



Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc



Dairy and Swine Research and Development Centre

Parlons science au CRDBLP!

1^{er} symposium du Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Résumé des conférences

Juin 2011

Parlons science au CRDBLP!

1^{er} symposium du Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

7 juin 2011

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2011

No. de catalogue A52-187/2011F-PDF

ISBN 978-1-100-97566-5

No. de publication AAC 11484F

Also available in English under the title:

Let's Talk Science at the DSRDC! 1st Symposium of the Dairy and Swine Research and Development Centre

TABLE DES MATIÈRES

SECTION 1	Présentation du Symposium en sciences animales du CRDPLP.....	1
SECTION 2	Un mot sur le CRDBLP.....	2
SECTION 3	Comité organisateur	8
SECTION 4	Liste des présentations	9
SECTION 5	Sommaire des présentations	11

SECTION 1 Présentation du Symposium en sciences animales du CRDBLP

Le Symposium annuel du Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP) se veut un événement qui rassemble les équipes multidisciplinaires du Centre qui présenteront tour à tour l'avancement de leur recherche en sciences animales.

Différentes équipes scientifiques du CRDBLP travaillent à la recherche de solutions par l'innovation pour la rentabilité et la durabilité des exploitations agricoles canadiennes. Constitué de trois principaux secteurs effectuant des recherches sur le bovin, le porc et l'environnement, le CRDBLP regroupe des équipes de recherche œuvrant dans des domaines aussi variés que la nutrition, la qualité des fourrages, la qualité des viandes, l'ingénierie agricole, l'écologie microbienne, la génétique fonctionnelle, l'immunologie, l'endocrinologie, le métabolisme, le comportement et le bien-être animal. Le centre de recherche sur le bovin laitier et le porc met à profit son savoir pour la recherche de solutions par l'innovation pour la rentabilité et la durabilité des exploitations agricoles canadiennes.

Le CRDBLP est donc fier de lancer sa première édition du Symposium annuel en sciences animales.

Parlons Sciences au CRDBLP !

SECTION 2 Un mot sur le CRDBLP

Contexte

Le Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc (CRDBLP) est situé à Sherbrooke au cœur d'une région agricole qui se caractérise par une grande diversité d'entreprises d'élevages, principalement la production laitière et porcine. Il a été inauguré en 1914 et est aujourd'hui le seul centre de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à se consacrer aux différents défis liés aux productions laitière, porcine et bovine. La pluridisciplinarité des équipes de recherche, que ce soit en environnement, en production, en nutrition, en comportement animal ou en génomique fonctionnelle, permet une démarche scientifique autant fondamentale qu'appliquée pour étudier, comprendre et proposer des solutions à des problématiques propres à la production animale. La qualité de notre expertise scientifique est un atout majeur pour l'économie canadienne.

À moyen et long termes, l'avenir de l'agriculture, tant au Canada qu'au niveau mondial, passe par une meilleure gestion et la conservation des ressources naturelles soit les sols, l'air, l'eau et la biodiversité. Selon un rapport publié par la FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), la demande mondiale en produits laitiers et en viande est appelée à doubler d'ici 2050. Il est donc temps d'innover dans nos façons de faire afin de réduire l'empreinte environnementale des productions animales. Le développement de technologies adaptées aux petites comme aux grandes entreprises agricoles et la conception de pratiques de gestion simples et peu coûteuses sont nécessaires pour placer le Canada au premier rang en matière de production agricole durable.

Vision

Développer des innovations technologiques et un savoir-faire permettant une production économique de lait et de viande de qualité dans le respect de la santé et du bien-être des animaux tout en ayant une empreinte environnementale minimale.

Mission

Proposer aux producteurs laitiers, bovins, porcins et ovins des innovations technologiques et le savoir-faire nécessaires à une production économique de lait et de viande de qualité dans le respect de la santé et du bien-être des animaux tout en ayant une empreinte environnementale minimale.

Axes de recherche

La mission stratégique du centre de recherche s'appuie sur les trois axes de recherche suivants :

Axe 1. Vers une production animale avec une empreinte environnementale minimale;

Axe 2. Vers la santé, le bien-être animal et l'acceptation sociale des pratiques agricoles;

Axe 3. Vers une production laitière et porcine durables.

Équipe

L'équipe comprend 132 personnes. Quatre-vingt-douze d'entre elles (professionnels, appui technique et soins des animaux) travaillent de concert avec 22 chercheurs à la réalisation des projets de recherche. Dix-huit personnes facilitent le travail de tous au niveau du soutien des opérations. Grâce à notre expertise, nous ajoutons en moyenne à ce noyau 10 chercheurs internationaux invités et plus de 50 étudiants de niveau collégial et universitaire.

Expertise scientifique

Environnement : L'équipe se compose de trois chercheurs dont deux possèdent une formation en génie rural et un en microbiologie environnementale. Divers projets intègrent les nutritionnistes et la microbiologiste du secteur laitier et porcin.

Santé, bien-être et société : Le groupe est formé de neuf chercheurs dont quatre sont spécialisés en biologie moléculaire et les cinq autres en immunologie, en génétique, en biologie de la lactation, en éthologie, en stress pré-abattage ou en qualité de la viande.

Production : Sept nutritionnistes du secteur laitier et deux du secteur porcin, un endocrinologiste, un nutritionniste spécialisé dans la qualité des fourrages ainsi qu'un chercheur orienté vers la production ovine concentrent leurs travaux à l'amélioration de la rentabilité et de la compétitivité des élevages.

Projets en cours

Environnement

- Développement de la technologie de digestion anaérobie à basse température permettant la capture et l'utilisation des biogaz, la réduction des odeurs et l'élimination de certains pathogènes, tout en conservant les nutriments des effluents;

- Élaboration de méthodes de quantification et de pratiques de réduction des émissions gazeuses (capture des émissions, biofiltration, gestion de la fosse à purin et des effluents et conception des bâtiments);
- Développement de la technologie de filtration membranaire de lisier de porc visant la production d'un engrais azoté. Cette technologie peut être adaptée à divers types d'effluents (eaux usées, effluent de serre et lactosérum) et ce, pour divers volumes de production;
- Élaboration de stratégies d'utilisation des métabolites secondaires visant la modification de la fermentation microbienne ruminale, l'amélioration de l'efficacité alimentaire et la réduction de l'impact de la production laitière sur l'environnement.

Santé, bien-être et société

- Identification de pistes métaboliques vers une amélioration de la persistance de la lactation tout en améliorant la santé et la longévité des vaches;
- Mesure des effets de molécules biologiques sur la résistance aux maladies et les fonctions immunitaires;
- Identification de facteurs immunologiques et génétiques associés à la reproduction, la production et la santé;
- Mesure des effets des probiotiques sur la microflore ruminale et intestinale et la réponse immunitaire chez le porcelet;
- Mesure des répercussions de la génétique sur l'expression de gènes et la production de molécules biologiquement actives;
- Développement d'indicateurs de bien-être en fonction du mode de logement, des pratiques d'élevage et de la relation homme-animal;
- Développement de protocoles de transport, de manipulation avant et pendant l'embarquement, lors du débarquement ainsi que lors de l'abattage des porcs afin d'améliorer leur bien-être et la qualité de leur viande.

Production

Bovins laitiers

- Compréhension du métabolisme des protéines chez la vache notamment au niveau du transfert des protéines alimentaires vers les protéines laitières ainsi que la quantification du transit de l'azote dans le système digestif et dans tout le corps;
- Compréhension des différentes voies métaboliques des lipides, des antioxydants et des vitamines du complexe B afin d'améliorer l'efficacité métabolique des animaux, la reproduction, la santé et de produire du lait enrichi de ces composantes bioactives;

- Mesure des effets d'une supplémentation de vitamines du complexe B sur l'efficacité du métabolisme des protéines et de l'énergie;
- Élaboration de stratégies visant à augmenter les concentrations en hydrates de carbone des plantes et ainsi améliorer l'utilisation de l'azote par les bovins;
- Développement de nouvelles méthodes pour contrôler la mammite bovine.

Porcs

- Mesure des effets d'une supplémentation en vitamines du complexe B et de minéraux traces sur la croissance et la reproduction des truies;
- Développement de nouvelles stratégies alimentaires pour stimuler la croissance mammaire chez la cochette et la truie;
- Développement de la technologie de l'alimentation de précision chez le porc en croissance et la cochette;
- Identification de gènes qui sont étroitement associés aux caractères de reproduction et de production chez le porc.

Bovins de boucherie

- Élaboration de stratégies visant à augmenter les concentrations en ALC et en acides gras oméga-3 dans la viande bovine;
- Élaboration de stratégies visant à augmenter la contribution des pâturages dans l'alimentation des bovins.

Relations avec d'autres institutions

Nos équipes de chercheurs maintiennent et développent de nombreuses collaborations scientifiques nationales (universités et autres ministères) et internationales. Les chercheurs travaillent également en collaboration avec des associations de producteurs (porc, lait, bœuf, ovin, lin et canola) et différents intervenants de l'industrie tels que des compagnies en nutrition animale, des associations impliquées en sélection génétique, des firmes d'ingénieurs et des promoteurs de technologies environnementales.

Vers demain

Forces

Par l'expertise confirmée de son personnel et de ses infrastructures uniques tant au niveau de l'environnement que des productions animales, le centre possède la capacité d'intégrer les divers aspects environnementaux et de

production tout en favorisant la santé et le bien-être des animaux. Dans ce contexte, nous visons à développer des systèmes de productions animales qui intègrent les aspects santé, bien-être animal et environnement en :

- a) minimisant les émissions de gaz à effet de serre et les émissions d'ammoniac tout en améliorant la qualité de l'air incluant la réduction des odeurs attribuables aux activités d'élevage;
- b) valorisant les effluents d'élevage et d'entreprises agroalimentaires en produisant, par exemple, de l'énergie verte;
- c) éliminant les contaminants biologiques dans les effluents d'élevage tels que les pathogènes, prions, antibiotiques et résidus hormonaux;
- d) protégeant les écosystèmes sensibles et la biodiversité;
- e) améliorant la santé des animaux tout en diminuant l'incidence des maladies par une amélioration de la résistance immunitaire des animaux et en développant des stratégies de prévention des maladies;
- f) optimisant les systèmes de production axés sur les besoins des animaux;
- g) développant des produits d'origine animale à valeur ajoutée en réponse aux besoins du marché;
- h) concevant des pratiques de gestion permettant d'enrichir les produits d'origine animale d'éléments bénéfiques pour la santé humaine;
- i) améliorant les qualités organoleptiques des produits d'origine animale;
- j) minimisant la présence d'éléments non désirables dans les produits d'origine animale;
- k) augmentant notre compréhension des facteurs favorisant l'acceptation sociale des nouvelles technologies, pratiques et modes de production;
- l) améliorant la rentabilité de la production par une meilleure utilisation des ressources, de la gestion et du potentiel génétique.

Infrastructures

Environnement

Nos infrastructures pour la recherche en environnement sont uniques au Canada. Elles abritent plusieurs technologies pour le traitement de lisier, de fumier ainsi que d'autres résidus et effluents de l'industrie agroalimentaire (bioréacteurs, biofiltres, filtration membranaire, ozonateur, ultraviolet (UV)). Ces technologies peuvent traiter une vaste gamme de volumes allant de quelques litres à plusieurs tonnes. Ces installations permettent le développement complet de technologies et de pratiques de gestion améliorées (PGA) à partir d'études de faisabilité jusqu'à l'évaluation de la mise à l'échelle avec des volumes importants.

Les installations permettent de poursuivre avec rigueur et en toute sécurité des recherches impliquant des produits potentiellement nocifs (méthane, ammoniac, pathogènes). Le centre possède également un olfactomètre permettant de quantifier de façon objective les odeurs. Globalement, l'équipe dispose d'installations permettant de minimiser l'impact environnemental des productions animales et ce, à l'échelle réelle d'une ferme laitière ou porcine.

Complexes animaliers

Le centre bénéficie d'un nouveau complexe laitier (inauguré en octobre 2010) comprenant une étable de 140 stalles pour vaches, une salle métabolique à température contrôlée (32 logettes), deux chambres à condition environnementale contrôlée en plus d'une salle de chirurgie pour les bovins et les porcs.

Nous retrouvons dans d'autres bâtiments des installations de biosécurité de niveau II pour les projets menés chez les bovins laitiers et on prévoit, dans un avenir rapproché, adapter les infrastructures actuelles pour permettre la réalisation de projets chez les porcs.

Le centre de recherche peut compter sur un complexe porcin moderne hébergeant un troupeau permanent de 100 truies et des installations permettant la réalisation d'études métaboliques, alimentaires et d'observations du comportement. Un abattoir expérimental y est rattaché pour les projets visant à diminuer le stress pré-abattage et à améliorer la qualité de la viande de porc. Des laboratoires orientés vers l'évaluation de la qualité de la viande sont également compris.

D'autres installations dédiées aux projets de recherche sur les bovins de boucherie et abritant 140 animaux sont situées à Kapuskasing en Ontario.

Plateformes technologiques

Une vaste gamme d'équipements est mise à la disposition des équipes de recherche dans les domaines reliés à la biologie cellulaire et l'immunologie (cabinets de culture de cellules animales, cytométrie), à la génomique et biologie moléculaire (PCR quantitatif, séquenceur d'ADN, génotypage, lecteur de microréseau, etc.) et pour l'analyse physico-chimique (analyseur de nutriment, chromatographie en phase gazeuse, etc.).

SECTION 3 Comité organisateur

Mot de la présidente

Le CRDBLP est fier de lancer la première édition du Symposium annuel en sciences animales. Un tel événement suscite sans contredit l'intérêt de scientifiques chevronnés et l'enthousiasme des équipes de recherche. La motivation première qui a donné naissance à ce projet visait à créer un événement dans l'année au cours duquel les équipes multidisciplinaires se rencontreraient pour partager leur science. Le défi est donc de taille, soit d'amalgamer des équipes de recherche œuvrant dans des domaines aussi variés que la nutrition, la qualité des fourrages, la qualité des viandes, l'ingénierie agricole, l'écologie microbienne, la génétique fonctionnelle, l'immunologie, l'endocrinologie, le métabolisme, le comportement et le bien-être animal. À l'aire de la communication, du réseautage, des partenariats et des regroupements stratégiques, quoi de plus efficace que de rassembler sous un même événement des équipes complémentaires et dynamiques. Ainsi, le Symposium annuel en sciences animales du CRDBLP est stratégique et contribue à la cohésion d'une science innovatrice.

Un tel événement n'aurait pu avoir lieu sans la contribution exceptionnelle d'une équipe. Je remercie donc les membres du comité organisateur qui ont contribué à la réussite de cette rencontre. Merci à tous et bon Symposium!

Nathalie Bissonnette

COMITÉ ORGANISATEUR

Guylaine Talbot, Ph.D., Chercheur scientifique

Hélène Lapierre, Ph.D., Chercheur scientifique

Martin Lessard, Ph.D., Chercheur scientifique

Josée Toulouse, Chef du centre d'information

Hélène Lavigne, Secrétaire de recherche

Pauline Bilodeau, Agr., M.Sc., Agent de transfert technologique

Nathalie Bissonnette, Ph.D., Chercheur scientifique

SECTION 4 Liste des présentations

Biologie de la lactation

- Comment contrôler la concentration en iode du lait
Pierre Lacasse, Ph.D., chercheur scientifique AAC 11
- Réduction du stress métabolique des vaches laitières durant la période de transition au moyen de la traite partielle ou de l'allaitement
M^{me} Élisabeth Carbonneau, étudiante M.Sc. de l'Université de Sherbrooke (P. Lacasse)..... 12

Génomique fonctionnelle pour la résistance aux maladies

- La génomique animale pour améliorer la résistance aux maladies chez la vache laitière
Nathalie Bissonnette, Ph.D., chercheuse scientifique AAC 14
- Les facteurs de transcription SP1 et SP3 influencent différemment la séquence de régulation du gène encodant l'ostéopontine bovine
M^{me} Catherine Thibault (M.Sc.), associée de recherche AAC (N. Bissonnette) 15
- Le niveau de sécrétion de l'ostéopontine dans le lait est associé à la présence de polymorphismes d'ADN du gène *SPP1*
M. Pier-Luc Dudemaine, étudiant M.Sc. de l'Université de Sherbrooke (N. Bissonnette) 16

immunologie

- Aliments fonctionnels et santé intestinale
Martin Lessard, Ph.D., chercheur scientifique AAC 17
- Effets des probiotiques *Pediococcus acidilactici* et *Saccharomyces cerevisiae boulardii* sur le microbiote iléal du porcelet sevré
M. Jean-Philippe Brousseau, étudiant M.Sc. de l'Université Laval (M. Lessard) 18
- Effet du sérocolostrum sur l'expression de gènes de réponse inflammatoire dans les cellules épithéliales intestinales porcines IPEC J2 et les cellules de carcinome de côlon humain Caco-2/15
Mylène Blais, Ph.D., stagiaire post-doctorale AAC (M. Lessard) 19

Alimentation de précision

- L'alimentation de précision peut réduire de façon significative le coût de l'alimentation et l'excrétion des nutriments chez les animaux en croissance
Candido Pomar, Ph.D., chercheur scientifique AAC 20
- Effet d'un protocole de déplétion et réplétion en phosphore et calcium sur l'utilisation digestive et métabolique de phosphore et de calcium chez le porc en croissance
Marie-Pierre Létourneau-Montminy, Ph.D., stagiaire post-doctorale AAC (C. Pomar) 22

Éthologie

- Effets du stress durant la gestation et de l'enrichissement durant la lactation sur le comportement maternel des truies
M^{me} Nadine Ringgenberg, étudiante M.Sc. de l'Université de Guelph (N. Devillers) 23

Physiologie, endocrinologie

L'apport substantiel en phénylalanine n'est pas oxydé par la glande mammaire des vaches laitières
Hélène Lapierre, Ph.D., chercheure scientifique AAC..... 25

La taille des particules et le type d'albumen du maïs moulu à sec modifient la synthèse ruminale
apparente des vitamines B chez les vaches laitières en lactation
M. Mactar Seck, étudiant M.Sc. de l'Université Laval (C. Girard) 27

Nutrition, physiologie

Effet de la concentration d'azote alimentaire et de l'ajout de levures sur la digestibilité apparente de la
ration et sur la population microbienne dans le contenu ruminal des vaches laitières en lactation
Daniel Ouellet, Ph.D., chercheur scientifique AAC..... 29

Génomique fonctionnelle chez les vaches laitières

MicroARN : mécanismes de régulation génique et application à la santé des vaches
Eveline Ibeagha-Awemu, Ph.D., chercheure scientifique AAC 30

Environnement

La méthanogénèse dans les productions laitière et porcine
Guylaine Talbot, Ph.D., chercheur scientifique AAC..... 32

Méthanogènes actifs dans les réservoirs d'entreposage du lisier de porc révélés à l'aide du
marquage de l'ADN par un isotope stable
Maialen Barret, Ph.D., stagiaire post-doctorale AAC (G. Talbot) 33

SECTION 5 Sommaire des présentations

Pierre Lacasse - Biologie de la lactation

COMMENT CONTRÔLER LA CONCENTRATION EN IODE DU LAIT

S. I. Borucki Castro,* R. Berthiaume,* A. Robichaud,† and *P. Lacasse

* CRDBLP; Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, Québec, Canada J1M 0C8

† Santé Canada, Direction des aliments, Longueuil, QC

À la demande de Santé Canada, un programme de recherche a été conduit afin de déterminer les facteurs déterminants pour la teneur en iode du lait. Une première enquête pancanadienne a permis de définir le problème dans ses grandes lignes. Il a été, notamment, trouvé que l'alimentation et l'utilisation des bains de trayons à base d'iode sont associées à la teneur en iode du lait. Une deuxième enquête a permis de déterminer que les aliments des vaches contiennent, naturellement, peu d'iode et que l'essentiel est ajouté volontairement à la ration. Une première étude expérimentale a permis de confirmer qu'il y a une relation linéaire entre la teneur en iode dans l'alimentation des vaches et celle du lait. Cette étude a, non seulement confirmé que l'iode contenu dans les bains de trayon contribue aussi l'iode du lait, mais, elle a établi que la façon de l'appliquer a un impact très grand sur cette contribution. Finalement, une deuxième étude expérimentale a montré que l'utilisation du produit approprié pour faire le trempage des trayons pré-traite suivi d'un essuyage complet affecte peu la teneur en iode du lait. Cependant, l'utilisation d'un bain de trayon post-traite en pré-traite ou un essuyage incomplet a un impact important sur la teneur en iode du lait. Ces résultats ont permis l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques et tout indique que le problème est en bonne voie de résolution.

RÉDUCTION DU STRESS MÉTABOLIQUE DES VACHES LAITIÈRES DURANT LA PÉRIODE DE TRANSITION AU MOYEN DE LA TRAITE PARTIELLE OU DE L'ALLAITEMENT

Élisabeth Carbonneau^a, Anne Marie De Passillé^c, Jeff Rushen^c, Brian Talbot^a et Pierre Lacasse^b

^a Université de Sherbrooke (Québec) Canada

^b Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc d'AAC, Sherbrooke (Québec) Canada

^c Centre de recherches agroalimentaires du Pacifique, Agassiz (C.-B.) Canada

Durant la transition entre la gestation et la lactation, l'augmentation soudaine de la demande nutritionnelle pour la production de lait entraîne des perturbations métaboliques et une forte incidence de maladies métaboliques chez les vaches à rendement élevé. Nous avons démontré précédemment que réduire la production de lait en trayant la vache une fois par jour durant la première semaine de la lactation améliorait l'état métabolique de l'animal, mais réduisait la production de lait durant les semaines suivantes (JDS 92:1900). Dans la présente étude, nous avons vérifié si le fait de limiter la traite en période post-partum tout en maintenant le stimulus de la traite pouvait améliorer l'état métabolique des vaches sans réduire leur production laitière globale. Pour ce faire, nous avons réparti 47 vaches Holstein en trois groupes de traitement équilibrés quant au rang d'élevage et à la production de lait : 1) les vaches ont été traitées complètement deux fois par jour à compter du vêlage (témoin); 2) les vaches ont été traitées partiellement deux fois par jour jusqu'au jour 5 après le vêlage (traite partielle); 3) les vaches ont été laissées avec le veau et l'ont allaité jusqu'au jour 5, puis elles ont été traitées une fois par jour du jour 3 au jour 5 (allaitement). Toutes les vaches ont été traitées deux fois par jour du jour 6 jusqu'à la fin de l'expérience (jour 63). Durant le traitement (jours 1 à 5), la production de lait a atteint la moyenne de 27,3 et de 9,7 kg/j chez les vaches témoins et les vaches traitées partiellement, respectivement. Les traitements n'ont eu aucun effet résiduel ($P = 0,7$) sur la production de lait dont la moyenne a été de 47,5, 45,9 et 46,4 kg/j pour les vaches témoins, les vaches traitées partiellement et les vaches allaitantes, respectivement, entre la semaine 2 et la semaine 9. La consommation de matière sèche des vaches était similaire durant et après le traitement ($P > 0,2$). De la semaine 2 à la semaine 9, les teneurs en protéines du lait et en lactose n'ont pas été modifiées par les traitements, mais la teneur en matières grasses du lait a eu tendance ($P = 0,06$) à être plus élevée chez les vaches témoins que chez les vaches dont la traite était limitée (vaches traitées partiellement et allaitantes). Durant le traitement, les concentrations de glucose ($P < 0,001$) et de phosphore ($P < 0,05$) étaient plus basses et les concentrations d'acides gras non estérifiés ($P < 0,05$) et de bêta-hydroxybutyrate ($P < 0,0001$) étaient plus élevées chez les vaches témoins que chez les autres vaches. Les effets positifs sur le glucose et le bêta-hydroxybutyrate sont demeurés significatifs ($P < 0,05$) jusqu'au jour 28. Les traitements n'ont eu aucun effet sur les taux sanguins

d'urée, de calcium et d'haptoglobine. Ces résultats donnent à penser que le fait de diminuer la traite en période post-partum tout en maintenant le stimulus de la traite réduit le stress métabolique sans compromettre la productivité des vaches laitières à rendement élevé.

LA GÉNOMIQUE FONCTIONNELLE POUR LA RÉSISTANCE AUX MALADIES CHEZ LA VACHE LAITIÈRE

Nathalie Bissonnette

Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc,
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, Québec, Canada J1M 0C8

En production laitière, bien qu'il existe des modèles généraux afin de prédire le rendement d'un animal, il n'existe pas de modèle de prédiction pour la résistance aux infections chez les bovins laitiers. Cette difficulté vient du fait que l'environnement et la nutrition modulent et altèrent le génome sans en modifier sa séquence pour ainsi conditionner la physiologie de l'animal. Une approche génomique ne tient pas seulement compte de la génétique (séquence nucléotidique) mais est également le reflet de la relation dynamique entre la prédisposition génétique de l'animal et son environnement (gestation, nutrition, stress, etc.). Le prochain défi en santé animale sera de développer des connaissances fondamentales de base et contextuelles en intégrant la nutriginomique, l'épigénétique et l'immunogénétique.

L'équipe de Nathalie Bissonnette, Ph.D., s'intéresse à une molécule présentant de multiples facettes, soit l'ostéopontine (OPN). D'abord identifiée comme molécule structurante, elle fut par la suite identifiée comme activatrice des lymphocytes T. De récentes études l'associent également à diverses maladies auto-immunes, cancer ou pathologies, reliées à la résistance aux pathogènes intracellulaires. Désormais reconnue comme cytokine, elle joue également bon nombre de rôles, notamment dans l'adhésion, la cicatrisation, l'apoptose et l'immunité innée et acquise. Notre équipe a observé que l'OPN fait partie des gènes rapidement induits lors d'une infection de la glande mammaire chez la vache laitière. De plus, l'analyse génétique du gène nous a permis d'identifier des variants alléliques associés à la valeur estimée d'élevage pour le compte de cellules somatiques du lait, indicateur de santé de la glande mammaire. L'analyse fonctionnelle des variants génétiques a révélé que certains polymorphismes d'ADN influencent l'expression du gène qui se vérifie par un niveau d'OPN sécrétée dans le lait associé au génotype de l'animal. L'intérêt pour cette molécule se poursuit. D'autre part, la paratuberculose bovine, une maladie incurable chez la vache laitière est causée par un pathogène intracellulaire; l'OPN y est retrouvée surexprimée aux sites des lésions. Sachant que certaines substances telles que la vitamine D et le butyrate peuvent influencer l'expression de l'OPN, il est envisageable d'étudier l'activité de cette molécule pléiotropique impliquée dans plusieurs aspects de la santé animale en tenant compte non seulement de la prédisposition génétique, mais également de la nutrition.

LES FACTEURS DE TRANSCRIPTION SP1 ET SP3 INFLUENCENT DIFFÉREMMENT LA SÉQUENCE DE RÉGULATION DU GÈNE ENCODANT L'OSTÉOPONTINE BOVINE

N. Bissonnette et C. Thibault

Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc,
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke (Québec) Canada J1M 0C8

L'ostéopontine est une molécule pro-inflammatoire qui a été impliquée dans de nombreux processus physiologiques, de la cicatrisation des plaies à la métastase. Chez les bovins, l'ostéopontine a été associée à la paratuberculose. Dans une étude précédente, nous avons décelé des polymorphismes de l'ADN (SNP) chez le gène de l'ostéopontine (*SPP1*) associé à la santé mammaire des vaches laitières en lactation. Pour mieux comprendre les facteurs régissant l'expression de ce gène, nous avons étudié l'activité de sa séquence de régulation (c.-à-d. le promoteur) *in vitro*.

Nous avons cloné les haplotypes les plus courants (H1-H3) du promoteur du gène *SPP1*. Deux SNP sont situés dans la région 5' non traduite et le troisième est présent dans le premier intron. Nous avons analysé les séquences des haplotypes du promoteur *in silico* pour déceler les sites de reconnaissance des facteurs de transcription à l'aide du logiciel TRANFAC. Nous avons comparé des constructions d'un gène rapporteur (luciférase) de l'haplotype contenant la séquence de régulation de 1736 pb dans le cadre d'essais de co-transfection avec ou sans les facteurs SP1 et SP3, ou en leur présence, chez des lignées cellulaires BOMAC (macrophage bovin), MAC-T (épithélium mammaire bovin) et MCF7 (épithélium mammaire humain).

L'activité basale de l'allèle H2 était inférieure à celle des allèles H1 et H3 ($P = < 0,0001$) dans les cellules BOMAC et MCF7. Dans les cellules MAC-T, la différence est demeurée significative pour l'allèle H2 comparativement à l'allèle H1 ($P = 0,031$), mais il s'agissait seulement d'une tendance pour l'allèle H3 ($P = 0,066$). En présence du facteur de transcription SP1, l'expression était environ deux fois plus élevée dans l'ensemble dans tous les types de cellules. Par contre, le facteur de transcription SP3 avait un effet négatif sur l'activité du promoteur. La co-expression SP1/SP3 restaurait partiellement l'activité du promoteur. Dans la présente étude, nous avons montré que les facteurs de transcription SP1 et SP3 ont un effet sur l'activité du gène et perturbent l'expression de l'ostéopontine.

LE NIVEAU DE SÉCRÉTION DE L'OSTÉOPONTINE DANS LE LAIT EST ASSOCIÉ À LA PRÉSENCE DE POLYMORPHISMES D'ADN DU GÈNE SPP1

N. Bissonnette¹ et P.-L. Dudemaine²

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Sherbrooke, QC, J1M 0C8, Canada

² Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Canada

L'ostéopontine (OPN) est une phosphoglycoprotéine retrouvée dans de nombreux tissus, et est sécrétée dans bon nombre de fluides biologiques, en l'occurrence dans le lait bovin. Cette protéine est reconnue comme étant une importante cytokine pro-inflammatoire possédant plusieurs activités, telle l'activation précoce des cellules T pendant l'infection bactérienne. Lors d'une étude précédente, nous avons observé l'expression élevée du gène lors d'une infection de la glande mammaire, avant même l'expression de premiers signes cliniques de la mammite. De plus, plusieurs polymorphismes furent identifiés dans la région 5' non-traduite du gène (promoteur) et les haplotypes associés à la valeur d'élevage espérée (VÉE) pour la cote de cellules somatiques (CCS) du lait furent identifiés. Ainsi, l'OPN, en plus de favoriser le développement du système immunitaire des veaux, serait associée à la santé de la glande mammaire. Chez la vache laitière, la protéine est sécrétée au cours de la lactation. Dans la présente étude, nous voulions vérifier si l'indice génétique (VÉE) serait associé au niveau de sécrétion d'OPN ou à la présence d'isoforme dans le lait. Pour caractériser les isoformes par immunobuvardage et mesurer la quantité d'OPN sécrétée dans le lait, un panel d'anticorps fut testé. Cette analyse a permis de sélectionner les anticorps les mieux appropriés pour l'établissement d'une épreuve de type ELISA. L'épreuve ELISA mise au point est très sensible (picogrammes). Les variations de concentration de l'OPN au cours de la lactation, incluant le colostrum, furent mesurées. Le niveau très élevé dans le colostrum (~500 mg/L) chute drastiquement en début de lactation (~100 mg/L de lait). Par ailleurs, les niveaux détectés chez les vaches comportant les haplotypes associés à une faible VÉE (indice génétique) pour la CCS présentent des niveaux d'OPN dans le lait supérieurs ($P < 0.0006$). Il existe donc une concordance entre la concentration d'OPN sécrétée dans le lait et l'haplotype de la vache. Éventuellement, les animaux dont l'haplotype correspond à une concentration d'OPN élevée (ou un compte de cellules somatiques bas) pourraient être préférentiellement sélectionnés pour améliorer la résistance aux infections de leurs progénitures.

ALIMENTS FONCTIONNELS ET SANTÉ INTESTINALE

Martin Lessard
CRDBLP, Sherbrooke (Québec), J1M 1Z3

Au sevrage, les fonctions immunitaires des porcelets n'ont pas atteint leur maturité et les changements d'environnement et d'alimentation ont un impact important sur sa santé et sa flore intestinale. Afin de tenir compte des conditions particulières du sevrage, des aliments enrichis de probiotiques, de prébiotiques ou d'autres aliments fonctionnels sont utilisés. Ces additifs alimentaires ont le potentiel de moduler le microbiote intestinal, d'inhiber la croissance d'organismes pathogènes, d'influencer les fonctions de barrière de la muqueuse intestinale ou de moduler la réponse immunitaire. Cependant, les effets de ces différents additifs alimentaires sur la composition de la flore intestinale et la réponse immunitaire intestinale ne sont pas encore clairs. Une meilleure compréhension de ces effets et de leurs mécanismes permettra de développer des aliments qui seront mieux adaptés au besoin des porcelets et auront un impact positif sur leur santé après le sevrage. Les objectifs de notre programme de recherche sont d'évaluer le potentiel de probiotiques et d'aliments fonctionnels (sous-produits du lait, sérocolostrum bovin, canneberge, huiles essentielles, oligosaccharides) à influencer la composition de la flore intestinale et à moduler les propriétés physiologiques et immunitaires de l'intestin chez le porcelet sevré.

Les résultats obtenus jusqu'à maintenant ont démontré que le probiotique *Pediococcus acidilactici* peut influencer le microbiote au niveau de l'iléon et moduler la réponse inflammatoire de porcelets sevrés et infectés avec *Escherichia coli* entérotoxigénique. D'autres travaux *in vitro* réalisés avec les lignées de cellules épithéliales intestinales IPEC J2 et Caco-2/15 ont aussi montré que le sérocolostrum a le potentiel de moduler la réponse inflammatoire en affectant l'expression et la production de différentes chimiokines et cytokines. D'autres travaux sont en cours pour mieux comprendre les mécanismes d'actions et développer des stratégies alimentaires permettant d'améliorer la santé intestinale des porcs après le sevrage et réduire l'utilisation d'antibiotiques ajoutés aux aliments.

EFFETS DES PROBIOTIQUES *PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI* ET *SACCHAROMYCES CEREVISIAE BOULARDII* SUR LE MICROBIOTE ILÉAL DU PORCELET SEVRÉ

Jean-Philippe Brousseau^{1,2}, Frédéric Beaudoin¹, Karoline Lauzon¹, Guylaine Talbot¹, Denis Roy² et Martin Lessard¹

¹ CRDBLP, 2000, rue College, Sherbrooke (Québec), J1M 1Z3

² INAF, Pavillon des Services, Université Laval, Québec, Canada, G1V 0A6

Chez le porc, le sevrage provoque de grandes perturbations particulièrement au niveau du microbiote intestinal. Au Canada, pour minimiser les effets indésirables du sevrage, des antibiotiques sont ajoutés à l'alimentation. Cette pratique est remise en question étant donné que les microorganismes peuvent acquérir des résistances aux antibiotiques. C'est d'ailleurs la cause première pour laquelle l'Union Européenne a banni les antibiotiques comme facteurs de croissance. Il est donc d'actualité d'élaborer de nouvelles approches pour substituer les antibiotiques dans l'alimentation animale. Les probiotiques constituent une alternative prometteuse, cependant la caractérisation de leurs modes d'action est nécessaire.

Deux porcelets par portée (40 portées) ont été utilisés pour évaluer l'influence des probiotiques *Pedococcus acidilactici* (PA) et *Saccharomyces cerevisiae boulardii* (SCB) sur le microbiote iléal. Les animaux ont été divisés en 5 groupes: 1) PA, 2) SCB, 3) PA+SCB, 4) antibiotiques dans l'aliment (ATB) et 5) sans probiotiques ni antibiotiques (CTRL). Dès l'âge d'un jour, chaque porcelet a reçu quotidiennement une dose de probiotiques de 1×10^9 UFC. Après 37 jours de traitement, les porcelets ont été euthanasiés pour prélever le contenu de l'iléon. Pour évaluer les populations bactériennes composant le microbiote la technique « Terminal Restriction Fragment Length polymorphism » (T-RFLP) a été utilisée.

Les profils T-RFLP obtenus ont été analysés et les indices de diversité microbienne, Régularité et Shannon, ont été calculés. Une diminution fut obtenue pour les groupes ATB et PA comparé au CTRL ($P < 0,05$). Le pourcentage relatif des différents Phyla présents a été déterminé et les Firmicutes étaient supérieurs ($P < 0,05$) pour ATB, PA et SCB comparativement au groupe CTRL, tandis que les Actinobacteria étaient inférieurs ($P < 0,05$) pour PA comparé au CTRL. Le fragment terminal marqué de 177 pb, associé au genre *Lactobacillus*, était plus abondant ($P < 0,05$) chez les porcs des groupes ATB et PA comparativement au CTRL.

En conclusion, les résultats démontrent que l'administration de PA et d'antibiotiques affectent de façon comparable le microbiote iléale de porcelets sevrés et ce autant globalement que plus précisément sur certaines populations.

EFFET DU SÉROCOLOSTRUM SUR L'EXPRESSION DE GÈNES DE RÉPONSE INFLAMMATOIRE DANS LES CELLULES ÉPITHÉLIALES INTESTINALES PORCINES IPEC J2 ET LES CELLULES DE CARCINOME DE CÔLON HUMAIN CACO-2/15

Blais M.1, Chambers J.1, Beaudoin F.1, Gauthier S.2, Pouliot Y.2 et Lessard M.1

¹ CRDBLP, Sherbrooke, Qc, Canada

² Département des sciences des aliments et de nutrition, Université Laval, Qc, Canada

Plusieurs effets bénéfiques sont associés à la consommation de colostrum après la naissance, entre autres au niveau de la maturation de l'épithélium intestinal et du développement du système immunitaire. La plupart de ces effets bénéfiques semblent être médiés par les peptides bioactifs présents dans le sérocolostrum, tels que des facteurs de croissance et des peptides antimicrobiens et immuno-régulateurs. L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du sérocolostrum sur l'expression de gènes de réponse inflammatoire dans les cellules épithéliales intestinales porcines IPEC J2 et les cellules de carcinome de côlon humain Caco-2/15. MÉTHODES. Les cellules IPEC J2 ont été stimulées avec des molécules bactériennes (*Salmonella typhimurium* et *Escherichia coli*, tuées à la chaleur et soniquées), en présence ou en absence de sérocolostrum. L'activité du facteur de transcription NF-κB a été déterminée par transfections transitoires et essais luciférase. De plus, l'activité transcriptionnelle sur les promoteurs de l'IL-8 et de l'IL-6 a été mesurée dans les cellules Caco-2/15 à l'aide des gènes rapporteurs IL-8luc et IL-6luc. L'expression de différents gènes de réponse inflammatoire a été mesurée par PCR en temps réel dans les cellules IPEC J2. RÉSULTATS. Le sérocolostrum diminue l'induction de l'activité transcriptionnelle avec gènes rapporteurs NF-κBluc, IL-8luc et IL-6luc par les molécules bactériennes, tel que démontré par essais luciférase. De plus, le sérocolostrum réprime l'induction de l'expression de l'IL-8 et de l'IL-6 dans les cellules épithéliales intestinales porcines IPEC J2. CONCLUSION. Le sérocolostrum démontre des effets anti-inflammatoires dans les cellules IPEC J2 et Caco-2/15.

L'ALIMENTATION DE PRÉCISION PEUT RÉDUIRE DE FAÇON SIGNIFICATIVE LE COÛT DE L'ALIMENTATION ET L'EXCRÉTION DES NUTRIMENTS CHEZ LES ANIMAUX EN CROISSANCE

C. Pomar¹, L. Hauschild^{1,2}, G.H. Zhang^{1,3}, J. Pomar⁴ et P.A. Lovatto²

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke (Québec) J1M 1Z3, Canada

² Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS 97119-900, Brésil

³ Université A&F, Yangling, Province de Shaanxi, 712100, République populaire de Chine; ⁴ Universitat de Lleida, 25198 Lleida,, Espagne

L'alimentation de précision est une notion agricole reposant sur l'existence d'une variabilité entre les animaux et faisant appel à des techniques d'alimentation qui permettent de donner au moment opportun des aliments dont la quantité et la composition sont adaptées à chaque porc du troupeau. Nous proposons l'alimentation de précision comme principale méthode pour améliorer l'utilisation des nutriments et ainsi réduire le coût de l'alimentation et l'excrétion des nutriments. L'alimentation de précision exige une solide connaissance des exigences nutritionnelles et de la valeur nutritive des ingrédients contenus dans les aliments du bétail de même que la maîtrise des outils servant à préparer et à distribuer avec exactitude les rations quotidiennes adaptées à chaque animal.

Nous avons utilisé les données sur la composition corporelle, la prise alimentaire et la croissance de chaque porc pour estimer les exigences nutritionnelles individuelles et les réactions de la population aux différentes concentrations de nutriments. Nous avons ensuite entrepris une étude de simulation dans laquelle les porcs ont été nourris selon un programme d'alimentation classique en trois phases (commun à tous les porcs de la population) ou selon une alimentation quotidienne adaptée à chaque animal et déterminée par les techniques d'alimentation de précision. Nous avons utilisé ces stratégies d'alimentation pour évaluer les effets sur le coût de l'alimentation et sur l'excrétion de N et de P. Nous avons établi le coût de l'alimentation d'après le coût des aliments commerciaux vendus couramment au Québec, au Canada. Nous n'avons pas intégré les effets de la consommation réduite de P dans les calculs du coût de l'alimentation en raison du manque d'information. Comme prévu, la rétention simulée de N et de P n'a pas été modifiée par la méthode d'alimentation des porcs. L'alimentation quotidienne individualisée a cependant réduit la consommation de N et de P de 25 et de 29 %, respectivement, et l'excrétion de ces nutriments a diminué de plus de 38 %. Le coût de l'alimentation a été de 4,7 % inférieur pour les porcs ayant reçu une ration quotidienne individualisée. Certains porcs ont toutefois reçu plus de N et de P dans leur ration individualisée que lorsqu'ils ont été nourris selon le programme d'alimentation en trois phases. En fait, dans cette étude, les exigences établies en matière de protéines et de P pour la population visaient l'optimisation du gain pondéral moyen quotidien. Les estimations relatives à la population

étaient de 12 % supérieures par comparaison aux exigences du porc moyen et correspondaient aux exigences des porcs se situant dans le 82^e centile de la population. Les exigences estimées en matière de nutriments ne comprenaient pas de marges de sécurité comme c'est habituellement le cas dans les aliments commerciaux; par conséquent, les réductions simulées de N et de P sont probablement sous-estimées. L'excrétion de P devrait néanmoins être interprétée avec prudence, car les modèles courants utilisés pour la simulation de la rétention de P prennent rarement en considération l'effet de la consommation de P sur la rétention de P et la minéralisation osseuse. En conséquence, l'alimentation de précision peut réduire efficacement et de manière significative le coût de l'alimentation et l'excrétion de N et de P dans les systèmes de production d'animaux en croissance.

EFFET D'UN PROTOCOLE DE DÉPLÉTION ET RÉPLÉTION EN PHOSPHORE ET CALCIUM SUR L'UTILISATION DIGESTIVE ET MÉTABOLIQUE DE PHOSPHORE ET DE CALCIUM CHEZ LE PORC EN CROISSANCE

M.P. Létourneau-Montminy*¹, P.A. Lovatto² et C. Pomar¹

*¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, QC, J1M 1Z3, Canada

² Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS 97119-900 Brazil

La réduction des apports alimentaires de phosphore (P) aux porcs et l'optimisation de son utilisation sont des façons efficaces d'augmenter la durabilité de cette production. L'effet de restrictions alimentaires en calcium (Ca) et P (c.-à-d. la déplétion) et de phases de récupération (c.-à-d. la réplétion) sur l'efficacité d'utilisation digestive et métabolique de P et de Ca a été étudié chez des porcs en croissance. Soixante-douze porcs ont été alimentés suivant un programme en trois phases (25-50, 50-80 et 80-110 kg poids vif) durant lesquelles ils ont reçu un des deux aliments expérimentaux, un aliment témoin (C) apportant les apports recommandés en nutriments et un apportant 40 % moins de P et Ca (L) avec un ratio Ca/P digestible constant. Les régimes CCC, CCL, CLL, LCC, LLC et LLL ont été testés. Le contenu minéral osseux (CMO, g) de la région lombaire a été mesuré par absorptiométrie à rayons X en double énergie (DEXA) au début et à la fin de chacune des phases de croissance. Des collectes totales de fèces et d'urine ont été réalisées durant les phases de croissance deux et trois. La CMO était réduite à la fin de la 1^{re} période de croissance chez les porcs ayant consommé l'aliment L par rapport à C (29 %, $P < 0,001$). À l'issue de la 2^e période de croissance, le dépôt de CMO (g/j) était plus élevé chez ces animaux par rapport aux témoins (CC et CL, 23 %, $P < 0,001$). Durant la troisième période, les porcs ayant consommé l'aliment LLC absorbaient 26 % plus de Ca ($P < 0,01$) et déposaient 53 % plus de CMO ($P < 0,05$) que les porcs CCC. Des adaptations digestives et métaboliques ont permis aux porcs qui consommaient l'aliment C durant la dernière ou les deux dernières périodes de croissance, après 2 (LLC) ou 1 (LCC) période de déplétion d'atteindre une minéralisation osseuse similaire aux témoins (CCC). Bien que l'excrétion de P ait été réduite de 18 % chez les porcs LLC par rapport aux CCC, les applications pratiques de ces résultats requièrent, cependant, une meilleure compréhension du degré, du stade physiologique et de la durée des périodes de déplétion et réplétion. Néanmoins, les adaptations métaboliques mises en évidence dans cette étude constituent une alternative prometteuse pour améliorer l'efficacité d'utilisation de P chez le porc.

EFFETS DU STRESS DURANT LA GESTATION ET DE L'ENRICHISSEMENT DURANT LA LACTATION SUR LE COMPORTEMENT MATERNEL DES TRUIES

Nadine Ringgenberg^{1,2}, Renée Bergeron³, Nicolas Devillers²

¹ Université Guelph, Guelph (Ontario) Canada

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Sherbrooke (Québec) Canada

³ Université Guelph, Campus Alfred, Alfred (Ontario) Canada

Nous avons étudié les effets d'un stress social survenu durant la gestation et du logement dans un enclos enrichi durant la lactation sur le comportement maternel des truies dans le cadre d'une expérience menée suivant un plan factoriel 2×2 . À l'accouplement, nous avons réparti 41 truies Yorkshire-Landrace en deux groupes : le groupe de traitement (T), qui a subi un stress social au milieu de la gestation, et le groupe témoin (C). Durant la lactation, la moitié des truies T et C ont été logées dans des enclos enrichis de paille (E) ($1,57 \times 4,10$ m) et l'autre moitié, dans des cases de mise bas standard (S) ($0,68 \times 2,10$ m). Pour créer le stress social, nous avons mis chaque truie T en présence de deux truies inconnues, plus grosses et plus âgées deux fois pendant une semaine, soit des jours 39 à 45 et 59 à 65 de la gestation. Nous avons observé le comportement agressif et consigné le nombre d'éraflures et de lésions pour confirmer l'exposition au stress social. Aux jours 3 et 21 de la lactation, nous avons observé la réaction des truies à l'écoute de l'enregistrement des vocalisations de porcelets. De plus, les mouvements posturaux des truies ont été détectés automatiquement par des accéléromètres qui ont pris des mesures aux 5 secondes pendant 24 heures les jours 5 et 19. Nous avons observé en continu les contacts sociaux engagés par les truies avec leurs porcelets sur des séquences vidéo enregistrées les jours 6 et 20 de la lactation. Au jour 21, le stress durant la gestation a eu un effet sur la réaction des truies aux enregistrements des vocalisations de porcelets isolés, les truies T ayant grogné plus tard que les truies C ($16,25 \pm 2,06$ s vs $12,95 \pm 1,27$ s; $P = 0,035$). Au début de la lactation, les truies T ont passé plus de temps couchées sur le ventre que les truies C ($11,08 \pm 1,41$ % vs $7,13 \pm 1,35$ % du temps; $P = 0,0072$). En outre, le stress durant la gestation a influé sur l'utilisation de l'enrichissement du milieu, les truies T ayant eu tendance à passer moins de temps dans la zone de l'enclos couverte de paille que les truies C ($38,57 \pm 8,36$ % vs $58,37 \pm 9,53$ % du temps; $P = 0,061$). Les conditions dans lesquelles les truies ont été logées ont aussi eu un effet sur le comportement maternel, les truies E ayant eu tendance à engager plus de contacts sociaux avec leurs porcelets que les truies S au début de la lactation ($28,44 \pm 8,69$ vs $19,95 \pm 8,90$ contacts par tranche de 6 h; $P = 0,058$), et à passer plus de temps couchées sur le ventre que les truies S ($14,60 \pm 1,38$ vs $20,93 \pm 4,25$ % du temps; $P = 0,067$). En conclusion, un stress social survenant au milieu de la gestation a des effets négatifs sur le comportement maternel des truies.

Par contre, même si le logement dans un enclos enrichi a favorisé l'expression des comportements maternels, il n'a pas contrebalancé les effets négatifs du stress provoqué durant la gestation.

L'APPORT SUBSTANTIEL EN PHÉNYLALANINE N'EST PAS OXYDÉ PAR LA GLANDE MAMMAIRE DES VACHES LAITIÈRES

S. Lemosquet¹, G.E. Lobley², R. Koopman³, L.J.C. van Loon³, A.K. Kies⁴ et H. Lapierre⁵

¹ INRA UMR1080 Production du lait, Saint-Gilles, France

² Rowett Institute of Nutrition and Health, University of Aberdeen, R.-U.

³ Department of Human Movement Sciences, NUTRIM, Maastricht University, Pays-Bas

⁴ DSM Food Specialities, R&D, Biochemistry and Nutrition Department, Delft, Pays-Bas

⁵ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke (Québec) Canada

On a signalé que, dans la glande mammaire des ruminants, les acides aminés du groupe 1 sont transférés quantitativement en protéines du lait, sur une base nette (Mephram, 1982. JDS 65:287). La phénylalanine (Phe) et son premier métabolite, la tyrosine (Tyr), font partie de ce groupe (en tant que Phe+Tyr). L'oxydation de Phe+Tyr dans la glande mammaire empêcherait l'estimation du débit mammaire plasmatique par le principe de Fick : le calcul suppose que la captation nette de ces acides aminés est transférée quantitativement en protéines du lait. Pour déterminer si Phe+Tyr étaient oxydées dans la glande mammaire, nous avons utilisé deux vaches laitières Holstein (consommation de matière sèche : 23,3 kg/j; 49,9 kg/j de lait à teneur en protéines vraies de 27,7 g/kg) auxquelles nous avons donné une ration à base d'ensilage de maïs (VanLoon *et al.*, 2009. JDS 92:4812). Les vaches ont reçu une importante perfusion jugulaire de L[1-¹³C]Phe (100 g/j) pendant 2 jours au cours desquels l'apport de la ration en Phe intestinale a été estimé à 125 g/j. Les vaches étaient munies de cathéters dans l'artère caudale et la veine du lait du pis gauche. Nous avons prélevé des échantillons de sang au cours de 3 périodes : avant la perfusion (n = 3) et, toutes les heures, de 6 à 11 h (n = 6) et de 30 à 35 heures (n = 6) après le début de la perfusion. Nous avons déterminé les concentrations de CO₂ et de ses enrichissements isotopiques (EI) au moyen d'un appareil de mesure des gaz sanguins et d'un spectromètre de masse à rapport isotopique, respectivement. Il n'y a pas eu d'augmentation du ¹³CO₂ marqué (concentration × EI) entre le sang artériel et le sang mammaire veineux, c'est-à-dire que la différence artérioveineuse de ¹³CO₂ n'a pas différencié de zéro (P > 0,20) et que sa moyenne s'établissait à +0,01 et à +0,14 ± 0,11 μM pour la vache 1 et la vache 2, respectivement. Il faut corriger ces valeurs pour tenir compte de la séquestration du ¹³CO₂ dans la glande mammaire, qui se situait entre 1,2 et 4,8 % du débit artériel entrant de ¹³CO₂ chez trois vaches laitières (Raggio *et al.*, 2006. JDS 89:4340). Compte tenu des extrêmes de ces valeurs, l'ajout de la séquestration du CO₂ se traduirait par une différence artérioveineuse de ¹³CO₂ se situant entre -0,04 et -0,37 μM. Les valeurs négatives indiquent une nette oxydation qui ne représente toutefois que 0,1 à 0,7 % du débit entrant de Phe+Tyr marquées dans la glande mammaire. En conclusion, dans la présente étude, même un apport substantiel et déséquilibré en Phe ne s'est pas soldé par l'oxydation significative de Phe+Tyr dans la glande mammaire. Ces résultats donnent à penser que dans des

conditions d'alimentation normale, l'oxydation de Phe+Tyr ne suffit pas à empêcher l'utilisation de ces acides aminés pour l'estimation du débit mammaire plasmatique par le principe de Fick.

LA TAILLE DES PARTICULES ET LE TYPE D'ALBUMEN DU MAÏS MOULU À SEC MODIFIENT LA SYNTHÈSE RUMINALE APPARENTE DES VITAMINES B CHEZ LES VACHES LAITIÈRES EN LACTATION

M. Seck^{*1,3}, M. S. Allen², P. Y. Chouinard³, C. L. Girard¹

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke (Québec) Canada

²Department of Animal Science, Michigan State University, East Lansing, MI, É.-U.

³Département des sciences animales, Université Laval, Québec (Québec) Canada

Nous avons évalué les effets de la taille des particules et du type d'albumen du maïs moulu à sec sur la synthèse ruminale apparente (SA) de la thiamine (B1), de la riboflavine (B2), de la niacine (B3) et de la vitamine B6 (B6) chez huit vaches laitières munies d'une canule ruminale et duodénale. L'expérience a été menée suivant un plan en carré latin 4 × 4 répété selon une disposition factorielle des traitements de 2 × 2. Nous avons mesuré les effets de deux éléments principaux, soit la vitrosité des grains de maïs (grains farineux ou vitreux) et la taille des particules (mouture moyenne ou fine). Dans le cas du traitement aux grains farineux, la vitrosité de l'albumen était de 25 % et dans le cas du traitement aux grains vitreux, elle était de 66 %. La proportion du grain traversant un tamis de 1,18 mm était de 43 % pour les particules moyennes vitreuses, de 42 % pour les particules moyennes farineuses, de 57 % pour les particules fines vitreuses et de 62 % pour les particules fines farineuses. Les rations comprenaient de l'ensilage de luzerne, le traitement à base de maïs, un supplément protéiné, des minéraux et des vitamines, et elles renfermaient 29,2 % d'amidon, 27,2 % de cellulose au détergent neutre et 18,3 % de protéines brutes. Le traitement des grains de maïs a fourni 86,2 % de l'amidon alimentaire. La mouture et le type d'albumen n'ont eu aucun effet sur l'apport quotidien en vitamines B, à l'exception de la vitamine B2 dont l'apport quotidien a diminué avec la mouture fine (175 vs 181 ± 8,6 mg/j; P = 0,04). La réduction de la taille des particules a augmenté le flux duodéal (FD) de la vitamine B2 (391 vs 327 ± 26,6 mg/j; P < 0,01) et de la vitamine B3 (3 513 vs 2 939 ± 317,0 mg/j; P = 0,01), et a eu tendance à augmenter le FD de la vitamine B1 (50,7 vs 40,4 ± 3,7 mg/j; P = 0,07). Le traitement aux grains farineux a accru le FD de la vitamine B3 (3 453 vs 3 000 ± 317,0 mg/j; P = 0,04). La mouture fine a accru la SA de la vitamine B2 (215 vs 146 ± 23,8 mg/j; P < 0,01), de la vitamine B3 (2 671 vs 2 083 ± 289,5 mg/j; P < 0,01) et de la vitamine B1 (8,4 vs -1,4 ± 2,7 mg/j; P = 0,05) tandis que l'albumen farineux a entraîné l'augmentation de la SA de la vitamine B3 (2 602 vs 2 152 ± 289,5 mg/j; P = 0,03). Les traitements n'ont pas eu d'effet sur le FD et la SA de la vitamine B6 (P > 0,13). La SA de la vitamine B1 présentait une corrélation négative avec la digestibilité réelle de la matière organique dans le rumen, exprimée en pourcentage de la prise alimentaire (P < 0,01; r = -0,48) ou en kg/j (P = 0,02; r = -0,40). Le flux duodéal de l'azote microbien affichait une corrélation positive avec la SA de la vitamine B2 (P < 0,01; r = +0,52), de la

vitamine B3 ($P < 0,0001$; $r = +0,71$) et de la vitamine B6 ($P = 0,02$; $r = +0,41$). L'apport en vitamines du groupe B chez les vaches laitières est influencé par la taille des particules de maïs séché et, dans une moindre mesure, par le type d'albumen.

EFFET DE LA CONCENTRATION D'AZOTE ALIMENTAIRE ET DE L'AJOUT DE LEVURES SUR LA DIGESTIBILITÉ APPARENTE DE LA RATION ET SUR LA POPULATION MICROBIENNE DANS LE CONTENU RUMINA DES VACHES LAITIÈRES EN LACTATION

Daniel Ouellet et Johanne Chiquette

Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc d'AAC,
2000, rue du Collège, Sherbrooke (Québec) J1M 0C8, Canada

Nous avons utilisé huit vaches laitières Holstein munies d'une canule ruminale (poids : 679 kg; erreur-type = 5) dans une expérience menée suivant un plan en carré latin 4 × 4 répété et selon une disposition factorielle des traitements de 2 × 2 afin d'évaluer les effets de la concentration d'azote alimentaire et de l'ajout de levures sur la digestibilité apparente de la ration et sur la population microbienne du contenu ruminal chez les vaches laitières en lactation. Les animaux ont reçu des rations isoénergétiques, très pauvres (TP) ou modérément pauvres (MP) en protéines métabolisables (-22 % [TP] ou -14 % [MP] par comparaison aux exigences), contenant ou non des levures (10 g/tête/j d'un mélange d'*Aspergillus oryzae* et de *Saccharomyces cerevisiae*). Les animaux ont reçu leur ration totale mélangée (60:40 ensilage d'herbe:concentré à base d'orge) à la fréquence de 12 fois par jour. Nous avons mesuré la digestibilité apparente de la matière sèche (MS), de la matière organique (MO), des fibres au détergent neutre (FDN), des fibres au détergent acide (FDA) et de l'azote. Nous avons prélevé des échantillons du liquide ruminal pour estimer le nombre de protozoaires, de bactéries cellulolytiques et de bactéries viables totales. Nous avons aussi dosé l'urée plasmatique. La digestibilité apparente de l'azote (69,5 % vs 65,9 %; erreur-type = 1,6) et l'excrétion urinaire de N (261 g/j vs 162 g/j; erreur-type = 6) étaient plus élevées ($P < 0,01$) chez les vaches MP que chez les vaches TP. La digestibilité apparente (moyenne en %) de la MS (72,4; erreur-type = 1,1) ainsi que celle de la MO (74,4; erreur-type = 1,1), des FDA (52,5; erreur-type = 2,3) et des FDN (57,8; erreur-type = 2,5) étaient comparables d'un traitement à l'autre. L'ajout de levures n'a pas modifié les paramètres de la digestibilité apparente. Comparativement à la ration MP, la ration TP a réduit de 48 % la concentration plasmatique d'urée (10,6 vs 15,7 mg/dL; $P < 0,02$). Les traitements n'ont pas influé sur les dénombrements microbiens moyens ($P > 0,05$). La moyenne géométrique (UFC/mL) du nombre de microorganismes et l'intervalle de confiance de 95 % (IC) correspondant étaient de $2,3 \times 10^5$ (IC = $1,6 \times 10^5$ à $3,4 \times 10^5$) pour les protozoaires, de $3,1 \times 10^9$ (IC = $2,6 \times 10^9$ à $3,7 \times 10^9$) pour les bactéries totales viables et de $3,9 \times 10^7$ (IC = $2,8 \times 10^7$ à $5,5 \times 10^7$) pour les bactéries cellulolytiques. En conclusion, l'ajout de levures aux rations dont la teneur en protéines métabolisables était jusqu'à 22 % inférieure aux exigences n'a eu aucun effet sur la digestibilité apparente de la ration, ni sur les paramètres du contenu ruminal ni sur l'urée plasmatique.

MICROARN : MÉCANISMES DE RÉGULATION GÉNIQUE ET APPLICATION À LA SANTÉ DES VACHES

Eveline M. Ibeagha-Awemu
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke (Québec) J1M 0C8, Canada

Les microARN (miARN), une classe de petits ARN naturels non codants d'environ 20 à 24 nucléotides, se sont révélés d'importants régulateurs de l'expression génique au niveau post-transcriptionnel ou transcriptionnel. Les miARN influeraient sur l'activité de plus de 60 % des gènes codant les protéines et participeraient à la régulation de presque tous les processus cellulaires (ex. développement, différenciation, apoptose, infection virale et maladie) étudiés chez les mammifères. La mauvaise régulation de l'expression des miARN dans certains tissus a été associée à diverses maladies, notamment le cancer. Des miARN ont été mis en évidence et caractérisés dans différents tissus bovins, mais leur rôle dans la réponse de la vache aux agents pathogènes de la mammite n'a pas été élucidé. Nous avons évalué le profil d'expression des miARN dans les cellules MAC-T (lignée de cellules épithéliales de la glande mammaire) soumises à une provocation par l'inoculation de la bactérie *E. coli* ou *S. aureus* inactivée à la chaleur (traitements : 0, 6, 12, 24 ou 48 heures). Pour ce faire, nous avons utilisé une biopuce à miARN Agilent contenant 672 cibles de miARN bovins (Jin W., Ibeagha-Awemu E.M., Stothard P., Zhao X., Guan L.L., 2011). En tout, 198 miARN étaient exprimés de façon significative (valeur > 0,75^e centile, normalisation et transformation en log₂). Trois miARN étaient régulés à la hausse (> 2 fois) à tous les points temporels et 6 étaient régulés à la baisse (> 2 fois) à au moins un des 4 points temporels dans les échantillons d'*E. coli*. De la même façon, pour les échantillons *S. aureus*, 3 miARN étaient régulés à la hausse (> 2 fois) et 13 étaient régulés à la baisse (> 2 fois) à au moins un des quatre points temporels. Aussi, 6 miARN régulés à la baisse et un miARN régulé à la hausse ont présenté des tendances similaires dans les cellules soumises à la provocation par l'inoculation des deux bactéries pathogènes. La présente étude montre que les miARN joueraient un rôle dans la réponse de la vache aux agents pathogènes de la mammite et qu'ils pourraient être des biomarqueurs possibles pour la détection précoce et la prise en charge de cette infection. Cependant, on ne sait pas quelles sont les populations de miARN qui sont exprimées dans la glande mammaire en réaction aux bactéries pathogènes ni quel est leur rôle exact ou quels sont les gènes qu'elles régulent.

.....

Notes biographiques

En avril 2011, Ibeagha-Awemu, Ph.D., est entrée au service d'AAC à titre de chercheuse en génomique animale. Ses champs d'intérêt sont 1) l'étude du rôle des nutriments sur la régulation génétique et épigénétique de la lipogenèse et de la composition en acides gras du lait et des tissus adipeux; 2) l'élucidation des facteurs génétiques et épigénétiques modulant la mammite bovine et d'autres maladies; et 3) la compréhension du rôle de la régulation des gènes par les microARN dans la modulation de la lipogenèse, la fertilité, l'immunité des muqueuses et la mammite.

C'est en 2000 qu'Eveline M. Ibeagha-Awemu a commencé sa carrière de chercheuse en génomique animale au laboratoire de la Animal Genetics and Breeding, à la University of Giessen (Allemagne), où elle a obtenu un doctorat en génétique. Dans le cadre de sa thèse de doctorat, elle a utilisé des techniques de génétique moléculaire pour évaluer la diversité chez 27 races bovines d'Afrique, d'Europe et d'Asie. Par la suite, elle a participé à un projet commandité par l'Union européenne, Econogene (<http://www.econogene.eu/>), qui intégrait l'analyse moléculaire de la biodiversité, la socioéconomie et la géostatistique à l'étude de la conservation des ressources génétiques ovines et caprines, et à l'étude de l'aménagement rural dans les systèmes agricoles marginaux européens. Au début de 2005, elle est entrée en fonction au Département des sciences animales de l'Université McGill, au Canada, à titre de boursière postdoctorale, puis comme associée de recherche, où elle poursuit ses travaux en génétique animale. À l'Université McGill, ses travaux portent sur 1) le rôle des cellules épithéliales mammaires dans l'apparition de la réponse immunitaire après la provocation par des bactéries pathogènes; 2) les protéines et les voies de signalisation qui sont activées durant la mammite causée par E. coli et S. aureus; 3) le rôle des microARN dans la modulation de la mammite causée par E. coli et S. aureus; 4) le rôle du sélénium dans les fonctions immunitaires des neutrophiles; et 5) la relation entre les variations de séquence des gènes lipogéniques importants et les profils d'acides gras du lait chez les vaches canadiennes Holstein et Jersey.

LA MÉTHANOGENÈSE DANS LES PRODUCTIONS LAITIÈRE ET PORCINE

Talbot G.^{*1}, M. Barret¹, D.I. Massé¹, L. Masse¹, M. Kalmokoff² et Ed Topp³

^{*1}Dairy and Swine Research and Development Centre, AAFC, 2000 College, Sherbrooke, QC J1M 0C8, Canada

²Atlantic Food and Horticulture Research Centre, AAFC, Kentville NS, B4N 1J5 Canada

³Southern Crop Protection and Food Research Centre, AAFC, 1391 Sandford Street, London, ON N5V 4T3, Canada

Les grands objectifs de notre groupe de recherche en environnement sont de réduire les émissions gazeuses, les excès de nutriments et les contaminants biologiques; et de traiter et valoriser les résidus agricoles et agroalimentaires par digestion anaérobie et filtration membranaire. La présentation traitera principalement de la problématique de l'émission du méthane dans les productions laitière et porcine. Les étapes menant à la méthanogenèse seront discutées et illustrées par une étude des communautés de méthanogènes dans un bioréacteur ayant une configuration compartimentalisée, simulant l'entreposage du lisier dans les fosses à purin. Le bioréacteur a permis, après 6 mois d'opération, de développer des communautés de méthanogènes adaptées à leur environnement et plus efficaces à produire le méthane. Le gène *mcrA* codant pour une enzyme essentielle en méthanogenèse a été choisi comme cible pour déterminer la diversité et les niveaux relatifs d'activité enzymatique des communautés par une nouvelle technique moléculaire de profilage (LH-*mcrA*) combinée à l'analyse de bibliothèques de clones. Les résultats indiquent que des méthanogènes hydrogénotrophes reliés au genre *Methanoculleus* sont les principaux méthanogènes actifs.

MÉTHANOGENÈS ACTIFS DANS LES RÉSERVOIRS D'ENTREPOSAGE DU LISIER DE PORC RÉVÉLÉS À L'AIDE DU MARQUAGE DE L'ADN PAR UN ISOTOPE STABLE

Barret M.¹, Neufeld J. D.², Gagnon, N.¹, Kalmokoff, M.³, Topp E.⁴, Verasteguy, Y.² et Talbot G.¹

¹ Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc d'AAC, 2000, rue du Collège, Sherbrooke (Québec) J1M 0C8, Canada

² Département de biologie, Université de Waterloo, Waterloo (Ontario)

³ Centre de recherches de l'Atlantique sur les aliments et l'horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Kentville (Nouvelle-Écosse) B4N 1J5, Canada

⁴ Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments, AAC, 1391, rue Sandford, London (Ontario) N5V 4T3, Canada

Au Canada, les émissions de deux gaz à effet de serre (GES) provenant du lisier entreposé, le méthane (CH₄) et l'oxyde de diazote (N₂O), représentent 17 % des émissions agricoles totales de GES. Dans les systèmes d'entreposage en anaérobie, on ignore le genre taxonomique des communautés microbiennes qui sont en cause dans la production de CH₄. L'acétate était l'acide gras volatil le plus abondant dans les réservoirs d'entreposage et il est le principal métabolite intermédiaire de la méthanogenèse. Nous avons mené des expériences de marquage de l'ADN par un isotope stable (ADN-SIP) à l'aide du ¹³C-acétate afin de mettre en évidence les méthanogènes actifs dans deux échantillons de lisier de porc entreposés et de déterminer si les voies oxydative directe acétoclastique ou indirecte non acétoclastique étaient mises à contribution. Les résultats ont clairement démontré la dominance de la voie indirecte de la méthanogenèse par les bactéries hydrogénotrophes *Methanoculleus* spp. par rapport à la voie directe par les bactéries acétoclastiques *Methanosarcina* spp. Les résultats de l'analyse des empreintes génétiques par la méthode de l'hétérogénéité de la taille des amplicons PCR ciblant le gène *mcrA* concordaient avec ceux de l'analyse des banques de clones du gène *mcrA*. Ces deux genres méthanogènes étaient des populations mineures de la communauté d'archées dans le lisier de porc initial entreposé et dans le lisier frais, ce qui donne à penser que les méthanogènes que l'on trouve en abondance dans l'intestin du porc ne sont pas actifs dans les réservoirs d'entreposage.