

Diätfutter mit Johannisbrot gegen Ferkeldurchfall

Andreas Gutzwiller

Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften INT, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Andreas Gutzwiller, E-Mail: andreas.gutzwiller@agroscope.admin.ch



Abb. 1 | Ferkel an Elektrolyttränke (pro Liter 20 g Glucose, 3,5 g NaCl, 2,5 g NaHCO₃, 1,5 g KCl).

Einleitung

Die Trennung von der Muttersau ist mit einem abrupten Wechsel von der Sauenmilch auf getreidebasiertes Festfutter verbunden. Bis sich das Verdauungssystem der Ferkel an Festfutter angepasst hat, treten häufig Durchfallerkrankungen auf. Um das Risiko von durch Durchfall verursachtem Kümmern und von Todesfällen zu vermeiden, werden die abgesetzten Ferkel in vielen Betrieben mit über das Futter verabreichten Antibiotika behandelt. Um das Risiko der Verbreitung von Antibiotikaresistenzen zu minimieren, rät die EU-Kommission (EC, 2015) von vorbeugenden Antibiotikabehandlungen ab. Durch

eine restriktive Futterzufuhr beziehungsweise die Verabreichung proteinarmer, rohfaserreicher Ferkelfutter sowie von keimhemmenden organischen Säuren oder ihren Salzen kann die Durchfallhäufigkeit gesenkt werden. Es stellt sich die Frage, ob auch Tannine (Gerbstoffe), welche vor der Entdeckung der Antibiotika häufig zur Durchfallbehandlung eingesetzt wurden, eine vorbeugende Wirkung gegen Ferkeldurchfall haben.

Den Früchten des im Mittelmeergebiet vorkommenden Johannisbrotbaums, welche Tannine enthalten, wird eine durchfallhemmende Wirkung zugeschrieben. Arobon®, ein aus Johannisbrotextrakt bestehendes Produkt, wurde seit seiner Zulassung im Jahre 1945 während mehreren Jahrzehnten beim Menschen zur Durchfallbehandlung eingesetzt.

Am Institut für Nutztierwissenschaften (INT) wurde untersucht, ob Diätfutter, welche gemahlene Johannisbrot als Tanninquelle sowie Strohmehl oder Obsttrester als Rohfaserquelle enthielt, eine vorbeugende Wirkung gegen Durchfall bei abgesetzten Ferkeln hat und welchen Einfluss eine zehntägige Diätfütterung auf die Gewichtsentwicklung der Ferkel während der gesamten fünfwöchigen Ferkelaufzuchtperiode hat.

Tiere, Material und Methoden

Bis zum Versuchsbeginn am dritten Tag nach dem Absetzen blieben die Ferkel in den Abferkelbuchten und erhielten Saugferkelfutter. In jeder der drei Serien wurden 64 Ferkel der Rasse Edelschwein in 32 Geschwisterpaare gleichen Geschlechts mit einem ähnlichen Absetzgewicht eingeteilt. Ein Tier pro Paar wurde in das Verfahren Diät (D), das andere in das Verfahren Kontrolle (K) eingeteilt. Jeweils zwei Tiere des gleichen Verfahrens wurden in Buchten mit einer Bodenfläche von 2,6 x 1 m eingestallt. Nach dem Einstallen erhielten die Ferkel K das Kontrollfutter K, während die Ferkel D zehn Tage lang Diätfutter erhielten, bevor auch sie das Kontrollfutter K erhielten. In den Versuchsserien 1 und 2 wurde ein Johannisbrot und Strohmehl enthaltendes Diätfutter (Futter SM), in der Serie 3 ein Johannisbrot und pektinhaltigen Apfeltrester enthaltendes Diätfutter (Futter AT) gefüttert (Tab. 1). Die Diätfutter waren energieärmer als



Abb. 2 | Johannisbrotschoten. (Quelle: www.feedipedia.org)

das Kontrollfutter K, aber alle Futter enthielten pro MJ verdauliche Energie (VES) gleich viel Rohprotein und verdaulichen Phosphor. Alle Futter enthielten bedarfsdeckende Mengen an essentiellen Aminosäuren. Die pelletierten Futter standen zur freien Verfügung. Vom zweiten bis zum elften Versuchstag wurde täglich von jedem Ferkel die Kotkonsistenz benotet (1 = fest; 2 = breiförmig; 3 = flüssig), die Noten wurden zusammengezählt sowie die Anzahl Durchfalltage (d.h. Tage mit der Kotkonsistenznote 3) wurde berechnet. Antibiotische Durchfallbehandlungen waren nur für schwere, lebensbedrohliche Durchfälle vorgesehen, weil die Intensität und die Dauer der Durchfälle wichtige Versuchsmerkmale waren. Wenn Ferkel Anzeichen einer reduzierten Vitalität und einer Austrocknung zeigten, wurde über eine Selbsttränke beiden Tieren der Bucht eine Glukose-Elektrolytlösung *ad libitum* angeboten (Abb. 1).

Resultate

Durchfälle

In den 18 mikrobiologisch untersuchten Kotproben, welche von 18 an Durchfall leidenden Ferkeln der drei Serien stammten, wurden achtmal krankmachende *E. coli*, zehnmal eine Mischflora aus verschiedenen Bakterien und zweimal Rotaviren (virale Durchfallerreger) gefunden.

Das in den ersten beiden Serien eingesetzte Diätfutter SM, welches 20 % Johannisbrot (Abb. 2) und 8 % mit Natronlauge aufgeschlossenes Strohmehl enthielt, verbesserte die Kotkonsistenz nicht und reduzierte auch nicht die Anzahl Durchfalltage ($P > 0,10$, Abb. 3 und 4). In der dritten Serie, in welcher häufiger Durchfälle auftraten, verbesserte das Diätfutter AT, welches 30 % Johannisbrot und 9 % Apfeltrester anstelle von Stroh-

Zusammenfassung

Die durchfallvorbeugende Wirkung von zwei Diätfuttermitteln wurde an 192 frisch abgesetzten Ferkeln geprüft. Das Kontrollfutter enthielt pro kg 175 g Rohprotein (RP), 42 g Lignocellulose (ADF), 116 g neutrale Detergentienfaser (NDF) und 13,9 MJ verdauliche Energie Schwein (VES). Das 20% Johannisbrot (mit Kernen) und 8% Strohmehl enthaltende Diätfutter SM und das 30% Johannisbrot und 9% Apfeltrester enthaltende Diätfutter AT enthielten pro kg 150 g RP, 106 beziehungsweise 146 g ADF, 190 respektive 245 g NDF und 11,5 beziehungsweise 11,1 MJ VES. Das Diätfutter SM reduzierte die Anzahl Durchfalltage nicht (pro Ferkel 0,19 Tage in der Diätgruppe, 0,23 Tage in der Kontrollgruppe; $P > 0,10$) und verbesserte die Noten für die Kotkonsistenz nicht ($P > 0,10$). Das Diätfutter AT reduzierte die Anzahl Durchfalltage (0,8 gegenüber 2,0 Tage) und verbesserte die Kotkonsistenz ($P < 0,01$). Da die in den Johannisbrotkernen enthaltenen Kohlehydrate die Viskosität des Dünndarminhalts erhöhen und dadurch durchfallfördernd wirken können, sollte in zukünftigen Untersuchungen entkerntes Johannisbrot eingesetzt werden.

mehl enthielt, die Kotkonsistenz ($P < 0,01$) und reduzierte die Anzahl Durchfalltage ($P < 0,01$; Abb. 3 und 4). Kein einziges Ferkel wurde antibiotisch behandelt. Die meisten erkrankten Ferkel tranken sofort von der Glukose-Elektrolytlösung, welche zur Vorbeugung des durchfallbedingten Flüssigkeitsverlustes angeboten wurde. Vier der 192 Ferkel (2 %) starben infolge eines perakuten Durchfalls, davon zwei Kontrolltiere während den ersten zehn Tagen und je ein Tier der Kontroll- und der Diätgruppe zu einem späteren Zeitpunkt. Die übrigen an Durchfall erkrankten Tiere wurden im Verlaufe weniger Tage wieder gesund.

Futterverzehr und Wachstum

In der ersten Serie konnte der Futterverbrauch während der zehntägigen Diätfütterungsperiode nicht ausgewertet werden, weil wegen ungeeigneter Futtertröge viel Futter verschwendet wurde. In der zweiten Serie kompensierten die Ferkel den tieferen Energie-

Tab. 1 | Die wichtigsten Rohkomponenten und Nährstoffe im Futter (g/kg, 88% TS)

Komponenten	Kontrollfutter	Diätfutter SM (Serien 1,2)	Diätfutter AT (Serie 3)
Weizen	560	330	
Hafer			180
Haferflocken			180
Gerste		60	
Mais	120	80	
Mischfett	13		
Sojaextraktionsschrot	100		30
Kartoffelprotein	30	70	40
Magermilchpulver	50	50	50
Weizenkleie	90	100	100
Johannisbrot		200	300
Strohmehl, mit NaOH aufgeschlossen		80	
Apfeltrester, pektinhaltig			85
Dikalziumphosphat	4	1	1
Viehsalz	4	4	6
Kalziumformiat	14	9	8
Globamax Performance®1	2	2	2
Spurenelement-Vitamin-Prämix	4	4	4
Nährstoffe und Energie			
Rohprotein	176	149	147
Rohasche	46	42	45
Rohfett	43	21	32
Rohfaser	26	52	90
Lignocellulose (ADF)	42	106	146
Neutrale Detergentienfaser (NDF)	116	190	245
Verdauliche Energie Schwein (VES), MJ/kg	13,9	11,5	11,1

Die mit Lysin, Methionin und Threonin supplementierten Futter enthielten pro kg 0,1 g Natuphos 5000 G (Phytase) und 3 g Pellan (Pelletierhilfsmittel; wasserlösliches Zelluloseprodukt). ¹Kalziumbutyrat
 SM: Diätfutter mit Strohmehl
 AT: Diätfutter mit Apfeltrester

und Nährstoffgehalt des strohmehlhaltigen Diätfutters SM nicht mit einem höheren Verzehr (Tab. 2). Dagegen wurden im Vergleich zum Kontrollfutter grössere Mengen des Apfeltrester enthaltenden Diätfutters AT gefressen ($P = 0,09$), so dass die Ferkel der dritten Serie während der Diätperiode gleich viel Energie und Nährstoffe wie die Kontrollferkel aufnahmen. Während der an die Diätperiode anschliessenden Aufzuchtperiode gab es weder im Futterverzehr noch in der Futterverwertung Unterschiede ($P > 0,10$).

Die durch das Diätfutter verursachte Reduktion der Gewichtszunahme während der Diätperiode (Tab. 3) war wegen der starken Streuung der Zuwachsdaten statistisch nicht gesichert ($P > 0,10$). Die zehntägige Diätperiode beeinträchtigte die über die gesamte Versuchsperiode berechnete Gewichtszunahme nicht ($P > 0,10$).

Diskussion

Durchfallerkrankungen

Die Resultate der mikrobiologischen Kotuntersuchungen zeigen, dass etwa die Hälfte der Durchfälle durch spezifische Durchfallerreger verursacht worden waren, während die Mischflora ohne spezifische Durchfallerreger in den anderen untersuchten Kotproben ein Hinweis auf andere Durchfallursachen, wie zum Beispiel eine übermässige mikrobielle Fermentation von im Dünndarm nicht absorbierten Nährstoffen, ist. Das in den Serien 1 und 2 verwendete Diätfutter SM, welches 20% Johannisbrot und 8% Strohmehl enthielt, reduzierte die Durchfallhäufigkeit im Vergleich zum Kontrollfutter nicht. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Kontrollfutter dank seines Gehaltes an

Tab. 2 | Futterverbrauch pro Tier und Tag und Futterverwertung

Serie (64 Tiere pro Seite)		1	2	3
Diätfutter		SM	SM	AT
Futter-Verbrauch erste 10 Tage, g	D	- ¹	287±54	303±108
	K	- ¹	276±76	242±73
	P	-	0,50	0,09
Futter-Verbrauch Tag 11–31, g	D	722±133	737±98	685±117
	K	722±132	700±107	724±107
	P	1,0	0,26	0,22
Futterverwertung Tag 11–31, kg/kg	D	1,62±0,12	1,60±0,14	1,58±0,16
	K	1,59±0,08	1,59±0,12	1,60±0,11
	P	0,42	0,66	0,71

P = Irrtumswahrscheinlichkeit; SM: Diätfutter mit Strohmehl; AT: Diätfutter mit Apfeltrester; D = Verfahren Diätfutter; K = Verfahren Kontrollfutter
¹In der ersten Serie wurde während der ersten 10 Tage wegen ungeeigneter Futterautomaten durch die Ferkel viel Futter aus den Trögen auf den Boden befördert und nicht gefressen.

Tab. 3 | Lebendgewicht (LG) bei Versuchsbeginn sowie Tageszuwachs (TZW) während der ersten 10 Versuchstage (Periode der unterschiedlichen Fütterung) und während der gesamten 31-tägigen Versuchsdauer

Serie		1	2	3
Diätfutter		SM	SM	AT
LG Beginn, kg	D	8,64±1,47	8,60±1,21	8,24±1,15
	K	8,54±1,41	8,65±1,21	8,32±1,14
	P	0,99	0,86	0,91
TZW 10 Tage, g	D	88±113	119±60	137±90
	K	115±110	127±113	154±81
	P	0,26	0,69	0,40
TZW 31 Tage, g	D	333±97	356±80	341±70
	K	347±88	341±86	353±76
	P	0,52	0,48	0,39

P = Irrtumswahrscheinlichkeit; SM: Diätfutter mit Strohmehl; AT: Diätfutter mit Apfeltrester; D = Verfahren Diätfutter; K = Verfahren Kontrollfutter

9 % Weizenkleie (Molist *et al.* 2010) sowie des Zusatzes von Kalzium-Formiat schon günstige diätetische Eigenschaften aufwies. Die Erhöhung des Johannisbrotanteils auf 30 % und der Austausch des Strohmehls durch Apfeltrester im Diätfutter AT der dritten Versuchsserie senkte jedoch im Vergleich zur Kontrollvariante die Durchfallhäufigkeit signifikant. Die Frage bleibt offen, ob das in der dritten Serie eingesetzte Diätfutter AT wegen seines höheren Johannisbrotanteils, wegen des Ersatzes von Strohmehl durch Apfeltrester oder infolge beider Modifikationen Durchfallerkrankungen vorbeugte. Untersuchungen an abgesetzten Ferkeln haben gezeigt, dass 35 g Apfeltrester pro kg Futter einen positiven Einfluss auf die Darmschleimhaut hat (Sehm *et al.* 2007) und dass die Zulage von 5 g Apfelpektin (entspricht dem Gehalt in 50–100 g Apfeltrester) pro kg Fut-

ter eine signifikante Leistungssteigerung bei frisch abgesetzten Ferkeln hat (Stalljohann 2010). Der Ersatz des zellulosereichen Strohmehls durch den Hemizellulose und Pektin enthaltenden Apfeltrester dürfte die diätetische Wirkung des Diätfutters voraussichtlich verbessert haben. Die in Feedipedia (www.feedipedia.org) empfohlene Zusatzmenge an Johannisbrot im Schweinefutter beträgt 10–20 %. Durch die Erhöhung des Johannisbrotanteils im Diätfutter B erhöhte sich dessen Gehalt an durchfallhemmenden Tanninen, aber auch an Galactomannanen (in den Kernen vorkommende Kohlehydrate). Galatomannane erhöhen, ähnlich wie die im Weizen vorkommenden β -Glukane, die Viskosität des Dünndarminhaltes, was die Durchfallanfälligkeit der Ferkel erhöht (Hopwood *et al.* 2002; Van Nevel *et al.* 2005; Kim *et al.* 2012; Molist *et al.* 2014).

Tannine und ihre Wirkungen im Darm

Gewisse Pflanzen bilden Tannine (Protein fällende Moleküle), um sich vor Infektionen mit Mikroorganismen und gegen pflanzenfressende Tiere zu schützen. Die Tannine haben sowohl antimikrobielle als auch antinutritive Wirkungen, weil sie sowohl mit mikrobiellen Proteinen als auch mit Nahrungsprotein und mit Verdauungsenzymen unlösliche Verbindungen eingehen. Weil die Tannine die Nährstoffverdaulichkeit senken, wird in der Regel nur ein geringer Anteil an tanninreichen Futtermitteln wie z.B. Sorghum ins Schweinefutter gemischt. Bei infektiösen Durchfallerkrankungen können jedoch die Wirkungen der Tannine gegen Mikroorganismen und deren Toxine sowie die Wirkung gewisser Tannine gegen Flüssigkeitsverlust von grösserer Bedeutung sein als ihre antinutritiven Wirkungen.

Tannine sind Makromoleküle mit unterschiedlichen chemischen Eigenschaften und Wirkungsweisen. Sie lassen sich in zwei grosse Klassen einteilen:

Hydrolysierbare Tannine, welche z.B. in Eicheln sowie in der Rinde und den Blättern der Eiche vorkommen, können in kleine Moleküle abgebaut werden, welche im Dünndarm absorbiert werden können. Die kondensierten Tannine, welche z.B. in der Esparsette und im Johannisbrot vorkommen, werden im Darm praktisch nicht abgebaut und absorbiert, sondern werden mit dem Kot ausgeschieden.

Futtermittelverbrauch und Wachstum

Die rund 20-prozentige Reduktion des Energie- und Nährstoffgehalts im Diätfutter reduzierte die Gewichtszunahme während der Diätperiode nur um rund 10-15%. Dieses Resultat widerspricht der Aussage von Montagne *et al.* (2012), dass eine Erhöhung des Rohfasergehalts im Ferkelfutter von 3 auf 5 % (entsprechend einer 4-prozentigen Reduktion des Nettoenergie-Gehalts von 10,4 auf 10,0 MJ NE/kg) den Zuwachs in den ersten zwei Wochen nach dem Absetzen um 20 % reduzierte. Dagegen beeinträchtigte in der Untersuchung von Gerritsen *et al.* (2012) die Erhöhung des Rohfasergehalts von 3 auf 7 % (entsprechend einer 14-prozentigen Reduktion des NE-Gehalts von 9,9 auf 8,5 MJ NE/kg) die Leistungen der Ferkel während der ersten zwei Wochen nach dem Absetzen nicht. Die Resultate des vorliegenden Versuchs zeigen, dass die von Rantzer *et al.* (1996) und von Dirkwager *et al.* (2005)

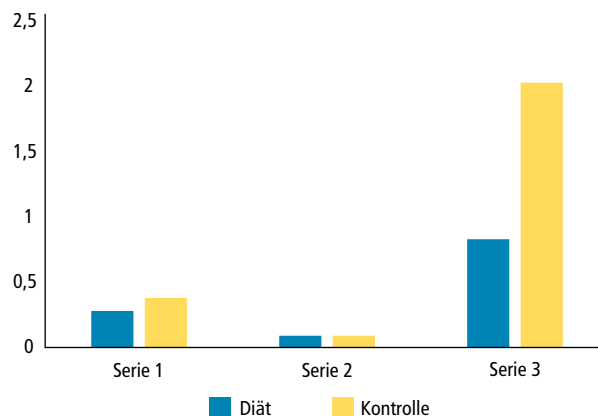


Abb. 3 | Anzahl Durchfalltage in den 3 Versuchsserien (Serie 1 und 2: Strohmehl enthaltendes Diätfutter SM; Serie 3: Apfeltrester enthaltendes Diätfutter AT).

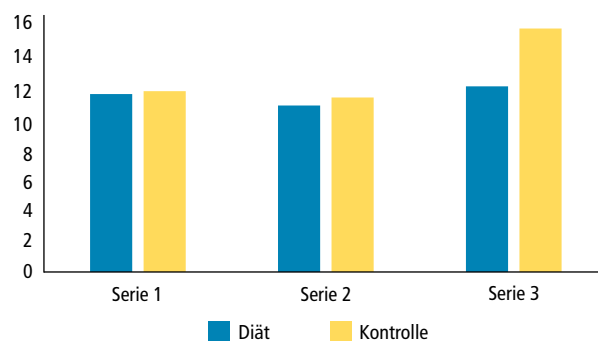


Abb. 4 | Summe der Kotbeurteilungsnoten (1 = fest, 2 = breiförmig, 3 = flüssig) in den drei Versuchsserien (Serie 1 und 2: Strohmehl enthaltendes Diätfutter SM; Serie 3: Apfeltrester enthaltendes Diätfutter AT).

empfohlene massive Reduktion der Nährstoffaufnahme zur Durchfallvorbeugung bei *ad libitum*-Fütterung kaum realisierbar ist.

Schlussfolgerungen

Ein Diätfutter, welches 30 % Johannisbrot und 9 % Apfeltrester enthält, wirkt bei abgesetzten Ferkeln durchfallhemmend, ohne die Futteraufnahme zu reduzieren. Im Vergleich zum im vorliegenden Versuch verwendeten kernhaltigen Johannisbrot dürfte entkerntes Johannisbrot den Durchfall stärker hemmen. In zukünftigen Untersuchungen zur Wirkung der Johannisbrot-tannine auf Ferkeldurchfälle sollte aus diesem Grunde entkerntes Johannisbrotmehl, ein bei der Herstellung von Johannisbrotkernmehl anfallendes Nebenprodukt, geprüft werden. ■

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.

Literatur

- 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. Zugang: http://ec.europa.eu/health/antimicrobial_resistance/docs/2015_prudent_use_guidelines_en.pdf.
- Feedipedia. Zugang: <http://www.feedipedia.org/node/320>.
- 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. Zugang: <http://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/tierhaltung/schweine/versuche/ferkel/pdf/2010-pektin-vg254257.pdf>.
- 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.