

Le chitosan, un SDN multifonction

Le chitosan, stimulateur naturel de défenses des plantes (SDP et SDN), est un produit d'origine animale : la chitine de crabe. Il vient d'être approuvé en tant que substance de base¹ au sens du règlement CE n°1107/2009, concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et est en cours d'évaluation pour son autorisation en AB². | par Patrice Marchand (Itab)



WPF-FR

Le chitosan est issu de chitine de crabe

Après la cellulose, la chitine, est le deuxième polysaccharide le plus abondant sur la planète. Il est synthétisé par de nombreuses espèces : champignons, insectes, crustacés, lichen... Le chitosan est obtenu par hydrolyse de la chitine issue de carapace de crabe. Il est utile pour la protection des plantes et respectueux de l'environnement. Son intérêt est multiple³ : il agit comme un éliciteur des mécanismes de résistance chez les plantes et participe ainsi à l'amélioration de la santé et à l'apparence de la plante.

Action biochimique ou physique et physiologiques

Le chitosan agirait à plusieurs niveaux. → Il peut avoir une action biochimique. Lors du contact entre

la chitine et la paroi cellulaire de certains champignons pathogènes, l'expression des chitinases et chitosanases (enzymes dégradantes de la chitine) conduit à la destruction de la paroi. La synthèse de phytoalexines (par exemple, des flavonoïdes et/ou des terpènes antimicrobiens)⁴ avec des propriétés antibiotiques, ainsi que la production de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) toxique pour les parois, sont ainsi stimulées.

→ Il peut aussi entraîner des réactions physiques et physiologiques. Au contact du chitosan, les stomates sont ouverts pendant des durées plus courtes et les changements de l'ultrastructure des racines et des feuilles empêchent l'intrusion de certains types de champignons. La lignification de la paroi cellulaire plus efficace renforce son rôle de barrière physique.

Quelques essais concluants

→ Sur le chancre bactérien du kiwi.

Le chitosan a été montré efficace contre *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* qui est l'agent causal du chancre bactérien du kiwi (*Actinidia chinensis* et *Actinidia deliciosa*)⁵ provoquant des taches nécrotiques sur les feuilles, des fissures longitudinales le long du pétiole et suintantes et le flétrissement des rameaux. Fait intéressant, le chitosan a toujours montré une performance globalement supérieure à d'autres produits pour réduire les symptômes de la maladie tout au long de l'essai (3 ans). Ainsi, cette étude⁵ confirme que le choix du moment de pulvérisation sur la base du cycle de la maladie véhiculé par l'agent pathogène est efficace pour réduire la gravité de la maladie dans une zone fortement contaminée. Enfin, d'autres essais montrent également que cette utilisation de chitosan en tant que composé, est très prometteuse pour le contrôle au champ de *P. s. pv. Actinidiae* tout au long de la saison.⁶

→ Sur plants de pommes de terre.

Afin d'étudier les effets du chitosan soluble sur la croissance des plantules in vitro et l'augmentation du rendement de mini tubercules de pomme de terre (obtenus par micro propagation), des plantules du cultivar Agria ont été traitées in vitro avec du chitosan soluble à des concentrations différentes ajoutées au milieu solide de culture de tissu. Les plantules ont ensuite été transférées en serre et les paramètres de rendement ont été évalués. Les résultats indiquent que le chitosan soluble peut être incorporé dans la production de semences de pommes de terre (plantules in vitro) avec une amélioration de l'acclimatation des plantules, une augmentation du nombre de mini tubercules et du rendement.^{7 8}

→ Sur plants de soja. Les effets du chitosan sur la croissance et la qualité de certains germes de soja ont été évalués. Le soja a été trempé dans de l'eau, de l'acide acétique à 0,05 %, et des solutions de chitosan pendant 8 heures, puis cultivées pendant 3 jours. Le traitement au chitosan augmente le poids total des

germes de soja d'environ 7 %, ce qui est favorable à une meilleure commercialisation. Tous les autres paramètres sont restés stables, sauf la teneur en acides aminés libres qui était plus élevée que celles des témoins.⁹

→ **Sur virus X et fusariose de la tomate.** Une approche prometteuse pour le contrôle efficace de la bactérie phytopathogène *Ralstonia solanacearum* (responsable du flétrissement bactérien de la tomate) est la combinaison de la sélection de cultivars résistants et l'induction de mécanismes de défense des plantes à l'aide du chitosan¹⁰. Différentes formulations de chitosan et d'autres produits ont été évaluées pour contrôler le ToLCV (virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate) et la croissance de la tomate dans les conditions naturelles. Les résultats, indiquent que l'addition de chitosan et de *Pseudomonas* a porté l'efficacité de la lutte biologique contre le virus ToLCV à plus de 80 %.¹¹ Sous serre, l'application de *T. harzianum* et du chitosan (1 g/l) par trempage racinaire combiné avec le chitosan (0,5 g/l) par pulvérisation foliaire a réduit l'incidence et la sévérité du flétrissement bactérien de la tomate de 66,6 % et 47,6 %, respectivement.

Le traitement à base de *T. harzianum* appliqué seul ou en combinaison avec le chitosan a entraîné une augmentation des teneurs en phénols totaux et une stimulation des activités chitinase et β ,1-3-glucanase (source d'une meilleure défense) dans les feuilles des plants de tomates traités comparés aux non traités. Les résultats de cette étude ont montré la possibilité d'utiliser des traitements combinés à base de *T. harzianum* et de chitosan à l'échelle commerciale pour lutter non seulement contre la fusariose des racines mais aussi contre la maladie du collet de la tomate¹². Cet usage montre la compatibilité du chitosan avec d'autres solutions de bio-contrôle.

→ **Sur le flétrissement du pin.** Le flétrissement du pin (PWD) est causé par *Bursaphelenchus xylophilus* et pose de grands défis environnementaux et économiques. Le travail Nunes da Silva¹³ a montré que l'application de différents poids moléculaires (PM) de chitosan comme amendement du sol pourrait être utilisé pour contrôler le PWD du pin maritime (*Pinus pinaster*, très sensible) et du pin de pierre (*Pinus pinea*, moins sensible). À la fin de la période expérimentale (24 jours après l'inoculation), *P. pinaster* et *P.*

pinea non traités ont présenté environ 3825 ± 100 et 70 ± 47 nématodes, respectivement. Pour *P. pinaster*, le chitosan à haut PM a conduit aux résultats les plus drastiques, induisant une réduction du nombre de nématodes de 21,9 fois, alors que pour *P. pinea*, le plus efficace est le chitosan de faible PM, qui a réduit le nombre de nématodes jusqu'à 7 fois.

→ **En protection post-récolte.** L'application post-récolte de chitosan a été efficace dans la réduction de la production de cellulose et d'enzymes pathogènes comme les polygalacturonases et pectinases¹⁴, montrant une action préventive contre le bioagresseur *P. expansum* de la poire mais qui n'offre pas une résistance durable ou une efficacité curative. L'activité antifongique du chitosan (à 0,5 %) est améliorée en combinaison avec la levure *C. laurentii*.¹⁴

Mise en garde

Cet article fait état de résultats de recherches sur l'efficacité du chitosan, il ne propose en aucun cas des recommandations de traitement en agriculture biologique, tant qu'il n'est pas inscrit à l'annexe II du règlement CE n° 889/2008 concernant la production biologique

1 Règlement d'exécution (UE) N° 563/2014 de la Commission du 23 mai 2014 portant approbation de la substance de base «chlorhydrate de chitosane», conformément au règlement (CE) N° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant le règlement d'exécution (UE) N° 540/2011 de la Commission

2 Règlement (CE) N° 889/2008 de la Commission du 5 septembre 2008 portant modalités d'application du règlement (CE) N° 834/2007 du Conseil relatif à la production

biologique et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne la production biologique, l'étiquetage et les contrôles

3 Sharp R G 2013 A Review of the Applications of Chitin and Its Derivatives in Agriculture to Modify Plant-Microbial Interactions and Improve Crop Yields *Agronomy*, 3, 757-793

4 <http://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoalexine>; <http://fr.wikipedia.org/wiki/Flavonoïde>; <http://fr.wikipedia.org/wiki/Terpène>

5 Ferrante P, Scortichini M 2010 Molecular and phenotypic features of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* isolated during recent epidemics of bacterial

canker on yellow kiwifruit (*Actinidia chinensis*) in central Italy. *Plant Pathol.*, 59, 954-962

6 Scortichini M 2014 Field efficacy of chitosan to control *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, the causal agent of kiwifruit bacterial canker *European Journal of Plant Pathology*

7 Asghari-Zakaria R, Maleki-Zanjani B, Sedghi E 2009 Effect of in vitro chitosan application on growth and minituber yield of *Solanum tuberosum* L. *Plant Soil Environ.* 55 (6) pp252-256; Kowalski B, Jimenez Terry F, Herrera L, Agramonte Peñalver D 2006 Application of Soluble Chitosan in

vitro and in the Greenhouse to Increase Yield and Seed Quality of Potato Minitubers *Potato Research* 49 (3) pp 167-176

8 O'Herlihy E A, Duffy E M, Cassells A C 2003 The effects of arbuscular mycorrhizal fungi and chitosan sprays on yield and late blight resistance in potato crops from microplants. *Folia Geobotanica*, 38, 201-208

9 No H K, Park N Y, and Kang E J 2014 Effects of - and -Chitosan Treatment on Growth and Selected Quality of Soybean Sprouts. *J. Chitin Chitosan* 19(1), pp 1-7

10 Mandal S, Kar I, Mukherjee A K, Acharya P 2013 Elicitor-Induced

Defense Responses in *Solanum lycopersicum* against *Ralstonia solanacearum*. *The ScientificWorld Journal*, ID 561056, pp 1-9

11 Mishra S, Shivanandappa J K, Ulpiradath K P, Sagar P 2014 Biocontrol of tomato leaf curl virus (ToLCV) in tomato with chitosan supplemented formulations of *Pseudomonas* sp. under field conditions *Australian Journal of Crop Science* Vol.8(3) pp 347-355

12 El-Mohamedy R S R, Abdel-Kareem F, Jabnoun-Khiareddine H, and Daami-Remadi M 2014 Chitosan and *Trichoderma harzianum* as fungicide alternatives

for controlling Fusarium crown and root rot of tomato. *Tunisian Journal of Plant Protection* 9, pp 31-43

13 Nunes da Silva M, Cardoso A R, Ferreira D, Brito M, Pintado M E, Vasconcelos M W 2014 Chitosan as a biocontrol agent against the pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Forest Pathology*. doi: 10.1111/efp.12136

14 Di Francesco A and Mari M 2014 Use of biocontrol agents in combination with physical and chemical treatments: efficacy assessment *Stewart Postharvest Review*, 1:2; pp1-4; ISSN: 1745-9656