémentation du substrat avec de la tourbe et l'emploi d'une semence de champignon alternative. - *Agronomie*, 1998, **18**(8-9), 515-520.
- 17 - Mouria (A.) - *Approches de lutte biologique et chimique contre deux pathogènes foliaires du riz ; Pyricularia oryzae et Helminthosporium oryzae*. Thèse Doct. Natl. Univ. Ibn Tofaïl, Fac. Sci. Kénitra, Maroc, 2000, 195 p.
- 18 - Mouria (A.), Ouazzani Touhami (A.), Douira (A.) - Sélection de quelques souches de *Trichoderma* d'origine marocaine selon leur aptitude à la compétition saprophytique dans le sol. - *Al Awamia*, 2002, **106**, 57-73.
- 19 - Mukherjee (P.K.), Upadhyay (J.P.), Mukhopadhyay (A.N.) - Biological control of *Pythium* damping-off of cauliflower by *Trichoderma harzianum*. - *J. Biol. Control*, 1989, **3**, 119-124.
- 20 - Rovira (A.D.) - Plant root exudates. - *Bot. Rev.*, 1969, **35**, 35-57.
- 21 - Tokimoto (K.), Komatsu (M.) - Effect of carbon and nitrogen sources in media on the hyphal interference between *Lentinus edodes* and some species of *Trichoderma*. - *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*, 1979, **45**, 261-264.

ABSTRACT

Effect of diverse flours on the competitiveness of inoculums of three *Trichoderma* strains against soil phytopathogens.

Species of the genus *Trichoderma* are used in biological control to compete with soil phytopathogenic fungi. Their efficacy depends on their aptitude for saprophytic competition and the amount of inocula in the soil.

Using the inoculum production method of Davet and Comporota who use 0.1% inoculum with 6 g oat flour, diverse concentrations of five flours were tested in order to optimise the antagonistic power of three *Trichoderma* strains against telluric microorganisms. They were evaluated by the wheat straw colonisation method.

Barley flour proved to be more effective than that of oats, followed by corn, wheat and rice flour. The TH₁ and TH₂ strains of *Trichoderma harzianum* were more competitive than the TV₁ *Trichoderma viride* strain.

Key-words: *Trichoderma*, saprophytic competition, flour.
