



CFCRA
CANADIAN FIELD CROP
RESEARCH ALLIANCE

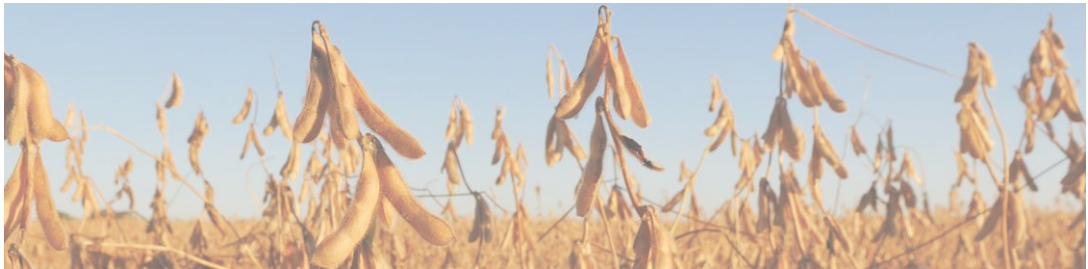
ARCCC
ALLIANCE DE RECHERCHE SUR LES
CULTURES COMMERCIALES DU CANADA

Faits saillants de la recherche à mi-parcours 2018 à 2021

La grappe du soya

Le projet avoine

Le projet maïs



 PARTENARIAT
CANADIEN pour
l'AGRICULTURE
Innov. Croître. Prospérer.

Canada 



À propos de l'ARCCC

L'Alliance de recherche sur les cultures commerciales du Canada (ARCCC) est un organisme à but non lucratif créé en vue de faire progresser le potentiel génétique des cultures commerciales au Canada, en particulier l'orge, le maïs, l'avoine, le soja et le blé. L'ARCCC est le fruit d'une collaboration nationale réunissant les organisations provinciales de producteurs et les partenaires de l'industrie suivants: Atlantic Grains Council, les Producteurs de grains du Québec, Grain Farmers of Ontario, Manitoba Crop Alliance, Manitoba Pulse & Soybean Growers, Saskatchewan Pulse Growers, Prairie Oat Growers Association, SeCan et FP Genetics.

Introduction

Depuis 2018, l'Alliance de recherche sur les cultures commerciales du Canada (ARCCC) gère une grappe de recherche sur le soya de 8,3 M\$, un projet sur l'avoine de 2,2 M\$ et un projet sur le maïs de 3,7 M\$ dans le cadre du programme Agri-science du Partenariat canadien pour l'agriculture. **Ce rapport résume les faits saillants de la recherche des trois premières années (2018 à 2021), pour chaque activité des initiatives de recherche mentionnées.**



La grappe du soya de l'ARCCC

L'objectif global de la grappe du soya de l'Alliance est de développer et rendre disponible des variétés de soya de haute qualité, productives et plus résilientes, telles que recherchées par les producteurs canadiens et les chaînes de valeur qu'ils fournissent. Ceci, par la combinaison avec l'amélioration des outils et des pratiques agronomiques nécessaires à la culture du soya avec succès et de manière durable au Canada.

Le projet avoine de l'ARCCC

Le Projet avoine de l'Alliance soutient le développement de variétés d'avoine à rendement plus élevé pour l'Est du Canada et résistantes aux maladies, ainsi qu'une meilleure performance nutritionnelle, une gestion de l'azote et des taux de semis améliorés, et la mise en œuvre de nouveaux outils de soutien pour les programmes de sélection de l'avoine.

Le projet maïs de l'ARCCC

Le Projet maïs de l'Alliance soutient le développement de germoplasmes de maïs résistants aux maladies, la mise au point de stratégies avancées de gestion de l'azote pour les agriculteurs susceptibles d'accroître la productivité et la performance environnementale de la culture, ainsi que la sélection génétique du maïs à maturation précoce tolérant au froid



Reconnaissance

Le financement de la grappe de recherche sur le soya, du projet avoine et du projet maïs est fourni en partie par le gouvernement du Canada dans le cadre du programme Agri-science du Partenariat canadien pour l'agriculture, une initiative fédérale, provinciale et territoriale, avec le soutien du secteur par l'entremise de l'Alliance de recherche sur les cultures commerciales du Canada (ARCCC). Les principaux organismes membres de l'ARCCC sont : Atlantic Grains Council, Producteurs de grains du Québec, Grain Farmers of Ontario, Manitoba Crop Alliance, Manitoba Pulse & Soybean Growers, Saskatchewan Pulse Growers, Prairie Oat Growers Association, SeCan et FP Genetics. Pour le projet avoine, du financement supplémentaire des partenaires est fourni par les meuneries d'avoine du Canada, dont Grain Millers, General Mills, Richardson International Ltd et Emerson Milling. Pour le projet maïs, du financement supplémentaire est fourni par des organismes représentant l'industrie canadienne des engrais, notamment Fertilisants Canada et Nutrien.





Table des Matières

Projet	Programme	Activité	Chercheur	Page
n°2	Soya	Sélection génétique de soya d'alimentation humaine de saison courte	Elroy Cober	5
n°3	Soya	Satisfaire à la norme de protéines du tourteau de soya de l'Ouest canadien	Elroy Cober	7
n°4	Soya	Soutenir l'expansion du soya dans l'ouest et le nord du Canada	Leonid Savitch	9
n°5	Soya	Soya pour régions nordiques – physiologie du rendement et de la résistance au froid	Rosalind Bueckert	11
n°6	Soya	Sélection pour la résistance au nématode à kyste du soya (NKS) à l'aide de la sélection assistée par marqueurs	Louise O'Donoghue	13
n°7	Soya	Sélection de lignées de soya résistantes, à haut rendement et à grande valeur ajoutée, en utilisant du matériel génétique d'élite et exotique	Istvan Rajcan	15
n°8	Soya	Sélection de variétés de soya ou de matériel génétique de soya de qualité alimentaire pour obtenir un rendement élevé, une meilleure qualité ou une résistance accrue aux parasites	Kangfu Yu	17
n°9	Soya	Stratégies pour une gestion de lutte efficace et durable contre le phytophthora et les complexes de pourriture des racines du soya	Yong Min Kim	19
n°10	Soya	Une nouvelle méthode de phénotypage précis et reproductible des isolats de Phytophthora sojae dans le soya	Richard Belanger	21
n°11	Soya	Soya ultra-hâtif et tolérant aux herbicides	Elroy Cober	23
n°1	Avoine	Utilisation des techniques de sélection, de la génomique et de la recherche agronomique pour améliorer le rendement et la qualité de l'avoine	Weikai Yan	25
n°1	Maïs	Développement de lignées parentales de maïs de courte saison, tolérantes au froid et résistantes aux maladies	Aida Kebede	29
n°2	Maïs	Avantages agronomiques et environnementaux pancanadiens du Programme de gestion des nutriments 4B appliqué à l'azote dans le maïs-grain	Mario Tenuta	31



La grappe du soya - Activité n°2

Titre: Sélection génétique de soya d'alimentation humaine de saison courte

Chercheurs: Elroy Cober, Tom Warkentin & Louise O'Donoughue

Contexte

Cette activité profitera au secteur canadien des cultures commerciales en fournissant de nouveaux cultivars de soya à maturité précoce, à rendement élevé et non génétiquement modifiés (non-OGM), destinés aux régions à saison courte. De plus, on validera la performance des gènes de maturité précoce pour améliorer le processus de sélection.

Trois programmes dans trois provinces collaborent à la mise au point de cultivars de soya conventionnels ciblant les régions des groupes de maturité (MG) 000 et 00 du Canada. Dr Warkentin du Crop Development Centre de l'Université de la Saskatchewan mettra l'accent sur l'adaptation aux zones MG 000 en raison de l'accès à des sites d'essais pour des variétés de très courte saison. Dr Cober, du Centre de recherche et de développement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Ottawa, mettra l'accent sur le développement de cultivars de soya conventionnel de maturité MG 00. Il effectuera des tests de texture du tofu avec des collaborateurs d'AAC à Ottawa. Dre O'Donoughue du CÉROM mettra l'accent sur le développement de cultivars MG 00 et l'application de la biologie moléculaire à la compréhension et à l'utilisation des aspects génotypiques de la maturité précoce liés à l'environnement.

Objectifs de recherche :

1. Développer des cultivars de soya de saison courte adaptés aux zones de maturité MG 00 et 000 du Canada;
2. Tenir compte de la qualité alimentaire désirée et du marché d'utilisation finale, en particulier en développant des cultivars riches en protéines avec de bonnes qualités pour des marchés de niche tels que le tofu;
3. Tenir compte de la résistance aux maladies clés telles que la pourriture phytophthoréenne, le nématode à kyste du soja (NKS) et la moisissure blanche dans les nouvelles variétés;
4. Valider les gènes de maturité précoce nouvellement identifiés et évaluer leur performance à divers endroits au Canada.





La grappe du soya - Activité n°2

Titre: Sélection génétique de soya d'alimentation humaine de saison courte

Chercheurs: Elroy Cober, Tom Warkentin & Louise O'Donoughue

Faits saillants (2018-2021) :

Cinq (5) nouvelles variétés de soya ont été développées pour le marché du soya d'alimentation humaine et non génétiquement modifié. Elles sont à la disposition de l'industrie pour commercialisation :

- AAC Dale (accordée à SeCan);
- OT16-06 (accordée à CanGro Genetics);
- OT18-16 (accordée à Agri Magic);
- OT18-09 (accordée à SeCan);
- OT18-15 (accordée à SeCan).

De plus, une nouvelle pépinière à maladies a été établie à Harrington, Île-du-Prince-Édouard, pour faciliter la sélection et l'évaluation de nouveaux matériels génétiques pour leur résistance à la moisissure blanche (*Sclerotinia sclerotiorum*).





La grappe du soya - Activité n°3

Titre: Satisfaire à la norme de protéines du tourteau de soya de l'Ouest canadien

Chercheur: Elroy Cober

Contexte

En général, le soya cultivé dans l'ouest du Canada contient moins de protéines que celui de l'est du pays. Cela peut entraîner une baisse des prix du soya provenant de l'Ouest. Cette activité de recherche examine les différences de protéines des grains de soya à travers le Canada afin de déterminer la relation protéine/rendement dans une marge de protéines suffisamment élevée pour répondre aux normes applicables au tourteau de soya dans l'ouest du pays.

Objectifs et approches de recherche :

Des essais agronomiques ont été menés sur 20 lignées de soya exhibant des taux de protéines variant de faible à riche. Elles ont été cultivées sur de nombreux sites et durant plusieurs années, dans l'est et dans l'ouest du Canada. La teneur en protéines des grains et les rendements ont été mesurés pour évaluer les effets environnementaux sur les protéines.

Une lignée de soya qui ne forme pas de nodules a été incluse comme témoin afin de déterminer quelle quantité d'azote en provenance du sol contribue aux protéines des grains, étant donné que tout l'azote absorbé par cette lignée – et transformé en protéines – ne provient que du sol.

De plus, une étude génomique a été menée sur 10 lignées pour déterminer les différences d'expression génique des gènes associés au développement des protéines des grains. On fait appel à l'ontologie génétique pour examiner les systèmes de composition des grains et identifier les gènes les plus différenciellement exprimés qui sont actifs dans la synthèse de ces protéines.





La grappe du soya - Activité n°3

Titre: Satisfaire à la norme de protéines du tourteau de soya de l'Ouest canadien

Chercheur: Elroy Cober

Faits saillants (2018-2021) :

- L'analyse de la qualité des protéines des grains est toujours en cours;
- Les premiers résultats suggèrent une forte corrélation entre l'eau disponible et la teneur en protéines des grains. Par exemple, les données agrométéorologiques montrent que les précipitations pendant les mois d'été contribuent de manière significative à la fixation biologique de l'azote et à la minéralisation de la matière organique du sol, fournissant l'azote nécessaire à la synthèse des protéines;
- Une analyse préliminaire de l'expression génique différentielle a identifié des gènes candidats avec différents niveaux d'expression selon la géographie est/ouest, dont certains devraient être impliqués dans la synthèse des protéines du soya.





La grappe du soya - Activité n°4

Titre: Soutenir l'expansion du soya dans l'ouest et le nord du Canada

Chercheur: Leonid Savitch

Contexte

L'expansion du soya vers l'ouest et le nord du Canada entraîne une exposition fréquente et prolongée des cultures à des températures fraîches. Cette exposition à des nuits fraîches et à des températures jour/nuit extrêmes – en particulier au moment de la floraison – peut entraîner la stérilité florale, une réduction de la formation des gousses et des graines, un retard de maturité, une altération de la composition des grains. Ainsi, le rendement des cultures peut être considérablement réduit.

L'activité de recherche effectue la caractérisation et l'évaluation de lignées de soya pour leur aptitude à être cultivées plus à l'ouest et plus au nord du pays, notamment en Saskatchewan. Le résultat de ce travail approfondira notre connaissance des mécanismes et de la régulation de la tolérance du système photosynthétique du soya au stress dû au temps froid, et son acclimatation à ces conditions. En plus, une meilleure connaissance sera acquise des mécanismes et de la régulation du retard de la phase de reproduction causée par l'exposition au froid, ainsi que de la régulation du métabolisme du carbone et de la répartition du carbone affectés par le froid.

Objectifs et approches de recherche :

1. Identification de germoplasmes de soya à maturité précoce et tolérant au froid, convenant aux régions agricoles de l'Ouest canadien;
2. Identification et caractérisation des mécanismes impliqués dans la tolérance photosynthétique du soya au stress du froid et du retard limité de la phase reproduction et maturité induit par les températures basses;
3. Identification de variétés de soya ayant une tolérance supérieure aux effets induits par les basses températures: réduction de la photosynthèse, de la répartition relative et de l'exportation du carbone, de la mobilisation de l'amidon et du développement des gousses et des grains, entraînant un retard du développement reproducteur et de la maturité en raison des basses températures.





La grappe du soya - Activité n°4

Titre: Soutenir l'expansion du soya dans l'ouest et le nord du Canada

Chercheur: Leonid Savitch

Faits saillants (2018-2021) :

- Des études d'acclimatation au froid ont été menées dans des chambres de croissance sur 19 variétés de soya afin d'identifier leur réponse aux températures froides. Voici les réactions générales qui ont été observées;
- Certaines variétés ont réagi par un léger retard de maturation (de 10 jours), par des changements minimes quant au nombre de gousses et au poids spécifique du grain, et par une augmentation de la teneur en protéines des grains;
- D'autres variétés ont réagi par un léger retard de maturation (de 10 jours), par une augmentation du nombre de gousses et des changements minimes du rendement (ou légère augmentation), mais elles ont souffert d'une réduction draconienne du poids spécifique du grain et d'une diminution significative de la teneur en protéines des grains;
- Enfin, d'autres ont réagi par un important retard de maturation (de 70 à 80 jours), nombre de gousses de 3 à 4 fois plus élevé, et un rendement trois fois supérieur accompagné de changements faibles ou nuls du poids spécifique du grain;
- Afin d'identifier et de caractériser les mécanismes impliqués dans la tolérance photosynthétique du soya au stress du froid et le délai induit par les basses températures, des tests ont été effectués sur le matériel génétique pour observer sa tolérance au stress du froid à diverses étapes. Les résultats indiquent que :
- Les changements dans la performance photosynthétique, la répartition du carbone, la dégradation de la chlorophylle et le poids spécifique des feuilles observés chez les feuilles donneuses matures au stade R3 exposées à un stress à basse température nocturne et à une acclimatation au froid, peuvent être utilisés comme outil de dépistage pour une tolérance supérieure au stress du soya;
- Une exposition prolongée à des nuits fraîches a permis de différencier le germoplasme du soya en fonction de la phénologie de la phase de reproduction, du degré de maturité et du rendement;
- Les changements dans la teneur en chlorophylle et sa composition et le poids spécifique des feuilles en réponse au stress nocturne du froid au stade V3 peuvent être utilisés pour une différenciation fiable du germoplasme sensible au stress du froid;
- L'acclimatation au froid a provoqué une augmentation de la teneur en protéines des graines qui est associée à une tolérance supérieure au stress du froid.





La grappe du soya - Activité n°5

Titre: Soya pour régions nordiques – physiologie du rendement et de la résistance au froid

Chercheur: Rosalind Bueckert

Contexte

Cette activité de recherche évalue les effets des températures fraîches et du stress abiotique sur le processus de formation du rendement dans une gamme de variétés de soya adaptées à des saisons très courtes, incluant le meilleur du matériel génétique de courte saison des programmes de sélection du soya à courte saison du Dr Tom Warkentin du Centre de développement des cultures, à l'Université de la Saskatchewan, et du Dr Elroy Cober du Centre de recherche et de développement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à Ottawa.

L'objectif est d'évaluer les effets des températures fraîches et du stress sur le rendement au champ afin d'identifier les traits clés pour l'amélioration variétale, de sorte que la production de soya dans les régions plus au nord puisse mieux tolérer le froid. L'activité portera sur l'amélioration du rendement, les conditions de croissance de la saison très courte, la teneur en protéines des grains, les nuits fraîches et la hauteur des gousses.

Approches de recherche :

- Le développement des variétés hâtives de soya a été suivi tout au long de la saison de croissance en fonction des unités thermiques de croissance et de la disponibilité en eau. La performance physiologique du soya dans le nord de la Saskatchewan a été étudiée durant plusieurs saisons de croissance, de 2018 à 2020;
- La progression de la phase reproductive a été suivie, les limitations à la reproduction ont été identifiées et les composantes du rendement ont été mesurées.





La grappe du soya - Activité n°5

Titre: Soya pour régions nordiques – physiologie du rendement et de la résistance au froid

Chercheur: Rosalind Bueckert

Faits saillants (2018-2021) :

- Des essais en terrains irrigués et non irrigués ont été menés au cours de deux années d'études sur le terrain (2019 et 2020). En général, l'irrigation a retardé la progression de la croissance des plants de soya, mais a augmenté leur potentiel de rendement;
- Un gel hâtif annule généralement la capacité de rendement accru des variétés de soya de maturité 00. Ceci était moins évident dans les variétés 000;
- Tout retard dans la levée et l'établissement du peuplement se poursuit ensuite dans le délai des stades de croissance durant la saison (la culture est incapable de combler son retard);
- Les variétés des maturités les plus précoces testées peuvent encore compléter la saison de croissance la plus courte à 2040 unités thermiques maïs (UTM). Cela inclut toutes les variétés de maturité 000 et souvent les maturités 00.3 à 00.1 (faible double zéro);
- Certaines variétés devront être réassignées dans l'une des trois sous-catégories «double zéro», basé sur le cumul des UTM en Saskatchewan;
- L'irrigation ou la disponibilité en eau semble avoir un effet retardateur sur le nombre de jours avant floraison et le début de la phase reproductive en Saskatchewan;
- La canopée des cultures n'atteignait pas plus de 90 % d'interception de la lumière pendant la haute saison, par conséquent la configuration du semis ou la taille des feuilles peuvent être optimisées davantage dans le soya de maturités 000 et 00.





La grappe du soya - Activité n°6

Titre: Sélection pour la résistance au nématode à kyste du soya (NKS) à l'aide de la sélection assistée par marqueurs

Chercheur: Louise O'Donoghue

Contexte

Le nématode à kyste du soya (NKS) est un important ravageur du soya. Il a été signalé pour la première fois en Ontario en 1988 et a depuis été signalé au Québec et au Manitoba. Bien qu'il existe des variétés de soya résistantes au NKS disponibles en Amérique du Nord, la plupart d'entre elles ont été sélectionnées pour des maturités plus tardives, de sorte qu'il n'y a pas autant de variétés disponibles pour les zones de maturité propres au Canada (en particulier au Manitoba et au Québec). Plus alarmant encore, 90 % des variétés résistantes au NKS ont été développées à partir d'une seule source de résistance (PI88788), et certaines populations de NKS ont déjà surmonté cette résistance.

Le but de cette activité de recherche est de développer des variétés résistantes au NKS qui sont à maturité hâtive – donc mieux adaptées aux régions plus fraîches (groupe maturité 1-00) – et cela en utilisant la sélection assistée par marqueurs.





La grappe du soya - Activité n°6

Titre: Sélection pour la résistance au nématode à kyste du soya (NKS) à l'aide de la sélection assistée par marqueurs

Chercheur: Louise O'Donoghue

Faits saillants (2018-2021) :

- Depuis 2013, 41 lignées de soya avancées ont été testées contre 2 types de populations de NKS, et la résistance a été confirmée dans 21 de ces lignées. Ces lignées sont issues de croisements de 1^{re} génération, utilisant du matériel très exotique et bien peu performant du point de vue agronomique;
- Ces lignées prometteuses résistantes au NKS sont maintenant utilisées dans des croisements de 2^e génération pour développer un matériel agronomiquement plus intéressant, en vue d'une nouvelle variété;
- Entre 2018 et 2021, 90 nouveaux croisements de 2^e génération ont été faits, et ce matériel est à divers stades de cheminement;
- Parallèlement, le matériel est génotypé avec des marqueurs des deux gènes principaux de résistance (Rhg1 et Rhg4), ainsi qu'avec des gènes de maturité hâtive, afin d'accroître la fréquence allélique des gènes souhaités en éliminant tous les plants dépourvus des gènes de maturité ou de résistance souhaités;
- Grâce à ce processus, environ 4500 plants ont été testés. La sélection assistée par marqueurs a réduit ce nombre à environ 1000 plants qui devraient exhiber de la résistance au NKS.





La grappe du soya - Activité n°7

Titre: Sélection de lignées de soya résistantes, à haut rendement et à grande valeur ajoutée, en utilisant du matériel génétique d'élite et exotique

Chercheur: Istvan Rajcan

Contexte

Cette activité développera des variétés de soya de qualité alimentaire, non génétiquement modifiées, avec des rendements accrus, une meilleure résistance aux maladies et possédant les caractéristiques du marché souhaitées pour les régions de groupes de maturité 1 à 00. Plus spécifiquement, les nouvelles variétés de soya auront les caractéristiques suivantes :

1. Rendements améliorés, intégrant de nouveaux allèles de sources canadiennes d'élite et exotiques, telles que les variétés chinoises modernes d'élite, à l'aide d'outils de sélection moléculaire et de génomique;
2. Augmentation de la valeur et des occasions de marché pour les marchés à valeur ajoutée, avec notamment des propriétés améliorées pour le tofu et les boissons de soya, une teneur accrue en sucrose, en saponine, et en isoflavones et des profils d'huile modifiés pour les marchés des aliments santé et des bioproduits;
3. Résistance génétique améliorée au nématode à kyste du soya (NKS) à l'aide de nouvelles sources de résistance au NKS, au-delà de la source traditionnelle de résistance PI88788;
4. Amélioration de la résistance à la moisissure blanche à l'aide de techniques de génomique.





La grappe du soya - Activité n°7

Titre: Sélection de lignées de soya résistantes, à haut rendement et à grande valeur ajoutée, en utilisant du matériel génétique d'élite et exotique

Chercheur: Istvan Rajcan

Faits saillants (2018-2021) :

Quinze (15) nouveaux cultivars de soya ont été développés et enregistrés en tant que variétés certifiées de qualité alimentaire – destinées à la consommation humaine – auprès de l'Association canadienne des producteurs de semences (ACPS) :

- OAC Rush (MG 0) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement, résistant au nématode NKS;
- OAC Kamran (MG 0) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement, résistant au NKS;
- OAC Aberdeen (MG 0) - Accordé à Huron Commodities. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Almond (MG 1) - Accordé à CanGro Genetics. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Attika (MG 1) - Accordé à CanGro Genetics. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Bryce (MG 0) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Hastings (MG 0) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Shine (MG 0) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Dawn (MG 1) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Casey (MG 1) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Malory (MG 1) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement, résistant au NKS;
- OAC Elevation (MG 0) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Cooper (MG 00) - Accordé à SeCan. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Bounty (MG 0) - Accordé à Snobelen Farms. Qualité alimentaire, à haut rendement;
- OAC Acclaim (MG 0) - Accordé à Huron Commodities. Qualité alimentaire, à haut rendement.





La grappe du soya - Activité n°8

Titre: Sélection de variétés de soya ou de matériel génétique de soya de qualité alimentaire pour obtenir un rendement élevé, une meilleure qualité ou une résistance accrue aux parasites

Chercheurs: Kangfu Yu et Owen Wally

Contexte

Cette activité ciblera le développement de variétés de soya non génétiquement modifiées de qualité alimentaire avec des rendements accrus et une résistance au NKS pour les régions de groupes de maturité 2.0 à 2.5.

Cette activité visera également le développement de matériel génétique de soya de qualité alimentaire doté de qualités uniques pour les marchés de niche, tels que des taux de lipoxygénase faibles ou nuls pour les boissons de soya, et des profils de protéines spécifiques pour un usage particulier dans les aliments et la transformation.





La grappe du soya - Activité n°8

Titre: Sélection de variétés de soya ou de matériel génétique de soya de qualité alimentaire pour obtenir un rendement élevé, une meilleure qualité ou une résistance accrue aux parasites

Chercheurs: Kangfu Yu et Owen Wally

Faits saillants (2018-2021) :

Cinq (5) nouveaux cultivars de soya ont été développés et enregistrés en tant que variétés certifiées de qualité alimentaire auprès de l'Association canadienne des producteurs de semences (ACPS) :

- AAC Wigle (MG 2.5) - Accordé à SeCan. Résistant au NKS, qualité alimentaire, haute teneur en protéines;
- AAF Big Ben (MG 2.3) - Accordé à Southwest Seeds Inc. Haut rendement, résistant au NKS, qualité alimentaire;
- AAC McRae (MG 2.5) - Accordé à SeCan. Résistant au NKS et au syndrome de la mort subite (SMS), qualité alimentaire;
- AAC Hallam - Accordé à SeCan. Haut rendement, résistant au NKS, qualité alimentaire;
- AAC Richard - Accordé à SeCan. Haut rendement, résistant au NKS et au SMS, qualité alimentaire.

Cinq (5) germoplasmes de soya de spécialité ont également été développés et enregistrés auprès de Ressources phytogénétiques du Canada :

- HS-191, HS-192, HS-201, HS-202, et HS-203;
- Cet ensemble de germoplasmes de soya de spécialité fournit du matériel génétique de grande valeur à d'autres sélectionneurs publics et privés de soya, leur permettant d'incorporer des caractères novateurs dans leurs programmes de sélection, pour ainsi soutenir la croissance de l'industrie canadienne du soya.





La grappe du soya - Activité n°9

Titre: Stratégies pour une gestion de lutte efficace et durable contre le phytophthora et les complexes de pourriture des racines du soya

Chercheurs: Debbie McLaren (*retraîtée*), Yong Min Kim & Stephen Strelkov

Contexte

Cette activité élargira les enquêtes coordonnées sur les agents pathogènes actuels et émergents du système racinaire du soya à travers le Canada, renforçant ainsi les activités de transfert de connaissances et de technologie pour aider les agriculteurs et l'industrie à adopter des stratégies novatrices en matière de gestion de ces maladies.

Objectifs et approches de recherche :

1. Effectuer des enquêtes afin d'identifier les agents pathogènes actuels et émergents des racines du soya au Canada, incluant le nématode à kyste du soya (NKS);
2. Surveiller la propagation du syndrome de la mort subite (SMS) en Ontario et établir une pépinière pour évaluer la tolérance du soya à celui-ci;
3. Utiliser une analyse PCR avancée sur les agents pathogènes de la pourriture des racines, afin de permettre une quantification précise de l'ADN cible.





La grappe du soya - Activité n°9

Titre: Stratégies pour une gestion de lutte efficace et durable contre le phytophthora et les complexes de pourriture des racines du soya

Chercheurs: Debbie McLaren (*retraîtée*), Yong Min Kim & Stephen Strelkov

Faits saillants (2018-2021) :

- Des enquêtes ont été effectuées pour dépister la pourriture des racines du soya dans 160 champs situés en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, au Québec et à l'Île-du-Prince-Édouard;
- La présence de pourriture des racines a été trouvée dans 100 % des champs visités;
- Le pathogène prédominant qui a été isolé des racines du soya était *Fusarium* spp;
- Les échantillons de sol sont encore en cours d'examen pour détecter le NKS;
- Une nouvelle pépinière à maladies pour détecter la présence du SMS a été établie en 2019 près de Chatham, Ontario;
- Le SMS chez le soya a été confirmé en 2018 dans deux comtés en Ontario (Waterloo et Huron) et dans quatre autres en 2019 (Wentworth, Niagara, Lincoln et Bruce);
- En 2019, nous avons commencé à utiliser la télédétection pour estimer les dommages causés par le SMS dans les parcelles. Celle-ci montre une forte corrélation (88 %) avec l'échantillonnage au sol;
- Des sondes et des amorces d'ADN ciblées pour pathogènes racinaires ont été créées et validées pour utilisation avec la technologie ddPCR afin de détecter et de quantifier ces pathogènes;
- Un protocole de détection et de quantification a été mis au point pour des espèces ciblées de *Fusarium*, de *Rhizoctonia solani* et certaines de *Pythium*.





La grappe du soya - Activité n°10

Titre: Une nouvelle méthode de phénotypage précis et reproductible des isolats de *Phytophthora sojae* dans le soya

Chercheur: Richard Bélanger

Contexte

Au Canada, la pourriture phytophthoréenne – causée par le pathogène *Phytophthora sojae* – est l'une des maladies les plus dévastatrices du soya.

La méthode actuelle de phénotypage du *Phytophthora sojae* pour en déterminer le profil de virulence – l'essai d'hypocotyle – souffre de plusieurs limitations. L'activité de recherche présentée ici vise à surmonter ces limitations en développant le premier phénotypage complet des isolats de *P. sojae* présents dans les champs de soya canadiens grâce à un nouveau bio-essai hydroponique fiable et des outils moléculaires novateurs.





La grappe du soya - Activité n°10

Titre: Une nouvelle méthode de phénotypage précis et reproductible des isolats de *Phytophthora sojae* dans le soya

Chercheur: Richard Bélanger

Faits saillants (2018-2021) :

- Un bio-essai hydroponique a été mis au point et ce nouveau système de test a ensuite été mis à l'œuvre aux Centres de recherche et de développement de Brandon et de Morden afin d'identifier les pathotypes de *P. sojae* à partir d'échantillons de sol provenant de partout au Canada;
- Un outil moléculaire a également été mis au point afin de détecter simultanément sept gènes d'virulence chez *P. sojae*;
- Des dépistages exhaustifs de la présence de *P. sojae* dans les champs de soya ont été réalisés en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario, au Québec et dans les provinces atlantiques en 2018, 2019 et 2020;
- Le génotypage et le phénotypage moléculaires des isolats de *P. sojae* provenant des échantillonnages provinciaux ont été effectués. Ensuite, une analyse comparative a été réalisée pour aligner les signatures génomiques avec les phénotypes;
- Dans l'ensemble, les résultats du génotypage et du phénotypage des isolats correspondaient de 90 à 95 % du temps. Toute divergence est attribuée aux gènes d'virulence spécifiques au sein d'un isolat donné. Des tests supplémentaires sont en cours pour expliquer ces disparités;
- En 2020, le *P. sojae* n'a été identifié dans aucun des échantillons de soya du Manitoba, de l'Alberta et de la Saskatchewan. Cela pourrait s'expliquer par les conditions particulièrement sèches, peu propices à l'infection.





La grappe du soya - Activité n°11

Titre: Soya ultra-hâtif et tolérant aux herbicides

Chercheur: Elroy Cober

Contexte

Cette activité se concentre sur le développement de cultivars à maturité précoce pour l'Ouest canadien afin d'identifier et de valider les gènes à maturation précoce qui sont utiles aux sélectionneurs afin d'améliorer le rendement. Cette activité fournira des cultivars génétiquement modifiés (GM) tolérants aux herbicides adaptés aux zones de très courte saison du Canada (groupes de maturité 00 à 000).

Objectifs et approches de recherche :

Le but de cette activité de recherche est le développement de cultivars de soya ultra hâtifs qui possèdent une tolérance aux herbicides. Cette activité utilise une combinaison d'approches de sélection et de génomique, où les lignées parentales potentielles sont génotypées pour une maturité précoce. Par la suite, des méthodes de sélection traditionnelles sont utilisées pour introgresser le caractère génétique «RR2X» (*Roundup Ready 2 Xtend*®) dans les lignées à maturité précoce.





La grappe du soya - Activité n°11

Titre: Soya ultra-hâtif et tolérant aux herbicides

Chercheur: Elroy Cober

Faits saillants (2018-2021) :

- Les longues négociations pour pouvoir utiliser la technologie «RR2X» ont retardé l'accès à ce gène de tolérance aux herbicides. Ainsi, le programme s'est d'abord concentré sur l'identification des lignées ultra-hâtives souhaitées, afin d'être prêt pour l'introggression du caractère de tolérance dans les années à venir;
- Des progrès significatifs ont été réalisés en utilisant la génomique appliquée pour identifier du matériel génétique de maturité hâtive et les marqueurs appropriés;
- L'approche génomique, appelée «boîte à outils de diagnostic de maturité», a été utilisée pour génotyper plusieurs nouvelles lignées parentales potentielles pour les loci/gènes gouvernant la période de floraison et la maturité, grâce à des marqueurs spécifiques aux allèles;
- Une combinaison de différentes méthodes, y compris l'ontologie des gènes et les comparaisons de bases de données de polymorphisme mononucléotidique (SNP), a été utilisée pour créer une courte liste de gènes candidats potentiels de maturité hâtive;
- Les interactions protéine-protéine ont été étudiées à l'aide d'un outil d'informatique biologique appelé «PIPE» en anglais, pour mieux identifier les gènes candidats potentiels de maturité hâtive;
- À ce jour, plusieurs gènes candidats potentiels ont été identifiés pour la maturité hâtive.





Projet avoine - Activité n°1

Titre: Utilisation des techniques de sélection, de la génomique et de la recherche agronomique pour améliorer le rendement et la qualité de l'avoine

Chercheurs: Weikai Yan, Nick Tinker, Wubishet Bekele & Baoluo Ma

Contexte

Ce projet permettra d'améliorer le rendement et la qualité de l'avoine produite au Canada, grâce à un ensemble exhaustif d'objectifs: développement de nouveaux cultivars d'avoine, amélioration des processus de sélection génomique dans les programmes de sélection, mise au point de méthodes de résistance à la rouille couronnée et mise au point de nouveau germoplasme pour l'avoine. Cette activité explorera également les meilleures pratiques agronomiques permettant d'obtenir des rendements et une qualité de grain élevés et fiables dans tout le pays.

Objectifs et approches de recherche :

Le projet avoine de l'ARCCC comporte trois volets distincts:

Sélection de nouveaux cultivars

L'objectif de cette sous-activité est de développer de nouveaux cultivars d'avoine pour l'est du Canada avec un meilleur rendement en grain et une meilleure qualité meunière pour les utilisateurs finaux.

Sélection génomique

L'objectif de cette sous-activité est d'améliorer l'exactitude des programmes de sélection de l'avoine aux sites d'Agriculture et Agroalimentaire Canada d'Ottawa en Ontario et de Brandon au Manitoba, par l'utilisation d'outils et d'approches génomiques actuelles.

Recherche agronomique

L'objectif de cette sous-activité est d'établir les quantités optimales d'azote, les meilleures méthodes pour l'appliquer, ainsi que la densité de semis idéale pour optimiser la production d'avoine dans les zones productrices d'avoine au Canada.





Faits saillants (2018-2021) :

Onze (11) nouveaux cultivars d'avoine ont été développés pour l'est du Canada, et commercialisés :

- AAC Reid (accordé à SeCan) - Adapté à la zone de la rouille couronnée en Ontario. À haut rendement, riche en bêta-glucane et en gruau, résistance supérieure à la rouille couronnée et à la verse;
- AAC Stature (accordé à SeCan) - Atteint la maturité un jour plus tôt que AAC Bullet;
- AAC Excellence (accordé à Grains de l'Est) - Adapté aux provinces atlantiques, au Québec et au nord de l'Ontario. Niveaux supérieurs en rendement, bêta-glucane, gruau et poids spécifique;
- AAC Chandler (accordé à SeCan) - Adapté au nord de l'Ontario et au Québec. Rendement en grain amélioré, plants moins hauts et tenue similaire à AAC Nicolas;
- AAC Zip (accordé à SeCan) - Meilleur rendement qu'AAC Nicolas;
- AAC Esteem (accordé à SeCan);
- OA1444-5-19 (accordé à SeCan) - Adapté au sud et à l'est de l'Ontario. Niveaux supérieurs en rendement, gruau, bêta-glucane, poids spécifique et résistance supérieure à la rouille couronnée;
- OA1598-1 - Adapté aux provinces atlantiques et au nord de l'Ontario;
- OA1613-5 - Adapté aux provinces atlantiques et au nord de l'Ontario;
- OA1609-7 (accordé à SeCan) - Adapté aux provinces atlantiques et au nord de l'Ontario. Avoine de mouture primée par Quaker. Améliorations légères mais importantes par rapport à AAC Nicolas pour maturité, rendement, gruau, poids spécifique et bêta-glucane;
- OA1610-6 – Adapté aux provinces atlantiques et au nord de l'Ontario.





Projet avoine - Activité n°1

Titre: Utilisation des techniques de sélection, de la génomique et de la recherche agronomique pour améliorer le rendement et la qualité de l'avoine

Chercheurs: Weikai Yan, Nick Tinker, Wubishet Bekele & Baoluo Ma

Faits saillants (2018-2021) :

- La sélection génomique a été introduite dans le programme de sélection à AAC Ottawa et à AAC Brandon pour appuyer la sélection traditionnelle visuelle;
- D'ailleurs, deux lignées prometteuses – OA1675-1GS et OA1652-3GS – se sont très bien comportées lors des tests préliminaires. Elles auraient autrement été écartées si on n'avait utilisé que la sélection visuelle;
- Des études agronomiques ont été entreprises pour établir la dose économique optimale d'azote pour l'avoine. Elle varie de 120 à 160 kg/ha N, selon l'année, le site et les niveaux rémanents du sol. Une année supplémentaire d'études sur le terrain sera menée et des recommandations seront suggérées aux producteurs d'avoine des différentes zones de production au Canada.







Projet maïs - Activité n°1

Titre: Développement de lignées parentales de maïs de courte saison, tolérantes au froid et résistantes aux maladies

Chercheurs: Lana Reid (*retraîtée*) et Aida Kebede

Contexte

Cette activité de recherche du projet maïs de l'ARCCC utilise la méthodologie conventionnelle de sélection du maïs, rehaussée par la production de lignées parentales consanguines en dihaploïdes et des techniques de tri spécialisées pour sélectionner la tolérance au froid et la résistance aux maladies. L'objectif est de développer des lignées parentales tolérantes au froid, à maturité hâtive et dotées d'une résistance améliorée aux maladies suivantes : fusariose à *Gibberella* de l'épi, helminthosporiose du Nord, flétrissement bactérien de Goss, rouille commune et kabatiellose.

Approches de recherche :

De multiples essais de rendements sont effectués chaque année en Alberta, au Manitoba, au Québec, en Ontario et à l'Île-du-Prince-Édouard. Dans le but d'évaluer la sensibilité du matériel génétique aux principales maladies du maïs, une pépinière à maladies (pour tester la fusariose *Gibberella* de l'épi, l'helminthosporiose du Nord, la rouille commune et la kabatiellose) est établie à Ottawa, et une nouvelle pépinière a été établie au Manitoba pour le flétrissement bactérien de Goss. De plus, des enquêtes sur les maladies existantes – et les nouvelles en émergence – sont menées chaque année afin de guider le programme de développement quant aux maladies sur lesquelles investir davantage de ressources, et pour signaler l'émergence de nouvelles maladies.





Projet maïs - Activité n°1

Titre: Développement de lignées parentales de maïs de courte saison, tolérantes au froid et résistantes aux maladies

Chercheurs: Lana Reid (*retraîtée*) et Aida Kebede

Faits saillants (2018-2021) :

- Seize (16) nouvelles lignées parentales consanguines de maïs d'élite ont été remises à l'industrie. Elles ont les caractéristiques suivantes :
 - 3 lignées à maturité hâtive (CO465, CO467, CO474);
 - 1 lignée avec résistance à la kabatiellose (CO466);
 - 6 lignées avec résistance à l'helminthosporiose du Nord (CO468-CO473);
 - 2 lignées avec résistance à la fusariose de l'épi à *Gibberella* (CO475, CO476);
 - 4 lignées de maïs sucré (CO477, CO478, CO479, CO480).
- Une nouvelle pépinière à maladies est établie au Manitoba pour le flétrissement bactérien de Goss;
- Des sites d'essais de rendement sont effectués partout au Canada, y compris au Manitoba, en Ontario et au Québec;
- La sélection par dihaploïdes est maintenant pleinement fonctionnelle.





Projet maïs - Activité n°2

Titre: Avantages agronomiques et environnementaux pancanadiens du Programme de gestion des nutriments 4B appliqué à l'azote dans le maïs-grain

Chercheurs: Mario Tenuta, Craig Drury, David Hooker & Joann Whalen

Contexte

Cette activité de recherche du projet maïs de l'ARCCC vise à établir des stratégies avancées de gestion 4B de l'azote dans la culture du maïs (bonne source, bonne dose, bon moment et bon endroit), lesquelles bénéficieront aux producteurs canadiens. Le but est d'accroître la productivité de cette culture à forte consommation d'azote, tout en réduisant son empreinte environnementale (réductions du lessivage d'éléments nutritifs et des émissions de gaz à effet de serre – GES).

Cette activité répond à un besoin urgent d'accroître l'efficacité de l'utilisation des engrais azotés (N) dans la culture du maïs-grain, ce qui pourrait permettre de réduire les doses utilisées sans nuire au rendement. Cette activité vise également à répondre aux priorités clés de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'azote d'origine agricole, par le biais du transfert de connaissances aux agriculteurs et à l'industrie. En gros, l'objectif est d'offrir des résultats éprouvés permettant d'ajuster les doses d'azote en tenant compte à la fois de la rentabilité et de l'environnement, et en fonction de l'intensité de la gestion 4B du producteur. On prévoit aussi la mise au point d'outils permettant au producteur d'ajuster la dose d'azote durant la saison.





Projet maïs - Activité n°2

Titre: Avantages agronomiques et environnementaux pancanadiens du Programme de gestion des nutriments 4B appliqué à l'azote dans le maïs-grain

Chercheurs: Mario Tenuta, Craig Drury, David Hooker & Joann Whalen

Faits saillants (2018-2021) :

- De nombreux essais sur le terrain ont été réalisés au cours de trois saisons de culture dans trois provinces (Manitoba, Ontario et Québec);
- La synthèse des résultats pour toutes les années et tous les sites provinciaux est en cours;
- Nos observations préliminaires indiquent que :
 - Parfois l'application fractionnée de N est bénéfique et parfois il n'y a pas de différence entre fractionnement et ajout tout d'un coup de la dose de N;
 - La dose optimale N diffère selon les années et les sites, et dans certains cas, l'utilisation de produits d'engrais à efficacité améliorée se traduit par un meilleur rendement avec des doses N plus faibles;
 - Des différences ont été notées lors de la comparaison de différentes sources d'azote en cours de saison et du placement physique de l'engrais (par exemple injection en deux bandes, en une bande unique, épandage en surface).
- Les résultats devraient être complètement analysés d'ici mars 2022 et des recommandations seront faites aux producteurs de maïs des différentes régions de culture du maïs au Canada.





CFCRA
CANADIAN FIELD CROP
RESEARCH ALLIANCE

ARCCC
ALLIANCE DE RECHERCHE SUR LES
CULTURES COMMERCIALES DU CANADA

Pour plus d'information sur l'ARCCC, veuillez visiter le
www.fieldcropresearch.ca