



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Comité pomme de terre

Colloque sur la pomme de terre **Changeons nos façons de faire!**

Le vendredi 9 novembre 2007, Hôtel Québec Inn, Québec

Gale commune; stratégies de lutte

Claudia GOYER, chercheure
Centre de recherches sur la pomme de terre

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Frédéricton

Conférence préparée avec la collaboration de :
Martin FILION, chercheur, Université de Moncton

Note : Cette conférence a été présentée lors de l'événement et a été publiée dans le cahier des conférences.



TITRE DE LA PRÉSENTATION :

Gale commune; stratégies de lutte

AUTEUR :

Claudia Goyer, chercheure

Centre de recherches sur la pomme de terre,
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Frédéricton



COLLABORATEUR :

Martin Filion, chercheur, Université de Moncton, Moncton

1. LA GALE COMMUNE

La gale commune cause des pertes économiques importantes qui ont été estimées entre 15 et 17 millions de dollars par année au Canada (Hill et Lazarovits, 2005). La gale commune est principalement retrouvée au niveau des tubercules, bien que dans des cas graves, des lésions sur les racines ont été rapportées. La gale commune est caractérisée par des lésions brunâtres qui peuvent être superficielles, élevées ou profondes.

Bien que plusieurs espèces de *Streptomyces* aient été reconnues comme pouvant induire la gale commune, la plus répandue est *Streptomyces scabiei* qui peut être retrouvée partout dans le monde. Les *Streptomyces* pathogènes sont des bactéries filamenteuses qui vivent dans le sol. Ces bactéries infectent les tubercules au moment de la tubérisation des plants de pomme de terre alors que des ouvertures naturelles appelées lenticelles sont immatures. Les *Streptomyces* envahissent les tissus du tubercule et causent la rupture de l'épiderme résultant en l'apparition de lésions. Ces lésions s'élargissent à mesure que le tubercule croît. Le nombre et l'étendue des lésions, c'est-à-dire la sévérité de la gale commune, sont influencés par plusieurs facteurs dont l'agressivité de la souche présente dans le sol et les conditions environnementales.

Certaines conditions environnementales favorisent la gale commune. Un sol sec au moment de la tubérisation accroît la sévérité de la maladie. Un sol sec pourrait permettre à *S. scabiei* de mieux coloniser les tubercules par une réduction de la compétition avec des bactéries motiles qui sont favorisées par des sols plus humides. *S. scabiei* peut croître à des pH entre 5,5 et 8,0 mais préfère les pH neutre. Généralement, des températures chaudes et un sol à pH neutre (pH 7) favorisent la croissance de *S. scabiei* dans le sol donc accroît la sévérité de la gale commune surtout si ces conditions sont réunies au moment de la tubérisation.

2. REVUE DES STRATÉGIES DE LUTTE

La gale commune est un problème de taille encore aujourd’hui pour plusieurs raisons. La gale commune est une maladie du sol, donc elle est difficile à contrôler. Beaucoup de cultivars de pommes de terre utilisés commercialement sont sensibles à cette maladie. Aucun produit chimique n'est homologué au Canada pour la contrôler. Par contre, des pratiques agricoles telles l'utilisation de fertilisants à base de soufre, les rotations de culture et les engrains verts ont démontré des réductions des symptômes de la gale commune dans certaines conditions.

Produits à base de soufre

Des études utilisant du soufre élémentaire ou des fertilisants à base de soufre ont démontré que ces produits réduisaient la gale commune (Hooker et Kent, 1950; Pavlista, 2005). L'application de 56 kg/ha de sulfate d'ammonium a augmenté les tubercules de niveau A de 11 à 34 % et a diminué l'incidence de la maladie de 1,3 à 1,7 fois (Pavlista, 2005). L'utilisation de produits soufrés a pour effet de rendre le sol plus acide, ce qui aide à contrôler la gale commune. D'autres mécanismes pourraient être impliqués puisque des sols alcalins traités avec du soufre n'ont pas montré de changement de pH notable mais présentaient tout de même moins de symptômes de gale commune (Goss, 1934). Certaines évidences laissent à croire que c'est un changement dans les populations microbiennes du sol qui permettrait de réduire la présence des agents pathogènes causant la gale commune (Sturz *et al.*, 2003).

Amendements du sol et engrais verts

L'incorporation d'engrais verts est reconnue pour améliorer la qualité du sol et à aider le contrôle des maladies. Le contrôle de la gale commune par l'incorporation d'engrais verts a été tenté plusieurs fois dans le passé avec des taux de succès variables. Des études ont démontré que des cultures de protection tels le seigle, la dolique à œil noir et le soya amenaient une réduction de la gale commune (Rouatt et Atkinson, 1950; White *et al.*, 1928) tandis que d'autres études ont rapporté que le seigle, le trèfle rouge et le pois n'avaient pas d'effet sur la gale commune (Rouatt et Atkinson, 1950). Une augmentation de la sévérité de la gale commune a été rapportée par l'utilisation d'engrais verts à base de luzerne (Kenknight, 1941). Récemment, l'utilisation d'engrais verts à base de plantes de la famille des *Brassica* et autres familles apparentées qui comprennent le chou-fleur, le brocoli, le chou, le navet, le radis, le canola, le colza et plusieurs variétés de moutardes suscite beaucoup d'intérêt. Ces plantes contiennent des produits soufrés appelés glucosinolates qui, après dégradation dans le sol, génèrent un gaz, l'isothiocyanate, toxique pour les organismes du sol. Les travaux de Larkin et Griffin (2007) ont démontré que la moutarde indienne diminuait l'incidence et la sévérité de la gale commune de 22 % et 25 % respectivement par rapport au ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum* cv. Lemtal). Le tourteau de graines de colza utilisé comme amendement de sol a diminué la gale commune

en 2005 mais aucun effet n'a été noté en 2006 (Hilton et Wale, 2007). Plus d'études seront nécessaires pour déterminer si les *Brassica spp.* seront efficaces à contrôler la gale commune de façon constante même si les conditions environnementales et les types de sols diffèrent.

3. STRATÉGIES DE LUTTE ÉTUDIÉE AU CENTRE DE RECHERCHES DE LA POMME DE TERRE

Au Centre de recherches de la pomme de terre (CRPT), de nouvelles avenues pour développer des méthodes qui permettront de mieux contrôler la gale commune dans l'avenir sont explorées telles l'amélioration de la résistance de la pomme de terre et le développement de biopesticides.

Amélioration de la résistance de la pomme de terre

L'utilisation de cultivars résistants de la pomme de terre est une des méthodes les plus efficaces pour réduire les pertes dues à la gale commune. Il est donc important de continuer à produire de nouveaux cultivars de pommes de terre résistants à la gale commune qui répondent aux exigences agronomiques des producteurs et aux exigences des consommateurs et de l'industrie. Les mécanismes de résistance utilisés par la pomme de terre ne sont pas connus. C'est dans le but de comprendre ces mécanismes de résistance que les gènes impliqués dans la gale commune ont été étudiés en utilisant des techniques de biologie moléculaire. Dix-sept gènes qui étaient surexprimés lors de l'infection de tubercules de pommes de terre par *S. scabiei* ont été identifiés. Six de ces gènes codaient pour des cystéines protéases qui sont connues pour être impliquées dans des mécanismes de défense et de stress chez d'autres plantes. Ces gènes pourraient être impliqués soit dans la résistance à la gale commune ou dans une réaction de stress face à l'infection par *S. scabiei*. Plus de recherches seront nécessaires pour déterminer le rôle de ces gènes dans la résistance de la pomme de terre à la gale commune. Lorsque les gènes de résistance à la gale commune seront identifiés, ils serviront à sélectionner les plants issus de croisement dans le Programme d'Amélioration du CRPT. Ceci dans le but d'accélérer la production de plants de pommes de terre résistants à la gale commune.

Développement de biopesticides pour la lutte biologique

Le public est de plus en plus inquiet des effets de l'utilisation des pesticides sur l'environnement et la santé humaine. Il est donc important de se tourner vers des alternatives qui auront moins d'impact sur l'environnement et la santé. Une de ces avenues est l'utilisation de la lutte biologique. La lutte biologique permet de diminuer la population des bactéries pathogènes grâce à l'introduction d'organismes antagonistes tels les phages ou des bactéries antagonistes (inhibitrices). L'approche de la lutte biologique a plusieurs avantages comparée à l'utilisation de produits chimiques. Les organismes antagonistes

attaquent plus spécifiquement les bactéries pathogènes, donc ils ont moins d'effet sur l'environnement et la santé. L'impact de l'exposition aux biopesticides est moindre puisqu'ils sont efficaces à de petits dosages et leur taux de décomposition est plus rapide.

Lutte biologique utilisant des phages

Les phages (virus des bactéries) sont de minuscules particules dans le sol qui ont la capacité d'infecter les bactéries et de les faire éclater, ayant ainsi un effet létal. Ils ont un effet important sur les populations bactériennes du sol. C'est cette capacité des phages à réduire une population bactérienne qui pourrait être utilisée dans la lutte biologique contre les bactéries pathogènes des plantes. Quatre phages (Stsc1, Stsc3, LN1 et LN4) ayant la capacité d'infecter *S. scabiei* ont été isolés des champs de pommes de terre au Nouveau-Brunswick. Les phages Stsc1 et Stsc3 ont été les plus étudiés. Ces phages pouvaient infecter la majorité des huit souches pathogènes de *S. scabiei* testées soit 88 % et 75 % pour les phages Stsc1 et Stsc3 respectivement (Goyer, 2005). Ces résultats démontrent que ces phages seraient capables de contrôler *S. scabiei* dans la plupart des champs. Les phages ont été efficaces dans le contrôle de la gale commune dans un test sur le radis en laboratoire puisque les radis infectés avec *S. scabiei* n'avaient pas de symptômes et leur croissance était similaire à ceux des radis non inoculés (Goyer, 2005).

Il est important de comprendre la dynamique de la population des phages et de *S. scabiei* dans le sol pour mieux cerner les conditions favorables pour contrôler la gale commune. Les phages Stsc1 et Stsc3 survivent dans le sol sans leur hôte *S. scabiei* bien que leurs populations subissent une baisse. Leur survie dans le sol est importante dans le cas où la population de *S. scabiei* serait peu nombreuse par exemple au printemps. La population de *S. scabiei* a été réduite par un facteur d'approximativement dix fois par les phages Stsc1 et Stsc3. D'autres recherches seront nécessaires pour déterminer l'effet de cette réduction sur la sévérité de gales communes. Le but ultime est de développer des biopesticides à base de ces phages et de les utiliser pour réduire la gale commune au champ.

Lutte biologique utilisant des bactéries du sol

Dans le but de contrôler la gale commune, d'autres organismes, des bactéries, ont été isolées des champs de pommes de terre et ont été sélectionnées pour leur habileté à inhiber la croissance de *S. scabiei*. Des 36 bactéries antagonistes, 6 isolats, nommés BA20, BA29, BA31, BA37, BA38 et BA40, ont été efficaces dans le contrôle de la gale commune sur le radis en laboratoire. BA20 a complètement protégé les radis puisque aucun symptôme n'a été observé. Les radis ayant été incubés avec BA29, BA31, BA37, BA38 et BA40 ont démontré une réduction dans la croissance de la gale commune comparée au contrôle, mais les symptômes étaient moindres que ceux observés sur les radis incubés avec *S. scabiei*. Les bactéries antagonistes ont été identifiées par séquençage de leur gène 16S ARNr et elles appartiennent au genre *Bacillus*, avec quatre souches classifiées comme étant du *Bacillus subtilis*, une souche de *Bacillus megaterium* et une souche de *Bacillus weihenstephanensis*.

Ces *Bacillus* seront testés en conditions contrôlées puis en champ dans le futur. Les mécanismes par lesquels ces espèces de *Bacillus* contrôlent la gale commune ont été étudiés préliminairement. BA20, BA31, BA37 et BA38 produisent des composés antimicrobiens appellés bactériocines. Deux des souches de *Bacillus*, BA31 et BA37, produisent des enzymes hydrolytiques qui dégradent la paroi cellulaire de *S. scabiei*. L'objectif à long terme est l'obtention d'un produit à base de *Bacillus* antagonistes qui pourra diminuer la présence de *S. scabiei* dans le sol.

CONCLUSION

Il n'existe pas de solutions miracles pour contrôler la gale commune mais de bonnes pratiques agricoles telles l'utilisation de fertilisants à base de soufre, de semences saines et des rotations de cultures peuvent aider à prévenir ou réduire les symptômes. Les cultivars résistants à la gale commune sont une des meilleures approches pour contrôler la maladie. Les mécanismes de résistance de la pomme de terre à la gale commune sont inconnus. Certains gènes potentiellement impliqués dans la résistance, soit des cystéines protéases, sont à l'étude dans le but de les utiliser pour accélérer la production de cultivars de pommes de terre dans le Programme d'Amélioration de la Pomme de terre du CRPT. De nouvelles approches pour contrôler la gale commune sont aussi à l'étude, soit l'utilisation de biopesticides à base de bactéries ou de phages qui élimineront ou diminueront la population de *Streptomyces* pathogènes.

RÉFÉRENCES

- Goss, R.W. 1934. *A survey of potato scab and Fusarium wilt in western Nebraska*. Phytopathology 24: 517-527.
- Goyer, C. 2005. *Isolation and characterization of phages Stsc1 and Stsc3 infecting Streptomyces scabiei and their potential as biocontrol agents*. Can. J. Plant Pathol. 27: 210-216.
- Hilton, A. et S. Wale. 2007. *Reducing common scab incidence with rapeseed meal*. Proceedings of the International common scab conference, Guelph, p. 8-10.
- Hooker, W.J., et G.C. Kent. 1950. *Sulfur and certain soil amendments for potato scab control in the peat soils of northern Iowa*. Am. Potato J. 27: 343-365.
- KenKnight, G. 1941. *Studies on soil actinomycetes in relation to potato scab and its control*. Mich. Agric. Exp. Sta. Tech. Bul. 178: 1-48.

- Larkin, R.P. et T.S. Griffin. 2007. *Control of soil borne diseases using Brassica green manures*. Crop Protection 26: 10671077.
- Pavlista, A. 2005. *Early-season applications of sulfur fertilizers increase potato yield and reduce tuber defects*. Agron. J. 97: 599-603.
- Rouatt, J.W., et R.G. Atkinson. 1950. *The effect of the incorporation of certain cover crops on the microbiological balance of potato scab infested soil*. Can. J. Bot. 28: 140-152.
- Sturz, A.V., et B.R. Christie. 2003. *Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria*. Soil Tillage Res. 72: 107-123.
- White, E.P. 1928. *Potato experiments for the control of Rhizoctonia, scab, and black leg, 1922 to 1927*. Kansas State Agr. Expt. Tech. Bull. 24: 37.