



LA SCIENCE DU BIO AU CANADA

LA SCIENCE POUR LES PRODUCTEURS
NUMÉRO # 1 | MARS 2018

**COMMENT LA RECHERCHE RELÈVE-
T-ELLE LES DÉFIS INHÉRENTS À LA
PRODUCTION BIOLOGIQUE?**



Créée en 2007, la Fédération biologique du Canada (FBC) est une association nationale responsable de l'interprétation (Comité d'interprétation des normes) et du maintien de la Norme biologique canadienne et de la gestion des Grappes scientifiques biologiques I & II du Programme Agri-science – grappes, et demanderesse pour la Grappe scientifique biologique III, en collaboration avec le Centre d'agriculture biologique du Canada. Située à Montréal, la FBC est composée de 10 associations biologiques qui représentent 9 provinces et un territoire et qui, ensemble, promeuvent le développement de l'industrie biologique canadienne à travers le pays. La FBC est membre de la Table ronde sur la chaîne de valeur des produits biologiques.

La FBC communique avec le secteur par le biais de son site Web, www.federationbiologique.ca et son infolettre InfoBio.



Le Centre d'agriculture biologique du Canada (CABC) est une organisation nationale basée sur le campus agricole de l'Université Dalhousie, à Truro, en Nouvelle-Écosse. Créée en 2001, le CABC vise à soutenir le secteur biologique du Canada par le biais de la science et de l'éducation. Le CABC dirige et promeut la recherche et l'éducation en soutien aux producteurs biologiques, consommateurs et autres intervenants pour établir des communautés axées sur la durabilité.

Le CABC se consacre au transfert du savoir par le biais de son site Web et de son cyberbulletin mensuel distribué en anglais et en français. Le CABC est membre de la Table ronde sur la chaîne de valeur des produits biologiques, et dirige le processus national de priorisation de la recherche scientifique en agriculture biologique. Nous offrons également en ligne aux étudiants et professionnels intéressés le Certificat de spécialisation en agriculture biologique par le biais de l'Université Dalhousie.

La Faculté d'Agriculture de l'Université Dalhousie se consacre à une meilleure compréhension de l'envergure et de la valeur de l'agriculture dans notre communauté, tout en préparant la prochaine génération des leaders qui aideront à trouver des solutions pour nourrir la planète. Le Campus agricole de l'Université Dalhousie héberge une ferme en production, 1000 acres de terres utilisées pour la recherche, des jardins et des serres, et s'appuie depuis 1905 sur la fière histoire de son leadership en éducation et recherche.

DAL.CA/OACC/OSCII



PROFESSEUR ANDREW HAMMERMEISTER

Directeur du Centre d'agriculture biologique du Canada de l'Université Dalhousie



JIM ROBBINS

Président, Fédération biologique du Canada

BIENVENUE DANS LE MAGAZINE LA SCIENCE DU BIO AU CANADA!

C'est avec grand plaisir que nous vous présentons ce recueil d'articles qui parlent des nombreuses personnes et régions et des multiples secteurs qui ont pris part au programme de recherche canadien de la Grappe scientifique biologique II (GSBII).

Couvrant à la fois le territoire et le secteur biologique canadiens, la GSBII consiste en 37 activités de recherche classées sous cinq thèmes principaux : les grandes cultures, les cultures horticoles, les organismes nuisibles affectant les cultures, la production d'animaux d'élevage et la valeur ajoutée. La GSBII a été financée par plus de 65 partenaires du secteur biologique et par le Programme Agri-innovation du cadre stratégique Cultivons l'avenir 2 (CA2) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). Elle met en contact plus de 200 scientifiques et étudiants issus d'une quarantaine d'établissements de recherche canadiens et des intervenants du secteur biologique dans le contexte d'une initiative de recherche et de développement qui vise à renforcer les fondements scientifiques de l'agriculture biologique.

Ce magazine est une introduction qui ne fait qu'effleurer la surface des ambitieux travaux en cours, sous forme de partenariats industrie-recherche, dans la GSBII. Au fil des articles, vous acquerrez une vue d'ensemble de la façon dont les chercheurs ont abordé les défis auxquels fait face la production biologique canadienne. Le magazine s'adresse aux producteurs et aux vulgarisateurs, dans l'espoir de leur connaître des résultats éventuellement applicables dans les exploitations biologiques partout au pays. Pour en savoir plus, vous pouvez consulter la page Web de l'initiative; elle sera mise à jour avec les résultats de recherche à paraître le mois prochain, tandis que la GSBII tire à sa fin.

Le nombre de scientifiques, d'étudiants, d'agriculteurs et de partenaires industriels qui se sont mobilisés ces cinq dernières années pour faire avancer la science associée à l'agriculture biologique au Canada nous procure, ainsi qu'à l'ensemble de la collectivité (si nous pouvons parler en son nom), une grande fierté.

Nous espérons que vous prendrez plaisir à lire le magazine de la GSBII, car faire connaître les fruits de la recherche en agriculture biologique à l'ensemble des personnes qui font grandir et soutiennent cette agriculture nous tient particulièrement à cœur. L'agriculture biologique est une science et nous commençons seulement à découvrir les secrets d'une agriculture durable qui profitera à tout notre pays.



TABLE DES MATIÈRES

GRANDES CULTURES

- 5 Le bio au service du bio: des agriculteurs aident à sélectionner des variétés biologiques
- 7 Avoine biologique: de nouveaux cultivars pour les producteurs céréaliers
- 8 Le travail du sol réduit fonctionne-t-il avec le sol des Prairies?
- 9 Du fumier composté pour restaurer les sols biologiques appauvris et renouer avec le rendement
- 10 Le fumier composté peut-il optimiser les grandes cultures des Prairies?
- 11 Le suivi des concentrations d'éléments nutritifs, les engrais verts et les biofertilisants sont plus efficaces combinés en céréaliculture biologique
- 13 Le phosphore limite-t-il la production de céréales biologiques dans les Prairies?

CULTURES HORTICOLES

- 14 Des vignobles sains dans un sol sain
- 15 L'extrait de quassia, une bénédiction pour la pomiculture biologique dans les Maritimes?
- 16 Intrus interdits: des pommes biologiques protégées des ravageurs par des filets d'exclusion
- 17 Problèmes de ventilation? La géothermie au secours des serres biologiques
- 18 L'éclairage DEL améliore le rendement des légumes cultivés en serre
- 19 Des abris-serres pour de meilleurs rendements et des saisons de croissance prolongées
- 20 Peut-on faire pousser des carottes meilleures pour la santé?
- 21 Les fertilisants biologiques et les cultures de couverture peuvent-ils améliorer la production de carottes dans les terres noires?
- 22 L'éclairage à DEL peut-il optimiser la culture des plantes ornementales et des herbes biologiques?
- 23 Culture biologique et composés nutraceutiques du houblon: de grands espoirs?

ORGANISMES NUISIBLES EN PRODUCTION VÉGÉTALE

- 27 Des agents de lutte biologique contre la tavelure du pommier: la solution qui vient de l'intérieur
- 28 Renforcer la résistance des fraises aux maladies grâce au silicium
- 29 Une once de prévention: des rayons ultraviolets C avant la récolte pour améliorer la santé des fruits et légumes
- 30 Une approche intégrée de gestion des mauvaises herbes dans les cultures de légumineuses biologiques
- 31 Des traitements de désinfection efficaces pour des légumes germés biologiques sûrs
- 32 Hautes ou basses, les températures viennent à bout des mouches et autres ravageurs des produits entreposés
- 33 Les huiles essentielles peuvent-elles neutraliser les ravageurs des champs de bleuets?
- 34 Laissez nos choux tranquilles! De nouveaux produits de lutte biologique contre la fausse arpentuse dans les cultures de Brassicacées biologiques
- 35 Semez, semez, semez! Pour lutter contre les mauvaises herbes et réduire les pertes de rendement de lin
- 36 Lutter contre les mauvaises herbes en économisant de l'eau afin d'optimiser la production de canneberges biologiques
- 37 Des cultures de moutarde pour éliminer les mauvaises herbes? Une incursion du côté de la biofumigation
- 38 L'huile de manuka: un nouvel outil de lutte contre les mauvaises herbes pour les producteurs biologiques

PRODUCTION D'ANIMAUX D'ÉLEVAGE

- 39 Les vaches choisissent le panic érigé, une litière sûre et confortable
- 40 Un peu d'air frais: offrir un accès à l'extérieur et modifier les stalles pour améliorer le bien-être des vaches laitières
- 41 Existe-t-il d'autres options que les antibiotiques pour soigner et prévenir efficacement les mammites?
- 42 La pénurie d'ingrédients bruts locaux est la première barrière à la transformation dans le secteur biologique
- 43 Utilisation du marc de baies pour favoriser la santé des poulets

PRODUITS À VALEUR AJOUTÉE

- 44 Des légumes dans votre bacon: des nitrites d'origine végétale pour les viandes saumurées biologiques
- 45 La pénurie d'ingrédients bruts locaux est la première barrière à la transformation dans le secteur biologique
- 46 Fini le gaspillage: fabriquer des extraits bioactifs avec des sous-produits biologiques canadiens

Ce travail peut être cité ainsi : White, J., Boudreau, N., Vandergrift, A., Graves, M.E., & Hammermeister, A.M., (éditeurs). 2018. La Science du bio au Canada. Volume 1. Montréal, Québec. 46 pp.

[DAL.CA/OACC/OSCII](https://dal.ca/oacc/oscii)

LE BIO AU SERVICE DU BIO : DES AGRI- CULTEURS AIDENT À SÉLECTIONNER DES VARIÉTÉS BIOLOGIQUES

Un agriculteur-sélectionneur au milieu de ses parcelles de sélection participative de blé à Swift Current en Saskatchewan.

Au Canada et partout dans le monde, il a été démontré que l'amélioration du rendement des systèmes de production biologique passe par l'utilisation de variétés sélectionnées dans des conditions de culture biologiques. Cette étude pancanadienne visait à faire participer activement les agriculteurs au processus de sélection afin de produire des lignées généalogiques de blé, d'avoine et de pomme de terre localement adaptées aux systèmes de production biologique.

En matière d'achat de semences, le choix offert aux producteurs biologiques est souvent restreint, car la plupart des principales variétés sont cultivées et sélectionnées par et pour l'agriculture conventionnelle dans des conditions de fertilisation abondante et de lutte drastique contre les ravageurs. Or, il a été démontré que la productivité augmente dans les fermes biologiques lorsque les variétés cultivées sont issues d'une sélection effectuée dans des conditions biologiques.

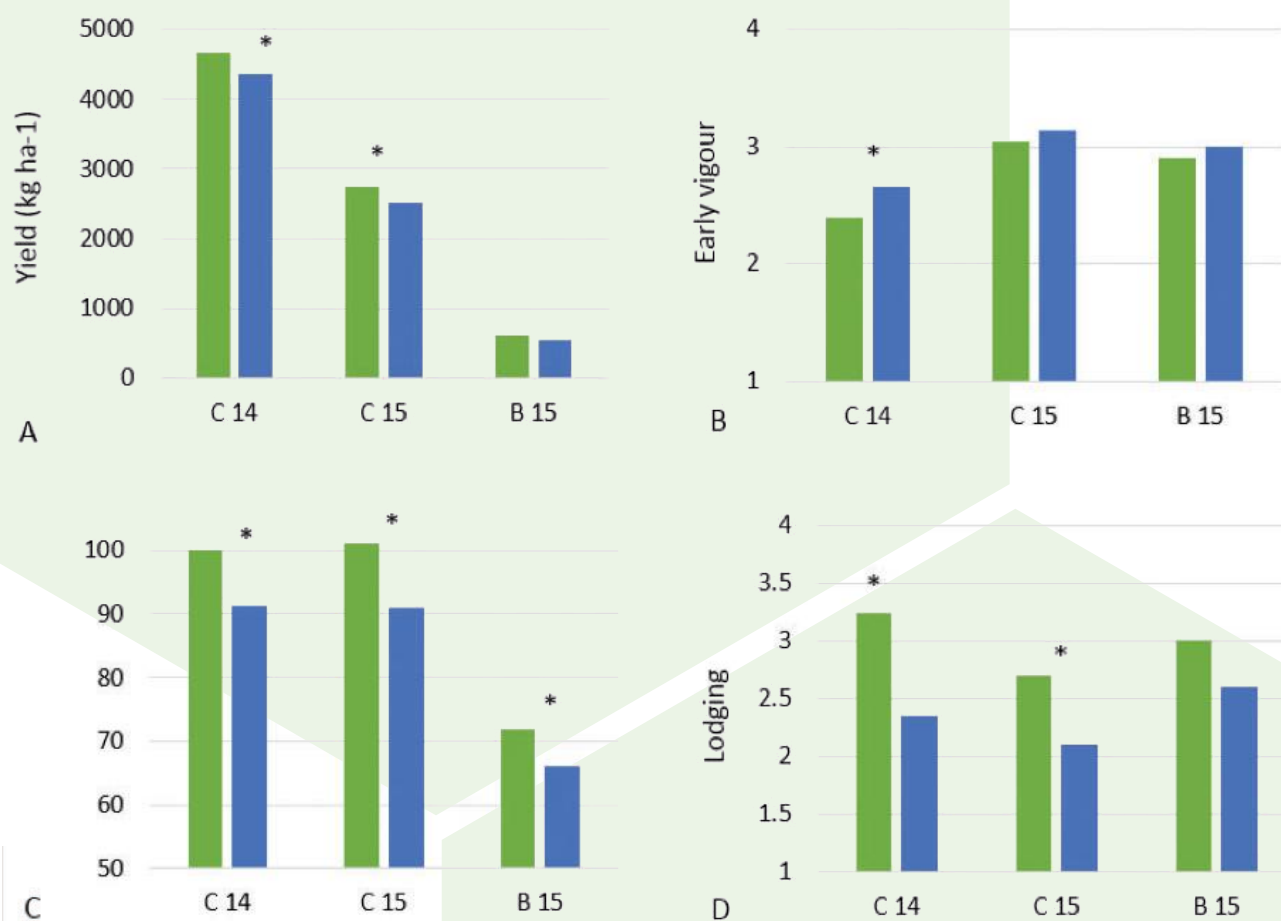
La sélection végétale participative rassemble agriculteurs et sélectionneurs. La participation des premiers au processus de sélection leur donne l'occasion d'acquérir des compétences et des connaissances aussi rares que précieuses ainsi qu'un contrôle accru sur leur approvisionnement en semences. Elle peut également accélérer la sélection, habituellement lente et coûteuse, tout en l'adaptant à l'agriculture biologique.

COLLABORATION ENTRE LES AGRICULTEURS, LES SÉLECTIONNEURS ET LES CHERCHEURS

Dirigés par le professeur Martin Entz et l'Université du Manitoba et épaulés par les coordonnateurs régionaux de l'Initiative de la famille Bauta sur la sécurité des semences canadiennes, les sélectionneurs de l'Université du Manitoba et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ont fourni des populations de semences de première génération issues de croisements à des agriculteurs de partout au pays. La sélection des lignées parentales pour les croisements initiaux a été effectuée d'après l'information fournie par des fermiers participants, avec l'objectif de combiner des variétés présentant des caractéristiques attrayantes.

Les agriculteurs ont semé les populations susmentionnées dans de petites parcelles de leur exploitation. Ils ont choisi les meilleurs épis, panicules ou tubercules pour recommencer l'opération l'année suivante, avec le soutien de l'équipe de recherche. Après trois ans de sélection, le matériel sélectionné a été remis aux chercheurs. Des essais de rendement biologique ont été menés à l'Université du Manitoba afin de comparer les lignées sélectionnées par les agriculteurs et les variétés culturales couramment utilisées.

Au-delà de la création de nouvelles lignées sélectionnées sous conditions biologiques, les chercheurs souhaitent savoir si les agriculteurs sélectionneraient des lignées plus productives en régie biologique et s'ils appliqueraient, directement ou indirectement, d'autres critères de sélection.



Populations sélectionnées par les agriculteurs (barres vertes) par rapport aux variétés sélectionnées de manière conventionnelle (barres bleues) à Carman en 2014 (C 14) et 2015 (C 15) et à Brandon en 2015 (B 15) pour : A) le rendement (en kg/ha); B) la vigueur en début de saison (notée sur une échelle de 1 à 4, 4 étant la note de vigueur maximale); C) la taille de la plante (en cm); D) la verse (notée sur une échelle de 1 à 9, un nombre élevé indiquant beaucoup de verse). L'astérisque qui surmonte certaines barres indique une différence significative entre les variétés sélectionnées par l'agriculteur et les variétés témoins sélectionnées de manière conventionnelle sur les lieux de l'essai.

Les agriculteurs ont en effet privilégié la productivité sous régime biologique comme critère de sélection : les lignées de céréales qu'ils ont sélectionnées ont produit en moyenne 300 et 230 kg/ha de plus que les variétés témoins conventionnelles qu'ils ont cultivées en 2014 et 2015, respectivement. Les autres caractéristiques choisies par les agriculteurs étaient notamment la vigueur et la taille des plantes en début de saison. En outre, après leur sélection par des agriculteurs, les populations de pomme de terre ont obtenu des résultats équivalents ou supérieurs à ceux des variétés enregistrées, avec une vigueur en début et en milieu de saison, ainsi que des taux de maladie et un rendement similaires.

Lorsqu'une même population initiale de semences de céréales a été envoyée à plusieurs agriculteurs-sélectionneurs, les caractéristiques des populations sélectionnées ont évolué pendant les trois ans de sélection à la ferme. Les

lignées sélectionnées ont finalement exprimé un rendement et une vulnérabilité aux maladies foliaires similaires, mais un écart a été constaté en ce qui concerne la vigueur en début de saison, la taille, le nombre de jours pour atteindre la maturité et la verse. La sélection opérée par l'exploitant a donc façonné la population en fonction des conditions de sa ferme et de ses préférences.

CONCLUSION

Les processus participatifs de sélection végétale peuvent être la clé du succès du développement de nouvelles lignées adaptées à leurs conditions de production. En effet, les variétés sélectionnées par les agriculteurs sont au moins aussi performantes, si ce n'est meilleures, que les variétés sélectionnées de manière conventionnelle couramment offertes sur le marché. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Approches participatives en sélection des végétaux et production de semences pour la production des cultures biologiques canadiennes

CHERCHEURS Martin Entz (Université du Manitoba), Benoit Bizimungu (AAC à Fredericton), Jennifer Mitchell Fetch (AAC à Brandon), Maude Forté (Coop Agrobio du Québec), Lana Reid (AAC à Ottawa)

PARTENAIRES CA2, USC Canada



Lignées de sélection d'avoine biologique en concurrence avec des mauvaises herbes dans les parcelles biologiques de l'Université du Manitoba.

Les producteurs biologiques doivent généralement composer avec des cultivars d'avoine qui ont été sélectionnés dans des conditions de régie non biologiques. Ce programme mené dans les Prairies vise à sélectionner en régie biologique des lignées généalogiques d'avoine afin de développer un cultivar d'avoine performant dans des conditions de culture biologiques.

AVOINE BIOLOGIQUE: DE NOUVEAUX CULTIVARS POUR LES PRODUCTEURS CÉRÉALIERS

Le secteur biologique connaît une demande sans précédent d'avoine de qualité supérieure destinée à la consommation humaine et utilisée dans la production de céréales ou de barres tendres. Les producteurs biologiques ont besoin de cultivars adaptés à des sols moins fertiles, possédant de belles qualités meunières grâce à un grain ventru, capable de prendre le dessus sur les mauvaises herbes et offrant une résistance accrue aux insectes et aux maladies. La culture en régie biologique peut leur offrir des cultivars mieux adaptés.

TIRER PARTI DES RÉUSSITES

La présente étude est la suite d'une étude menée dans le cadre de la première Grappe scientifique biologique. Dirigée par la professeure Jennifer Mitchell Fetch d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, l'équipe de recherche des Prairies a entamé la mise au point d'un nouveau cultivar d'avoine adapté à l'agriculture biologique. Les travaux ont connu un franc succès et ont abouti à l'enregistrement d'un cultivar d'avoine adapté à la régie biologique, AAC Oravena. Ce cultivar possède de belles qualités meunières, résiste aux maladies et fournit un bon rendement en culture biologique.

PATIENCE ET PERSÉVÉRANCE

La sélection de nouveaux cultivars commence par des croisements entre des cultivars prometteurs et des lignées généalogiques. Les produits de ces croisements, également appelés « descendance » ou « lignées de sélection », ont été évalués dans des parcelles biologiques de l'Université du Manitoba. Les semences choisies pour produire la génération d'essai suivante venaient des lignées qui ont donné les meilleurs rendements et résisté aux rouilles et au charbon. Le processus a été répété pendant cinq saisons de croissance; à chaque itération, les chercheurs ont sélectionné les plus gros grains de chaque lignée pour semer la génération suivante, augmentant ainsi les chances que les futures plantules croissent rapidement et prennent le dessus sur les mauvaises herbes. La graine la plus fructueuse a été multipliée en Nouvelle-Zélande pendant l'hiver canadien.

Les lignées sélectionnées ont été cultivées sur des parcelles biologiques et non biologiques afin de réaliser des essais de rendement et évaluer leur performance dans une large palette d'environnements. Les lignées les plus productives ont ensuite été évaluées à l'aune de leurs qualités meunières; puis, celles qui présentaient une teneur acceptable en lipides et une bonne teneur en protéines et en bêta-glucanes ont été semées en même temps que des cultivars conventionnels à neuf emplacements de culture biologique dans les Prairies. Parmi ces dernières lignées, celles qui ont donné des résultats aussi bons ou meilleurs que les cultivars conventionnels ont été retenues pour un essai d'enregistrement.

GRANDS ESPOIRS

Grâce au soutien et à la collaboration des producteurs d'avoine et des meuniers, les efforts continus de sélection devraient bientôt donner lieu à l'enregistrement d'un autre cultivar biologique à poids spécifique élevé, grain ventru et forte teneur en protéines, qu'ils pourront également utiliser. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Amélioration génétique de l'avoine biologique

CHERCHEURS Jennifer Mitchell Fetch (AAC à Brandon), Martin Entz (Université du Manitoba), Dean Spaner (Université de l'Alberta)

PARTENAIRES CA2, Clif Bar & Company, Grain Millers Canada Corp.

Les agriculteurs de la zone pédologique la plus sèche des Prairies ont donc besoin de nouveaux systèmes de culture et d'options de travail du sol; ils cherchent de l'information sur les meilleures méthodes pour optimiser leur production tout atténuant leur impact sur l'environnement.

Bien que l'utilisation d'engrais verts de légumineuses, la rotation des cultures et le travail du sol réduit se soient répandus dans les Prairies, de nombreux agriculteurs comptent encore sur la jachère d'été pour préserver l'eau du sol et sur le travail du sol intensif pour lutter contre les mauvaises herbes. C'est particulièrement vrai dans la zone pédologique la plus sèche des Prairies, celle du sol brun. Le prélèvement d'eau par une culture d'engrais vert peut y annuler les avantages de l'apport d'azote de cette culture. Toutefois, le travail du sol est lui aussi susceptible d'assécher et de dégrader ce type de sol déjà pauvre en matière organique. Les agriculteurs de la zone pédologique la plus sèche des Prairies ont donc besoin de nouvelles options de travail du sol et d'engrais vert; ils cherchent de l'information sur les meilleures méthodes pour optimiser leur production tout en atténuant autant que possible leur impact sur l'environnement.

Dirigée par Myriam Fernandez, d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, l'équipe de recherche basée dans les Prairies voulait déterminer si le travail du sol réduit et les rotations culturales diversifiées sont des options viables pour la culture dans les conditions environnementales changeantes de la zone de sol brun, marquées par le manque d'eau. Elle souhaitait en particulier savoir si ces techniques culturales peuvent contenir les mauvaises herbes, préserver la fertilité du sol, produire des cultures saines et s'avérer rentables.

Les essais d'AAC à Swift Current ont été conçus afin d'étudier deux principaux facteurs : la diversité de la rotation de cultures et l'intensité du travail du sol. Les parcelles ont été établies avec toutes les combinaisons de rotations simples (engrais vert de pois fourrager – blé) ou diversifiées (engrais vert de pois fourrager – oléagineux – légumineuse – blé) et de travail du sol intensif (passage dans les parcelles avant le semis et interruption par labour de la culture de pois fourrager) ou réduit (un passage dans les parcelles avant le semis et interruption de la culture de pois par fauchage). Les scientifiques ont ensuite observé les sols, les mauvaises herbes, les maladies des cultures, le rendement céréalier et la qualité des grains.

Les concentrations d'azote dans le sol au printemps étaient maximales lorsque les parcelles avaient subi un travail du sol intensif ou une rotation simplifiée. Simultanément, les

concentrations de phosphore dans le sol étaient inchangées, que le travail du sol ait été intensif ou réduit, et la rotation, simple ou diversifiée. Le carbone organique du sol avait tendance à être le plus élevé dans les sols moins travaillés.

Les chercheurs ont observé que les rendements de blé ont diminué au fil de l'expérience. Les rendements ont cependant été constamment supérieurs avec le travail du sol intensif et la rotation simple. Les mauvaises herbes tendaient à être plus problématiques avec le travail du sol réduit, les chardons vivaces s'imposant d'année en année. Bien que les mauvaises herbes puissent facilement être pointées du doigt pour expliquer la diminution des rendements, cette dernière était en fait attribuable aux précipitations et aux concentrations de nitrates dans le sol. Dans l'ensemble, les rendements obtenus avec les traitements incluant le travail du sol réduit atteignaient approximativement 75 % des rendements d'un blé cultivé de manière conventionnelle sans labour.

Les teneurs en protéines des grains de blé variaient d'une année à l'autre et étaient dans l'ensemble similaires ou supérieures à celles du blé conventionnel. Les teneurs en protéines n'ont pas suivi les mêmes tendances que le rendement et il n'y avait aucune association négative entre ces deux éléments, ce qui pourrait découler de la libération du N minéralisé au cours de la saison depuis un engrais vert ou culture d'oléagineux préalablement appliqués.

CONCLUSION DÉCOULANT DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Dans cette région typiquement sèche, les précipitations annuelles ont été supérieures à la moyenne pendant la durée de l'essai (de 2010 à 2015). Les chercheurs ont conclu que, les années où les précipitations sont plus élevées que la moyenne, la production avec travail du sol réduit n'est pas une option viable pour les céréaliculteurs biologiques dans la zone de sol brun, principalement à cause de l'accroissement des populations de chardon des champs. Si les conditions avaient été plus sèches, comme elles le sont habituellement dans la région, le résultat aurait pu être différent. ●

LE TRAVAIL DU SOL RÉDUIT FONCTIONNE-T-IL AVEC LE SOL DES PRAIRIES?

NOM DE L'ACTIVITÉ Impacts du labour réduit et de la diversification des séquences de cultures sous régie biologique dans la zone de sol brun semi-aride

CHERCHEURS Myriam Fernandez, Robert Zentner, Mike Schellenberg, Julia Leeson (AAC à Saskatoon), Brian McConkey, Olanike Aladenola, Mervin St. Luce, Newton Lupwayi (AAC à Lethbridge), Shannon Chant (Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan)

PARTENAIRES CA2, Organic Research Advisory Council, Western Grains Research Foundation

DU FUMIER COMPOSTÉ POUR RESTAURER LES SOLS BIOLOGIQUES APPAUVRIS ET RENOUER AVEC LE RENDEMENT

De nombreuses fermes exploitées depuis longtemps en régie biologique ne pratiquent pas le retour d'éléments nutritifs ou l'épandage de fumier dans leurs champs, avec pour conséquence une perte de productivité du système cultural due à l'appauvrissement du sol en phosphore et en carbone. Le compost peut-il restaurer la productivité des sols?

Traditionnellement, les agriculteurs biologiques des Prairies n'épandent pas de fumier dans leurs champs pour remplacer les principaux éléments nutritifs prélevés par les récoltes. Ce fait est particulièrement crucial dans les fermes biologiques où l'on pratique des rotations qui incluent des cultures vivaces de luzerne ou des foin de luzerne/graminées afin de contenir les mauvaises herbes telles que l'avoine sauvage ou le chardon des champs; or, quand la luzerne est récoltée, elle emporte davantage d'éléments nutritifs du sol (phosphore, potas-

sium, soufre, etc.) que d'autres cultures de couverture. La luzerne joue un rôle important dans les rotations en raison de sa capacité à fixer l'azote dans le sol. Elle appauvrit toutefois le sol en azote et en carbone si sa croissance est médiocre.

Cet appauvrissement du sol en éléments nutritifs entraîne une piètre croissance des plantes cultivées, des pertes de rendement élevées (jusqu'à 40 % dans le cas du blé) et des sols en mauvaise santé. Le fumier de vache composté pourrait constituer une solution. En effet, le fumier composté regorge de matière organique et d'éléments nutritifs essentiels pour la croissance de cultures saines et la santé des sols. Avec des traitements et des taux d'application adéquats, la teneur des sols en phosphore, carbone et autres micronutriments pourrait augmenter, ce qui « rajeunirait » les sols et permettrait de retrouver ou d'atteindre de bons rendements.

L'équipe de recherche manitobaine dirigée par Martin Entz a travaillé sur une parcelle biologique ancienne située à la station de recherche de Glenlea et dans une ferme biologique établie à Libau, également au Manitoba. Trois taux d'application de fumier de bovins de boucherie composté ont été testés aux deux emplacements : i) un faible taux d'application de 14 kg P/ha tous les ans; ii) une importante application de 100 kg P/ha une fois tous les quatre ans; aucune application de fumier. Les chercheurs ont mesuré des paramètres tels que



À l'avant-plan, parcelles de luzerne engraisées au fumier; à l'arrière-plan, luzerne cultivée sans apport de fumier.

le carbone organique et le phosphore du sol, les rendements de luzerne et les rendements de céréales pour connaître les taux d'application et les traitements qui restaurent le mieux les sols.

Le remplacement des éléments nutritifs basé sur l'épandage de fumier composté peut être un outil essentiel pour les producteurs des Prairies qui effectuent des rotations sur une longue période. Le taux d'application le plus efficace s'est avéré être le taux ponctuel de 60 kg P/ha, approximativement tous les quatre ans. Ce taux était associé à une hausse de la teneur en carbone du sol en surface et en subsurface, mais plus important encore, il a permis de rétablir complètement les rendements.

L'apport de phosphore par des fumiers compostés a également permis de retrouver les rendements de luzerne d'antan et d'observer une amélioration de la fixation d'azote dans le sol, ce qui a entraîné une hausse des rendements du blé. Toutefois, la restauration de la productivité du sol a aussi favorisé la croissance des mauvaises herbes; il est donc important d'évaluer des outils de gestion des mauvaises herbes dans les futurs systèmes culturaux. Les études à long terme, telle la présente étude, sont rendues possibles grâce aux rotations biologiques de longue durée comme celle menée à Glenlea.

Conclusion fertile : L'ajout de fumier composté une fois tous les quatre ans à des taux de remplacement du phosphore a complètement rétabli les rendements culturaux après neuf ans et augmenté la teneur en carbone du sol en surface et en subsurface. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Renforcement du rendement et de la séquestration du C dans les systèmes agricoles biologiques des Prairies : le rôle des déjections animales compostées dans les études à long terme

CHERCHEURS Martin Entz (Université du Manitoba)

PARTENAIRES CA2, Western Grains Research Foundation

Les Prairies comptent de nombreuses fermes céréalières biologiques florissantes. Les fondateurs du succès de ces systèmes de production à faibles intrants, en particulier au chapitre de l'approvisionnement en azote et en phosphore, sont cependant souvent peu connus. Dans le but d'élaborer des recommandations d'épandage, l'équipe de recherche basée au Manitoba a étudié l'effet de différents taux d'application de fumier composté sur les teneurs en éléments nutritifs du sol et des plantes et sur les rendements cultureux.

Howpark Farms in southwestern Manitoba is a long-Au sud-ouest du Manitoba, Howpark Farms est une exploitation de bovins de boucherie et de grandes cultures biologiques qui prospère depuis de nombreuses années. De fait, elle a commencé sa transition vers l'agriculture biologique en 1999. Elle effectue une rotation culturale sur sept ans, laquelle comprend une séquence de trois ans de luzerne, du lin, de l'avoine, un engrais vert et du blé. Le fumier de bovins recueilli dans l'étable l'hiver est composté afin de neutraliser les semences de mauvaises herbes, puis épandu à l'automne à toutes les phases de la rotation après la dernière année de luzerne. Au total, la surface des champs sur lesquels il est possible d'épandre du fumier composté et l'effectif du troupeau font que le taux d'application est de 375 kg MS/ha.

Le professeur Terence McGonigle, de l'Université de Brandon, souhaitait étudier la contribution du fumier composté à la nutrition minérale des cultures d'Howpark Farms dans le but d'optimiser la production de l'exploitation et de formuler des recommandations pour les autres fermes. Dans une expérimentation à l'échelle du champ, le taux d'application du compost a été modulé en réglant le régime de l'épandeur à la moitié du taux normal d'Howpark Farms, au taux normal et au double du taux normal, tandis que certaines parcelles n'ont reçu aucun compost. Le compost a été épandu sur les parcelles de l'automne 2013 à l'automne 2016 pour une application cumulative totale de 56 kg d'azote par hectare sur la parcelle ayant reçu le double du taux normal. Les teneurs en éléments nutritifs du sol, en particulier l'azote et le phosphore minéraux, les teneurs en azote et en phosphore des cultures et les rendements finaux ont été mesurés pendant toute la durée de l'essai.

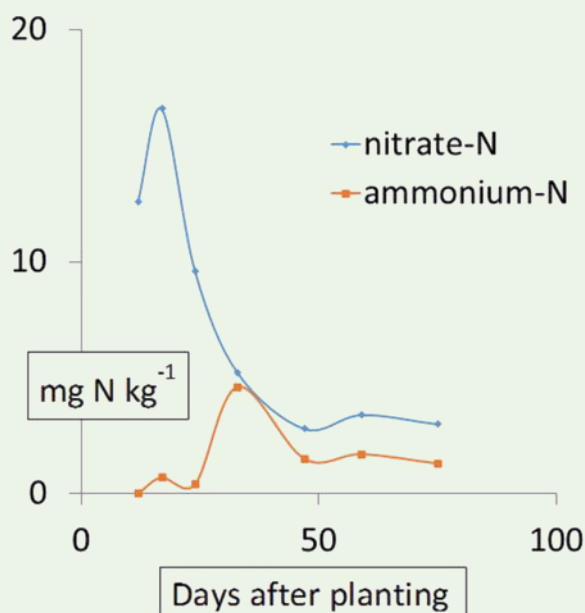
Bien que les concentrations d'azote minéral dans le sol se soient avérées typiques des champs agricoles de la région, comme l'illustre la figure ci-dessous, aucune réponse à l'épandage de fumier composté, quel que soit le taux d'épandage utilisé, n'a été observée de manière évidente. Simultanément, les concentrations de phosphore dans le sol n'ont que peu

augmenté grâce au fumier composté. Les rendements de lin et d'avoine étaient identiques dans les parcelles privées de compost et dans celles qui en avaient reçu au taux le plus élevé.

EN BREF

L'épandage de fumier composté aux taux choisis dans la présente étude n'a pas d'effet sur les rendements, de plus il est insuffisant pour augmenter instantanément les concentrations d'azote ou de phosphore dans les plantes et dans le sol. Par contre, le fumier composté peut contribuer notablement à la fertilité à long terme des terres d'une ferme, tandis que les légumineuses ont la capacité de combler les besoins d'azote des cultures qui leur succèdent dans une rotation. D'autres études explorent maintenant les effets de l'épandage de fumier composté à des taux jusqu'à vingt fois plus élevés que le taux normal d'Howpark Farms. ●

LE FUMIER COMPOSTÉ PEUT-IL OPTIMISER LES GRANDES CULTURES DES PRAIRIES?



Concentrations d'azote minéral extractible dans le sol sous culture de lin à Howpark Farms en 2014. Les moyennes sont calculées pour l'ensemble des traitements à base de fumier composté et indiquent des tendances typiques de la production agricole de la région.

NOM DE L'ACTIVITÉ Fermes biologiques commerciales bien établies : L'effet du taux d'application de déjections animales compostées sur les éléments minéraux du sol, le rendement et l'assimilation des nutriments par les cultures

CHERCHEURS Terence McGonigle (Université de Brandon), Ian Grossart (Howpark Farms)

PARTENAIRES CA2, Howpark Farms



LE SUIVI DES CONCENTRATIONS D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS, LES ENGRAIS VERTS ET LES BIO-FERTILISANTS SONT PLUS EFFICACES COMBINÉS EN CÉRÉ-ALICULTURE BIOLOGIQUE

Les fermes céréalières biologiques doivent relever le défi de la gestion et du maintien des éléments nutritifs pour assurer la productivité et la qualité des céréales. L'équipe de recherche pancanadienne a entrepris d'étudier les effets de la gestion des engrais verts (type et intensité du travail du sol), avec ou sans supplément de biofertilisants, sur la productivité de blé de printemps et d'orge brassicole biologiques.

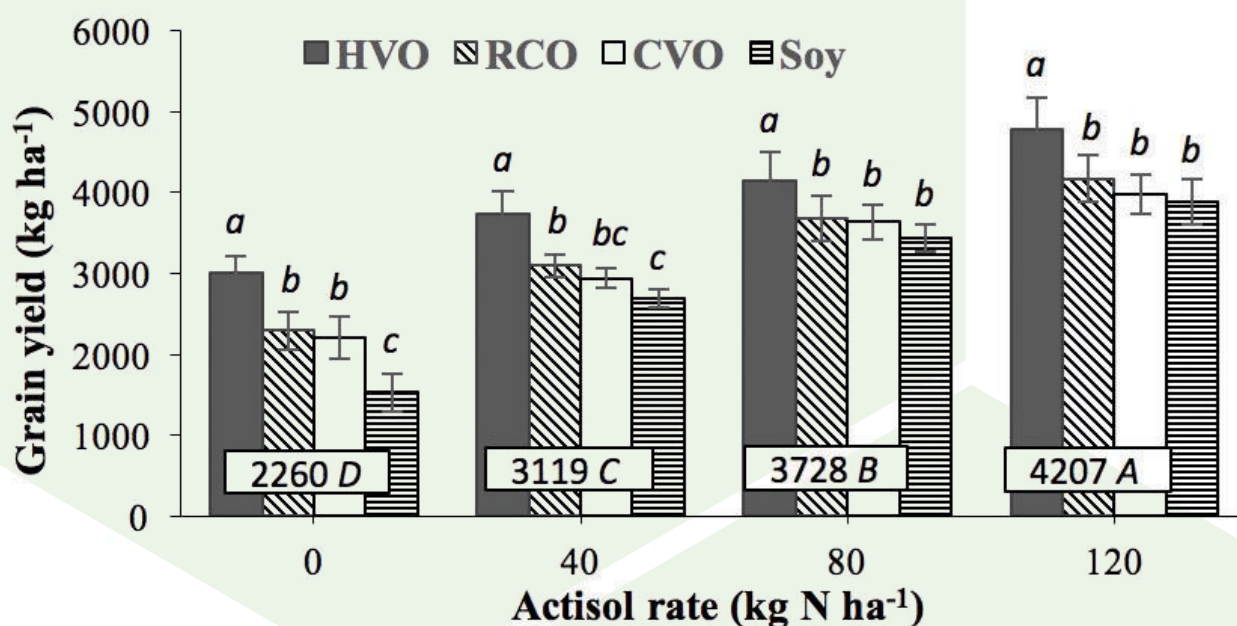
Les amendements de sol autorisés en agriculture biologique peuvent s'avérer coûteux. Bien souvent, les fermes céréalières biologiques exportent des éléments nutritifs avec leurs récoltes sans disposer de moyens accessibles pour les remplacer. Les biofertilisants, tel le fumier de volaille granulé, un intrant d'origine naturelle permis à des fins de fertilisation, peuvent constituer une solution abordable s'ils sont utilisés de manière stratégique dans les rotations. Un outil d'évaluation des concentrations d'éléments nutritifs qui donne des indications sur le moment où la rotation requiert un apport ponctuel de fertilisant peut aider l'exploitant à compléter ses cultures de manière efficiente et efficace.

Culture intercalaire d'orge et de vesce velue

POPULARITÉ CROISSANTE DES ENGRAIS VERTS

Les engrais verts sont des légumineuses cultivées davantage pour contribuer à la réserve d'éléments nutritifs du sol que pour produire une récolte et qui constituent également un moyen attrayant d'augmenter la concentration d'azote dans le sol. Leur utilisation dans les fermes biologiques, déjà très fréquente, est en croissance; il est donc opportun d'étudier de nouveaux engrais verts susceptibles de convenir aux systèmes de production céréalière biologique. Les engrais verts offrent en outre la possibilité d'introduire une phase de travail du sol réduit dans une rotation, approche quelque peu novatrice qui mérite d'être étudiée en profondeur, surtout dans l'Est du Canada.

Des essais ont été menés dans des stations de recherche en Nouvelle-Écosse (Université Dalhousie), au Québec (CÉROM), en Ontario (Collège d'Alfred) et au Manitoba (Université du Manitoba). Ces essais ont permis d'évaluer les effets du type d'engrais vert et du moment de l'enfouissement de l'engrais vert, la fertilité des sols et l'impact du mode de travail du sol sur les cultures de blé et d'orge brassicole biologiques. Les chercheurs ont observé la productivité et la qualité des céréales et la qualité et la santé des sols obtenues avec les différents traitements. De plus, dix fermes biologiques des Prairies ont participé à un processus d'évaluation des éléments nutritifs pour développer un outil de mesure du bilan nutritif et du dosage d'engrais vert.



Rendement en grains de blé de printemps en fonction de la rotation et de l'épandage de fumier de volaille granulé Acti-Sol avant le semis. VVA = vesce velue et avoine; TRA = trèfle rouge et avoine; VCA = vesce commune et avoine; SOY = soya

L'équipe de recherche a mis au point un outil d'évaluation des éléments nutritifs à partir d'échantillons de tissus prélevés sur une culture d'engrais vert. Cet outil est déjà utilisé par les producteurs et les agronomes des Prairies afin de mieux comprendre les fluctuations des concentrations d'éléments nutritifs dans les exploitations céréalières biologiques. Il a révélé que de nombreuses fermes biologiques perdent du phosphore, du potassium et du soufre si elles n'importent pas de fumier.

Une équipe de recherche de l'Est du Canada a constaté que tous les engrais stimulent le rendement en grains du blé, mais que la vesce velue surpasse la vesce commune et le trèfle rouge pour ce qui est de fixer et fournir biologiquement de l'azote, élément nutritif qui améliore le rendement et la teneur en protéines des grains. L'association d'un engrais vert annuel et du biofertilisant Acti-Sol à raison d'un maximum de 80 kg N/ha a fait augmenter encore davantage le rendement et la qualité du blé (figure 1) et de l'orge brassicole. Toutefois, l'interruption d'une culture d'engrais vert (avoine et vesce velue) sans travail du sol dans l'Est du Canada a réduit le rendement du blé. Ce résultat contredit les observations d'interruption fructueuse sans travail du sol dans les Prairies; il est en grande partie attribuable à la décomposition plus avancée du paillis (qui évite le travail du sol) après un hiver dans l'Est du Canada. L'interruption sans travail du sol a eu néanmoins des effets bénéfiques pour la santé du sol : le nombre de vers de

terre était supérieur dans les parcelles où elle était pratiquée par rapport aux parcelles où les engrais verts ont été enfouis par labour au printemps ou à l'automne (figures 2 et 3).

La gestion des éléments nutritifs dans les fermes céréalières biologiques peut être optimisée grâce à une stratégie qui combine le suivi des concentrations d'éléments nutritifs et l'utilisation d'engrais verts localement adaptés et associés à des biofertilisants. Une telle stratégie maximise la productivité et comporte des bienfaits pour la santé des sols. ●



Densité de vers de terre mesurée trois ans de suite sous une culture de blé de printemps précédée par une culture d'engrais vert de vesce velue interrompue de différentes manières. Le témoin est une bordure adjacente qui n'a subi aucune intervention.

NOM DE L'ACTIVITÉ Optimisation de l'engrais vert et gestion de la fertilité pour la production de céréales biologiques

CHERCHEURS Derek Lynch (Université Dalhousie), Valérie Bélanger et Anne Vanasse (Université Laval), Gilles Tremblay (CÉROM), Martin Entz (Université du Manitoba), Simon Lachance (Université de Guelph)

PARTENAIRES CA2, Acti-Sol inc., Homestead Organics Ltd., Horton Ridge Malt and Grain Company Ltd., Organic Valley

On considère souvent que la production de céréales biologiques dans les Prairies canadiennes est limitée par le phosphore, car cet élément nutritif est exporté avec le grain, sans que les producteurs disposent de moyens pour le retourner à la terre. Une équipe de recherche basée dans les Prairies souhaitait vérifier que le phosphore joue effectivement un rôle limitant en production céréalière biologique des Prairies et évaluer certains amendements.

IMPORTANCE DU PHOSPHORE

LE PHOSPHORE LIMITE-T-IL LA PRODUCTION DE CÉRÉALES BIOLOGIQUES DANS LES PRAIRIES?

Si des analyses de sol étaient effectuées dans les fermes céréalières biologiques des Prairies, nombreuses seraient celles qui afficheraient des concentrations faibles en phosphore dans le sol. En effet, quand les généreuses récoltes de céréales des Prairies sont envoyées vers d'autres lieux, du phosphore est exporté. S'il n'est pas remplacé, sa concentration diminue graduellement dans le sol. Cela entraîne une baisse du rendement des cultures. Les

champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) constituent un groupe particulier de champignons du sol qui aident les plantes à absorber les éléments nutritifs comme le phosphore, mais il reste à savoir si les CMA peuvent améliorer les concentrations de phosphore dans le sol des fermes des Prairies.

Une équipe de chercheurs dirigée par la professeure Chantal Hamel d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) a entrepris d'explorer les sources potentielles de phosphore du sol pour les producteurs biologiques des Prairies. Des essais de plein champ ont été menés à la ferme expérimentale de Beaverlodge (AAC) en Alberta et au centre de recherche et de développement de Swift Current (AAC) en Saskatchewan ainsi que dans deux fermes biologiques commerciales en Saskatchewan. Les chercheurs ont évalué l'utilisation de fumier composté et de phosphate naturel pour approvisionner en phosphore une production de lentilles et de pois dans le cadre d'une rotation légumineuse-lin.

De plus, l'équipe de recherche a associé ces deux sources de phosphore à l'inoculation de CMA afin de déterminer si les CMA pouvaient accroître l'efficacité des amendements. L'inoculum a été introduit soit dans la phase de la légumineuse, soit dans celle du lin, soit dans ces deux phases de la rota-



l'épandage de fertilisants biologiques avant le semis

tion, ou bien il n'a pas été introduit du tout. Simultanément, les amendements phosphatés ont été appliqués à raison de 0 %, 75 % ou 150 % de la dose recommandée. Pour approfondir leur compréhension de l'action des CMA, les chercheurs ont également étudié l'effet de l'inoculation de ces champignons sur la biologie des sols locaux.

L'ajout de fumier composté ou de phosphate naturel à une rotation légumineuse-lin biologique n'a eu qu'un effet modéré ou nul sur les rendements de pois ou de lentilles, malgré de faibles teneurs en phosphore du sol. Cela suggère que d'autres facteurs, probablement l'humidité, ont restreint les rendements pendant les essais.

L'utilisation d'un inoculum de CMA a eu des effets mixtes sur les cultures, améliorant la biomasse de lentilles dans une ferme biologique, mais n'ayant pas d'effet sur le rendement de lin ou de légumineuse dans les centres de recherche. Les chercheurs pensent que l'inoculum utilisé pourrait avoir été inadapté aux sols ou aux conditions environnementales locales, ou que des populations de CMA endogènes saines étaient déjà établies. Les chercheurs ont toutefois observé que la communauté de CMA évoluait lorsque l'inoculum était introduit avec les amendements phosphatés.

EN BREF

Les amendements disponibles localement et l'inoculation de CMA peuvent améliorer les concentrations de phosphore dans les fermes biologiques, mais ils ne sont pas toujours suffisants pour influencer positivement sur les rendements. ●

NON DE L'ACTIVITÉ Écologie appliquée pour une utilisation simple et efficace des nutriments dans les systèmes de culture basés sur les légumineuses à grain

CHERCHEURS Chantal Hamel (AAC à Québec), Yantai Gan (AAC à Swift Current), Miranda Hart (Université de la Colombie-Britannique), Newton Lupwayi (AAC à Lethbridge), Ramon Rivera (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba), Marc StArnaud (Université de Montréal)

PARTENAIRES CA2, International Plant Nutrition Network, Premier Tech Biotechnologies, Saskatchewan Organic Directorate, Saskatchewan Pulse Growers, Western Ag Innovations

Les inocula fongiques, ou biofertilisants, sont souvent utilisés dans les cultures fruitières pérennes, mais leur effet sur les plantes cultivées et l'écosystème du sol environnant demeure largement méconnu. Une équipe de recherche britanno-colombienne a étudié l'effet de plusieurs types de biofertilisants et plusieurs moments d'inoculation sur des vignes et la biologie de leur sol.

LES CHAMPIGNONS PEUVENT-ILS CRÉER DES VINS DE TERROIR?

Les vignes, à l'instar d'autres plantes fruitières pérennes, ont souvent besoin d'un « coup de pouce » à la plantation. Ce coup de pouce est généralement fourni par un inoculum de microbes du sol, tels les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA). Les CMA forment un groupe important de micro-organismes bénéfiques : ils peuvent améliorer la nutrition des plantes, les protéger contre certains pathogènes et améliorer l'état des sols. Une association avec des CMA pourrait donc être très pertinente dans le cas de la vigne, généralement cultivée dans des conditions stressantes (sols pauvres et secs, etc.). De plus, en viticulture, les CMA peuvent contribuer à l'effet du terroir, c'est-à-dire aux qualités distinctes d'un vin attribuables à l'endroit où le raisin s'est formé. Compte tenu de tous ces avantages potentiels, il n'est pas surprenant que les CMA soient communément utilisés de nos jours en tant que biofertilisants.

Avec son équipe, la professeure Miranda Hart, spécialiste de l'écologie microbienne des sols à l'Université de la Colombie-Britannique Okanagan (UBCO), a entrepris d'étudier les effets de l'inoculation de vignes avec des inocula de CMA du commerce d'une part, et avec des isolats de champignons issus de sols de vignobles d'autre part.

Lors d'une série d'essais en serre au Centre de recherche et de développement de Summerland et d'essais de plein champ dans deux vignobles de la vallée de l'Okanagan (Kalala Estate Vineyard et Summerhill Pyramid Winery), l'équipe de recherche a observé les effets de l'utilisation de biofertilisants du commerce ou dérivés du sol sur les porte-greffes de vigne avant la plantation, pendant celle-ci ou un an après. Elle a ensuite évalué la performance des vignes en mesurant leur taux d'établissement, leur vigueur et la qualité des raisins.

Les chercheurs ont également développé des outils de suivi moléculaire à base d'ADN qui leur ont permis de déterminer si les CMA des biofertilisants s'implantaient dans le sol et s'ils y demeuraient et s'y multipliaient.



DIVERS DEGRÉS DE RÉUSSITE DANS L'ÉTABLISSEMENT DES CMA

Les résultats préliminaires indiquent que les CMA des biofertilisants ne se valent pas tous pour coloniser les racines des vignes et le sol et que parfois, ils n'y parviennent simplement pas. Pour ce qui est de la colonisation, les biofertilisants d'origine naturelle ou viticole ont donné de meilleurs résultats que ceux du commerce.

L'application de biofertilisants dans les vignobles a mieux contribué à l'établissement des populations de CMA lorsqu'elle était effectuée avant la plantation plutôt qu'à la plantation ou après celle-ci. Cela a été particulièrement vrai dans les vignobles commerciaux, où les vignes sont généralement soumises à davantage de stress. Les chercheurs analysent actuellement les données recueillies afin de déterminer si les biofertilisants exercent des effets positifs sur les plants de vigne eux-mêmes et à quel point les CMA des biofertilisants peuvent s'étendre.

Les chercheurs ajoutent que les plantes cultivées dans des conditions où les CMA pourraient être rares, par exemple, en serre, ou dans des parcelles récemment créées pourraient être celles qui profiteront le plus des bienfaits des biofertilisants. En attendant, les producteurs biologiques ont probablement une longueur d'avance, car par définition, la régie biologique favorise et entretient la santé des sols, ce qui les dispense peut-être de recevoir des biofertilisants dans la même mesure que les sols non biologiques. ●

DES VIGNOBLES SAINS DANS UN SOL SAIN

NOM DE L'ACTIVITÉ Gestion microbienne en viticulture biologique : préinoculation des vignes avec des champignons mycorhiziens à arbuscules

CHERCHEURS Miranda Hart (UBC Okanagan), Patricia Bowen (AAC à Summerland)

PARTENAIRES CA2, Solutions BioSyneterra inc., Summerhill Pyramid Winery, Kalala Estate Vineyard

Les producteurs de pommes biologiques des provinces de l'Atlantique et de l'Est du Canada subissent des pertes de récolte à cause d'un insecte nuisible importé, l'hoplocampe de la pomme. Un groupe de chercheurs s'est penché sur l'efficacité du quassia pour éviter les dommages infligés aux pommes par l'hoplocampe de la pomme (*Hoplocampa testudinea*).

L'EXTRAIT DE QUASSIA, UNE BÉNÉDICTION POUR LA POMICULTURE BIOLOGIQUE DANS LES MARITIMES?

RAVAGEURS ET POLLINISATEURS

L'hoplocampe de la pomme est un ravageur importé relativement nouveau dans les vergers de pommes des provinces de l'Atlantique et de l'Est du Canada, où il n'a pas de prédateurs naturels et où il peut donc détruire une part importante des récoltes.

Son cycle biologique le rend particulièrement difficile à combattre: il émerge tôt au printemps et pond ses œufs

dans les fleurs de pommier pendant la période de pollinisation active. Le défi consiste donc à neutraliser l'hoplocampe tout en épargnant les pollinisateurs. Les dommages que cet insecte inflige aux pommes sont esthétiques (cicatrices spiralées laissées par la larve qui se nourrit sous la peau) et fonctionnels : la larve développée s'enfonce dans le fruit, puis mange les pépins, causant la coulure (arrêt très précoce du développement) des pommes.

Il n'existe actuellement aucun produit biologique homologué contre l'hoplocampe de la pomme au Canada. Toutefois, les pomiculteurs européens se sont tournés vers un extrait aqueux de quassia que les pollinisateurs supportent sans problème majeur. Tiré d'arbustes de la famille des Simaroubacées (Simaroubaceae), cet extrait n'est toxique ni pour les abeilles (entre autres insectes utiles), ni pour les mammifères, ni pour les poissons. De plus, il a été approuvé en tant qu'additif alimentaire pour la consommation humaine.

Une équipe de chercheurs, dirigée par la professeure Julia Reekie d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), a étudié l'utilisation d'un extrait de quassia produit par TriFolio-M GmbH contre l'hoplocampe de la pomme dans des pommeraies de la Nouvelle-Écosse et de l'Ontario pendant quatre saisons de croissance. Les essais ont été conduits dans des vergers expérimentaux et dans des vergers commerciaux biologiques et conventionnels.



Dommages primaire (cicatrice en spirale) et secondaire (tunnel) causés à des pommes par *Hoplocampa testudinea*.

Dans une série d'essais, différents taux d'application de l'extrait de quassia ont été évalués, soit 0, 3, 6 et 9 g de quassine/ha. Dans une autre série d'essais, c'est le calendrier d'application qui a été testé : les pulvérisations ont été effectuées précocement (environ 10 jours après la première capture du ravageur) ou tardivement (5 à 7 jours après l'application précoce). Dans tous les cas, les chercheurs ont observé l'efficacité de l'extrait, et les dommages causés aux pommes par l'hoplocampe de la pomme ont été évalués à la nouaison et à la récolte.

Le quassia s'est avéré efficace contre l'hoplocampe de la pomme dans les pommeraies de l'Ontario et de la Nouvelle-Écosse. Il a éliminé de surcroît les populations d'un autre insecte parasite des pommiers, soit le puceron rose de la pomme. Les chercheurs recommandent de doser l'extrait de quassia utilisé en fonction du degré d'infestation (plus la pression des ravageurs est intense, plus les concentrations devraient être élevées).

Ils s'attendent à ce que les données recueillies dans le cadre de cette étude appuient l'homologation canadienne de l'extrait de quassia contre l'hoplocampe de la pomme. Cet extrait aux vertus antiparasitaires, non toxique pour les pollinisateurs, pourrait aider grandement les pomiculteurs biologiques et non biologiques du Canada.

EN BREF

Le quassia est une plante prometteuse pour lutter contre l'hoplocampe de la pomme et réduire les pertes de récolte occasionnées par ce parasite dans les vergers canadiens. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Pratiques biologiques intégrées en gestion de verger de pommiers

CHERCHEURS Julia Reekie et Pervaiz Abbasi (AAC à Kentville), Margaret Appleby et Kristy Grigg McGuffin (MAAARO), Andrew Hammermeister (Université Dalhousie), Mehdi Sharifi (AAC à Summerland).

PARTENAIRES CA2, Boates Farm, Nova Scotia Tree Fruit Research Foundation, Ontario Apple Growers

La production de pommes dans l'Est du Canada est affectée par des dizaines de types d'insectes ravageurs et de maladies qui causent des dommages dans les vergers. Une équipe de recherche québécoise a étudié l'utilisation de filets d'exclusion sur des rangées de pommiers afin de prévenir les dommages causés par les insectes sans diminuer la qualité des pommes.

DES VERGERS ATTAQUÉS DE TOUTES PARTS

Dans l'Est du Canada, la pomiculture est limitée par la nécessité de gérer les multiples insectes ravageurs et maladies qui y sont très présents, ce qui diminue le rendement ou la qualité des pommes. Pourtant, la demande de pommes locales biologiques ne cesse d'augmenter. La surabondance de ravageurs et le fait que les outils de lutte antiparasitaire sont moins efficaces que ceux des systèmes conventionnels rendent la production de pommes biologiques particulièrement ardue. Il est donc nécessaire d'étudier de nouvelles méthodes de production afin de favoriser l'expansion de l'industrie de la pomme biologique.

Les filets d'exclusion, qui atténuent les dégâts causés par les ravageurs et les maladies, constituent l'une des approches novatrices actuellement envisagées. Ils sont utilisés avec succès en France et dans d'autres pays européens, mais n'avaient pas encore été testés dans l'Est du Canada. Leur rôle est d'empêcher les ravageurs d'entrer en contact avec l'arbre tout en prévenant des retombées néfastes sur l'environnement de croissance.

PLANIFICATION

Des filets d'exclusion ont été installés sur chaque rangée d'essai dans une plantation dense de pommiers Honeycrisp, elle-même située dans le verger expérimental de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) à Saint-Bruno-de-Montarville au Québec. Ces filets, qui enveloppaient les troncs d'arbres et isolaient donc le feuillage du sol, ont été installés du débourrement à la récolte, excepté pour quelques jours d'ouverture pendant la période de pollinisation maximale. Une installation similaire a été mise en place sur plusieurs variétés de pommiers à Victoriaville. L'équipe de recherche a suivi les dommages infligés aux pommes, la qualité des fruits, les populations de ravageurs, la pollinisation, la maniabilité et la durabilité des filets ainsi que les conditions environnementales sous les filets.

L'équipe de recherche, dirigée par le professeur Gérald Chouinard de l'IRDA, a noté les nombreux résultats positifs associés aux filets d'exclusion. Ces derniers se sont avérés efficaces pour repousser de nombreux insectes ravageurs parmi les plus problématiques dans les pommeraies de l'Est du Canada,



Rangée de pommiers Honeycrisp sous des filets d'exclusion qui laissent voir les pommes produites sans aucun pesticide récoltées à l'automne 2017.

dont la mouche de la pomme, le charançon de la prune, le carpocapse et la punaise terne. Les pommes cultivées sous filet présentaient beaucoup moins de dommages attribuables aux insectes. Les filets n'ont eu aucun effet négatif sur le rendement ou la qualité des pommes qu'ils couvraient; ils les ont même protégées contre la grêle. De plus, l'équipe de recherche a constaté que l'ouverture des filets pendant deux ou trois jours seulement à des fins de pollinisation a permis de réduire la surcharge de pommes.

Certains insectes sont tout de même parvenus à atteindre les pommes et à les endommager sous le dispositif de protection, surtout s'ils étaient présents dans le verger au moment de la mise en place des filets. La tordeuse à bandes obliques, par exemple, a prospéré sous les filets à Saint-Bruno.

EN BREF

Les filets d'exclusion permettent de produire des pommes de qualité en les protégeant efficacement contre de nombreux ravageurs qui font des dégâts importants dans les pommeraies de l'Est du Canada. Leur utilisation ouvre donc la porte à un accroissement de la production de pommes biologiques dans cette partie du pays. ●

INTRUS INTERDITS: DES POMMES BIOLOGIQUES PROTÉGÉES DES RAVAGEURS PAR DES FILETS D'EXCLUSION

NOM DE L'ACTIVITÉ Filets d'exclusion pour la production biologique de pommes dans l'Est

CHERCHEURS Gérald Chouinard, Luc Belzile et Vincent Phillon (IRDA), Mirella Aoun et Jean Duval (CETAB+), Gaétan Bourgeois (AAC à Saint-Jean-sur-Richelieu), Éric Ménard (Dubois Agrinovation), Mélanie Noël (Producteurs de pommes du Québec), Gregory Patience et Jason Tavares (École Polytechnique de Montréal)

PARTENAIRES CA2, Dubois Agrinovation, Producteurs de pommes du Québec

En serriculture, la régulation de l'environnement (humidité, taux de CO₂, température, etc.) pour maintenir des conditions de croissance optimales est un véritable défi. Le présent projet étudie l'utilisation de systèmes géothermiques et thermoéchangeurs afin de réduire les coûts de chauffage et améliorer la productivité et la régulation climatique dans les serres commerciales.

PROBLÈMES DE VENTILATION? LA GÉOTHERMIE AU SECOURS DES SERRES BIOLOGIQUES

LA MAÎTRISE COMPLÈTE DU CLIMAT DANS UNE SERRE EST UN DÉFI COMPLEXE

L'humidité, le taux de CO₂ et la température doivent tous être optimaux pour que l'environnement de croissance le soit également. Au Canada, les changements de température saisonniers ajoutent un degré de difficulté supplémentaire : il faut refroidir l'intérieur de la serre l'été, et le chauffer l'hiver. De nombreuses serres nordiques sont

équipées de systèmes de ventilation naturelle, qui évacuent la chaleur pendant les mois les plus chauds de l'année. Sous l'effet du vent et de la poussée thermique, l'air entre et sort dans les serres par des événements ou des fenêtres, qui permettent de se passer de ventilateurs à moteur. La ventilation naturelle peut toutefois causer une augmentation des coûts de chauffage (jusqu'à 10 %) et une insuffisance du taux de CO₂ pour assurer la croissance optimale des plantes. Il faut souvent encourir des dépenses supplémentaires d'introduction de CO₂ dans les serres ventilées pour soutenir l'environnement de culture.

UTILISATION DES CONNAISSANCES ACQUISES

Les systèmes de refroidissement géothermiques et les échangeurs de chaleur peuvent être la solution pour réduire les coûts de chauffage et déshumidifier les serres sans ventilation naturelle. Les pompes à chaleur géothermiques fonctionnent en utilisant les réserves d'énergie thermique saisonnières. La chaleur abondante l'été peut être retirée des serres surchauffées et stockée dans un banc thermique dans le sol. Cela réduit la nécessité de ventiler, qui est associée à une baisse indésirable du taux de CO₂. De plus, grâce aux données de la première Grappe scientifique biologique, il a été démontré que l'eau pompée dans une nappe phréatique élevée peut déshumidifier les serres; toutefois, une telle méthode est trop consommatrice d'eau pour être mise en œuvre à grande échelle dans des serres commerciales.



Refroidissement géothermique et échangeurs de chaleur dans une serre expérimentale chez Serres Jardins-Nature.

Le professeur Damien De Halleux (Université Laval) et Martine Dorais (AAC) ont conçu et réalisé des essais dans les serres de Serres Jardins-Nature à New Richmond au Québec. Il s'agissait de serres refroidies par ventilation naturelle et de serres semi-fermées refroidies par une pompe à chaleur. L'objectif était d'examiner et de comparer la qualité des tomates produites, comparer les données sur la croissance, les stratégies de déshumidification, les taux de CO₂ et le microclimat des serres.

De l'eau froide provenant de la nappe phréatique a été utilisée comme liquide de refroidissement dans les deux types de serres des Serres Jardins-Nature. À L'Abri végétal (autre entreprise de serriculture participant à l'essai), la source du refroidissement était le sol voisin des serres.

Avec des systèmes géothermiques et thermoéchangeurs, il est possible de limiter la quantité de ventilation nécessaire dans les serres semi-ouvertes. Cette réduction de la ventilation a permis une meilleure gestion du microclimat et une augmentation de la productivité des cultures. La réduction de la ventilation a également atténué les pertes de CO₂ dans l'atmosphère. Le refroidissement dans les serres témoins a donné un taux de 421 ppm de CO₂ dans l'atmosphère, contre des taux de 652 à 654 ppm de CO₂ dans les serres expérimentales, résultat important au chapitre de l'optimisation des conditions de croissance.

EN BREF

Les systèmes géothermiques et les échangeurs de chaleur atténuent le besoin de ventiler les serres, ce qui confère un meilleur contrôle sur le microclimat des serres. L'humidité demeure toutefois un paramètre problématique. Pour l'instant, l'utilisation de la ventilation naturelle traditionnelle demeure adéquate pendant les périodes de déshumidification critiques pour réduire la sensibilité des plantes aux maladies fongiques et autres. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Optimisation d'une méthode de refroidissement par évaporation et d'assèchement non traditionnelle pour la production de tomates biologiques en serre semi-fermée

CHERCHEURS Damien De Halleux (Université Laval), Martine Dorais (AAC - Université Laval)

PARTENAIRES CA2, L'Abri végétal, Serres Jardin-Nature

L'amélioration de la production et du rendement des légumes biologiques cultivés en serre au Canada pourrait réduire les importations d'aliments biologiques en provenance d'autres pays et rendre la serri-culture biologique concurrentielle et durable. La professeure Martine Dorais et son équipe ont étudié l'utilisation de systèmes d'éclairage à diodes électroluminescentes (DEL) dans la canopée (intra-canopée), d'engrais biologique et de biostimulants pour améliorer la valeur nutritive des légumes de serre.

DEMANDE CROISSANTE D'ALIMENTS BIOLOGIQUES AU CANADA

De nombreux producteurs biologiques canadiens se sont équipés de serres commerciales en raison de la demande croissante de fruits et de légumes disponibles toute l'année. Malgré cela, environ 75 % des produits biologiques consommés au Canada sont encore importés des États-Unis et du Mexique en dehors de la saison de croissance estivale. Les rendements des serres biologiques sont jusqu'à 40 % inférieurs à ceux des serres conventionnelles, principalement en raison de pathogènes présents dans les sols. Les rendements inférieurs en serre biologique et l'importation d'aliments biologiques soulignent la nécessité d'améliorer et d'optimiser la serri-culture biologique canadienne.

Dans les pays nordiques ayant un hiver comparable à celui du Canada, de nombreuses serres sont équipées de systèmes d'éclairage artificiel, qui fonctionnent d'octobre à mars pour augmenter le rendement photosynthétique. Ces systèmes permettent de récolter des fruits et des légumes locaux en toute saison. La présente étude portait sur l'utilisation de l'éclairage à DEL en trois dimensions dans la canopée afin d'augmenter les rendements et de permettre la croissance permanente des cultures. Elle visait aussi à déterminer si la gestion de la fertilisation organique, les biostimulants et le mode de culture occasionneraient des hausses de productivité, de valeur nutritive et de qualité des fruits.

L'équipe dirigée par Martine Dorais (AAC-Université Laval) a mené une étude de trois ans comportant plusieurs essais à AAC-Université Laval et aux Serres Lefort à Sainte-Clotilde-de-Châteauguay au Québec. Elle a analysé quatre facteurs principaux, auxquels ont été attribués des paramètres d'évaluation intensive afin de mesurer efficacement les résultats.

Le premier facteur à l'étude était la gestion de la fertilisation des légumes biologiques sous serre, en particulier des concombres, des poivrons et des tomates, dans le but d'en améliorer la productivité et la qualité, en explorant les intervalles d'application, les différentes formes d'application de



Concombre cultivé sous éclairage complémentaire à DEL intra-canopée.

l'azote (comparaison de l'azote organique et de l'azote minéral dont la disponibilité diffère) et les taux d'épandage. Le deuxième facteur était l'utilisation de biostimulants tels que la wollastonite (source de silicium), du lombricompost et des extraits d'algues marines, dont les effets sur la résilience, la productivité et la qualité des plantes ont été observés. Des comparaisons des modes de culture avec ou sans cultures de couverture ont été effectuées pour connaître la réponse des cultivars. Enfin, l'efficacité de l'éclairage à DEL intra-canopée pour améliorer le rendement, la productivité des cultures et la qualité des fruits a été évaluée.

La fertilisation dans les conditions de croissance commerciales avec des épandages réalisés toutes les 2, 3 ou 4 semaines, plutôt que chaque semaine, n'a produit aucune différence en ce qui a trait à la disponibilité des éléments nutritifs et à la qualité des fruits. En se basant sur les taux de minéralisation des engrais biologiques solides, il a été possible de déterminer que l'épandage réduit a fourni les éléments nutritifs requis et n'a pas fait fléchir les productivités élevées; la fréquence d'épandage proposée était de 1 fois par 3 à 4 semaines. Bien que l'azote disponible présent dans l'engrais biologique ait accru la biodiversité microbienne et les effectifs de microbes dans le sol, ces derniers n'ont eu aucun effet direct sur le rendement et la qualité des fruits.

EN BREF

L'éclairage complémentaire fourni par des DEL dans la canopée a augmenté la productivité des cultures de 20 %, ainsi que la qualité, la couleur et la fermeté des fruits. Les paramètres de qualité des fruits ont aussi augmenté de 25 à 40 %, selon le cultivar. La réduction de la fréquence d'épandage des engrais biologiques n'a pas diminué la productivité des cultures, et l'utilisation de biostimulants (tel le silicium) a contribué à leur résilience. ●

L'ÉCLAIRAGE DEL AMÉLIORE LE RENDEMENT DES LÉGUMES CULTIVÉS EN SERRE

NOM DE L'ACTIVITÉ Accroissement de la productivité et de la qualité de légumes biologiques cultivés en serre

CHERCHEURS Martine Dorais (AAC, Université Laval) Steeve Pepin (Université Laval)

PARTENAIRES CA2, Les Serres Lefort inc.

Les climats canadiens peuvent s'avérer peu propices à la croissance de légumes à fort rapport économique, y compris des légumes probablement nutraceutiques. Une équipe de recherche ontarienne a entrepris de mettre au point des structures de culture sous abri-serre et d'évaluer leur utilisation dans la production biologique.

DES ABRIS-SERRES POUR DE MEILLEURS RENDEMENTS ET DES SAISONS DE CROISSANCE PROLONGÉES

ALLONGER LA SAISON DE CROISSANCE

Bien que les abris-serres soient utilisés aux États-Unis et dans d'autres pays, dont le Canada, pour la culture de certains fruits, leur potentiel en maraîchage de légumes de grande valeur a été peu étudié au Canada. Pourtant, ils peuvent nettement prolonger la saison de

croissance au début du printemps et à la fin de l'automne sous le climat canadien. Les légumes frais, en particulier ceux qui se vendent à un prix élevé, telles les tomates cerises et les pousses de pois, peuvent voir leur prix augmenter quand la saison de croissance ne permet pas de les cultiver en plein champ. Par ailleurs, les abris-serres contribuent à la protection des plantes fragiles contre les conditions météorologiques très rudes et réduisent la pression des insectes ravageurs et des maladies, ce qui les rend particulièrement intéressants pour les producteurs biologiques. Compte tenu de la variabilité du climat d'une région à l'autre au Canada, ces structures devraient faire l'objet d'essais dans chacune d'entre elles.

DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX MARCHÉS POUR LES LÉGUMES AU CANADA

Certains légumes sont recherchés pour leurs propriétés nutritionnelles et leurs bienfaits pour la santé, et pourraient donc être utilisés en tant que nutraceutiques. Le melon amer en est un exemple. Apprécié par de nombreux groupes culturels, il atténuerait certains symptômes du diabète de type II. Les conditions météorologiques canadiennes limitent sa croissance et sa production dans les champs à l'échelle nationale. S'il était disponible, le melon amer biologique cultivé sous abri-serre pourrait se tailler une belle place sur le marché.

Le professeur Youbin Zheng, de l'Université de Guelph, a dirigé l'équipe de recherche qui a réalisé la présente étude sur un terrain agricole certifié biologique du campus de l'Univer-

sité de Guelph au Guelph Centre for Urban Organic Farming (GCUOF). Ce terrain d'un acre a été divisé en neuf parcelles de taille égale. Sur ces neuf parcelles, trois ont été laissées à découvert, trois ont accueilli des abris-serres conventionnels et les trois autres, des abris-serres pourvus de moustiquaires sur leurs côtés enroulables et sur leurs portes, aux extrémités.

Des tomates, melons amers, pousses de pois, pois (cosses) et chrysanthèmes comestibles biologiques ont été cultivés. L'équipe de recherche a ensuite observé leur rendement et leur qualité, sous l'effet des différents régimes de croissance. Elle a également évalué l'effet des trois traitements sur l'environnement des plantes (air et sol) en mesurant la température, l'humidité, le débit d'air et l'intensité lumineuse.



Parcelles sous abri-serre et à découvert à l'Université de Guelph.

EN BREF

Les abris-serres (tunnels hauts), comme on en trouve en Ontario, peuvent être utilisés dans les régions froides pour produire des légumes à fort rapport économique. En effet, ces abris-serres offrent une protection contre le froid à l'automne, ce qui prolonge la saison de croissance jusqu'à deux mois et rend possible la production de tels légumes. Ils permettent d'accéder à des rendements plusieurs fois supérieurs à ceux obtenus à découvert. C'est le cas du melon amer qui produit jusqu'à douze fois plus sous abri-serre. De plus, associés à des matériaux comme la toile moustiquaire et les filets de protection solaire, ils pourraient améliorer encore davantage la production, puisqu'elle serait ainsi également protégée contre les maladies et que cela réduirait les types et le nombre total d'insectes ravageurs pouvant causer des dommages. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Utilisation de l'abri-serre pour produire des légumes biologiques et des cultures nutraceutiques à fort rapport économique sous les climats canadiens

CHERCHEURS Youbin Zheng, Yun Kong, Dave Llewellyn, Martha Gay Scroggins, Ralph Martin, Mary Ruth McDonald and Rene Van Acker (Université de Guelph), Evan Elford (MAAARO).

PARTENAIRES CA2, DeCloet Greenhouse Manufacturing Ltd., Ralph Martin, Van Acker Horticulture Industry Fund

Les consommateurs affirment fréquemment que l'une des principales raisons pour lesquelles ils achètent des produits biologiques est que ces produits sont meilleurs pour la santé et plus savoureux. Est-il donc possible que des pratiques agricoles améliorent la qualité des carottes? Une équipe de recherche ontarienne a entrepris d'évaluer l'effet de régimes d'amendements fertilisants et de variétés de carottes sur la flaveur, le rendement et la composition phytochimique des carottes.

Les systèmes de production biologiques peuvent favoriser la synthèse de composés secondaires par les plantes. Ces composés ne sont pas nécessaires à la croissance et au développement de celles-ci, mais ils sont présents à des fins de défense ou d'acquisition d'éléments nutritifs. Il s'agit notamment de caroténoïdes, de polyacétyles, ou d'acides phénoliques, souvent associés à des bienfaits pour la santé.

Les plantes cultivées dans des systèmes à faibles intrants, comme les plantes biologiques, dépendent généralement davantage de ces composés. Bien qu'on s'attende à ce que les pratiques biologiques mènent à des sols sains et que les sols sains mènent à leur tour à des aliments nutritifs, peu de recherches ont été faites pour évaluer de quelle façon les pratiques de gestion des sols biologiques pourraient être optimisées afin d'améliorer le goût et la valeur nutritive des aliments.

Une équipe de recherche ontarienne dirigée par la professeure Marica Bakovic et la candidate au doctorat Amanda Stefanson a étudié deux variétés de carottes cultivées dans des types de sols et suivant des régimes de nutrition différents : les carottes Imperator, produites en grande partie pour la transformation des aliments, et les carottes de Nantes, produites plus souvent pour les petits marchés. Les deux types de carottes ont été cultivés pendant deux ans à deux endroits en Ontario. L'un de ces endroits était un champ jardiné exploité depuis plusieurs saisons en régie biologique et dont la fertilité était élevée, et l'autre, un champ de foin voisin non biologique et peu fertile établi sur le même type de sol. L'équipe de recherche de l'Université de Guelph souhaitait ainsi maîtriser un grand nombre de variables sous-jacentes susceptibles d'influencer sur les propriétés nutritionnelles ou sanitaires des carottes, ne faisant varier que les variables de l'étude.

Chaque variété de carottes a été soumise à différents traitements agronomiques : apport de compost, traitement biologique optimisé comprenant du compost et des micro-nutriments appliqués sur le sol et les feuilles ou engrais synthétique. L'effet de ces traitements sur la concentration

de certains composés phytochimiques bons pour la santé dans les carottes, soit les caroténoïdes, polyacétyles et acides phénoliques, a ensuite été analysé. Un test de dégustation a été utilisé pour déterminer si les pratiques de gestion influençaient la flaveur des carottes.

Les régimes agronomiques n'ont eu que peu d'impact sur le rendement, les teneurs en minéraux ou la composition phytochimique des différentes variétés de carottes, en revanche, les rendements de carottes ont été meilleurs dans le champ de foin (peu fertile). L'équipe de recherche estime que ces rendements plus élevés pourraient être attribuables à l'activité microbienne du sol ou aux différences dans le cycle des éléments nutritifs. Dans l'ensemble, les traitements agronomiques ont eu peu d'effets sur le caractère « sain » des carottes, contrairement à l'état du sol. Pour les deux variétés, la teneur en caroténoïdes était supérieure dans les carottes issues du champ de foin, et la concentration d'acide chlorogénique (principal polyphénol de la carotte) était plus élevée dans celles qui avaient été cultivées dans le champ jardiné (très fertile).

La variété Imperator présentait des concentrations plus élevées de nombreux composés phytochimiques et minéraux et avait une capacité antioxydante plus élevée, alors que la variété de Nantes était plus riche en caroténoïdes. Les teneurs en caroténoïdes étaient plus élevées dans les carottes issues du champ de foin, et les teneurs en polyphénols, plus élevées dans celles issues du champ jardiné.

Les consommateurs ont préféré la carotte de Nantes à la variété Imperator, la trouvant plus sucrée et globalement plus savoureuse. Toutefois, ils n'étaient pas capables de discerner une différence de goût attribuable aux différentes stratégies d'amendement.

EN BREF

Les traitements fertilisants utilisés pour cultiver les carottes ont eu peu d'effets sur le goût ou les composés bons pour la santé des carottes; par contre ce dernier élément a été influencé par l'état naturel du sol ou les conditions de croissance des différents champs. ●

PEUT-ON FAIRE POUSSER DES CAROTTES MEILLEURES POUR LA SANTÉ?

NOM DE L'ACTIVITÉ Les bienfaits pour la santé liés aux techniques de gestion du sol pour améliorer la flaveur et le contenu phytochimique des carottes: Établir des liens entre un sol en santé, des plantes saines et des gens en santé

CHERCHEURS Marica Bakovic, Amanda Stefanson, Lisa Duizer, Ralph Martin (Université de Guelph), David Cohlmeier (Sustainable Good Food Consulting)

PARTENAIRES CA2, Carrot Cache Community Resources Inc., chaire de recherche sur la production alimentaire durable de Les Compagnies Loblaw limitée

Au Canada, les producteurs de légumes biologiques qui travaillent les terres noires peuvent trouver difficile d'équilibrer la flore microbienne de leur sol, la fertilisation, les rendements ainsi que la durée de conservation et l'innocuité de leurs produits. La présente étude visait à déterminer le système qui favorise le mieux la fertilité du sol et l'activité microbienne afin d'améliorer la production de carottes biologiques.

LES FERTILISANTS BIOLOGIQUES ET LES CULTURES DE COUVERTURE PEUVENT-ILS AMÉLIORER LA PRODUCTION DE CAROTTES DANS LES TERRES NOIRES?

Actuellement, les carottes sont l'un des principaux légumes biologiques cultivés au Canada, mais aussi l'un des légumes biologiques les plus importés. Si les rendements augmentent et si les pratiques agronomiques sont optimisées, la production de carottes biologiques dans les terres noires pourrait devenir plus avantageuse sur le plan économique.

De nombreux producteurs biologiques canadiens se tournent vers l'azote granulé, qui a pour point commun avec les engrais azotés synthétiques de pouvoir être épandu directement et d'être

rapidement absorbé. Les cultures de couverture et les engrais biologiques peuvent toutefois offrir une alternative aux producteurs qui souhaitent restreindre leurs effets néfastes sur les communautés microbiennes du sol, tout en maintenant un apport d'éléments nutritifs afin d'optimiser la qualité et le rendement de leurs productions.

Une équipe dirigée par Caroline Côté, de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), s'est engagée dans un projet de recherche sur trois ans à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA à Saint-Bruno-de-Montarville au Québec. Chaque automne, des cultures de couverture de pois fourragers et d'avoine et un traitement témoin (aucune culture de couverture) ont été mis en œuvre dans les terres noires. Chaque printemps, trois traitements de fertilisation biologique ont été administrés à chaque culture : épandage de fumier de bovins composté, épandage de granulés de fumier de volaille et aucun épandage (traitement témoin).

Avant et après les traitements, des échantillons de sol ont été prélevés pour suivre la diversité bactérienne et eucaryote



Parcelles de carottes cultivées dans des types de sols différents.

et l'abondance des microorganismes. Les changements de concentration de nitrate, d'ammonium et de potassium dans le sol ont été observés au moyen de membranes échangeuses d'ions. Une analyse économique des rendements totaux et marchands de carottes a été effectuée entre les traitements. Des sous-échantillons de carottes ont été mis de côté pour établir la qualité et la durée de conservation des légumes en recherchant chaque mois, sur une durée de cinq mois, d'éventuels symptômes de moisissure et de maladie.

Le fumier composté a augmenté le rendement marchand des carottes biologiques comparativement aux autres fertilisants. Il s'est particulièrement démarqué dans les comparaisons de rendement entre le traitement avec culture de couverture de pois fourragers et les témoins (sans culture de couverture). Les concentrations de potassium disponible ainsi que la diversité eucaryote ont également augmenté, avec un effet positif sur les rendements. L'incidence des maladies fongiques au sein des carottes mises de côté a crû, mais seulement au bout de trois mois. Par conséquent, l'effet sur les carottes de conservation à court terme n'est pas très important.

La culture de couverture de pois fourragers a haussé la quantité de nitrates disponibles pour les plantes, tandis que la culture de couverture d'avoine a produit la plus haute concentration de potassium disponible pour les plantes. De plus, les cultures de couverture sont une pratique agricole durable, qui peut empêcher ou atténuer la dégradation des terres noires.

EN BREF

L'utilisation d'engrais biologiques a augmenté le rendement marchand des cultures de carottes biologiques ainsi que l'activité microbienne dans le sol des terres noires. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Impact d'engrais verts et de fertilisants organiques sur le rendement et l'innocuité de la carotte biologique en terre noire

CHERCHEURS Caroline Côté, Luc Belzile, Richard Hogue et Christine Landry (IRDA), Denis La France et Anne Weill (Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité [CETAB+]) et Linda Roberge (Phytodata)

PARTENAIRES CA2, Les Fermes R&R et Fils Inc., Union des producteurs agricoles

Il est difficile de cultiver des plantes ornementales et des herbes (fines herbes et herbes médicinales et aromatiques) biologiques sans les régulateurs de croissance utilisés en production ornementale conventionnelle, qui ne sont pas permis en régie biologique. La présente étude visait à déterminer des régimes de croissance optimaux en sericulture avec différentes longueurs d'onde émises par des diodes électroluminescentes (DEL) afin de produire des herbes biologiques de grande qualité.

Les plantes ornementales et les herbes gagnent en popularité auprès des consommateurs canadiens. Bien que le marché ne soit pas tout à fait comparable aux marchés européen ou états-unien, les Canadiens recherchent de plus en plus des plantes qui correspondent à leur mode de vie. Les consommateurs étant de plus en plus sensibilisés aux enjeux environnementaux et soucieux de l'origine de leurs achats, ils sont nombreux à vouloir des plantes biologiques produites localement.

L'ÉCLAIRAGE COMME STIMULATEUR DE CROISSANCE

Les producteurs de plantes ornementales utilisent souvent des régulateurs de croissance, en plus d'appliquer des mesures de régulation climatique. Or ces régulateurs de croissance ne sont pas disponibles pour les producteurs de plantes ornementales et d'herbes biologiques. De plus, certaines mesures de régulation du microclimat des serres, telles l'augmentation et la diminution des températures, la ventilation et l'installation de multiples systèmes d'éclairage pour les différentes espèces végétales, consomment énormément d'énergie et coûtent très cher. Les lampes à DEL à spectres multiples peuvent être un outil complet à la disposition des producteurs de plantes ornementales biologiques afin de réduire certains de ces coûts et de stimuler la croissance des plantes en se passant de régulateurs de croissance.

En 2017, une équipe de recherche québécoise dirigée par Martine Dorais (AAC - Université Laval), en collaboration avec Nicolas Zyromski (Les Serres Frank Zyromski) a étudié 20 espèces d'herbes soumises à deux traitements lumineux distincts à des fins de croissance et de qualité. Les 20 cultivars d'herbes ont été groupés en 7 ensembles de 3 espèces appelés « trios ». Les trios ont été exposés à un éclairage complémentaire à DEL, le témoin ne recevant aucun éclairage complémentaire. Deux spectres d'éclairage à DEL étaient fournis à des spectres différents (15 % de bleu et 85 % de rouge) pour une photopériode de 12 heures.

Des essais similaires ont été effectués sur des plantes ornementales en contexte expérimental et commercial de 2014 à 2016 afin de déterminer les effets de l'éclairage DEL



Essai avec de la lavande biologique sous éclairage complémentaire à DEL.

complémentaire sur la croissance et la qualité des plantes.

L'éclairage complémentaire à DEL peut être un outil important pour les producteurs de plantes ornementales et d'herbes biologiques. Chez toutes les espèces, la biomasse totale sèche des pousses a été multipliée par 1,4 en moyenne (ce qui représente une hausse de 40 %) avec les lampes à DEL. Elle a augmenté de 100 % chez le thym citronné (*T. citriodorus*) et la sauge officinale (*S. officinalis*). La biomasse de feuilles sèches a également augmenté – de 70 % en moyenne, et de 320 % en particulier chez la menthe pomme (*M. suaveolens*). L'éclairage à DEL stimulerait donc la croissance des plantes ornementales et des herbes lorsque celles-ci sont cultivées sans régulateurs de croissance.

Les phénols végétaux sont souvent associés directement à la qualité et à la fraîcheur des produits. Par conséquent, ils constituent un indicateur important de la valeur des herbes. Les plantes éclairées avec des DEL contenaient 2,2 fois plus de phénols accumulés que celles du groupe témoin, et dans le cas du romarin (*R. officinalis*), 6,4 fois plus. Globalement, l'éclairage complémentaire à DEL pourrait s'avérer un outil de croissance extrêmement utile pour les producteurs de plantes ornementales et d'herbes biologiques.

EN BREF

L'éclairage complémentaire à DEL a augmenté la biomasse des plantes et la concentration de phénols totaux accumulés dans les herbes biologiques. La biomasse totale sèche des pousses a été multipliée par 1,4 en moyenne, et les phénols totaux par 1,7 en moyenne, lorsque les plantes ont bénéficié de cet éclairage. ●

L'ÉCLAIRAGE À DEL PEUT-IL OPTIMISER LA CULTURE DES PLANTES ORNEMENTALES ET DES HERBES BIOLOGIQUES?

NOM DE L'ACTIVITÉ Production de plantes mères biologiques sous éclairage artificiel DEL pour la production de boutures et plantes fleuries en pots

CHERCHEURS Martine Dorais (AAC à Agassiz en C.-B.), Blanche Dansereau, Steeve Pépin (Université Laval)

PARTENAIRES CA2, Les Serres Frank Zyromski

CULTURE BIOLOGIQUE ET COMPOSÉS NUTRACEUTIQUES DU HOUBLON : DE GRANDS ESPOIRS?



Le houblon, plante très exigeante en éléments nutritifs et en intrants, est très prisé au Canada, surtout lorsqu'il est biologique. La présente étude visait à élaborer un plan de culture biologique efficace pour le houblon destiné à l'industrie nutraceutique.

DES RETOMBÉES POUR PLUS D'UN MARCHÉ

Le houblon est réputé depuis des temps immémoriaux pour sa valeur médicinale. Il est utilisé dans le traitement de problèmes de santé tels que l'anxiété et l'inflammation. Ses métabolites secondaires et molécules actives, notamment les flavonoïdes prénylés et le xanthohumol, sont convoités pour leurs propriétés nutraceutiques. La demande de houblon biologique brassicole et nutraceutique connaît actuellement une forte hausse au Canada. Or l'augmentation des rendements destinés à l'industrie nutraceutique pourrait contribuer à répondre aux besoins des microbrasseries.

Le houblon est une culture très consommatrice d'intrants, en particulier d'azote (N). En effet, le houblon peut consommer jusqu'à 4,5 kg N/ha/jour, ce qui signifie qu'il est extrêmement important de disposer d'un plan de gestion équilibrée des éléments nutritifs et d'examiner attentivement le taux de minéralisation des amendements. De plus, pour les houblonniers canadiens, il est également essentiel d'élaborer une stratégie de gestion biologique afin de s'adapter aux marchés des industries susmentionnées.

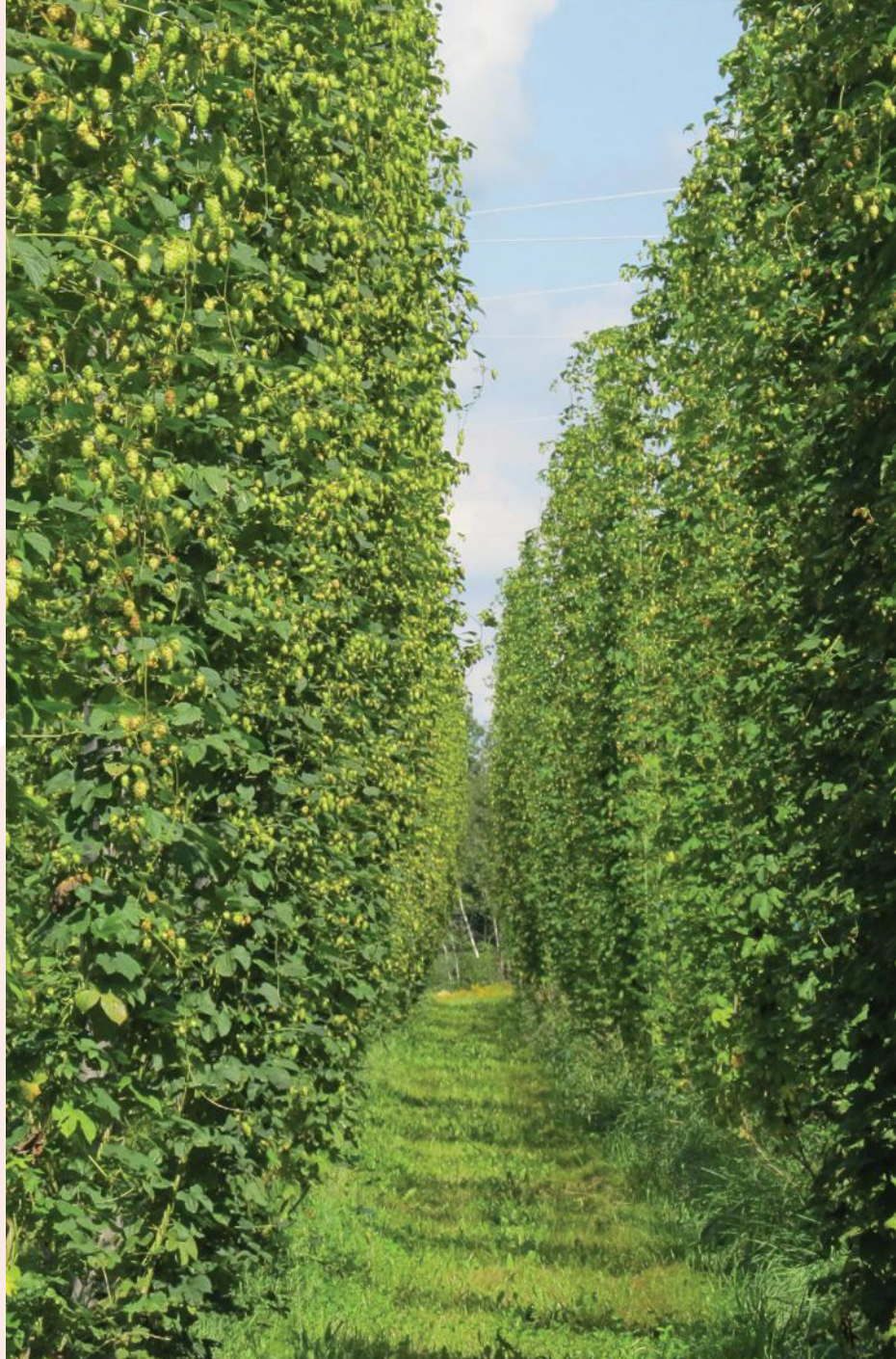
L'équipe de recherche, dirigée par la professeure Martine Dorais (AAC et Université Laval), a mené six essais à la Houblonnière Gosselin de Sainte-Sophie-d'Halifax au Québec entre 2014 et 2017. Il fallait établir deux taux de fertilisation dès la première année afin de déterminer un taux d'azote optimal pour la culture. La première année, une culture de trèfle blanc et de trèfle rouge a été intercalée dans celle du houblon. Le sol a été amendé avec du biocharbon (charbon à usage agricole ou « biochar » en anglais), dont l'efficacité, à l'aune des propriétés du sol et de la performance agronomique des cultures, a été observée. Pendant les trois années suivantes, les effets de la culture intercalaire de trèfles et des taux de fertilisation ont été estimés pour connaître leurs répercussions sur le rendement et les teneurs en composés nutraceutiques.

LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

Le désherbage est rapidement devenu un problème considérable : quatre méthodes ont donc été comparées de 2016 à 2017. Le désherbage à la main, le tapis de fibres de coco, le paillis de fibres de coco et un produit de contact naturel (disponible pour la recherche seulement) ont été testés dans le but de déterminer leur efficacité à contenir les mauvaises herbes. Les tapis de fibres de coco sont des paillis faits de déchets de noix de coco fréquemment utilisés pour désherber en Nouvelle-Zélande. Enfin, des biostimulants et du silicium (sous forme de wollastonite) ont également fait l'objet d'essais, leurs effets sur le rendement et les teneurs en composés nutraceutiques étant les paramètres évalués.



Culture intercalaire de trèfles (à droite de la ligne blanche) bordant un rang de houblon en début de saison. À droite, échantillon témoin sans trèfle.



ASSOCIATION DE PLUSIEURS TECHNIQUES POUR OPTIMISER LES RÉSULTATS

Le désherbage manuel et le paillis de coco ont donné des rendements de 10 à 20 % supérieurs, tandis que la taille des tiges secondaires de houblon de mai à juillet a fait bondir le rendement de cônes frais d'environ 50 % par rapport aux traitements témoins. L'association désherbage-taille est réputée augmenter fortement le rendement. L'un des aspects les plus importants de la production de houblon biologique survient avant que le houblon ne soit semé. En effet, l'établissement d'une culture de couverture et de cultures intercalaires, entre une préparation adéquate du sol et l'établissement de la culture principale, pourrait constituer une étape clé pour les houblonniers biologiques.

Comme prévu, le houblon a prélevé d'incroyables quantités d'azote dans le sol. L'étude a produit un plan de fertilisation biologique reposant principalement sur l'épandage de compost, de granulés de fumier de volaille, de farine de plumes et de farine d'os. Aucun effet néfaste sur les teneurs en composés nutraceutiques n'a été observé avec un taux d'épandage de 170 kg N/ha. Avec la variété Cascade, ce taux a permis d'obtenir une hausse de rendement de 50 % par rapport au taux d'épandage de 110 kg N/ha; Cascade a mieux résisté aux conditions climatiques et s'est avérée viable en régie

biologique, ses rendements et la qualité de ses cônes étant supérieurs, et sa vulnérabilité au brunissement causé par le mildiou, faible ou nulle.

EN BREF

Le houblon a besoin d'une fertilisation azotée abondante et d'apports d'éléments nutritifs biologiques lui permettant d'exprimer son potentiel de rendement. Certaines variétés de houblon, comme Cascade, ont mieux résisté au climat que les autres en brunissant moins sous l'effet du mildiou. L'association de techniques de désherbage et de la taille des tiges secondaires a fait augmenter significativement les rendements.

NOM DE L'ACTIVITÉ Impact de la fertilisation biologique sur la croissance et le rendement en composés secondaires du houblon destiné à la transformation alimentaire et nutraceutique

CHERCHEURS Martine Dorais (AAC et Université Laval), Yves Desjardins et André Gosselin (Université Laval)



CONTRIBUTIONS EN NATURE

C'est avec beaucoup de gratitude que nous aimerions souligner les contributions en nature des partenaires suivants en soutien aux activités de recherche de la GSBII :

Biosynterra Solutions Inc.

Satinder Kaur Brar

Centre de recherche en sciences animales
de Deschambault

Franck E. Dayan

Héloïse Laboratoire Inc.

Hewgill Orchards Inc.

Kalala Organic Estate Winery

Le Fermes R&R et Fils inc.

François Malouin

Manitoba Food Development Centre

Organic Research Advisory Council

Premier Tech Biotechnologies

Rosebank Farms

Saskatchewan Organic Directorate

Summerhill Pyramid Winery

Valacta Inc.

Vergers Leahy Inc.

CONTRIBUTIONS MONÉTAIRES

C'est avec beaucoup de gratitude que nous aimerions souligner les contributions monétaires des partenaires suivants en soutien aux activités de recherche de la GSBII :



HOWPARK
FARM

ABSORBENT
PRODUCTS LTD

BOATES
FARM LTD

JONATHAN
SPROUTS

DES AGENTS DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA TAVELURE DU POMMIER: LA SOLUTION QUI VIENT DE L'INTÉRIEUR

Tavelure du pommier affectant les pommes et les feuilles d'un pommier.

La tavelure du pommier représente un fardeau économique important pour les pomiculteurs biologiques du Canada. Certaines mesures de lutte existent, mais il est nécessaire de développer de nouveaux produits de lutte biologique efficaces et à faible risque environnemental. La présente étude a été menée par une équipe de recherche ontarienne qui s'est proposé d'isoler des microorganismes susceptibles d'agir en tant qu'agents de lutte biologique afin d'éliminer la tavelure du pommier par l'intérieur de l'arbre.

La tavelure du pommier, causée par le champignon pathogène *Venturia inaequalis*, est un grand problème en pomiculture biologique partout dans le monde. Capable d'anéantir une récolte, elle est la principale maladie fongique contre laquelle les pomiculteurs biologiques luttent au Canada, surtout pendant les étés humides. L'infection par la tavelure du pommier entraîne une défoliation précoce des pommiers et couvre les fruits de croûtes, qui finissent par se fissurer.

Bien que les pulvérisations à base de cuivre soient efficaces et permises contre les maladies fongiques en régie biologique au Canada, leur utilisation répétée peut mener à des accumulations de cuivre au-delà des concentrations souhaitables dans le sol des vergers. Les produits à base de soufre, quant à eux, peuvent être phytotoxiques pour les feuilles. Par conséquent, il est nécessaire de trouver de nouveaux moyens de lutte contre les maladies fongiques qui touchent les pommes biologiques.

La professeure Deena Errampalli (AAC) et son équipe ont entrepris d'identifier et d'isoler de nouveaux agents de lutte biologique potentiels afin d'éliminer la tavelure du pommier. Leurs travaux se sont concentrés sur des endophytes, c'est-à-dire des bactéries et des champignons naturellement présents dans les tissus des pommiers.

Les scientifiques ont prélevé des feuilles, tiges, pétioles et racines de pommetiers, pommiers sauvages et pommiers de verger. Les endophytes résidant dans ces tissus ont été isolés et caractérisés visuellement ainsi que par analyse de leur ADN. Afin de connaître leur capacité à combattre la tavelure, les microorganismes isolés ont ensuite été observés lors d'essais en laboratoire et en serre sur des semis de pommiers infectés par des inoculats de *V. inaequalis*.

Un certain nombre d'endophytes bactériens et fongiques ont été isolés dans les pommes à trois différents endroits, dont certains qui semblent prometteurs en raison de leur capacité à combattre la tavelure du pommier. Bien que cette étude ait permis d'identifier des produits potentiellement actifs contre ce fléau, ils ne sont pas encore utilisables en lutte biologique par les pomiculteurs canadiens. Les travaux se poursuivent afin de développer un produit commercial qui sera vraisemblablement très précieux pour les pomiculteurs biologiques, mais aussi conventionnels.

EN BREF

Bien que les chercheurs aient réussi à identifier et isoler des agents de lutte biologique prometteurs contre la tavelure du pommier, plusieurs étapes doivent encore être franchies avant que de nouveaux produits soient disponibles pour les pomiculteurs biologiques. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Développement de stratégies de contrôle pour la tavelure de la pomme

CHERCHEURS Deena Errampalli (AAC à London), Kerik Cox (Université Cornell), Paul Goodwin (Université de Guelph), John Molenhuis (MAAARO)

PARTENAIRES CA2, Hewgill Orchards Inc., Ontario Apple Growers, Vergers Leahy Inc.



à gauche: Symptômes de blanc du fraisier.

à droite: Fraisiers traités avec du silicium sous un abri plastique.

*Près de la moitié des fraises du Canada sont produites au Québec. Le blanc du fraisier est une maladie fongique commune dans les cultures de fraises. Il requiert souvent l'application de fongicides qui ne sont pas disponibles pour les producteurs de fraises biologiques. Une équipe québécoise a travaillé sur de nouveaux moyens de lutte contre les maladies fongiques des fraises cultivées sous abris-serres. La présente étude portait donc sur le silicium en tant qu'amendement antifongique biologique possible contre le blanc du fraisier causé par *Podosphaera aphanis* (oïdium du fraisier).*

Traditionnellement cultivées dans les champs en été, les fraises sont une culture importante au Canada. Cependant, de plus en plus de fraises sont cultivées sous abri-serre et en serre à des fins de production permanente. Les fraises biologiques sont particulièrement difficiles, car peu de moyens de lutte contre les maladies sont permis en vertu de la réglementation applicable à la production biologique. Les données disponibles sont également insuffisantes, et la connaissance d'applications concrètes des biostimulants, tel le silicium, et de la manière dont des plantes telles que le fraisier utilisent le silicium à leur avantage est encore limitée.

Près de la moitié (48 %) des fraises canadiennes sont cultivées au Québec à l'heure actuelle. De nombreux producteurs de fraises sont durement touchés par le blanc du fraisier, maladie fongique de plus en plus commune. L'application de fongicide est la principale méthode de lutte contre la maladie, en particulier pour les fraises cultivées sous abris-serres. Les producteurs de fraises biologiques ne peuvent cependant pas utiliser cette méthode. Plusieurs études ont démontré que le silicium peut atténuer les méfaits de l'oïdium dans de multiples cultures, y compris celle des fraises, voire renforcer la résistance des plantes à davantage de stress biotiques et abiotiques.

Richard Belanger et Martine Dorais ont mené leur projet chez Les Fraises de l'île d'Orléans inc., entreprise productrice de fraises établie au Québec. Trois et six cultivars insensibles à la photopériode ont été utilisés lors d'essais réalisés en 2014 et 2015, respectivement. Ces cultivars ont reçu des suppléments de silicium et ont été exposés au blanc du fraisier (*P. aphanis*). Leur sensibilité à cette maladie fongique a ensuite été observée sous abri-serre. Les cultivars ont également été testés pour déterminer leur taux d'absorption du silicium (fourni par un régime de suppléments) ainsi que les cultivars qui assimilent le mieux cet élément chimique.

Tous les cultivars testés ont très bien et de façon similaire absorbé le silicium. Cela a été révélé par la pesée des fraises traitées, qui contenaient 3 % (matière sèche) de silicium. En 2014 comme en 2015, les traitements incluant du silicium ont permis de réduire significativement la présence du blanc du fraisier sur les feuilles et les fruits. Les cultivars Verity et Charlotte sont ceux qui ont connu la plus grande diminution des effets globaux du blanc.

EN BREF

Le silicium est un candidat incroyablement prometteur pour la lutte contre les maladies fongiques qui nuisent aux producteurs de fraises. Jusqu'à 80 % des dommages causés par le blanc du fraisier ont été éliminés, et les plantes qui ont reçu du silicium ont produit des fruits d'excellente qualité. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Développement de la production de fraises biologiques par l'exploitation de leur capacité génétique naturelle d'absorption du silicium

CHERCHEURS Richard Bélanger (Université Laval), Martine Dorais (AAC - Université Laval)

PARTENAIRES CA2, Fraises de l'Île d'Orléans



Les consommateurs de produits biologiques s'attendent à ce que leurs achats soient bons pour la santé, attrayants et exempts de maladies et de contaminants. Une équipe de recherche québécoise a exposé des plants de fraisier et de laitue à des rayons ultraviolets C (UVC) avant la récolte afin d'étudier la capacité de ce traitement à atténuer les maladies et augmenter les teneurs en composés phytochimiques d'intérêt de ces plants.

Effets d'un traitement à base d'UVC avant la récolte sur la croissance et la santé de fraisiers : A. Fraisier sain; B. Fraisier sain traité avec des UVC; C. Feuille de fraisier infecté par un inoculat de Mycosphaerella; D. Feuille de fraisier infecté par un inoculat de Mycosphaerella et exposé aux UVC.

UNE ONCE DE PRÉVENTION: DES RAYONS ULTRAVIOLETS C AVANT LA RÉCOLTE POUR AMÉLIORER LA SANTÉ DES FRUITS ET LÉGUMES

Ces trente dernières années, les scientifiques ont étudié les effets de faibles doses d'UVC (254 nm) sur les fruits et légumes après la récolte. Si les hautes doses d'UVC sont dommageables pour les plantes, il n'en va pas de même des faibles doses, qui peuvent provoquer une réponse biologique bénéfique. En fait, des études antérieures ont démontré le potentiel de cette technologie pour réduire la pression des maladies, ralentir la maturation et rehausser la qualité des fruits et légumes.

Ce potentiel est également

prometteur en agriculture biologique, et l'usage de cette technologie avant la récolte demeure largement inexploré.

Une équipe de recherche québécoise dirigée par la chercheuse d'AAC Marie Thérèse Charles souhaitait étudier les effets de l'exposition précoce des plants aux UVC en se demandant en particulier si cette exposition se traduirait par un impact moindre des maladies ou par une qualité supérieure des produits récoltés, qualité mesurée en fonction des teneurs en composés phytochimiques bénéfiques, tels les antioxydants.

Au Centre de recherche et de développement d'AAC à Saint-Jean-sur-Richelieu, l'équipe a choisi de travailler avec des

plants de fraise et de laitue. Les fraisiers ont été traités tous les jours, tous les deux jours ou tous les trois jours avec une certaine dose d'UVC. Ce faisant, les chercheurs ont tenté de découvrir quelle dose d'UVC procurerait les avantages souhaités sans léser les fraisiers en croissance. Simultanément, les plants de laitue ont été exposés à diverses doses d'UVC.

Les résultats de recherche sont très encourageants. L'équipe a découvert que l'exposition des fraisiers aux rayons UVC tous les deux jours pendant quatre semaines atténuait une maladie en particulier, soit la tache commune de la fraise (causée par un champignon du genre *Mycosphaerella*), sans nuire à la croissance de la fraise. Les chercheurs ont ensuite prolongé le traitement jusqu'à sept semaines. Bien que l'exposition prolongée ait augmenté le nombre de fruits déformés ou avortés, le nombre total de fraises et le rendement commercialisable sont demeurés constants, tandis que les concentrations de composés phytochimiques bénéfiques, tels les anthocyanes, les flavanols et l'acide ellagique, ont augmenté.

Les travaux sur la laitue touchent à leur fin; les résultats préliminaires indiquent qu'une faible dose d'UVC pourrait atténuer la tache bactérienne. Cependant, des essais sont toujours en cours pour déterminer à quelle fréquence les producteurs devraient utiliser les UVC sur cette culture délicate afin de profiter de l'avantage du traitement sans nuire à la qualité du produit.

EN BREF

L'utilisation d'UVC pendant la croissance des plants est un outil potentiel dont les producteurs de fruits et légumes biologiques peuvent se servir pour lutter contre les ennemis des cultures et améliorer la qualité des récoltes. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Développement technologique de la thérapie par lumière ultraviolette post-récolte pour une prolongation de la conservation des fruits et légumes biologiques frais

CHERCHEURS Marie Thérèse Charles (AAC, Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu), Joseph Arul et Russell Tweddell (Université Laval) et autres chercheurs nommés dans la réponse de Marie Thérèse

PARTENAIRES CA2

Les pois et les lentilles sont une composante courante des rotations de céréales biologiques dans les Prairies, mais aussi des cultures qui se laissent facilement envahir par les mauvaises herbes. Une équipe de recherche basée en Saskatchewan souhaitait formuler des recommandations de lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures de pois et de lentilles à l'aide de méthodes mécaniques et culturales.

Les méthodes culturales de lutte contre les mauvaises herbes visent à avantager les cultures dans la concurrence qui les oppose aux mauvaises herbes. L'une des stratégies communes consiste à augmenter le taux de semis pour densifier la culture et rapetisser les ouvertures disponibles pour les mauvaises herbes. Une autre stratégie, le désherbage mécanique, élimine physiquement les mauvaises herbes et peut être mise en œuvre à plusieurs étapes du cycle de culture.

Les cultures de légumineuses font souvent partie des rotations céréalières biologiques dans les Prairies. En effet, ayant la capacité de fixer l'azote de l'air, les légumineuses constituent un précieux ajout dans les rotations qui pourraient épuiser cet élément nutritif. Elles sont toutefois lentes à s'établir, ce qui les rend particulièrement vulnérables aux mauvaises herbes.

Peu d'études ont porté sur les effets de l'association de techniques culturales et mécaniques de désherbage, en particulier dans les cultures de légumineuses. Il y aurait donc un vide à combler en concevant une approche efficace de gestion intégrée des mauvaises herbes pour les légumineuses biologiques.

Le professeur Steve Shirtliffe, de l'Université de la Saskatchewan, et ses collaborateurs ont entrepris des essais de plein champ avec des pois et des lentilles à la Ferme de recherche sur les cultures Kernen et à la Ferme de recherche Goodale en 2016 et 2017. Ils souhaitaient observer les effets respectifs et combinés de stratégies culturales et mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes afin d'optimiser à la fois le désherbage et les rendements.

Dans les champs de ces fermes, des parcelles expérimentales ont été ensemencées soit avec la densité de semis habituellement recommandée en agriculture conventionnelle soit avec la densité de semis de l'agriculture biologique, plus élevée. Quatre taux de semis ont été testés : 250, 500, 1 000 et 2 000 graines viables par m². Les parcelles ont ensuite été soumises au passage d'un, deux ou trois outils de désherbage parmi les suivants : houe rotative, herse à dents mobiles et cultivateur d'inter-rang. Les traitements témoins étaient l'absence d'intervention et le désherbage manuel. Les chercheurs ont ensuite observé la progression des mauvaises herbes,

notamment en mesurant leur biomasse, ainsi que le rendement des cultures sous l'effet des traitements.

Dans les deux cultures, le désherbage mécanique a réduit la biomasse des mauvaises herbes comparativement à l'absence de désherbage mécanique. En ce qui concerne le pois, l'utilisation de la houe rotative, de la herse et du cultivateur d'inter-rang dans toute combinaison de deux ou trois outils (fig. 1) a réduit la biomasse des mauvaises herbes de 73 à 86 %. Chez les lentilles, l'association de la houe rotative et du cultivateur d'inter-rang, avec ou sans hersage, a réduit la biomasse des mauvaises herbes dans une même proportion. Simultanément, la densification des semis de pois et de lentilles a fait croître le rendement de 13 et 23 % respectivement. Dans le cas des petits pois, la combinaison du taux de semis élevé et de l'une ou l'autre des méthodes de désherbage mécaniques a maximisé le rendement. Dans le cas des lentilles, seule l'association de la houe rotative et du travail du sol entre les rangs avec une densité de semis élevée a permis d'atteindre le rendement maximal.

Il est important d'utiliser les outils de désherbage mécaniques aux stades où les mauvaises herbes sont le plus vulnérables, même si les plantes cultivées résistent bien au passage des outils. Avec la houe rotative, cela signifie qu'il faut faire un passage au stade du fil blanc ou au tout début de la levée. La herse peut être utilisée jusqu'au stade des cotylédons pour les mauvaises herbes et jusqu'au stade de quatre nœuds pour les légumineuses. Il est préférable de travailler le sol entre les rangs lorsque la culture de légumineuses se trouve entre quatre et dix nœuds et que le couvert végétal ne s'est pas encore fermé.

EN BREF

L'association d'une pratique de gestion culturale, soit l'augmentation de la densité de semis, et de mesures de désherbage mécaniques a permis de lutter efficacement contre les mauvaises herbes dans les cultures de pois et de lentilles. ●

UNE APPROCHE INTÉGRÉE DE GESTION DES MAUVAISES HERBES DANS LES CULTURES DE LÉGUMINEUSES BIOLOGIQUES

NOM DE L'ACTIVITÉ Intégration du contrôle des mauvaises herbes en production de pois et lentilles biologiques

CHERCHEURS Steve Shirtliffe, Eric Johnson et Chris Willenborg (Université de la Saskatchewan)

PARTENAIRES CA2, Saskatchewan Pulse Growers

Les légumes germés ont été pointés du doigt lors de plusieurs éclosions de maladies d'origine alimentaire. Or les options habituelles de désinfection ne sont pas autorisées en production biologique. Une équipe de quatre chercheurs a donc évalué différentes options acceptables en production biologique afin de désinfecter efficacement les légumes germés.

DES TRAITEMENTS DE DÉSINFECTION EFFICACES POUR DES LÉGUMES GERMÉS BIOLOGIQUES SÛRS

RISQUES LIÉS AUX LÉGUMES GERMÉS

Les légumes germés sont un ajout savoureux et nutritif à l'alimentation ainsi qu'une culture attrayante pour de nombreux producteurs biologiques. Toutefois, ils ont la réputation d'être un milieu propice à la prolifération d'agents pathogènes qui causent des maladies d'origine alimentaire ou « toxi-infections », tels que les salmonelles (*Salmonella*), des bactéries du genre *Listeria* et *Escherichia coli*. En effet, les conditions chaudes et humides idéales pour

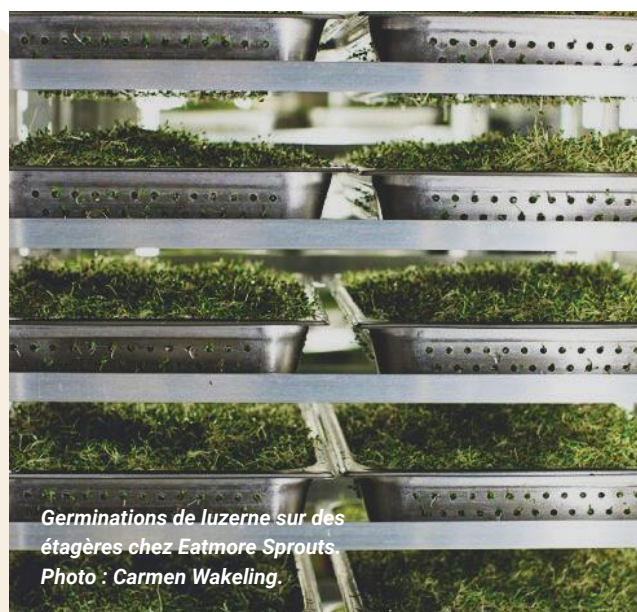
leur croissance le sont aussi pour les bactéries pathogènes. Les producteurs doivent donc prendre des mesures afin de désinfecter les légumes germés. Cependant, bon nombre des traitements approuvés par les organismes de réglementation ne sont pas conformes aux normes biologiques. Ils peuvent aussi comporter un risque d'exposition professionnelle dû aux concentrations élevées de désinfectant tel l'hypochlorite de calcium ou de sodium ou le peroxyde d'hydrogène.

Une équipe de chercheurs de la Colombie-Britannique dirigée par Siyun Wang de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) et Pascal Delaquis d'AAC a entrepris d'étudier des méthodes autorisées en production biologique pour éliminer les bactéries possiblement pathogènes dans les légumes germés biologiques.

Au lavage! Dans le cadre de travaux menés au Laboratoire de salubrité des aliments de l'UBC et au Centre de recherche et de développement de Summerland d'AAC, l'équipe de recherche a inoculé des pathogènes connus dans des semences certifiées biologiques de luzerne et d'ambérique (fève mung). Elle a ensuite soumis ces semences, soit immédiatement après l'infection soit après quatre semaines d'entreposage, à des traitements potentiellement capables de débarrasser les semences des bactéries inoculées. Ces traitements comprenaient le trempage des graines dans de l'eau chauffée à 50 – 60 °C pendant 10 à 20 min, complété par l'application de désinfectants doux, soit l'acide acétique et le peroxyde d'hydrogène.

Après cela, les scientifiques ont cultivé les plantes et évalué leur germination et leur rendement, tout en observant l'éventuelle survie des pathogènes.

La présente étude a révélé qu'il existe des options de traitement à la fois efficaces et permises en production biologique certifiée pour la désinfection des légumes germés. La méthode la plus efficace variait selon le type de semence; elle dépendait de la forme et de la surface de celle-ci. En ce qui concerne les ambériques, l'option la plus efficace était un trempage de 20 min dans l'eau à 60 °C, suivi d'une exposition de 15 min à un mélange contenant 4 % de peroxyde d'hydrogène et 0,2 % de vinaigre. La luzerne et les graines de radis ont produit les meilleurs résultats quand elles ont été trempées dans de l'eau à 50 °C pendant 10 min, puis exposées pendant 15 min à un mélange contenant 2 % de peroxyde d'hydrogène et 0,1 % de vinaigre.



Germinations de luzerne sur des étagères chez Eatmore Sprouts.
Photo : Carmen Wakeling.

EN BREF

Des options de traitement acceptables en vertu de la réglementation biologique et au moins aussi efficaces que les pratiques actuelles de l'industrie ont été découvertes. Les traitements comprenaient l'exposition à de l'eau chaude et du peroxyde d'hydrogène ou du vinaigre. Parmi les différentes options, la plus efficace n'était pas la même pour tous les types de semence. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Développement de stratégies validées pour la désinfection des semences en production biologique de légumes germés

CHERCHEURS Siyun Wang (UBC), Susan Bach et Pascal Delaquis (AAC à Summerland)

PARTENAIRES CA2, Eatmore Sprouts & Greens Ltd., Jonathan Sprouts Inc., Mumm's Sprouting Seeds



Tribolium rouge de la farine, ravageur commun des céréales entreposées et des minoteries.

Il existe peu d'options biologiques pour lutter contre les insectes qui infestent les installations et les produits des producteurs céréaliers. La présente activité visait à tester des méthodes acceptables en vertu des normes biologiques afin de réduire les populations d'insectes ravageurs des produits entreposés qui posent problème aux producteurs, manutentionnaires et transformateurs de céréales biologiques.

De nombreux insectes se plaisent énormément dans les installations d'entreposage, de manutention et de transformation des céréales, où ils élisent domicile et trouvent leur nourriture. Les plus communs sont notamment le cucujide roux, les triboliums rouge et brun de la farine, la pyrale indienne de la farine, le trogodome des entrepôts et les charançons du riz et des grains. La présence et l'alimentation de ces insectes peuvent rendre les produits impropres à la consommation et entraîner leur gaspillage et leur élimination. Parmi les options disponibles pour lutter contre ces ravageurs, bons nombres ne conviennent pas à la production biologique. Pourtant, les producteurs, manutentionnaires et transformateurs biologiques ont tout autant besoin d'outils et de techniques pour contenir les populations d'insectes ravageurs, surtout lorsque l'on connaît la valeur et l'ampleur de la production de céréales biologiques au Canada.

L'équipe de recherche basée dans les Prairies et dirigée par Paul Fields d'AAC a entrepris d'étudier des méthodes de réduction des populations d'insectes ravageurs qui sévissent dans les installations d'entreposage des céréales, ces méthodes devant être permises en production biologique.

Les travaux de recherche effectués dans ces installations ont d'abord porté sur l'exposition à des températures très chaudes et très froides. Au mois de février, de l'air extérieur des Prairies a été introduit dans l'usine de conditionnement d'une minoterie, faisant chuter les températures dans l'intervalle [-4 °C; -22 °C], puis les populations d'insectes ont été observées. De la même manière, les températures dans des installations d'entreposage des céréales ont été artificiellement portées entre 50 et 60 °C, puis les populations d'insectes ont été observées.

UNE TERRE DE POSSIBLES?

L'équipe de recherche a également étudié les substances permises par la norme biologique contre les insectes nuisibles, notamment la terre de diatomées. Dans son laboratoire, des barils de grain de 300 kg ont été mélangés à un produit à base de terre de diatomées permis en production biologique. La réaction des cucujide roux et des charançons du riz également introduits dans les barils a été observée.

Sous l'effet du froid, le tribolium rouge de la farine a connu un taux de mortalité de 85 %, tandis que la surveillance par piégeage des insectes dans la minoterie a fait apparaître un déclin des populations résidentes. Il convient toutefois de signaler que pour être efficace, le traitement par le froid requiert une baisse substantielle des températures, et que des températures naturellement aussi basses que celles de cette étude peuvent être une exclusivité des Prairies. Le traitement par la chaleur a quant à lui complètement éradiqué les coléoptères rouges de la farine; le piégeage des insectes dans la minoterie a également fait apparaître une réduction des populations.

EN BREF

Les producteurs biologiques disposent maintenant de nouveaux produits et de nouvelles techniques pour lutter contre les insectes ravageurs des produits entreposés, y compris le recours aux températures chaudes et froides et un produit homologué récemment. La terre de diatomées, permise par la norme biologique, a éliminé 90 % des cucujide roux et des charançons du riz. Par conséquent, le profil d'emploi du produit a été étendu, et ce produit est maintenant disponible pour les utilisateurs. ●

HAUTES OU BASSES, LES TEMPÉRATURES VIENNENT À BOUT DES MOUCHES ET AUTRES RAVAGEURS DES PRODUITS ENTREPOSÉS

NOM DE L'ACTIVITÉ Gestion biologique intégrée des organismes nuisibles pour l'entreposage du grain et les usines de transformation

CHERCHEURS Paul Fields (AAC à Morden au Manitoba) et Russell Hynes (AAC à Saskatoon en Saskatchewan)

PARTENAIRES CA2, Absorbent Products Ltd., Gardex Chemicals Ltd.

Les bleuets sont des fruits très prisés par les consommateurs locaux et étrangers, mais l'expansion de la production de bleuets sauvages biologiques est freinée par le manque d'options de lutte contre les insectes ravageurs. Une équipe de recherche de la Nouvelle-Écosse s'est proposé d'étudier le potentiel d'huiles essentielles pour lutter contre les insectes ravageurs dans la production de bleuets sauvages biologiques.

Les bleuets sauvages sont attaqués par plusieurs insectes susceptibles de faire chuter la production ou la qualité des petits fruits, dont l'arpenreuse et l'altise de l'airelle et la drosophile à ailes tachetées. La lutte contre ces insectes nuisibles est particulièrement ardue pour les producteurs biologiques, qui disposent de peu d'outils en cas d'infestation.

LES HUILES ESSENTIELLES PEUVENT-ELLES NEUTRALISER LES RAVAGEURS DES CHAMPS DE BLEUETS?

UN OUTIL ESSENTIEL?

Les huiles essentielles, c'est-à-dire des extraits végétaux obtenus par distillation à la vapeur d'eau, sont apparues comme un renfort potentiel pour les producteurs biologiques. Elles sont nombreuses à avoir des propriétés de pesticide naturel ainsi qu'un faible impact sur les pollinisateurs et les ennemis naturels des ravageurs. Dans le domaine de la lutte contre les

ennemis des cultures, elles ont déjà fait l'objet d'essais contre certains insectes nuisibles, mais leur utilisation contre les ravageurs communs du bleuet était encore inexplorée.

Les travaux de laboratoire dirigés par le professeur Chris Cutler de l'Université Dalhousie ont commencé par la collecte d'insectes parasitant les bleuets dans les champs. Les insectes étudiés comprenaient l'arpenreuse de l'airelle, l'altise de l'airelle et la drosophile à ailes tachetées. Les chercheurs ont évalué la capacité des huiles essentielles à dissuader, éloigner ou tuer les insectes ravageurs lorsqu'elles étaient utilisées seules ou en association avec d'autres huiles essentielles ou d'autres pesticides biologiques autorisés, notamment le spinosad et *Bacillus thuringiensis* (Bt). Des huiles essentielles disponibles sur le marché et dont l'activité biologique contre les insectes ravageurs est connue, par exemple les huiles essentielles de bois de rose et de thym, ont été évaluées. Diverses concentrations et combinaisons d'huiles essentielles, de spinosad et de Bt ont été pulvérisées sur des insectes ravageurs du bleuet, et la réponse de ces derniers a été observée.

Les chercheurs ont également étudié les effets des huiles essentielles sur la fausse-teigne des crucifères. Des huiles essentielles dérivées d'Astéracées abondant localement et les huiles essentielles suivantes, que l'on trouve dans le commerce, ont testées en laboratoire : sapin baumier, eucalyptus, poivre noir, ail, bois de rose et thym. Leur activité sur les œufs, les larves et les imagos de fausse-teigne des crucifères ainsi que leur effet sur les cultures (choux – *Brassica oleracea* Linnæus) ont été observés.

Les huiles essentielles étudiées se sont avérées largement inefficaces contre l'arpenreuse de l'airelle et l'altise de l'airelle. Pas plus l'huile essentielle de bois de rose que l'un de ses composants principaux isolé, soit le linalol, ne sont parvenus à tuer les ravageurs des bleuets, même à des concentrations aussi élevées que 10 %. L'huile essentielle de thym a eu des effets sur les ravageurs, mais avec une efficacité assez faible. Le fait d'associer les huiles essentielles avec d'autres pesticides permis en production biologique n'a pas augmenté l'efficacité des huiles.

En ce qui concerne la fausse-teigne des crucifères, les huiles essentielles ont réduit le nombre de larves sorties des œufs traités, en particulier les huiles d'ail et de bois de rose. Elles ont été nombreuses, surtout à la plus forte concentration testée (5 %) à faire décroître le nombre de larves survivant au traitement, mais cela n'a pas été le cas du sapin baumier, de l'eucalyptus et de la tanaïs. De plus, les parasites adultes avaient tendance à choisir des feuilles non traitées avec des huiles essentielles pour pondre leurs œufs, le poivre noir, le bois de rose et le thym étant les plus dissuasives, en particulier à la plus forte concentration testée. Fait important, cette concentration peut avoir des effets néfastes sur les choux.

EN BREF

Certaines huiles essentielles végétales peuvent tuer ou éloigner efficacement les insectes ravageurs. Leur action est spécifique : certaines huiles sont efficaces contre certains insectes. Bien que l'équipe de recherche ait prouvé qu'elles peuvent être utilisées contre la fausse-teigne des crucifères, leurs essais d'huiles essentielles contre les principaux ravageurs du bleuet sauvage n'ont pas été concluants. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Évaluation des huiles essentielles végétales pour la lutte contre les insectes nuisibles du bleuet
CHERCHEURS Chris Cutler et Nicoletta Faraone (Université Dalhousie), Kirk Hillier (Université Acadia), Jatinder Sangha (AAC)

PARTENAIRES CA2, Bleuets NB Blueberries, Prince Edward Island Wild Blueberry Growers Association, Wild Blueberry Producers Association of Nova Scotia, Fonds d'innovation de l'Atlantique, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG)

Les producteurs de Brassicacées biologiques, tels le chou, le chou plume (kale), le chou-fleur et le brocoli biologiques, disposent de peu d'outils pour contenir les insectes ravageurs susceptibles de nuire au rendement et à la qualité de leurs cultures. Dirigée par la professeure Deborah Henderson de l'Université polytechnique Kwantlen, une équipe de recherche britannique a travaillé sur de nouveaux biopesticides et de nouvelles approches de lutte antiparasitaire intégrée (LAI) utilisables par les producteurs de choux biologiques.

Les biopesticides qui utilisent des virus naturellement prévalents chez les insectes ravageurs constituent un outil de lutte prometteur, quoique fréquemment sous-utilisé. Les biopesticides viraux qui attaquent les insectes, ou « baculovirus », ciblent typiquement un groupe d'espèces et ne sont pas toxiques pour les autres organismes. De plus, ils sont généralement compatibles avec l'agriculture biologique.

Les insectes ravageurs, tels la fausse-teigne des crucifères, la fausse-arpenteuse du chou et l'autographe de la luzerne, peuvent endommager gravement les récoltes de Brassicacées, réduisant les rendements et la qualité marchande des légumes. Ils représentent également une cible de choix pour les baculovirus de certains biopesticides. Les autres principales substances autorisées en production biologique contre ces ravageurs, soit le *Bacillus thuringiensis* (Bt) et le spinosad, sont efficaces, mais elles peuvent créer une résistance chez les insectes combattus.

L'équipe de recherche a commencé ses travaux avec un produit contenant un baculovirus qui infecte la fausse-arpenteuse du chou, Loopex, lequel a été récemment enregistré pour la production en serre. Elle espérait trouver des preuves qui appuieraient une extension du profil d'emploi du produit afin d'y inclure la production de Brassicacées en plein champ.

Lors d'expériences menées pendant deux ans dans des plates-bandes surélevées, les chercheurs ont comparé Loopex à un produit à base de Bt pour éliminer la fausse-arpenteuse du chou. Des larves d'élevage de cette dernière ont été déposées sur des plants de chou plume et de brocoli, qui ont ensuite été traités avec les biopesticides. La mortalité des larves a été observée.

ÉLARGIR LE CHAMP D'APPLICATION

La présente étude s'est poursuivie dans une ferme biologique afin d'élaborer une stratégie de LAI contre les populations de fausse-arpenteuse du chou et de fausse-teigne des crucifères dans les cultures de chou et de brocoli. Les chercheurs ont examiné différentes possibilités, y compris la couverture des



Des larves de fausse-arpenteuse sont introduites dans des plates-bandes de chou plume à l'Université polytechnique Kwantlen. Elles ont été comptées et apportées sur place dans des gobelets de plastique et sont déposées délicatement sur les plants. Ces plates-bandes seront ensuite traitées avec des biopesticides, puis couvertes afin d'empêcher les prédateurs d'y avoir accès.

rangs de légumes pendant toute la saison, des applications hebdomadaires de Loopex, des applications hebdomadaires de Bt, l'application alternée de Loopex et de Bt et l'application mixte de Loopex et de Bt. Les effectifs de ravageurs ont fait l'objet d'une surveillance hebdomadaire; les récoltes ont été examinées pour déceler les dommages causés par les ravageurs et le rendement commercialisable des cultures de chou et de brocoli a été calculé.

Loopex s'est avéré très prometteur en tant que biopesticide pour la production de Brassicacées en plein champ. Lors des essais sur plate-bande surélevée, il a produit d'aussi bons résultats que Bt, avec l'avantage supplémentaire d'une mortalité supérieure pendant la pupaison. Sylvar Technologies Inc. a présenté une demande d'extension d'homologation à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) et espère que son produit sera bientôt approuvé et disponible pour la production de légumes en plein champ. Les chercheurs n'ont pas trouvé de baculovirus naturellement présents dans les populations de chenilles indigènes recueillies. Par conséquent, ils n'ont pas eu la matière première requise pour formuler de nouveaux biopesticides.

EN BREF

Un nouveau produit antiparasitaire biologique permettant de lutter efficacement contre certains insectes ravageurs très courants dans les cultures de Brassicacées sera enregistré au Canada. Il sera bientôt disponible pour les producteurs de légumes biologiques. Une stratégie de LAI dans les cultures de Brassicacées biologiques est également en cours d'élaboration et sera diffusée dans la communauté biologique quand les données finales auront été analysées et interprétées. ●

LAISSEZ NOS CHOUX TRANQUILLES! DE NOUVEAUX PRODUITS DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA FAUSSE-ARPEENTEUSE DANS LES CULTURES DE BRASSICACÉES BIOLOGIQUES

NOM DE L'ACTIVITÉ Développement de stratégies de gestion intégrée des organismes nuisibles incluant les nouveaux biopesticides viraux en cultures biologiques

CHERCHEURS Deborah Henderson et Michelle Franklin (Université polytechnique Kwantlen), Martin Erlandson (AAC à Saskatoon)

PARTENAIRES CA2, E.S. Cropconsult Ltd., Sylvar Technologies Inc.

Le lin est une culture biologique de grande valeur, mais son rendement est souvent amputé par les mauvaises herbes. Une équipe de recherche de la Saskatchewan a étudié les effets de techniques mécaniques et culturelles de lutte contre les mauvaises herbes, seules ou combinées, sur les populations de mauvaises herbes et le rendement du lin en agriculture biologique.

SEMEZ, SEMEZ, SEMEZ! POUR LUTTER CONTRE LES MAUVAISES HERBES ET RÉDUIRE LES PERTES DE RENDEMENT DE LIN

UNE PLANTE QUE NE S'IMPOSE PAS

De toutes les grandes cultures de l'Ouest canadien, le lin est celle qui se laisse le plus facilement envahir par les mauvaises herbes. Une perte de rendement dépassant 80 % a déjà été enregistrée sous l'effet d'une forte pression des mauvaises herbes. La faible concurrence que le lin oppose à ces dernières est particulièrement problématique dans les systèmes biologiques, toujours en mal de stratégies de désherbage efficaces.

Il a été démontré que les méthodes culturales, qui accroissent la compétitivité de la culture par rapport aux mauvaises herbes, et les méthodes mécaniques, qui éliminent physiquement les mauvaises herbes, réduisent chacune séparément les effets néfastes des mauvaises herbes sur la culture, mais leur utilisation combinée demeurerait largement inexplorée.

L'équipe de recherche, dirigée par le professeur Steve Shirtliffe de l'Université de la Saskatchewan, a effectué des essais de plein champ dans le centre de la province de 2014 à 2017. Les parcelles expérimentales se trouvaient dans les fermes de recherche Kernan et Goodale de l'Université de la Saskatchewan et chez des producteurs biologiques près de Vonda et d'Osler.

En 2014 et 2015, les essais ont porté sur le désherbage mécanique avec l'utilisation de la houe rotative et le travail du sol entre les rangs de lin, indépendamment et en association, par rapport à un traitement témoin, soit l'absence de désherbage. En 2016 et en 2017, le taux de semis du lin a été ajouté à l'étude en tant que variable, chaque régime de désherbage mécanique étant testé à quatre taux de semis différents : 250, 500, 1 000 et 2 000 plantes ciblées/m². Les producteurs non biologiques ciblent généralement 500 à 800 plantes/m².

Si l'on considère le taux de semis seul, le lin semé au taux le plus élevé (2 000 plants/m²) est celui qui a connu le plus de succès, comme en témoigne la réduction de 55 % de la

biomasse de mauvaises herbes observée dans les parcelles le plus densément ensemencées comparativement aux parcelles ensemencées au taux le plus bas.

COMBINER LES PRATIQUES POUR UNE PLUS GRANDE EFFICACITÉ

La combinaison d'un taux de semis élevé et du désherbage mécanique a également été bénéfique. Le rendement du lin a été supérieur de 22 % lorsque les parcelles le plus densément ensemencées ont également subi un passage de houe rotative suivi d'une intervention de travail du sol entre les rangs. Globalement, l'équipe de recherche a constaté que l'association taux de semis élevé-houe rotative-travail du sol entre les rangs maximisait le rendement du lin en gestion biologique.

Les peuplements de lin peuvent toutefois pâtir du passage de la houe rotative. Le moment d'utilisation est difficile à choisir, car la houe rotative peut éclaircir ou enterrer le lin, creusant des trous dans le couvert végétal, où les mauvaises herbes trouvent une ouverture. Par mesure de prudence, les chercheurs recommandent de ne pas : 1) utiliser cet outil si le lin est semé à une faible densité; 2) passer cet outil à répétition dans le lin. Le fait d'associer houe rotative, densité de semis élevée et travail du sol entre les rangs a amélioré l'efficacité de l'unique passage de houe rotative, tout en évitant un éclaircissement excessif du lin.



EN BREF

L'équipe de recherche recommande que le lin biologique soit semé à raison de 2 000 graines viables par mètre carré, ce qui représente un taux de semis élevé, avec un seul passage de houe rotative et un travail du sol ultérieur entre les rangs de lin aux stades adéquats de croissance de la culture et des mauvaises herbes. Combinées, ces pratiques peuvent optimiser le rendement du lin ainsi que le désherbage. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Nouveau contrôle cultural et mécanique des mauvaises herbes en production de lin

CHERCHEURS Steve Shirtliffe (Université de la Saskatchewan), Andrew Hammermeister (Université Dalhousie)

PARTENAIRES CA2, Western Grain Research Foundation



Récolte de canneberges biologiques.

Le Québec est le premier producteur mondial de canneberges biologiques, mais la lutte contre les mauvaises herbes y demeure un problème. La présente activité visait à explorer différentes stratégies d'irrigation dans des champs de canneberges productifs ou nouvellement établis au Québec, dans le but ultime de trouver un équilibre qui favorise la croissance des canneberges sans faire prospérer également les populations de mauvaises herbes.

L'EAU EST D'UNE IMPORTANCE VITALE POUR LES CANNEBERGIÈRES

elle sert à irriguer pendant la croissance des plants, à inonder le champ lors de la récolte et à protéger la culture contre le gel au printemps et à l'automne et contre la chaleur l'été. Cependant, toute cette eau présente aussi un inconvénient : comme elle abonde, elle peut favoriser la croissance des mauvaises herbes, en particulier de vivaces très problématiques.

Le désherbage est l'un des coûts de production les plus élevés en production biologique de canneberges. En effet, les mauvaises herbes sont contenues soit par désherbage manuel soit par fauchage des mauvaises herbes en fleurs au-dessus de la culture. Il a été établi que les mauvaises herbes peuvent réduire le rendement de canneberges d'autant que 25 % en les concurrençant pour l'espace, en nuisant à la pollinisation et en retardant la fructification à cause de l'ombre qu'elles projettent sur les plants.

Étant donné la forte utilisation d'eau et le potentiel de prolifération de mauvaises herbes, des stratégies d'irrigation sont nécessaires pour optimiser les rendements de canneberges biologiques tout en réduisant la consommation d'eau.

L'équipe de recherche québécoise dirigée par Mirella Aoun, chercheuse au CETAB+, voulait comparer différentes stratégies d'irrigation en production de canneberges biologiques. Menant des essais dans une ferme commerciale et en environnement fermé, elle a comparé trois stratégies d'irrigation (sèche, intermédiaire et humide) dans un champ de canneberges établi et deux stratégies d'irrigation (sèche et humide) dans un champ de canneberges en voie d'établissement.

Lors de chaque essai, l'irrigation a été mise en œuvre en fonction de la profondeur de la nappe phréatique. Pour le traitement sec, la nappe se situait à 70 cm sous la surface du sol; pour les traitements intermédiaire et humide, elle se situait à 55 et 40 cm sous la surface du sol, respectivement. Les chercheurs se sont ensuite penchés sur la répression des mauvaises herbes, l'établissement des plants, le rendement de canneberges et l'utilisation de l'eau sous les différents régimes d'irrigation.

Les résultats préliminaires suggèrent qu'une irrigation réduite diminue la diversité et la quantité des mauvaises herbes comparativement aux stratégies d'irrigation plus consommatrices d'eau. Les mauvaises herbes se sont établies plus rapidement avec les traitements humide et intermédiaire qu'avec le traitement sec. L'économie d'irrigation n'a pas nui à l'établissement des plants. Dans les conditions sèches, celui-ci a commencé plus lentement que dans les conditions intermédiaires et humides, mais à la fin de la saison de croissance, il était équivalent avec les trois traitements. Par conséquent, une gestion optimisée de l'irrigation semble être un bon moyen de lutte contre les mauvaises herbes dans les champs de canneberges.

EN BREF

Une réduction de l'irrigation des champs de canneberges biologiques peut favoriser l'établissement de la culture tout en réduisant la pression des mauvaises herbes. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Effet de la régie d'irrigation sur la répression des plantes nuisibles en production biologique de canneberges

CHERCHEURS Mirella Aoun, Sam Chauvette, Noémie GagnonLupien, Xavier VilleneuveDesjardins (CETAB+), Jean Caron (Université Laval), Jacques Painchaud (MAPAQ), MarieJosée Simard (AAC à SaintJeansurRichelieu)

PARTENAIRES CA2, Hortau, Nature Canneberge, Cannerberges du Roy

LUTTER CONTRE LES MAUVAISES HERBES EN ÉCONOMISANT DE L'EAU AFIN D'OPTIMISER LA PRODUCTION DE CANNEBERGES BIOLOGIQUES

La gestion des mauvaises herbes demeure un défi crucial pour les producteurs biologiques. La biofumigation est une option prometteuse, mais elle doit encore être étudiée. Un groupe de recherche basé au Québec a mené des essais en serre et en plein champ pour étudier les effets de la biofumigation, réalisée avec de la moutarde cultivée comme couvre-sol, sur les populations de mauvaises herbes.

DES CULTURES DE MOUTARDE POUR ÉLIMINER LES MAUVAISES HERBES? UNE INCURSION DU CÔTÉ DE LA BIOFUMIGATION

Les Brassicacées, en particulier les moutardes, libèrent un ensemble de composés appelés « isothiocyanates » lorsqu'elles se dégradent dans les sols. Ces composés ont la faculté de tuer certains agents pathogènes dans les sols, où ils pourraient également réprimer les semences de mauvaises herbes.

Une banque de graines de mauvaises herbes est une réserve de semences viables qui peuvent persister dans le sol plusieurs années avant de germer. L'intégration de cultures de couverture de moutarde dans une rotation

biologique, afin d'exposer cette banque de graines à la biofumigation, est une technique prometteuse pour réduire les populations de mauvaises herbes. Cette technique pourrait également atténuer le besoin de main-d'œuvre affectée au désherbage manuel et accroître la rentabilité des cultures de légumes biologiques.

Une équipe de recherche dirigée par la chercheuse Maryse Leblanc et basée à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique (PIAB) de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) au Québec a réalisé des essais. Ces derniers visaient à déterminer comment les semences dormantes, les plantules survivantes et les générations suivantes de mauvaises herbes réagissent à la biofumigation.

Les essais en serre et en chambre de croissance avaient pour but de révéler les réactions des mauvaises herbes à la biofumigation. Ils ont été menés avec des graines de petite herbe à poux et d'abutilon. La descendance des plantes qui ont survécu à la biofumigation a été exposée à nouveau au même traitement de biofumigation afin d'évaluer si la biofumigation a un effet à long terme transgénérationnel.

Les chercheurs ont également mené une série d'essais de plein champ pour connaître les effets du moment de la biofumigation pendant la saison de croissance ainsi que les effets



à long terme de la biofumigation sur les communautés de mauvaises herbes. Les traitements de ces essais étaient la biofumigation au printemps, à l'automne ou au printemps et à l'automne, et ils étaient comparés à l'absence de biofumigation. La culture de brassicacée de biofumigation a été semée à raison de 10 à 12 kg/ha dans le but d'atteindre une biomasse de 7 t/ha.

Dans les essais en serre, les semis de petite herbe à poux et d'abutilon exposés à la biofumigation ont eu plus de difficultés à germer et à croître que les semences non exposées. L'effet de l'exposition a toutefois diminué au-delà de la première génération.

Lors des essais de plein champ, les chercheurs ont constaté que la biofumigation effectuée soit au printemps soit à l'automne atténuait la levée des mauvaises herbes à la saison de croissance suivante. La réduction de la quantité de mauvaises herbes allait de 28 à 71 %. L'intensité de l'effet répressur sur la germination a dépendu de la communauté de mauvaises herbes présente et du site expérimental. La croissance des mauvaises herbes a également été moindre après une culture de moutarde.

Pour renforcer l'efficacité de la moutarde en tant que biofumigant, il faut interrompre sa culture en pleine floraison; les plantes doivent être hachées finement et incorporées dans le sol afin de libérer une quantité maximale de composés toxiques. Une humidité du sol suffisante, du soufre et une température supérieure à 10 °C augmentent également le potentiel de biofumigation.

EN BREF

La biofumigation avec de la moutarde cultivée comme couvre-sol peut être un outil efficace pour compléter la palette d'options de désherbage offertes aux producteurs biologiques. Son efficacité dépend de plusieurs facteurs, dont le potentiel de biofumigation de la culture de couverture et les conditions environnementales. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Étude et intégration de nouvelles techniques pour appauvrir les banques de graines de mauvaises herbes : impact de la biofumigation sur divers types de dormance des semences et sur l'écologie des mauvaises herbes

CHERCHEURS Maryse Leblanc et Maxime Lefebvre (IRDA), Alan Watson (Université McGill)

PARTENAIRES CA2, Agrocentre Fertibec Inc., Union des producteurs agricoles

Les producteurs de légumes biologiques ont besoin de nouvelles solutions de désherbage efficaces et moins intensives afin d'améliorer les rendements et la rentabilité des légumes biologiques. L'équipe de recherche a évalué l'efficacité de produits de désherbage naturels (dérivés de plantes), permis en régie biologique et à faible risque afin d'éliminer les mauvaises herbes sans abîmer les cultures de légumes.

LA PRODUCTION BIOLOGIQUE EST SOUVENT LABORIEUSE

Les producteurs de légumes biologiques ne peuvent pas utiliser d'herbicides de synthèse pour lutter contre les mauvaises herbes dans leurs exploitations. Ils doivent recourir à une palette d'outils relevant du paillage, du travail du sol, du désherbage manuel, des rotations culturales et des cultures de couverture. Ces stratégies exigeantes en main-d'œuvre et en connaissances peuvent augmenter le coût des produits biologiques. Sachant cela, il est pertinent de développer de nouveaux produits de désherbage d'origine naturelle susceptibles d'être utilisés comme herbicides en production biologique. De tels produits auraient en outre l'avantage d'être biodégradables, recyclés par la nature et plus sûrs pour l'environnement et les personnes, ce qui les rendrait très attractifs.

Une équipe de recherche de l'Université de Guelph dirigée par le professeur Rene Van Acker a entrepris des essais avec plusieurs herbicides d'origine naturelle permis en agriculture biologique. Les produits testés étaient les suivants : i) huile de manuka (extrait de manuka, soit un arbrisseau indigène d'Océanie); ii) Weed Zap, produit à base d'huiles de clou de girofle et de cannelle; iii) Finalsan, savon à l'ammonium d'acides gras; iv) Suppress, produit à base d'acide caprylique et caprique. Ces nouveaux herbicides biologiques ont été testés relativement à un autre herbicide biologique déjà utilisé, le vinaigre (acide acétique).

Les herbicides biologiques ont fait l'objet d'essais en plein champ dans des cultures de tomates, de maïs sucré et de poivrons à la station de recherche de Simcoe et sur le campus Ridgeway de l'Université de Guelph. Ils ont été appliqués après la levée des mauvaises herbes, trois semaines après le semis et quatre semaines plus tard. Les chercheurs ont observé, identifié et dénombré toutes les mauvaises herbes qui apparaissaient, noté les dommages aux cultures et le pourcentage d'élimination des mauvaises herbes, puis mesuré le rendement final de la culture.

Les chercheurs ont découvert que le meilleur moyen de lutte contre les mauvaises herbes était l'application d'un mélange



Effet de A) l'huile de manuka plus Weed Zap, B) l'huile de manuka plus du vinaigre horticole et C) l'huile de manuka seule sur les mauvaises herbes comparativement au D) témoin non désherbé dans une culture de poivrons et de tomates.

d'huile de manuka d'une part et de Weed Zap ou de vinaigre d'autre part. L'utilisation de ces mélanges a permis d'améliorer le désherbage de 20 à 25 % par rapport à tout ce qui a été observé en utilisant l'un des produits seul.

L'étude a également révélé que l'huile de manuka est un herbicide biologique exceptionnel. Cette huile étant active dans le sol, elle continue à réprimer les mauvaises herbes qui émergent après son application. De plus, elle peut migrer et agir dans tous les tissus végétaux, plutôt que d'affecter les tissus seulement par contact. Ces deux aspects particuliers de son mode d'action se traduisent par une efficacité de désherbage supérieure à celle de nombreux autres désherbants permis en agriculture biologique.

EN BREF

Les producteurs biologiques peuvent ajouter un nouvel outil à leur trousse de désherbage. L'huile de manuka élimine efficacement les mauvaises herbes dans les cultures de légumes biologiques, surtout si elle est appliquée avec d'autres substances biologiques autorisées ayant des propriétés désherbantes. ●

L'HUILE DE MANUKA: UN NOUVEL OUTIL DE LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES POUR LES PRODUCTEURS BIOLOGIQUES

NOM DE L'ACTIVITÉ Gestion innovatrice des mauvaises herbes en production de cultures biologiques

CHERCHEURS Rene Van Acker, Robert Grohs, John O'Sullivan and Rachel Riddle (Université de Guelph)

PARTENAIRES CA2, Franck E. Dayan, Marrone Bio Innovations Inc., Ontario Processing Vegetable Growers, Rijk Zwaan, Tairawhiti Pharmaceuticals Ltd.

LES VACHES CHOISISSENT LE PANIC ÉRIGÉ, UNE LITIÈRE SÛRE ET CONFORTABLE

La litière joue un rôle clé dans le bien-être des bovins laitiers, apportant confort et propreté et contribuant à la santé des pattes et des pis. Cependant, fournir des quantités suffisantes de litière de bonne qualité représente un défi. Étant donné l'augmentation du coût des matériaux de litière tels que la paille de blé et les copeaux de bois, le panic érigé pourrait-il devenir un nouveau matériau de litière?

Le confort des stalles est important pour les bovins en production laitière biologique : il favorise le repos des bêtes et contribue à leur santé et leur productivité. Le matériau de litière est un facteur clé de ce confort, mais aussi d'hygiène. Or les matériaux de litière permis en régie biologique sont de plus en plus chers et exigent beaucoup d'interventions humaines, ce qui pousse certains agriculteurs à utiliser moins de litière, ce qui peut nuire au confort des vaches.

Le panic érigé est une herbe peu coûteuse à cultiver et à récolter, qui peut de surcroît pousser sur des terres marginales. Il est très productif et bien adapté aux conditions de culture canadiennes. Enfin, il est plus résistant à la sécheresse, aux ennemis des cultures et à la chaleur que de nombreuses autres plantes couramment utilisées pour constituer la litière des troupeaux laitiers biologiques.

Les nouveaux matériaux s'avèrent souvent moins absorbants que la paille de blé, exigeant une litière plus épaisse pour garder les vaches au sec et limiter leur exposition aux bactéries. L'ajout de chaux à la litière peut réduire le risque de contamination des trayons par les microorganismes pathogènes causant la mammite.



Les vaches ont eu le choix de trois matériaux de litière différents pendant l'essai de préférence.

Les travaux de recherche ont commencé par un essai de préférence : les vaches préfèrent-elles se coucher sur une litière épaisse de panic érigé haché, une litière épaisse de panic érigé haché mélangé à de la chaux et de l'eau ou un tapis de caoutchouc couvert d'une litière épaisse de paille de blé? Neuf vaches ont eu deux jours pour s'habituer aux trois traitements, puis elles ont eu le choix de la litière qu'elles utiliseraient pendant trois jours.

Une seconde expérience a été conçue afin d'observer les comportements de coucher des vaches, leur propreté et la santé de leurs trayons. Dans cet essai, vingt-quatre vaches laitières ont été affectées aléatoirement à un type de litière pour y dormir, chaque type se trouvant dans une partie distincte de l'étable. Les chercheurs ont ensuite surveillé le temps que chaque vache passait couchée et noté la propreté de son pis et de ses pattes.

Les vaches ont préféré la litière épaisse de panic érigé, choisissant plus souvent ce matériau seul que ce matériau mélangé à de la chaux ou la paille de blé sur tapis de caoutchouc. Les trois traitements de litière ont produit les mêmes résultats sur le plan de la propreté. Les vaches qui se sont couchées sur la litière de panic érigé ont toutefois contracté moins de bactéries coliformes sur leurs trayons que les autres.

UNE SOLUTION CONFORTABLE

Globalement, l'équipe de recherche dirigée par la professeure Renée Bergeron en a conclu que le panic érigé est un bon substitut à la paille en tant que litière, d'autant plus que sur le plan agricole, son rendement est élevé, il résiste à la sécheresse et aux ennemis des cultures, il est peu coûteux à cultiver et récolter et il peut être produit sur des terres marginales. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Développement de sources alternatives durables pour la litière des vaches laitières

CHERCHEURS Renée Bergeron, Trevor DeVries et Elsa Vasseur (Université de Guelph), François Bécotte (Institut de technologie agroalimentaire), Doris Pellerin et Anne Vanasse (Université Laval), Philippe Seguin (Université McGill)

PARTENAIRES CA2, Les producteurs laitiers du Canada



Une option durable pour les systèmes de production à stalles entravées : offrir un accès à l'extérieur toute l'année afin d'améliorer le bien-être des vaches laitières.

Au Canada, 75% des fermes laitières utilisent des stalles entravées dont plus de la moitié ne répondent pas aux normes actuelles de longueur et de largeur. Des problèmes économiques pressants peuvent empêcher des producteurs de mettre en œuvre les nouvelles normes de logement des vaches laitières. La présente étude visait à trouver des méthodes qui permettent d'améliorer le bien-être animal en modifiant le logement des vaches laitières et en instaurant de nouvelles stratégies de gestion du troupeau.

En 2009, le Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage (CNSAE) a publié le Code de pratiques pour le soin et la manipulation des bovins laitiers. Malgré les grands efforts de communication du Conseil, seuls 20 à 40% des producteurs laitiers canadiens connaissaient ce code mis à jour, et seulement 40% de ces derniers l'avaient lu. Le Code a été rédigé principalement pour répondre aux préoccupations des consommateurs en matière de bien-être animal. Aussi, le manque d'intérêt de nombreux producteurs, préoccupés avant tout par les enjeux qui ont un effet direct sur l'économie de leurs fermes, peut se comprendre.

À l'heure actuelle, 75% des fermes laitières canadiennes

sont équipées de stalles entravées. Une étude antérieure menée dans des exploitations commerciales à stabulation entravée au Québec et en Ontario (Vasseur et coll., 2015) a révélé que seulement 28% des vaches étaient logées dans des stalles de longueur et de largeur adéquates. Dans les 90 fermes étudiées qui n'offraient pas d'accès à l'extérieur et ne pratiquaient pas le pâturage, les vaches présentaient des blessures aux genoux (40%), au jarret (29%) et au cou (26%). La présente étude visait à prouver que la mise en œuvre des recommandations du Code peut être économiquement viable, en plus d'améliorer la santé et la productivité des vaches.

Une équipe dirigée par la professeure Elsa Vasseur, de l'Université McGill, a effectué quatre visites distinctes dans douze fermes laitières en Ontario et au Québec pendant un an. Dans chaque ferme, dix stalles avaient été modifiées pour ajuster des éléments comme la longueur de la chaîne, l'espace pour allonger le cou et les dimensions de la stalle afin de maximiser le confort des vaches. Dix autres stalles n'avaient pas été modifiées afin de constituer un groupe témoin. Le but était d'évaluer les effets à court et long termes des modifications mineures des stalles sur le rendement et le bien-être des vaches.

La possibilité d'exercice en plein air ou le temps de pâturage ont également été évalués dans les douze fermes de l'étude. Parmi celles-ci, huit offraient de l'exercice en plein air ou un accès aux pâturages pendant les mois d'hiver, et quatre n'offraient aucun exercice physique (groupe témoin). Les vaches ont été observées (blessures, boiterie, propreté et production laitière) afin de procéder à une évaluation complète de leur bien-être.

De petites modifications à la barre d'attache et à l'avant des stalles ont diminué les blessures au cou. Il semble que l'exercice et les modifications apportées aux stalles entravées aient eu des effets bénéfiques cumulatifs sur le bien-être des vaches. Le facteur qui a le plus amélioré la santé des vaches était l'accès à l'extérieur toute l'année. Le pâturage peut améliorer le bien-être des vaches laitières (p. ex., diminution de la boiterie et des blessures) et permettre aux vaches d'exprimer leurs comportements naturels. Il s'agit d'une option plus économique que les modifications majeures du logement. ●

UN PEU D'AIR FRAIS: OFFRIR UN ACCÈS À L'EXTÉRIEUR ET MODIFIER LES STALLES POUR AMÉLIORER LE BIEN-ÊTRE DES VACHES LAITIÈRES

NOM DE L'ACTIVITÉ Effet de l'exercice et de la modification des stalles sur le confort et la performance des vaches dans les fermes avec stalles entravées

CHERCHEURS Elsa Vasseur, Santiago Palacio (candidat au doctorat à l'Université McGill), Renée Bergeron, Trevor DeVries, Derek Haley (Université de Guelph), Steve Adam, Daniel Lefebvre (Valacta inc.), Anne Marie de Passillé, Jeffrey Rushen (Université de la Colombie-Britannique), Doris Pellerin (Université Laval)

PARTENAIRES CA2, Les producteurs laitiers du Canada

EXISTE-T-IL D'AUTRES OPTIONS QUE LES ANTI- BIOTIQUES POUR SOIGNER ET PRÉVENIR EFFICACEMENT LES MAMMITES?

La mammite est un problème de santé fréquent et coûteux dans les troupeaux laitiers biologiques et conventionnels. Elle nuit à la productivité, à la longévité des vaches et à la rentabilité du troupeau. Les chercheurs canadiens passent en revue l'ensemble des connaissances scientifiques disponibles sur des alternatives aux antibiotiques potentiellement efficaces et permises en régie biologique.

Une mammite est une inflammation d'une glande mammaire. Cette maladie coûte cher aux éleveurs, car elle entraîne une baisse de la production laitière, requiert des traitements coûteux ainsi qu'une période de retrait, si elle est soignée avec des antibiotiques, nuit au bien-être des vaches et peut dans certains cas conduire à leur abattage.

Même si les producteurs biologiques élèvent leur cheptel laitier avec un souci de prévention des mammites, des infections se produisent. Ils utilisent en premier lieu des traitements alternatifs,

lesquels n'ont pas encore fait l'objet d'une évaluation scientifique rigoureuse.

La présente étude a commencé par une recherche documentaire visant à trouver des solutions de remplacement des antibiotiques dans la prise en charge de la mammite et à évaluer l'efficacité de ces traitements potentiels. L'équipe de recherche a consulté les sources de littérature scientifique pour y trouver des études ayant évalué des traitements alternatifs contre la mammite suivant une méthode scientifique rigoureuse.

L'équipe, dirigée par les professeurs Simon Dufour et David Francoz de l'Université de Montréal, pensait mener ensuite un essai dans trente fermes laitières commerciales afin d'évaluer l'efficacité d'une approche sur plusieurs fronts du traitement de la mammite. La réponse des vaches traitées devait être observée comparativement à l'utilisation d'un placebo ainsi qu'à la réponse de vaches recevant un traitement antibiotique.

Quarante études répondaient aux critères de la recherche documentaire. Elles portaient sur des traitements homéopathiques, phytothérapeutiques, biologiques et probiotiques ainsi que sur des traitements conventionnels non basés sur des antibiotiques, tels que l'administration d'anti-inflammatoires. Les sujets étaient toujours des vaches laitières en lactation, dont

la réponse au traitement alternatif était comparée à la réponse de vaches ne recevant aucun traitement, recevant un placebo ou recevant un traitement antibiotique.

L'efficacité d'aucun des traitements alternatifs dans la prise en charge de la mammite n'a pu être établie avec un degré de certitude suffisant. Les traitements homéopathiques peuvent être déclarés inefficaces, de même que les probiotiques. D'autres options, tels les extraits de plantes, requièrent une évaluation plus approfondie.



Les données probantes trouvées dans la littérature scientifique n'ont pas suffisamment confirmé l'efficacité des traitements alternatifs pour justifier la tenue des essais planifiés. L'équipe de recherche s'est donc concentrée sur une seconde analyse documentaire. Cette dernière portera sur la recherche d'approches alternatives pour traiter et prévenir les infections causant des mammites en période de tarissement et sur l'efficacité de ces approches. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Évaluation des thérapies alternatives pour le traitement des mammites cliniques sur les fermes laitières biologiques

CHERCHEURS Simon Dufour, David Francoz, Jean-Phillipe Roy et Vincent Wellemans (Université de Montréal), Hubert Karreman (Penn Dutch Cow Care), François Labelle (Valacta), Pierre Lacasse (AAC à Sherbrooke)

PARTENAIRES CA2, Les producteurs laitiers du Canada, Valacta inc.

Les insectes nuisibles et les parasites peuvent réduire la productivité et avoir un impact sur la santé et le bien-être des bêtes. Des options de lutte à base de plantes ont été évaluées afin de réduire les infestations et les effets des parasites sur les bovins laitiers au pâturage.

Les nuisibles externes, c'est-à-dire les mouches, ont la capacité de propager des maladies et de réduire l'efficacité alimentaire des bovins et la production de lait. Les éleveurs biologiques disposent de peu d'outils pour les repousser, alors qu'ils doivent faire paître leurs bêtes et, par conséquent, exposer ces dernières aux nuisibles. Les huiles essentielles, qui sont des extraits végétaux, peuvent jouer un rôle dans la protection des bovins contre les mouches, en plus d'être généralement non toxiques pour les mammifères.

Il en va de même pour les parasites internes : les producteurs biologiques ont peu de moyens pour les combattre dans leurs prés, aussi ont-ils largement recours à la rotation des pâturages. Les plantes riches en tanins, tel le lotier corniculé, peuvent réduire la charge parasitaire des bovins en agissant contre les parasites et en augmentant la résistance de l'hôte à ceux-ci. Cependant, si les aliments contiennent trop de tanins, ils risquent de ne pas être appétissants et d'avoir des effets néfastes sur la nutrition des bovins.



Une équipe de recherche ontarienne dirigée par le professeur Simon Lachance, de l'Université de Guelph, a étudié des mesures de lutte contre les nuisibles pour les bovins laitiers, ces mesures devant être autorisées en régie biologique. Dans une expérience, de jeunes bovins ont été infestés pour la première fois par des parasites gastro-intestinaux. Ils ont ensuite été nourris avec des rations qui contenaient du lotier corniculé. Les chercheurs ont mesuré l'efficacité de cette stratégie alimentaire en comptant les œufs de parasites dans les bouses des sujets. Dans une deuxième expérience, des bovins laitiers au pâturage ont été traités avec diverses huiles essentielles. Les effectifs des différentes populations de mouches ont ensuite été dénombrés afin d'évaluer l'efficacité des différents produits.

Les résultats préliminaires indiquent que l'inclusion de lotier corniculé dans le régime alimentaire peut réduire la charge parasitaire et que nourrir les bêtes avec des fourrages riches en tanins avant qu'elles soient infestées peut prévenir ou réduire l'infestation. Une analyse plus poussée des données permettra de savoir si des fourrages riches en tanins peuvent également éliminer les infestations.

Les huiles essentielles de géranium, de citronnelle ou d'eucalyptus, mélangées à une huile végétale biologique, ont repoussé la mouche des cornes, soit l'un des nuisibles les plus fréquents et les plus problématiques au pâturage, sur le dos, les flancs et le ventre des vaches traitées. Les mouches faciales et les mouches piqueuses des étables ont été plus difficiles à repousser. Un répulsif va être conçu pour atténuer la pression des mouches des cornes sur les bovins au pâturage, mais il doit être approuvé par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire pour être utilisable sur les animaux.

EN BREF

L'ajout de lotier corniculé au régime alimentaire des bovins laitiers biologiques peut réduire leur charge parasitaire interne. L'application d'huiles essentielles de géranium, de citronnelle ou d'eucalyptus sur le corps des bovins au pâturage peut atténuer la pression des mouches des cornes. Globalement, la meilleure façon de lutter contre les parasites gastro-intestinaux et les mouches nuisibles consiste à adopter une approche équilibrée qui combine des mesures de lutte culturelles, mécaniques et biologiques. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Produits bioactifs tirés des végétaux et contrôle des parasites internes et externes chez les grands ruminants

CHERCHEURS Simon Lachance, Renée Bergeron (Université de Guelph), Elsa Vasseur (Université McGill), Marie-Gabrielle Lamoureux (Héloïse Laboratoire) et Alain Villeneuve (Université de Montréal)

PARTENAIRES CA2, Les producteurs laitiers du Canada, Héloïse Laboratoire inc.

LES PLANTES PEUVENT-ELLES SOULAGER LES VACHES LAITIÈRES AU PÂTURAGE DES PARASITES ET AUTRES NUISIBLES?

Les consommateurs veulent manger davantage de poulet biologique, mais le régime alimentaire et l'innocuité des poulets pourraient être améliorés. Parallèlement, l'industrie de la transformation des fruits produit des restes, qui sont jetés à l'heure actuelle, alors qu'ils pourraient contribuer à la santé des poulets et renforcer leur immunité. Une équipe de recherche multidisciplinaire et diversifiée a évalué des déchets de fruits en tant qu'intrants permettant d'améliorer la santé et la croissance des poulets à griller dans les systèmes de production biologiques.

UTILISATION DU MARC DE BAIES POUR FAVORISER LA SANTÉ DES POULETS

Les consommateurs de produits biologiques cherchent de plus en plus des viandes biologiques dans les rayons des épiceries, en particulier de la volaille. L'élevage de poulets biologiques implique que ces derniers aient accès au pâturage en liberté, ce qui peut les exposer à des bactéries pathogènes susceptibles de les rendre malades et de ralentir leur croissance. Les producteurs biologiques ont donc besoin d'outils pour aider leurs poulets à demeurer en bonne santé.

Simultanément, la fabrication de jus de fruits biologiques produit de grandes quantités de pulpe, ou « marcs », lesquels sont précieux parce qu'ils regorgent de composés nutritifs et bénéfiques pour la santé, bien qu'ils soient actuellement jetés. Les déchets des uns peuvent-ils être la solution des autres?

Ajout de fruits au régime alimentaire de la volaille : Dans un premier temps, l'équipe de recherche dirigée par Moussa Diarra, chercheur scientifique à AAC, a analysé le marc restant après la fabrication de jus de canneberges et de bleuets. Elle s'est intéressée en particulier aux concentrations de composés sains, tels les antioxydants et les antimicrobiens potentiels, dans ce sous-produit habituellement considéré comme un déchet.

Des tests de laboratoire ont ensuite été effectués afin de savoir si le marc de bleuets et de canneberges, ou les extraits tirés de ceux-ci, pouvaient inhiber les bactéries pathogènes telles que *Salmonella enterica* non-typhoïdique, et *Clostridium perfringens*, car ces bactéries peuvent infecter significativement les poulets à griller.

La phase suivante des travaux s'est déroulée chez Rosebank Farms en Colombie-Britannique et au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault au Québec. Des quantités variables de marcs de canneberges ou de bleuets

biologiques ont été incluses dans les régimes alimentaires de poulets à griller aux deux endroits. La croissance, la santé intestinale et l'état général des poulets ainsi que de la présence de bactéries pathogènes spécifiques ont ensuite été observés.

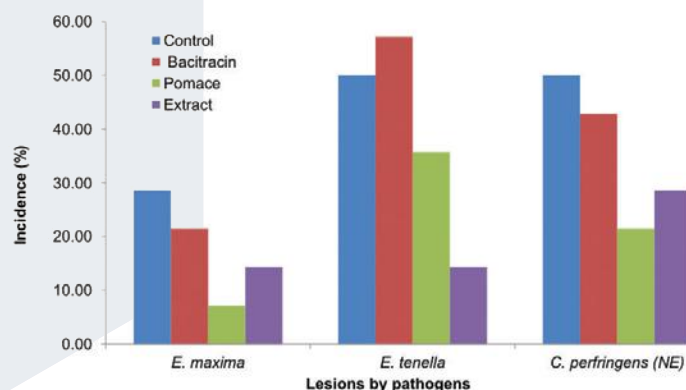
UN SOUS-PRODUIT DE GRANDE VALEUR

Les marcs de baies contenaient effectivement des antioxydants et des antimicrobiens, qui en font des suppléments potentiels prometteurs pour l'alimentation des poulets. En laboratoire, ils ont inhibé *Salmonella* et *Clostridium*, ce qui témoigne encore de la valeur des marcs dans la diète des volailles.

Les essais à la ferme ont révélé que l'ajout de marcs de baies à l'alimentation améliore la croissance des poulets, favorise la prolifération de bactéries intestinales bénéfiques, promeut la santé intestinale en prévenant la coccidiose et l'entérite nécrotique et stimule leur réponse immunitaire. Les marcs pourraient également être utilisés par les producteurs non biologiques pour limiter l'utilisation des antibiotiques et le développement de résistances à ces médicaments.

UNE SOLUTION GAGNANTE POUR TOUT LE MONDE

Les marcs de baies sont donc très prometteurs en tant qu'additifs dans l'alimentation des poulets à griller biologiques. Ils offrent aux producteurs biologiques un outil potentiel pour améliorer la santé des oiseaux, tout en réprimant les bactéries pathogènes problématiques. En prime, cette nouvelle utilisation des marcs permettra aux transformateurs de fruits biologiques de valoriser leurs produits. ●



Comparaison du marc de baies, de son extrait, de la bacitracine (un antibiotique couramment utilisé dans l'industrie de la volaille) et du groupe témoin. Les résultats montrent que le marc de baies favorise la santé intestinale en réduisant l'incidence de certaines bactéries pathogènes chez des poulets à griller biologiques.

NOM DE L'ACTIVITÉ Amélioration de l'immunité et de la santé des poulets biologiques par le marc de pommes

CHERCHEURS Moussa Diarra et Joshua Gong (AAC à Guelph), Satinder Kaur Brar (Institut national de la recherche scientifique) Pascal Delaquis et Kelly Ross (AAC à Summerland), François Malouin (Université de Sherbrooke), Jason McCallum (AAC à Charlottetown) et Edward Topp (AAC à London)

PARTENAIRES CA2, Aliments Bretons inc., Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (Yan Martel Kennes et Hassina Yacini), Rosebank Farms (Andrea Gunner), Satinder Kaur Brar

DES LÉGUMES DANS VOTRE BACON : DES NITRITES D'ORIGINE VÉGÉTALE POUR LES VIANDES SAUMURÉES BIOLOGIQUES

Les viandes biologiques occupent une part qui croît rapidement dans le marché biologique. Or les transformateurs biologiques manquent d'ingrédients compatibles avec la certification biologique pour ajouter des nitrites à leurs viandes saumurées de manière efficace et abordable. Une équipe de recherche québécoise a exploré des méthodes inusitées de production des nitrites reposant sur une conversion plus abordable des nitrates d'origine végétale en nitrites afin de fabriquer des viandes saumurées biologiques.

Les nitrites sont un ingrédient incontournable des viandes saumurées telles que le jambon, le bacon et les hot-dogs : ils leur confèrent leur couleur et leur saveur, empêchent les bactéries de s'y développer et préviennent le rancissement des graisses. La demande des consommateurs pour les viandes saumurées biologiques est soutenue, mais le besoin de nitrites est un obstacle à l'expansion de ce marché.

À l'heure actuelle, les produits à base de viande saumurée biologiques contiennent des nitrites qui proviennent de la conversion de nitrates naturellement abondants dans certains légumes, en particulier le céleri (sous forme de jus), par des fermentations bactériennes. Ces nitrites sont coûteux à produire et à utiliser. Des données probantes indiquent que certains extraits de plantes contiennent des agents réducteurs également capables de réaliser cette conversion (sans fermentation bactérienne). Ces extraits pourraient constituer de nouvelles options, acceptables en transformation biologique et moins onéreuses, pour les viandes saumurées.

L'équipe de recherche dirigée par Joseph Arul, de l'Université Laval, poursuit des travaux entamés pendant la première Grappe scientifique biologique. Elle a commencé par sélectionner des extraits de fruits et de légumes d'après leur capacité à convertir les nitrates inorganiques en nitrites. Les chercheurs ont axé leur travail sur les 12 extraits les plus prometteurs parmi les 79 extraits sélectionnés. Les « finalistes » étaient le cassis, le chou de Bruxelles, la feuille de brocoli, la feuille de bardane, le chou vert, le chou rouge, la feuille de carotte, le fenouil, le chou plume (kale), la feuille de panais, la feuille de pomme de terre et la feuille de radis. Leur capacité à convertir les nitrates d'origine végétale très présents dans les feuilles de céleri, les tiges de céleri et les épinards a ensuite été évaluée.

La capacité des extraits végétaux à convertir les nitrates d'origine végétale en nitrites a varié selon la source de nitrates. Les extraits de plantes prometteurs en raison de leur capacité de conversion des nitrates inorganiques ne se sont pas tous avérés efficaces pour transformer les nitrates des légumes. Cela peut être attribuable à l'action de composés phytochimiques qui, dans les extraits, empêchent la conversion des nitrates ou réagissent avec les nitrites pour donner d'autres composés, telles les nitrosamines. Les travaux ont néanmoins révélé qu'il existe des combinaisons d'extraits végétaux riches en nitrates et d'autres capables de convertir efficacement ces nitrates en nitrites.

Pendant que l'équipe scientifique continue de chercher les combinaisons et les conditions de réaction qui maximisent les concentrations de nitrites, les transformateurs de viande biologique peuvent espérer voir de nouvelles sources de nitrites, plus abordables que les sources actuelles, arriver sur le marché de leurs matières premières. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Solutions de remplacement à l'ajout de nitrites/nitrates aux viandes biologiques saumurées

CHERCHEURS Joseph Claude Gariépy (AAC à Saint-Hyacinthe)

PARTENAIRES CA2

Le secteur de la transformation biologique canadien croît avec la demande d'aliments biologiques transformés de la part des consommateurs. Il se heurte toutefois à des obstacles qui bloquent ou ralentissent cette croissance. La présente étude visait à cerner ces obstacles et à élaborer des stratégies permettant de les surmonter.

LA PÉNURIE D'INGRÉDIENTS BRUTS LOCAUX EST LA PREMIÈRE BARRIÈRE À LA TRANSFORMATION DANS LE SECTEUR BIOLOGIQUE

Les transformateurs d'aliments jouent un rôle essentiel dans le secteur biologique canadien. Ils créent non seulement des emplois, mais aussi des débouchés pour les matières premières biologiques produites localement et ajoutent de la valeur aux produits biologiques. Pourtant, dans le secteur biologique, la majeure partie de la recherche concerne les productions primaires végétale et animale; peu d'études ont été menées pour cerner et surmonter les défis auxquels sont confrontés les transformateurs. Comme les consommateurs continuent d'ex-

iger des aliments biologiques transformés faciles à préparer, au Canada, la croissance du sous-secteur de la transformation des aliments biologiques associée à cette demande dépend de la capacité à déterminer et éliminer les barrières qui nuisent à son expansion.

Le ministère de l'Agriculture du Manitoba a mené un sondage pancanadien auprès des transformateurs biologiques, recensant 884 entreprises canadiennes qui transforment des produits biologiques destinés à la consommation humaine. Un sous-ensemble de 38 chefs de file a été soumis à un sondage approfondi afin de mieux comprendre les défis auxquels ils sont confrontés lors de la mise en marché de nouveaux produits biologiques.

Avant cette étude, les chercheurs pensaient que le principal obstacle à l'expansion de la transformation biologique au Canada serait d'ordre réglementaire, relatif à la norme biologique. Or peu d'entreprises interrogées ont cité le nombre restreint d'aides à la transformation permises en production biologique en tant qu'obstacle. Les résultats indiquent que le principal problème serait plutôt la pénurie de matières premières disponibles pour la transformation. Les transformateurs souhaitent s'approvisionner le plus localement possible, mais ils ont besoin de sources stables et fiables.

Le coût élevé des ingrédients biologiques est également un défi, qui rend parfois le développement de certains aliments biologiques transformés non rentable. Malgré tout ce qui précède, la majorité des entreprises sondées ont connu une croissance à deux ou trois chiffres (10 % par an ou davantage). Ce dynamisme amplifie toutefois le besoin de trouver des ingrédients bruts locaux et abordables.

Sans surprise, les types d'aliments transformés dans les diverses parties du Canada correspondent étroitement à la production primaire régionale. Par exemple, le Québec et le Nouveau-Brunswick sont les provinces qui concentrent la majorité des transformateurs de sirop d'érable, tandis que la majorité des transformateurs de céréales sont établis dans les Prairies. Les transformateurs à ingrédients multiples sont surtout représentés dans les marchés biologiques les plus importants et les plus développés de l'Ontario, du Québec et de la Colombie-Britannique.



CROISSANCE LIMITÉE PAR LES PROBLÈMES D'APPROVISIONNEMENT

L'accès à des matières premières biologiques produites localement est le principal obstacle à la croissance des transformateurs biologiques canadiens. Leur besoin croissant d'ingrédients alimentaires locaux de qualité peut être un moteur clé de l'expansion de la production primaire biologique. ●

NOM DE L'ACTIVITÉ Identification et résolution des facteurs limitatifs en transformation d'aliments biologiques au Canada

CHERCHEURS Laura Telford (Agriculture, Alimentation et Initiatives rurales Manitoba)

PARTENAIRE Manitoba Harvest

La demande internationale d'aliments, de suppléments de santé et de cosmétiques biologiques augmente rapidement. Les sous-produits biologiques actuellement considérés comme des déchets peuvent-ils ouvrir de nouvelles perspectives aux producteurs et aux transformateurs canadiens? Une équipe basée au Québec s'est proposé de trouver les matières premières végétales susceptibles de convenir à la production d'extraits bioactifs ou autres biologiques utilisés par l'industrie de la transformation biologique.

La demande de suppléments alimentaires et de santé ainsi que de produits cosmétiques de grande qualité croît à l'échelle internationale. Il existe notamment un marché émergent pour les extraits de fruits et légumes certifiés biologiques qui ont des propriétés nutraceutiques, domaine où les entreprises canadiennes peuvent être avantagées. Le Canada a actuellement accès à un vaste ensemble de produits et de sous-produits agroalimentaires biologiques et certifiés biologiques.

Naturellement, l'agriculture biologique produit elle aussi des déchets non commercialisables ou inférieurs aux critères commerciaux. Ces déchets alimentaires peuvent servir aux agriculteurs et aux transformateurs biologiques, à condition d'être transformés en produits utilisables, tels les extraits bioactifs. Les agriculteurs biologiques pourraient valoriser des sous-produits qui, autrement, seraient traités comme des déchets ou transformés en compost. Les transformateurs biologiques pourraient avoir accès à des matières premières certifiées biologiques de haute qualité à un coût inférieur. Enfin, cela réduirait le gaspillage de ressources qui autrement seraient utilisées à la fabrication de davantage de produits certifiés biologiques uniquement pour en tirer des extraits bioactifs.

Une collaboration entre l'industrie et la recherche dirigée par le professeur Paul Angers, de l'Université Laval, a permis de recenser le matériel végétal issu de l'agriculture biologique qui peut faire l'objet d'applications industrielles dans les domaines des suppléments de santé et des cosmétiques. Les travaux de recherche ont eu lieu à Laval et au Centre d'études des procédés chimiques du Québec (CÉPROQ). L'équipe a également travaillé en étroite collaboration avec Diana Food Canada (anciennement Nutra Canada). Le projet consistait à étudier divers fruits et légumes biologiques pour y trouver des composés bioactifs intéressants pour les industries des aliments et des produits de santé naturels et visait à mettre au point un procédé d'extraction respectueux de l'environnement.

UN AVENIR PROMETTEUR

Les épinards, les oignons, les poireaux, les asperges et le brocoli se sont avérés être des sources prometteuses de composés bioactifs recherchés. Il fallait s'assurer auprès des producteurs biologiques que ces légumes étaient bien disponibles en tant que sous-produits et en quantités suffisantes pour une production industrielle.

En utilisant plusieurs techniques, l'équipe a développé un procédé d'extraction, sans solvants pétrochimiques ou toxiques, basé sur les caractéristiques physico-chimiques des produits. L'optimisation des techniques d'extraction est un aspect essentiel de la fabrication des extraits bioactifs destinés à la production industrielle. Pour les agriculteurs, elle permet de valoriser des sous-produits et des « déchets »; pour les transformateurs biologiques, elle fournit des matières premières de qualité supérieure à moindre coût pour les besoins des marchés des aliments naturels, des suppléments et des cosmétiques. Pour le Canada, ces produits sont la clé qui donnera accès au marché international des suppléments alimentaires et de santé. ●

FINI LE GASPILLAGE: FABRIQUER DES EXTRAITS BIOACTIFS AVEC DES SOUS-PRODUITS BIOLOGIQUES CANADIENS



NOM DE L'ACTIVITÉ Production biologique d'extraits végétaux pour les marchés alimentaires et les nutraceutiques

CHERCHEURS Paul Angers, Joseph Arul, Yves Desjardins, André Gosselin (Université Laval), Martine Dorais (AAC à Agassiz en C.B.), Sébastien Léonhard, Guy StAmant (Diana Food Canada [anciennement Nutra Canada])

PARTENAIRES CA2, Diana Food Canada (anciennement Nutra Canada)

Nous aimerions remercier les partenaires suivants pour leurs contributions à l'activité du Transfert et traduction du savoir (TTS) qui nous ont permis de produire ce magazine. Merci.

ABRI VÉGÉTAL

AGROCENTRE FERTIBEC INC.

BLEUETS NB BLUEBERRIES

**CARROT CACHE COMMUNITY
RESOURCE INC.**

CLIF BAR AND ASSOCIATES

DAIRY FARMERS OF CANADA

DUBOIS AGRINOVATION INC.

EATMORE SPROUTS & GREENS LTD.

**FÉDÉRATION DES PRODUCTEURS DE
POMMES DU QUÉBEC**

FRAISES DE L'ILE-D'ORLÉANS INC.

GRAIN MILLERS CANADA CORP.

HOUBLONNIÈRE GOSSELIN

HOWPARK FARM

JONATHAN SPROUTS, INC.

**LOBLAW CHAIR, SUSTAINABLE
FOOD PRODUCTION**

MANITOBA HARVEST

MUMM'S SPROUTING SEEDS

NATURE CANNEBERGE

NATURE'S PASTA

DIANA FOODS

ONTARIO APPLE GROWERS

**ONTARIO PROCESSING
VEGETABLE GROWERS**

**PRINCE EDWARD ISLAND BLUEBERRY
GROWERS ASSOCIATION**

**RALPH MARTIN, LOBLAW CHAIR,
SUSTAINABLE FOOD PRODUCTION**

RIJK ZWANN USA

SASKATCHEWAN PULSE GROWERS

SERRES FRANK ZYROMSKI

SERRES JARDINS NATURE

SERRES LEFORT INC.

SYLVAR TECHNOLOGIES INC.

UNION DE PRODUCTEURS AGRICOLES

USC CANADA

VAN ACKER HORTICULTURE INDUSTRY FUND

**WILD BLUEBERRY PRODUCERS ASSOCIATION
OF NOVA SCOTIA**

DAL.CA/OACC/OSCII

*photo: exposeimage.com,
Émilie Cloutier-Morin, à la
Ferme-école BIO, Cégep de
Victoriaville, Québec.*

