ISSN 2371-0438

LABORATOIRE DE RECHERCHES SUR LES GRAINS

Rapport annuel sur les programmes

2019

Commission canadienne des grains
Canadian Grain Commission

Canada

MANDAT
de la Commission canadienne des grains

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.

VISION
du Laboratoire de recherches sur les grains

Faire avancer la science pour fournir du grain de qualité supérieure en vue de favoriser une meilleure nutrition pour une vie meilleure.

MISSION
du Laboratoire de recherches sur les grains

- Être le principal fournisseur de données scientifiques à l'appui du système canadien d'assurance de la qualité des grains.
- Accroître la qualité marchande des grains canadiens grâce à la recherche scientifique, à la surveillance et aux services d'analyse.
- Prévoir les besoins de la chaîne de valeur des grains et y répondre grâce à l'entretien de rapports avec le secteur des grains.

Une version électronique de la présente publication se trouve en ligne, à l'adresse www.grainscanda.gc.ca.
An English version of this publication is available.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par la ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada, 2020

Table des matières

3 Message de la directrice

4 Laboratoire de recherches sur les grains

5 Statistiques et faits

Programmes de recherche sur les cultures

6 Recherche sur le blé panifiable et le blé dur

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

12 Oléagineux

14 Recherche sur les légumineuses

16 Enzymes du blé

18 Services analytiques

Programmes de recherche sur les technologies

20 Recherche sur la biotechnologie des grains

22 Microbiologie

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

28 Recherche et surveillance en matière d'identification des variétés

Message de la directrice

Esther Salvano, Ph. D.
Directrice générale
Laboratoire de recherches sur les grains

C'est pour moi un honneur de vous présenter mon premier rapport annuel sur les programmes en tant que directrice générale. Au fil des 73 numéros, le format du rapport a changé, mais son objectif est demeuré le même : présenter les gens, les programmes et les activités du Laboratoire de recherches sur les grains de la Commission canadienne des grains.

Nos équipes ont vraiment de quoi être fières cette année. L'équipe du programme de Recherche sur la biotechnologie des grains a terminé avec succès un audit de réévaluation, et le programme est maintenant accrédité selon la toute dernière norme ISO, ISO/IEC 17025:2017. Le personnel du programme des Services analytiques a préparé trois méthodes en vue de son évaluation initiale d'accréditation ISO, au début 2020. L'équipe du programme Mouture et maltage - Recherche sur l'orge et d'autres grains s'affaire à préparer 12 méthodes en vue de l'accréditation. L'équipe du programme de Recherche sur le blé panifiable et le blé dur cherche aussi à obtenir l'accréditation en travaillant à la mise en œuvre d'un nouveau système de gestion de la qualité.

Nos scientifiques et notre personnel continuent de mener le Programme d'échantillons de récolte, qui est en place depuis 1927. Nous avons reçu et analysé plus de 15 000 échantillons de la récolte 2019. Les données tirées du programme ont permis de fournir des renseignements utiles aux producteurs canadiens confrontés à une campagne agricole difficile. En outre, le Programme d'échantillons de récolte est la clé de notre participation aux missions annuelles sur les nouvelles récoltes en collaboration avec Cereals Canada et l'Institut international du Canada pour le grain (IICG). Nos scientifiques ont présenté les faits sur la qualité du grain canadien à des acheteurs de l'Asie, de l'Amérique latine, de l'Afrique du Nord et de l'Italie.

Nous avons par ailleurs poursuivi d'importantes activités à l'appui du système d'assurance de la qualité des grains, notamment la réalisation d'évaluations de la qualité de variétés à l'intention des sélectionneurs et la surveillance des exportations de grain en vue de détecter la présence de certaines variétés, de mycotoxines, d'OGM et d'autres facteurs. Nous avons également réalisé une étude sur l'incidence de l'application d'huile minérale de qualité alimentaire au grain sur sa fonctionnalité à l'utilisation finale.

Je tiens à reconnaître l'engagement de mon prédécesseur, M. Stefan Wagener, Ph. D., qui a pris sa retraite en septembre 2019. M. Dave Hatcher, Ph. D., a lui aussi pris sa retraite après avoir passé 35 ans à contribuer à faire du Laboratoire de recherches sur les grains ce qu'il est aujourd'hui, soit le chef de file mondial dans le domaine de la science des grains. Je veux aussi souhaiter la bienvenue à M. Sean Walkowiak, Ph. D., qui est le nouveau responsable du programme de Microbiologie depuis peu.

Alors que j'apprivoisais mes nouvelles fonctions, j'ai eu le privilège d'apprendre à connaître notre personnel et nos scientifiques dévoués et respectés. Leur savoir, leur expérience et leur motivation sont essentiels pour nous permettre d'établir le fondement scientifique du système d'assurance de la qualité des grains du Canada. Bien que le présent rapport ne donne qu'un bref aperçu du travail qu'ils ont accompli au cours de la dernière année, je suis fière de vous faire part de leurs réalisations.

Commission canadienne des grains

Laboratoire de recherches sur les grains

La recherche réalisée au Laboratoire de recherches sur les grains de 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 pour l'utilisation finale. Elle permet également de mettre en valeur 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 mettre au point 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
- Mouture et maltage - Recherche sur l'orge et d'autres grains
- Oléagineux
- Recherche sur les légumineuses
- Enzymes du blé

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
- Recherche et surveillance en matière d'identification des variétés

Outre les travaux de recherche et les essais réalisés dans le cadre de 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 variétale) afin de s'assurer qu'elles respectent les paramètres de classement et de qualité du Canada.

Programme d'échantillons de récolte

Les producteurs envoient, sur une base volontaire, un échantillon de leur récolte et reçoivent en retour un rapport personnalisé sur la qualité de leur culture.

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.

Laboratoire de recherches sur les grains

Statistiques et faits

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.

Nous avons analysé **8 487** l'indice de chute et la teneur en DON de échantillons de blé.

Le Programme d'échantillons de récolte a reçu **15 024 échantillons** de la campagne agricole 2018 à 2019.

Nous avons fait **607** essais en **réponse à des demandes de services des clients externes**, ce qui a nécessité la mouture de **73** échantillons.

Nous avons analysé 1 517 échantillons de cargaisons.

Les demandes les **plus fréquentes** visaient **la teneur en azote/protéines** par combustion et le **profil des acides gras.**

Nous utilisons actuellement **86 méthodes d'essai** différentes.

Nos chercheurs ont publié **19 articles scientifiques.**

Nos chercheurs ont présenté **46 exposés scientifiques.**

Des 20 GRAINS réglementés par la Commission canadienne des grains, nous en analysons 14 types différents :

- pois
- lentilles
- blé
- blé dur
- orge
- avoine
- sarrasin
- pois chiches
- haricots
- graine de moutarde
- lin
- seigle
- soja
- canola/colza

Recherche sur le blé panifiable et le blé dur

Bin Xiao Fu, Ph. D.

Appui au système canadien d'assurance de la qualité du blé

L'objectif principal du programme de Recherche sur le blé panifiable et le blé dur est d'appuyer le système d'assurance de la qualité du blé. En plus de mener de la recherche, nous évaluons et surveillons la qualité du blé et du blé dur. Nos travaux se répartissent en six principaux domaines d'intérêt.

Recherche sur les facteurs de classement

Nous menons de la recherche sur les effets de divers facteurs de déclassement sur la qualité du blé. Pour chaque facteur, nous déterminons le degré et la fréquence des dommages associés à ces facteurs sur la qualité d'utilisation finale. Nos résultats servent de fondement scientifique à l'établissement des seuils de tolérance associés aux facteurs de classement du blé et du blé dur.

Recherche sur les facteurs physicochimiques de la qualité

Nous identifions et caractérisons les composantes biochimiques associées à la qualité du blé. Ces travaux de recherche peuvent mener à l'élaboration de méthodes permettant de mesurer la qualité avec plus de précision. De plus, ils sont utiles aux sélectionneurs de blé qui développent de nouvelles variétés à qualité améliorée.

Évaluation de la qualité des nouvelles lignées de blé

Nous évaluons la qualité des nouvelles lignées de blé des sélectionneurs pour déterminer si elles satisfont aux exigences d'enregistrement. Les variétés enregistrées sont ensuite classées en fonction de leur profil de qualité. Le système de classement du blé constitue un lien entre les sélectionneurs de blé et les exigences du marché en matière de qualité.

Surveillance des cargaisons

Nous surveillons la qualité des cargaisons de blé et faisons enquête lorsque des plaintes sont formulées au sujet de cargaisons, pour nous assurer que celles-ci répondent aux besoins des clients en matière de qualité. La surveillance des cargaisons nous permet de veiller à ce que le classement des grains se fasse de manière uniforme d'année en année. De plus, nous utilisons les données issues de la surveillance des cargaisons pour déterminer dans quelle mesure le Programme d'échantillons de récolte nous permet de prédire la qualité des envois destinés à l'exportation.

Recherche sur les méthodes d'analyse

Nous élaborons de nouvelles méthodes ou modifions les méthodes existantes pour améliorer la rapidité, l'exactitude, la spécificité et l'abordabilité des techniques de mesure de la fonctionnalité du blé.

Programme d'échantillons de récolte

Chaque année, nous analysons les échantillons de récolte des producteurs pour produire des données détaillées sur la qualité du blé canadien. Nous diffusons ces données pour qu'elles puissent servir à :

- mettre en marché le blé canadien partout dans le monde;
- évaluer la performance des expéditions futures dans les installations des acheteurs de grain;
- appuyer le système d'assurance de la qualité des grains du Canada;
- étudier l'effet des conditions environnementales sur la qualité du grain.

Évaluation de la répartition des grains selon la taille comme facteur de classement éventuel du blé dur

Dans le commerce du blé, le poids spécifique (poids par hectolitre) est utilisé à l'échelle mondiale comme indicateur de la qualité meunière potentielle. Le temps sec qui a marqué les saisons de croissance 2017 et 2018 a fait en sorte que le blé dur présentait une vaste répartition en ce qui a trait au poids spécifique et à la taille des grains.

La majeure partie du blé dur récolté au cours de ces saisons a satisfait aux exigences relatives au poids spécifique pour les grades supérieurs, mais nous avons constaté que les échantillons composés de grains de petit calibre présentaient une qualité meunière inférieure à celle des échantillons à grains de gros calibre. Certains acheteurs de blé dur canadien ont fait part de préoccupations concernant la qualité meunière du blé dur ambré de l'Ouest canadien, qui est reconnu pour sa qualité meunière supérieure et son rendement en semoule élevé. Les envois en question ont été classés no 1 ou no 2, mais ils étaient composés de petits grains.

Manifestement, il n'est pas possible de se fier uniquement au poids spécifique pour mesurer la qualité meunière du blé dur. Nous avons réévalué le poids spécifique et avons évalué des solutions de remplacement qui pourraient permettre de déterminer la qualité meunière du blé dur ambré de l'Ouest canadien.

Nos résultats montrent que la répartition des grains selon la taille est un meilleur indicateur de la qualité meunière que le poids spécifique dans le cas du blé dur (figures 1 et 2). Nous avons donc proposé au Comité de normalisation des grains de l'Ouest un nouveau facteur de classement fondé sur la répartition des grains selon la taille. Nous avons suggéré que la proportion de petits grains (qui passent au travers d'un tamis à fentes no 6) remplace les grains échaudés comme facteur de classement pour le blé dur ambré de l'Ouest canadien.

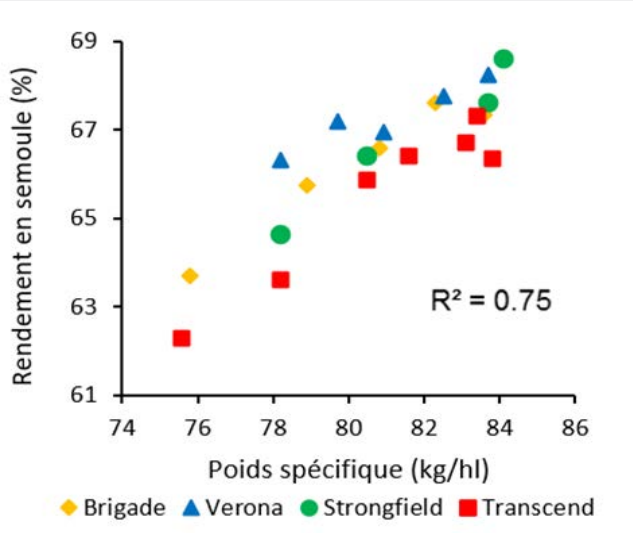


Figure 1 Corrélation entre le rendement en semoule et le poids spécifique d'échantillons de quatre variétés de blé dur prisées. Un poids spécifique plus élevé est associé à un rendement en semoule plus élevé. Cependant, la corrélation n'est pas aussi forte (R2=0,75) que celle illustrée à la figure 2.

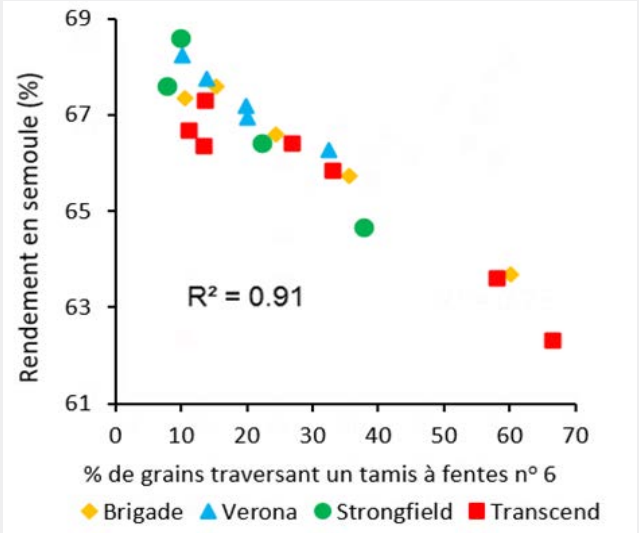


Figure 2 Corrélation entre le rendement en semoule et la proportion de petits grains d'échantillons de quatre variétés de blé dur prisées. Les échantillons qui comptaient une faible proportion de grains passant au travers d'un tamis à fentes no 6 donnaient un rendement en semoule supérieur. La corrélation est plus forte (R2=0,91) que celle illustrée à la figure 1.

Autres faits saillants

- Nous avons récemment modifié un protocole GlutoPeak rapide pour pouvoir l'utiliser pour l'analyse d'échantillons de farine complète. La méthode existante nécessite un réglage minutieux des conditions de mouture en plus d'être chronophage. Dans le cadre des programmes de sélection et des études de cartographie génétique, les échantillons de farine complète sont beaucoup plus faciles à préparer et peuvent être de taille inférieure. Nous pouvons maintenant rapidement prédire l'absorption d'eau, les propriétés de mélange de la pâte et les propriétés viscoélastiques du gluten des échantillons de farine complète.
- Nous avons étudié l'effet de la teneur en protéines, de la force du gluten et de l'interaction de ces facteurs sur la qualité gustative des pâtes. Nous avons constaté que l'effet de la force du gluten sur la fermeté des pâtes cuites dépend de la teneur en protéines du blé. Ces données nous aident à fixer des cibles réalistes en matière d'amélioration de la qualité pour les sélectionneurs de blé.
- Nous avons étudié les fondements biochimiques de la qualité du blé pour déterminer comment les conditions environnementales ont pu mener aux valeurs de la force du gluten inhabituelles observées chez deux variétés de blé. Nous avons découvert que l'augmentation de la force du gluten dans certains milieux de culture était associée à une production accrue d'une protéine particulière. Cette protéine semble être essentielle pour la formation de gluténine insoluble, qui est directement liée à la force de la pâte.

Équipe de recherche

- Chercheur et gestionnaire de programme
  - Bin Xiao Fu, Ph. D.
- Chimistes
  - Kun Wang, Ph. D.
  - Carly Isaak
  - Brigitte Dupuis (retraitée depuis septembre 2019)
- Techniciens
  - Altash Yirdaw
  - Andrea Iverson
  - Dale Taylor
  - Jerry Suchy
  - Joseffus Santos
  - Li Tan
  - Ofelia Francisco-Pabalan
  - Yuming Chen

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

Marta Izydorczyk, Ph. D.

Données fiables pour la chaîne de valeur de l'orge canadienne

Notre programme se divise en trois composantes principales : analyse de la qualité du grain et du malt; technologie de mouture et de transformation; recherche et innovation relatives à l'orge et à d'autres grains.

Rapports sur la qualité de l'orge brassicole de l'Ouest canadien

Chaque année, nous recueillons des échantillons d'orge fournis par les producteurs dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte et des échantillons d'orge brassicole sélectionnée par les sociétés de manutention des grains et les malteries. Nous réalisons des évaluations exhaustives de la qualité de l'orge et du malt de ces échantillons et faisons part de nos résultats aux collaborateurs. Nous utilisons ces données pour publier et diffuser des renseignements à jour sur la production d'orge et pour alimenter notre rapport intitulé « Qualité de l'orge brassicole de l'Ouest canadien—Rapport sur la récolte annuelle ».

Les exportateurs, les acheteurs et les commissions agricoles provinciales utilisent notre rapport sur la récolte annuelle comme principale source d'information sur la récolte de chaque année. Les exportateurs l'utilisent pour faire la promotion de l'orge brassicole canadienne auprès d'acheteurs éventuels. Les acheteurs l'utilisent pour évaluer la performance potentielle de l'orge brassicole canadienne pour une année donnée. Les commissions provinciales s'en servent comme outil pour élaborer des plans visant une production d'orge durable à long terme.

De plus, comme nous récoltons des données sur la qualité chaque année (nous publions notre rapport sur la récolte annuelle depuis 1989), nous avons l'avantage de pouvoir fournir des données antécédentes sur la qualité. De plus, nous pouvons comparer la qualité des variétés nouvellement enregistrées à celle des variétés établies (figure 1). Le secteur de l'orge brassicole utilise ces renseignements pour orienter sa stratégie en vue de l'intégration de nouvelles variétés sur le marché.

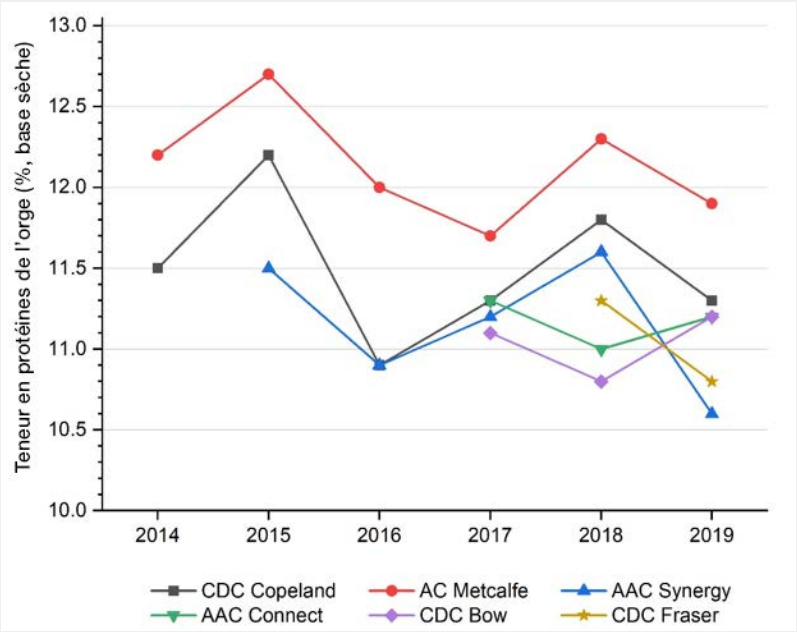


Figure 1 Teneur en protéines (moyenne pondérée) de l'orge sélectionnée pour le maltage de 2014 à 2019, en fonction du volume (en tonnes) d'échantillons composites reçus.

Figure 2 Qualité de l'orge brassicole de l'Ouest canadien—Rapport sur la récolte annuelle

Des variétés d'orge et d'avoine aux caractéristiques recherchées

Nous exploitons une malterie expérimentale ainsi que deux unités de micromaltage. Nous pouvons produire du malt à partir d'échantillons allant de 125 grammes à 5 kilogrammes (figures 3, 4 et 5). Notre vaste capacité d'analyse et de transformation fait de nous un partenaire sans pareil pour les sélectionneurs, les producteurs, les compagnies céréalières et les transformateurs. De plus, nous apportons aux sélectionneurs d'orge canadiens une expertise et des données scientifiques qui leur permettent de mettre au point de nouvelles variétés présentant les caractéristiques de qualité recherchées.

Chaque année, nous évaluons la qualité des lignées avancées de sélectionneurs inscrites à divers essais d'enregistrement. Nous fournissons les données ainsi obtenues au Comité de développement des grains des Prairies, qui les utilise pour évaluer les lignées candidates et décider s'il en recommande l'enregistrement.

Lignées que nous analysons

- Lignées d'orge brassicole et d'orge alimentaire inscrites aux essais coopératifs d'enregistrement de l'orge de l'Ouest
- Lignées d'orge brassicole inscrites aux essais collaboratifs d'enregistrement de l'Ouest
- Lignées d'avoine de mouture inscrites aux essais coopératifs d'enregistrement de l'avoine de l'Ouest
- Lignées d'orge inscrites aux essais d'évaluation de la qualité de l'Est canadien

Figure 3 Unités de micromaltage.

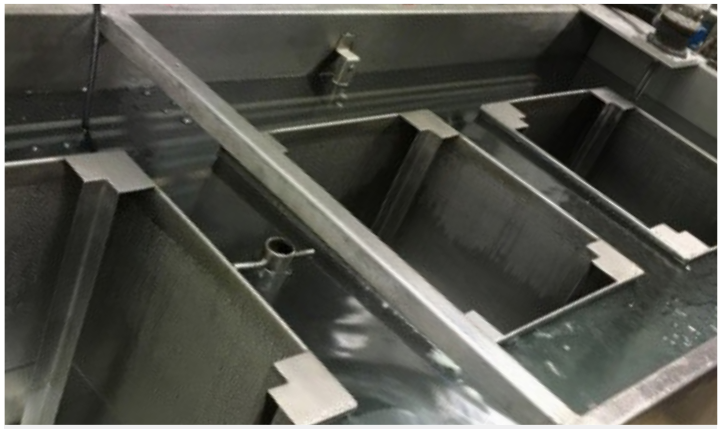


Figure 4 Cuves de trempage de la malterie expérimentale.

Figure 5 Tambours de germination de la malterie expérimentale.

Technologies de mouture et de transformation

Nous procédons à la mouture d'échantillons provenant de cargaisons de blé canadien destinées à l'exportation, d'échantillons de la récolte annuelle de certaines classes de blé canadien et de lignées généalogiques avancées de blé. Les données sur le rendement à la mouture que nous recueillons sont utilisées par les sélectionneurs, les distributeurs et les acheteurs de blé canadien.

De plus, notre laboratoire de mouture appuie le programme de Recherche sur le blé panifiable et le blé dur ainsi que le programme d'Analyse de substances organiques et d'éléments à l'état de trace, en leur fournissant des données sur la mouture précises et exactes pour le blé canadien. Nous leur fournissons la farine qu'ils utilisent pour réaliser d'autres analyses de la qualité et pour étudier l'effet de la mouture sur la présence de divers contaminants dans le grain.

En outre, nous apportons notre expertise en matière de mouture à l'échelle internationale et collaborons avec des établissements de recherche et des publications scientifiques pour élaborer des procédures de mouture pour l'orge, l'avoine et le sarrasin. Certains de nos travaux de recherche sont axés sur l'élaboration de nouveaux produits et usages pour les grains canadiens.

Figure 6 Produits faits à partir d'orge noire : **(A)** grains entiers découpés; **(B)** grains perlés découpés; **(C)** flocons instantanés produits à partir de grains entiers découpés; **(D)** flocons instantanés produits à partir de grains perlés.

Recherche et innovation

Nous menons de la recherche scientifique visant à quantifier et à caractériser les parties qui composent chaque grain et à établir des liens entre ces parties et la qualité d'utilisation finale des grains. Nous fournissons nos résultats à nos collaborateurs, aux producteurs, aux sélectionneurs, aux manutentionnaires de grain et aux malteries.

Nos projets de recherche visent à :

- aider les producteurs à déterminer les meilleures méthodes de culture pour certains végétaux;
- aider le secteur à résoudre les difficultés et les problèmes rencontrés durant la manutention et la transformation des grains.

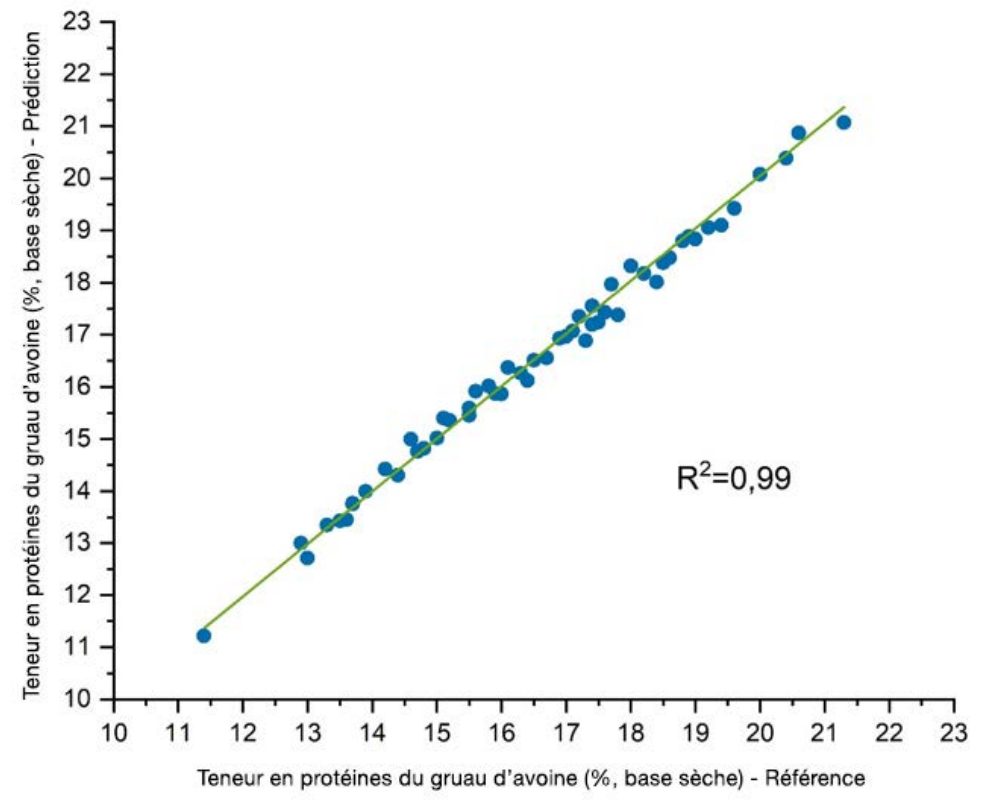


Figure 7 Comparaison de la teneur en protéines du gruau d'avoine prédite par la méthode NIR aux valeurs de référence (Leco).

Autres faits saillants

Cette année, nous avons étudié :

- la mise au point de techniques d'étalonnage par spectroscopie dans le proche infrarouge permettant de prédire les concentrations de protéines, d'huile et de vitamine E dans l'avoine et l'orge (figure 7);
- les effets de l'augmentation des doses d'azote sur la qualité et le rendement de l'orge brassicole;
- les effets du traitement des semences et des fongicides foliaires sur la productivité et la qualité de l'orge;
- l'efficacité du traitement post-récolte de l'orge brassicole pour limiter l'incidence du *Fusarium graminearum* au cours du maltage et du brassage;
- les effets des régulateurs de croissance des végétaux sur le rendement et la qualité de l'orge brassicole.

Équipe de recherche

- Chercheuse et gestionnaire de programme
  Marta Izydorczyk, Ph. D.
- Chimistes
  Tricia McMillan
  Arzoo Sharma
- Techniciens
  Shin Nam
  Jerry Kletke
  Shawn Parsons
  Debby Kelly
  Anna Chepurna
  Dave Turnock

Oléagineux

Véronique Barthet, Ph. D.

Mise au point de nouvelles méthodes d'analyse de la qualité des oléagineux

Dans le cadre du programme des Oléagineux, nous étudions les facteurs qui contribuent à la qualité des produits faits à partir d'oléagineux canadiens, dont le canola, le colza, le lin, le soja et la moutarde. En outre, nous analysons les facteurs relatifs aux oléagineux, comme les teneurs en huile, en protéines, en glucosinolates et en chlorophylle, ainsi que la composition en acides gras et la teneur en acides gras libres, pour fournir aux clients canadiens et étrangers une indication de la qualité des récoltes annuelles. De plus, nous étudions les effets de la variété et de l'environnement sur la composition et la qualité des oléagineux et nous élaborons et améliorons des méthodes pour l'analyse des composants principaux et secondaires des oléagineux.

Utilisation d'un spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif pour prédire les principaux caractères de qualité du soja

En 2019, nous avons évalué s'il est possible d'utiliser un spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif pour prédire les teneurs en huile et en protéines du soja. Les spectromètres de table sont largement utilisés pour prédire la qualité des récoltes, mais ces instruments peuvent seulement être utilisés en laboratoire. Nous avons voulu déterminer si un instrument portatif pouvant être utilisé à l'extérieur du laboratoire (par exemple dans une installation de traitement ou un silo à grain) offrait un aussi bon résultat.

Figure 1 Spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif et graines de soja.

Figure 2 Spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge de table utilisé pour prédire les teneurs en huile et en protéines du soja.

Conception du projet

- Nous avons utilisé un ensemble d'échantillons d'étalonnage en vue de mettre au point quatre modèles pour associer les données de balayage dans le proche infrarouge aux valeurs de référence des composés que nous voulions prédire (teneurs en huile et en protéines). Nous avons ensuite analysé des ensembles d'échantillons de validation pour déterminer si les modèles étaient fonctionnels et pouvaient être utilisés pour prédire avec exactitude les teneurs en huile et en protéines du soja.
- Pour chaque modèle, nous avons calculé la moyenne des mesures issues du balayage dans le proche infrarouge à partir de 5, 10, 15 et 25 balayages, pour produire une moyenne représentative pour chaque échantillon.
- Nous avons déterminé que le modèle fondé sur la moyenne établie à partir de 15 balayages pour chaque échantillon était le plus performant et offrait des résultats plus précis que lorsque la moyenne était établie à partir de cinq balayages pour constituer l'échantillon représentatif.
- La fenêtre optique du spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif a un diamètre de seulement 1,6 cm, alors que les graines de soja ont un diamètre allant de 0,5 à 1,1 cm. Ainsi, six graines pouvaient être analysées à la fois au maximum. Vu le petit nombre de graines par balayage, une graine n'étant pas nécessairement représentative de l'ensemble de l'échantillon peut avoir une incidence considérable sur les résultats. Pour réduire l'importance de l'effet de l'échantillonnage sur les résultats, nous avons effectué un nombre accru de balayages par échantillon pour obtenir une moyenne plus représentative pour chaque échantillon.

Figure 3 Spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif utilisé pour prédire les teneurs en huile et en protéines du soja.

Conclusion

Plus le nombre de balayages est élevé, plus les résultats sont précis. La réalisation de 15 balayages semblait permettre un bon équilibre entre le nombre de mesures et la performance du modèle, en plus de réduire les effets de l'échantillonnage et d'améliorer la fiabilité des résultats.

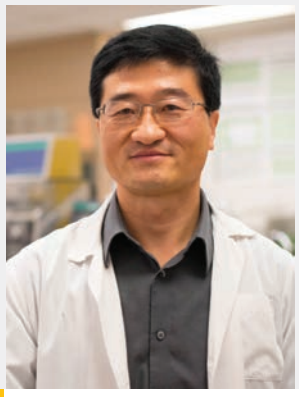
Le projet montre qu'il est possible d'utiliser un spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif pour évaluer la qualité du soja lorsque certains paramètres sont réglés, par exemple l'augmentation du nombre de balayages pour éliminer l'effet de l'échantillonnage. Nos résultats montrent que les acteurs de l'industrie pourraient apporter des spectromètres portatifs dans les installations de traitement ou les silos à grain. Les prédictions des teneurs en huile et en protéines peuvent maintenant être réalisées à l'extérieur du laboratoire.

Autres faits saillants

- Nous avons montré qu'il est possible d'utiliser un spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif pour prédire les teneurs en huile et en protéines des graines de canola. De plus, ce type d'outil peut être utilisé pour distinguer les graines de canola des graines de colza, d'après leur teneur totale en glucosinolates. Il permet également de distinguer le canola classique du canola hautement stable en fonction de la composition en acides gras et de l'indice d'iode. Malheureusement, le spectromètre à réflectance dans le proche infrarouge portatif ne permet pas de prédire la teneur en chlorophylle des graines de canola entières.

Équipe de recherche

- Chercheuse et gestionnaire de programme
  Véronique Barthet, Ph. D.
- Chimistes
  Ann Puvirajah
  Bert Siemens
  Tao Fan
- Techniciens
  Brad Speiss
  Hayeon Oh
  Katharine Schulz
  Marnie McLean



Recherche sur les légumineuses

Ning Wang, Ph. D.

Mise au point de nouvelles méthodes pour mesurer la qualité et la fonctionnalité des légumineuses

Dans le cadre du programme de Recherche sur les légumineuses, nous étudions les effets des composantes physiques et chimiques des légumineuses sur la qualité des produits finaux issus de celles-ci. Nous évaluons comment le classement, les facteurs environnementaux et les facteurs génétiques déterminent la qualité des légumineuses et leur fonctionnalité à l'utilisation finale. Nous cherchons des méthodes pour mesurer et évaluer la qualité et la fonctionnalité à l'utilisation finale des légumineuses. De plus, nous réalisons l'analyse annuelle de la qualité des légumineuses et du soja alimentaire dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte et participons à la surveillance des cargaisons pour assurer la qualité marchande des légumineuses canadiennes.

Appuyer les producteurs de légumineuses canadiens

En 2019, nous avons collaboré étroitement avec des universités et d'autres centres de recherche dans le cadre de deux projets visant à évaluer les facteurs déterminant la performance des légumineuses dans les produits finaux. Les connaissances acquises dans le cadre de ces projets nous permettront d'appuyer les producteurs de légumineuses canadiens et l'industrie.

La valeur nutritive, les bienfaits pour la santé et les coûts faibles sont quelques-unes des raisons pour lesquelles l'industrie alimentaire est emballée par l'utilisation d'ingrédients à base de protéines végétales, comme ceux faits de légumineuses. Toutefois, les transformateurs recherchent des ingrédients présentant des propriétés fonctionnelles précises pour les formulations alimentaires. Il existe actuellement très peu de méthodes normalisées permettant de mesurer les propriétés fonctionnelles des ingrédients à base de légumineuses.

Mesurer la qualité des légumineuses

Nous collaborons avec les chercheurs du Centre de recherche et de développement de Morden d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, de l'Institut international du Canada pour le grain, de l'Université du Manitoba et de l'Université de la Saskatchewan dans le cadre d'un projet pluriannuel. Nous avons contribué à l'évaluation, à la modification et à la mise au point de méthodes permettant de mesurer les caractéristiques qualitatives et les propriétés fonctionnelles des légumineuses. De plus, nous avons étudié l'effet de différents procédés de traitement et de mouture sur certaines propriétés chimiques et fonctionnelles des farines de légumineuses. Les propriétés fonctionnelles évaluées étaient la capacité émulsifiante de l'huile (utilisation des protéines des légumineuses comme émulsifiant pour stabiliser l'émulsion) et la capacité d'absorption d'huile (CAH).

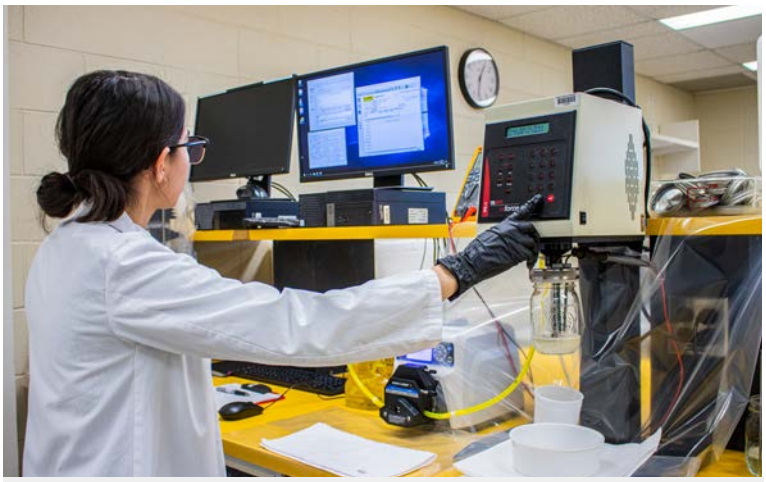


Figure 1 Appareil que nous avons mis au point pour mesurer la capacité émulsifiante de l'huile de légumineuses.

La CAH est une propriété fonctionnelle importante des ingrédients à base de légumineuses. Les farines de légumineuses et les protéines de légumineuses doivent pouvoir retenir l'huile pour être utilisées dans certains aliments, comme les beignes et les produits de boulangerie. De plus, la CAH joue un rôle important lorsque les farines ou les protéines de légumineuses sont ajoutées aux formulations de produits à base de viande hachée. La méthode existante pour mesurer la CAH consiste à mélanger un échantillon de farine de légumineuses à de l'huile, à centrifuger ce mélange et à prélever l'huile excédentaire pour calculer la quantité d'huile absorbée par la farine. Toutefois, nous avons constaté que certains ingrédients à base de légumineuses se mélangent à l'huile excédentaire, alors que d'autres réabsorbent une partie de l'huile après la centrifugation. Ces deux phénomènes entraînent des erreurs de mesure.

Nous travaillons à la mise au point d'une nouvelle méthode pour mesurer avec exactitude la CAH. Les résultats de l'étude permettront au secteur des légumineuses de mesurer la qualité et les propriétés fonctionnelles des légumineuses de façon uniforme et objective. Ces renseignements aideront les producteurs et le secteur canadien des légumineuses à être concurrentiels sur les marchés internationaux.

Évaluer les propriétés fonctionnelles des féveroles

Nous collaborons également à un projet de recherche avec le Centre de recherche et de développement de Saskatoon d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Notre équipe de recherche sur les légumineuses évalue l'effet de la variété, du lieu de culture et de l'année de culture sur la composition chimique et les propriétés fonctionnelles des fractions produites à partir de féveroles, au moyen de la technologie de classification pneumatique.

Nous avons déterminé les conditions les plus propices pour la séparation de la fraction riche en protéines et de la fraction riche en amidon des farines de féveroles, au moyen d'un classificateur pneumatique de laboratoire. Notre équipe évalue maintenant les propriétés fonctionnelles de ces fractions. Les résultats de l'étude favoriseront l'utilisation accrue d'ingrédients à base de légumineuses et la qualité marchande des féveroles canadiennes. La demande accrue de légumineuses canadiennes sera profitable pour les producteurs du secteur.

Figure 2 Classificateur pneumatique de laboratoire utilisé pour séparer la farine de pois en une fraction riche en protéines et une fraction riche en amidon.

Projets pour 2020

En collaboration avec la division des Services à l'industrie de la Commission canadienne des grains, nous étudions les effets sur la qualité de décorticage de la présence de graines délavées ou ridées dans les lentilles rouges. Les données issues de cette étude scientifique viendront appuyer le système de classement des grains, en permettant d'établir des seuils de tolérance pour ces deux facteurs de classement pour chacune des classes de lentilles rouges.

Le programme de Recherche sur les légumineuses fournit en outre des renseignements sur la qualité d'utilisation finale des plus récentes récoltes de légumineuses canadiennes et de soja alimentaire. La Commission canadienne des grains utilise ces données pour assurer un suivi et appuyer le système d'assurance de la qualité. Les producteurs canadiens peuvent utiliser nos données sur la qualité pour améliorer la mise en marché de leurs récoltes. À l'étranger, ces données sont utilisées pour appuyer la commercialisation des légumineuses canadiennes.

Autres faits saillants

- Nous avons évalué l'effet de l'ajout d'huile minérale de qualité alimentaire sur la qualité d'utilisation finale des pois, des lentilles et du soja alimentaire. Nous avons constaté que l'application d'huile minérale à des concentrations de 0,02 % en poids (p/p) n'avait pas d'effet considérable sur les caractéristiques de qualité évaluées.
- Nous avons évalué les méthodes actuellement utilisées pour déterminer la capacité d'émulsion, la stabilité de la mousse et les propriétés pastières des légumineuses. Les résultats préliminaires indiquent qu'il faudrait modifier la méthode pour en améliorer l'exactitude et la précision.

Équipe de recherche

- Chercheur et gestionnaire de programme
  Ning Wang
- Chimiste
  Dora Fenn
- Techniciennes
  Lisa Maximiuk
  Monica Cabral

Enzymes du blé

Ray Bacala, M.Sc.

Détermination des facteurs biochimiques fondamentaux de la qualité du grain

Le programme de recherche sur les Enzymes du blé vise à approfondir nos connaissances sur les caractéristiques de qualité du grain canadien au moyen de technologies nouvelles et existantes. Nous étudions, au niveau moléculaire, les effets de la variété, des conditions de culture et des maladies sur la qualité du grain.

Actuellement, l'équipe du programme de recherche sur les Enzymes du blé utilise la spectroscopie de masse de pointe pour analyser les protéines du grain. De plus, elle étudie l'activité enzymatique associée au *Fusarium* ou aux grains germés dans le blé.

Établissement du profil des sous-unités protéiques du gluten

Au cours de la dernière année, nous avons mis au point une méthode nous permettant d'étudier de manière très précise chaque composante protéique du gluten. Les protéines du gluten sont un facteur très important de la qualité du blé. La composition des protéines du gluten détermine l'équilibre entre l'élasticité et l'extensibilité de la pâte, qui détermine lui-même les propriétés de transformation et la qualité d'utilisation finale.

Le gluten est constitué d'un assemblage complexe de protéines qui sont semblables mais possèdent des masses moléculaires et des charges différentes, de sorte que le gluten est très difficile à caractériser. Il serait utile de comprendre les protéines complexes du gluten du blé, et notamment de pouvoir détecter et étudier leurs composantes dans le détail, pour orienter les activités de sélection du blé et assurer le suivi des améliorations de la qualité.

La méthode mise au point devrait fournir un ensemble d'outils utiles pour l'étude de la génétique du blé ainsi que des effets de l'interaction entre les facteurs génétiques et l'environnement sur la composition protéique du blé. Nous prévoyons utiliser les outils pour évaluer les protéines associées à ces interactions, qui peuvent entraîner une variation considérable de la force du gluten.

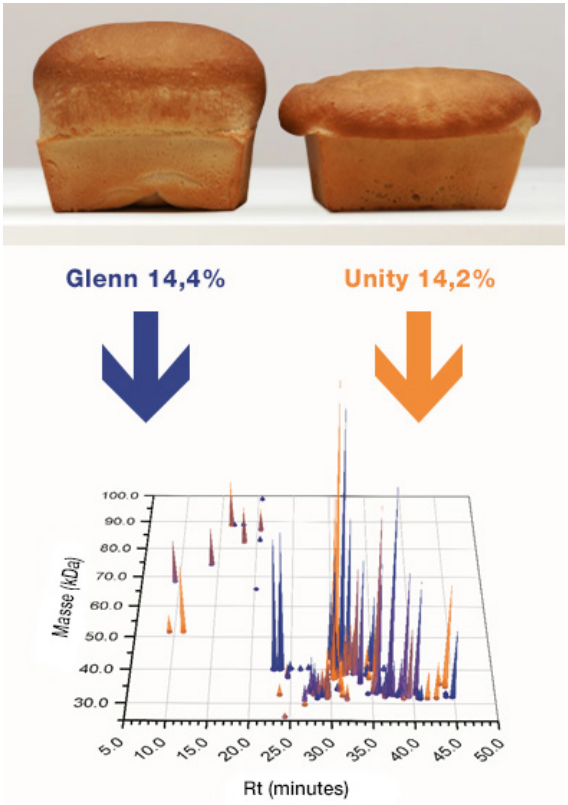


Figure 1 Comparaison du type et de la quantité de protéines du gluten de deux échantillons de farine de blé ayant la même teneur en protéines. Les différences dans ces profils nous aident à comprendre pourquoi des échantillons ayant la même teneur en protéines n'ont pas tous la même qualité boulangère.

Évaluation de l'effet des protéases de *Fusarium* sur la force du gluten

La fusariose de l'épi est une maladie causée par des champignons du genre *Fusarium* chez les céréales. Ces champignons entraînent une grave réduction du rendement grainier, produisent des mycotoxines et sécrètent des protéases. Les protéases sont des enzymes capables de dégrader ou de réduire les protéines du gluten. Les protéases sont activées lorsque la farine est transformée en pâte et causent une diminution de la force de la pâte et du volume dans les produits de boulangerie.

Nous étudions la nature des protéases de *Fusarium* pour améliorer notre compréhension des relations entre l'infection par ces champignons et les pertes de qualité. Une meilleure connaissance des aspects moléculaires de ce phénomène nous permettra de mesurer directement l'activité des protéases et leurs effets sur les propriétés du gluten. Nos résultats ont montré clairement que l'activité des protéases varie en fonction du degré d'infection des grains. Nous étudions maintenant les mécanismes précis par lesquels les protéases dégradent les protéines du gluten et réduisent la force du gluten. La compréhension des effets des protéases de *Fusarium* sur la qualité du grain appuierait indirectement le système de classement du blé.

Caractérisation du malt et du moût d'orge

En collaboration avec l'équipe du programme Mouture et maltage - Recherche sur l'orge et d'autres grains, nous évaluons des techniques destinées à déterminer et à quantifier les composantes essentielles du moût et de la bière. L'étude des composantes du malt et du moût d'orge nous permettra de comparer les techniques de maltage, d'empâtage et de brassage et ainsi d'améliorer la qualité de la bière. De plus, nous examinons les protéines qui réduisent la qualité de l'orge brassicole. Nous tentons aussi de déterminer les liens entre la concentration de ces protéines dans les échantillons de malt et la qualité du malt.

L'orge germe au cours du maltage et produit alors diverses enzymes. Ces enzymes dégradent l'amidon et les protéines, de façon à ce que les levures puissent se nourrir des sucres et des acides aminés durant le brassage. Certaines composantes de l'orge ne changent pas au cours de la germination, mais la plupart sont digérées en partie ou en entier. L'empâtage réalisé avant le brassage entraîne des changements supplémentaires.

Les échantillons de malt renferment de nombreuses composantes moléculaires. Les quantités relatives de ces composantes varient en fonction de la variété d'orge, du milieu de croissance ainsi que des techniques de maltage et d'empâtage. Certaines de ces composantes déterminent le goût et les sensations en bouche et favorisent la formation de mousse dans la bière, alors que d'autres peuvent entraîner des problèmes tels que la turbidité et le giclage à l'étape du brassage. De nombreuses protéines problématiques ont été identifiées, mais on ne comprend pas bien toutes leurs composantes, et on ignore exactement comment les méthodes de transformation peuvent permettre de réduire leur présence.

Nos travaux de recherche appuient le classement scientifique des grains et permettent aux sélectionneurs et aux producteurs de faire des choix éclairés en matière de variétés. Les connaissances accrues sur ces composantes aideront l'industrie des grains à mieux comprendre les composantes de l'orge et du malt liées à la qualité et à en découvrir de nouvelles.

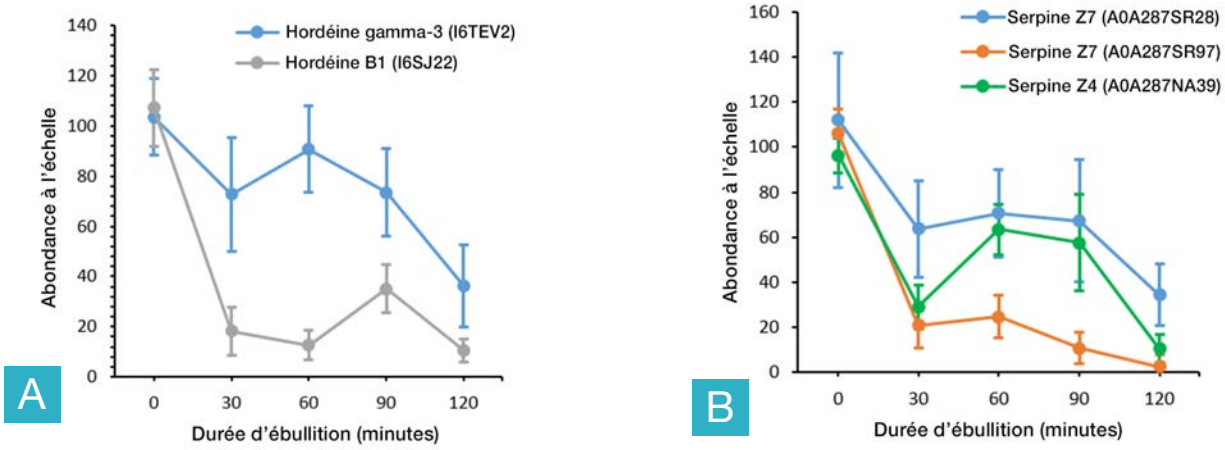


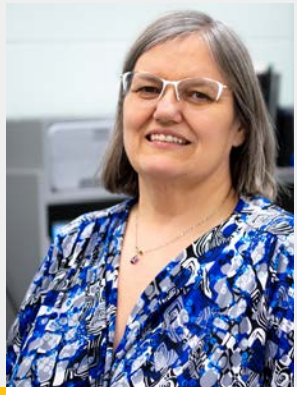
Figure 2 L'ébullition est une étape essentielle à la préparation du moût avant l'ajout de levure pendant le brassage. Les quantités relatives de deux hordéines (a) et de trois inhibiteurs de sérine protéase appelés serpines (b) ont changé pendant l'ébullition. Les hordéines sont associées à la turbidité, et les serpines sont associées à la formation de mousse, deux aspects indésirables pour les brasseurs. Les lignes verticales de chaque côté des points de données représentent l'écart connu pour ces analyses.

Autres faits saillants

- Nous avons détecté une hausse de l'activité des protéases dans le blé dur germé, ce qui donne à penser que ce phénomène pourrait avoir une incidence sur la qualité lorsque les conditions sont propices pour que les protéases nuisent aux protéines du gluten durant la transformation.
- Nous mettons au point des méthodes protéomiques qui permettent de déterminer et de quantifier les peptides et les protéines du moût d'orge qui ont une incidence sur le procédé de brassage et la qualité de la bière.

Équipe de recherche

- Chercheur et gestionnaire de programme
  Dave Hatcher (retraité depuis octobre 2019)
- Chimiste
  Ray Bacala
- Technicienne
  Katherine Cordova



Services analytiques

Twylla McKendry, M.Sc.

Évaluation de la qualité des récoltes canadiennes

Le Programme des Services analytiques englobe diverses activités et offre de nombreux types de services analytiques à des milliers de clients chaque année. De plus, nous supervisons et gérons le Programme d'échantillons de récolte et fournissons la méthode de référence pour l'analyse de la teneur en protéines que la Commission canadienne des grains utilise dans le cadre de ses importantes activités de surveillance.

Programme d'échantillons de récolte

Les producteurs de grain canadiens peuvent soumettre des échantillons de leurs cultures aux fins d'analyse dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte. En échange de leurs échantillons, ils reçoivent sans frais les résultats ci-dessous.

- Grade non officiel
- Taux d'impuretés du canola
- Teneur en protéines de l'orge, des haricots, des pois chiches, des lentilles, de l'avoine, des pois et du blé
- Teneurs en huile, en protéines et en chlorophylle du canola
- Teneurs en huile et en protéines et indice d'iode du lin
- Teneurs en huile et en protéines des graines de moutarde et du soja
- Indice de chute du blé
- Concentration de désoxynivalénol (DON) du blé et du maïs

L'indice de chute et la concentration de désoxynivalénol (DON) ont été ajoutés à notre protocole d'analyse pour le blé et le blé dur en 2018. L'indice de chute et la concentration de DON peuvent avoir une incidence sur la qualité des produits finaux faits de blé ou de blé dur. En 2018, les conditions de croissance et de récolte propices ont fait en sorte que presque tous les 8 870 échantillons analysés ont reçu de bons résultats en ce qui a trait à l'indice de chute et au DON. En 2019, toutefois, à cause du temps humide et des récoltes retardées, la germination a été très problématique dans le cas de certaines récoltes des Prairies. Ces problèmes étaient apparents dans les échantillons reçus des producteurs. Les producteurs qui participent au programme peuvent utiliser les résultats de l'indice de chute pour orienter la mise en marché de leur récolte.

Figure 1 Un instrument d'analyse des grains Infratec™ 1241 de Foss est utilisé pour analyser la teneur en protéines de grains entiers de blé et d'autres céréales.

Figure 2 Un échantillon soumis par un producteur dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte est versé dans un instrument d'analyse des grains Infratec™ 1241 de Foss.

Exactitude de la détermination de la teneur en protéines

Au laboratoire d'analyse des protéines, nous réalisons chaque année plus de 25 000 dosages de l'azote par combustion (CNA) des céréales, des oléagineux et des légumineuses. Notre laboratoire d'analyse des protéines fournit la méthode de référence pour l'analyse des protéines utilisée dans les installations de la Commission canadienne des grains. Ces installations utilisent nos résultats de CNA pour étalonner leurs instruments proche infrarouge (NIR). La Commission canadienne des grains dépend de ces instruments pour surveiller la ségrégation du grain et les cargaisons de grain, analyser les échantillons du Programme d'échantillons de récolte et mesurer la teneur en protéines.

La teneur en protéines est une caractéristique particulièrement importante pour les acheteurs de grain canadien. La Commission canadienne des grains fournit les données relatives à la teneur en protéines de chaque cargaison destinée à l'exportation qu'elle certifie. De plus, nos résultats de CNA sont utilisés pour vérifier que la Commission canadienne des grains, en tant qu'organisation du gouvernement du Canada, produit des résultats exacts et reproductibles aux installations portuaires. Ce dernier point est particulièrement important les années où les conditions météorologiques et les conditions de culture difficiles causent des problèmes de qualité des récoltes.

Les primes pour la teneur en protéines constituent un revenu additionnel de grande importance pour les producteurs de blé. Les producteurs qui livrent du blé roux de printemps de l'Ouest canadien (CWRS) appartenant aux deux grades meuniers supérieurs reçoivent une prime pour le blé à teneur élevée en protéines. La prime augmente pour chaque tranche de 0,1 % de protéines. Tous les deux mois, nous fournissons des échantillons « de contrôle » ayant une teneur en protéines connue. Nous analysons les échantillons plusieurs fois par CNA ou au moyen d'instruments proche infrarouge. Les membres de l'industrie peuvent utiliser ces échantillons pour vérifier que leurs instruments donnent des résultats exacts.

Les ventes du Canada totalisent chaque année plus de 30 millions de tonnes de grain et de farine, d'une valeur de 4 à 6 milliards de dollars. Nos résultats doivent être exacts et reproductibles pour appuyer le système d'assurance de la qualité de l'industrie canadienne des grains.

Figure 3 Appareil FP-628 de Leco servant au dosage de l'azote par combustion (CNA), qui vise à mesurer la teneur en protéines de grains, de légumineuses et d'oléagineux moulus.

Figure 4 Un échantillon est pesé en vue du dosage de l'azote par combustion.

Autres faits saillants

- En 2019, nous avons reçu et analysé plus de 15 000 échantillons de récolte provenant des producteurs canadiens, et nous avons envoyé 9 030 courriels indiquant les résultats.
- Jusqu'à maintenant cette année, nous avons réalisé des analyses du DON et de l'indice de chute pour plus de 8 500 échantillons de blé soumis par les producteurs. En novembre seulement, nous avons analysé 2 716 échantillons de blé, en double, pour en mesurer l'indice de chute. Nous avons accru la capacité de notre équipe pour qu'elle soit en mesure de réaliser ces analyses en temps opportun. Dans le marché du blé actuel, ces résultats ont de plus en plus d'importance pour les producteurs de blé canadiens.
- Un nouveau record a été établi pour le nombre d'échantillons reçus en une journée dans le cadre du Programme d'échantillons de récolte. En effet, le 4 novembre 2019, nous avons reçu 567 échantillons (pour tous les produits). Le record précédent, enregistré le 2 novembre 2018, était de 532 échantillons.

Équipe de recherche

- Chercheuse et gestionnaire de programme
  - Twylla McKendry
- Superviseure du Programme d'échantillons de récolte
  - Cherianne McClure
- Chef de l'équipe d'analyse de l'indice de chute
  - Evelyn Barnett
- Techniciens
  - Rich McKinley
  - Gary Dion
  - Debbie Salazar
  - Bruno Klassen
  - Hong Yue
- Techniciens du Programme d'échantillons de récolte
  - Gabby Nowakowski
  - Courtney Freeth
  - Igor Karnaoukh
  - Krystin Polden
  - Janelle Gelvosa
  - Ariel Barlintangco
  - Mohanad Zraik
  - Siobhan Boughen
  - Jennifer Nguyen
  - Pamela Lavallee
  - Paul Navidad
  - Aaron-John Gartner
  - Matthew Martin

Recherche sur la biotechnologie des grains

Tigst Demeke, Ph. D.

Perfectionnement des méthodes de détection des modifications génétiques pour protéger l'accès aux marchés

L'équipe du programme de Recherche sur la biotechnologie des grains élabore et évalue des méthodes fondées sur l'ADN permettant la détection et la quantification des organismes génétiquement modifiés (OGM) dans les grains et les oléagineux. De plus, elle met à l'essai des méthodes fondées sur les protéines pour déterminer si celles-ci conviennent pour la détection des OGM.

Mise au point et validation de méthodes de détection des OGM

En 2019, l'équipe du programme de Recherche sur la biotechnologie des grains a poursuivi ses travaux d'élaboration et de validation de méthodes permettant la détection des événements GM dans les échantillons de grain.

Parfois, un événement GM approuvé dans au moins un pays peut être détecté dans un aliment importé dans un pays qui ne l'a pas approuvé. Ces cas sont désignés par le terme « présence à faible concentration ». L'Union européenne (UE) a une politique de tolérance zéro à l'égard des événements GM non approuvés. Le protocole d'échantillonnage et d'analyse que nous avons contribué à mettre au point pour les expéditions en vrac de graine de lin destinées à l'UE est encore en vigueur aujourd'hui.

Les événements GM qui n'ont été approuvés par aucun pays sont considérés comme une présence adventice lorsque détectés.

Méthodes de détection reconnues

Nos méthodes de détection doivent être exactes et précises pour que l'accès aux marchés cruciaux pour les grains canadiens soit maintenu. Notre laboratoire est accrédité selon la norme ISO/IEC 17025 et peut ainsi mener des analyses pour détecter la présence d'événements GM dans les échantillons de grain. L'accréditation ISO fait en sorte que notre expertise technique est reconnue à l'échelle internationale. Cette expertise a aidé le Canada à maintenir l'accès aux marchés de l'UE, du Japon et d'autres pays.

Figure 1 Plaque à PCR prête à être insérée dans l'instrument de PCR en temps réel.

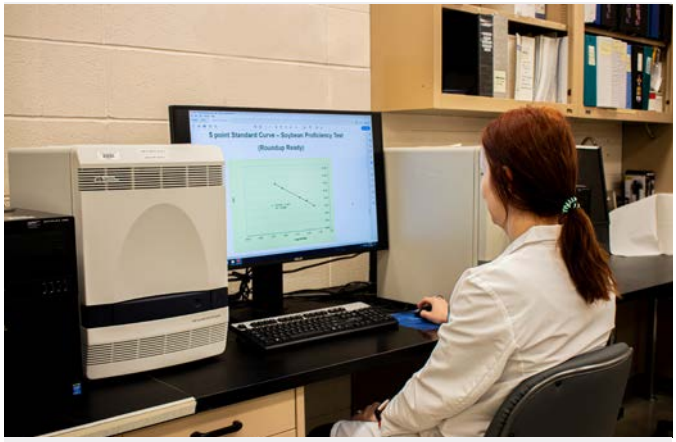


Figure 2 Analyse des résultats de l'essai de PCR.

Perfectionnement des méthodes de détection des modifications génétiques

En plus de réaliser un travail de surveillance continue, notre laboratoire mène de la recherche pour améliorer les méthodes de détection. Dans l'avenir, des plantes présentant des événements GM nouveaux et multiples seront cultivées, et nous devons être en mesure de les détecter rapidement et avec exactitude. Cette année, nous avons validé des méthodes fondées sur la PCR numérique et la PCR en temps réel pour détecter des événements GM chez deux cultures d'importance au Canada : le canola et le soja.

La PCR numérique est une technique relativement nouvelle permettant de détecter et de quantifier les événements GM (figure 1). Avec la PCR numérique, une solution d'ADN peut être divisée en milliers, voire en millions de gouttelettes ou de partitions; certaines des partitions (positives) renferment la molécule cible, mais les autres non. Le pourcentage de matériel génétiquement modifié présent dans les échantillons est calculé à partir du rapport entre les partitions positives et le nombre total de partitions.

La PCR en temps réel est couramment utilisée à la Commission canadienne des grains pour la détection d'événements GM dans le grain. Du matériel de référence certifié est requis pour les techniques de PCR en temps réel, mais celui-ci n'est pas toujours disponible. Aucun matériel de référence n'est nécessaire pour la PCR numérique. La PCR numérique devrait finir par remplacer la PCR en temps réel pour l'analyse des échantillons de grain en vue de la détection des événements GM. Notre laboratoire continuera d'optimiser les méthodes de PCR destinées à la détection des événements GM, pour protéger l'accès du Canada au marché mondial des grains.

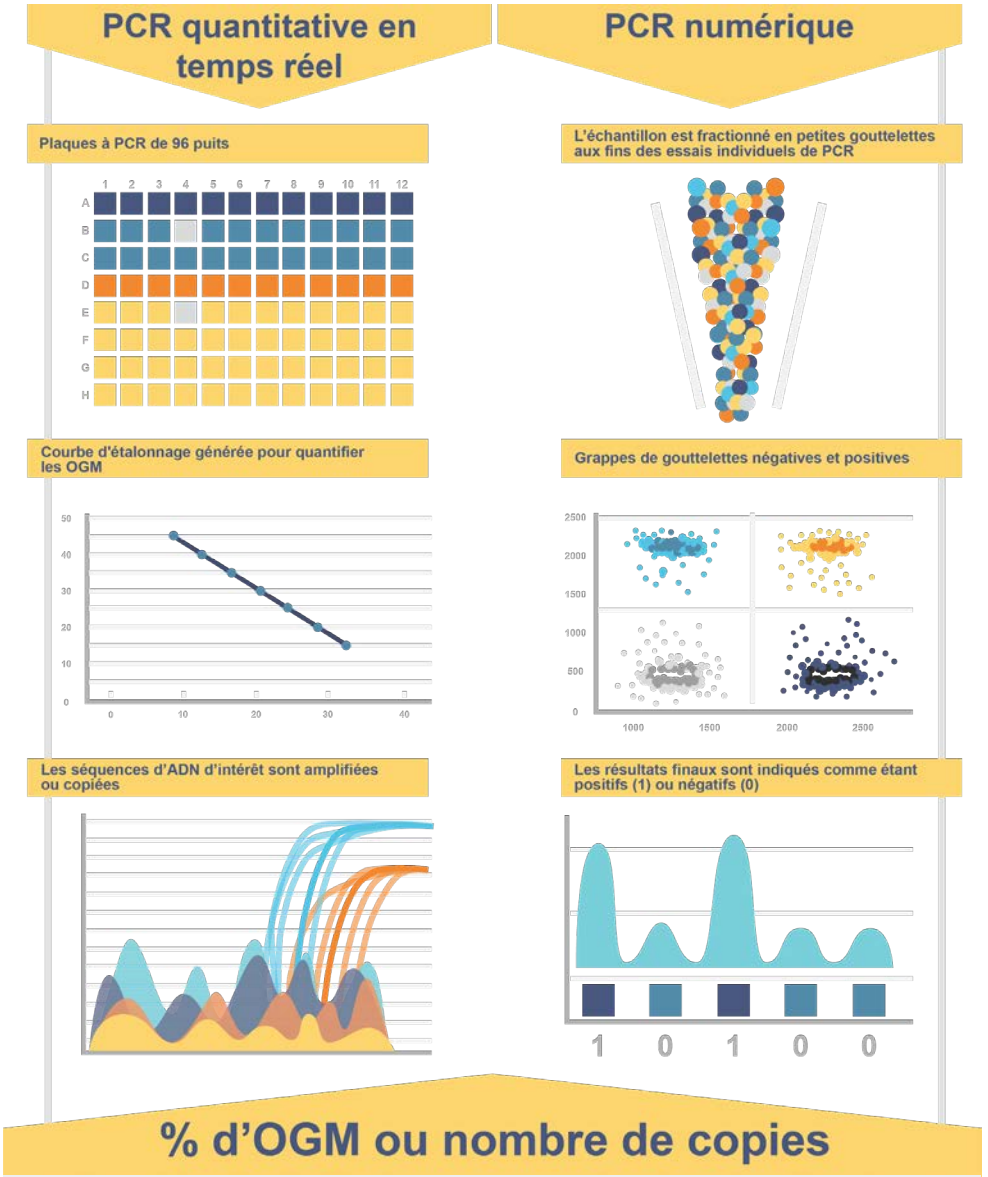


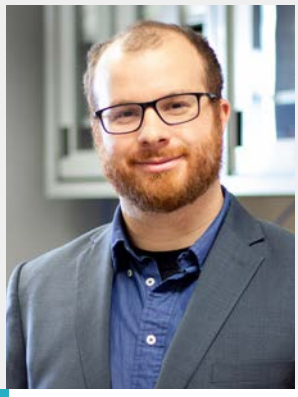
Figure 3 Graphique comparant le processus de détection des OGM à l'aide de la technique de PCR en temps réel et de la technique de PCR numérique.

Autres faits saillants

- En septembre, nous avons terminé avec succès un audit du Conseil canadien des normes (CCN) pour la norme ISO/IEC 17025:2017.
- De juin 2018 à décembre 2019, nous avons analysé 1 315 échantillons prélevés de cargaisons de blé en vue de détecter la présence de l'événement GM MON71200, découvert en Alberta en 2017. Nous n'avons jamais détecté cet événement dans les cargaisons de blé quittant le Canada, ce qui démontre qu'il n'est pas présent dans le blé canadien offert. Toutefois, certains pays demandent les résultats d'analyse du blé pour l'événement MON71200, que nous pouvons fournir grâce à nos programmes de surveillance continus.

Équipe de recherche

- Chercheur et gestionnaire de programme
  Tigst Demeke, Ph. D.
- Biologiste
  Michelle Holigroski
- Coordonnatrice ISO du Laboratoire de recherches sur les grains
  Melissa Lindsay
- Technicienne
  Monika Eng



Microbiologie

Sean Walkowiak, Ph. D.

Garder une longueur d'avance sur les menaces pouvant peser sur la salubrité alimentaire

La mission du programme de Microbiologie est de mener de la recherche sur les micro-organismes de quarantaine, pathogènes et toxigènes naturellement associés au grain, notamment les champignons et les bactéries, et d'assurer la surveillance de ces organismes. Nous mettons au point de nouvelles méthodes d'identification et de caractérisation de ces organismes, les validons et les mettons en œuvre. De plus, nous étudions l'effet des facteurs agronomiques, des conditions environnementales et de la transformation sur les communautés microbiennes.

Nous collaborons avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments, le Laboratoire national de microbiologie, Agriculture et Agroalimentaire Canada et Génome Québec pour aider l'industrie canadienne des grains à anticiper les menaces qui pourraient peser sur la production de grain et la salubrité alimentaire au Canada.

Détection des microbes dans le grain

Nous procédons à l'identification et à la caractérisation des bactéries dans notre installation de confinement biologique, en toute sécurité. Nous y traitons les échantillons de grain au moyen d'un pipeline conçu pour détecter la contamination microbienne. Certains dommages causés par les microbes, par exemple l'ergot et la fusariose de l'épi, sont observables à l'œil nu et peuvent être traités directement. D'autres contaminants microbiens sont présents en très faibles concentrations et ne peuvent être repérés par une inspection physique. Pour pouvoir étudier en détail ces microbes, nous devons les multiplier dans des chambres d'incubation pour en obtenir un volume suffisant. Une fois que les échantillons ont été inspectés et traités, nous les analysons au moyen des plus récentes technologies de détection fondées sur l'ADN.

Identification et catalogage des microbes

Nous cataloguons les microbes que nous identifions. Nous conservons des échantillons physiques dans une collection de cultures préservées dans des congélateurs cryogéniques, ainsi que des dossiers numériques des analyses d'ADN et des données de séquençage. Notre catalogue nous permet d'établir les différences entre les microbes provenant de diverses parties du Canada. De plus, nous pouvons assurer le suivi de l'évolution des populations microbiennes au fil du temps. Si des microbes étaient détectés dans le grain ou les produits de grain canadiens, nous pourrions utiliser notre pipeline de détection des microbes pour tenter de trouver la source de la contamination.

Figure 1 Incubateur servant à cultiver des microbes dans un environnement thermorégulé.

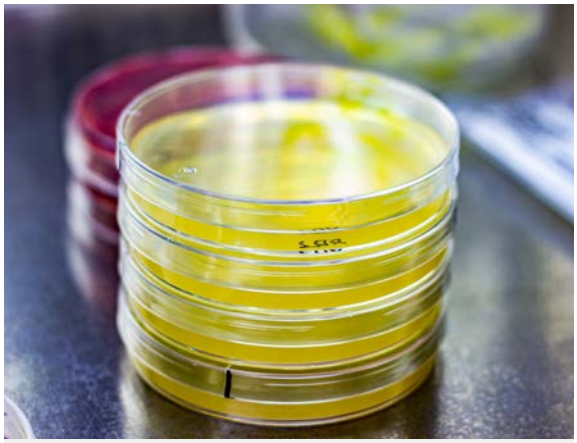


Figure 2 Boîtes de Pétri contenant un milieu riche en éléments nutritifs et en énergie permettant aux microbes de croître et de se multiplier. On utilise différents milieux de croissance pour favoriser la croissance de microbes particuliers.

Pipeline de détection des microbes

1. Traiter les échantillons de grain et multiplier les microbes en chambres d'incubation et au moyen de méthodes de mise en culture normalisées.
2. Préserver certains des microbes dans nos congélateurs cryogniques aux fins de référence future.
3. Isoler l'ADN microbien de l'échantillon au moyen d'outils et d'équipement moléculaires.
4. Utiliser des méthodes à haut débit et robotiques fondées sur l'ADN pour dépister dans les échantillons les microbes qui peuvent produire des toxines nocives ou pathogènes.
5. Déterminer les caractéristiques du microbe à l'aide du séquençage du génome entier et de la génomique comparative.

Classification des microbes au moyen des plus récentes technologies génomiques

Nous avons élaboré des pipelines d'analyse des données que nous utilisons pour assembler et comparer les génomes des microbes, ce qui nous permet de recueillir des renseignements d'une précision et d'une exhaustivité plus grandes que jamais. Ces analyses nous permettent de classer les microbes en différentes populations (figure 1), de repérer les gènes participant à l'apparition de maladies chez les végétaux ou les humains et de déterminer les toxines que les microbes peuvent produire. Ces renseignements nous permettent de prendre des décisions éclairées en ce qui a trait au risque que représentent certains microbes pour les productions végétales ou pour la santé humaine ou animale. De plus, nous pouvons évaluer la vitesse de l'évolution des communautés microbiennes, ce qui nous permet d'être proactifs et de contrer rapidement les menaces microbiennes, pour protéger l'industrie et ses clients.

Figure 3 Exemples de différents échantillons de microbes préparés en vue de leur catalogage.

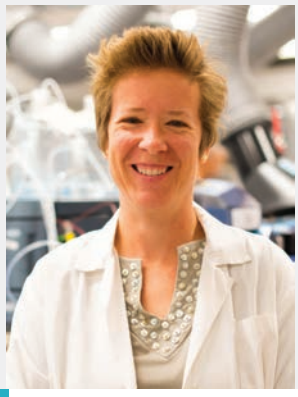
Figure 4 Échantillons de grains de blé qui seront traités en vue de détecter la présence de microbes.

Autres faits saillants

- Nous élaborons de nouvelles méthodes pour établir le profil biochimique des microbes de trouvant dans le grain canadien. Nous créons une base de données sur ces profils biochimiques déterminés par spectrométrie de masse. Chaque microbe possède un profil unique qui peut nous permettre de l'identifier et de confirmer les toxines qu'il produit.

Équipe de recherche

- Chercheur et gestionnaire de programme
  Sean Walkowiak, Ph. D.
- Biologiste
  Niradha Withana Gamage
- Techniciennes
  Janice Bamforth
  Tehreem Ashfaq



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

Sheryl Tittlemier, Ph. D.

La science de la salubrité des grains, du laboratoire jusqu'aux intervenants

La mission globale du programme d'Analyse de substances organiques et d'éléments à l'état de trace est de comprendre les facteurs ayant une incidence sur la présence de mycotoxines, de résidus de pesticides et d'éléments à l'état de trace dans le grain. Nous analysons la fréquence de ces substances et éléments, évaluons les méthodes les plus efficaces pour l'analyse de leur présence et étudions l'effet de la transformation sur eux.

Surveillance de la salubrité du grain canadien

L'équipe du programme d'Analyse de substances organiques et d'éléments à l'état de trace mène des activités de suivi, de surveillance et de recherche à l'égard des facteurs ayant un effet sur la présence de résidus de pesticides, de mycotoxines et d'éléments à l'état de trace dans le grain. De plus, elle mène des travaux de recherche en vue de mettre au point des méthodes optimales pour l'analyse de ces substances dans le grain. Les activités de suivi, notamment le programme de surveillance des cargaisons, sont réalisées sans interruption depuis les années 1950.

Figure 1 Nous utilisons ce spectromètre de masse à plasma inductif muni d'un échantillonneur automatique robotisé pour analyser les éléments à l'état de trace dans le grain, notamment les métaux lourds comme le plomb et le cadmium.

Favoriser l'accès des producteurs à de nouvelles variétés de blé dur à qualité et à salubrité accrues

Depuis 1993, nous analysons des échantillons de grain des sélectionneurs pour confirmer que les nouvelles variétés accumulent peu de cadmium. Les végétaux, y compris le blé dur, peuvent absorber le cadmium présent dans le sol. L'analyse de l'accumulation de cadmium chez les nouvelles variétés de blé dur avant l'enregistrement de celles-ci nous permet de veiller à ce que les concentrations de ce métal lourd demeurent faibles dans le blé dur canadien.

Depuis 2019, nous utilisons un nouveau spectromètre de masse à plasma induit pour réaliser les analyses des métaux lourds. Ce nouvel instrument présente une efficacité accrue et produit des résultats de grande précision.

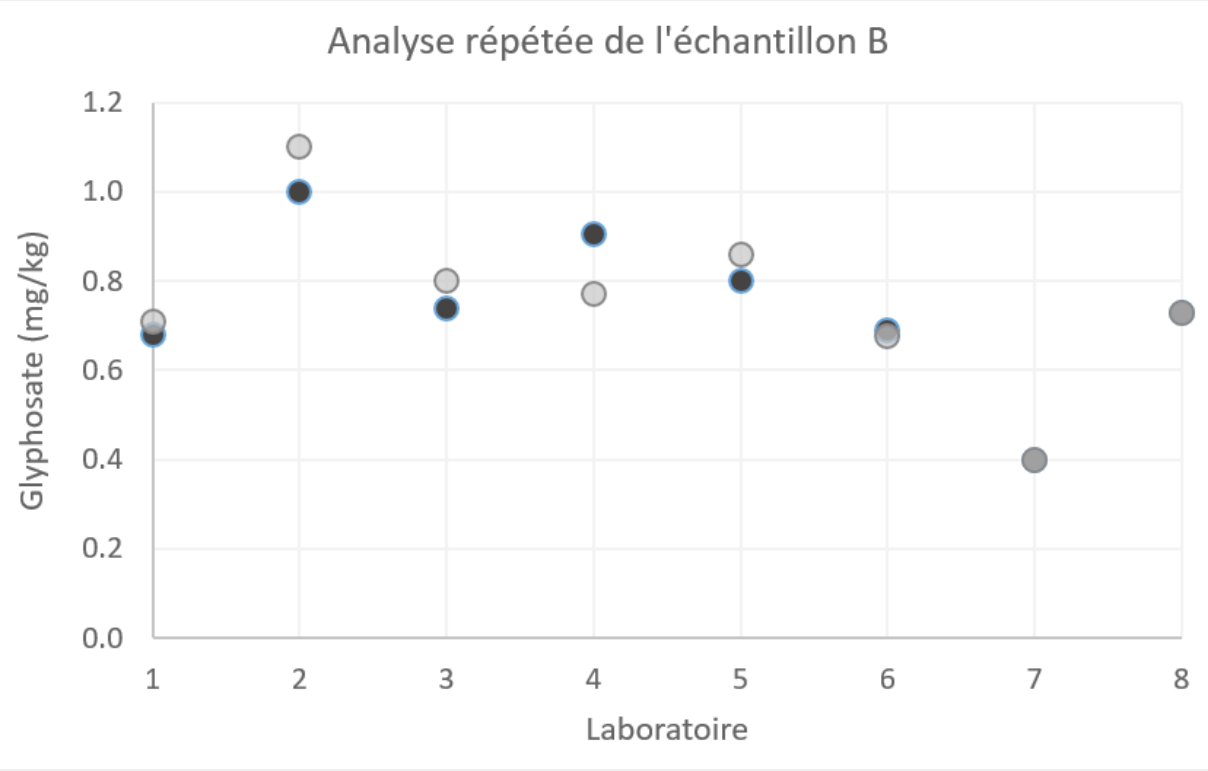


Figure 2 Analyse répétée de lentilles par divers laboratoires.

Aider l'industrie à exercer une surveillance rigoureuse de la salubrité des aliments

Nous avons fourni notre expertise et du soutien technique dans le cadre d'un essai interlaboratoires destiné à caractériser les résultats d'analyse d'un ensemble d'échantillons de lentilles obtenus par divers laboratoires. L'essai a été mené en collaboration avec Pulse Canada.

Notre équipe a préparé les échantillons pour l'essai. Huit laboratoires commerciaux en Amérique du Nord et dans des pays importateurs de légumineuses canadiennes ont mesuré les résidus de glyphosate dans les échantillons. La figure 1 montre la variation des résultats obtenus par les divers laboratoires. Par exemple, le laboratoire 7 a obtenu des résultats identiques pour les deux analyses, mais ceux-ci étaient inférieurs à ceux mesurés par les autres laboratoires. Les résultats du laboratoire 2 ont légèrement varié d'une analyse à l'autre et étaient généralement supérieurs à ceux obtenus par les autres laboratoires. La comparaison des résultats nous a permis de déterminer dans quelle mesure les résultats peuvent varier lorsque les expéditions sont analysées par l'importateur et l'exportateur.

Fournir des données probantes de la salubrité du grain canadien

Au cours de la campagne agricole 2018-2019, nous avons émis plus de 4 300 énoncés d'assurance à partir des résultats de nos analyses des pesticides, des mycotoxines et des métaux lourds dans le grain exporté. Les énoncés d'assurance sont des documents officiels de la Commission canadienne des grains utilisés par de nombreux importateurs appliquant un système de gestion de la qualité et de la salubrité des aliments. Ces importateurs doivent pouvoir prouver que leurs procédés permettent de gérer efficacement les risques liés à la salubrité des aliments pour leurs produits, en commençant par leur approvisionnement en grain. Les acheteurs de grain se servent de nos énoncés d'assurance pour démontrer que le grain canadien satisfait à leurs spécifications.

Figure 3 Nous utilisons un chromatographe en phase liquide couplé à un spectromètre de masse à haute résolution pour analyser les pesticides dans le grain.

Offrir à l'industrie un accès privilégié à nos laboratoires de salubrité des aliments

Chaque année, nous accueillons dans nos laboratoires plusieurs groupes de transformateurs canadiens et étrangers, d'acheteurs internationaux et de représentants gouvernementaux. Ces visites nous permettent de renseigner les acteurs de l'ensemble de la chaîne de valeur sur la façon dont notre travail permet de démontrer la salubrité du grain canadien.

Figure 4 Échantillons de céréales en traitement aux fins de l'analyse des pesticides. Les pesticides se trouvent dans la couche supérieure avec de l'eau. L'échantillon de grain moulu constitue la couche médiane. La couche inférieure est constituée d'un solvant qui retire d'autres composants du grain et les empêche de nuire à l'analyse.

Figure 5 Nous utilisons ce système de chromatographie en phase liquide et de spectrométrie de masse en tandem pour analyser les mycotoxines dans le grain. Cette technologie nous permet de mesurer des concentrations de l'ordre de parties par milliard.

Autres faits saillants

- Nous avons évalué divers outils pour préparer l'avoine en vue de l'analyse des mycotoxines. Nous avons constaté que les broyeurs à marteaux munis d'un rotor permettent l'obtention de particules d'avoine plus fines, ce qui réduit la variation occasionnée par le sous-échantillonnage.
- Nous avons étudié le devenir des mycotoxines durant la transformation de l'avoine. Le décorticage permettait d'éliminer de 60 à 100 % des diverses mycotoxines produites par les espèces des genres *Fusarium* et *Alternaria*, ainsi que l'ergostérol (biomarqueur des champignons), qui peut contaminer l'avoine entière au champ. Dans le gruau, le traitement à la vapeur semblait entraîner une hausse de la concentration d'ergostérol, mais une diminution des taux de désoxynivalénol et de désoxynivalénol-3-glucoside.
- Nous avons constaté que, compte tenu de la répartition non uniforme du désoxynivalénol dans le blé, l'échantillonnage représentait les deux tiers de la variation totale des mesures du désoxynivalénol (aussi appelé « DON ») dans les lots de blé en vrac, et que la variation était près de la limite réglementaire internationale pour notre procédure. La préparation d'un échantillon de grande taille pour l'analyse permet de réduire cette variation.
- Nous avons montré que la mouture éliminait environ 84 % des alcaloïdes d'ergot présents dans les grains entiers de blé dur. La production et la cuisson du spaghetti n'a entraîné aucune diminution additionnelle. Toutefois, l'ébullition a modifié la forme des alcaloïdes d'ergot présents, de sorte que le spaghetti cuit contenait une plus grande proportion des formes d'alcaloïdes d'ergot moins dangereuses que la semoule et le spaghetti non cuit.

Équipe de recherche

- Chercheuse et gestionnaire de programme
  - Sheryl Tittlemier, Ph. D.
- Chimistes
  - Jules Carlson
  - Kerri Pleskach
  - Anja Richter
- Techniciens
  - Lianna Bestvater
  - Richard Blagden
  - Daniel Bockru
  - Jason Chan
  - Dainna Drul
  - Andy Peng
  - Valentina Timofeiev
  - Robert Trelka
  - Tanya Zirdum

Recherche et surveillance en matière d'identification des variétés

Daniel Perry, Ph. D.

Apport de changements aux classes de blé canadien

Le programme de Recherche et surveillance en matière d'identification des variétés a joué un rôle de premier plan dans l'apport de changements majeurs aux classes de blé canadien. Nos activités de surveillance ont montré que les mesures prises par l'industrie céréalière, des producteurs aux manutentionnaires, ont permis de retirer certaines variétés de la classe Blé roux de printemps de l'Ouest canadien. Ces mesures ont été prises en réponse aux préoccupations relatives à la qualité de la classe, pour que les acheteurs de blé canadien continuent de recevoir des produits de la qualité dont ils ont besoin.

Contexte

La vérification des variétés constitue une part importante du système d'assurance de la qualité du blé canadien. Les variétés assignées à chaque classe de blé meunier partagent des propriétés précises, de sorte que chaque classe offre des résultats uniformes et répond aux besoins des clients. Nous surveillons la présence de blés d'autres classes (y compris les variétés non enregistrées) dans les envois destinés à l'exportation, car ceux-ci pourraient nuire à la qualité et entraîner des problèmes pour les clients.

En 2015, la Commission canadienne des grains a annoncé qu'elle prendrait des mesures à l'égard de préoccupations soulevées par des clients concernant le manque d'uniformité de la force du gluten chez le blé des classes Blé roux de printemps de l'Ouest canadien (CWRS) et Blé roux de printemps Canada Prairie. Pour protéger la réputation et la performance de ces classes, la Commission canadienne des grains a resserré les paramètres de qualité de celles-ci. Vingt-neuf variétés qui ne répondaient pas aux nouveaux critères ont été retirées de ces classes et assignées à une nouvelle classe (Blé de force rouge du Nord canadien [CNHR]), en 2018.

Figure 1 Échantillons de quatre différentes variétés de la classe Blé roux de printemps de l'Ouest canadien. Dans le sens horaire, à partir du coin supérieur gauche : Glenn, AAC Elie, AAC Brandon, et AAC Redberry.

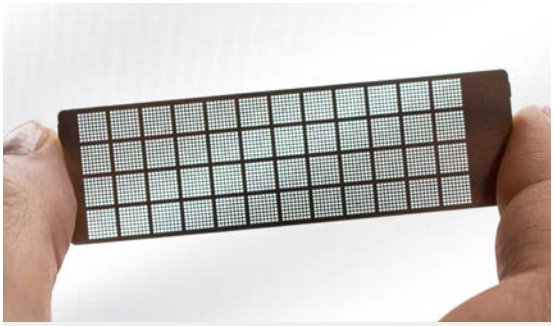


Figure 2 Plaque OpenArray utilisée pour l'analyse d'identification des variétés. L'ADN extrait de grains de blé est transféré sur la plaque.

Suivi des progrès

En préparation de ces changements, nous avons commencé à utiliser exclusivement la méthode OpenArray fondée sur l'ADN pour surveiller les variétés dans les exportations de blé. Cette méthode, mise au point par le Laboratoire de recherches sur les grains, nous a offert la précision et la capacité élevée dont nous avions besoin pour la surveillance des variétés transférées à la nouvelle classe. Grâce à celle-ci, nous avons pu suivre de près les variétés concernées pour vérifier que la transition se déroulait comme prévu.

Dans le cadre du plan, les producteurs pouvaient continuer de livrer les variétés transférées à titre de blé CPSR ou CWRS jusqu'au 31 juillet 2018. Les manutentionnaires de grain avaient ensuite jusqu'au 31 décembre 2018 pour retirer ces variétés de leurs stocks. Du 1er août au 31 décembre 2019, la Commission canadienne des grains a aidé les manutentionnaires de grain à gérer le changement en les avisant dans les cas où les variétés concernées étaient trouvées en quantités qui dépassent les seuils de tolérance relatifs à la classe. Depuis le 31 décembre 2019, les variétés concernées sont officiellement considérées comme des blés d'autres classes si elles sont détectées dans les chargements autres que ceux de la classe CNHR.

Transition réussie

Avant l'entrée en vigueur des changements, de nombreux producteurs ont commencé à cultiver d'autres variétés. Au moment de l'annonce des changements, en 2015, Harvest, Lillian et Unity étaient les plus populaires des 25 variétés de blé CWRS concernées. Toutefois, la popularité de ces variétés et des autres variétés concernées avait déjà atteint son sommet et commencé un déclin, ce qui fait partie du cycle normal de roulement des variétés. Après l'annonce faite en 2015, le rythme de ce déclin a augmenté (figure 3). En 2015, les variétés concernées occupaient environ 20 % des superficies consacrées au blé CWRS dans les Prairies. En 2018, elles en occupaient moins de 1 %.

Notre programme de surveillance a permis de constater que les variétés transférées composaient environ 22 % du blé CWRS exporté durant la campagne agricole 2015-2016 et que ce pourcentage a diminué chaque année par la suite (figure 4). Au cours de la campagne agricole 2018-2019, ces variétés avaient pratiquement disparu des exportations de blé CWRS. Elles constituaient à peine plus de 7 % des envois en août, et moins de 2 % en novembre, et elles se sont généralement maintenues à environ 1 % depuis. Nous prévoyons que cette diminution se poursuivra à mesure que les récoltes de l'année feront leur entrée dans le système de manutention des grains.

Prochaines étapes

Le 1er août 2021, cinq autres variétés seront retirées de la classe CWRS. Lorsque le retrait a été annoncé en 2018, ces variétés constituaient moins de 7,5 % des superficies consacrées au blé CWRS dans les Prairies, de sorte que ce changement sera de moindre ampleur que celui du cycle venant de se terminer. Néanmoins, la surveillance de ces changements nous tiendra bien occupés.

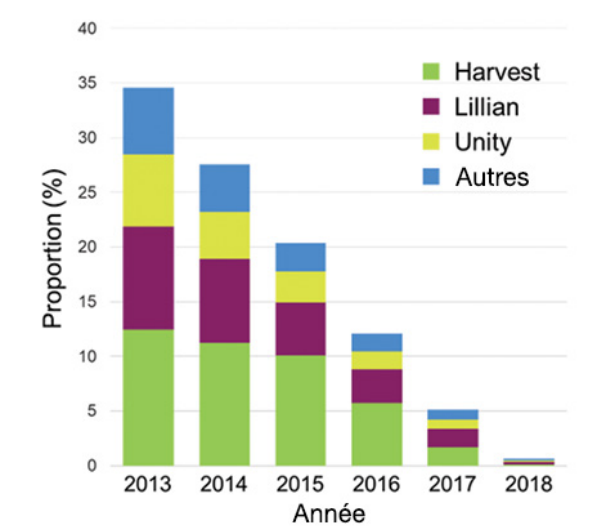


Figure 3 Superficies consacrées aux variétés passant de la classe CWRS à la classe CNHR, en proportion des superficies totales de blé CWRS assurées au Manitoba, en Saskatchewan et en Alberta.

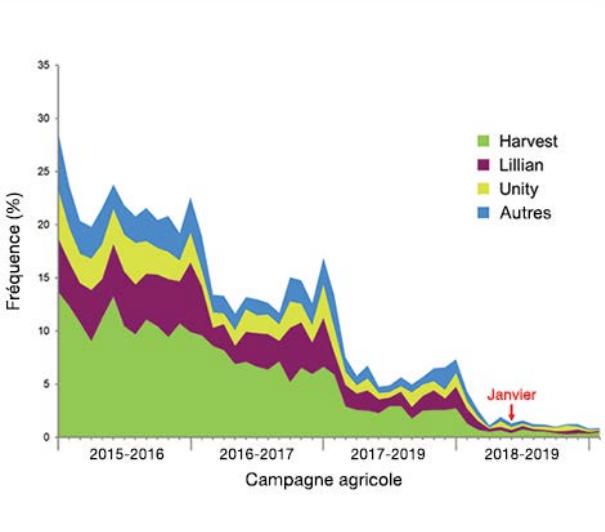


Figure 4 Pourcentage des variétés transférées détectées dans les envois de blé CWRS destinés à l'exportation après l'annonce de 2015. La flèche rouge indique le 1er janvier 2019, date de fin de la période de transition.

Autres faits saillants

- Au cours de la campagne agricole 2018-2019, nous avons réalisé des analyses de l'ADN pour identifier les variétés à partir de plus de 132 000 grains de blé.
- Nous mettons constamment à jour nos bases de données de référence sur les profils d'ADN du blé et de l'orge. Nous y avons ajouté 42 variétés au cours de la dernière campagne agricole.

Équipe de recherche

- Chercheur et gestionnaire de programme
  Daniel Perry, Ph. D.
- Biologiste
  Sung-Jong Lee
- Techniciens
  Mathieu Dusabenyagasani
  Danny Saydak
  James Singer