

# PROGRAMMES NOVATEURS D'ALIMENTATION PORCINE PERMETTANT D'AMÉLIORER LA COMPÉTITIVITÉ ET LA DIFFÉRENCIATION DU PORC : ALIMENTS ET CHAÎNE DE VALEUR DU PORC AU CANADA

## CHARGÉS DE PROJET

Ruurd Zijlstra, Université de l'Alberta, Kees de Lange, Université de Guelph, Eduardo Beltranena, Alberta Agriculture and Rural Development et Andrew Van Kessel, Université de la Saskatchewan

## OBJECTIF DU PROJET

Améliorer les connaissances afin de mettre au point une stratégie de gestion de l'alimentation animale typiquement canadienne et d'élaborer une base de données sur les ingrédients alimentaires, en vue d'atteindre une productivité optimale qui tienne également compte de l'excrétion des nutriments, d'une réduction de l'utilisation des antibiotiques durant la phase d'engraissement ainsi que de la qualité de la viande de porc. Cette base de données unique combinera des résultats provenant d'essais de digestibilité et de biodisponibilité ainsi que d'analyses de nouveaux aliments pour animaux.

**De l'information pertinente sur la valeur nutritive des coproduits a été obtenue et colligée dans une base de données. On pourra utiliser ces nouvelles connaissances sur les coproduits pour formuler les rations des porcs et ainsi contribuer à réduire les coûts d'alimentation.**

## RÉSULTATS FINAUX

### DONNÉES SUR LES ALIMENTS POUR ANIMAUX

#### 1. Digestibilité des coproduits et enzymes

(Ruurd Zijlstra, Université de l'Alberta)

Les activités menées dans le cadre de ce projet ont permis de faire les constatations suivantes :

- Les traitements visant à réduire l'impact de la fibre et de la protéine pourraient faire augmenter la digestibilité et la fermentescibilité des coproduits issus de la mouture du blé.
- Les carbohydrases employées seules ont mieux brisé la structure fibre-amidon-protéine pour la fermentation qu'une combinaison carbohydrases-protéase, indiquant ainsi que le substrat pour les carbohydrases entrave la dégradation de la structure des drêches de distillerie avec solubles (DDGS). La structure des DDGS de maïs est moins scellée et, par conséquent, plus fermentescible que celle des DDGS de blé.
- On a déterminé le contenu en énergie des rations bâties à partir des principaux aliments canadiens employés en production porcine. Les contenus en énergie nette (EN) mesurée ont permis de classer ces aliments dans le même ordre que le NRC (1998).
- Certaines légumineuses fournissent plus d'énergie digestible (ED) et ont une meilleure digestibilité apparente de l'énergie dans le tube digestif que le maïs. Par conséquent, elles peuvent servir d'ingrédient alternatif pour les porcs en croissance. Toutefois, le type et la composition des légumineuses varient et devraient être pris en considération lors de la formulation de ration pour le porc. La technique actuelle de digestibilité *in vitro* devra être améliorée afin de mieux prédire la digestibilité apparente dans le tube digestif de l'énergie des légumineuses.
- L'EN du pois fourrager (PF), des tourteaux de canola *juncea* (TCJ) et des résidus de mouture de blé (RMB) étaient similaires à celle du tourteau de soya (TS). Cependant, l'EN des tourteaux de canola *napus* (TCN) était inférieure à celle du TS, probablement à cause d'une moindre digestibilité de l'énergie et de son contenu en fibre supérieur à celui du TS. L'EN du PF et du TCN étaient respectivement inférieures de 16% et 5 % à celles du NRC (2012), tandis que l'EN des RMB était supérieure à celle du NRC (2012) de 8 %.
- Les profils nutritionnels et la digestibilité des coproduits issus de la mouture du blé (CMB) varient grandement, bien que certains CMB ont un contenu en énergie digestible (ED) comparable à



celui du maïs. En conséquence, le type et la composition des coproduits du blé devraient être pris en considération lors de la formulation de rations pour les porcs. La technique actuelle *in vitro* prédit précisément la digestibilité apparente de l'énergie dans le tube digestif des CMB.

- En 2013, les résultats finaux de ce projet ont été présentés dans :
  - Des résumés d'articles dans *Pig Progress* et *Animal Frontiers*, et des chapitres d'un recueil aux symposiums de l'American Association of Swine Veterinarians et de l'American Society of Animal Science; ils seront également soumis au *Journal of Animal Science* en septembre 2013 en tant qu'article de symposium.
  - Un article dans le *Western Hog Journal*
  - Six résumés de recherche
  - Deux articles de recherche actuellement en cours de révision.

## **2. Digestion de l'amidon et fermentation de la fibre**

(Ruurd Zijlstra, Université de l'Alberta)

Plusieurs études ont été menées et ont permis de mettre sur pied une base de données sur la digestion de l'amidon et la fermentation de la fibre.

- Un essai *in vitro* a montré que les propriétés physicochimiques du type de fibre et d'amidon influent sur la cinétique de la fermentation et la production d'acides gras à courte chaîne (AGCC) ainsi que sur l'apparition portale nette (APN) du glucose et du GLP-1 et sur la production de l'insuline.
- L'amidon riche en amylose a provoqué une augmentation de la production de méthane (CH<sub>4</sub>) et a réduit le contenu en énergie nette (EN) à cause d'une fermentation accrue qui s'est substituée à la digestion.
- L'amidon à digestion lente a fait augmenter le glucose dans l'iléon et a fait chuter la quantité d'ARN messager (ARNm) des transporteurs d'acides gras à courte chaîne (AGCC) dans l'iléon. Ces résultats sont probablement dus au fait que la quantité de glucose dans le lumen de l'iléon était plus importante. Les effets de l'amidon sur l'abondance de l'ARNm des transporteurs d'AGCC dans le côlon étaient contradictoires. En effet, l'amidon à digestion lente faisant augmenter la production du transporteur-1 de l'acide monocarboxylique (MCT1), mais faisant chuter celle du transporteur de Na<sup>+</sup>/acide monocarboxylique (SMCT).
- La modification du contenu en amylose alimentaire a provoqué des changements dans le profil microbien des *Lactobacillus* spp. (LAC) dans le cæcum et le côlon, et des *Bactéroïdes-Prevotella-Porphyrmonas* (BAC) dans le côlon. Toutefois, le contenu en amylose n'a eu aucune influence sur la profondeur des cryptes et la hauteur des villosités.
- L'amidon à digestion lente a influencé les voies de signalisation pour le transport du glucose et des AGCC. Bien que des études indiquent que le récepteur de saveur sucrée T1R3 est directement lié à l'expression du transporteur-1 du glucose dépendant du sodium (SGLT1), les résultats obtenus laissent entendre que de

multiples voies pourraient être responsables de l'absorption et du métabolisme du glucose et des AGCC.

- L'augmentation du contenu en amylose peut moduler les profils microbiens du tube digestif, les concentrations d'acides gras volatils et le pH, qui peuvent jouer un rôle protecteur contre les bactéries pathogènes.
- Pour 50 échantillons d'aliments contenant de l'amidon (céréales et légumineuses), on a déterminé par la méthode *in vitro* la cinétique de la digestion de l'amidon. Les résultats nous indiquent que cette cinétique varie d'un aliment à un autre.
- En 2013, les résultats finaux de ce projet ont été présentés dans :
  - Un résumé de recherche
  - Un manuscrit, qui a été préparé et qui est présentement révisé par les coauteurs
  - Un manuscrit, qui a été préparé, mais qui nécessite des données additionnelles

## **3. Composition microbienne de l'intestin**

(Andrew Van Kessel, Université de la Saskatchewan)

Ce projet a permis de bâtir un modèle permettant d'étudier les effets, sur la santé de l'intestin, de protéine de moindre qualité couramment présente dans les ingrédients fait à partir de sous-produits alimentaires.

On a démontré que des rations contenant une importante concentration de tourteau de soya altéré par la chaleur génèrent des niveaux élevés de produits de la fermentation des protéines dans le côlon. L'ajout de pulpe de betterave et de son de blé comme sources de fibres a fait chuter les concentrations de ces toxines, sans toutefois atteindre le niveau observé avec des rations faible en protéines. Indépendamment de leur contenu en fibres, ces rations entraînaient également une inflammation du côlon. On y observait en effet plus de mucus et une réorganisation des jonctions cellulaires afin de maintenir la fonction de barrière.

L'accroissement de la fermentation des protéines dans le côlon n'a pu être confirmé avec des rations contenant des niveaux élevés de protéine de pois, que celles-ci aient été formulées en utilisant de l'orge à grains nus du cultivar CDC Fibar (contenu élevé en  $\beta$ -glucane) ou du cultivar CDC McGwire (contenu faible en  $\beta$ -glucane) ou de l'amidon de pois comme source principale d'hydrates de carbone. La digestibilité de la protéine est en effet affectée de façon imprévisible par les interactions entre la source d'hydrates de carbone et la protéine.

## **4. Alimentation liquide des porcs en croissance – études de macération et de fermentation in vitro**

(Kees de Lange, Université de Guelph)

La valeur nutritive d'un grand nombre d'échantillons de drêche de distillerie avec solubles (DDGS) de maïs vendue en Ontario a été déterminée, en se basant sur des analyses nutritionnelles, par spectrométrie dans le proche infrarouge et par mesures objectives de couleur, de même que par la digestibilité *in vitro* et *in vivo*





des éléments nutritifs. Les résultats ont confirmé une variabilité considérable entre les échantillons. Même si la couleur s'est avérée une prédiction raisonnable de la valeur nutritionnelle des échantillons de DDGS, cette simple mesure avait toutefois ses limites.

## MODÈLE

### **5. Élaboration d'un modèle**

(Kees de Lange, Université de Guelph)

Ceprojet a permis le développement d'un logiciel convivial servant à estimer les besoins nutritionnels des porcs de différentes catégories élevés dans diverses conditions. De nouvelles connaissances sur l'utilisation des nutriments par les porcs en croissance-finition ont été intégrées dans deux progiciels conviviaux. Le logiciel a été utilisé pour l'évaluation des impacts financiers et environnementaux de stratégies alimentaires alternatives pour des unités de croissance-finition (NRC 2012 et PorkMaster). De nouvelles applications de ce logiciel visent à prédire les besoins nutritionnels des mâles entiers immunisés contre l'hormone de libération des gonadotrophines (pour la maîtrise de l'odeur de verrat dans la viande) et à estimer les pertes de nutriments dans l'environnement.

**Un autre logiciel, PorkMaster, comprenant une base de données d'ingrédients et une trousse de formulation des aliments à moindre coût, a été mis à la disposition des experts du secteur porcin et permet d'évaluer les impacts financiers et environnementaux de stratégies alimentaires alternatives pour les unités de croissance-finition.**

## VALIDATION

### **6. Validation de la valeur énergétique nette de DDGS pour les porcs de croissance-finition en conditions commerciales**

(Ruurd Zijlstra, Université de l'Alberta et Eduardo Beltranena, Alberta Agriculture and Rural Development)

Après avoir servi à des porcs des rations pour lesquelles on avait présumé que l'énergie nette (EN) de la DDGS de blé étaient de 1,5, 1,7, 1,9, 2,1, 2,3 et 2,5 Mcal/kg, nous avons pu confirmer que l'EN de la DDGS de blé étaient de 2,1 et 2,15 Mcal/kg. Le fait d'avoir validé l'EN de la DDGS en conditions commerciales donnera aux nutritionnistes de l'industrie une confiance accrue pour une valeur qui n'était auparavant basée que sur des calculs.

### **7. Effet de l'augmentation de la quantité de tourteau de canola juncea à graine jaune extrait par pression dans la ration sur la performance de croissance des porcs, les caractéristiques de la carcasse et la composition des lipides de la viande des porcs élevés en conditions commerciales**

(Ruurd Zijlstra, Université de l'Alberta et Eduardo Beltranena, Alberta Agriculture and Rural Development)

Une inclusion croissante de tourteau de canola *B. juncea* extrudé et pressé dans la ration, jusqu'à une concentration de 200 g/kg, a réduit de manière linéaire la disparition des aliments, le gain de poids, le poids de la carcasse de même que l'épaisseur de la longe. Elle a aussi provoqué un accroissement de l'insaturation du gras des bajoues. La baisse de la prise alimentaire a été attribuée au contenu élevé (10  $\mu\text{mol/g}$ ) en 3-butényle, un glucosinolate plus amer que ceux retrouvés dans le tourteau de canola conventionnel. En dépit de la promesse d'une meilleure efficacité alimentaire due à la plus grande valeur énergétique de *B. juncea* comparativement au tourteau de canola conventionnel, son contenu élevé en 3-butényle contraint son usage.

### **8. Alimentation liquide – études des performances du porc**

(Kees de Lange, Université de Guelph)

Dans les cinq études d'alimentation liquide avec des DDGS, l'utilisation d'enzymes de dégradation des fibres et d'inoculants microbiens a entraîné des résultats contradictoires pour les performances de croissance des porcs. Dans les deux premières études, on a observé des effets bénéfiques et additifs de l'utilisation combinée d'enzymes de dégradation des fibres et d'inoculants microbiens dans l'alimentation liquide des porcs; le tout coïncidait avec d'importantes augmentations du contenu en acide lactique des DDGS macérées. De telles réponses n'ont toutefois pas été observées dans des études ultérieures. Des études additionnelles sont justifiées afin de mieux maîtriser les conditions de fermentation des DDGS ainsi que de comprendre davantage les interactions entre différents lots de DDGS et l'utilisation d'enzymes et d'inoculants microbiens. En effet, des résultats très préliminaires de tests *in vitro* indiquent que le pH initial variait selon le lot lors de la macération des DDGS.

