

ÉDITORIAL

Après les aléas climatiques du mois d'avril, voilà que le mois de mai ne s'annonce guère mieux. Les nuages, la pluie et le temps frais sont présents plus souvent qu'à la normale. On observe une réduction de la lumière dans les serres et des conditions climatiques plus propices à l'éclosion de maladies et au développement de défauts de qualité des fruits. Afin de ne pas perdre le contrôle, on doit s'armer de patience, adapter la conduite climatique au jour le jour et surtout, bien maîtriser l'humidité dans les serres. Ce nouveau numéro d'Écho-Serre comporte justement des articles sur la qualité de la tomate et les nouveaux biopesticides pour lutter contre les maladies et renforcer les plantes. De plus, le présent bulletin présente des moyens permettant de réduire les rejets dans l'environnement. Moins d'impact sur l'environnement, des fruits de qualité, des moyens de luttés biologiques contre les maladies et les ravageurs, n'est-ce pas le rêve de tous les serriculteurs ?

Gilles Turcotte, agr. M.Sc.

Naturellement vôtre !

Huit cents exemplaires de l'affiche en Lutte Biologique en Serre (25 X 39 pouces; 64 X 99 cm) sont maintenant sous presse au CRAAQ. Elle sera donc disponible sous peu au www.craaq.qc.ca

Il n'y a pas que les prédateurs et parasitoïdes qui puissent vous aider à améliorer la qualité de vos produits. Dans les prochaines chroniques, je vous inviterai à découvrir le monde fascinant des champignons microscopiques et des rhizobactéries promotrices de croissance des plantes, mieux connues sous l'appellation anglaise « PGPR » (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria). Tout ce petit monde fourmille autour des racines ou sur le feuillage pour contrer le développement des nuisibles. Impressionnant de constater des systèmes racinaires en expansion (photos ci-dessous) ou du blanc foliaire en régression. Souvent combinés entre eux ou avec d'autres produits naturels, ils réussissent à modifier l'environnement en surface des plantes, ce biofilm nécessaire au développement des agents pathogènes. Ils augmentent également la résistance de la plante face aux bioagresseurs tout en améliorant l'absorption d'éléments tels que l'azote ou le fer. Leurs qualités environnementales et compatibles avec les auxiliaires en font des candidats par excellence pour le milieu serricole. En plus, plusieurs de ces produits sont de chez-nous, c'est donc dire que les québécois sont bien meilleurs !

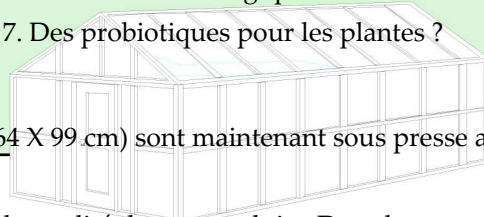


Un bel exemple de ce qu'un complexe de *Bacillus spp.* peut réaliser au niveau des racines de tomate. Photos : www.abnatura.com

Liette Lambert, agronome
Conseillère en serriculture, petits fruits et lutte biologique
MAPAQ, Sainte-Martine

SOMMAIRE

1. Recul des superficies en légumes de serre au Québec en 2009 ?
2. Écho-d'ailleurs.
3. Réduction des dépenses d'engrais et de leur rejet dans l'environnement pour les petits producteurs de tomate de serre.
4. Développement d'une régie de fertilisation durable avec recirculation des effluents pour une culture de tomate conventionnelle et biologique.
5. Produire des tomates de qualité !
6. Désinfection biologique du sol.
7. Des probiotiques pour les plantes ?



Écho-Québec

Recul des superficies en légumes de serre au Québec en 2009 ?

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et l'Institut de la statistique du Québec ont publié en février l'édition 2010 du *Profil sectoriel de l'industrie bio-alimentaire au Québec*. Selon cette étude, il y aurait eu en 2009 un important recul de la superficie cultivée en légumes de serre (18,1 ha) par rapport à l'année précédente. Les superficies déclarées en 2009 étaient de 51,5 ha pour les tomates, de 6,9 ha pour les concombres et de 5,2 ha pour les fines herbes, pour un total de 63,6 ha. Il faut toutefois nuancer cette diminution, car les données de 2009 ne tiennent pas compte des superficies consacrées à la culture du poivron et de la laitue. En 2008, on comptait 0,6 ha de poivrons et 11,4 ha de laitues. Pour le poivron, il y a probablement eu une légère progression des surfaces en 2009. Pour la laitue, c'est plutôt demeuré stable. En conclusion, s'il y a eu un recul, il est beaucoup moins important que celui rapporté dans l'étude. D'un autre côté, les recettes monétaires auraient progressé de 2,5 % par rapport à 2008, pour une valeur totale de 76,6 M\$. Cette progression est tout de même moins importante que celle de l'Ontario qui aurait été de 5,2 %. Vous pouvez obtenir une copie du *Profil sectoriel* à l'adresse suivante :

www.stat.gouv.qc.ca/publications/ind_bioalimentaire/pdf/profil_bio_2010.pdf

Écho-d'ailleurs

Nouvelles publications pour la serriculture maraîchère

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) vient de publier deux nouveaux guides pour la culture maraîchère en serre : *Guide de protection des légumes de serre* et *La culture des légumes de serre en Ontario*. Vous pouvez vous procurer ces deux publications par les liens Internet ci-dessous :

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub835/p835order.htm>

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub836/p836order.htm>

Au Mexique, le gel de février perturbe encore les exportations de légumes

Deux mois après la vague de froid qui a traversé le nord du Mexique, les exportations de légumes sont encore à leur plus bas. De lourdes pertes ont été enregistrées dans les productions en champ et en tunnel. Le 5 avril dernier, le département américain de l'agriculture annonçait une hausse de 40 à 60 % du prix des tomates et une augmentation de près de 10 \$ la caisse de poivron vert. La situation devrait revenir à la normale au début du mois de mai, lorsque la vallée californienne et la côte ouest du Mexique recommenceront à récolter.

Nouvelles variétés de laitue plus résistantes au mildiou (Bl:1-28)

Depuis mars dernier, Enza Zaden met à la disposition des producteurs de nouvelles variétés de laitue résistantes au mildiou (*Bremia lactucea*). Selon le grainetier, ces variétés de laitues pour la serre et le champ offriraient une résistance à plus de 28 souches de mildiou. Pour connaître la liste de ces nouvelles laitues, vous pouvez consulter le lien Internet suivant :

http://www.enzazaden.com/binaries/Bl28_Export_LR_tcm13-4631.pdf

Un nouveau produit pour diffuser la lumière

La firme hollandaise Mardenkro commercialisera en 2012 le ReduFuse, une nouvelle génération de liquide « ombrageant » qui permet de diffuser la lumière pour les serres de verre. Dans un essai qui a été réalisé au *Botany Research Center* en Hollande, avec une culture de concombre, l'application de ReduFuse aurait fait augmenter les rendements de 4,1 % comparativement à une serre de verre sans diffusion de la lumière. Les recouvrements de serre diffusants amélioreraient la distribution verticale de la lumière dans le couvert végétal, tout en diminuant le stress relié au rayonnement solaire direct. Comparativement au verre diffusant, ce produit aurait l'avantage de pouvoir s'enlever pendant l'hiver. Plus de détails se trouvent sur le site Internet suivant :

www.redusystems.com/lab

Réduction des dépenses d'engrais et de leur rejet dans l'environnement pour les petits producteurs de tomate de serre

Étude réalisée par Gilles Cadotte, agr., Jacques Thériault, agr. et Joseph Dieuconserve, agr.

Le Centre d'information et de développement expérimental en serriculture (CIDES) a récemment réalisé un projet intitulé « Élaboration d'un outil de gestion pouvant réduire les rejets dans l'environnement et les coûts associés chez les petites entreprises de production de tomate de serre ». L'objectif de ce projet était d'élaborer et de tester un outil de gestion pour l'irrigation et la fertigation, permettant de réduire les rejets de fertilisants chez les producteurs de tomates de serre ayant de petites superficies de culture.

Deux traitements d'irrigation ont été appliqués. Le premier traitement était la méthode utilisée par les producteurs. Le deuxième traitement consistait à diminuer les rejets en fertilisants par :

- La réduction du taux de lessivage;
- La réduction de la concentration en minéraux au goutteur;
- La substitution d'une partie de la fertilisation du NaCl.

La variété de tomate utilisée a été Macarena de Syngenta. La période de récolte fut du 23 avril au 9 décembre 2010 dans la serre K2 du CIDES à Saint-Hyacinthe.

Les résultats de ce projet ont démontré qu'en adoptant ce nouveau procédé d'irrigation, les serriculteurs de tomate peuvent réduire significativement leur consommation d'engrais ainsi que leurs coûts. Le procédé utilisé a permis de réduire de 38 % la quantité d'engrais (environ 43 % si on exclut le NaCl) et de 50 % les dépenses d'engrais. De plus, la technique de réduction des rejets a eu comme effet de diminuer de 17 % le besoin en eau pour l'irrigation. Cette réduction du besoin en eau constitue un avantage pour les endroits où l'approvisionnement en eau cause des problèmes.

Les quantités de nitrate et de phosphore rejetées durant le lessivage ont été réduites respectivement de 63 % et de 65 %. Ce procédé peut contribuer à abaisser de façon significative la quantité de fertilisants rejetée dans l'environnement.

La réduction des rejets n'a aucunement affecté le rendement de la culture en quantité ou en qualité. Les rendements moyens totaux obtenus ont été de 1,72 et de 1,68 kg/m²/semaine respectivement pour l'irrigation standard et pour l'irrigation de réduction des rejets, et ce, sur une période de 34 semaines. Le pourcentage de fruits #1 a été le même pour chacun des traitements, soit de 94 %.

Le test de dégustation a démontré que les fruits provenant de cette nouvelle technique d'irrigation ont été préférés des participants. Cette préférence pourrait être liée à la saveur plus sucrée des tomates comparativement aux fruits issus de l'irrigation standard. Il faut dire que le test de Brix a montré une différence entre les deux traitements seulement en automne et que le test de dégustation s'est fait au même moment.

Le rapport complet est disponible sur le site Internet du CIDES à l'adresse suivante :

http://www.cides.qc.ca/rapports/maraicher/Rapport_tomate_2010.pdf

Le projet a été réalisé grâce à l'appui financier du MAPAQ par le programme PSIH.



Développement d'une régie de fertilisation durable avec recirculation des effluents pour une culture de tomate conventionnelle et biologique

Étude réalisée par Valérie Gravel¹, Martine Dorais¹, Steeve Pepin², Claudine Ménard¹, Jacques Demers³ et Jacques Thériault⁴

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Pav. Environtron, Université Laval, QC; ² Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, QC; ³ Productions Horticoles Demers; ⁴ Club Pro Serre

Durée : 04/2009 – 02/2010

FAITS SAILLANTS

Ce projet visait à proposer à l'industrie serricole québécoise une nouvelle approche plus durable pour la production de la tomate. Le système de culture proposé était composé d'un bac de culture d'un volume d'environ 3,5 m³ en recirculation. Malgré les grandes variations au niveau de la CE des solutions des sols dans le substrat biologique de 2^e année, le rendement en fruits obtenu était similaire à celui du système conventionnel (culture sur fibre de coco). Le rendement en fruits et la croissance générale des plants de tomate ne semblent pas avoir été affectés par la faible disponibilité en NO₃ dans la solution du substrat de 2^e année. Les résultats de ce projet montrent qu'une baisse de rendement est observée lors de la 1^{re} année de culture dans un substrat à base de tourbe. Toutefois, les rendements sont améliorés lorsque le substrat est utilisé pour une 2^e année de culture. La recirculation des eaux de drainage non désinfectées n'a pas eu d'effet négatif sur le développement de maladies dans les systèmes biologiques.

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs étaient de déterminer l'impact de la recirculation des effluents (sans désinfection) issus d'une culture biologique en bacs sur l'évolution des éléments nutritifs et sur le rendement en tomates de serre. Les essais ont été mis en place aux Productions Horticoles Demers inc. (St-Nicolas, QC). Un substrat à base de tourbe a été utilisé. Une fertilisation commerciale conventionnelle a été comparée à une fertilisation biologique à l'intérieur d'un système de recirculation. Les produits utilisés étaient des produits certifiés biologiques (MIB; compost, farine de crevette, extraits d'algues, etc.) et leur application a été basée sur les taux d'absorption en éléments nutritifs des plantes. Le contenu en NO₃ et en PO₄ des échantillons de la solution du sol (prélevés à l'aide de lysimètres) et le flux de CO₂ à la surface du substrat (indicateur de l'activité biologique) ont également été mesurés.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Aucune différence significative n'a été observée au niveau du rendement cumulatif total entre le traitement conventionnel (52,6 kg/m²) et le traitement biologique avec un substrat de 2 ans (53,5 kg/m²) (Tableau 1).

Tableau 1. Rendement cumulatif pour la culture 2009 aux Productions Horticoles Demers.

	kg tomates total/ m ²		kg tomates #1/ m ²		Calibre des tomates #1 (g/tomate)	
Biologique substrat 1 an	44,6	a	38,2	a	139,8	a
Biologique substrat 2 ans	53,5	b	45,2	b	157,5	c
Conventionnelle	52,6	b	47,1	b	146,6	b

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey (P≤0.05).

Le contenu en NO₃ de la solution du sol est demeuré entre 342 et 670 ppm pour le système conventionnel (figure 1a). La concentration en NO₃ a diminué dans la solution du sol pour les systèmes biologiques, passant de 156 à 1 ppm et de 217 à 3 ppm pour les traitements avec un substrat de 1^{re} année et de 2^e année, respectivement (figure 1a). La concentration en PO₄ a également diminué dans le temps passant de 39 à 2 ppm et de 27 à 1 ppm pour les traitements biologiques avec un

de 22 à 199 ppm.

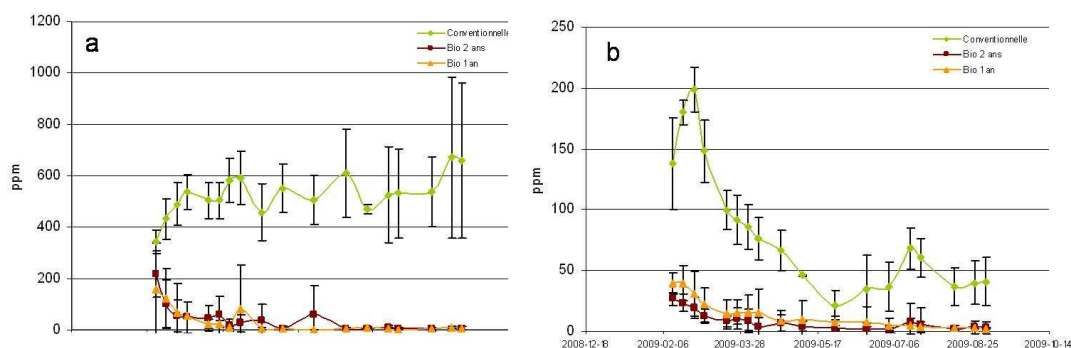


Figure 1. Concentration en NO_3 (a) et PO_4 (b) dans la solution du sol échantillonnée à l'aide de lysimètres.

Au printemps 2009, le flux de CO_2 à partir des deux substrats biologiques était significativement plus élevé que pour le traitement conventionnel (Figure 2). Ceci semble indiquer une activité biologique accrue dans le substrat des systèmes biologiques.

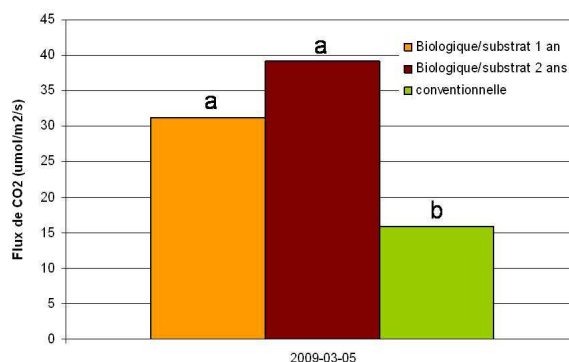


Figure 2. Flux de CO_2 à la surface du substrat pour les traitements biologiques (substrat de première et deuxième année) et le traitement conventionnel (Tukey ; $P \leq 0.05$).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet a permis la mise en place d'un nouveau système de production plus durable pour la production de tomates biologiques en serre et qui est adapté à la pression des consommateurs pour une agriculture respectueuse de l'environnement. La recirculation directe des effluents de culture biologique sans désinfection est possible sans entraîner des pertes importantes dues au développement de maladies.

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH). L'équipe de recherche tient également à remercier les Productions Horticoles Demers pour leur soutien financier, notamment Caroline Vouligny et Sébastien Couture, sans lesquels le projet n'aurait pu se concrétiser.



Produire des tomates de qualité !

Pour produire des tomates de qualité, il est important de toujours garder en tête que la qualité n'est jamais le fruit du hasard, mais que c'est plutôt le résultat d'un programme de culture suivi avec rigueur. Inspiré par un texte d'Andrew Lee (Grodan) publié dans la revue *Greenhouse Canada* : *Improving Tomato Quality*, le présent article présente les 3 points clés pour produire des tomates de qualité. www.greenhousecanada.com/content/view/2448/63/

L'apparition d'un désordre physiologique, comme la pourriture apicale, le mûrissement inégal et le microfendillement, peut survenir à tout moment pendant le développement des tomates. Ces désordres sont généralement reliés à une mauvaise gestion de la conduite de culture lorsque les conditions climatiques de la serre sont stressantes pour les plants de tomates : température moyenne sur 24 h élevée, fluctuation rapide de luminosité, luminosité intense et hygrométrie extrême. Une bonne compréhension de la conduite de culture ou du langage des plantes permet d'éviter bien des problèmes de qualité.

Plusieurs articles parus dans le bulletin Tom'pousse décrivent les différents désordres physiologiques pouvant compromettre la qualité des fruits :

- Pourriture apicale : www.agrireseau.qc.ca/legumesdeserre/documents/TP15_06_sem29.pdf
- Mûrissement inégal : www.agrireseau.qc.ca/legumesdeserre/documents/TP12_05_sem24.pdf
- Microfendillement : www.agrireseau.qc.ca/legumesdeserre/documents/TP26_sem40_2004.pdf

3 points clés pour produire des tomates de qualité

Maîtriser le taux de transpiration

Certains défauts de qualité sont principalement liés à la transpiration des plants, comme la pourriture apicale et le microfendillement. Une transpiration excessive peut mener à l'apparition de la pourriture apicale. Le calcium est absorbé passivement par les racines en même temps que l'eau et se déplace dans la plante uniquement par les vaisseaux du xylème. Les fruits ne possèdent pas de stomate, donc une faible partie du xylème s'y rend pour conduire le calcium à l'apex des fruits. Lorsque l'hygrométrie d'une serre devient très faible et que la transpiration devient excessive, l'eau absorbée par les racines se dirige principalement vers les feuilles, laissant peu de calcium aux fruits. C'est à ce moment que les jeunes fruits en pleine phase de grossissement peuvent manquer de calcium et que la pourriture apicale peut apparaître. Pour éviter un taux de transpiration excessif, il faut éviter que l'air de la serre ne s'assèche trop en y maintenant toujours un déficit hydrique inférieur 8-9 g d'H₂O / m³ d'air. Lorsque la situation devient critique, par exemple au milieu d'une journée ensoleillée, il est possible de maintenir un niveau d'humidité plus élevé dans la serre en limitant l'ouverture des toits. Toutefois, il ne faut pas dépasser une température de 26-28 °C, au risque de compromettre la croissance des plants et des fruits. Dans certaines situations climatiques extrêmes, la technique du confinement ne suffit plus et il faut recourir à des techniques plus radicales pour maintenir un bon taux d'humidité dans l'air : système de brumisation ou application de liquide ombrageant.

Le microfendillement des fruits peut survenir par temps chaud et sec lorsque l'irrigation est insuffisante pour combler le besoin d'eau pour la transpiration (système de refroidissement de la plante). À ce moment, la plante ira chercher de l'eau dans les fruits, provoquant une perte de turgescence. Lorsque les conditions climatiques seront redevenues normales, l'eau perdue retournera dans les fruits. Étant donné que l'élasticité de la peau des tomates est limitée, ce mouvement de va-et-vient de l'eau provoque la formation de micro « déchirures ». Afin d'éviter cette anomalie, il est important de bien gérer l'arrosage en fonction des besoins des plants de tomates.

Ajuster le nombre de fruits en fonction du rayonnement solaire

La charge en fruits d'un plant doit toujours suivre la quantité de lumière reçue. En mai, la sommation hebdomadaire de lumière est autour de 12 000 joules/cm². Pour la tomate en grappe d'un calibre de 140 g, le nombre de fruits qu'il faudrait maintenir pour avoir un bon équilibre est entre 90 à 100 fruits/m². Si la charge en fruit est inférieure à 80 fruits/m², le surplus de photoassimilats provoque une accélération du taux de grossissement des

jeunes fruits. Comme l'approvisionnement en calcium est limité, cette accélération est très souvent la cause de nécrose apicale. En pareille situation, on peut amoindrir les problèmes en diminuant la température moyenne sur 24 h ou en arrêtant l'enrichissement en CO₂.

Adapter la solution nutritive selon la demande

Le mûrissement inégal des fruits apparaît surtout lorsque la charge en fruits des plants devient élevée. Un grand nombre de fruits par plant crée une compétition entre les fruits pour l'assimilation du potassium. Si en plus la température moyenne sur 24 h est élevée comme ça commence être le cas à partir du mois de mai, la demande en potassium par fruit devient encore plus importante. Pour soutenir cette forte demande, il faut ajuster rapidement l'apport en potassium dans la solution nutritive. On recommande alors un ratio $K^+/Ca^{2+} = 2/1$ en mmol/L afin de suivre les besoins de la plante. Il est aussi très important de suivre l'équilibre minéral de la solution du substrat de culture. Certains éléments sont antagonistes au potassium et peuvent réduire son assimilation. Une forte accumulation du Ca^{2+} , du Mg^{2+} ou encore du Na^+ peut entraîner un problème de mûrissement. D'un autre côté, une forte accumulation du K^+ pourrait entraîner de la pourriture apicale. Il est donc tout aussi important d'adapter la solution nutritive à l'apport que de suivre ce qui se passe dans le substrat de culture.



Désinfection biologique du sol

En production biologique en serre, certaines problématiques sont complexes à résoudre. Avec l'intensification de la culture de légumes biologiques en serre, surtout sans période de gel du sol, le développement de nématodes et de maladies racinaires (*Phytophthora spp.*) devient un sérieux problème qui limite grandement la productivité. La désinfection du sol à la vapeur a pendant quelques années été une bonne solution, mais le retour de plus en plus rapide des problèmes après le traitement a fait en sorte que cette pratique ne convenait plus. Brièvement, la désinfection du sol à la vapeur consiste à faire monter la température du sol à 70°C pendant au moins 30 minutes. On estime qu'il faut près de 4 à 7 m³ de gaz naturel par m² de serre pour désinfecter le sol. L'effet limité de la désinfection du sol à la vapeur a conduit le département d'horticulture de l'Université de Wageningen à étudier une nouvelle alternative, la biofumigation. La biofumigation consiste à incorporer dans le sol des plantes riches en glucosinolates, des molécules que l'on retrouve dans certaines crucifères comme la moutarde brune (*Brassica juncea*) et la roquette (*Eruca sativa*). La fermentation de ces plantes transforme les glucosinolates en isothiocyanates et en thiocyanates, qui sont des substances volatiles et toxiques pour les organismes pathogènes du sol. L'efficacité de la biofumigation est plus ou moins marquée selon la composition en glucosinolates que les plantes peuvent contenir.

Les bases de la biofumigation du sol en serre :

- Utilisation de variétés riches en glucosinolates;
- Taux de semis de 6 à 12 lbs / acre selon les variétés;
- Les plantes doivent être en floraison;
- Les plantes doivent être coupées finement;
- L'incorporation doit se faire immédiatement après le broyage des plantes;
- L'humidité du sol doit être tout près de la capacité au champ;
- La température du sol doit être plus élevée que 15 °C;
- Le sol doit être recouvert d'un paillis plastique afin de créer des conditions anaérobiques.

Au Québec, des essais de biofumigation ont été réalisés en champ par le Réseau de lutte intégrée Orléans inc. L'objectif était de contrôler la verticilliose et les nématodes dans les cultures de fraise et de pomme de terre. Ce sont les essais

résultats, sans toutefois éradiquer les problèmes à 100 %. Pour obtenir tous les détails sur ces essais :

http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Recherche_Innovation/Petitsfruits/Fiche_de_transfert_PSIH5-2-424.pdf

Jusqu'à maintenant, les recherches menées par l'Université Wageningen montrent que la biofumigation en serre ne permet pas d'éliminer tous les pathogènes du sol et que certains risques subsistent après le traitement. La technique reste complexe et demande beaucoup de main-d'œuvre. Le procédé de biofumigation prend tout près de 8 semaines pour donner des résultats intéressants. Malgré tout, cette technique reste prometteuse sur les plans environnemental et énergétique. Plusieurs projets de recherche sont toujours en cours afin d'améliorer le procédé et principalement la phase de fermentation.

Références :

Ludeking, D., W. Runia, L. Molendijk, et P. Paternotte. Biological soil disinfection, Wageningen University, les Pays-Bas, 2010.

Michel, V., H. Ahmed et A. Dutheil, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des fougères.

Des probiotiques pour les plantes ?

Protection et fertilisation biologiques par les rhizobactéries

Les rhizobactéries PGPR

Bien qu'il puisse apparaître comme révolutionnaire, le concept des rhizobactéries promotrices de croissance des plantes ou PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) existe depuis plus de 30 ans. La rhizosphère est une zone entourant les racines des plantes où se déroule toute une série d'interactions entre une plante, des micro-organismes et le sol lui-même. Cet environnement particulier supporte une microflore microbienne qui inclut autant des micro-organismes bénéfiques que pathogènes et qui exerce une influence importante sur la croissance et le rendement des cultures végétales.

Ainsi, parmi tous les micro-organismes de la rhizosphère, les PGPR représentent un groupe de bactéries saprophytes (inoffensives, à l'inverse des bactéries désignées parasites) qui colonise la rhizosphère (d'où la désignation rhizobactéries) et contribue à la croissance et la santé des plantes.

Dans le sol, les rhizobactéries sont plus nombreuses dans le voisinage des racines grâce à des métabolites sécrétés par ces dernières, servant de nutriments aux bactéries. Ainsi, au cours de l'évolution, il apparaît que les plantes et les PGPR ont développé une relation étroite qui sert leurs intérêts mutuels. En plus d'être capables de se nourrir à partir des exsudats de racines, les PGPR doivent aussi être capables de s'y fixer afin d'exercer leurs effets positifs pour la plante.

L'éventail des effets bénéfiques des rhizobactéries PGPR s'est élargi dans les dernières années. Nous savons maintenant que les PGPR peuvent exercer leurs actions bénéfiques de plusieurs façons :

- ✓ Colonisation compétitive : les PGPR peuvent coloniser la surface des racines, empêchant ainsi d'autres micro-organismes pathogènes d'infecter la plante. En agissant ainsi, les PGPR imitent les bactéries qui habitent nos intestins et qui jouent un rôle de protection en occupant l'espace et en réduisant les nutriments (nourriture) disponibles pour d'éventuels pathogènes;
- ✓ Antagonisme par la production de molécules antimicrobiennes : plusieurs PGPR produisent une ou même plusieurs molécules actives contre différentes bactéries et champignons. Certaines de ces molécules sont de véritables antibiotiques et sont des acteurs importants dans l'action anti-phytopathogènes;
- ✓ Induction de l'immunité : récemment, de nombreux travaux scientifiques ont démontré que certaines PGPR pouvaient stimuler le système immunitaire des plantes et leur permettre une résistance contre certains virus, champignons et même bactéries pathogènes. Le phénomène est désigné ISR (Induced Systemic Resistance) ou résistance systémique induite;

- ✓ Augmentation de la biodisponibilité de certains éléments essentiels : par exemple, certaines PGPR produisent des sidérophores permettant la chélation du fer pour être ensuite absorbé par la plante ou une enzyme de type phytase permettant la solubilisation des phosphates;
- ✓ Fixation d'azote atmosphérique : certaines PGPR, autres que les rhizobiums chez les légumineuses, sont capables de fixer l'azote atmosphérique et le transformer en azote organique, alors utilisable par les plantes;
- ✓ Production de phytohormones : des hormones de types auxines et gibbérellines peuvent être produites par certaines PGPR, activant ainsi directement la croissance des plantes;
- ✓ Réduction de stress : certaines PGPR produisent l'enzyme ACC désaminase qui facilite le développement des plantes en réduisant leur production d'éthylène. Les PGPR produisant cet enzyme peuvent ainsi soulager la plante de plusieurs stress causés par des infections, l'absorption de métaux lourds, une salinité élevée et même la sécheresse.

L'ensemble de ces activités fait des PGPR une alternative biologique et écologique intéressante à considérer par rapport aux différents produits chimiques de synthèse existants.

Pour la production en serre

Depuis quelques années, un certain nombre de biofertilisants et/ou biofongicides à base de rhizobactéries PGPR pour la culture en serre a été mis sur le marché canadien. Par exemple, les produits Rhapsody et Serenade d'Agraquest, consistant en une formulation de spores de *Bacillus subtilis*, sont homologués au Canada pour une série de maladies fongiques. Actinovate de la compagnie Natural Industries composé de *Streptomyces lydicus* est homologué au Canada pour le Botrytis et le blanc. Verdera propose Mycostop contenant du *Streptomyces griseoviridis* avec une homologation pour *Pythium*, *Fusarium* et *Phytophthora*. Premier Tech a développé un terreau inoculé avec une souche antifongique de *Bacillus subtilis* provenant de l'Américaine Becker Underwood. Sans oublier les *Rhizobium sp.* qui sont des rhizobactérie PGPR et qui sont utilisés depuis longtemps pour l'inoculation des graines de légumineuses, mais peu au niveau des serres.

Plus récemment, la compagnie Abnatura de Trois-Rivières a développé, à partir de ses recherches sur les rhizobactéries, une gamme de produits disponible au Canada. Microflora PRO (pour les fruits et légumes) et Botanica PRO (pour les fleurs) sont des engrais spéciaux selon la Loi canadienne sur les engrais et sont composé d'un mélange (consortium) de cultures de rhizobactéries PGPR, du genre *Bacillus sp.*, comme unique ingrédient.

Sur le terrain

En 2010, des essais de recherche ont été effectués avec les biofertilisants d'Abnatura sur différentes productions en serre et en champ. Lors de ces études, des observations sur les effets secondaires de protection ont été faites en plus des effets anticipés de fertilisation. Les analyses préliminaires en laboratoire et en serre avaient démontré des activités combinées des cultures de PGPR composant les biofertilisants contre certains pathogènes, incluant *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Colletotrichum* (anthracnose), *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Golovinomyces* (oïdium) et autres. De plus, des études préliminaires avaient montré des activités de fertilisation sur des espèces végétales de fruits, légumes, céréales et fleurs. Voici des exemples d'essais effectués en 2010 sur la tomate :

Activité de biofertilisation de la tomate. Des essais en serres ont été effectués sur des plants adultes en culture hydroponique sur substrat de culture à base de noix de coco. Les plants démontraient un développement racinaire insuffisant. Le traitement de 50 ml par 1000 plants par le système d'injection a été effectué 6 fois toutes les 2 semaines. Les résultats ont démontré un taux de racine parfaitement développé dans plus de 95 % des sacs pour la partie traitée en comparaison à 25 % pour les contrôles non traités (photos présentées sur la page 1). D'autres tests de biofertilisation sur de jeunes plants ont été effectués. Lors de la plantation en terreau en pot de deux litres, les plants ont reçu 500 ml d'une solution 1:1000 (vol:vol) à la plantation et 15 jours plus tard. Les résultats ont démontré une augmentation de 15 % du poids frais total et une augmentation visible de la surface foliaire pour les plants traités. Ces résultats démontrent le

potentiel des fertilisants composés de culture de rhizobactéries PGPR dans la culture en serre.

Activité de bioprotection dans la tomate. De premiers essais ont été effectués sur des tomates hydroponiques (sans substrat) fortement infestées par l'oïdium. Deux pulvérisations foliaires à 2 semaines et un traitement racinaire la première semaine ont été faits. Le dosage a été de 1:1000 en combinaison avec une huile végétale émulsifiable (4:1000) comme aide de pulvérisation. Les résultats ont démontré une diminution de 95 % de la maladie en comparaison au contrôle. D'autres essais ont été effectués sur des plants de tomates en culture hors sol (substrat de culture à base de noix de coco) infestés moyennement par l'oïdium. Cinq traitements foliaires (1:1000) plus une huile végétale émulsifiable (16:1000) aux deux semaines ont permis une diminution de 95 % de la maladie. Un contrôle traité au bicarbonate de potassium a démontré une diminution de 95 %. Finalement, des essais avec application de faible volume par « PulsFog » de type Bio ont été effectués lors du début d'infestation d'oïdium. Les plants de tomates adultes en culture hors sol avaient reçu des applications racinaires de Microflora PRO mensuellement. Deux traitements foliaires ont été nécessaires pour contrôler l'oïdium à 100 % avec un taux d'application de 1 litre / hectare. Ces résultats démontrent le potentiel de protection des produits composés de rhizobactéries PGPR pour la culture en serre.

Et alors...?

À la lumière des informations présentées précédemment, les produits de protection et fertilisation à base de rhizobactéries PGPR démontrent un fort potentiel dans le traitement d'importantes maladies ainsi que pour l'amélioration de la santé générale des plantes. Ils pourraient s'avérer extrêmement utiles en culture biologique ou à tendance biologique. Comme ces produits sont généralement compatibles avec les traitements fongiques classiques, biologiques ou non, lors d'application en alternance, il s'agit donc de nouveaux outils très intéressants pour le producteur soucieux de la qualité de sa production et de l'environnement.

Liette Lambert, agronome
Conseillère en serriculture, petits fruits et lutte biologique
MAPAQ, Sainte-Martine

Au calendrier !

- ☛ II International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics, Puebla, Mexico. 15 au 19 mai 2011. www.soillessculture.org
- ☛ Manejo integrado de plagas y enfermedades de hortalizas, Guadalajara, Mexico. 19 au 20 mai 2011.
- ☛ GreenSys 2011. Advanced Technologies and Management Towards Sustainable Greenhouse Ecosystems, Halkidiki, Greece. 5 au 10 juin 2011. www.greensys2011.com
- ☛ Greenhouse Canada Grower Day, Brantford, Ontario. 17 juin 2011.
- ☛ Rijk Zwaan : Opening of the New Trial Centre Tomato, De Lier, Pays-bas. 30 juin et 1 juillet 2011.

Collaboration : Martine Dorais, AAC, Valérie Gravel, AAC, Gilles Cadotte, CIDES, Liette Lambert, MAPAQ et Steeve Pépin, Université Laval.

Édition et rédaction : Gilles Turcotte, agr. M.Sc. et Jérôme Martin, agr.