

Aliments diététiques contenant de la caroube contre la diarrhée du porcelet sevré

Andreas Gutzwiller

Agroscope, Institut des sciences en production animale IPA, 1725 Posieux, Suisse

Renseignements: Andreas Gutzwiller, e-mail: andreas.gutzwiller@agroscope.admin.ch



Figure 1 | Porcelet buvant la solution électrolytes et glucose (par litre: 20 g glucose, 3,5 g NaCl, 2,5 g NaHCO₃, 1,5 g KCl)

Introduction

Le sevrage des porcelets entraîne un changement abrupt de leur alimentation. Ils passent du lait de truie à un aliment solide à base de céréales. Aussi longtemps que leur système digestif n'est pas adapté à la digestion d'aliments solides, ils souffrent fréquemment de diarrhées. Afin de réduire les risques de mortalité et de mauvaises performances zootechniques, les lots de porcelets sevrés sont souvent traités avec des antibiotiques administrés par le biais de l'alimentation. Or, pour éviter la propaga-

tion de la résistance aux antibiotiques, la commission de l'Union Européenne (EC 2015) déconseille formellement les traitements préventifs aux antibiotiques. Une alimentation restrictive, l'utilisation d'aliments riches en fibres contenant peu de protéines ainsi que l'administration d'acides organiques et de leurs sels sont des moyens non médicamenteux pour réduire le risque de diarrhées en post-sevrage. La question se pose si les tanins, souvent utilisés pour traiter les diarrhées avant la découverte des antibiotiques, ont un effet préventif contre les diarrhées des porcelets sevrés. Les fruits du caroubier, un arbre méditerranéen, contiennent des tanins réputés pour avoir un effet anti-diarrhéique. Par le passé, le produit Arobon®, à base d'extrait de caroubes, était utilisé en médecine humaine pour traiter les diarrhées.

A l'Institut des sciences en production animale (IPA), nous avons examiné si des aliments diététiques contenant de la caroube comme source de tanins et de la farine de paille ou du marc de pomme comme sources de fibres avaient un effet préventif contre les diarrhées en post-sevrage et quel était l'effet d'une diète de dix jours sur le gain de poids des porcelets pendant toute la durée d'élevage.

Animaux, matériel et méthodes

Jusqu'au début de l'essai, qui a commencé le troisième jour après le sevrage, les porcelets sont restés dans les box en maternité et avaient à disposition un aliment complémentaire pour porcelets allaités. Dans chacune des trois séries expérimentales, les 64 porcelets de la race Grand Porc Blanc ont été répartis en 32 paires de frères ou de sœurs ayant un poids semblable. Un animal par paire a suivi la variante «diète» (D), l'autre faisait partie de la variante «témoin» (T). Chacun des 32 box de l'étable expérimentale (2,6 x 1 m) était occupé par deux porcelets de la même variante d'essai. Les porcelets T ont reçu l'aliment témoin T, tandis que les porcelets D ont reçu l'aliment diététique pendant dix jours avant de passer à l'aliment T. L'aliment diététique contenant de la caroube et de la paille moulue (aliment CP), utilisé dans les séries 1 et 2, a été remplacé dans la troisième série par un aliment contenant de la caroube et du marc de pomme (aliment



Figure 2 | Fruits du caroubier (source: Feedipedia)

CM; tabl. 1). Les aliments diététiques et l'aliment témoin avaient la même teneur en matière azotée (MA) et en phosphore digestible par mégajoule (MJ) d'énergie digestible pour porcs (EDP; tabl. 1). Leur teneur en acides aminés essentiels correspondait aux recommandations en vigueur. Les aliments granulés ont été distribués à volonté. La consistance des fèces de chaque porcelet a été évaluée une fois par jour entre le deuxième et le onzième jour de l'essai (1= solide; 2=pâteux; 3=liquide) et la somme des notes ainsi que le nombre de jours où la diarrhée a été observée ont été calculés. Comme la durée des diarrhées était un paramètre important, seules les diarrhées graves ont été traitées. Dès qu'un porcelet montrait les premiers signes d'apathie et de déshydratation, un abreuvoir contenant une solution d'électrolytes et de glucose était installé dans le box (fig. 1).

Résultats

Diarrhées

Des bactéries *E. coli* entéropathogènes, une flore mixte de différentes bactéries et des rotavirus (virus entéropathogène) ont été détectés respectivement 8, 10 et 2 fois dans des échantillons de fèces de 18 porcelets des trois séries souffrant de diarrhées. L'aliment diététique CP contenant 20 % de caroube et 8 % de paille moulue, utilisé dans les deux premières séries, n'a pas amélioré la consistance des fèces et n'a pas réduit la fréquence des diarrhées ($P > 0,10$; fig. 3 et 4). Dans la troisième série, caractérisée par une fréquence élevée de diarrhées, l'aliment diététique CM, contenant 30 % de caroube et 9 % de marc de pomme au lieu de la paille, a amélioré la consistance des fèces ($P=0,04$) et a diminué la fréquence des diarrhées ($P=0,003$; fig. 3 et 4).

Résumé ■ L'effet préventif de deux aliments diététiques contre les diarrhées a été testé chez 192 porcelets sevrés. L'aliment témoin contenait, par kg, 175 g de matière azotée (MA), 42 g de lignocellulose (ADF), 116 g de fibre soluble dans un détergent de pH neutre (NDF) et 13,9 mégajoules (MJ) d'énergie digestible pour porcs (EDP). Le premier aliment diététique (CP) contenait 20 % de caroube avec graines et 8 % de paille moulue, tandis que le second (CM) contenait 30 % de caroube avec graines et 9 % de marc de pomme. Ces aliments contenaient tous deux 150 g MA et respectivement 106 et 146 g ADF, 190 et 245 g NDF ainsi que 11,5 et 11,1 MJ EDP par kg. L'aliment diététique CP n'a réduit ni le nombre de jours de diarrhée (0,19 jour/porcelet dans la variante diète et 0,23 jour/porcelet dans la variante témoin) ni la notation de la consistance des fèces ($P > 0,10$). L'aliment diététique CM par contre a réduit le nombre de jours de diarrhée (0,8 contre 2,0 jours) et a amélioré la consistance des fèces ($P < 0,01$). Comme les graines de caroube augmentent la viscosité du contenu intestinal et favorisent ainsi l'apparition de diarrhées, il serait judicieux de tester, dans des essais futurs, l'effet de la caroube égrainée contre les diarrhées.

Aucun porcelet n'a été traité aux antibiotiques. La plupart des porcelets malades ont bu immédiatement la solution de glucose et d'électrolytes à leur disposition pour combattre la perte d'eau et d'électrolytes. Quatre des 192 porcelets (2 %) sont morts suite à une diarrhée aiguë, dont deux animaux témoins pendant les dix premiers jours de l'essai ainsi qu'un porcelet expérimental et un témoin pendant la période suivante. Les autres porcelets souffrant de diarrhées ont récupéré quelques jours après le début des diarrhées.

Ingestion et gain de poids

Dans la première série, la prise de nourriture n'a pas pu être évaluée pendant les dix premiers jours de l'essai, car les porcelets ont gaspillé beaucoup de nourriture en raison des automates inadaptés (tabl. 2). Les porcelets n'ont pas augmenté leur consommation d'aliment diététique

Tableau 1 | Matières premières et nutriments principaux dans les aliments (g/kg, 88 % MS)

	Aliment témoin T	Diète CP (caroube + paille) séries 1,2	Diète CM (caroube + marc de pomme) série 3
Matières premières			
Blé	560	330	
Avoine			180
Flocons d'avoine			180
Orge		60	
Maïs	120	80	
Tourteau d'extraction de soja	100		30
Protéines de pomme de terre	30	70	40
Poudre de lait écrémé	50	50	50
Son de blé	90	100	100
Caroube		200	300
Paille traitée à la NaOH		80	
Marc de pomme, avec pectines			85
Phosphate bicalcique	4	1	1
Sel pour bétail	4	4	6
Formiate de calcium	14	9	8
Globamax Performance® ¹	2	2	2
Prémix oligo-éléments et vitamines	4	4	4
Nutriments et énergie			
Matière azotée	176	149	147
Cendres	46	42	45
Matière grasse	43	21	32
Cellulose brute	26	52	90
ADF	42	106	146
NDF	116	190	245
EDP, MJ/kg	13,9	11,5	11,1

ADF = lignocellulose.

NDF = fibre soluble dans un détergent à pH neutre.

EDP = énergie digestible pour porcs.

Les aliments complétés avec les acides aminés lysine, méthionine et thréonine contenaient par kg 0,1 g Natuphos 5000 G (Phytase) et 3 g Pellan (produit cellulosique hydrosoluble facilitant la granulation).

¹butyrate de calcium enrobé.

CP contenant de la paille afin de compenser sa teneur réduite en énergie et en nutriments. En revanche, l'aliment diététique CM tendait à être ingéré en plus grande quantité que l'aliment témoin ($P = 0,09$). Par conséquent, l'énergie et les nutriments ingérés ont été quasiment identiques entre les porcelets témoins et les porcelets sous diète de la troisième série. Après la période de diète, ni l'ingestion ni l'indice de consommation n'ont différé entre les deux groupes ($P > 0,10$).

La réduction du gain de poids dans la variante D (tabl. 3) pendant la période de diète n'a pas été statistiquement différente de la variante T ($P > 0,10$), due à une forte variabilité des données. L'ingestion de la diète pendant dix jours n'a pas diminué le gain de poids pendant la durée entière de l'essai ($P > 0,10$).

Discussion

Diarrhées

Les résultats des analyses de selles montrent qu'environ la moitié des cas de diarrhées était provoquée par des agents entéropathogènes (*E. coli* et rotavirus), tandis que la flore bactérienne mixte, analysée dans la moitié des échantillons examinés, indique que d'autres causes seraient à l'origine de la moitié des diarrhées observées, par exemple une fermentation dans le gros intestin de nutriments insuffisamment digérés et par conséquent non absorbés au niveau de l'intestin grêle. L'aliment diététique CP contenant 20 % de caroube et 8 % de paille moulue distribué dans les séries 1 et 2 n'a pas réduit la fréquence des diarrhées. Des effets diététiques de l'ali-

Tableau 2 | Consommation journalière par animal (g) et indice de consommation (kg/kg)

Série (64 animaux par série)		1	2	3
Aliment diététique		CP	CP	CM
Ingestion les dix premiers jours (aliment diète resp. témoin)	Diète	- ¹	287±54	303±108
	Témoin	- ¹	276±76	242±73
	<i>P</i>	-	0,50	0,09
Ingestion jour 11–31 (aliment témoin)	Diète	722±133	737±98	685±117
	Témoin	722±132	700±107	724±107
	<i>P</i>	1,0	0,26	0,22
Indice de consommation Jour 11–31	Diète	1,62±0,12	1,60±0,14	1,58±0,16
	Témoin	1,59±0,08	1,59±0,12	1,60±0,11
	<i>P</i>	0,42	0,66	0,71

P = probabilité d'erreur.

CP = aliment diététique contenant de la caroube et de la paille.

CM = aliment diététique contenant de la caroube et du marc de pomme.

¹Dans la série 1, beaucoup d'aliment a été gaspillé pendant les dix premiers jours de l'essai.

Tableau 3 | Poids initial (kg) et gain de poids journalier (GPJ, g) pendant les dix premiers jours (diète dans la variante D) et pendant toute la durée de l'essai (31 jours)

Série		1	2	3
Aliment diététique		CP	CP	CM
Poids initial	Diète	8,64±1,47	8,60±1,21	8,24±1,15
	Témoin	8,54±1,41	8,65±1,21	8,32±1,14
	<i>P</i>	0,99	0,86	0,91
GPJ 10 jours	Diète	88±113	119±60	137±90
	Témoin	115±110	127±113	154±81
	<i>P</i>	0,26	0,69	0,40
GPJ 31 jours	Diète	333±97	356±80	341±70
	Témoin	347±88	341±86	353±76
	<i>P</i>	0,52	0,48	0,39

P = probabilité d'erreur.

CP = aliment diététique contenant de la caroube et de la paille.

CM = aliment diététique contenant de la caroube et du marc de pomme.

ment témoin contenant du formiate de calcium et 9 % de son de blé (Molist *et al.* 2010) pourraient expliquer l'absence d'effet anti-diarrhéique de la diète CP. Cependant, l'incorporation de 30 % de caroube et le remplacement de la paille par le marc de pomme dans la diète CM a montré un effet anti-diarrhéique par rapport à l'aliment témoin. Il reste à déterminer si l'augmentation du taux de caroube ou l'ajout de marc de pomme ou les deux modifications ensemble ont eu un effet favorable. Sehm *et al.* (2007) ont démontré un effet positif de l'adjonction de 35 g de marc de pomme par kg d'aliment sur la muqueuse intestinale du porcelet sevré; en outre, 5 g de pectine de pomme (correspondant à 50-100 g de marc de pomme) par kg d'aliment améliorent les performances zootechniques des porcelets sevrés (Stalljohann

2010). Le remplacement de la paille riche en cellulose par le marc de pomme riche en hémicellulose et en pectine a probablement amélioré l'effet anti-diarrhéique de l'aliment diététique. La teneur en caroube recommandée dans les aliments pour porcs dans Feedipedia s'élève à 10–20 %. L'augmentation de la teneur en caroube à 30 % dans l'aliment diététique CM a augmenté sa teneur en tanins, réputés avoir un effet anti-diarrhéique, mais également sa teneur en galactomannanes (glucides se trouvant dans les graines de la caroube). Tout comme les β -glucanes du blé, les galactomannanes augmentent la viscosité du contenu de l'intestin grêle, ce qui accroît le risque de diarrhées chez le porcelet (Hopwood *et al.* 2002; Van Nevel *et al.* 2005; Kim *et al.* 2012; Molist *et al.* 2014).

Les tanins et leurs effets au niveau intestinal

Afin de se protéger contre des infections par des microorganismes et contre les ravageurs, certaines plantes produisent des tanins, molécules précipitant les protéines. Les tanins ont des effets antimicrobiens et antinutritifs, car ils forment des complexes insolubles avec les protéines ingérées ainsi qu'avec les enzymes digestifs. Comme les tanins diminuent la digestibilité des nutriments, on limite en général la quantité de matières premières ayant une teneur élevée en tanins, comme par exemple le sorgho, dans les rations de porcs. Néanmoins, en cas de risque de diarrhées infectieuses, leurs effets contre les microorganismes et leurs toxines ainsi que les effets inhibiteurs de certains tanins contre la perte de liquides provoquée par ces toxines peuvent contrer leurs effets antinutritionnels.

Les tanins sont une classe de macromolécules ayant une grande variabilité de formes chimiques et de modes d'action. On distingue deux grands groupes de ces substances:

a) Les tanins hydrolysables, par exemple les tanins se trouvant dans les feuilles, l'écorce et les glands de chêne, peuvent être dégradés en petites molécules absorbables au niveau de l'intestin grêle.

b) Les tanins condensés, présents par exemple dans le sainfoin et dans la caroube (fig. 2), ne sont pratiquement pas dégradés au niveau de l'intestin grêle; ils ne sont normalement pas absorbés et sont excrétés par les fèces.

Consommation d'aliment et gain de poids

La teneur en énergie et en nutriments, réduite d'environ 20 % dans les aliments diététiques, n'a réduit que de 10 à 15 % le gain de poids pendant la période de diète. Tandis que Montagne *et al.* (2012) ont fait l'expérience qu'une augmentation de la teneur en cellulose brute de 3 à 5 % (correspondant à une réduction de la teneur énergétique de 10,4 à 10,0 MJ/kg énergie nette de l'aliment) a entraîné une diminution du gain de poids des porcelets de 20 % pendant les deux premières semaines après le sevrage, Gerritsen *et al.* (2012) n'ont observé aucun effet sur le gain de poids des porcelets en augmentant la teneur en cellulose brute de l'aliment de 3 à 7 % (8,5 contre 9,9 MJ/kg énergie nette). Une réduction notable de l'ingestion de nutriments par rapport à l'ingestion volontaire, un

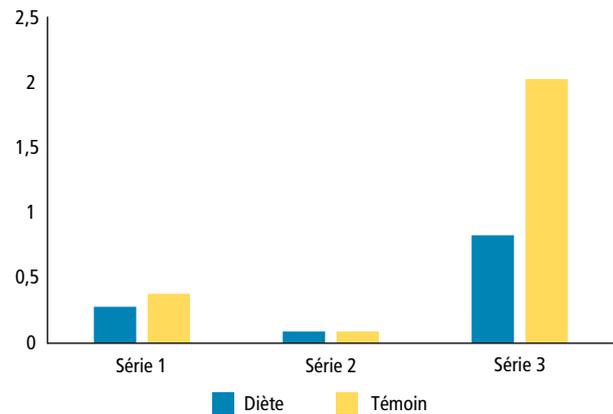


Figure 3 | Fréquence de diarrhées (nombre de jours où la diarrhée a été observée par porcelet; séries 1 et 2: aliment diététique CP - caroube + paille; série 3: aliment diététique CM - caroube + marc de pomme).

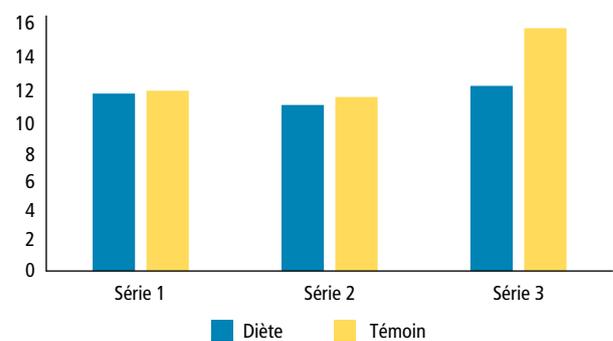


Figure 4 | Somme des notes de la consistance fécale (1 = ferme, 2 = pâteux, 3 = liquide; séries 1 et 2: aliment diététique CP - caroube + paille, série 3: aliment diététique CM - caroube + marc de pomme).

moyen de prévention efficace contre la diarrhée des porcelets sevrés selon Rantzer *et al.* (1996) et Dirkzwager *et al.* (2005), semble difficilement réalisable, d'après les résultats de notre expérience, en diminuant la teneur en nutriments de l'aliment par des matières premières riches en cellulose brute.

Conclusions

Un aliment diététique contenant 30 % de caroubes et 9 % de marc de pommes diminue la fréquence des diarrhées sans pour autant freiner la prise de nourriture. Il est probablement préférable d'utiliser la caroube égrainée comme ingrédient contre les diarrhées, au lieu de la caroube entière utilisée dans cet essai. ■

Riassunto**Alimento dietetico contenente carrube contro la diarrea nei suinetti**

L'effetto preventivo contro la diarrea di due alimenti dietetici è stato valutato somministrandoli a 192 suinetti svezzati. L'alimento di controllo conteneva per kg 175 g proteina (P), 42 g ADF, 116 g NDF e 13.9 MJ ED. L'alimento dietetico CP, che contiene il 20% di carrube (con semi) e l'8% di farina di paglia, e l'alimento dietetico CM, che contiene il 30% di carrube e il 9% di polpa di mele, hanno ottenuto per kg 150 g P, 106 risp. 146 g ADF, 190 risp. 245 g NDF e 11.5 risp. 11.1 MJ ED. L'alimento dietetico CP non ha ridotto il numero di giorni di diarrea (per suinetto 0.19 giorni nel gruppo dieta, 0.23 giorni nel gruppo controllo; $P > 0.10$) e non ha migliorato i valori della consistenza delle feci ($P > 0.10$). L'alimento dietetico CM ha ridotto il numero di giorni di diarrea (0.8 rispetto a 2.0 giorni) e ha migliorato la consistenza delle feci ($P < 0.01$). Siccome i carboidrati contenuti nei semi di carruba aumentano la viscosità del contenuto dell'intestino tenue e potrebbero dunque favorire la diarrea, per valutazioni future si dovrebbe fare uso di carrube senza semi.

Summary**Diets containing carob for diarrhoea prevention in weaned pigs**

The effectiveness of two different diarrhoea-prevention diets was tested using 192 newly weaned Large White pigs. The control diet contained 175 g crude protein (CP), 42 g ADF, 116 g NDF and 13.9 MJ digestible energy (DE) per kg. The 'SM' and 'AP' experimental diets comprising 20% whole carob pods plus 8% straw meal and 30% whole carob pods plus 9% apple pomace, respectively, contained 150 g CP, 106 and 146 g ADF, 190 and 245 g NDF, as well as 11.5 and 11.1 MJ DE per kg, respectively. The SM diet neither reduced the number of days with diarrhoea (0.19 vs. 0.23 days per piglet fed the SM diet and the control diet, respectively; $P > 0.10$) nor the average fecal score ($P > 0.10$). By contrast, the AP diet reduced the number of days with diarrhoea (0.8 vs. 2.0 days per piglet fed the AP diet and the control diet, respectively; $P < 0.01$), and improved the average fecal score ($P < 0.01$). Since carob seeds probably increase intestinal viscosity and may thus increase the risk of diarrhoea, carob pods without seeds may be more effective in preventing diarrhoea.

Key words: pig, weaned, diarrhoea, tannin, carob, pomace.

Bibliographie

- Dirkzwager A., Veldman B. & Bikker P., 2005. A nutritional approach for the prevention of Post Weaning Syndrome in piglets. *Anim. Res.* **54**, 231-236.
- EC, 2015. Guidelines for the prudent use of antimicrobials in veterinary medicine. Official Journal of the European Union C299/04. Accès: http://ec.europa.eu/health/antimicrobial_resistance/docs/2015_prudent_use_guidelines_en.pdf[25.3.2016]
- Feedipedia. Accès: <http://www.feedipedia.org/node/320>[25.3.2016]
- Gerritsen R., van der Aar P. & Molist F., 2012. Insoluble nonstarch polysaccharides in diets for weanling piglets. *J. Anim. Sci.* **90**, 318-320.
- Hopwood D., Pethick D. & Hampson D., 2002. Increasing the viscosity of the intestinal contents stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Brachyspira pilosicoli* in weaner pigs. *Br. J. Nutr.* **88**, 523-532.
- Kim J., Hansen C., Mullan B. & Pluske J., 2012. Nutrition and pathology of weaner pigs: nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. *Anim. Feed Sci. Technol.* **173**, 3-16.
- Molist F., Gomez de Segura A., Pérez J., Bhandari S., Krause D. & Nyachoti C., 2010. Effect of wheat bran on health and performance of weaned pigs challenged with *Escherichia coli* K 88. *Livestock Science* **133**, 214-217.
- Molist F., Oostrum M., Pérez J., Mateos G., Nyachoti C. & van der Aar P., 2014. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* **189**, 1-10.
- Montagne L., Le Floch N., Arturo-Schaan M., Foret R., Urdaci M. & Le Gall M., 2012. Comparative effects of dietary fiber and sanitary conditions on the growth and health of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* **90**, 2556-2569.
- Rantzer D., Svendsen J. & Westrom B., 1996. Effects of a strategic feed restriction on pig performance and health during the post-weaning period. *Acta Agric. Scand. Sect. A Animal Sci.* **46**, 219-226.
- Sehm J., Linder Mayer H., Dummer C., Treutter D. & Pfaffl W., 2007. The influence of polyphenol rich apple pomace or red wine pomace diet on gut morphology in weaning piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **91**, 289-296.
- Stalljohann G. 2010. Accès: <http://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/tierhaltung/schweine/versuche/ferkel/pdf/2010-pektin-vg254257.pdf>[25.3.2016]
- Van Nevel C., Decuyper J., Dieirick N. & Molly K., 2005. Incorporation of galactomannans in the diet of newly weaned piglets: Effect on bacteriological and some morphological characteristics of the small intestine. *Arch. Anim. Nutr.* **59**, 123-138.