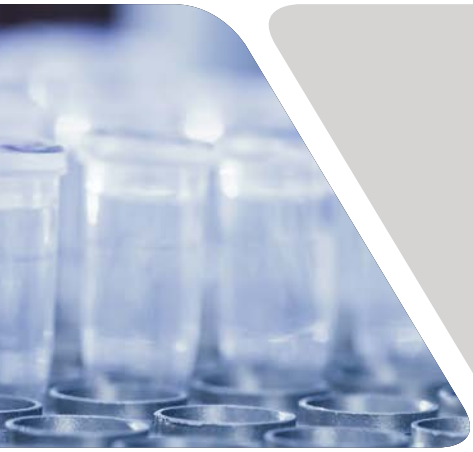
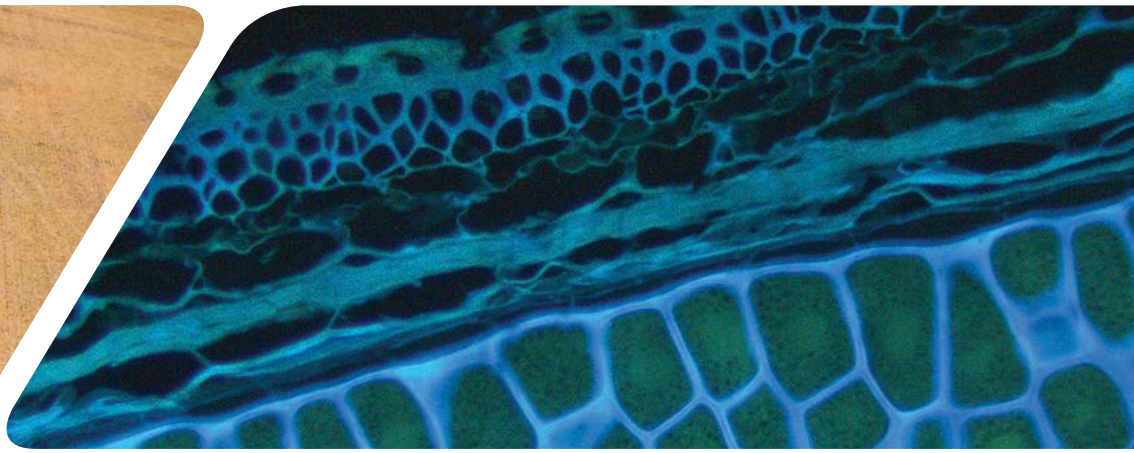
ISSN 2371-0438



LABORATOIRE DE RECHERCHES SUR LES GRAINS

Rapport annuel sur les programmes

2016



Commission canadienne des grains
Canadian Grain Commission

Canada

Notre mandat

La Commission canadienne des grains travaille dans l'intérêt des producteurs de grain. Guidée par la *Loi sur les grains du Canada*, la Commission canadienne des grains travaille à l'établissement et au maintien des normes de qualité du grain canadien, à la réglementation de la manutention des grains au Canada, et à l'assurance du grain comme produit fiable à livrer sur les marchés intérieurs et étrangers.

Notre vision

Être un fournisseur de classe mondiale en matière de services d'assurance de la qualité fondés sur la science.

Table des matières

3 Message du directeur

4 Aperçu

5 Statistiques et faits

6 Recherche sur le blé panifiable et le blé dur

8 Mouture et maltage — Recherche sur l'orge et d'autres grains

10 Oléagineux

12 Recherche sur les légumineuses

14 Enzymes du blé, produits asiatiques et services analytiques

16 Recherche sur la biotechnologie des grains

18 Microbiologie

20 Analyse de substances organiques et d'éléments à l'état de trace

22 Activités de surveillance et de recherche en matière d'identification des variétés

24 Publications scientifiques en 2015 et en 2016

26 Évaluation sommaire du Programme d'échantillons de récolte

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada, 2017

Message du directeur

« Ces projets sont alignés stratégiquement sur les besoins des intervenants de l'industrie des grains et sont à l'avant–garde du progrès scientifique. »
– Stefan Wagener

Stefan Wagener, Ph. D.
Directeur, Laboratoire de recherches sur les grains

L'année 2016 a été une autre très bonne année pour le Laboratoire de recherches sur les grains, et elle a porté fruit.

Au printemps 2016, nous avons reçu le rapport final de l'évaluation de notre Programme d'échantillons de récolte, préparé par Ference & Company Consulting Ltée. L'évaluation a réaffirmé l'importance du programme et sa valeur pour vous, les intervenants du secteur des grains. Un sommaire abrégé du rapport est joint au présent rapport.

Dans le cadre de ses principales fonctions, le Laboratoire de recherches sur les grains exerce une surveillance et évalue le fondement scientifique sur lequel repose le système de classement de la Commission canadienne des grains. Pour une deuxième année d'affilée, nous avons évalué l'incidence du mildiou sur la qualité du blé. D'après nos résultats, les changements apportés aux facteurs de classement du blé relativement à la présence de mildiou sont profitables pour les producteurs, les exportateurs et les clients.

Le Comité de développement des grains des Prairies a approuvé officiellement deux nouvelles épreuves qui ont été mises au point par le Laboratoire de recherches sur les grains. Grâce au protocole modifié d'utilisation de l'extensographe, nous pouvons accélérer le débit des essais, tout en réduisant la quantité de blé nécessaire. De plus, la méthode de cuisson instantanée et maigre est plus rapide, plus précise et utilise le minimum d'ingrédients nécessaires afin d'effectuer de meilleures évaluations de la qualité intrinsèque du blé.

Le rapport de cette année présente certains des projets de recherche scientifique novateurs et intéressants qui sont en cours. Ces projets sont alignés stratégiquement sur les besoins des intervenants de l'industrie des grains et sont à l'avant-garde du progrès scientifique. La qualité de nos travaux et la valeur de nos résultats scientifiques sont reconnues à l'échelle mondiale. Bon nombre de nos scientifiques et de notre personnel sont invités régulièrement à présenter des exposés et à parler de l'état d'avancement de leurs travaux.

Je vous invite à lire le rapport et à en apprendre davantage sur nos capacités, nos domaines de recherche et la qualité des services offerts par les scientifiques et le personnel dévoués du Laboratoire de recherches sur les grains qui sont à votre service ainsi qu'à celui de tous les acteurs de la chaîne de valeur des grains au Canada. N'hésitez pas à nous faire part de vos commentaires et réflexions; nous y accordons une grande importance.

APERÇU

La recherche réalisée par le Laboratoire de recherches sur les grains à la Commission canadienne des grains se divise en deux catégories : **la recherche sur les cultures** et **la recherche sur les technologies**.

La recherche sur les cultures vise à évaluer la qualité des récoltes au Canada et à étudier comment les facteurs de classement influent sur les propriétés à l'utilisation finale. Elle permet également de mettre au point de nouvelles utilisations du grain canadien et d'évaluer de nouvelles variétés dans le cadre du processus d'enregistrement des variétés.

La recherche sur les technologies sert à évaluer et à élaborer des méthodes utilisées pour évaluer la qualité et la salubrité du grain canadien.

Programmes de recherche sur les cultures :

- Recherche sur le blé panifiable et le blé dur
- Oléagineux
- Recherche sur les légumineuses
- Mouture et maltage - Recherche sur l'orge et d'autres grains
- Enzymes du blé, produits asiatiques et services analytiques

Programmes de recherche sur les technologies :

- Recherche sur la biotechnologie des grains
- Microbiologie
- Analyse de substances organiques et d'éléments à l'état de trace
- Activités de surveillance et de recherche en matière d'identification des variétés

Outre les travaux de recherche et les essais réalisés par chaque programme, tous les programmes soutiennent quatre activités clés :

Surveillance de la qualité des cargaisons

Essais analytiques visant les expéditions de grain destinées à l'exportation (p. ex. mycotoxines, pesticides, composition des variétés) afin de s'assurer qu'elles respectent les paramètres de classement et de qualité du Canada.

Programme d'échantillons de récolte

Enquête sur la qualité de la récolte annuelle. Les producteurs envoient, sur une base volontaire, un échantillon de leur récolte et reçoivent en retour, gratuitement, un grade non officiel de la Commission canadienne des grains. Les données obtenues servent à produire un rapport sur la qualité du grain canadien récolté

Demandes de services d'analyse

Services d'analyse des échantillons soumis par l'industrie aux fins d'essai; des frais sont exigés dans certains cas.

Évaluation des lignées des sélectionneurs

Analyses et recommandations pour l'amélioration des lignées des sélectionneurs.

LRG - Statistiques et faits

En 2016

Programme d'échantillons de récolte

Nous publions des rapports annuels sur les cultures et les récoltes. Nous publions aussi un rapport d'enquête annuel sur la fusariose à partir des échantillons soumis dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte.

- Grâce à la technologie PCR quantitative à haut débit à la fine pointe, le programme de microbiologie a pu hausser le niveau de l'enquête annuelle sur la fusariose. Elle permet d'analyser plus de **1 000 échantillons de récolte** par an.

- Le Programme d'échantillons de récolte a reçu plus de **13 150 échantillons** de la campagne agricole 2016-2017.

Innovation

Nous ne cessons de mettre au point de nouvelles méthodes et d'explorer de nouvelles technologies pour innover et répondre aux besoins de l'industrie des grains. Voici quelques exemples :

- Nous avons mis au point une méthode rapide d'utilisation de l'extensographe à haut débit qui sert à mesurer la force du gluten.
- Notre recherche fournit des fondements scientifiques pour les seuils de tolérance associés aux facteurs de classement.
- Nous avons développé une méthode de cuisson d'essai instantanée et maigre d'une capacité améliorée pour différencier les variétés.
- Nos chercheurs ont publié **27 publications scientifiques**. (Voir la page 24.)
- Nous avons mis au point une méthode d'identification des variétés de blé dur et de lin qui repose sur des analyses d'ADN.
- Dans le cadre du programme de recherche sur les légumineuses, on effectue une étude de faisabilité sur une nouvelle technologie qui combine la spectroscopie NIRS à haute résolution à la vision artificielle pour l'analyse et le tri des légumineuses selon leurs propriétés chimiques et physiques (calibre, couleur et forme).

Nous offrons des rapports sur la qualité des récoltes actuelles et antérieures pour les grains suivants :

Céréales

- Blé
- Orge brassicole

Oléagineux

- Canola
- Lin
- Graines de moutarde
- Soja (non comestible)

Légumineuses

- Haricots
- Pois chiches
- Lentilles
- Pois
- Soja (alimentaire)

Recherche sur le blé panifiable et le blé dur

Bin Xiao Fu, Ph. D.

Quatre échantillons composites de blé CWAD de différents grades (nos 1 à 4), préparés avec des échantillons soumis dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte de 2015, dont l'unique facteur de classement était le contenu en HVK.

Incidences des relations entre le contenu en grains vitreux durs, la teneur en protéines et la concentration de pigments sur la qualité du blé dur

Même si notre étude visait surtout à mesurer la force du gluten du blé panifiable et à en comprendre les incidences, nous avons aussi étudié les relations entre le contenu en grains vitreux durs, la teneur en protéines et la concentration de pigments du blé dur, et nous avons tenté de comprendre comment la teneur en protéines et la vitrosité interagissent et influent sur la qualité du blé dur.

Les grains vitreux durs ont une couleur ambrée translucide en raison de leur structure d'endosperme très compacte. La teneur en protéines influe sur la formation de grains vitreux durs (HVK). Le contenu en HVK est un facteur de classement du blé dur ambré de l'Ouest canadien (CWAD).

D'après nos résultats, le contenu en HVK dans le blé dur augmente lorsque la teneur en protéines est élevée et se situe entre 9,5 et 12,5 %. Cette relation est moins significative lorsque la teneur en protéines se situe entre 12,5 et 14,5 %. Un blé dur à faible teneur en protéines (~10,5 %) peut donner une bonne qualité de mouture lorsque le contenu en HVK > 60 %, mais la qualité des pâtes produites sera mauvaise. Aussi, nous n'avons observé aucune différence significative dans la concentration de pigments jaunes entre les grains vitreux durs et les grains mitadinés

Quatre ensembles d'échantillons de blé dur ont servi à l'étude.

- Des échantillons contenant seulement des HVK et seulement des grains mitadinés blancs. Les grains ont été retirés à la main d'un échantillon commercial de blé CWAD à forte teneur en protéines.
- Des échantillons contenant seulement des HVK et seulement des grains mitadinés blancs. Les grains ont été retirés à la main d'un échantillon d'une seule variété de blé CWAD à faible teneur en protéines obtenu d'un producteur.
- Six échantillons composites d'une seule variété de blé CWAD ayant des teneurs en protéines différentes. On a utilisé des échantillons du Programme d'échantillons de récolte de 2015.
- Quatre échantillons composites de blé CWAD de différents grades (no 1 à no 4) dont l'unique facteur de classement était le contenu en HVK. On a utilisé des échantillons du Programme d'échantillons de récolte de 2015.

blancs. Cependant, la semoule issue de HVK est plus jaune et affiche moins de piqûres blanches que celle issue de grains mitadinés blancs en raison d'une répartition différente des dimensions des particules. Alors que les grains mitadinés blancs à faible teneur en protéines ont des incidences très négatives sur la qualité de mouture du blé dur et des pâtes produites, une teneur élevée en protéines peut atténuer ces effets négatifs. En ce qui a trait à la composition en protéines, les grains vitreux semblent avoir des rapports plus élevés de protéines insolubles sur gluténines totales et de monomères totaux sur gluténines totales.

Objectif de la recherche

Le contenu en HVK, la teneur en protéines et la concentration de pigments jaunes sont les trois principales caractéristiques déterminant la valeur du blé dur. Toutefois, on dispose de peu de données sur les relations qui existent entre la vitrosité, la concentration de pigments jaunes, la couleur de la semoule et la couleur des pâtes. En outre, la relation entre la teneur en protéines et la vitrosité qui est rapportée dans la littérature n'est pas toujours observable.

Avantages pour le secteur des grains au Canada

La compréhension des relations entre le contenu en grains vitreux durs et la teneur en protéines, ainsi que leurs incidences sur la qualité des produits à base de blé dur et la qualité de transformation, est utile pour déterminer l'adéquation des seuils de tolérance associés aux grades en vigueur. De plus, les transformateurs et les acheteurs de grain canadien peuvent faire des achats éclairés et mieux utiliser le blé dur canadien s'ils savent quelles sont les incidences des facteurs de classement sur la qualité des produits à base de blé dur.

M. Fu a présenté une partie de cette recherche lors de la 66e édition de l'Australian Grain Science Conference, dans le cadre de son discours liminaire intitulé « Kernel vitreosity and protein content in relation to durum wheat quality ». Manuscrit en préparation.

Personnel de laboratoire

- Brigitte Dupuis, chimiste
- Andrea Iverson, technicienne
- Altash Yirdaw, technicien
- Dale Taylor, technicien
- Jerry Suchy, technicien
- Kun Wang, technicien
- Ofelia Fransico-Pabalan, technicienne
- Shin Nam, technicien
- Tanya Zirdum, technicienne

Incidence du contenu en HVK sur la qualité du blé dur

Paramètres qualitatifs	No 1	No 2	No 3	No 4
Blé				
Grains vitreux durs (%)	90	68	42	30
Teneur en protéines (%)	13,3	12,2	11,8	11,3
Poids spécifique (kg/hl)	81,9	81,9	80,6	80,1
Mouture				
Rendement total à la mouture (%)	76,2	76,0	75,1	74,8
Rendement en semoule (%)	68,0	67,2	65,8	64,3
Semoule				
Teinte jaune (b*)	30,5	30,2	29,2	27,8
Pigments jaunes (ppm)	8,8	8,8	8,5	8,6
Indice de gluten (%)	83	81	79	86
Piqûres blanches (par 100 cm²)	39	49	85	94
Spaghettis				
Teinte jaune (secs) (b*)	60,9	62,1	61,0	60,4
Fermeté (cuits) (g)	591	567	511	485

Le facteur HVK n'a aucune incidence sur la concentration de pigments jaunes, mail il a une incidence sur la couleur et sur les piqûres blanches dans la semoule.

Micro-extrudeuse servant à fabriquer des spaghettis en vue de l'évaluation de la qualité.

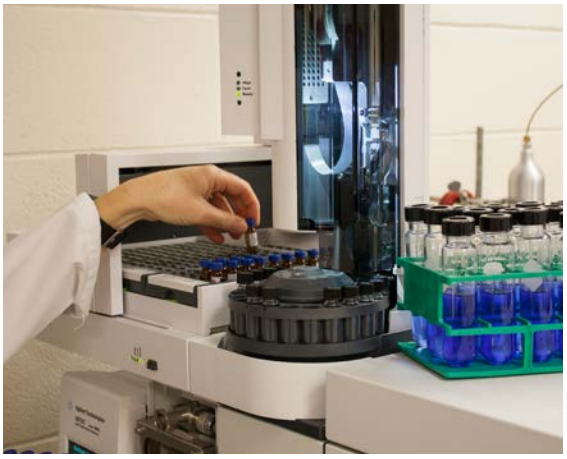
Mouture et maltage - Recherche sur l'orge et d'autres grains

Marta Izydorczyk, Ph. D.

Compréhension du rôle des arabinoxylanes de l'orge durant les processus de maltage et de brassage

Cette année, nous avons poursuivi et concentré nos recherches sur les facteurs qui influent sur la teneur en arabinoxylanes de l'orge et sur leur rôle dans la fabrication de bière. Les arabinoxylanes sont des polysaccharides non amylacés présents dans les parois cellulaires de différents tissus de l'orge. Durant le maltage, les arabinoxylanes sont partiellement solubilisés et décomposés, mais ils peuvent encore être détectés dans le moût, la drêche et même la bière. Parce qu'ils donnent des solutions plus visqueuses, ils peuvent causer des problèmes de filtration de la bière. Ils peuvent aussi rendre la bière turbide et contribuer à la formation de précipités. Néanmoins, les arabinoxylanes peuvent avoir des effets positifs, notamment donner une sensation agréable en bouche et stabiliser la mousse de la bière.

« L'une des grandes priorités de recherche de l'industrie du maltage et du brassage est de comprendre le rôle des arabinoxylanes dans les processus de fabrication de la bière. »



La détermination de la teneur en arabinoxylanes de l'orge au moyen de la chromatographie en phase gazeuse (CG) nécessite l'hydrolyse acide des polymères en arabinose et en xylose, la dérivatisation des sucres en acétates d'alditol correspondants (1), suivie de la séparation et de la quantification au moyen de la CG et d'un détecteur à ionisation de flamme (DIF) (2).

Nous avons effectué une enquête sur la teneur en arabinoxylanes de l'orge canadienne pour déterminer les incidences du génotype et de l'environnement de croissance sur la concentration en arabinoxylanes des grains. Nous avons mis au point une méthode d'étalonnage NIR (dans le proche infrarouge) pour la mesure de la teneur en arabinoxylanes de l'orge. Nous avons aussi étudié dans quelle mesure la teneur et la composition en arabinoxylanes changeaient au cours du maltage, de l'empâtage et du brassage.

Objectif de la recherche

L'une des grandes priorités de recherche de l'industrie du maltage et du brassage est de comprendre le rôle des arabinoxylanes dans les processus de fabrication de la bière. Notre projet, qui poursuit cette priorité de recherche, est partiellement parrainé par l'Institut de recherche sur l'orge de brasserie et de maltage (IROBM) et par ses membres.

Avantages pour le secteur des grains au Canada

Notre travail a démontré que l'analyse NIR peut être utilisée comme outil de sélection dans les programmes d'amélioration de l'orge brassicole qui visent à produire des variétés qui contiennent les teneurs en arabinoxylanes les plus appropriées pour le maltage.

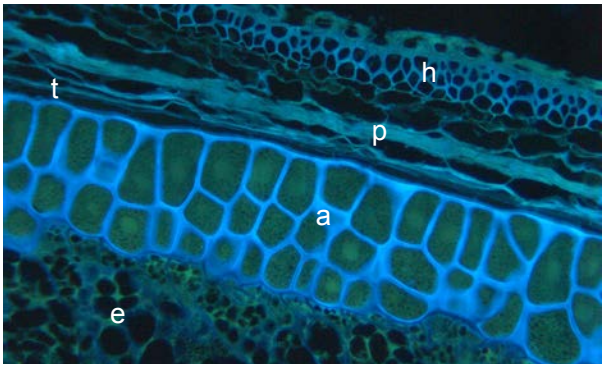
Il serait utile de connaître la teneur en arabinoxylanes des grains d'orge brassicole pour pouvoir prédire celle de la bière et de la drêche. Seule une petite portion des arabinoxylanes se décompose et se dissout durant le maltage et le brassage. Tout le reste se retrouve dans la drêche de brasserie, un produit riche en éléments nutritifs.

Cellule à échantillon pour le grain entier en vue de l'analyse NIR.

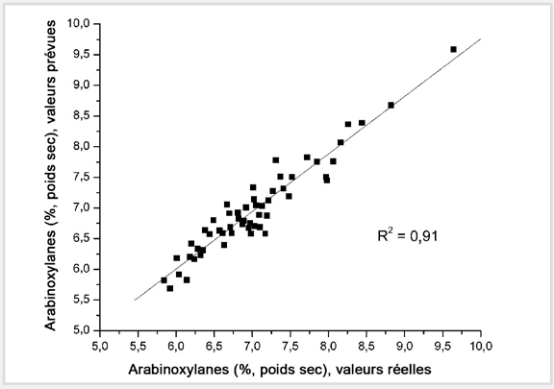
Comme les arabinoxylanes offrent des atouts santé, il serait intéressant d'accroître la teneur en arabinoxylanes des aliments et des boissons. Étant une technologie de mesure rapide, l'analyse NIR peut être utilisée dans les programmes d'amélioration de l'orge afin de créer des variétés d'orge alimentaire ayant une teneur élevée en arabinoxylanes et profiter de leurs atouts santé.

Personnel de laboratoire

- Tricia McMillan, chimiste
- Arzoo Sharma, chimiste
- Sharon Bazin, technicienne
- Anna Chepurna, technicienne
- Debby Shaluk, technicienne
- Shawn Parsons, technicien
- Jerry Kletke, technicien
- Dave Turnock, technicien



Micrographie optique d'une coupe transversale d'un grain d'orge montrant l'abondance des arabinoxylanes (autofluorescence bleue) dans les parois cellulaires des couches externes : glumelle (h), péricarpe (p), testa (t), et aleurone (a), et dans l'albumen (e).



Ce diagramme de dispersion des valeurs prévues (NIR) par rapport aux valeurs de référence (CG-DIF) pour la concentration en arabinoxylanes de l'orge montre que l'analyse NIR peut être utilisée comme outil de sélection.

Publications scientifiques liées à la recherche

1. Izydorczyk, M.S. (2016). Functional Properties of Cereal Cell-Wall Polysaccharides. Carbohydrates in Food, 3e édition, A.-C. Eliasson (éd.), p.193-256. CRC Press, Oxford.

2. Izydorczyk, M.S., (2014). Barley Arabinoxylans: Molecular, Physicochemical, and Functional Properties. Barley: Chemistry and Technology, 2e édition, P.R. Shewry et S.E. Ullrich (éd.), p. 97-122. AACC International, St. Pauls.

3. Izydorczyk, M.S., McMillan, et T., Bazin, S. (2014). Changes in content and physicochemical properties of arabinoxylans during malting and brewing of two- and six-rowed Canadian malting barley. Résultats présentés lors de la 11e édition du symposium International Trends in Brewing, Gand, Belgique.

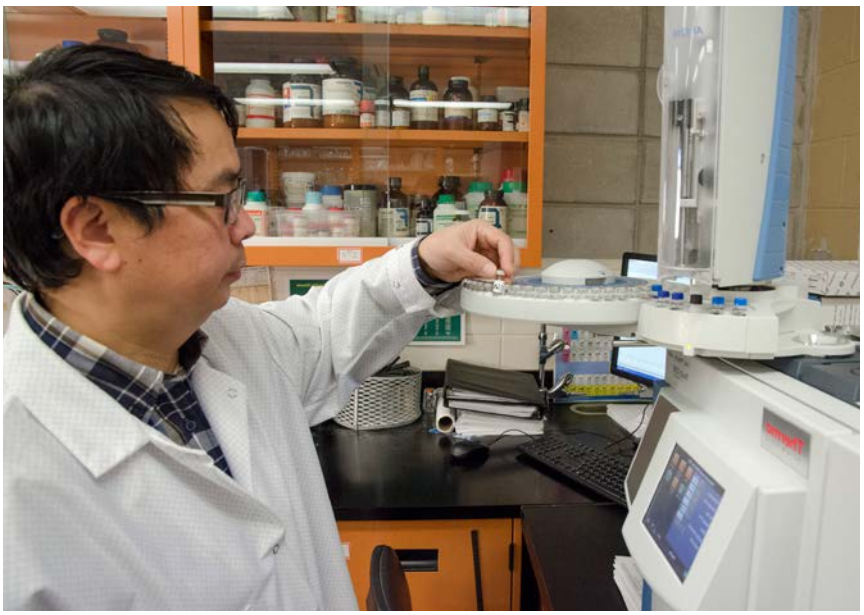
4. Izydorczyk, M.S., McMillan, T., Bazin, S., Chepurna, et A., Dushnicky, L. (2013). Characterization and quantification of arabinoxylans in Canadian barley. Résultats présentés lors de la 22e réunion triennale sur l'amélioration de l'orge de l'Institut de recherche sur l'orge de brasserie et de maltage, Winnipeg (Manitoba).

Oilseeds

Véronique Barthet, Ph. D.

Étude des incidences de la panification sur les composés de glycosides cyanogènes dans les graines de lin

« La capacité d'évaluer la teneur en glycosides cyanogènes des produits à base de graines de lin, comme le pain, fournirait des données utiles pour la formulation de recettes. »



Analyse des glycosides cyanogènes à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse (CG-SM).

Nous sommes en train de mettre au point une méthode d'analyse des glycosides cyanogènes présents dans des produits de boulangerie à base de graines de lin. Les glycosides cyanogènes sont des facteurs antinutritionnels que l'on trouve dans de nombreuses plantes cultivées autres que le lin, dont le manioc et l'amande amère. Les facteurs antinutritionnels sont des composés qui interfèrent avec l'absorption des éléments nutritifs.

Pour étudier le devenir des glycosides cyanogènes durant la panification, nous avons fabriqué du pain qui contenait 10 % de graines de lin. Nous avons préparé des recettes de pain à base de graines de lin entières, de graines de lin moulues ou de graines de lin grillées moulues du commerce et les avons soumis à deux durées de fermentation. Nous avons ensuite analysé les pains obtenus au moyen d'un chromatographe en phase gazeuse et d'un spectromètre de masse.

Nous avons constaté que la durée de fermentation n'influait pas sur la teneur en glycosides cyanogènes du pain à base de graines de lin, contrairement à la préparation des graines de lin. Le pain à base de graines de lin entières contenait 1,6 fois plus de glycosides cyanogènes que le pain à base de graines de lin grillées moulues et 3,9 fois plus que le pain à base de graines de lin moulues. Tous les pains à base de graines de lin avaient des teneurs en glycosides cyanogènes très en deçà des limites fixées pour d'autres aliments.

Objectif de la recherche

Les graines de lin regorgent d'éléments bons pour la santé, comme des acides gras oméga 3, des fibres et des lignanes. Or, on sait peu de choses sur la durée de persistance des glycosides cyanogènes dans les produits à base de graines de lin ou sur les incidences de la transformation sur les teneurs en glycosides cyanogènes.

À l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse (CG-SM), on peut quantifier chaque composé cyanogène, ce qui élimine ainsi l'interférence de l'artéfact attribuable à la fabrication de pain ou de muffins ou de tout autre produit transformé.

Avantages pour le secteur des grains au Canada

Des limites sont fixées pour la teneur en glycosides cyanogènes des graines de lin et du tourteau de lin qui sont destinés à l'alimentation du bétail. En général, aucune limite n'est imposée sur les graines de lin destinées à la consommation humaine. Au Canada et aux États-Unis, les graines de lin sont un produit généralement reconnu comme étant inoffensif (GRAS pour Generally Recognized as Safe). L'une des différences majeures entre les graines de lin destinées à l'alimentation humaine et celles destinées à la consommation animale réside dans la quantité de graines ingérées : les humains consomment en général de 16 à 50 g de graines de lin par jour, et le bétail, quelques kilos.

Récemment, Santé Canada a approuvé l'allégation suivante, selon laquelle la consommation de graines de lin entières moulues était bénéfique pour la santé :

La consommation de 16 g (2 cuillères à table) de graines de lin moulues par jour fournit 40 % de la quantité quotidienne démontrée qui contribue à abaisser le taux de cholestérol sanguin.

La capacité d'évaluer la teneur en glycosides cyanogènes des produits à base de graines de lin, comme le pain, fournirait des données utiles pour la formulation de recettes. Si un aliment contient des facteurs antinutritionnels, il est important de comprendre leur comportement et d'évaluer leur quantité exacte dans le produit final.

Personnel de laboratoire

- Ann Puvirajah, chimiste
- Bert Siemens, chimiste
- Tao Fan, chimiste
- Brad Speiss, technicien
- Katharine Schulz, technicienne
- Marnie MacLean, technicienne
- Stéphane Balcaen, technicien

Résultats (moyenne ± écart–type) obtenus pour chaque pain analysé par chromatographie en phase gazeuse et détection par spectrométrie de masse. (ND : sous la limite de détection, S.O. : sans objet)

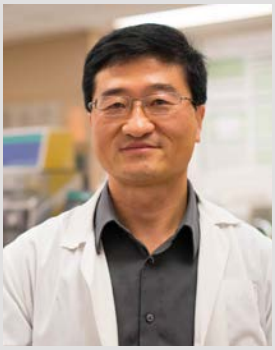
Temps (min)	Type de pain	Linustatine		Néolinustatine		Équivalent HCN (mg/Kg de pain)		Équivalent HCN (mg/Kg de graines)	Dégradation pendant la panification (%)
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
90	Témoin	0,08	0,00	0,08	0,00	4,09	0,02	S.O.	
90	graines entières	0,57	0,01	0,72	0,02	35,98	0,66	359,8	0,0
90	graines moulues	0,14	0,00	0,16	0,00	8,96	0,10	89,6	77,3
90	graines grillées	0,14	0,00	0,20	0,00	22,59	0,16	225,9	8,4
180	Témoin	0,07	0,00	0,07	0,00	3,96	0,03	S.O.	
180	graines entières	0,57	0,01	0,70	0,01	35,34	0,41	353,4	10,5
180	graines moulues	0,12	0,00	0,14	0,00	7,87	0,07	78,7	80,0
180	graines grillées	0,13	0,00	0,17	0,00	21,99	0,20	219,9	10,9
graines	grillées	3,18	0,06	5,86	0,10	246,7	3,24	246,7	S.O.
graines	entières/moulues	6,25	0,38	8,03	0,47	395,0	16,30	395,0	S.O.

Les résultats indiquent que la quantité de glycosides cyanogènes dans le pain varie en fonction du type de graines de lin utilisées.

Publications scientifiques liées à la recherche

1. Barthet, VJ., et T. Fan. Determination of the cyanogenic glycoside contents of flaxseed breads by GC-MS. 14e édition de l'Euro Fed Lipid Congress, Fats, Oils and Lipids, du 18 au 21 septembre 2016, Gand, Belgique.

2. Fan, T., et V.J. Barthet. Analysis of trimethylsilyl derivatives of cyanogenic glycosides from flaxseed *(Linum usitatissimum)* by GC/MS. Compte rendu de la 64e édition de l'ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, San Antonio (Texas), du 5 au 9 juin 2016.



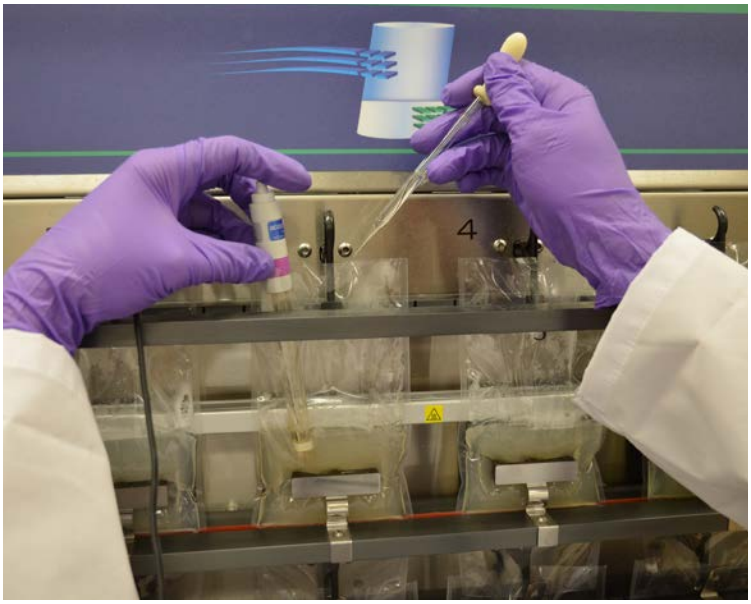
Ning Wang, PH. D.

Recherche sur les légumineuses

Détermination de l'incidence des cultivars et de l'environnement de croissance sur la qualité des haricots secs

Nous collaborons avec le programme d'amélioration des haricots du Centre de recherche et de développement de Morden d'Agriculture et Agroalimentaire Canada pour étudier les effets des cultivars, de l'environnement de croissance et des conditions climatiques annuelles sur des paramètres qualitatifs des haricots cultivés au Manitoba. Le projet est financé par l'association Manitoba Pulse and Soybean Growers.

« Les données sur la valeur nutritive générées par notre recherche pourraient soutenir et renforcer la qualité marchande des légumineuses canadiennes. »



Détermination de la teneur en fibres des haricots.

La culture des haricots occupe une place importante dans les rotations culturales pratiquées au Manitoba. Or, les efforts d'amélioration des haricots sont surtout axés sur l'amélioration du rendement et de la résistance aux maladies, et l'évaluation de paramètres qualitatifs se limite souvent à un examen visuel.

Objectif de la recherche

On dispose de peu données sur les effets des cultivars et de l'environnement de croissance sur la teneur en fibres alimentaires et les facteurs antinutritionnels, comme l'activité des inhibiteurs de la trypsine et des oligosaccharides dans les haricots. Il serait possible d'augmenter la teneur nutritive des haricots et d'en réduire les facteurs antinutritionnels grâce à des programmes de sélection et à certaines pratiques de culture.

Des études ont démontré que les aliments à haute teneur en fibres alimentaires abaissent la pression artérielle et réduisent le risque de crise cardiaque et de cancer du côlon.

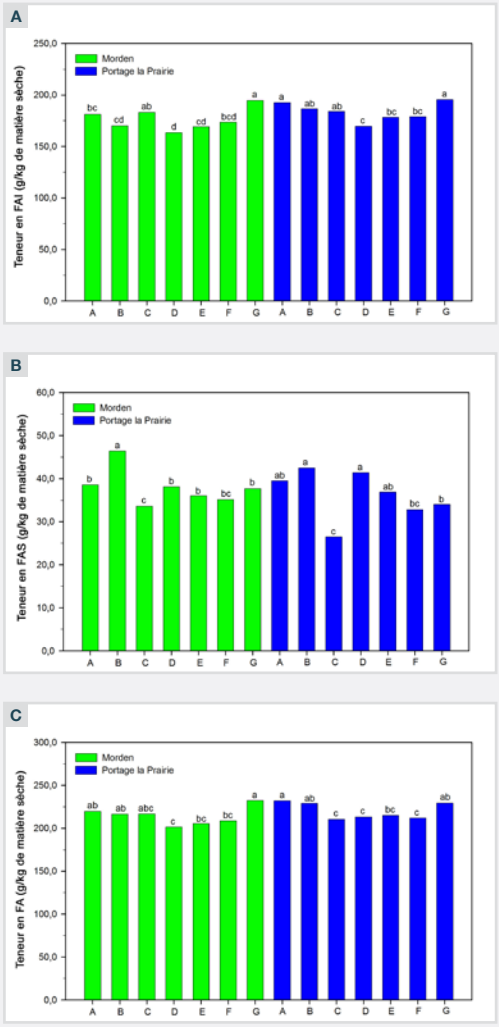
L'activité des inhibiteurs de la trypsine et les oligosaccharides sont des facteurs antinutritionnels qui limitent la qualité nutritive des haricots. Les inhibiteurs de la trypsine sont des protéines qui se lient à la trypsine, une enzyme digestive, et l'inactivent. Ils nuisent ainsi à la digestion des protéines. Les oligosaccharides (raffinose, stachyose et verbascose) sont des hydrates de carbone formés de sucres simples qui sont une cause majeure de flatulences.

Avantages pour le secteur des grains au Canada

Les sélectionneurs de haricots pourraient utiliser les connaissances acquises dans le cadre du projet pour améliorer la qualité et la valeur nutritive des haricots. Les producteurs et l'industrie des légumineuses pourraient ainsi devenir plus concurrentiels sur les marchés intérieurs et internationaux. Aussi, les données sur la valeur nutritive générées par notre recherche pourraient soutenir et renforcer la qualité marchande des légumineuses canadiennes.

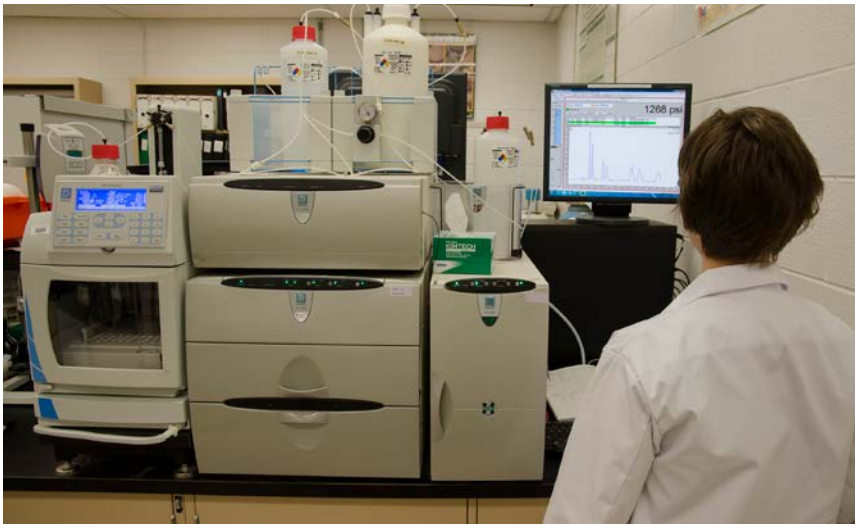
Personnel de laboratoire

- Lisa Maximiuk, technicienne
- Joseffus Santos, technicien
- Ashley Hudrick, technicienne



Incidence des cultivars et de l'environnement de croissance sur la teneur en fibres alimentaires insolubles (FAI) (a), la teneur en fibres alimentaires solubles (FAS) (b) et la teneur en fibres alimentaire (FA) (c) des haricots cultivés à deux endroits (Morden et Portage la Prairie) au Manitoba (A-haricots noirs, B-haricots canneberges, C-haricots Great Northern, D- haricots rouge pâle, E- petits haricots ronds blancs, F-haricots Pinto et G-petits haricots rouges).

Les résultats indiquent que les cultivars et l'environnement de croissance ont une incidence statistiquement significative sur la teneur en fibres alimentaires des haricots.



Analyse des sucres dans les haricots à l'aide de la méthode par CLHP.

Publications scientifiques liées à la recherche

1. Wang, N., A. Hou, J. Santos, et L. Maximiuk (2016). Effects of cultivar, growing location and year on physico-chemical and cooking characteristics of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Focus Issue of Cereal Chemistry (sous presse).

2. Wang, N., A. Hou, L. Maximiuk, et J. Santos (2016). Variation in dietary fibre and oligosaccharide contents of different beans (*Phaseolus vulgaris*) grown in Manitoba. Présenté dans le cadre de la 10e édition du Canadian Pulse Research Workshop, du 26 au 28 octobre 2016, Winnipeg (Manitoba).

3. Wang, N. et L. Maximiuk (2015). Development of an improved electrical resistance method for determining emulsifying capacity of pulse and soy materials. Cereal Chemistry 92(3):253-257.

Enzymes du blé, produits asiatiques et services analytiques

Dave Hatcher, Ph. D.

Évaluation de l'incidence des grains mildiousés sur les produits finaux à base de blé

Je suis heureux de travailler en collaboration avec des collègues des Services à l'industrie à une étude pluriannuelle portant sur l'incidence du mildiou, un facteur de classement, sur les produits finaux à base de blé. Les conditions de croissance dans l'Ouest canadien varient au fil des ans, et on a observé récemment une montée du mildiou. Le mildiou est évalué visuellement, et il est très important pour les producteurs et tous les membres de la chaîne de valeur dublé que le système de classement canadien représente bien la valeur intrinsèque et la valeur commerciale du grain.

« Les clients nationaux et internationaux auront l'assurance que les produits qu'ils fabriquent avec du blé canadien sont de qualité. »

Objectif de la recherche

Les clients veulent être certains que les produits qu'ils fabriquent (pain, pâtes et nouilles) reflètent adéquatement la valeur du blé canadien acheté et le prix payé. Les producteurs s'attendent aussi à ce que le système de classement canadien repose sur des données scientifiques et des mesures de la valeur réelle de leur blé. Le projet évalue les attributs du blé qui sont essentiels pour un meunier et les caractéristiques de la farine qui sont importantes pour un boulanger commercial ou un fabricant de nouilles, car les caractéristiques des produits finaux sont de la plus haute importance pour leurs clients. L'évaluation de tous ces aspects sur de nombreuses années accroît la complexité de l'analyse finale, mais nous permet d'aborder les

Modification de l'échantillon de référence visant le mildiou dans le blé CWRS nº 1.

préoccupations de tous les intervenants.

Avantages pour le secteur des grains au Canada

Le principal avantage est d'assurer un fondement objectif et scientifique pour la détermination de la concentration de mildiou permise dans les grades de blé canadien. Cela rassurera les producteurs canadiens, qui seront certains de recevoir un juste prix pour la valeur de leur grain, et profitera au réseau de manutention des grains. En outre, les clients nationaux et internationaux auront l'assurance que les produits qu'ils fabriquent avec du blé canadien sont de qualité. Être en mesure de répondre aux besoins précis des clients profite à tous les maillons de la chaîne de valeur du blé canadien.

Mildiou dans le blé CWRS des campagnes agricoles 2014 et 2015

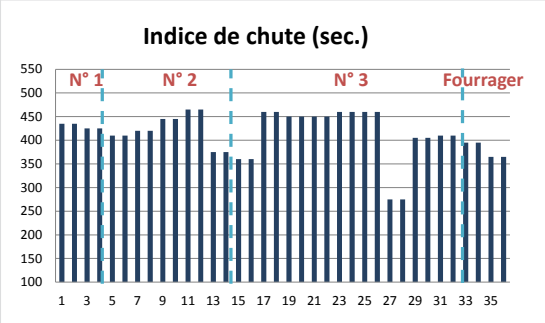
Degré de mildiou examiné

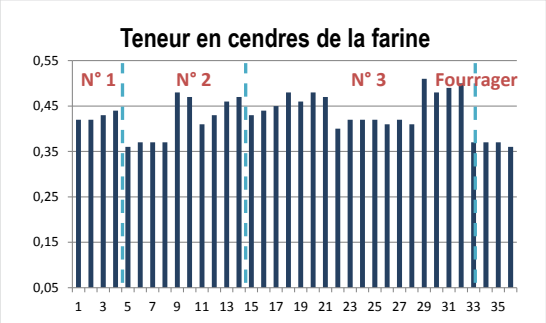
Personnel de laboratoire

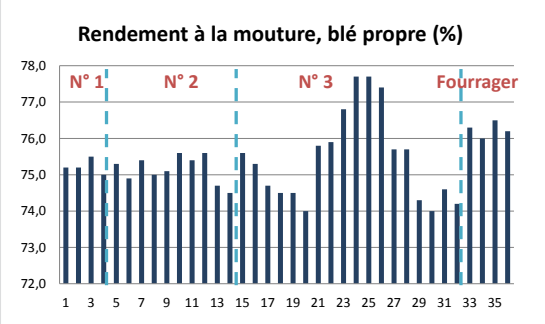
- Twylla McKendry, chimiste
- Raymond Bacala, chimiste
- Dora Fenn, chimiste
- Bruno Klassen, technicien
- Richard McKinley, technicien
- Gary Dion, technicien
- Debbie Salazar, technicienne
- Janice Knight, technicienne
- Leonard Alexiuk, technicien
- Janelle Williamson, technicienne
- Evelyn Barnett, technicienne
- Katherine Cordova, technicienne
- Hong Yue, technicienne

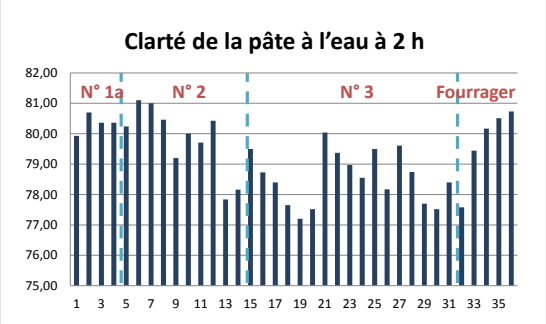
Incidence du mildiou sur le blé CWRS

Nous avons étudié cette question au cours de deux campagnes agricoles distinctes, 2014 et 2015. Lorsque l'on pense au mildiou, le concept d'humidité entraîne naturellement des inquiétudes quant à la germination. Le diagramme en haut à gauche indique qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter; l'examen des grades n° 1 à Fourrager n'a révélé aucun problème pour ce qui est de l'indice de chute.









Du point de vue des meuniers, nous nous sommes penchés sur le rendement à la mouture du blé propre et nous n'avons constaté aucune incidence.

Les résultats indiquent que le mildiou n'a aucune incidence sur la teneur en cendres de la farine et la clarté de la pâte, paramètres fondamentaux pour l'acceptation des produits par les consommateurs.

Recherche sur la biotechnologie des grains

Tigst Demeke, Ph. D.

Détection simultanée de multiples manifestations biotechnologiques

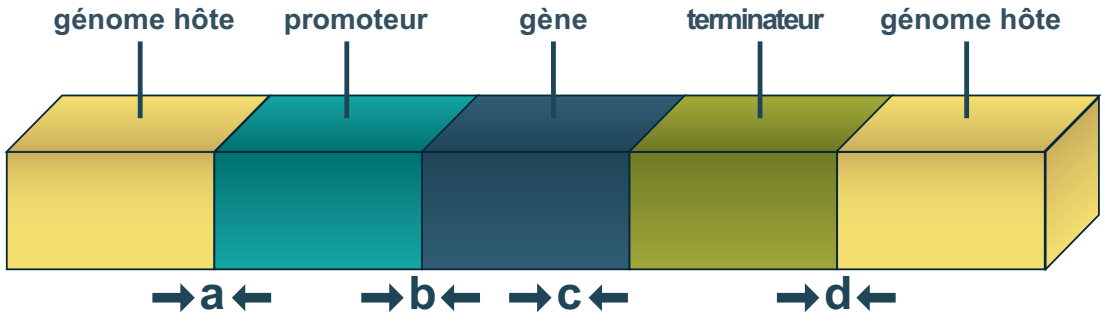
Notre projet est axé sur la détection simultanée de multiples manifestations biotechnologiques au moyen d'une plateforme d'essais qualitatifs à l'aide de PCR (amplification en chaîne par polymérase). La présence dans des grains non issus du génie génétique de faibles quantités d'OGM (organismes génétiquement modifiés) non approuvés ou retirés du marché continue d'être problématique dans le secteur des grains.

« La PCR est la méthode la plus utilisée pour détecter la présence d'OGM individuels dans un échantillon. »

Le processus du génie génétique appliqué aux végétaux et la détection de manifestations biotechnologiques

Le génie génétique en amélioration des végétaux consiste à insérer un ou plusieurs gènes d'intérêt issus d'autres espèces dans le génome d'une plante. *Le génome est un ensemble complet de matériel génétique dans un organisme.*

Représentation schématique d'un transgène qui a été inséré dans un génome hôte et exemples d'essais PCR pour la détection des OGM.



À tout le moins, un transgène contient les séquences d'ADN d'un gène d'intérêt, un promoteur et un terminateur. Un gène d'intérêt confère un trait désirable (par ex. les plantes Roundup Ready contiennent un gène qui les rend tolérantes au glyphosate, un herbicide). Un promoteur contient une séquence d'ADN qui indique le site de transcription ou l'expression du gène (un signal d'activation). Un terminateur contient une séquence d'ADN qui indique l'endroit où l'expression du gène doit s'arrêter (un signal d'arrêt). Les lettres « a », « b », « c » et « d » indiquent l'endroit où des amorces amont et aval peuvent être conçues aux fins de la détection par PCR de manifestions biotechnologiques. Les amorces sont des séquences d'ADN servant de point de départ à la synthèse d'ADN. Des paires d'amorces sont conçues et intégrées dans le génome hôte tandis que le transgène permet de détecter par PCR de manière fiable ou spécifique une manifestation biotechnologique (par ex. des paires d'amorces « a » et « d »).

Les OGM sont aussi nommés produits issus de la biotechnologie, produits génétiquement modifiés (GM) ou produits transgéniques. On crée un OGM en introduisant un gène particulier à un endroit précis d'un chromosome. Chaque OGM obtenu constitue une manifestation biotechnologique distincte. Une politique de tolérance zéro est appliquée lorsque des OGM non approuvés sont trouvés dans le grain. Il nous faut une méthode de détection précise capable de déceler de multiples manifestations biotechnologiques en même temps.

La PCR est la méthode la plus utilisée pour détecter la présence d'OGM individuels dans un échantillon. Elle amplifie des segments d'ADN précis du matériel de l'échantillon. Pour analyser des manifestations biotechnologiques, nous utilisons la PCR afin d'amplifier l'ADN du gène cible de l'OGM examiné.

Objectif de la recherche

Actuellement, nous nous servons de la PCR pour analyser des manifestations biotechnologiques individuelles dans les échantillons de grain, une à une. Cela prend du temps, en plus d'être coûteux.

De nombreux pays effectuent des tests de routine pour dépister la présence de manifestations biotechnologiques dans le grain. Toutefois, comme il existe une multitude de manifestations différentes, il est difficile de faire des analyses efficaces. À cela s'ajoute le fait que de nouvelles manifestations sont créées chaque année. Ainsi, la base de données sur les cultures génétiquement modifiées (GM) du Center for Environmental Risk Assessment (CERA) contient 15 manifestations biotechnologiques pour le canola et 19 pour le soja (http://www.cera-gmc.org/GMCropDatabase, en anglais), mais elle ne recense pas les manifestations biotechnologiques cumulées où au moins deux gènes ont été insérés dans une même plante. Aussi, certaines des manifestations biotechnologiques figurant dans cette base de données ne sont plus produites ou ne se trouvent dans aucune variété cultivée commercialement. Donc, la recherche visant à mettre au point une méthode capable de détecter simultanément de multiples manifestations biotechnologiques a son utilité.

Personnel de laboratoire

- Michelle Holigroski, biologiste
- Monika Eng, technicienne

Avantages pour le secteur des grains au Canada

La capacité d'analyser en même temps de multiples manifestations biotechnologiques permettra d'accélérer le traitement des échantillons, et ainsi d'économiser temps et ressources. La méthode que nous voulons développer servira à analyser des manifestations biotechnologiques dans des échantillons de grain, le cas échéant.

Exemple de plateforme utilisée pour la détection d'OGM dans le canola

Échantillon	OGM dans le canola											Gène de référence
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
B	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
C	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
D	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
E	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
F	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
G	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A
H	GT73	MS8	RF1	RF2	RF3	MS1	HCN92	T45	OXY235	MON-88302	DP-73496	Cru-A

En un seul cycle, on peut analyser huit échantillons de canola afin de détecter la présence de 11 OGM et d'un gène de référence.
Comme il est indiqué, cette plateforme permet d'analyser de multiples OGM dans chaque échantillon de canola, pour une efficacité accrue.

Microbiologie

Tom Gräfenhan, Ph. D.

Compréhension des communautés microbiennes présentes dans l'orge à l'aide du séquençage de l'ADN

Nous étudions la biodiversité et la composition des communautés microbiennes naturellement présentes dans l'orge canadienne, ainsi que leurs incidences sur la qualité du maltage, à l'aide de séquençage à haut débit. Cette technologie permet de collecter des données sur les séquences d'ADN des microorganismes qui sont présents dans l'orge et de suivre l'évolution de ces populations au cours des différentes étapes du maltage commercial. Au moyen de codes à barres génétiques, nous pouvons identifier des centaines d'espèces de bactéries, de moisissures et de levures.

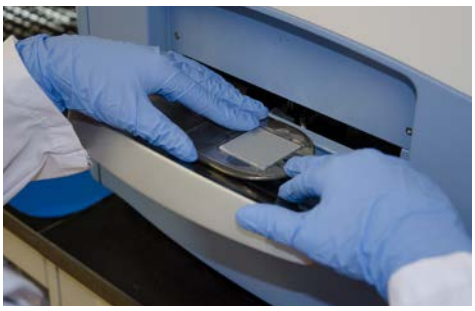
Ces trois dernières années, nous avons généré et collecté des données sur les séquences d'ADN des microorganismes présents dans les grains d'orge et le malt. Nous analysons des ensembles complets de données en collaboration avec nos partenaires de projet. Pour ce faire, il nous faudra de grands réseaux d'ordinateurs interconnectés d'une grande puissance d'exécution, des téraoctets de mémoire de travail et un logiciel spécial pour faire l'analyse des données biologiques. Aussi, nous devrons être capables de faire exécuter en même temps de multiples routines informatiques.

Croissance de pathogènes fongiques et d'endophytes sur des grains stérilisés en surface placés sur une gélose

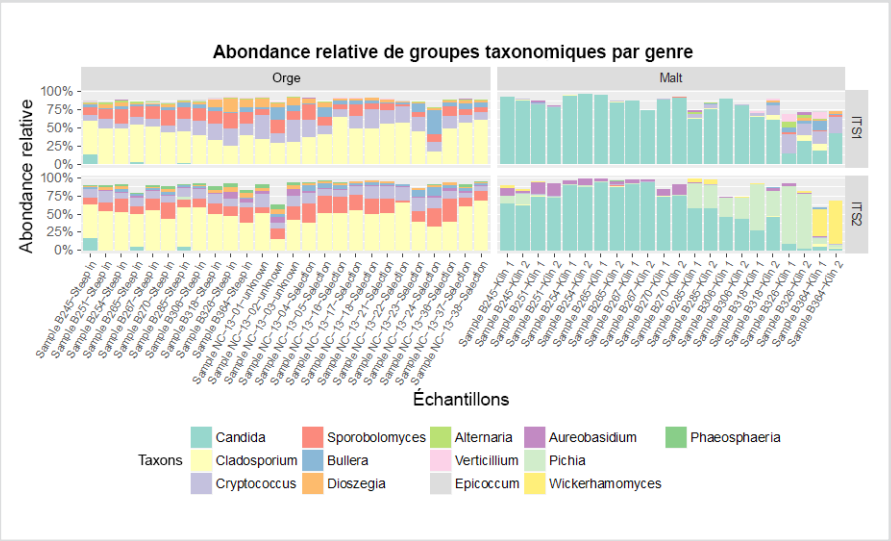
Objectif de la recherche

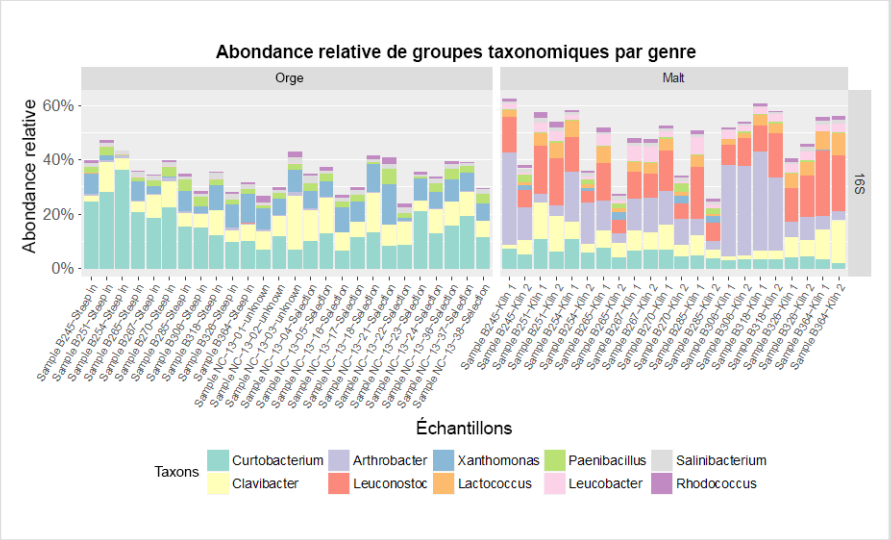
À l'heure actuelle, nos connaissances sur la biodiversité et la composition des communautés microbiennes de l'orge canadienne ainsi que sur leurs incidences sur les processus de transformation sont lacunaires. Le projet nous permettra d'en apprendre davantage à ce sujet.

Analyse de données à l'aide d'un système de PCR quantitative à haut débit afin de déterminer la présence d'espèces de Fusarium et d'autres pathogènes dans des échantillons d'orge.



Placement d'une puce PDR contenant 5200 nanoréactions dans un thermocycleur, qui sert à générer des pools d'amplicons de codes à barres ADN (enrichissement cible). Les codes à barres ADN sont soumis au séquençage de nouvelle génération (SNG) et utilisés dans des analyses métagénomiques effectuées dans le cadre d'études sur les populations microbiennes.





Comme le montrent les tableaux ci-dessus, le maltage modifie les communautés microbiennes naturellement présentes dans les grains d'orge. Les levures, les champignons (en haut) et les bactéries (en bas) à forte activité enzymatique responsables de la dégradation de l'endosperme des grains prédominent dans le microbiome du malt (à droite).

Personnel de laboratoire

- Susan Patrick, technicienne
- Tehreem Ashfaq, technicienne

Avantages pour le secteur des grains au Canada

Chaque année, le Canada exporte plus de 700 000 tonnes de malt et plus d'un million de tonnes d'orge brassicole brute. Les données générées par le projet nous aideront à identifier les microbes qui ont des effets positifs et ceux qui ont des effets négatifs au cours du brassage de la bière. Par exemple, certains microbes peuvent provoquer le giclage de la bière embouteillée et d'autres induire une floculation prématurée des levures. Le giclage fait référence au jaillissement de broue à l'ouverture d'une bouteille de bière qui n'a pourtant pas été agitée. La floculation prématurée des levures peut, quant à elle, modifier la flaveur de la bière et perturber la fermentation.

Une fois les principaux microorganismes identifiés, nous pourrons étudier plus à fond leurs rôles, puis, voir comment mieux les maîtriser au cours du maltage. Aussi, nous pourrons mettre au point des méthodes de mesure de leur présence dans l'orge brassicole.

Publications scientifiques liées à la recherche

1. Chen et al. (2016). Geography and agronomical practices drive diversification of the epiphytic mycoflora associated with barley and its malt end product in western Canada. Agriculture, Ecosystems & Environment, 226: 43-55.

2. Chen et al. (2014). Pyrosequencing revealed geographical distribution and ecological diversification of fungal communities on barley and malt from western Canada. IUMS 2014, Montréal (Québec), Canada, du 27 août au 1er septembre 2014.

3. Gräfenhan et al. (2014). Composition of fungal communities on barley and malt from western Canada revealed by next generation sequencing. 21e édition du NABRW, Minneapolis (Minnesota), États-Unis, du 29 juin au 2 juillet 2014.

Analyse de substances organiques et d'éléments à l'état de trace

Sheryl Tittlemier, Ph. D.

Étude de l'incidence du traitement de l'avoine sur les mycotoxines

Cette année, nous étudions le devenir des mycotoxines durant le traitement de l'avoine. En collaboration avec nos collègues de Mouture et maltage – Recherche sur l'orge et d'autres grains, nous étudions des échantillons d'avoine à différentes étapes de la transformation de l'avoine, du décorticage au traitement thermique pour la mouture.

« L'enlèvement des écales réduirait grandement la concentration de mycotoxines dans les aliments à base d'avoine. »

Lors du traitement des échantillons d'avoine, nous analysons plus de 20 mycotoxines.

La Prairie Oat Growers Association nous a fourni des échantillons d'avoine de producteurs pour la conduite de notre projet. L'association finance aussi une partie de nos travaux avec le ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan et l'accord bilatéral de *Cultivons l'avenir 2* entre le Canada et la Saskatchewan.

Gruau (à gauche) et écales d'avoine (à droite). Les premiers résultats indiquent que l'enlèvement des écales réduirait grandement la concentration de mycotoxines.

Décorticage de l'avoine au Laboratoire de recherches sur les grains.

Chauffage de l'avoine dans un four. On étudie les répercussions du traitement thermique sur les concentrations de mycotoxines.

Objectif de la recherche

Nous ne savons pas réellement ce qui arrive aux mycotoxines dans l'avoine au cours de la transformation. Dans le cas de certaines céréales, nous savons que les étapes de transformation, comme l'épointage, qui enlève le son, aident à enlever les mycotoxines associées au son.

Les premiers résultats de nos travaux donnent à penser que certaines mycotoxines sont présentes sur les écales. L'enlèvement des écales réduirait grandement la concentration de mycotoxines dans les aliments à base d'avoine et réduirait au minimum l'exposition des consommateurs aux mycotoxines.

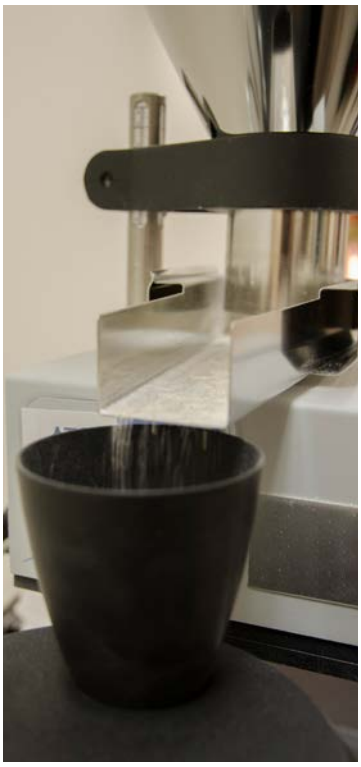
Le traitement thermique, qui est utilisé pour prolonger la durée de conservation du produit et donner un bon goût et une bonne texture, pourrait modifier la quantité de mycotoxines dans l'avoine transformée.

Personnel de laboratoire

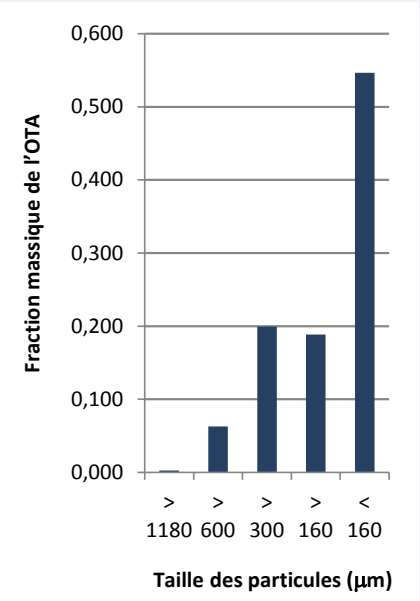
- Anja Richter, chimiste
- Kerri Pleskach, chimiste
- Jules Carlson, chimiste
- Lianna Bestvater, technicienne
- Richard Blagden, technicien
- Daniel Bockru, technicien
- Jason Chan, technicien
- Dainna Drul, technicienne
- Wes Harnden, technicien
- Shannon Neumann, technicienne
- Michael Tran, technicien
- Bobby Trelka, technicien

Avantages pour le secteur des grains au Canada

Si les autorités de réglementation savent ce qui arrive aux mycotoxines durant la transformation, elles pourront établir des limites maximales appropriées pour les mycotoxines présentes dans l'avoine.



Séparation de l'avoine moulue en vue de l'analyse des mycotoxines (ci-haut et à droite). Les mycotoxines ne sont pas réparties également dans les grains d'avoine (à l'extrême droite); on a donc recours à des méthodes systématiques pour la préparation des échantillons afin d'éviter une mesure inexacte des mycotoxines.



Répartition de la mycotoxine ochratoxine A (OTA) selon la taille des particules d'avoine moulue.

Daniel Perry, Ph. D.

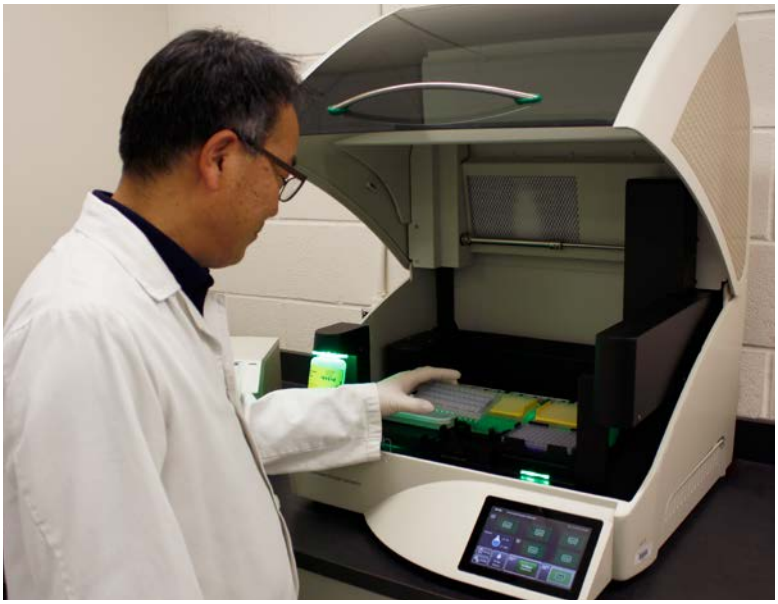
Activités de surveillance et de recherche en matière d'identification des variétés

Utilisation de la PCR numérique pour identifier des variétés dans les échantillons de grain en vrac

« La PCR numérique d'échantillons en vrac devrait offrir une alternative plus exacte, plus rapide et plus économique pour l'évaluation de la pureté et de la composition variétale des échantillons de grain et de semences. »

Cette année, nous étudions l'utilisation de la PCR numérique pour l'évaluation de la composition variétale de mélanges de grain. La PCR est une technologie puissante d'analyse d'ADN. Elle amplifie des segments d'ADN particuliers, ou des séquences cibles présentes dans un échantillon d'ADN. La PCR numérique est une nouvelle variante de cette technologie. Grâce à elle, nous pouvons compter le nombre de répétitions de nos séquences cibles spécifiques dans un mélange d'ADN.

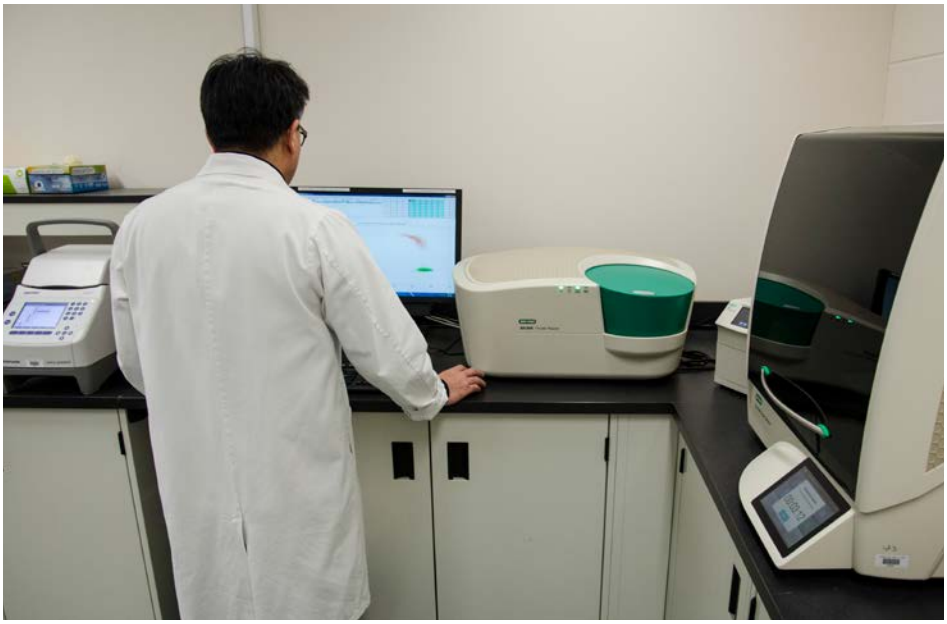
Au moyen de la PCR numérique, nous analysons des segments d'ADN d'orge ou de blé où nous savons qu'il existe des différences entre les variétés, comme la variation d'un nucléotide simple à l'intérieur de la séquence ou encore l'insertion ou la délétion d'une petite partie de l'ADN. Si nous pouvons mesurer la présence de chacune de ces séquences dans le mélange des ADN extraits d'un échantillon de grain, nous pouvons en déterminer la composition variétale à l'aide d'un algorithme.



On place jusqu'à 96 mélanges réactionnels de PCR dans un générateur de gouttelettes automatisé, et chaque mélange y est divisé en une émulsion de minuscules gouttelettes. L'amplification par PCR se produit indépendamment dans chaque gouttelette.

Objectif de la recherche

Les méthodes d'analyse que nous utilisons actuellement reposent sur l'analyse de nombreux grains individuels par échantillon. Il y a quelques années, nous avons démontré que l'analyse d'échantillons en vrac était possible au moment où nous avons élaboré une méthode d'analyse de l'orge au moyen d'une version antérieure de la technologie PCR, soit la PCR en temps réel. Or, cette méthode exigeait des procédures d'étalonnage complexes pour prendre en compte les écarts de taux d'amplification entre les diverses cibles d'ADN. La PCR numérique devrait être moins sensible à de tels écarts. Elle devrait donner des résultats plus précis sans besoin d'étalonnage.



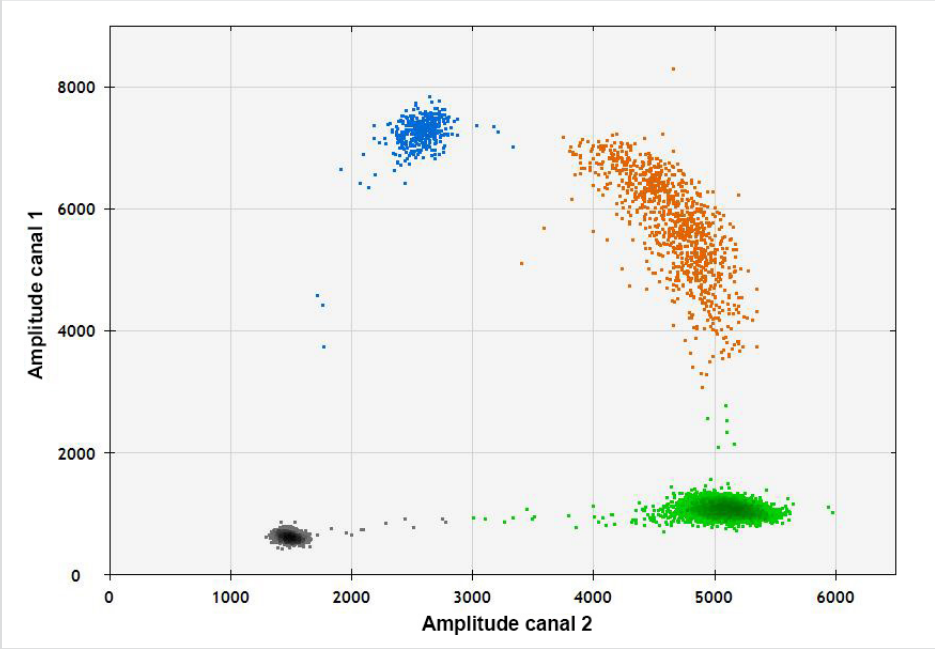
Personnel de laboratoire

- Sung-Jong Lee, biologiste
- Danny Saydak, technicien
- Mathieu Dusabenyagasani, technicien
- Tiffany Planinac, technicienne

Après l'amplification par PCR de séquences cibles d'ADN, on mesure la fluorescence de chaque gouttelette à l'aide d'un lecteur de gouttelettes.

Avantages pour le secteur des grains au Canada

La PCR numérique d'échantillons en vrac devrait offrir une alternative plus exacte, plus rapide et plus économique pour l'évaluation de la pureté et de la composition variétale des échantillons de grain et de semences. Comme nous l'avons déjà fait lorsque nous avons mis au point d'autres méthodes d'identification de variétés, nous rendrons nos méthodes de PCR numériques disponibles aux laboratoires privés afin que les producteurs et les manutentionnaires de grain puissent bénéficier de cette technologie.



Fluorescence relative des gouttelettes mesurée à deux longueurs d'onde après l'amplification par PCR. Chacun des 17 384 points représente une gouttelette individuelle d'un mélange réactionnel fait pour un échantillon d'ADN.

Les séquences présentes dans chaque gouttelette peuvent être inférées sur la base de la grappe où se trouve leur point. Cela permet de faire une estimation directe de la fréquence des séquences dans un mélange d'ADN.

Les gouttelettes des grappes bleue et verte contiennent différentes variantes de la séquence cible. Les gouttelettes de la grappe orange contiennent les deux variantes.

Publications scientifiques liées à la recherche

1. Perry, D.J. et S.-J. Lee (2017). Droplet digital PCR for verification of interspersed refuge in midge tolerant wheat varietal blends. Canadian Journal of Plant Science (sous presse).

Publications scientifiques en 2015 et en 2016

Revues et ouvrages examinés par des pairs (publiés ou acceptés aux fins de publication)

1. Daugelaite D., A. Strybulevych D.W. Hatcher, M.G. Scanlon et J.H. Page. (2017). Frozen Convenience Noodles: Use of Ultrasound to study the Influence of Preparation Methods on their Rheological Parameters. Cereal Chemistry (sous presse).

2. Dupuis B. et B.X. Fu (2017). A new lean no time test baking method with improved discriminating power. Journal of Cereal Science (sous presse).

3. Izydorczyk M.S. et M. Edney (2017). Barley: Grain quality characteristics and management of quality requirements. C. Wrigley, I. Batey, D. Miskelly (éditeurs). Cereal Grains, Assessing and Managing Quality, 2e édition, p. 195-234.

4. O'Donovan J.T., M.J. Edney, M.S. Izydorczyk, T.K. Turkington, P.E. Juskiw, T.H. McKenzie, C.A. Grant, K.N. Harker, W.E. May, E.N. Johnson, E.G. Smith et G.W. Clayton (2017). Effect of seeding date and rate on malting barley (Hordeum vulgare L.) quality. Canadian Journal of Plant Science, 97:1-4.

5. Perry D.J. et S.J. Lee (2017). Durum wheat variety identification by Open Array analysis. Canadian Journal of Plant Science (sous presse).

6. Perry D.J. et S.J. Lee (2017). Droplet digital PCR for verification of interspersed refuge in midge tolerant wheat varietal blends. Canadian Journal of Plant Science (sous presse).

7. Senthilkumar T., D.S. Jayas, N.D.G. White, P.G. Fields et T. Gräfenhan (2017). Detection of ochratoxin A contamination in stored wheat using near-infrared hyperspectral imaging. Infrared Physics & Technology 81: 228-235. DOI : 10.1016/j.infrared.2017.01.015

8. Suchy S., B. Dupuis, J. Sakamoto, B.X. Fu (2017). Alternate dough preparation protocol for extensigraph test of dough strength. Cereal Chemistry (sous presse).

9. Wang N., A. Hou, J. Santos et L. Maximiuk (2017). Effects of cultivar, growing location and year on physico-chemical and cooking characteristics of dry beans (Phaseolus vulgaris). Focus Issue of Cereal Chemistry (sous presse).

10. Buckley W.T., M.S. Izydorczyk et W.G. Legge (2016). Detection of incipient germination in malting barley with starch viscosity methods and a proposed ethanol emission method. Cereal Chemistry, 93:450-455.

11. Chen W., T.K. Turkington, C.A. Lévesque, J.M. Bamforth, S.K. Patrick, C.T. Lewis, J.T. Chapados, D. Gaba, S.A. Tittlemier, A. MacLeod et T. Gräfenhan (2016). Geography and agronomical practices drive diversification of the epiphytic mycoflora associated with barley and its malt end product in western Canada. Agriculture, Ecosystems and Environment, 226: 43-55. DOI : 10.1016/j.agee.2016.03.030

12. Daugelatie D., A. Strybulevych, M.G. Scanlon, J.H. Page et D.W. Hatcher (2016). Use of Ultrasound to Investigate Glucose Oxidase Storage Effects on the Rheological Properties of Cooked Asian Noodles. Cereal Chemistry, 93(2):125-129.

13. Demeke T., M. Holigroski, M. Eng et J. Xing (2016). Absolute quantification of genetically engineered traits with droplet digital PCR: Effect of DNA treatments and spiking with non-target DNA. Food Control, 68: 105-111.

14. Fouhse J., T. Vasanthan, M.S. Izydorczyk, A. Beattie et R. Zijlstra (2016). Cereal grain composition alters nutrient digestibility and growth performance regardless of protein quality in pigs. Journal of Animal Science, 94: 279-282.

15. Fouhse J., J. Gao, T. Vasanthan, M.S. Izydorczyk, A. Beattie et R. Zijlstra (2016). Whole-grain barley fiber composition influences site of nutrient digestion, standardized ileal digestibility of amino acids, and whole-body energy utilization in grower pigs. The Journal of Nutrition, jn238667:1-8.

16. Gräfenhan T., P. Johnston, M.M. Vauthan, S.P. McCormick, R. Proctor, M. Busman, T. Ward et K. O'Donnell (2016). Fusarium praegraminearum sp. nov., a novel nivalenol mycotoxin-producing pathogen from New Zealand can induce head blight on wheat. Mycologia. DOI : 10.3852/16-110

17. Herrera M.P., T. Vasanthan, R. Hoover et M.S. Izydorczyk (2016). Molecular size distribution and amylase-resistance of maize starch nanoparticles prepared by acid hydrolysis. Cereal Chemistry, numéro First Look, http://dx.doi.org/10.1094/CCHEM-02-16-0028-R, publié le 23 août 2016.

18. Izydorczyk M. et K. Fitzpatrick (2016). Barley: An Incredible Source of Antioxidants and Phytochemicals. GoBarley.com. http://gobarley.com/health-nutrition/for-health-professionals/

19. Izydorczyk M.S. (2016). Functional Properties of Cereal Cell-Wall Polysaccharides. A.C. Eliasson (éditeur). Carbohydrates in Food, 3e édition, p.193-256. CRC Press, Oxford.

20. Izydorczyk M.S. (2016). β-Glucans: Measurement and Processing. I C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman et J. Faubion (éditeurs). Encyclopedia of Food Grains, 2e édition, p. 287-298. Oxford: Academic Press.

21. Izydorczyk M.S. et J.E. Dexter (2016). Barley: Milling and Processing. C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman et J. Faubion (éditeurs). Encyclopedia of Food Grains, 2e édition, p. 434-445. Oxford: Academic Press.

22. McMillan T., M.S. Izydorczyk MS et Y. Li (2016). Qualité de l'orge brassicole de l'Ouest canadien en 2016, rapport annuel sur la récolte. http://www.grainscanada.gc.ca/barley-orge/harvest-recolte/2016/qbsm16-qosm16-1-fr.htm

23. MacLeod A., M. Edney et M.S. Izydorczyk (2016). Barley: Grading and Marketing. C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman et J. Faubion (éditeurs). Encyclopedia of Food Grains, 2e édition, p. 16-24. Oxford: Academic Press.

24. Nguyen H.D., C.T. Lewis, C.A. Lévesque et T. Gräfenhan (2016). Draft genome sequence of Alternaria alternata ATCC 34957. Genome Announcements, 4: e01554-15. DOI : 10.1128/genomeA.01554-15.

25. Perry D.J. et S.J. Lee (2016). Multiplexed SSR markers for identification and purity assessment of Canadian flax varieties. Seed Science and Technology, 44:156-167.

26. Tittlemier S.A., D. Drul, M. Roscoe et J.G. Menzies (2016). The effects of selected factors on measured ergot alkaloid content in Claviceps purpurea-infected hexaploid and durum wheat. World Mycotoxin Journal, 9:555-564.

27. Tittlemier S.A., R. Trelka, M. Roscoe, M. Tran, D. Gaba, V.J. Barthet et B. Siemens (2016). Analysis of quinclorac and quinclorac methyl ester in canola from the 2015 harvest using QuEChERS with liquid chromatography polarity switching tandem mass spectrometry. Food Additives and Contaminants, 33:1003-1009.

28. Senthilkumar T., D.S. Jayas, N.D.G. White, P.G. Fields et T. Gräfenhan (2016). Detection of fungal infection and Ochratoxin A contamination in stored barley using near-infrared hyperspectral imaging. Biosystems Engineering, 147:162-173. DOI : 10.1016/j.biosystemseng.2016.03.010.

29. Senthilkumar T., D.S. Jayas, N.D.G. White, P.G. Fields et T. Gräfenhan (2016). Detection of fungal infection and Ochratoxin A contamination in stored wheat using near-infrared hyperspectral imaging. Journal of Stored Products Research, 65:30-39. DOI : 10.1016/j.jspr.2015.11.004

30. Senthilkumar T., D.S. Jayas, N.D.G. White, P.G. Fields et T. Gräfenhan (2016). Detection of fungal infection and Ochratoxin A contamination in stored wheat using near infrared hyperspectral imaging. Journal of Grain Storage Research, numéro spécial de l'Indian Journal of Entomology, 78: 114-120. DOI : 10.5958/0974-8172.2016.00032.8

31. Senthilkumar T., D.S. Jayas, N.D.G. White, P.G. Fields et T. Gräfenhan (2016). Near-infrared (NIR) hyperspectral imaging: theory and applications to detect fungal infection and mycotoxin contamination in food products. Journal of Grain Storage Research, numéro spécial de l'Indian Journal of Entomology, 78: 91-99. DOI : 10.5958/0974-8172.2016.00029.8

32. Sivagnanam K., E. Komatsu, S. Patrick, C. Rampitsch, H. Perreault et T. Gräfenhan (2016). Rapid screening of ergot alkaloids in sclerotia by MALDI-TOF mass spectrometry. Journal of AOAC International, 99: 895-898. DOI : 10.5740/jaoacint.16-0117.

33. Sivagnanam K., E. Komatsu, C. Rampitsch, H. Perreault et T. Gräfenhan (2016). Rapid screening of Alternaria mycotoxins using MALDI-TOF mass spectrometry. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97: 357-361. DOI : 10.1002/jsfa.7703.

34. Sult T., V.J. Barthet, L. Bennett, A. Edwards, B. Fast, N. Gillikin, K. Launis, S. New, K. Rogers-Szuma, J. Sabbatini, J.R. Srinivasan, G.B. Tilton et T.V. Venkatesh (2016). Report: Release of the International Life Sciences Institute Crop Composition Database Version 5. J. Food Composition and Analysis, 51:106-111.

35. Barthet V.J. (2016). Canola: Overview. Encyclopedia of Food Grains (2e édition). C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, J. Faubion (éditeurs). Volume 1: The world of food grains, 237-241.

36. Chen W., T.K. Turkington, C.A. Lévesque, J. Bamforth, S.K. Patrick, C.T. Lewis, J.T. Chapados, D. Gaba, S.A. Tittlemier, A. MacLeod et T. Gräfenhan (2016). Geographic condition and farming practice cause ecological diversification of the epiphytic mycoflora associated with barley grain and have impact on the quality of malt end-product. Agriculture, Ecosystems and Environment, 226:43-55.

37. Bianchini A., R. Horsley, M.M. Jack, B. Kobielush, D. Ryu, S. Tittlemier, W.W. Wilson, H.K. Abbas, S. Abel, G. Harrison, J.D. Miller, W.T. Shier et G. Weaver (2015). DON Occurrence in Grains: A North American Perspective. Cereal Foods World., 60:45-53.

38. Amarasinghe C.C., S.A. Tittlemier et W.G.D. Fernando (2015). Nivalenol producing Fusarium cerealis associated with Fusarium head blight in winter wheat in Manitoba, Canada. Plant Pathology, 64:988-995.

39. Chiremba C., C.J. Pozniak et B.X. Fu (2015). Changes in Semolina Yellow Pigment Content and Carotenoid Composition during Pasta Processing. Cereal Chemistry, 92:551-556.

40. Hattori K., B. Dupuis, B.X. Fu et N.M. Edwards (2015). Effects of monoglycerides of varying fatty acid chain length and mixtures thereof on sponge-and-dough breadmaking quality. Cereal Chemistry, 92:481-486.

41. O'Donovan J.T., Y. Anbessa, A. Mcleod, M. Edney, M.S. Izydorczyk, T.K. Turkington, P. Juskiw, G.P. Lafond, W.E. May, C.A. Grant, K.N. Harker, E.N. Johnson, B.L. Beres, T.A. McAllister, E.G. Smith et W. Chapman (2015). Relative responses of new malting barley cultivars to increasing nitrogen rates in western Canada. Canadian Journal of Plant Science, 95: 831-839.

42. McMillan T., M.S. Izydorczyk et Y. Li (2015). Qualité de l'orge brassicole de l'Ouest canadien - 2015, rapport annuel sur la récolte. http://www.grainscanada.gc.ca/barley-orge/harvest-recolte/2015/qbsm15-qosm15-1-fr.htm

43. Perry D.J. et S.J. Lee (2015). Identification of Canadian wheat varieties using OpenArray genotyping technology. Journal of Cereal Science, 65:267-276.

44. Tittlemier S.A., D. Drul, M. Roscoe et T. McKendry (2015). Occurrence of ergot and ergot alkaloids in western Canadian wheat and other cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63:6644-6650.

45. Tittlemier S.A., D. Sobering, K. Bowler, T. Zirdum, D. Gaba, J.M. Chan, M. Roscoe, R. Blagden et L. Campbell (2015). Byproducts of grain cleaning: an opportunity for rapid sampling and screening of wheat for mycotoxins. World Mycotoxin Journal, 8:45-53.

46. Wang N. et L. Maximiuk (2015). Development of an improved electrical resistance method for determining emulsifying capacity of pulse and soy materials. Cereal Chemistry, 92(3):253-257.

47. Waszkowiak K., A. Gliszczyńska-Świgło, V.J. Barthet et J. Skręty (2015). Effect of extraction method on the phenolic and cyanogenic glucoside profile of flaxseed extracts and their antioxidant capacity. Journal of the American Oil Chemists' Society, 92 (11-12):1609-1619.

48. Waszkowiak K. et V.J. Barthet (2015). Characterization of a Partially Purified Extract from Flax (Linum usitatissimum L.) Seed. Journal of the American Oil Chemists' Society, 92 (8):1183-1194.

Évaluation du Programme d'échantillons de récolte

En 2015, la Commission canadienne des grains a retenu les services des consultants Ference & Company pour évaluer le Programme d'échantillons de récolte. L'évaluation a été réalisée en 2016, et les résultats indiquent que les intervenants, dans l'ensemble, sont très satisfaits du programme.

Chaque année, des producteurs soumettent leurs échantillons de récolte à la Commission canadienne des grains et en retour, ils reçoivent gratuitement un grade non officiel et des renseignements sur la qualité de leurs échantillons. Les producteurs trouvent ces renseignements utiles, car ils peuvent les utiliser pour commercialiser avantageusement leur grain.

La Commission canadienne des grains publie des rapports sur la qualité des récoltes. L'industrie des grains s'appuie sur ces données pour commercialiser le grain canadien. Elle estime que ces renseignements sur les récoltes canadiennes lui sont très utiles.

Les échantillons que la Commission canadienne des grains obtient dans le cadre du programme sont essentiels à son travail pour établir des normes relatives au classement des grains ainsi que des grades de grain. Aussi, elle utilise des échantillons pour effectuer de la recherche sur les grains et les produits à base de grain.

Méthode

Une partie de l'évaluation est fondée sur :

- les entrevues effectuées auprès de 28 représentants de la Commission canadienne des grains, de 19 associations de l'industrie et de producteurs, de 21 compagnies céréalières et acheteurs du pays et de 17 acheteurs internationaux de grain canadien;
- un sondage mené auprès de 1 207 producteurs ayant participé au programme en envoyant des échantillons de leurs récoltes;
- un sondage mené auprès de 125 producteurs qui se sont inscrits au programme, mais qui n'ont jamais envoyé d'échantillon de récolte.

Constats et conclusions

Pertinence

Le Programme d'échantillons de récolte appuie les responsabilités clés de la Commission canadienne des grains, notamment l'élaboration de normes de classement visuel des grains, la surveillance et la vérification des facteurs de classement, la recherche sur les conditions environnementales et la conduite d'autres projets de recherche spéciaux.

Le Programme d'échantillons de récolte appuie le résultat stratégique de la Commission canadienne des grains qui consiste à s'assurer que « **les grains du Canada sont salubres, fiables et commercialisables, et les producteurs de grain canadiens sont dûment rémunérés pour les livraisons de grain aux entreprises céréalières agréées** ». Le programme appuie aussi la priorité organisationnelle de la Commission canadienne des grains « Investir dans les relations avec les intervenants » qui figure dans son Rapport sur les plans et les priorités de 2015-2016.

Les échantillons du Programme d'échantillons de récolte sont essentiels à la recherche sur la qualité des grains et à l'assurance de la qualité. Le programme est la seule source d'échantillons convenables pour la réalisation de nombreux projets de recherche sur la qualité. Les échantillons du programme sont idéals pour la recherche, car ce sont des échantillons purs, non mélangés provenant d'un lieu connu qui ont été obtenus directement de producteurs se trouvant au début de la chaîne d'approvisionnement des grains.

En raison des changements survenus dans le régime de commercialisation du grain et du passage à un libre marché, on constate une plus forte demande des résultats du Programme d'échantillons de récolte par les organisations utilisatrices de ces données.

Atteinte des résultats escomptés

Le programme a réussi :

- à accroître les connaissances des producteurs quant à la qualité de leur grain;
- à sensibiliser les acheteurs et transformateurs nationaux et internationaux à la qualité du grain canadien;
- à soutenir les activités et les objectifs des programmes d'assurance de la qualité et de recherches sur la qualité des grains.

Concept et prestation

Actuellement, le concept du programme est efficace, économique et constitue la meilleure option par rapport aux buts du programme et aux bénéficiaires. Grâce au Programme d'échantillons de récolte, la Commission canadienne des grains peut utiliser des échantillons individuels uniques pour générer des données qualitatives et effectuer de la recherche. En même temps, les producteurs obtiennent les renseignements dont ils ont besoin pour commercialiser leur grain et en négocier le grade et le prix.

Les bénéficiaires externes sont très satisfaits du concept et de la prestation des rapports annuels sur la qualité des récoltes et autres renseignements de la Commission canadienne des grains. Les organisations d'intervenants et les particuliers ont déclaré que le contenu, le format et la prestation des rapports répondaient bien à leurs besoins. Les acheteurs internationaux apprécient le fait de pouvoir communiquer directement avec des représentants de la Commission canadienne des grains afin de mieux comprendre les rapports sur la qualité des récoltes et poser des questions.

Recommandations

- Recruter des participants au programme
- Améliorer les renseignements sur la qualité des récoltes qui sont destinés aux producteurs
- Refaire l'interface en ligne à l'intention des producteurs
- Améliorer le suivi de la participation des producteurs
- Améliorer la communication avec les intervenants
- Constituer des partenariats pour accroître la participation dans l'Est du Canada
- Travailler avec l'Institut international du Canada pour le grain afin de produire un rapport exhaustif

La Commission canadienne des grains élabore actuellement un plan d'action pour donner suite à ces recommandations.

Un résumé complet des constats de l'évaluation est publié à **www.grainscanada.gc.ca.**