











vérifier que les effets observés *in vivo* sont bel et bien dus à l'ajout d'enzyme. Le modèle *in vitro* permet une prédiction de l'effet xylanase bien que l'augmentation de la libération en NSP soit beaucoup plus élevée (45%) que l'amélioration de la DIA *in vivo* (18%). Cela peut être dû aux conditions plus contrôlées observées *in vitro* telles que le pH et le temps de rétention. *In vivo*, le pH varie à la suite des repas et en fonction de la fréquence des repas et de l'apport en fibres, car les aliments et les fibres peuvent agir comme tampons dans l'estomac (Wenk, 2001). La modification du pH influence l'activité des enzymes exogènes, car elles ont des valeurs de pH optimales pour la dégradation. Pour la xylanase, la fenêtre d'activité est comprise entre pH 4 et 6 (Svihus, 2010). Dans le modèle *in vitro*, le pH de l'estomac a été fixé à 3,5 et le pH de l'intestin à 6,8. Le pH n'a pas été mesuré *in vivo*, mais est dynamique et varie dans le temps. Le temps de rétention peut également jouer sur l'action de la xylanase. Un temps de rétention plus long donne plus de temps pour la dégradation, mais expose également la xylanase exogène aux protéases endogènes, ce qui peut entraîner une diminution de l'activité de la xylanase (Strube *et al.*, 2013). Le temps de rétention *in vitro* était de 90 minutes dans l'estomac et de 4 heures dans l'intestin grêle.

Le temps de rétention *in vivo* n'a pas été mesuré, mais varie en fonction de la taille et de la fréquence des repas ainsi que de l'apport en fibres. Van Leeuwen et Jansman (2007) ont rapporté que le temps de rétention était de 67,3 heures pour une ration riche en fibres distribuée deux fois par jour alors que Wilfart *et al.* (2007) ont plutôt mesuré 49,7 heures pour une ration avec une teneur en fibres similaire distribuée en six repas par jour. Aucun effet de l'expérience n'a été observé pour la DIA de MS indiquant que le modèle *in vitro* peut bien prédire la digestibilité globale de l'aliment (résultats non présentés).

## CONCLUSION

En conclusion, la supplémentation en enzymes peut améliorer la digestibilité des NSP dans les aliments riches en fibres. Par contre, la taille et la fréquence des repas ont peu d'impact sur la digestibilité des fibres. Un modèle *in vitro* peut prédire l'effet de la xylanase *in vivo*. Cependant, l'évaluation du pH et du temps de rétention *in vivo* doit être effectuée afin de mieux comprendre l'effet limité de la taille des repas et de leur fréquence et de construire un modèle *in vitro* plus représentatif des conditions physiologiques.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aftab U., Bedford M., 2018. The use of NSP enzymes in poultry nutrition: myths and realities. *World's Poultry Science Journal*, 74, 277-286.
- AOAC, 2007. Official methods of analysis. AOAC International.
- Auffray P., Martinet J., Rérat A., 1967. Quelques aspects du transit gastro-intestinal chez le porc. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 7, 261-279.
- Bach Knudsen K.E., 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 67, 319-338.
- Bach Knudsen K.E., 2005. Effect of dietary non-digestible carbohydrates on the rate of SCFA delivery to peripheral tissues. *Foods and Food Ingredients J. Japan*, 1008-1017.
- Bedford M.R., 2018. The evolution and application of enzymes in the animal feed industry: the role of data interpretation. *Br. Poult. Sci.*, 59, 486-493.
- Chastanet F., Pahl A.A., Pedersen C., Stein H.H., 2007. Effect of feeding schedule on apparent energy and amino acid digestibility by growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 132, 94-102.
- de Lange C., Pluske J., Gong J., Nyachoti C., 2010. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livest. Sci.*, 134, 124-134.
- Gray G.M., 1992. Starch digestion and absorption in nonruminants. *J. Nutr.*, 122, 172-177.
- Mroz Z., Jongbloed A.W., Kempe P.A., 1994. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. *J. Anim. Sci.*, 72, 126-132.
- NRC, 2012. Nutrient requirements of swine. Eds, National Academies Press, Washington, DC, xvii, 400 p.
- Owusu-Asiedu A., Simmins P.H., Brufau J., Lizardo R., Péron A., 2010. Effect of xylanase and  $\beta$ -glucanase on growth performance and nutrient digestibility in piglets fed wheat-barley-based diets. *Livest. Sci.*, 134, 76-78.
- Rodríguez-Lagunas M., Pérez-Cano F., 2019. Chapter 17 Fibre and fibre breakdown products as microbial and immune defense modulators. In: *The value of fibre: Engaging the second brain for animal nutrition*, G. González-Ortiz, M.R. Bedford, K.E. Bach Knudsen, C.M. Courtin, H.L. Classen (Eds.), Wageningen Academic Publishers, p 1055.
- Roth F.V., Kirchgessner M., 1985. Verdaulichkeit und intestinale Passagerate beim Schwein in Abhängigkeit vom Fütterungsniveau und Rohfasergehalt des Futters. *Zeitschr. Tierphys. Tierernähr. Futtermittelk.*, 53, 254-264.
- Ruckebusch Y., Bueno L., 2008. The effect of feeding on the motility of the stomach and small intestine in the pig. *Br. J. Nutr.*, 35, 397-405.
- Selle P., Ravindran V., Partridge G., 2009. Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheat-based broiler diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 153, 303-313.
- Strube M.L., Meyer A.S., Boye M., 2013. Mini review: basic physiology and factors influencing exogenous enzymes activity in the porcine gastrointestinal tract. *Anim. Nutr. Feed Technol.*, 13, 441-459.
- Svihus, B., 2010. Effect of digestive tract conditions, feed processing and ingredients on response to NSP enzymes. In: *Enzymes in farm animal nutrition*. M.R. Bedford, G.G. Partridge (eds), CABI, Wallington, Oxford, UK, p.130
- van Leeuwen P., Jansman A., 2007. Effects of dietary water holding capacity and level of fermentable organic matter on digesta passage in various parts of the digestive tract in growing pigs. *Livest. Sci.*, 109, 77-80.
- Vangsøe C.T., Sørensen J.F., Bach Knudsen K.E., 2019. Aleurone cells are the primary contributor to arabinoxylan oligosaccharide production from wheat bran after treatment with cell wall-degrading enzymes. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 54, 2847-2853.
- Vangsøe C.T., Nørskov N.P., Devaux M.-F., Bonnin E., Bach Knudsen K.E., 2020. A carbohydrase complex rich in xylanases and arabinofuranosidases affects the autofluorescence signal and liberates phenolic acids from the cell wall matrix in wheat, maize, and rice bran: An *in vitro* digestion study. *J. Agric. Food Chem.*, 9878-9887.
- Wenk C., 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 90, 21-33.
- Wilfart A., Montagne L., Simmins H., Noblet J., van Milgen J., 2007. Effect of fibre content in the diet on the mean retention time in different segments of the digestive tract in growing pigs. *Livest. Sci.*, 109, 27-29.
- Wubben J.E., Smiricky M.R., Albin D.M., Gabert V.M., 2001. Improved procedure and cannula design for simple-T cannulation at the distal ileum in growing pigs. *J. Am. Assoc. Lab. Anim.*, 40, 27-31.