

Le marc de pomme en post-sevrage améliore-t-il les performances et la santé digestive du porcelet ?

Sandrine DUFOURNY (1), Nadine ANTOINE (2), Elena PITCHUGINA (1), Véronique DELCENSERIE (2), Stéphane GODBOUT (3), Eric FROIDMONT (1), Pierre RONDIA (1), José WAVREILLE (1) et Nadia EVERAERT (4)

(1) Centre wallon de Recherches agronomiques, Rue de Liroux 9, 5030 Gembloux, Belgique

(2) Université de Liège, Quartier Vallée 2, Avenue de Cureghem, 7A-7D, 4000 Liège, Belgique

(3) Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, Rue Einstein, 2700, Québec, QC, Canada G1P3W8

(4) Université de Liège, Passage des Déportés, 5030 Gembloux, Belgique

s.dufourny@cra.wallonie.be

Does apple pomace improve performances and intestinal health of piglets during the post-weaning period?

Apple pomace is known to be rich in biomolecules (polyphenols, triterpens) beneficial for health. This feature could be used advantageously during the critical step of piglet weaning. The aim of the study was to determine effects of adding apple pomace - at two levels - to the diet of piglets during the post-weaning period on their performances, intestinal morphology, microbial diversity and bacterial populations. An experiment was performed on 42 piglets for 5 weeks, beginning at weaning (28 days old). Three iso-energetic and iso-nitrogenous diets were formulated for the experiment (control diet and experimental diets including 2% or 4% dried apple pomace by mass). Piglets were assigned to seven boxes for each of the three diets following a randomized complete block design. Results showed that adding 4% apple pomace was beneficial for intestinal morphology and a positive effect was observed on the feed conversion ratio ($p = 0.002$) and the energetic feed conversion ratio ($p = 0.004$). The microbial equilibrium established in pigs receiving 4% apple pomace may improve their intestinal health and contribute to the improved performances. This was particularly noticeable for the *Firmicutes*, *Bacteroidetes* and *Proteobacteria* populations colonizing the caecal mucosa of the piglets. Since this beneficial effect was not observed for piglets receiving 2% apple pomace, however, a minimum level of incorporation seems to be required.

INTRODUCTION

Le marc de pomme (MP) contient des molécules aux propriétés anti-inflammatoires ou antioxydantes (polyphénols, triterpènes - Grigoras *et al.*, 2013). Incorporé dans un aliment pour porcelets, le MP pourrait réduire les désordres digestifs survenant au sevrage. L'étude a donc pour objet d'évaluer l'effet de l'ajout de deux doses de MP à l'aliment au cours du post-sevrage (PS) sur les performances zootechniques et la santé digestive, vue au travers la morphologie intestinale et le microbiote dans cette étude.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

L'essai a été mené en PS durant cinq semaines sur 42 porcelets Piétrain x Landrace sevrés à 28 jours et exempts de tout traitement antibiotique. Ils ont été répartis par groupes de deux (un mâle castré avec une femelle) en blocs aléatoires complets dans 21 loges sur base de la portée et du poids selon un dispositif expérimental comportant trois aliments x sept loges. Les aliments témoins et expérimentaux (incluant 2% ou 4% de MP séché en sortie d'une presse fabriquant du cidre) étaient formulés pour être iso-énergétiques (9,6 MJ EN/kg) et iso-protéiques (17,5 % PB). En fin de PS, les mâles ont été euthanasiés (protocole éthique ULg, 14-1823).

Un segment de duodénum, jéjunum et iléon ainsi que les contenus et les muqueuses du caecum et du côlon proximal ont été prélevés.

1.2. Mesures expérimentales

Les performances (gain quotidien moyen – GQM-, indice de consommation –IC- et indice de consommation énergétique – ICE-) ont été calculées sur base d'une moyenne par loge. Les segments intestinaux ont permis de mesurer la hauteur des villosités et la profondeur des cryptes pour caractériser la morphologie intestinale. Les contenus intestinaux et les muqueuses ont été analysés par séquençage haut débit (16S rRNA, après extraction de l'ADN et amplification de la région V3-V4 par PCR) pour déterminer l' α -diversité du microbiote et l'abondance relative des bactéries.

1.3. Traitement statistique

Les données de performances et morphologie ont été traitées par analyse de la variance à deux critères de classification : aliment et bloc (procédure glm, SAS v9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC). Le test de Student-Newman et Keuls a été employé pour structurer les moyennes. Les données de séquençage ont été traitées avec le logiciel QIIME (v 1.9.0, base de données « Greengenes 13_8 »). Le test non paramétrique de permutation de Monte Carlo a été utilisé pour l' α -diversité et celui de Kruskal Wallis pour traiter les abondances relatives.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les porcelets recevant un régime supplémenté avec 4% de MP ont présenté de meilleurs IC et ICE par rapport aux animaux recevant le régime témoin (Tableau 1), ce qui pourrait s'expliquer entre autres par les différences de morphologie intestinale de ces porcelets. Ces observations renforcent celles de Sehm *et al.* (2007) montrant un effet bénéfique du MP sur les villosités - à certaines périodes du PS - et sur l'activité du tissu lymphoïde intestinal (superficie des plaques de Peyer).

Les performances des porcelets 2% MP étaient similaires à celles des porcelets de l'aliment témoin et les paramètres de morphologie intestinale étudiés étaient intermédiaires et statistiquement non différents de ceux des deux autres aliments. La différence de performance par rapport aux 4% MP pourrait partiellement s'expliquer par des facteurs liés au microbiote intestinal. En effet, une plus grande α -diversité du microbiote, pouvant influencer positivement l'état de santé (Dominguez Bello *et al.*, 2018), a été observée dans certaines zones intestinales des porcelets 4% MP (Chao 1, OTU et diversité phylogénétique). Les paramètres de diversité microbienne des témoins étaient intermédiaires et non différents des aliments MP. Au vu de l'importance des *Bacteroidetes* dans le tractus gastro-intestinal (Thomas *et al.*, 2011), leur plus faible abondance dans la muqueuse du caecum des porcelets 2% MP pourrait en partie expliquer les moindres bénéfices de cet aliment comparativement aux aliments 4% MP et témoin.

L'hypothèse d'un meilleur ratio *Firmicutes/Proteobacteria*, inspirée des travaux de Mon *et al.* (2015), est privilégiée pour expliquer l'avantage pris par les porcelets 4% MP sur les témoins. *Campylobacter*, un genre du phylum *Proteobacteria* pouvant être associé à un état de maladie (Burrough *et al.*, 2013), tendait à présenter une abondance accrue chez les témoins. De plus, la muqueuse du côlon proximal (données non communiquées) des témoins (n=4) renfermait 9,9 % d'*Epsilonproteobacteria*, une classe des *Proteobacteria* qui regroupe *Campylobacter* et *Helicobacter*, associées toutes deux à des pathologies digestives humaines comme rapporté par Cornelius *et al.* (2012). Cette classe était moins abondante chez les porcelets 2 et 4 % MP et valait respectivement 7,4 % (n=6) et 4,8 % (n=4). L'impact d'une abondance relative doublée de ces bactéries sur la santé digestive des témoins, bien que pas statistiquement significative, peut poser question et mériterait un complément d'étude. Si cette hypothèse était confirmée, cela pourrait en partie expliquer pourquoi les porcelets 4 % MP se sont démarqués avantageusement des témoins.

CONCLUSION

L'ajout de 4% de MP dans l'aliment en PS influence positivement certains paramètres de morphologie intestinale, la diversité du microbiote du caecum et l'abondance relative des phylas bactériens dominants en fin de PS. Les performances zootechniques sont améliorées. Les résultats plus mitigés avec 2% de MP semblent indiquer la nécessité d'une dose minimale pour constater un effet bénéfique.

Tableau 1 – Performances, morphologie intestinale (MI), α -diversité et abondance relative de bactéries à 35j PS

| | | Témoin (n=6) | 2% MP (n=7) | 4% MP (n=6) | SEM | p-valeur |
|---------------------|---|--------------------|--------------------|-------------------|-------|----------|
| Performances | Poids vif initial, kg | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 0,1 | > 0,10 |
| | Poids vif final, kg | 21,0 | 22,6 | 23,1 | 0,4 | > 0,10 |
| | GQM (gain quotidien moyen), kg/j | 0,361 | 0,406 | 0,421 | 0,012 | > 0,10 |
| | IC (indice de consommation) | 1,79 ^a | 1,75 ^a | 1,59 ^b | 0,03 | 0,002 |
| | ICE (IC énergétique), MJ EN ingéré/kg croît | 16,9 ^a | 16,8 ^a | 15,2 ^b | 0,2 | 0,004 |
| MI | Hauteur des villosités - duodénum, μ m | 320 ^a | 381 ^{ab} | 429 ^b | 16,4 | 0,018 |
| | Hauteur des villosités/Profondeur des cryptes - iléon | 0,94 ^a | 1,03 ^{ab} | 1,33 ^b | 0,07 | 0,039 |
| α -diversité | Chao 1 ¹ – muqueuse caecum | 771 ^{ab} | 668 ^a | 849 ^b | 27,1 | 0,045 |
| | Chao 1 – chyme caecum | 1103 ^{ab} | 990 ^a | 1189 ^b | 29,5 | 0,015 |
| | Nombre de taxons opérationnels (OTU)- chyme caecum | 707 ^{ab} | 633 ^a | 790 ^b | 22,3 | 0,024 |
| | Diversité phylogénétique (PD Whole)- chyme caecum | 40,0 ^{ab} | 36,1 ^a | 44,3 ^b | 1,21 | 0,030 |
| Abondance relative | <i>Bacteroidetes</i> - muqueuse caecum, % | 14,6 ^b | 6,5 ^a | 13,6 ^b | 1,27 | 0,049 |
| | <i>Firmicutes</i> - muqueuse caecum, % | 78,3 ^a | 90,1 ^b | 82,4 ^a | 1,68 | 0,045 |
| | <i>Proteobacteria</i> - muqueuse caecum, % | 5,6 | 1,3 | 3,0 | 0,628 | 0,053 |
| | <i>Campylobacter</i> (espèce non définie), % | 2,5 | 0,5 | 0,9 | 0,338 | 0,083 |
| | | | | | | |

^{a, b} les valeurs affectées d'une lettre différente sur une même ligne sont statistiquement différentes ;

¹Chao 1 : indice estimant le nombre d'espèces dans l'environnement à partir du nombre d'espèces dans l'échantillon

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Burrough E., Terhorst S., Sahin O., Zhang Q., 2013. Prevalence of *Campylobacter* spp. relative to other enteric pathogens in grow-finish pigs with diarrhea. *Anaerobe*, 22 111-114.
- Cornelius A.J., Chambers S., Aitken J., Brandt S.M., Horn B., On S.L.W., 2012. *Epsilonproteobacteria* in Humans, New Zealand. *Emerg. Infect. Dis.*, 18 (3), 510-512.
- Dominguez Bello M.G., Knight R., Gilbert J.A., Blaser M.J., 2018. Preserving microbial diversity. *Science*, 362 (6410), 33-34.
- Grigoras C.G., Destandau E., Fougère L., Elfakir C., 2013. Evaluation of apple pomace extracts as a source of bioactive compounds. *Ind. Crop. Prod.*, 49, 794– 804.
- Mon K.K.Z., Saelao P., Halstead M.M., Chanthavixay G., Chang H-C., Garas L., Maga E.A., Zhou H., 2015. *Salmonella enterica* Serovars Enteritidis Infection Alters the Indigenous Microbiota Diversity in Young Layer Chicks. *Front. Vet. Sci.* 2:61, 1-16.
- Sehm J., Lindermayer H., Dummer C., Treutter D. Pfaffl M. W., 2007. The influence of polyphenol rich apple pomace or red-wine pomace diet on the gut morphology in weaning piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 91, 289–296.
- Thomas F., Hehemann J-H, Rebuffet E., Czjzek M., Michel G., 2011. Environmental and gut *Bacteroidetes*: the food connection. *Frontiers in Microbiology*, 2:93, 1-16.