

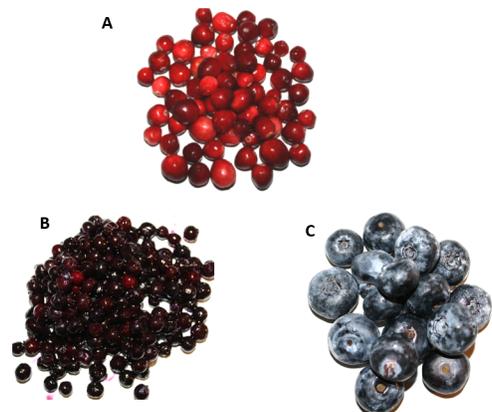


Les antibiotiques ont été utilisés pour prévenir des maladies telles que la nécrose intestinale, appelée entérite nécrotique chez les poulets de chair. L'émergence et la propagation de la résistance aux antimicrobiens ont conduit à la récente restriction de l'utilisation d'antibiotiques dans les aliments destinés à la production animale, en réponse à la demande croissante des consommateurs pour de la viande de poulets de chair biologiques élevés sans antibiotiques. Il est donc urgent de développer des stratégies rentables pour maintenir et/ou améliorer la santé, la productivité et la sécurité des poulets de chair biologiques élevés sans antibiotiques. Les marcs de baies, sous-produits de l'industrie de transformation des fruits, contiennent plusieurs composés ayant des propriétés sanitaires et antimicrobiennes contre les bactéries pathogènes, quel que soit leur profil de résistance aux antibiotiques. Notre équipe de recherche a évalué, pour la première fois, l'impact des marcs de baies sur les multiples aspects liés à la sécurité alimentaire, la santé et la productivité, en intégrant l'impact sur les performances, le métabolisme, la santé générale et intestinale, la modulation du microbiote et de l'immunité chez les poulets de chair, ce qui améliorerait considérablement l'efficacité de la production en l'absence de supplémentation alimentaire en antibiotiques.

1. Sécurité alimentaire et santé des oiseaux :

Salmonella enterica serovars Typhimurium, Enteritidis et Heidelberg sont des causes importantes d'intoxications d'origine alimentaire (salmonellose) chez l'homme dans le monde entier. Le contrôle de

ces salmonelles est difficile, en raison de leur capacité à se développer et à survivre dans la chaîne de production alimentaire et de l'émergence d'isolats résistants aux antimicrobiens. Les fruits de la canneberge contiennent plusieurs composés antimicrobiens qui pourraient être développés pour améliorer la sécurité alimentaire. Dans le cadre de la Grappe scientifique biologique 2 (GSB2), nous avons évalué la capacité d'extraits (KCOH) de déchets de canneberges biologiques (grignons) d'affecter les bactéries *Salmonella enterica* serovars Typhimurium, Enteritidis et Heidelberg isolées chez des poulets de chair. L'exposition de ces *Salmonella* résistantes aux antimicrobiens à 8 mg/ml de KCOH ou à 4 mg/ml de ses sous-fractions, soit anthocyanines (CRFa20) et polyphénols non anthocyaniques (CRFp85), a induit une inhibition substantielle de la croissance de ces pathogènes. *Salmonella Enteritidis*, le sérovar le plus commun de la volaille impliqué dans la salmonellose humaine au Canada, a réagi à son exposition à des concentrations sublétales (2 et 4 mg/ml) de KCOH en



A, American cranberry (*Vaccinium macrocarpon*); B, Wild-Blueberry (*Vaccinium angustifolium*) and C, Highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*).

changeant ses mécanismes d'absorption et d'assimilation des nutriments essentiels tels que les minéraux et les hydrates de carbone du milieu. Ces changements ont affecté les mécanismes de survie, la virulence et la motilité de *Salmonella*. Cette étude a fourni des informations sur la réponse de *Salmonella* exposée à des sous-produits de canneberges, qui pourraient être utiles pour développer des stratégies de contrôle de cet important agent pathogène d'origine alimentaire.

Les salmonelles présentes dans l'intestin peuvent être transférées au foie par la circulation sanguine. La multiplication des salmonelles dans le foie peut conduire à l'infection de cet organe. Le foie de poulets infectés par des salmonelles a été impliqué dans plusieurs épidémies de salmonellose humaine. Une stratégie prometteuse pour réduire l'infection du foie par *Salmonella* chez les poulets pourrait consister à compléter leur alimentation avec des produits naturels. Les extraits de grignons de canneberge (CPOH) sont une excellente source de composés polyphénoliques bioactifs ayant des activités antioxydantes et antimicrobiennes. Dans le cadre de notre projet de la Grappe scientifique biologique 3 (GSB3), nous avons étudié la capacité des CPOH à protéger le foie de poulet contre la salmonelle. Les résultats ont montré que les CPOH préservent l'intégrité du foie infecté par *S. Enteritidis*. De plus, CPOH réduit l'adhésion de *Salmonella* aux cellules du foie de poulet en affectant non seulement les mécanismes d'entrée de *Salmonella* dans la cellule mais aussi en augmentant l'antioxydant du foie. Nos données montrent que le CPOH protège efficacement le foie des cellules de poulet contre la colonisation et les dommages, ce qui pourrait permettre de développer des stratégies durables, sûres et économiques pour réduire la salmonellose chez le poulet.

2. Performance, immunité et santé intestinale

Il est bien connu que le marc de canneberge contient des nutriments tels que des hydrates de carbone, des lipides, des protéines et des fibres, ainsi que des molécules bioactives, notamment des composés phénoliques connus pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Actuellement, l'utilisation de sous-produits de baies comme compléments alimentaires dans la production de poulets de chair est limitée. Par conséquent, les études de la GSB2 ont examiné les effets de la supplémentation alimentaire avec différentes doses (1 ou 2 %) de marc de canneberge

biologique (MC1 et MC2) et de myrtille sauvage (MM1 et MM2) ainsi que leurs extraits à 150 (COH150 et MOH150) ou 300 ppm (COH300 et BOH300) chez les poulets de chair élevés pendant 30 jours. Les résultats ont montré que COH300 et BOH300 dans l'alimentation ont augmenté le poids corporel pendant les 10 premiers jours et de 10 à 20 jours d'âge, respectivement, tandis que COH150 a amélioré l'efficacité globale de l'alimentation par rapport au contrôle. La plus faible prévalence d'entérite nécrotique a été observée avec MC1 et MM1 par rapport à l'antibiotique traditionnel bacitracine dans l'alimentation. Bien qu'aucune preuve claire d'une réponse dose-dépendante n'ait été notée, la supplémentation alimentaire avec des produits à base de baies a amélioré la santé intestinale en modulant l'abondance des microbes intestinaux tels que les *Acidobacteria* et les *Lactobacillaceae*, tout en influençant simultanément l'immunité chez les poulets de chair.

Les effets d'une supplémentation alimentaire avec divers produits à base de canneberges biologiques pour améliorer le profil des métabolites sanguins et l'immunité des poulets de chair ont été étudiés. L'analyse du sang prélevé sur des oiseaux âgés de 21 jours a montré que l'alimentation avec des produits à base de canneberge influençait les niveaux de protéines de défense dans le sang (appelées anticorps ou immunoglobulines). À l'âge de 21 jours, des études sur le foie et les bourses ont indiqué que les produits à base de canneberge dans l'alimentation réduisaient le niveau des marqueurs pro-inflammatoires dans le foie tout en favorisant la production de marqueurs anti-inflammatoires dans les bourses, ce qui suggère des effets bénéfiques sur l'immunité des poulets de chair. Comme il n'y a pas eu d'augmentation des niveaux de marqueurs liés au stress, les résultats suggèrent que les oiseaux n'ont pas été exposés à des conditions de stress dues à des traitements alimentaires ou à d'autres problèmes de gestion. Les résultats globaux



de cette étude ont montré que la supplémentation alimentaire avec des produits à base de canneberge renforce les réponses immunitaires chez les poulets de chair, ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle les produits à base de baies pourraient être développés dans l'alimentation des poulets de chair en tant qu'alternatives efficaces aux antibiotiques.

Une population complexe de micro-organismes vit dans le tractus intestinal des poulets. Cette population microbienne intestinale, également appelée microbiote intestinal, peut être modifiée par les régimes alimentaires et l'état de santé de l'oiseau. Le microbiote intestinal joue donc un rôle important dans la capacité des volailles à lutter contre les maladies en leur fournissant une immunité. Nous avons examiné les changements dans la population microbienne intestinale et la capacité à mettre en place des réponses contre les maladies infectieuses chez des poulets de chair nourris avec différents régimes alimentaires. Les poulets de chair ont reçu des régimes alimentaires complétés par **1)** un antibiotique traditionnel appelé bacitracine, **2)** du marc de canneberge, **3)** du marc de myrtille sauvage ou **4)** une combinaison de marc de canneberge et de myrtille. Les poulets ont été vaccinés contre la coccidiose (une maladie intestinale parasitaire) ou n'ont pas été vaccinés. La vaccination a réduit de manière significative l'incidence des maladies intestinales mais a affecté les paramètres de performance de croissance des oiseaux, en particulier entre 10 et 20 jours d'âge.

Toutes les supplémentations alimentaires (bacitracine, marc de canneberge et marc de myrtille) ont eu des effets bénéfiques similaires sur la santé intestinale. La vaccination et l'alimentation à base de marc ont induit des changements dans la composition du sang (métabolites) et ont augmenté la production d'anticorps qui sont des protéines produites par les volailles pour lutter contre les microbes infectieux. La vaccination



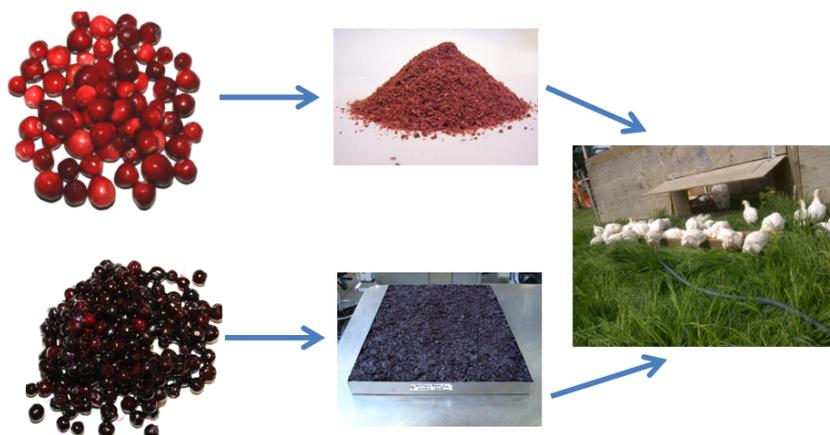
et/ou le grignon alimentaire ont entraîné des modifications de l'abondance des bactéries intestinales telles que celles appartenant aux groupes *Lactobacillaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Clostridiaceae* et *Streptococcaceae*. Dans l'ensemble, cette étude a révélé que, outre ses effets bénéfiques sur la productivité, l'inclusion de bacitracine et de marc de baies avec des enzymes dans l'alimentation modifiait la population microbienne intestinale et la composition du sang chez les poulets de chair, mais que ces effets pouvaient être influencés par une vaccination contre la coccidiose chez les poulets. Nous avons étendu cette étude au cours du projet GSB3 et montré que les marcs de baies amélioreraient la santé intestinale des poulets de chair atteints d'*Eimeria*.

3. Résistance aux antimicrobiens et qualité de la viande

Les résultats du projet GSB2 ont montré que les caecums d'oiseaux vaccinés contre la coccidiose abritaient moins de populations de bactéries *Lactobacillus* mais plus de populations d'*Escherichia coli* que les oiseaux non vaccinés. Les abondances les plus élevées de la bactérie *L. crispatus* ont été observées chez les oiseaux nourris avec du marc de canneberge (MC), du marc de myrtille (MM) et du MC + MM par rapport à ceux du contrôle négatif (CN) ou des traitements à la bacitracine (BAC). La vaccination contre la coccidiose a affecté l'abondance de nombreux gènes de virulence (GV), moins de GV étant observés chez les oiseaux nourris au marc de baies. La vaccination contre la coccidiose a également affecté plus de soixante-quinze gènes de résistance aux antimicrobiens (GRA). Toutefois, les caecums des oiseaux nourris au MC, au MM et au MC + MM présentaient les abondances les plus faibles de plusieurs GRA, par rapport aux caecums des oiseaux nourris au BAC. Les groupes vaccinés et non vaccinés étaient différents en ce qui concerne la richesse et la diversité des gènes conférant une résistance aux aminoglycosides, aux β -lactames, aux lincosamides et à la triméthoprime. En conclusion, cette étude a démontré que l'alimentation des oiseaux avec des marcs de baies et la vaccination contre la coccidiose influencent le microbiote céphalique, l'abondance et la diversité des gènes de virulence et de résistance dans les caecums des poulets de chair.

Les résultats du projet GSB3 ont montré que le mélange d'enzymes alimentaires était associé à une

diminution du niveau de résistance à la gentamycine et à la tétracycline chez les poulets de chair. Le marc de canneberge a permis d'obtenir un rendement de la viande de la poitrine similaire à celui de la bacitracine (BMD), alors qu'un rendement de la viande de la poitrine significativement plus faible a été observé chez les poulets de chair nourris avec du marc de myrtille par rapport à ceux nourris avec de la BMD. En outre, la supplémentation en marc de canneberge ou de myrtille n'a pas affecté la clarté et la couleur jaune de la viande, alors que la viande rouge la plus profonde (valeurs a^* plus élevées) a été observée chez les oiseaux recevant le régime contenant 0,5 % de marc. L'inclusion de marc de baies dans l'alimentation n'a pas modifié la texture de la viande et la composition proximale (humidité, protéines, graisses, cendres), quelles que soient les concentrations utilisées. Bien qu'il n'y ait pas eu d'effets évidents sur la capacité antioxydante de la viande et l'incidence des myopathies, la tendance à la hausse de la capacité antioxydante et la moindre sévérité du filet de bois ont été observées chez les oiseaux nourris avec 0,5 % de marc de canneberge. En conséquence, le marc de canneberge alimentaire a entraîné une augmentation des niveaux d'ARNm des gènes antioxydants. Dans l'ensemble, la supplémentation en marc de canneberge pourrait potentiellement maintenir la qualité de la viande et réduire la sévérité du filet de bois.



Utilisation de la science alimentaire, de la microbiologie et de la science animale pour développer des sous-produits de baies biologiques à valeur ajoutée comme additifs alimentaires afin d'améliorer la productivité, la santé et l'immunité des poulets de chair biologiques.

Pour plus d'informations, consultez la page web de l'activité 24 de l'OSC3 et/ou DAL.CA/OACC/OSCIII & <https://organicfederation.ca/fr/les-grappes-scientifiques-biologiques/>

Chercheurs de l'activité :

Moussa Diarra (Chef d'activité, AAC- Guelph Research and Development Center)
 Pascal Delaquis (AAC- Summerland)
 Kelly Ross (AAC- Summerland)
 Jason McCallum (AAC- Charlottetown)
 Elijah Kiarie (Université de Guelph)
 Yan Martel Kennes (CRSAD)
 Carl Julien (CRSAD)
 Xin Zhao (Université McGill)
 Satinder Kaur Brar (Institut national de la recherche scientifique)

Partenaires contributeurs :

Fruit d'Or

Wild
Blueberries®

CRSAD
Centre de recherche en sciences animales de Deschambault

VANDYK'S
by nature

Rosebank Farms
PASTURE RAISED POULTRY

CANADIAN
AGRICULTURAL
PARTNERSHIP

OFC FBC
ORGANIC FEDERATION OF CANADA
FÉDÉRATION BIOLOGIQUE DU CANADA

Le réseau du savoir biologique
CABC
Centre d'agriculture biologique du Canada

DALHOUSIE
UNIVERSITY

Government of Canada / Gouvernement du Canada

Canada