

Tagungsband

**4. BOKU-Symposium
TIERERNÄHRUNG
Tierernährung ohne
antibiotische Leistungsförderer**

27. Oktober 2005, Wien

**Abteilung Tierische Lebensmittel,
Tierernährung und Ernährungsphysiologie**

**Department für Lebensmittel-
wissenschaften und –technologie**

**BOKU – University of Natural Resources
and Applied Life Sciences, Vienna
: Universität für Bodenkultur Wien**



Tagungsband:

4. Boku-Symposium TIERERNÄHRUNG

Tierernährung ohne antibiotische Leistungsförderer

27. Oktober 2005, Wien

Herausgeber:

DI Plitzner Christian

Dr. Wetscherek-Seipelt Gabriela

DI Schedle Karl

Kraft Margit

Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Matthias Windisch

Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie

Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie

Universität für Bodenkultur Wien

Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien

www.dlwt.boku.ac.at/tte.html

tte@boku.ac.at

Eigenverlag:

Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie

Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie der BOKU Wien

ISBN 3-900962-62-6

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich

Inhaltsverzeichnis

K.J. Domig: Antibiotikaresistenz und der Einsatz von Antibiotika in der Tierernährung	1
O. Simon: Mikroorganismen als Futterzusatzstoffe: Probiotika – Wirksamkeit und Wirkungsweise	10
C. Wenk: Einsatz von Kräutern und deren Extrakten in der Tierernährung: Erwartungen und Möglichkeiten	17
F.X. Roth, T. Etle: Organische Säuren: Alternative zu antibiotischen Leistungsförderern	28
Z. Bartkevičiūtė, J. Černauskienė, A. Jerešiūnas, J. Kulpys, H. Jeroch: Einfluss des Probiotikums Bonvital auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen	34
R. Leitgeb: Mythos Mykotoxine beim Geflügel	44
J. Bartelt: Hat der Wegfall antibiotischer Leistungsförderer Konsequenzen für die Aminosäurenversorgung von Schweinen	49
N. Kjeldsen, J. Callesen: Terminated Use of Antimicrobial Growth Promoters in Pig Production in Denmark – Effects on Pig Welfare and Productivity	57
D. Matyziute-Jodkonienė, N. Stankeviciene, J. Kulpys: Use of Probiotics for Livestock and Poultry in Lithuania	64
V. Klose, M. Mohnl, R. Plail, G. Schatzmayr: Strategy for the development of a competitive exclusion product for poultry meeting the regulatory requirements for registration in the EU	68
S. Nitrayová, J. Heger, J. Broz, A. Sommer, P. Patrás: Effect of an enzyme complex derived from <i>Trichoderma longibrachiatum</i> added to a rye-based diet on apparent ileal digestibility of nutrients in weaned piglets	72
A. Blömer, E. Schneeberger, E. Mathies: Effect of <i>Enterococcus faecium</i> DSM 7134 on the reproduction performance of sows	77
G. Wetscherek-Seipelt, W. Windisch: Effekt eines Probiotikums auf die Leistung von Absetzferkeln	81
S. Mikulioniene, D. Urbsiene, R. Stankevicius: Seeschlamm als Probiotikum in der Schweinefütterung	89
J. Illek, D. Kumprechtová: Effect of a probiotic (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Sc47) on performance and selected metabolic profile and rumen fluid parameters in lactating cows	97

K.R. Gläser, J. Perner, A. Asamer, D. Bogaerts, D. Geysen: Effects of the phytogenic feed additive AROMEX ME Plus on growth performance and carcass characteristics in pigs	102
R. Thieme, W. Kaul: Einfluss phytogener Stoffe auf die Futteraufnahme unter Berücksichtigung der metabolischen Umsetzung	107
H. Rahmani, W. Speer: Great successes in the lowering of pH value in the small intestine of monogastric animals by using natural feed additives and lowering the macro elements	114
B.M. Böhmer, B.R. Paulicks, D.A. Roth-Maier: Echinacea purpurea als Futterzusatz bei Schwein und Geflügel	120
W. Wetscherek, M. Dobretsberger, Chr.Leeb: Effekte eines phytogenen Zusatzstoffes (IHP043) auf die Leistung von Absetzferkeln	126
W. Wetscherek: Einsatz von ätherischen Ölen (Fresta F) in der Ferkelaufzucht	132
A. Kroismayr, J. Sehm, H. Mayer, M. Schreiner, H. Foißy, W. Wetscherek, W. Windisch: Effect of essential oils or Avilamycin on microbial, histological and molecular-biological parameters of gut health in weaned piglets	140
A. Stoni, K. Zitterl-Eglseer, A. Kroismayr, W. Wetscherek, W. Windisch: Ätherische Öle in der Ferkelfütterung: Effekt auf die Nährstoffverdaulichkeit und Wiederverfindung im Gewebe	147
A. Bach, S. Calsamiglia, H. Greathead, C. Kamel: Effects of a combination of eugenol and cinnamaldehyde on ruminal protein and volatile fatty acids in the lactating dairy cow	154
K. Metzger-Petersen, K. Tschirner, S. Wolfram: Untersuchungen zum Einfluss von Sangrovit® auf die In vitro-Fermentation und zur Pansenstabilität von Sanguinarin	159
L. Chrastinová, M. Chrenková, J. Rafay, L. Ondruska, A. Sommer: Plant feed supplements in rabbits nutrition	164
A. Lavrencic, A. Levart: Die Tannine als Silierhilfsmittel	168
U. Eidelsburger, Chr. Wald, Ch Looft: Zum Einfluss von Kaliumdiformiat auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen	176
G. Biagi, A. Piva: Modulation of swine cecal microflora by some organic acids	181
J. Kulpys, I. Janciene, R Stankevicius: Zum Einfluss eines Kombinationspräparats auf Basis organischer Säuren und ätherischer Öle (Genex Pig) auf die Mastleistung von Schweinen unter litauischen Verhältnissen	186

E.G. Manzanilla, M. Nofrarias, M. Anguita, M. Castillo, J.F. Perez, C. Kamel, J. Gasa: Effects of sodium butyrate, avilamycin, and a combination of plant extracts on the productive performance and intestinal equilibrium of early-weaned pigs	194
Ch. Lückstädt, Qu. Jones, A. Kroismayr, W. Nies: A new organic acid-phytobiotic blend – a sustainable solution for natural growth promotion in pig farming	201
A. Kocher, Ch. Scheidemann: The use of Mannan oligosaccharides (Bio-Mos) in sow and piglet diets	205
T. Ettle, M. Frank, F.X. Roth: Zur präbiotischen Wirkung von Fructooligosacchariden bei Ferkeln	211
A. Kocher, S. Denev, I.P. Nikiforov, I. Dinev, Ch. Scheidemann: Effects of Mannan oligosaccharides on composition of the cecal microflora and per- formance of broiler chickens	216
W. Preißinger, A. Obermaier, L. Hitzlsperger: Lactulose in der Kälbermast -Auswirkungen auf Futteraufnahme und Leistungsparameter	221
U. Wehr, M.L. He, W.A. Rambeck: Untersuchungen zur Wirkung von Seltenen Erden im Tiermodell der wachsenden Ratte	228
S.Gy. Fekete, E. Andrasofszky, K. Fodor, R. Glavits: Effect of multiple filtrated and magnetised water and ascorbic acid in growing broiler chicken production	232
J. Gasteiner, D. Eingang, T. Guggenberger, J. Häusler, L. Podstatzky: Feeding anionic salts - The DCAD-Concept for preventing parturient paresis- Effects on health status of dairy cows and their calves	234
M. Kürner, K. Krall, G. Gaber, R. Leitgeb: Einfluss von biologischem und konventionellem Hühnermastfutter auf die Mast- und Schlachtleistung von zwei unterschiedlichen Hühner-Hybridherkünften	238
L. Novák, L. Zeman, P. Novák, P. Mareš: Modelling of feed intake during fattening pigs growth	246
F. Lád, B. Čermák, F. Jančík, J. Kadlec: The influence of silage additives for qualitative parameters of maize silages	256
P. Doležal, L. Zeman, J. Doležal, V. Pyrochta: The effect of inoculation of high-moisture ear corn on the silage quality	262
G. Gaber, R. Leitgeb: Einfluss von GFE- und BUT-Bedarfsempfehlungen auf die Mast- und Schlachtleistung, die chemische Schlachtkörperzusammensetzung und die Umweltbelastung von schweren männlichen Mastputen der Herkunft BUT big 6	268

Antibiotikaresistenz und der Einsatz von Antibiotika in der Tierernährung

Konrad J. Domig

Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Nach der Entdeckung der Antibiotika fühlten sich die Menschen jahrzehntelang relativ sicher vor einer Bedrohung durch diverse bakterielle Infektionen. Erstmals standen wirksame, relativ ungiftige Medikamente zur Behandlung von Infektionskrankheiten zur Verfügung. Zwar entwickelten die pathogenen Mikroorganismen rasch Resistenzen, jedoch wurden laufend neue Wirkstoffe erforscht und zum Einsatz gebracht. Inzwischen ist jedoch die zunehmende Antibiotikaresistenz von Bakterien zu einem ernststen globalen Problem geworden. Resistenzen gegen alle verfügbaren antibiotischen Wirkstoffe sind bekannt (McDermott et al. 2003). Einige Krankheitserreger weisen erworbene, multiple Resistenzen auf, das heißt sie besitzen Resistenzen gegen (fast) alle einsetzbaren Antibiotika. Weiters besteht die Gefahr, dass sie auch noch gegen die letzten zur Verfügung stehenden wirksamen Substanzen Resistenzen entwickeln. Erste Fälle von unbehandelbaren Infektionen sind bereits dokumentiert (Lipsitch, 2001; Levy, 2001). Ein weiterer Faktor ist die verlangsamte Neuentwicklung von Substanzen, wie sich in den letzten 20 Jahren gezeigt hat. Auch die Entwicklung von Impfstoffen gegen bakterielle Erreger wurde zum Teil nicht ausreichend forciert. Bereits als eingedämmt betrachtete Erreger werden durch zunehmende Antibiotikaresistenz wieder zu einer aktuellen Bedrohung (z.B. Tuberkulose). In Krankenhäusern entwickelten sich durch vereinzelte Hygienemängel kaum mehr bekämpfbare Bakterien (Erreger von sogenannten nosokomialen Infektionen z.B. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*-Stämme und Vancomycin resistente Enterokokken), die lebensbedrohende Infektionen bei Patienten verursachen können.

Während diese multiresistenten Erreger vor allem in der Human- und Veterinärmedizin von Bedeutung sind, wurden in letzter Zeit auch resistente Bakterien in Lebensmitteln entdeckt. Diese wurden vor allem in Produkten aus Rohmilch und fermentierten Fleischwaren nachgewiesen. Dabei handelte es sich nicht um pathogene Mikroorganismen, sondern Vertreter der eigentlich harmlosen Fermentationsflora und kommensalen Bakterien, die allerdings eine Reihe von erworbenen Resistenzen aufwiesen (Teuber et al., 1996; Teuber et al., 1999; Gevers et al., 2003). In zunehmendem Maße interessierte sich in den letzten Jahren auch die Öffentlichkeit für dieses Thema, wobei in erster Linie die Verabreichung von Antibiotika in therapeutischen und subtherapeutischen Dosen an lebensmittelrelevante Tiere, sowie die Angst vor Therapieversagen im Mittelpunkt der Diskussionen stand. Auf der Suche nach den Ursachen und Zusammenhängen wurde vor allem der Einsatz von Antibiotika in der Landwirtschaft kritisch hinterfragt und heftig diskutiert. Die „Intensivtierhaltung“, und dort vor allem der Einsatz von „antimikrobiellen Leistungsförderern“ (AMLF) gerieten in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit. Trotz der intensiven wissenschaftlichen Diskussion besteht keine einhellige Meinung über den Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Antibiotika in der Tierzucht und der zunehmenden Entwicklung und Verbreitung von multiresistenten humanpathogenen Bakterien (McDermott et al., 2002; Phillips et al., 2004). Auf der anderen Seite kann die Tatsache der Resistenzentwicklung der Bakterien in Gegenwart von Antibiotika und der Austausch von Resistenzgenen auch mit genetisch nicht verwandten Mikroorganismen nicht negiert werden (McDermott, 2003).

Biologischer Hintergrund

Antibiotika sind Substanzen mikrobiellen Ursprungs und kommen in der Natur eigentlich nur in geringen Konzentrationen vor. Ihre grundsätzliche Funktion in der Natur ist zum Teil noch unbekannt, wobei sich deren Aktivität gegen andere Mikroorganismen richtet, auf die sie wachstumshemmend (bakteriostatisch) bis letal (bakteriozid) wirken können. Antibiotika beeinflussen eine Reihe von unterschiedlichen bakteriellen Zielstrukturen und -mechanismen: Enzyme der Zellwandbiosynthese, Zellmembran, DNA-Replikation, Proteinbiosynthese, Transkription, Translation, Intermediärstoffwechsel. Neben den Antibiotika werden auch synthetisch hergestellte, antibakteriell wirkende Substanzen (z.B. Sulfonamide) eingesetzt und als Chemotherapeutika bezeichnet. Antibiotika und Chemotherapeutika lassen sich generell unter dem Begriff der Antiinfektiva zusammenfassen (Berger-Bächli, 2001).

Nach 60 Jahren weit verbreiteten Antibiotikaeinsatzes haben sich viele Resistenzen entwickelt bzw. verbreitet, die sich in eine begrenzte Anzahl an Mechanismen einteilen lassen:

- Veränderung der Permeabilität der Zellwand bzw. Zellmembran, wodurch die Wirksubstanzen ihren Angriffsort nicht mehr erreichen können. Der Resistenzmechanismus der verminderten Aufnahme gilt für eine ganze Reihe verschiedener Antibiotika.
- Aktiver Transport (Efflux) der Wirksubstanz aus der bakteriellen Zelle. Mechanismen für Tetracycline, Macrolide, Chloramphenicol und Quinolone sind bekannt.
- Veränderung (Mutation) des Angriffsorts, wodurch die Wirksubstanz nicht mehr binden kann und dadurch unwirksam ist. Entsprechende Mechanismen sind für Aminoglycoside, Beta-Laktame und Streptogramine bekannt.
- Enzymatische Veränderung oder Abbau der Wirksubstanz. Beispiele für betroffene Antibiotikagruppen sind Aminoglycoside, Chloramphenicol, Beta-Lactame, Streptogramine.
- Aufnahme alternativer Stoffwechselwege und damit Umgehung der durch die Antibiotika blockierten Wege. Dieser Weg der Antibiotika-unempfindlichen Enzyme ist für Sulfonamide und Trimethoprim beschrieben (McDermott et al., 2003).

Neben Mutationen entstanden viele resistente Bakterien durch die Aufnahme externer Resistenzgene mittels Transformation, Konjugation und Transduktion. Ein Teil der Resistenzen stammt von jenen Mikroorganismen, die diese Antibiotika produzieren. Damit schützen sie sich vor ihren eigenen Produkten. Die übertragenen Resistenzen sind häufig auf großen ringförmigen extrachromosomalen DNA-Abschnitten (Plasmiden) bzw. auf mobilen chromosomalen DNA-Elementen (Transposons, Integrons) zu finden. Meist befindet sich auf diesen mobilen Elementen eine ganze Serie von Resistenzgenen, wodurch es zur Übertragung mehrerer Resistenzen bei einem einzigen Transfer (Co-Selektion) kommt. Von Kreuzresistenz spricht man, wenn ein Resistenzmechanismus dem Bakterien Unempfindlichkeit gegen mehr als einen Wirkstoff verleiht. Dies gilt oft für Wirkstoffe einer Klasse (Strukturanaloga), kann aber auch für chemisch sehr heterogene Wirkstoffe gelten (Catry et al., 2003).

Biologischer Hintergrund

Antibiotika sind Substanzen mikrobiellen Ursprungs und kommen in der Natur eigentlich nur in geringen Konzentrationen vor. Ihre grundsätzliche Funktion in der Natur ist zum Teil noch unbekannt, wobei sich deren Aktivität gegen andere Mikroorganismen richtet, auf die sie wachstumshemmend (bakteriostatisch) bis letal (bakteriozid) wirken können. Antibiotika beeinflussen eine Reihe von unterschiedlichen bakteriellen Zielstrukturen und -mechanismen: Enzyme der Zellwandbiosynthese, Zellmembran, DNA-Replikation, Proteinbiosynthese, Transkription, Translation, Intermediärstoffwechsel. Neben den Antibiotika werden auch synthetisch hergestellte, antibakteriell wirkende Substanzen (z.B. Sulfonamide) eingesetzt und als Chemotherapeutika bezeichnet.

Antibiotika und Chemotherapeutika lassen sich generell unter dem Begriff der Antiinfektiva zusammenfassen (Berger-Bächli, 2001).

Nach 60 Jahren weit verbreiteten Antibiotikaeinsatzes haben sich viele Resistenzen entwickelt bzw. verbreitet, die sich in eine begrenzte Anzahl an Mechanismen einteilen lassen:

- Veränderung der Permeabilität der Zellwand bzw. Zellmembran, wodurch die Wirksubstanzen ihren Angriffsort nicht mehr erreichen können. Der Resistenzmechanismus der verminderten Aufnahme gilt für eine ganze Reihe verschiedener Antibiotika.
- Aktiver Transport (Efflux) der Wirksubstanz aus der bakteriellen Zelle. Mechanismen für Tetracycline, Macrolide, Chloramphenicol und Quinolone sind bekannt.
- Veränderung (Mutation) des Angriffsorts, wodurch die Wirksubstanz nicht mehr binden kann und dadurch unwirksam ist. Entsprechende Mechanismen sind für Aminoglycoside, Beta-Laktame und Streptogramine bekannt.
- Enzymatische Veränderung oder Abbau der Wirksubstanz. Beispiele für betroffene Antibiotikagruppen sind Aminoglycoside, Chloramphenicol, Beta-Lactame, Streptogramine.
- Aufnahme alternativer Stoffwechselwege und damit Umgehung der durch die Antibiotika blockierten Wege. Dieser Weg der Antibiotika-unempfindlichen Enzyme ist für Sulfonamide und Trimethoprim beschrieben (McDermott et al., 2003).

Neben Mutationen entstanden viele resistente Bakterien durch die Aufnahme externer Resistenzgene mittels Transformation, Konjugation und Transduktion. Ein Teil der Resistenzen stammt von jenen Mikroorganismen, die diese Antibiotika produzieren. Damit schützen sie sich vor ihren eigenen Produkten. Die übertragenen Resistenzen sind häufig auf großen ringförmigen extrachromosomalen DNA-Abschnitten (Plasmiden) bzw. auf mobilen chromosomalen DNA-Elementen (Transposons, Integrons) zu finden. Meist befindet sich auf diesen mobilen Elementen eine ganze Serie von Resistenzgenen, wodurch es zur Übertragung mehrerer Resistenzen bei einem einzigen Transfer (Co-Selektion) kommt. Von Kreuzresistenz spricht man, wenn ein Resistenzmechanismus dem Bakterien Unempfindlichkeit gegen mehr als einen Wirkstoff verleiht. Dies gilt oft für Wirkstoffe einer Klasse (Strukturanaloga), kann aber auch für chemisch sehr heterogene Wirkstoffe gelten (Catry et al., 2003).

Einsatz von Antibiotika und dessen unerwünschte Folgen

Schätzungen zufolge wurden seit der Einführung der Antibiotika vor ca. 60 Jahren ein bis zehn Millionen Tonnen Reinsubstanz in die Biosphäre eingebracht (Davies, 1999). In Europa wurden im Jahre 1999 13.200 t Antibiotika verbraucht, wobei ca. 8500 t in der Humanmedizin und ca. 4700 t in der Tierzucht (Prophylaxe und Therapie) zur Anwendung kamen. Zwischen 1997 und 1999 sank in der EU die Menge an eingesetztem antibiotischen Leistungsförderern um zirka 50 % (von 1599 Tonnen im Jahr 1997 auf 786 Tonnen) wobei allerdings die Menge an therapeutisch eingesetzten Antibiotika um mehr als 11% zunahm, nämlich von 3494 Tonnen (1997) auf 3902 Tonnen im Jahr 1999 (Ungemach, 2000; Teuber, 2001; Perreten, 2003). Neben den beiden Bereichen Human- und Veterinärmedizin werden auch im Pflanzenbau Antibiotika eingesetzt. Zur Anwendung kommen Streptomycin, Oxytetracyclin, Gentamicin und Oxolinic Acid (Allerberger, 2003; McManus et al., 2002). Als antibiotische Leistungsförderer wurden im Jahr 2002 in Österreich folgende Mengen eingesetzt (Angabe in reiner Wirksubstanz): 208 kg Flavophospholipol, 9.612 kg Salinomycin Natrium, 30 kg Monensin Natrium und 2.180 kg Avilamycin (Allerberger et al., 2003).

Parallel mit der Entdeckung und dem zunehmenden Einsatz von antimikrobiell wirkenden Substanzen entwickelten und verbreiteten sich antibiotikaresistente Bakterien in der Umwelt entlang diverser ökologischer Routen (siehe Abbildung 1). Der intensive Einsatz dieser Substanzen kann als Hauptgrund für die Ausbreitung von Resistenzdeterminanten in kommensalen und pathogenen

Bakterien angesehen werden (Van den Bogaard und Stobberingh, 2000). Resistente Bakterien lassen sich inzwischen aus allen Ökosystemen (Oberflächen- und Grundwasser, Erdboden, Pflanzen,...) isolieren, wobei die Häufigkeit der Resistenzen mit dem Einfluss durch Antibiotika korreliert (Feuerpfeil et al., 1999; Kümmerer, 2004). In einem Fall konnte das die entsprechende Resistenz vermittelnde Gen direkt in der Avoparcin-Formulierung für Futtermittel nachgewiesen werden. Es stammte aus dem Avoparcin produzierenden Organismus (Lu et al., 2004).

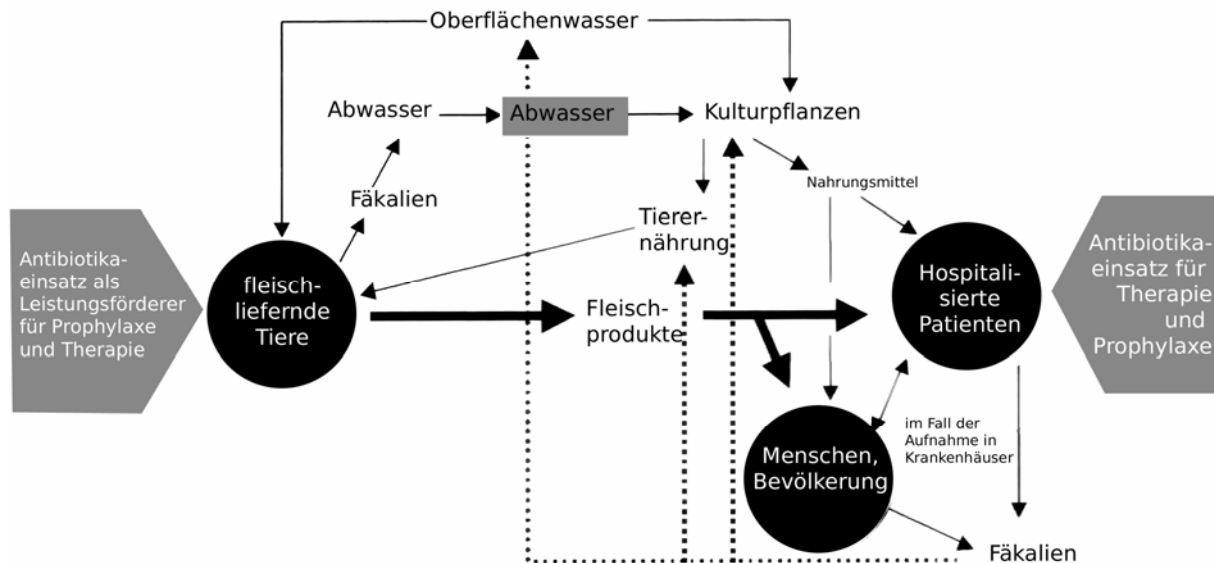


Abbildung 1: Ökologische Routen der Verbreitung von antibiotikaresistenten Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen (Witte, 2000a)

Neben dem Auftauchen lebensmittelassoziierten, mehrfach resistenter humanpathogener Bakterien (*Campylobacter*, *Salmonellen*, Verotoxinogene *E. coli* - VTEC) werden auch in kommensalen Bakterien (*E. coli*, Enterokokken, Laktokokken, Laktobazillen) zunehmend bedenkliche Mehrfachresistenzen detektiert. Zahlreiche Studien belegen, dass durch den Selektionsdruck nach der Neueinführung eines antimikrobiellen Wirkstoffs nicht nur das Resistenzniveau in pathogenen Bakterien, sondern auch in kommensalen Bakterien ansteigt. Jede subletale Dosis fördert die Resistenzbildung. Kommensale Bakterien stellen ein enormes Reservoir an Resistenzgenen und Übertragungsmechanismen für pathogene und potenziell pathogene Bakterien dar (Andremont, 2003). So wird die mikrobielle Vielfalt im Intestinaltrakt des Menschen aufgrund von auf 16S RNA basierenden Analysen auf ca. 500 verschiedene Arten geschätzt. Resistenzdeterminanten gelangen unter anderem auf dem Weg der Nahrungskette in den Intestinaltrakt des Menschen, wo sie den bereits etablierten „Resistenzgenpool“ ergänzen und die Wahrscheinlichkeit der Resistenzausbildung in humanpathogenen Erregern erhöhen (Witte, 2000a und 2000b, Gevers et al., 2003). Obwohl dieses Konzept bereits seit langem bekannt ist, wurde ihm aus mehreren Gründen zu wenig Augenmerk geschenkt: Für die Gesundheit des Menschen stellen in erster Linie resistente pathogene Bakterien und nicht resistente kommensale Bakterien eine Gefahr dar. Es ist wesentlich einfacher, die Resistenzmechanismen und deren Übertragung innerhalb einer Spezies zu verfolgen, als in einem komplexen System (z.B. der Intestinalflora). Nicht zuletzt wurde durch die Einführung immer neuerer antibiotischer Wirkstoffe die Problematik der insgesamt zunehmende Antibiotikaresistenz überdeckt (Andremont, 2003).

Konsequenzen – Verbot der antimikrobiellen Leistungsförderer - Alternativen

Die in der EU als antimikrobielle Leistungsförderer eingesetzten Substanzen gehorchten dem Grundsatz des SWANN Komitees aus dem Jahre 1969 (Swann, 1969). Dieser forderte, dass keine humanmedizinrelevanten Antibiotika als antibiotische Leistungsförderer eingesetzt werden dürfen. Trotzdem kam es durch die Verwendung von analogen Substanzen und das Auftreten von Kreuzresistenzen zur Entwicklung von Resistenzen gegen Antibiotika mit klinischer Relevanz (z.B. Avoparcin/Vancomycin, Tylosin/Erythromycin). Weiters wurden Vertreter von Antibiotikagruppen, die bisher nur in der Tierhaltung eingesetzt wurden, für die Humanmedizin relevant (Virginiamycin/Pristinamycin und die Kombination Dalfopristin plus Quinupristin). Diese Daten bewegten die Europäische Union, den Einsatz aller antimikrobiellen Leistungsförderer im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes einzuschränken und in weiterer Folge ganz zu verbieten. Die Anwendungserlaubnis der letzten vier zugelassenen Substanzen (Avilamycin, Flavophospholipol/Bambermycin, Monensin, Salinomycin) erlischt mit 1. Jänner 2006 (Perreten, 2003).

Das Totalverbot der antibiotischen Leistungsförderer erfolgte somit im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes, d.h. nicht (ausschließlich) auf Basis von wissenschaftlich belegten Daten. Diese Tatsache wird mitunter kritisch betrachtet und kontroversiell diskutiert (Pugh, 2002; Casewell et al., 2003; Phillips et al., 2004). In jedem Fall stellt das Einsatzverbot eine enorme Herausforderung an die aktuell praktizierte Art der Tierproduktion dar, besonders was gastrointestinale Störungen in der Jungtieraufzucht und zu Mastbeginn betrifft (Kamphues, 1999). Die Suche nach Alternativen, mit denen die Tierbestände zu ähnlich wirtschaftlichen Bedingungen gesund erhalten werden können, hat bis dato noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt (Dibner und Richards, 2005). Kein Vertreter einer Substanzgruppe konnte die berichteten physiologischen und metabolischen Einflüsse auf die Tierernährung umfassend ersetzen (Gaskins et al., 2002; Dibner und Richards, 2005). Weiters wird der Grundsatz des „gewissenhaften“ Umgangs mit Antibiotika ins Gegenteil gekehrt, wenn zwar keine antibiotischen Leistungsförderer mehr an Tiere verabreicht werden, jedoch die für Prophylaxe und Therapie eingesetzten Antibiotikamengen, deren Wirksubstanzen übrigens mit jenen der Humanmedizin identisch sind, ansteigen. Weiters schwanken die Mengen an eingesetzten Antibiotika pro kg produziertem Fleisch zwischen den einzelnen Mitgliedsländern der EU beträchtlich (Aarestrup, 2005). Dies lässt den Schluss auf den Einsatz unterschiedlich erfolgreicher Herdenmanagement- und Veterinärprogramme zu. Der Einsatz von Antibiotika (Streptomycin, Oxytetracyclin, Gentamicin) im Pflanzenbau gegen eine Reihe von bakteriell bedingten Krankheiten ist ebenfalls kritisch zu betrachten. Der Einsatzschwerpunkt liegt zwar primär nicht in Europa, dennoch kann diese Anwendung im globalisierten Handel und Reiseverkehr letztlich auch für uns bedeutend sein. Während gegen Streptomycin sehr schnell Resistenzen gebildet werden, sind Oxytetracyclin und Gentamicin für die Humanmedizin von hoher Relevanz (McManus et al., 2002).

Als Hauptgrund für das Überhandnehmen der Antibiotikaresistenz in pathogenen Bakterien wird der steigende Antibiotikaeinsatz angesehen, der unvermeidbar zur Bildung und Verbreitung von Resistenzen geführt hat. Die Notwendigkeit eines sorgfältigen Umgangs („prudent use“) mit antibiotischen Wirkstoffen in der Human- und Veterinärmedizin sowie allen anderen Anwendungsbereichen wird von vielen Organisationen (WHO, APUA - Alliance for the Prudent Use of Antibiotics, OIE – International Organisation for Animal Health, Europäische Kommission,...) als wichtig erachtet und ist unbestritten. Dennoch ist ein eklatanter Mangel an Daten für eine Risikobeurteilung der einzelnen Resistenzdeterminanten und ihrer Ausbreitung offensichtlich. Die meisten vorliegenden Daten beziehen sich auf human- und tierpathogene Mikroorganismen, während für Vertreter der so genannten Normalflora (Haut, Intestinaltrakt...) und Kommensalen von Mensch und Tier kaum Erkenntnisse zur Verfügung stehen.

Auswirkungen auf Probiotika

Die Diskussion zum Themenbereich „Antibiotikaresistenz“ beschränkt sich heute längst nicht mehr auf den „wohlüberlegten“ Einsatz von Antibiotika. Auch die genetischen, biologischen, evolutionären Grundlagen der Resistenzentwicklung und Ausbreitung stellen ein wichtiges Forschungsgebiet dar. Aus diesem Bereich ergeben sich im Zuge der Sicherheitsbeurteilung von gezielt in Lebensmitteln und Futtermitteln eingesetzten Mikroorganismen (Starter- und Schutzkulturen, Fermentationskulturen, Probiotika, Silagekulturen) weit reichende Konsequenzen. Die Untersuchung auf allfällige Antibiotikaresistenzen, ihre potenzielle Übertragbarkeit und die jeweils vorliegenden Übertragungsmechanismen spielen bei dieser Beurteilung eine wichtige Rolle (Anonym B, 2005; Anonym C, 2001; Anonym D, 2005). Neben methodischen Unklarheiten bezüglich der Beurteilung dieser Resistenzen fehlt über weite Bereiche auch die Datengrundlage für die verschiedenen Mikroorganismenarten, um ein Gesamtbild der vorhandenen Resistenzen, deren Verteilung und die Unterscheidung zwischen „natürlicher“ und „erworbener“ Resistenz vornehmen zu können. Im aktuell laufenden EU-Forschungsprojekt „Assessment and Critical Evaluation of Antibiotic Resistance Transferability in Food Chain (ACE-ART, www.aceart.net)“ werden Daten betreffend Vorkommen und Übertragungsmechanismen von Antibiotikaresistenzen in nichtpathogenen lebensmittelrelevanten Mikroorganismen (z.B. Laktobazillen, Bifidobakterien) an mehreren Zentren näher untersucht, um Strategien für einen sinnvollen und kontrollierbaren Antibiotikaeinsatz zu entwickeln. Dadurch soll eine weitere Resistenzentwicklung und -ausbreitung in apathogenen und potenziell pathogenen Bakterien über die Nahrungskette minimiert werden. Die Ergebnisse dieses Projekts leisten damit einen Beitrag zur Sicherheitsbeurteilung von futtermittel- und damit lebensmittelrelevanten Bakterienkulturen und letztlich zur umfassenden Lebensmittelsicherheit.

Diskussion

Die zunehmende Verbreitung der Antibiotikaresistenz ist das Ergebnis von evolutionären Vorgängen und damit ein natürliches Phänomen. Ein Teil der Resistenzmechanismen existierte bereits vor dem verbreiteten Einsatz der Antibiotika. Der intensive Einsatz dieser antibiotischen Wirkstoffe hat die Entwicklung und Verbreitung durch die Ausübung von selektiven Druck unabsichtlich beschleunigt (McDermott et al., 2003). Die Resistenzdeterminanten werden auf diversen ökologischen Routen, unter anderem der Nahrungskette verbreitet und bedingen Konsequenzen für die Volksgesundheit (Witte, 2000a; Molback, 2004). In Bezug auf den Einsatz von antibiotischen Wirkstoffen in Tieren haben sich vor allem zwei gegensätzliche Positionen etabliert (Turnidge, 2004):

1.: Die Resistenzen gegen Antibiotika mit Relevanz in der Humanmedizin ist in Tierbeständen entstanden, wurde auf die Menschen übertragen und stellt eine potenziell große Gefahr dar. Aus diesem Grund müssen Gegenmaßnahmen gesetzt werden.

2.: Resistenzen gegen Antibiotika mit Bedeutung in der Humanmedizin sind in Tierbeständen entstanden, aber die Wahrscheinlichkeit, dass sie auf den Menschen übertragen werden und eine sehr bedeutende Gefahr darstellen, ist minimal bis nicht-existent. Daher sind keine Maßnahmen notwendig.

Diese beiden Standpunkte erlauben jedoch keine Annäherung an eine praxisrelevante Lösung. Ein möglicher Ausweg ist die tatsächliche Umsetzung des „sorgfältigen Umgangs“-Prinzips. Obwohl wesentlich schwieriger zu definieren, ist dieses Prinzip auf dem Verständnis der Ökologie der Resistenzen aufgebaut:

- Reservoirs resistenter Bakterien: Wo sind sie und wie groß sind sie?
- Molekulare Mechanismen: Wie verbreiten sich Resistenzgene und resistente Bakterien? Wie funktionieren die Resistenzmechanismen?

- Verhältnis Antibiotikaeinsatz/Resistenzzunahme: Wie steigert der Antibiotikaeinsatz die Größe des Resistenzreservoirs?
- Effektive Interventionsmaßnahmen: Welche Kontrollmechanismen resultieren in der größten Minimierung des Resistenzreservoirs?

Für die Anwendung dieses Prinzips fehlen jedoch noch Daten. Weitere Studien sind daher dringend notwendig, um die derzeit vermehrt durchgeführten Risikobeurteilungen zu unterstützen. Weiters ist es notwendig, den Antibiotikaeinsatz im Gesamten zu betrachten (System „Mensch, Nutztier, Haustier, Pflanzenbau“) und die Erkenntnisse aus dem intensiven Einsatz von Antibiotika in der Humanmedizin zu nützen (Turnidge, 2004). Die aktuelle Strategie der Europäischen Union gliedert sich in Überwachung (Surveillance), Vorbeugung (Prevention), Forschung und Entwicklung, sowie internationale Kooperation, da sich die Resistenzproblematik zu einem weltweiten Problem entwickelt hat (Anonym A). Tiere benötigen Antibiotika aus denselben Gründen wie der Mensch, daher sind Strategien notwendig, um ihre Wirksamkeit zu bewahren. Dieser Ansatz entspricht auch den von der WHO publizierten Grundsätzen (Anonym E), die jedoch noch immer nur ansatzweise umgesetzt werden.

Literatur:

- Aarestrup F.M. (2005) Veterinary drug usage and antimicrobial resistance in bacteria of animal origin. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology* 96, 271-281
- Allerberger F., Fida P., Grossgut R., Schönbauer M., Würzner H. (2003) Antibiotics in horticulture and antibiotic feed additives in animal husbandry, Austria 2002. *Wiener klinische Wochenschrift* 115/17-18, 615-617
- Andremont A. (2003) Commensal flora may play key role in spreading antibiotic resistance. *ASM News* 69, 601-607
- Anonym A (2001) Commission of the European Communities: Communication from the Commission on a community strategy against antimicrobial resistance. COM 333 final, Volume I, Brussels, 20.06.2001, 1-19
- Anonym B (2005) Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed on the updating of the criteria used in the assessment of bacteria for resistance to antibiotics of human or veterinary importance. *The EFSA Journal* 223, 1-12
- Anonym C (2001) Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, 1-4. October 2001 Cordoba, Argentina
- Anonym D (2005) Microorganisms in food and feed. Qualified presumption of safety – QPS. Summary Report - Scientific Colloquium Series of the European Food Safety Authority 2005; 2; 1-20 (http://www.efsa.eu.int/science/colloquium_series/no2_qps/948_en.html)
- Anonym E (2001) WHO global strategy for containment of Antimicrobial Resistance. World Health Organisation, Geneva, Switzerland
- Berger-Bächi B. (2001) Mechanismen der Antibiotika-Resistenzbildung in Bakterien. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 92, 3-9
- Catry B., Laevens H., Devriese L.A., Opsomer G., De Kruif A. (2003) Antimicrobial resistance in livestock. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 26, 81-93
- Casewell M., Friis C., Marco E., McMullin P., Phillips I. (2003) The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 52, 159-161
- Davies M.D. (1999) Antibiotic resistance in microbes. *Cellular and Molecular Life Sciences* 56, 742-754
- Dibner J.J., Richards J.D. (2005) Antibiotic growth promoter in Agriculture: History and mode of action. *Poultry Science* 84, 634-643
- Feuerpfeil, I., Lopez-Pila, J., Schmidt, R., Schneider, E., Szewzyk R. (1999) Antibiotikaresistente Bakterien und Antibiotika in der Umwelt. *Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 42, 37-50

- Gevers D., Masco L., Baert L., Huys G., Debevere J., Swings J. (2003) Prevalence and diversity of tetracycline resistant lactic acid bacteria and their tet genes along the process line of fermented dry sausages. *Systematic and Applied Microbiology* 26, 277-283
- Gaskins H.R., Collier C.T., Anderson D.B. (2002) Antibiotics as growth promotants: Mode of action. *Animal Biotechnology* 13, 29-42
- Kamphues J. (1999) Leistungsförderer mit antibiotischer Wirkung aus der Sicht der Tierernährung. *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 112, 370-379
- Kümmerer K. (2004) Resistance in the environment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 54, 311-320
- Levy S.B. (2001) Antibiotic resistance: Consequence of inaction. *Clinical Infectious Diseases* 33 (Supplement 3), S124-S129
- Lipsitch M. (2001) The rise and fall of antimicrobial resistance. *Trends in Microbiology* 9, 438-444
- Lu K., Asano R., Davies J. (2004) Antimicrobial resistance gene delivery in animal feeds. *Emerging Infectious Diseases* 10, 679-683
- McDermott P.F., Zhao S., Wagner, D.D., Simjee S., Walker R.D., White D.G. (2002) The food safety perspective of antibiotic resistance. *Animal Biotechnology* 13 (1), 71-84
- McDermott P.F., Walker, R.D., White, D.G. (2003) Antimicrobials: Modes of action and mechanisms of resistance. *International Journal of Toxicology* 22, 135-143
- McManus P.S., Stockwell V.O., Sundin G.W., Jones, A.L. (2002) Antibiotic use in plant agriculture. *Annual Review of Phytopathology* 40, 443-465
- Molback K. (2004) Spread of resistant bacteria and resistance genes from animals to humans – the public health consequences. *Journal of Veterinary Medicine* 51, 364-369
- Perreten V. (2003) Use of Antimicrobials in food-producing animals in Switzerland and the European Union (EU). *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 94, 155-163
- Phillips I., Casewell M., Cox T., De Groot B., Friis C., Jones R., Nightingale C., Preston R., Waddell J. (2004) Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 53, 28-52
- Pugh, M. (2002) The EU precautionary bans of animal feed additive antibiotics. *Toxicology Letters* 128, 35-40
- Swann M.M. (1969) Swann report. Joint committee on the use of antibiotics in animal husbandry and veterinary medicine. HMSO, London, Cmd 4190
- Teuber M., Perreten V., Wirschnig F. (1996) Antibiotikumresistente Bakterien: eine neue Dimension in der Lebensmittelmikrobiologie. *Lebensmitteltechnologie* 29, 182-199
- Teuber M., Meile L., Schwarz F. (1999) Acquired antibiotic resistance in lactic acid bacteria from food. *Antonie van Leeuwenhoek* 76, 115-137
- Teuber M. (2001) Veterinary use and antibiotic resistance. *Current Opinion in Microbiology* 4, 493-499
- Turnidge J. (2004) Antibiotic use in animals – prejudices, perceptions and realities. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 53, 26-27
- Ungemach F.R. (2000) Figures on quantities of antibacterials used for different purposes in the EU countries and interpretation. *Acta Veterinaria Scandinavica Suppl.* 93, 89-98
- Van den Bogaard A.E., Stobberingh E. (2000) Epidemiology of resistance to antibiotics: Links between animals and humans. *International Journal of Antimicrobial Agents* 14, 327-335
- Witte W. (2000a) Ecological impact of antibiotic use in animals on different complex microflora: environment. *International Journal of Antimicrobial Agents* 14, 321-325
- Witte W. (2000b) Selective pressure by antibiotic use in livestock. *International Journal of Antimicrobial Agents* 16, S19-S24

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Konrad J. Domig
Abt. Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene
Dept. für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Wien
e-mail: konrad.domig@boku.ac.at

Mikroorganismen als Futterzusatzstoffe: Probiotika – Wirksamkeit und Wirkungsweise

Ortwin Simon

Institut für Tierernährung, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin, Brümmerstr. 34, 14195 Berlin

Einleitung

Das Konzept des Probiotikaeinsatzes ist annähernd hundert Jahre alt und geht auf den Nobelpreisträger Elie Metschnikoff zurück. Er stellte 1908 die These auf, dass die in fermentierten Milchprodukten enthaltenen Bakterien beim Menschen Fäulnisprozesse im Darm unterdrücken, der Ausbildung von Arteriosklerose entgegenwirken und das Leben verlängern. Zunächst ging man davon aus, dass die positiven Wirkungen auf die Anwesenheit von *Bacillus bulgaricus* in fermentierten Milchprodukten zurückzuführen seien. Erst später wurde klar, dass in diesen Produkten vorwiegend *Lactobacillus acidophilus* enthalten war. Auch heute noch entspricht die für den Bereich der Humanernährung gegebene Definition für Probiotika der Metschnikoff'schen Theorie. Danach handelt es sich um lebensfähige Mikroorganismen, die nach ausreichender Aufnahme gesundheitsfördernde Effekte haben (Sanders 2000). Als besonders wirksam beim Menschen werden Stämme der Bakterienarten *Lactobacillus acidophilus* und *L. bifidus* betrachtet (Di Rienzo, 2000).

Speziell während der letzten beiden Jahrzehnte wurde versucht, das Probiotikakonzept auch in der Tierernährung umzusetzen und in Zusammenhang mit dem bevorstehenden Verbot von Antibiotika als Futterzusatzstoffe werden sie häufig als eine mögliche Alternative diskutiert. In der Tierernährung wird für Probiotika allgemein die Definition von Fuller (1989) angewendet. Danach handelt es sich um lebensfähige Formen von Mikroorganismen, die als Futterzusatzstoffe appliziert werden und die auf Grund einer „Unterstützung des Gleichgewichtes der Darmflora“ günstige Effekte für das Wirtstier haben.

Während beim Menschen die Stabilisierung der Gesundheit und langfristige lebensverlängernde Wirkungen im Vordergrund stehen, sind die Anwendungsziele in der Tierernährung meist auf kurze Einsatzdauer ausgerichtet. Als „günstige Effekte“ für das Wirtstier werden leicht messbare Parameter herangezogen, wie Lebendmassezunahme, Futteraufwand und bei einigen Tierarten die Durchfallhäufigkeit. Die Anwendung von Probiotika erfolgt vorwiegend bei Ferkeln und Kälbern während der ersten Lebenswochen sowie bei Masthühnern, die das Schlachtgewicht bereits etwa nach fünf Wochen erreichen.

Als Futterzusatzstoffe zugelassene Mikroorganismen und Anforderungen

Die Anforderungen an Mikroorganismen, die als Futterzusatzstoff eingesetzt werden sollen, beziehen sich sowohl auf deren Wirksamkeit als auch auf Sicherheitsaspekte. Probiotika dürfen die Gesundheit des Wirtes und der Personen, die mit dem Präparat umgehen, nicht beeinträchtigen. Sie müssen apathogen sein und dürfen keine Toxine produzieren. Ferner dürfen sie nicht invasiv sein und keine Kontaminationen der Produkte verursachen. Eine Förderung der Resistenzausbildung von Mikroorganismen gegenüber Antibiotika durch den Einsatz von Probiotika ist ebenfalls auszuschließen.

Aus technologischer Sicht ist eine Stabilität gegenüber den Bedingungen bei der Futtermittelherstellung (Temperatur, Druck), gegenüber anderen Rationskomponenten und während einer Lagerung von Futtermitteln zu fordern.

Während in der Humanernährung vorwiegend Bakterien der Gattungen *Lactobacillus* oder *Bifidobacterium* als probiotische Keime verwendet werden, ist der mikrobielle Ursprung der als Futterzusatzstoffe eingesetzten Mikroorganismen vielfältiger (Tabelle 1).

Tabelle 1: Zuordnung und Anzahl der gegenwärtig in der EU als Futterzusatzstoff zugelassenen Mikroorganismen

Ein Mikroorganismus	n	Kombination von Mikroorganismen	n
<i>Enterococcus faecium</i>	6	<i>Lactobacillus casei</i>	1
		<i>Enterococcus faecium</i>	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5	<i>Enterococcus faecium</i>	1
		ATTC 53519 + 55593	
<i>Bacillus cereus</i>	1	<i>Streptococcus infantarius</i>	1
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	
<i>Lactobacillus farciminis</i>	1	<i>Enterococcus faecium</i>	1
		<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	
<i>Pediococcus acidilactici</i>	1	<i>Bacillus licheniformis</i>	1
		<i>Bacillus subtilis</i>	
	14		5

Es handelt sich hierbei um Stämme verschiedener Bakterienarten in Form vegetativer Zellen oder von Sporen (*Bacillus*-Präparate) sowie um ausgewählte Stämme der Hefe *Saccharomyces cerevisiae*. Da diese Mikroorganismen verschiedenen Ursprungs sind und verschiedene natürliche Habitate haben, ist davon auszugehen, dass sie nicht den gleichen Wirkungsmechanismus besitzen. Ferner weisen sie eine unterschiedliche Temperatur- und Lagerungsstabilität auf. Prinzipiell sind *Bacillus*-Sporen stabiler als vegetative Zellen. Die Stabilität vegetativer Zellen kann durch Konfektionierungsverfahren (Adsorbieren in Granula, Coating) verbessert werden.

Wirksamkeit der Probiotika

Die meisten Untersuchungen zur Wirksamkeit liegen für Ferkel vor. Die Auswertung von über 40 publizierten Fütterungsversuchen verdeutlicht, dass in zwei Drittel der Fälle sowohl für die Lebendmassezunahme als auch für den Futteraufwand eine numerische Verbesserung beschrieben wurde. Daraus ist zu schlussfolgern, dass nicht alle Probiotika unter allen Versuchsbedingungen eine Wirksamkeit hinsichtlich der Leistungsparameter haben. Ferner ist festzustellen, dass trotz numerisch teilweise großer Effekte nur in etwa 5 % der Versuche eine biostatistische Sicherung des Probiotikaeffektes vorlag. Dies ist ein Indiz für eine sehr unterschiedliche Reaktion der einzelnen Tiere. Die Auswertung von Untersuchungen an Mastgeflügel (Broiler, Puten) führt zu ähnlichen Aussagen.

Eigene Untersuchungen am Institut für Tierernährung, FU Berlin, zur Beeinflussung von Leistungsparametern von Aufzuchtferkeln stehen in Einklang mit der Literaturswertung (Tabelle 2). In diesen Versuchen wurde die Wirkung von *Enterococcus faecium* NCIMB 10415 und von *Bacillus cereus* var. *toyoi* (NCIMB 40112) untersucht. Den probiotischen Keim erhielten entweder sowohl die Sauen während der Trächtigkeit und der Laktation als auch Saug- und Absetzferkel, oder nur die Saug- und Absetzferkel oder nur die Ferkel nach dem Absetzen.

Tabelle 2. Relative Beeinflussung der Leistungsparameter von Aufzuchtferkeln (in % der Kontrolltiere) (FU-Berlin)

Probiotikum	Applikation an	Lebendmasse- zunahme	Futtermittelaufwand
<i>E. faecium</i>	Ferkel, 1. bis 70. Lebenstag	+5	+2
<i>E. faecium</i>	Sauen, Saug- und Aufzuchtferkel	-1	-2
<i>E. faecium</i>	Ferkel nach dem Absetzen	-5	-1
<i>B. cereus</i>	Sauen, Saug- und Aufzuchtferkel	+7	-2
<i>B. cereus</i>	Sauen, Saug- und Aufzuchtferkel	+5	-9**

** p<0.01

Hinsichtlich der Reduzierung der Durchfallhäufigkeit bei Ferkeln ist in den meisten Untersuchungen die Wirksamkeit von Probiotika signifikant nachgewiesen worden. Dies war unabhängig davon, ob die Präparate *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecium* oder *Pediococcus acidilactici* enthielten. Allerdings ist auch dieser Effekt nicht immer vorhanden. Hierbei spielen vermutlich Faktoren, wie der mikrobielle Ausgangsstatus oder der Zeitpunkt des Beginns der Probiotikaapplikation, eine Rolle. Nach unseren Untersuchungen scheint für die Reduzierung der Durchfallhäufigkeit bei Aufzuchtferkeln eine sehr frühe Applikation nach der Geburt bzw. bereits an die Sau während Trächtigkeit und Laktation von großer Bedeutung zu sein (Tabelle 3). In diesen Untersuchungen konnte die Durchfallinzidenz im Vergleich zu den Kontrolltieren auf 10 bis 50 % reduziert werden. Unter Praxisbedingungen konnte ferner die Durchfallhäufigkeit bei Kälbern (50 bis 85 kg Lebendmasse) auf 35 bzw. 65 % gesenkt werden, wenn ein *Enterococcus faecium*- bzw. ein *Bacillus cereus*-Präparat mit dem Milchaustauscher verabreicht wurde (Männer und Simon, unveröffentlicht).

Tabelle 3. Einfluss auf die Durchfallhäufigkeit bei Aufzuchtferkeln (FU Berlin)

Probiotikum	Applikation an	Durchfall	Signifikanz
<i>E. faecium</i>	Ferkel, 1. bis 70. Lebenstag	reduziert	+
<i>E. faecium</i>	Sauen, Saug- und Aufzuchtferkel	reduziert	+
<i>E. faecium</i>	Ferkel nach dem Absetzen	keiner	-
<i>B. cereus</i>	Sauen, Saug- und Aufzuchtferkel	reduziert	+
<i>B. cereus</i>	Sauen, Saug- und Aufzuchtferkel	reduziert	+

Wirkungsweise der Probiotika

Ohne Zweifel kann man durch eine Modifizierung der mikrobiellen Besiedlung des Verdauungstraktes durch Probiotika von einer primären Einflussnahme auf das Wirtstier ausgehen. Abhängig oder unabhängig von der veränderten intestinalen Mikrobiota sind sekundäre Effekte zu erwarten, die die Morphologie und Histologie der Darmschleimhaut (Klein und Schmits, 1997) sowie deren funktionelle Parameter des Nährstofftransports (Breves et al., 2000) betreffen. Auch auf Reaktionen des Immunsystems gibt die Literatur Hinweise (Kaspar, 1998; Perdigon, 1999).

Zur Untersuchung dieser Zusammenhänge wurde in Berlin eine interdisziplinäre Forschergruppe eingerichtet, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird (FOR 438). In dem Forschungsprojekt werden die Einflüsse von *Enterococcus faecium* NCIMB 10415 und von *Bacillus cereus* var. *toyoi* (NCIMB 40112) auf Verdauungsphysiologie, intestinale Mikrobiota, die Struktur und Funktion der Darmschleimhaut sowie auf immunologische Parameter untersucht. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der bisherigen Arbeit dargestellt. Die Ergebnisse zu den Leistungsdaten und zur Durchfallhäufigkeit aus diesen Versuchen sind bereits im vorhergehenden Abschnitt enthalten.

Beeinflussung der intestinalen Mikroorganismenpopulation

(Ergebnisse aus dem Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen: L. Wieler, K. Tedin, M. Nordhoff, M. Pollmann und dem Institut für Tierernährung: M. Macha, D. Taras, W. Vahjen)

Zunächst galt es zu untersuchen, inwiefern die probiotischen Mikroorganismen überleben können und in der Lage sind, den Verdauungstrakt zu besiedeln. Der Nachweis des eingesetzten *B. cereus* war mit konventionellen Methoden möglich, für den Nachweis des *E. faecium* wurde eine stammspezifische Sonde entwickelt, die für Koloniehybridisierung genutzt wurde (Macha et al., 2004). Ein wesentlicher Befund war, dass bei Saugferkeln deren Mütter Probiotika erhielten, in allen Segmenten des Verdauungstraktes beide probiotischen Mikroorganismen bereits zu einem Zeitpunkt nachzuweisen waren, zu dem sie noch kein supplementiertes Ergänzungsfutter erhalten hatten. Dies bedeutet, dass eine Übertragung der probiotischen Keime von der Sau auf die Ferkel auf anderem Wege als mit supplementiertem Futter erfolgt ist.

Mittels der Denaturierenden Gradienten Gel Elektrophorese (DGGE) mit extrahierter DNA konnte sowohl bei den Ferkeln als auch bei den Sauen für die Zusammensetzung der intestinalen Bakterienpopulation eine nachhaltige Veränderung gezeigt werden. Die Anwendung kultureller Verfahren zur Quantifizierung der gesamten anaeroben und coliformen Keime im Verdauungstrakt von Ferkeln führte zu keinen Unterschieden zwischen Kontroll- und Probiotikatiern. Eine differenzierte Betrachtung der *E. coli*-Bakterien durch Erfassung der Nachweishäufigkeit β -hämolytischer *E. coli* und verschiedener *E. coli*-Serovare im Verdauungstrakt der Ferkel, verdeutlicht einen klaren Effekt der Probiotika (Scharek et al., 2005, Abb. 1 und 2). Sie bewirkten im Falle des *E. faecium* NCIMB 10415 eine Halbierung der Nachweishäufigkeit β -hämolytischer *E. coli* sowie der *E. coli* Serovare O139, O141 und O147 gegenüber den Kontrolltieren. Bei Verabreichung des *B. cereus* var. *toyoi* waren im Verdauungstrakt der Ferkel *E. coli* verschiedener Serovare nicht nachweisbar, obwohl bei Kontrolltieren die Nachweishäufigkeit für die Serovare O141 bzw. O147 bei 10 bzw. 26 % lag. Serovar O141 ist eines der vier Serovare, die in Zusammenhang mit Ferkeldurchfällen beim Absetzen und der Ödemkrankheit bei Ferkeln stehen (Berschinger und Fairbrother, 1999, Frydendahl, 2002). Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass bei Applikation von *E. faecium* NCIMB 10415 an Sauen und Ferkel die Übertragung von Chlamydien von positiv getesteten Sauen auf die Ferkel von 85% (Kontrolle) auf 60% reduziert wurde (Pollmann et al., 2005).

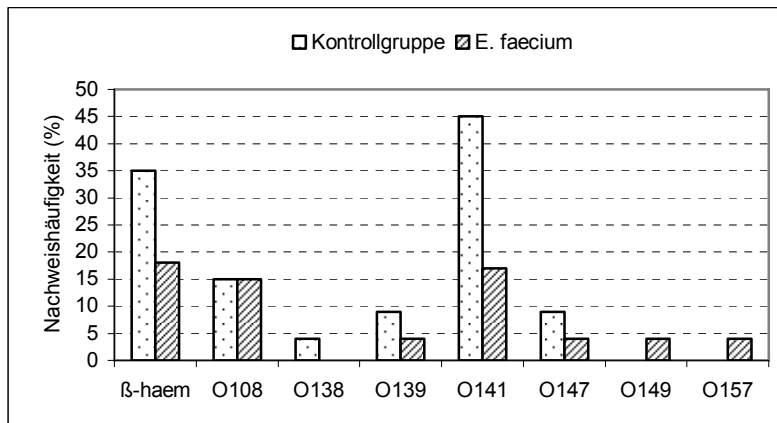


Abbildung 1:

Nachweishäufigkeit von *E. coli* Serovaren im Colon von Ferkeln – Einfluss von *E. faecium* NCIMB 10145

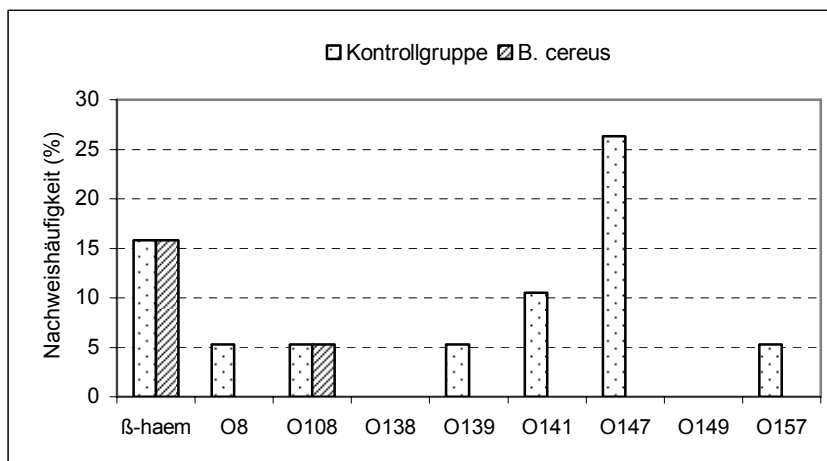


Abbildung 2:

Nachweishäufigkeit von *E. coli* Serovaren im Colon von Ferkeln

- Einfluss von *B. cereus* var. *toyoi*

Die mikrobiologischen Untersuchungen lassen insgesamt den Schluss zu, dass beide geprüften Mikroorganismen zu einer geringeren Belastung der Ferkel mit pathogenen Keimen führen.

Beeinflussung von Struktur und Funktion der Darmschleimhaut

(Ergebnisse aus dem Institut für Veterinäranatomie: K.D. Weyrauch, K. Reiter, D. Schwerk und dem Institut für Veterinärphysiologie: H. Martens, U. Lodemann, K. Hübener, B. Lorenz)

Zur Beurteilung dieser Einflussnahme wurde von Ferkeln am 14., 28., 35. und 56. Lebenstag Darmschleimhaut verschiedener Segmente hinsichtlich verschiedener Parameter untersucht. Dazu gehörten: Zottenhöhe, Kryptentiefe, Oberflächenvergrößerungsfaktor, Proliferationsrate von Epithelzellen, Anteil von Becherzellen, Stimulierbarkeit des transzellulären Transports von Glucose und Glutamin sowie der parazelluläre Transport (Mannit). Trotz dieser umfangreichen Untersuchungen konnten die in der Literatur (Görke, 2000) beschriebenen Effekte von *B. cereus* besonders im Sinne einer Zottenverlängerung nicht bestätigt werden. Alle Unterschiede morphometrischer Daten waren zwischen den Gruppen nicht gerichtet und nicht signifikant. Dagegen wurde aber ein früherer Befund (Breves et al., 2000) eines stimulierten Glucosetransportes in Jejunum-Darmschleimhaut von Tieren, die Probiotika erhielten, bei Einsatz des *E. faecium* NCIMB 10415 bestätigt. Mit *B. cereus* var. *toyoi* wurde dies allerdings nicht beobachtet.

Beeinflussung des Immunsystems

(Ergebnisse aus dem Institut für Immunologie und Molekularbiologie: M. Schmidt, L. Scharek, B. Altherr)

An den gleichen Tieren, wie unter 4.2. angegeben, wurden zahlreiche Parameter zur Charakterisierung des Immunsystems erfasst. Dazu gehörte die Erfassung der Gehalte an IgG im Blut und von IgA im Kot. Ferner wurde die Durchflusszytometrie angewandt, um die verschiedenen Populationen intraepithelialer Lymphozyten sowie in den Peyer'schen Plaques mit Hilfe von Oberflächenmarkern zu identifizieren. Die wichtigsten Ergebnisse der immunologischen Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Einfluss des *E. faecium* NCIMB 10415

- Bei Behandlung von Sau + Ferkel
 - o Die intraepithelialen CD8-positiven Zellen (cytotoxische T-Zellen) und die IgG Konzentration im Blut sind reduziert.
 - o Die Effekte sind vor dem Absetzen am deutlichsten.
 - o Es handelt sich möglicherweise um sekundäre Effekte auf Grund geringerer mikrobieller Belastung.
- Wenn nur die Ferkel nach dem Absetzen behandelt wurden, waren nahezu keine Effekte zu beobachten.

Einfluss von *Bacillus cereus* var. *toyoi*

- Bei Behandlung von Sau + Ferkel
 - o Die intraepithelialen CD45-positiven Zellen (Leukozyten), CD3CD8-doppelt positiven Zellen (zytotoxische T-Zellen) und TcR1-positiven Zellen ($\gamma\delta$ T-Zellen) waren (zeitweise) erhöht.
 - o Die Effekte des *Bacillus cereus* var. *toyoi* könnten auf eine Immunstimulation hinweisen.

Mit beiden probiotischen Mikroorganismen war eine ausgeprägte Immunmodulation zu beobachten, die aber offensichtlich verschiedene Ursachen hat und zu unterschiedlichen Auslenkungen führt.

Zusammenfassung

Probiotika sind lebende Formen von Mikroorganismen, die als Futterzusatzstoffe eingesetzt werden. Ihre Wirksamkeit im Sinne einer Verbesserung von Leistungsparametern ist nicht immer nachweisbar und nur selten biostatistisch gesichert. Wesentlich besser reproduzierbar und häufiger signifikant ist die reduzierende Wirkung auf die Durchfallhäufigkeit bei Ferkeln. Interdisziplinäre Untersuchungen zur Wirkungsweise zweier probiotischer Mikroorganismen (*Enterococcus faecium* NCIMB 10415 und von *Bacillus cereus* var. *toyoi* NCIMB 40112) hat die Etablierung beider Keime im gesamten Verdauungstrakt von Ferkeln gezeigt. Ferner wurde die Zusammensetzung der intestinalen Mikroorganismenpopulation nachhaltig beeinflusst und die Nachweishäufigkeit verschiedener *E. coli*-Serovare reduziert. Beide Probiotika führen zu deutlichen Immunreaktionen, die bereits vor dem Absetzen der Ferkel ausgeprägt sind und sich für die beiden Probiotika unterscheiden. Im Falle des *B. cereus* liegt eine Immunstimulation vor, während im Falle des *E. faecium* vermutlich die reduzierte bakterielle Belastung der Tiere die Immunantwort prägt.

Literaturverzeichnis

- Bertschinger, H.U., Fairbrother, J.M. (1999): Diseases in Swine, eighth edition, Blackwell Science Ltd., Oxford, pp 431-468
- Breves, G., Walter, C. Burmester, M. Schröder B. (2000): In vitro studies on the effects of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus cereus* var. *toyoi* on nutrient transport in pig jejunum. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 84, 9-20.
- DiRienzo, D.B. (2000): Symposium: Probiotic bacteria: implications for human health. J. Nutr., 130, 382S-383S
- Frydendahl, K. (2002): Prevalence of serogroups and virulence genes in *Escherichia coli* associated with postweaning diarrhoea and edema disease in pigs and a comparison of diagnostic approaches. Vet. Microbiol. 85, 169-182
- Fuller, R. (1989): Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol., 66, 365-378.
- Gedek, B., Kirchgessner, M., Wiehler, S., Bott, A., Eidelsburger, U., Roth, F.X. (1993): Zur nutritiven Wirksamkeit von *Bacillus cereus* als Probiotikum in der Ferkelaufzucht. 2. Mitteilung – Einfluss auf Keimzahlen, Zusammensetzung und Resistenzeigenschaften der gastrointestinalen und faecalen Mikroflora. Arch. Anim. Nutr., 44, 215-226.
- Görke, B. (2000): Untersuchungen der Darmschleimhautmorphologie in Dünn- und Dickdarm nach oraler Applikation von *Saccharomyces boulardii* und *Bacillus cereus* var. *toyoi* beim Schwein. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
- Kasper, H. (1998): Protection against gastrointestinal diseases – present facts and future developments. Int. J. Food Microbiol., 41, 127-131.
- Klein, U., Schmidts, H.L. (1997): Zum Einfluss des Bioregulators Paciflor® auf die Morphologie der Dünndarmmukosa beim Schwein. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 6, 41.
- Macha, M., Taras, D., Vahjen, W., Arini, A., Simon, O. (2004) : Specific enumeration of the probiotic strain *Enterococcus faecium* NCIMB 10415 in the intestinal tract and in faeces of piglets and sows. Arch. Anim. Nutr. 58, 443-452
- Perdigon, G., Vintini, E., Alvarez, S., Medina, M., Medici, M. (1999): Study of the possible mechanism involved in the mucosal immune system activation by lactic acid bacteria. J. Dairy Sci., 82, 1108-1114.
- Pollmann, M., Nordhoff, M., Pospischil, A., Tedin, K., Wieler, L.H. (2005): Effects of a probiotic strain of *Enterococcus faecium* on the rate of natural Chlamydia Infection in swine. Infection and Immunity, 73, 4346-4353
- Scharek, L., Guth, J., Reiter, K., Weyrauch, K.D., Taras, D., Schwerk, P., Schierack, P., Schmidt, M.F.G., Wieler, L., Tedin, K. (2005): Influence of a probiotic *Enterococcus faecium* strain on development of the immune system of sows and piglets. Veterinary Immunology and Immunopathology, 105, 151-161

Einsatz von Kräutern und deren Extrakten in der Tierernährung: Erwartungen und Möglichkeiten

Caspar Wenk
ETH Zürich

Einleitung

Die Art und Weise der Nahrungsmittelerzeugung wird von der heutigen Gesellschaft intensiv diskutiert und auch entsprechend in Frage gestellt. Immer wieder sorgen Skandale für Ängste und Unsicherheit in der Bevölkerung. Wir erwarten, dass die Nahrung - ob pflanzlichen, tierischen oder mikrobiellen Ursprungs - höchsten Qualitätsansprüchen genügt, gesund und zugleich auch billig ist. Gleichzeitig sorgen wir uns um die zunehmende Umweltbelastung und entwickeln Produktionssysteme, die energiesparend sind und einen geringen Nährstoffeinsatz erfordern. Die Argumente für eine Erzeugung von Nahrungsmitteln auf möglichst natürlicher Basis wurden von verschiedenen Organisationen aufgegriffen und stellen heute auch ein wichtiges Marketinginstrument im Lebensmittelhandel dar. Die Vielzahl von Labelprogrammen und der hohe Stellenwert der biologischen Produkte sind das Ergebnis dieser Entwicklung. Während in der Vergangenheit die Konsumenten das assen, was produziert wurde, hat sich heute die landwirtschaftliche Produktion nach dem Markt, bzw. den Konsumentenwünschen zu richten (1).

Bei diesen Überlegungen wird oftmals vernachlässigt, dass die Weltbevölkerung nach wie vor ständig zunimmt. In rund 25 Jahren werden auf der Erde an die neun Milliarden Menschen leben (2), die mit genügend Nahrung versorgt werden müssen. Das globale Ziel der ausreichenden Ernährung für jedermann kann nur erreicht werden, wenn auch in Zukunft die Nahrungsmittelproduktion ein jährliches Wachstum von ca. 2 Prozent aufweist. Dabei wird erwartet, dass die weltweite Tierproduktion diesem Trend folgen wird. Nach Schätzungen des IFPRI (3) wird die Weltproduktion für Schweine und Geflügel jährlich ein Wachstum von ca. 2 Prozent aufweisen. Nachdem in den entwickelten Ländern dieser Anstieg nicht entsprechend hoch sein wird, muss von einer umso grösseren Wachstumsrate in den Entwicklungsländern ausgegangen werden. Um eine ökologische Katastrophe zu verhindern, darf aber dieses weltweite Wachstum nicht zu einer zusätzlichen Umweltbelastung führen. Zudem können qualitativ hochwertige Produkte tierischer Herkunft nur mit gesunden Tieren erzeugt werden. Die Überwindung von epidemieartig auftretenden Krankheiten wie die „Vogelgrippe“ beim Geflügel oder das „Post-weaning Multisystemic Wasting Syndrome“ (PMWS) beim Schwein stellt in diesem Zusammenhang eine bedeutende Herausforderung dar. Um diese Voraussetzungen erfüllen zu können, müssen die verfügbaren Ressourcen unter Berücksichtigung sowohl traditioneller wie auch moderner Technologien effizient genutzt werden. Dabei werden die Futterzusatzstoffe einen wesentlichen Beitrag leisten können. Es steht ausser Zweifel, dass die zukünftige Tierproduktion weltweit eine verbesserte Effizienz anstreben muss. Indira Ghandi (1917 - 1984) formulierte dieses Ziel anlässlich der United Nations Conference on the Human Environment in Stockholm 1972 folgendermassen:

“The environment cannot be improved in conditions of poverty. Nor can poverty be eradicated without the use of science and technology”

Das generelle Verbot der antimikrobiellen Leistungsförderer in der Tierernährung wurde in Schweden bereits 1986 und in der Schweiz im Jahr 1999 realisiert. Nach PFIRTER (4) wurde damit eine schlechtere Futterverwertung einkalkuliert und auch ein reduzierter Zuwachs der Nutztiere in Kauf genommen. Die Zahlen in Tabelle 1 beziehen sich auf Untersuchungen unter guten Haltungsbedingungen. Folglich dürften diese Einbussen in der allgemeinen Praxis noch deutlich höher sein.

Table 1: Effekt des Verzichtes von Antibiotika als Leistungsförderer auf die Wachstumsleistung und die Futterverwertung bei Schweinen (4)

	Verringerung beim Tageszuwachs	Zunahme beim Futtermittelverzehr pro Zuwachs
Milchkalb	7-8 %	4 – 5 %
Rind	4 %	2 %
Absetzferkel	8 %	5 %
Schweine, Vormast	5 %	3 %
Schweine, Endmast	2 %	1 %
Schweineproduktion	5 %	2 %
Broiler	3 %	2 %
Legehennen (Eileistung)	1 %	1 %

Heute wird auch in der Europäischen Union auf die Anwendung vieler antimikrobieller Leistungsförderer verzichtet. Zurzeit ist noch Salinomycin-Na, Flavophospholipol und Avilamycin zugelassen. Ein generelles Verbot dieser ganzen Stoffklasse steht bevor, auch wenn dagegen nach wie vor opponiert wird. Heute sind gewisse Kokzidiostatika beim Geflügel noch zugelassen. Aber auch ihre Anwendung ist in der Zukunft in Frage gestellt.

Die eingeschränkte Anwendung bzw. das Verbot von antimikrobiellen Leistungsförderern bedingt, dass wir die bestehenden Alternativen nutzen oder neue Wege beschreiten, um den Gesundheitsstatus der Nutztiere zu gewährleisten. Nur so kann die erwünschte Leistung von den Tieren erbracht und eine effiziente Nutzung der Ressourcen garantiert werden.

Die Basis dazu bilden ein optimales Tiermanagement und gute Haltungsbedingungen. Die wichtigsten Aspekte dazu sind:

- 1)• angepasste Stalltemperatur (gutes Mikroklima für Kälber und Ferkel)
- 2)• frische Luft, kein Durchzug
- 3)• ausreichender Platz und geeignete Bodenbeläge
- 4)• wenn möglich Stroh als Liegefläche (keine Mykotoxine)
- 5)• tiefe Luftfeuchtigkeit und möglichst wenig Staub
- 6)• gute Rotationssysteme

Der bestmögliche Einsatz einer Kombination sogenannter „Pronutrients“ (Pronährstoffe) ist gemäss Rosen (7) im Weiteren anzustreben. Er bezeichnet die Pronährstoffe als „micro feedingstuffs used

orally in a relatively small amount to improve the intrinsic value of the nutrient mix in an animal diet". Eine Gegenüberstellung und Bewertung der verschiedenen alternativen Futterzusatzstoffe wurde in den letzten Jahren schon mehrfach vorgenommen (z.B. 8, oder 9, 10). Auch die WHO (11), zusammen mit dem Dänischen Veterinär Institut, Foulum, die Frühjahrstagung des Instituts für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich, die Conference „Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Ban on the Horizon?“ oder die International Debate Conference for the Feed & Food Chain in Noordwijk aan Zee, NL widmeten sich in den Jahren 2002 bis 2005 ganz dieser Thematik.

Unter dem Begriff der Pronährstoffe werden aus heutiger Sicht die organischen Säuren, Enzyme, Pro- und Prebiotika, spezifische Nahrungsfasern, hoch verfügbare Nährstoffe, Kräuter und deren Extrakte verstanden. Die Wirkung von Pronährstoffen auf die Leistung der Nutztiere kann über einen weiten Bereich variieren. Generell müssen wir aber davon ausgehen, dass sie eine deutlichere Wirkung auf die Tiere ausüben, wenn die Leistung tief ist, das Futter einen tiefen Nährwert aufweist, der Gesundheitsstatus tief ist oder die Umweltbedingungen ungünstig sind. Diese Aussage trifft für sämtliche Zusatzstoffe zu.

Als Folge des eingeschränkten Verbrauchs bzw. des Verzichtes auf die antimikrobiellen Leistungsförderer müssen wir nach neuen Wegen zur Aufrechterhaltung der Tiergesundheit suchen. Die Art der alternativen Zusatzstoffe und deren Kombinationen hängen beim Nutztier einerseits von der Leistungsart bzw. vom Alter ab (Abbildung 1). Gewisse Zusatzstoffe sind beispielsweise im Jugendstadium zur Errichtung einer gesunden, ausgeglichenen Mikroflora im Verdauungstrakt (Eubiose) von grosser Bedeutung. Andere dagegen finden primär in der Ausmastphase ihre Anwendung. Entsprechend verändert sich auch der Verwendungszweck der Zusatzstoffe im Verlaufe einer Wachstumsphase wesentlich. So spielen beispielsweise Antioxidantien beim Jungtier eine wichtige Rolle bei der Herabsetzung des oxidativen Stresses im Intermediärstoffwechsel. Dieselben Antioxidantien können in der Ausmastphase einen Beitrag zur Verbesserung der Produktqualität leisten.

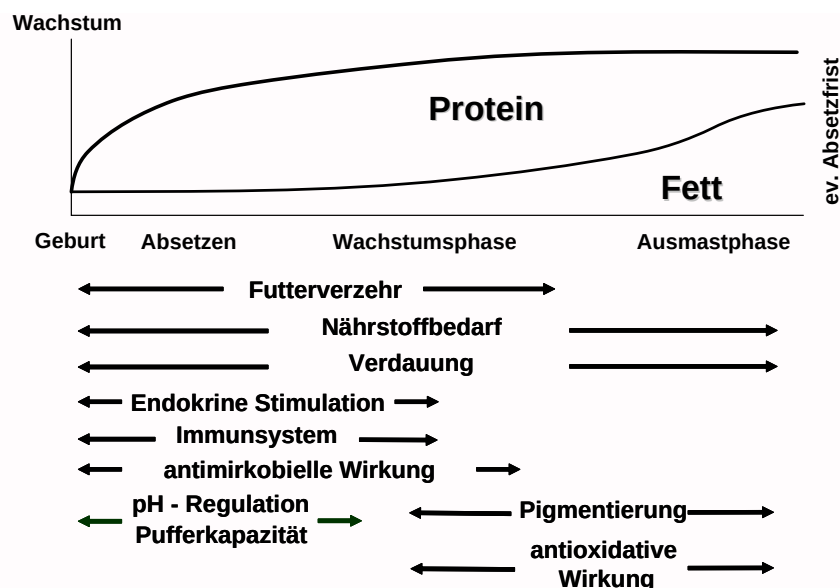


Abbildung 1: Bedeutung von Futterzusatzstoffen in den verschiedenen Wachstumsphasen von Nutztieren.

Die Wirkungen von einzelnen Zusatzstoffen, wie sie in Abbildung 1 aufgeführt sind, hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab. Hier sei neben dem Gesundheitszustand der Tiere besonders auf die Nährstoffzusammensetzung des Futters hingewiesen.

Kräuter und deren Extrakte

Als Kräuter werden nicht verholzte, blühende Pflanzen bezeichnet, die sich durch ihre besonderen medizinischen Eigenschaften oder ihr Aroma auszeichnen. Gewürze kann man als jene Kräuter bezeichnen, die dank ihrer aromatischen Substanzen zum Würzen oder zur Lagerhaltung verwendet werden. Ein Präparat, das aus ganzen oder Teilen von Pflanzen erzeugt wird, bezeichnet man als Pflanzenextrakt (englisch „Botanical“). Pflanzenextrakte oder ätherische Öle, die Besonderheiten bezüglich Geruch, Geschmack oder pharmazeutischer Wirkung aufweisen, sind auch in der Tierernährung von grossem Interesse. Im Vordergrund stehen dabei die Wirkung auf die Nahrungsaufnahme und Verdauungsvorgänge sowie die antimikrobiellen und antioxidativen Eigenschaften. In vielen Ländern Asiens sowie Südamerikas finden solche Präparate schon seit Jahrhunderten regelmässige Anwendung (12). Seit einigen Jahren finden Kräuter und Pflanzenextrakte grosses Interesse auch in der modernen Tierproduktion. Ein wichtiger Grund für diese Entwicklung ist der Umstand, dass die Konsumenten im Gegensatz zu den industrietechnologisch erzeugten Futterzusatzstoffen den Kräutern und Kräuterextrakten wesentlich mehr Vertrauen schenken.

Einfluss von Kräutern und deren Extrakten auf den Futterverzehr

Mit dem Effekt von Kräutern und Kräuterextrakten auf den Verzehr wird häufig auch eine vermehrte Sekretion von Verdauungssäften sowie die Stärkung des Immunsystems von Tieren beobachtet. Daraus kann auch eine Verbesserung der Nährstoffverwertung und folglich eine höhere Leistung der Tiere abgeleitet werden. Als Beispiele kann der Einsatz von Chinesischem Medizinalrhabarber (*Rheiradix*) oder Turmeric (*Curcuma longa*) erwähnt werden.

Der Einfluss von Rhabarberwurzeln auf den Futterverzehr haben wir in verschiedenen Versuchen mit Ferkeln und Broilern in Abhängigkeit der Dosierung untersucht. In Abbildung 2 sind die Ergebnisse dieser Versuche summarisch zusammengestellt. Es ist darauf hinzuweisen, dass in den einzelnen Versuchen verschiedene Kräuterchargen mit unterschiedlichen Wirksubstanzkonzentrationen (z.B. Anthrachinone) verwendet wurden. In den Ferkelversuchen p1 bis p2 verwendeten wir Rhabarberwurzeln mit einem Anthrachinongehalt von 2 % im Gegensatz zum Versuch p4a-p4c in dem ein Präparat mit nur 1,4 % Anthrachinon verwendet wurde.

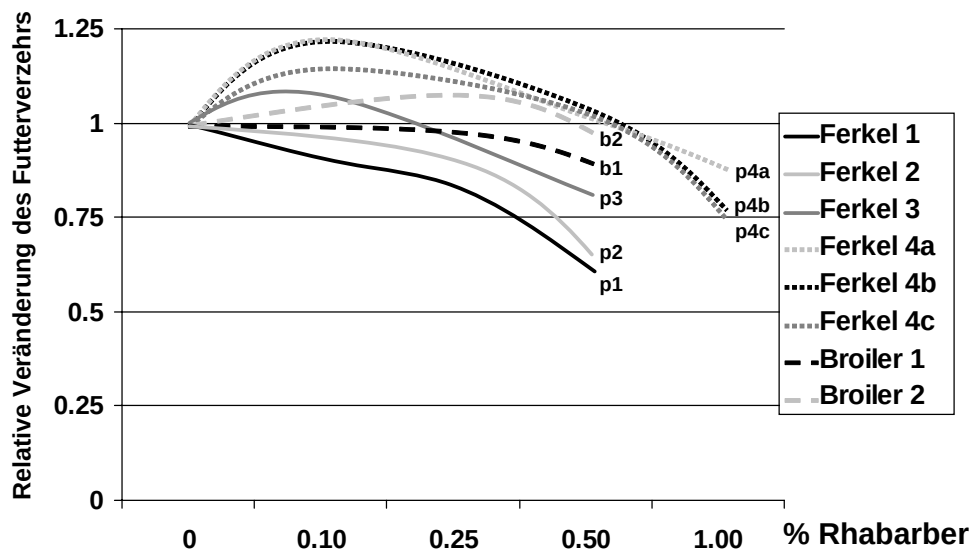


Abbildung 2: Einfluss von Rhabarberwurzel auf den Futterverzehr im Vergleich zu einer Kontrollmischung ohne Zulage bei Ferkeln und bei Broilern (**13-15**)

Zwischen den Versuchen bestand im Effekt auf den Futterverzehr ein grosser Unterschied, der mindestens teilweise durch den unterschiedlichen Anthrachinongehalt der Rhabarberwurzeln erklärt werden konnte. Dennoch konnte bei beiden Tierarten (Ferkel und Broiler) bei geringer Dosierung ein leichter Anstieg des Verzehrs beobachtet werden. Erst eine wesentlich höhere Dosierung führte zu einem drastischen Rückgang des Futterverzehrs. Ähnliche Beobachtungen bezüglich Futterverzehrregulation konnte bei Legehennen gemacht werden, denen Turmeric, ein Pulver aus den Rhizomen von *Curcuma longa*, das in der asiatischen Küche beliebt und oft eingesetzt wird, angeboten wurde (16). Während sich mit 0.25 % Turmeric der Futterverzehr verbesserte, führten hohe Dosierungen von 1 % zu einem deutlichen Rückgang. In Versuchen mit Broilern stellten Samarasinghe und Wenk (17) keinen Dosis-Wirkungseffekt auf den Futterverzehr fest. Dagegen fanden sie eine bessere Futterverwertung und Leistung bezüglich Tageszuwachs und Schlachtkörperkriterien.

Antimikrobielle Wirkung von Kräutern und deren Extrakten

Die antimikrobielle, kokzidiostatische, antivirale oder entzündungshemmende Wirkung von Kräuterpräparaten wurde von verschiedenen Autoren *in vitro* und *in vivo* beschrieben (Bsp. 18-25). Die Verfügbarkeit und Wirkung der bioaktiven Komponenten von Kräutern kann von verschiedenen Faktoren abhängen. Deshalb haben wir in einer *in vitro* Studie untersucht, welchen Einfluss die Extraktionsmethode - entweder Wasser oder Ethanol - auf die antimikrobielle Wirkung von fünf verschiedenen Kräutern bei drei Mikroorganismen hat (Tabelle 2).

Tabelle 2: Antimikrobielle Aktivität von Kräuterextrakten nach Wasser- und Ethanolextraktion bei drei verschiedenen Mikroorganismen (**26**)

	Ent. faecalis	E. coli	Candida magnoliae
<u>Wasserextrakt</u>			
Oregano	-	(*)	-
Nelke	-	(*)	-
Bockshornklee	-	-	-
Schwarzer Kümmel	-	-	-
Turmeric	-	-	-
<u>Ethanolextrakt</u>			
Oregano	**	**	*
Nelke	**	**	*
Bockshornklee	-	(*)	-
Schwarzer Kümmel	(*)	(*)	-
Turmeric	*	*	-
	**	hohe Aktivität	
	*	tiefe Aktivität	
	(*)	Spuren von Aktivität	
	-	keine Aktivität	

Die Wasserextraktion ermöglichte eine minimale Aktivität von Oregano und Nelke bei *Escherichia coli*. Bei *Enterococcus faecalis* und *Candida magnoliae* konnten selbst bei hohen Extraktionstemperaturen keine Effekte beobachtet werden (100 und 120 °C). Die Ethanolextrakte von Oregano und Nelke hatten bei Extraktionstemperaturen von Raumtemperatur bis 100 °C eine ausgesprochen antimikrobielle Wirkung auf alle untersuchten Mikroorganismen. Die Extrakte von Turmeric wiesen nur einen mittleren antimikrobiellen Effekt, jene von Bockshornklee und schwarzem Kümmel eine kaum relevante antimikrobielle Wirkung auf, obwohl auch diesen Kräutern immer wieder antimikrobielle Eigenschaften zugeschrieben werden.

Bei der Übertragung von Ergebnissen solcher *in vitro* Studien auf die Verhältnisse im Verdauungstrakt sind grosse Vorbehalte angebracht. Pflanzenextrakte, die dem Futter zugesetzt werden, stehen in Konkurrenz mit den Hauptnährstoffen und anderen möglichen Pflanzeninhaltsstoffen aus der Diät. Zudem verfügen die Mikroorganismen im Verdauungstrakt über eine grosse Pufferkapazität. Die antimikrobielle Wirkung von Zusatzstoffen kann indessen anhand von Leistungsdaten der Tiere (z.B. Tageszuwachs oder Futterverwertung) einigermaßen beurteilt werden. Noch besser eignen sich Verdauungsparameter (Verdaulichkeit verschiedener Nährstoffe) oder die Erfassung von Veränderungen der Mikroflora im Verdauungstrakt.

In einem Versuch mit Mastkühen bestimmten wir ausgewählte Mikroorganismen in den Blinddärmen und konnten feststellen, dass über das Futter verabreichter Oregano - Extrakt die Lactobacillen im Vergleich zur Kontrollvariante ohne Wirkstoffe und zur Variante mit Antibiotika (60 ppm Salinomycin und 50 ppm Tylosin) förderte. Die Antibiotika - Zulage führte dagegen zu einer Vermehrung der Enterococcen (27).

Kräuter und deren Extrakte als Antioxidantien

Die antioxidative Wirkung von Kräutern und deren Extrakten beruht hauptsächlich auf der Aktivität von Tocopherolen oder anderen Phenolen (28). Zwischen einzelnen Kräutern besteht aber ein grosses Wirkungsspektrum (29). Gewisse ätherische Öle können sogar eine prooxidative Wirkung aufweisen (30). Deshalb ist es wichtig, die Auswahl der Kräuter sorgfältig zu treffen, sollten sie als Alternativen zu den Antioxidantien eingesetzt werden.

Der antioxidative Status eines Tieres hängt von verschiedenen Faktoren ab. Das Tier selbst stellt ein homeostatisches System dar, welches von den verfügbaren Enzymen reguliert wird. Mit dem Futter nimmt es Nährstoffe mit unterschiedlichem Oxidationspotential auf. Die hoch ungesättigten Fettsäuren stellen dabei ein besonderes Risiko dar. Mit dem Futter nehmen die Tiere auch Substanzen wie Eisen, Kupfer oder Phytase auf, die die Nährstoffoxidation beschleunigen können (31). Andererseits schützen Antioxidantien wie Ascorbinsäure, Tocopherole, Carotinoide, Flavonoide etc. die oxidationsanfälligen Substanzen.

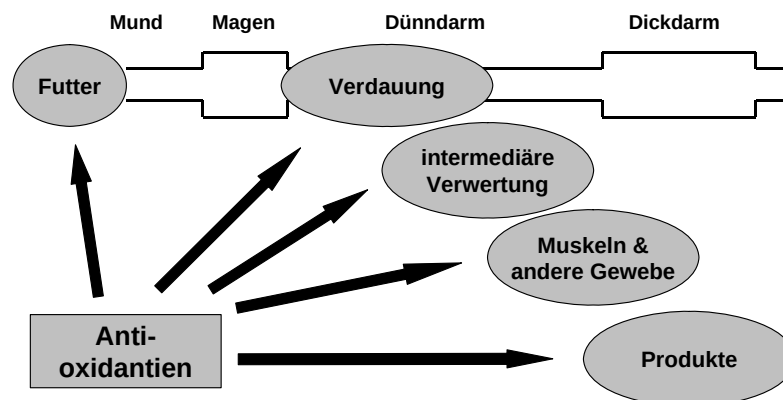


Abbildung 3: Aktivität von Antioxidantien bei monogastrischen Tieren

Die Antioxidantien können eine sehr unterschiedliche Aktivität entwickeln. Dies hängt von ihrer Löslichkeit und Polarität sowie auch vom Ort der Aktivität ab (Abbildung 3). Antioxidantien werden dazu benützt, Nährstoffe im Futter während der Lagerung zu schützen. Sie entwickeln ihre Wirkung aber auch im Verdauungstrakt, wo sie oxidationsanfällige Substanzen vor Oxidation schützen und damit deren Absorption fördern. Im Intermediärstoffwechsel übernehmen sie vielfältige Aufgaben beim Schutz der Membranen oder der langsameren Alterung von Zellen. Bei landwirtschaftlichen Nutztieren ist schliesslich der Oxidationsschutz von Produkten wie Fleisch oder Milch von Interesse.

Wegen der uneinheitlichen Zusammensetzung von Kräuterprodukten ist bei der Anwendung die Qualität von zentraler Bedeutung. Inwieweit diese variieren kann, geht beispielsweise aus einer *in vitro* Untersuchung von Scheeder (32) hervor (Abbildung 4).

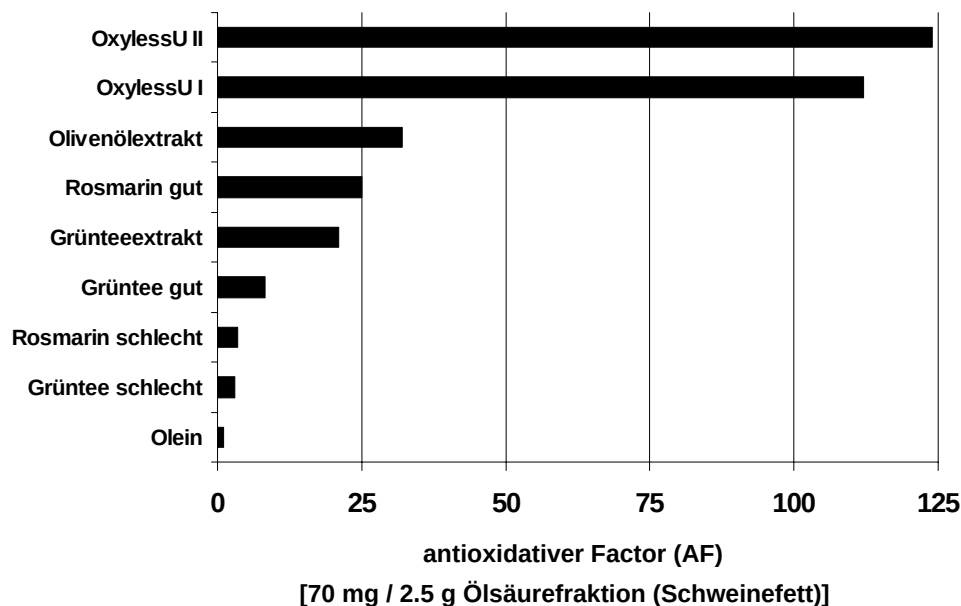


Abbildung 4: Antioxidative Kapazität von Rosmarin und Rosmarinextrakten (Oxyless U), Olivenöl, Olivenölextrakten und verschiedenen Teesorten (32)

Der Rosmarinextrakt Oxyless U II, welcher speziell von der Lebensmittelindustrie verwendet wird, wies zum Beispiel ein 124-mal höheres antioxidatives Wirkungspotential auf als eine reine Ölinfraktion aus Schweinefett. Dieser Wert liegt rund fünfmal höher als die beste Rosmarinprobe, die von uns getestet wurde. Aus Abbildung 4 kann auch abgelesen werden, dass zwischen verschiedenen Rosmarin- und Grünteeproben eine weite Variation bestand.

Die Messung der Wirkung von Kräutern und Kräuterextrakten als Futterzusatzstoffe auf die Produktequalität führte zu unterschiedlichen Ergebnissen. Gerber (33) verabreichte Salbei in Pulverform an Mastschweine. Aus seinen Versuchen ging hervor, dass eine Zulage von 0,6 % oder 1,2 % in der Ration die Oxidationsstabilität, gemessen mit dem TBARS - Test, von Schweineschmalz signifikant verbessern konnte. Der Ranzimattest führte dagegen zu keinen signifikanten Effekten. Bei Lopez-Bote et al. (34) erwies sich ein Rosmarinextrakt in Versuchen an Broilern als effektives Antioxidans sowohl im Schenkelfleisch als auch in der Brustmuskulatur. In Versuchen von Baltzer (35) wurde die antioxidative Wirkung eines Oreganoextraktes auf die Leistung und die Fleischqualität von Broilern im Vergleich zu Vitamin E untersucht. In einem anschließenden Lagerungsversuch mit Brustmuskelfleisch erzielte die niedrige Dosierung des Oreganoextrakts dieselben Resultate wie die Vitamin E-Zulage. Sowohl das Kontrollfutter als auch eine hohe Dosierung des Oreganoextraktes schnitten hingegen weniger günstig ab. Aus diesen Versuchen ist abzuleiten, dass die Überdosierung von Kräutermischungen möglicherweise auch eine prooxidative Wirkung haben kann.

Schlussfolgerungen

Wegen ihrer positiven Wirkung auf den Gesundheitszustand der Tiere, die Leistung und die Energie- und Nährstoffverwertung sowie auch auf Aspekte der Umwelt werden die Futterzusatzstoffe sehr vielseitig verwendet. Parallel mit dem Trend nach möglichst „natürlichen“ Tierproduktionssystemen

sind die antimikrobiellen Leistungsförderer und andere Futterzusatzstoffe auf nationaler Ebene oder in speziellen Labelprogrammen verboten worden. Die Diskussion um die mögliche Gefahr der Übertragung von Antibiotikaresistenzen vom Tier auf den Menschen, hat wesentlichen Einfluss auf diesen Trend genommen. Deshalb sucht die Landwirtschaft heute nach Möglichkeiten einer für die Konsumenten akzeptableren Tierproduktion. Inwieweit dabei Kräuter, deren Extrakte oder andere Futterzusatzstoffe wie Pro- oder Prebiotika und Enzyme geeignet sind, muss in jedem einzelnen Fall praktisch abgeklärt werden. Nur die bestmögliche Kombination aller Alternativen kann empfohlen werden.

Bezüglich der Fütterung sollen die Tiere primär mit allen essentiellen Nährstoffen und Energie in bedarfsdeckenden Mengen versorgt werden. In grossen Tiergruppen sollen es geeignete Futterträge ermöglichen, dass alle Tiere genügend Futter aufnehmen können. Auch ein zu hoher Verzehr besonders bei schwereren Tieren sollte vermieden werden, um dadurch das Auftreten von Verdauungsstörungen zu minimieren. Mit den folgenden Massnahmen kann das Risiko von Verdauungsproblemen hauptsächlich beim Jungtier (Absetzferkel) minimiert werden:

- tiefes Säurebindungsvermögen
 - reduzierter Mineralstoffgehalt (< 6 g Ca and < 5 g P pro kg Futter)
 - reduzierter Proteingehalt (aber genügend essentielle Aminosäuren entsprechend dem Bedarf)
 - Einsatz von organischen Säuren (hauptsächlich Fumarsäure und Milchsäure)
- Verwendung von Enzymen, Prebiotika und Nahrungsfasern:
 - Verwendung von Phytasen und Carbohydrasen zur Optimierung der Verdauungsprozesse
 - Einsatz von Fructo- und Mannan - Oligosacchariden
 - Verwendung von Pektinen oder anderen leicht löslichen Nahrungsfasern.
- Flüssigfütterungssysteme mit der Möglichkeit zur Fermentation vor der Fütterung
- Verwendung von Kräutern und deren Extrakten oder ätherischen Ölen
- Verwendung von Probiotika (bei Jungtieren hauptsächlich Milchsäurebakterien)
- Vermeidung von antinutritiven Faktoren.

Bibliographie

1. LEHMANN, B. 2002. Tierhaltung im Berggebiet: Spannungsfeld zwischen Produktion und Landschaftspflege. In: *Optimale Nutzung der Futterressourcen im Zusammenspiel von Berg- und Talgebiet*. Ein Beitrag zum Internationalen Jahr der Berge. Tagungsbericht 15. Mai 2002, ETH Zürich. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH Zürich (Kreuzer, M., Wenk, C. und Lanzini, T. Hrsg.). **23**: 13-17.
2. WHO 2005. World population to grow from 6.5 billion to 9.1 billion by 2050. United Nations, February. http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/2004_Revision_press_release_Final.pdf
3. IFPRI 1999. Livestock to 2020. The next food revolution. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28, by Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S., Courbois, C.
4. PFISTER, H.P. 2003. AML-Verbot: Alternative Futterzusatzstoffe zur Leistungsverbesserung. In: *Gesunde Nutztiere - Heutiger Stellenwert der Futterzusatzstoffe in der Tierernährung*. Tagungsbericht 15. Mai 2003, ETH Zürich. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH Zürich (Kreuzer, M., Wenk, C. und Lanzini, T. Hrsg.). **24**: 63-71.
5. WENK, C. 2000. Herbs, spices and botanicals: "Old fashioned" or the new feed additives for tomorrow's feed formulations? Concepts for their successful use. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium (Lyons, T.P. and Jacques, K.A. (Eds.). Nottingham Press, Nottingham: 79-95.
6. BPEx. BRITISH PIG EXECUTIVE 2004. Managing the withdrawal of antibiotic growth promoters from pig feeds. http://www.bpex.org/technical/publications/pdf/Withdrawal_AGP_leaflet2.pdf

7. ROSEN, G. 2003. Setting standards for the efficient replacement of pronutrient antibiotics in poultry and pig nutrition. In: *Gesunde Nutztiere - Heutiger Stellenwert der Futterzusatzstoffe in der Tierernährung*. Tagungsbericht 15. Mai 2003, ETH Zürich. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH Zürich (Kreuzer, M., Wenk, C. und Lanzini, T. Hrsg.). **24**: 72-88.
8. FLACHOWSKY, G. und SCHULZ, E. 1997. Futterergänzungen und ihre Bedeutung für Leistung und Ökologie. *Archiv für Tierzucht* **40** (Sonderheft): 101-107.
9. FREITAG, M., HENSCHKE, H.-U., SCHULTE-SIENBECK, H., und REICHELT SOEST, B. 1999. Biologische Effekte konventioneller und alternativer Leistungsförderer. *Kraftfutter* **2**: 49-57.
10. CASEWELL, M., FRIIS, C., MARCO, E., McMULLIN, P. and I. PHILLIPS 2003. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* **52**:159-161.
11. WHO 2003. Working papers for the WHO International Review Panels Evaluation. Foulum, Denmark 6-9 November 2002.
12. BYE, R. and LINARES, E. 1999. Medicinal plant diversity of Mexico and its potential for animal health sciences. In: *Proc. Alltech's 15th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry* (Lyons, P. and Jacques, K.A. Eds.) Nottingham University Press, Nottingham, UK: 265-294.
13. GEBERT, S., STAHEL, F., MESSIKOMMER, R. und WENK, C. 1999. Rhabarb als Alternative zu antimikrobiellen Leistungsförderern (AML) im Ferkel- und Broilerfutter. In: *Gesunde Nutztiere: Umdenken in der Tierernährung?* (Sutter, F., Kreuzer, M. und Wenk, C. Hrsg.). **19**: 165-166.
14. STRAUB, R., GEBERT, S., WENK, C., und WANNER, M. 2002. Einfluss von chinesischem Rhabarber im Ferkelfutter auf die Nährstoff- und Energieverwertung wachsender Schweine. In: *Optimale Nutzung der Futterressourcen im Zusammenspiel von Berg- und Talgebiet*. Ein Beitrag zum Internationalen Jahr der Berge Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, (Kreuzer, M., Wenk, C. und Lanzini, T. Hrsg.). **23**: 130-133.
15. STRAUB, R., GEBERT, S., WENK, C. and WANNER, M. 2005. Growth performance, energy, and nitrogen balance of weanling pigs fed a cereal-based diet supplemented with Chinese rhubarb. *Livestock Production Science* **92**: 261-269.
16. WENK, C. und MESSIKOMMER, R. 2002. Turmeric (*Curcuma longa*) als Futterzusatzstoff bei Legehennen. In: *Optimale Nutzung der Futterressourcen im Zusammenspiel von Berg- und Talgebiet*. Ein Beitrag zum Internationalen Jahr der Berge, Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften (Kreuzer, M., Wenk, C. und Lanzini, T. Hrsg.). **23**: 121-123.
17. SAMARASINGHE, K. and WENK, C. 2002. Turmeric (*curcuma longa*) and mannanoligosaccharides as antibiotic replacers in broiler diets. *Archiv für Geflügelkunde* **66** (Sonderheft II): 107.
18. HUANG, K. C. 1999. The pharmacology of Chinese herbs. CRC Press Inc.; Boca Raton, Florida; USA. 512 pp.
19. BARATTA, M.T., DAMIEN DORMAN, H. J., DEANS, S. G., BIONDI, D. M. and RUBERTO, G. 1998. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of Laurel, Sage, Rosemary, Oregano and Coriander Essentials Oils. *J. Essentl. Oil. Res.* **10**: 618-627.
20. LIS-BALCHIN, M. and DEANS, S. G. 1998. Studies on the potential usage of mixtures of plant essential oils as synergistic antibacterial agents in foods. *Phytotherapy Research* **12**: 472-475.
21. DEANS, S. G. and RICHIE, G. 1987. Antibacterial properties of plant essential Oils. *International Journal of Food Microbiology* **5**: 165-180.
22. RHODES, M.J.C. 1996. Physiologically-active compounds in plant foods: an overview. *Proceedings of the Nutrition Society* **55**: 371-384.
23. WENK, C. 2003. Herbs and botanicals as feed additives in monogastric animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* **16**: 282-289.
24. WENK, C. 2003. Herbs and botanicals in the nutrition of monogastric animals. In: *Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier*, Friedrich-Schiller-Universität, Jena/Thüringen 9. Symposium, 24. und 25. September 2003 (Schubert, R., Flachowsky, G., Jahreis, G. und Bitsch, R. Hrsg.). 45-60.
25. RODEHUTSCORD, M. und KLUTH, H. 2002. Tierfütterung ohne antibiotisch wirkende Leistungsförderer. *Züchtungskunde* **74**: 445-452.
26. GOOD, S. 2002. Untersuchung der antimikrobiellen Wirksamkeit verschiedener Gewürzextrakte. Term paper ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie.
27. HARDER, S. 2005. Untersuchungen zur potentiell antibiotischen Wirkung von Oregano als Futterzusatzstoff bei Masthähnchen. Term paper ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie.
28. BALDIOLI, M., SERVILI, M., PERRETTI, G. and MONTEDORO, G.F. 1996. Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **73**: 1589-1593.

29. WENK, C., SCHEEDER, M.R.L. und SPLEISS, C. 1998. Sind Kräuter Allerheilmittel? In: *Gesunde Nutztiere: Umdenken in der Tierernährung?* (Sutter, F., Kreuzer, M. und Wenk, C., Hrsg.). **18**: 95-109.
30. DEANS, S.G., NOBLE, R.C., PENZES, L. and IMRE, S.G. 1993. Promotional effects of plant volatile oils on the polyunsaturated fatty acid status during aging. *Age* **16**: 71-74.
31. GEBERT, S., BEE, G., PFIRTER, H.P. und WENK, C. 1999. Growth performance and nutrient utilisation as influenced in pigs by microbial phytase and vitamin E supplementation to a diet of high oxidative capacity. *Ann. Zootech.* **48**: 105-115.
32. SCHEEDER M.R.L. 2000. Internal research report. Institute of Animal Science. Nutrition Biology, ETH-Z Zürich, Switzerland.
33. GERBER, A. 1997. *Salvia Officinalis* L. als Futteradditiv in der Schweinemast. Ph.D. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität, Wien.
34. LOPEZ-BOTE, C. J., GRAY, J. K., GOMAA, E. A. and FLEGAL, C.J. 1998. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *British Poultry Science* **39**: 235-240.
35. BALTZER, S. 2004. Oregano als Futterzusatz bei landwirtschaftlichen Nutztieren. Term paper ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie.

Anschrift des Autors

Caspar Wenk
ETH Zürich
Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie
Universitätstr. 2, LFW B 57.
CH-8092 Zürich

Organische Säuren: Alternative zu antibiotischen Leistungsförderern

F.X. Roth und T. Ettle

Technische Universität München

Einführung

Organische Säuren und ihre Salze können als Zusatzstoffe im Futter die Leistung von Schweinen verbessern, wie für eine Reihe chemischer Verbindungen nachgewiesen wurde (Übersichten z.B. bei Kirchgeßner und Roth 1991; Roth und Kirchgeßner 1998; Partanen 2001). Der leistungsfördernde Effekt ist in den ersten Wochen nach dem Absetzen besonders stark ausgeprägt. In der Absetzphase haben Ferkel eine zumeist geringere Gewichtsentwicklung und Futteraufnahme und leiden häufig an Durchfall. Dies scheint hauptsächlich auf der noch nicht vollständig ausgereiften Funktionstüchtigkeit des Verdauungssystems zu beruhen. Nach Kidder und Manners (1978) gilt dies insbesondere für die Produktion an Salzsäure im Magen sowie an Amylase, Lipase und Trypsin im Pankreas. In Folge der ungenügenden HCl-Produktion im Magen kann es auch zu einer starken Vermehrung von Mikroorganismen mit den entsprechend verheerenden Folgen für das Tier kommen. Dies erklärt die besondere Anfälligkeit junger Ferkel für Verdauungsstörungen. Zur Vermeidung solcher Durchfälle hat man früher vielfach Antibiotika in nutritiven Dosierungen dem Futter zugesetzt. Diese Fütterungspraxis steht jedoch aufgrund des Risikos der Resistenzbildung zoonotischer Mikroorganismen unter einer starken öffentlichen Kritik und ist ab 1.1.2006 EU-weit nicht mehr zugelassen. Es besteht demnach ein großes Interesse an „biologischen“ Alternativen. Hierzu können die organischen Säuren einen wichtigen Beitrag liefern. Die folgende Übersicht soll nun die Effekte der organischen Säuren auf die Wachstumsleistung von Schweinen aufzeigen und einige Wirkungen auf das gastrointestinale Milieu einschließlich der Keimzahlen beschreiben.

Besondere Merkmale organischer Säuren

Zu den in der Schweinefütterung eingesetzten organischen Säuren zählen hauptsächlich die Ameisensäure, Propionsäure, Milchsäure, Fumarsäure, Zitronensäure, Sorbinsäure, Benzoesäure, sowie teilweise auch deren Calcium-, Natrium- und Kaliumsalze. Die Salze haben den Vorteil, dass sie im Vergleich zur freien Säure in der Regel geruchlos, von fester Konsistenz bzw. weniger flüchtig und korrosiv sind und deshalb technisch leichter gehandhabt werden können. Darüber hinaus haben sie bei höheren Dosierungen keinen so stark hemmenden Einfluss auf den Futterverzehr der Tiere wie die entsprechenden Säuren.

Die oben genannten organische Säuren sind im Vergleich zu anderen (z.B. anorganischen) Säuren als besonders effektive Konservierungsmittel bekannt. Den ersten Beitrag zur konservierenden Wirkung liefert für alle Säuren gleichermaßen die Erniedrigung des pH-Werts im Futter. Die Besonderheit der organischen Säuren liegt jedoch darin, dass sie in undissoziierter Form durch die Zellmembran der Mikroorganismen in das Zytoplasma diffundieren können. Im Inneren der Zelle dissoziiert dann die organische Säure, stört das empfindliche pH-Gleichgewicht der Zelle und beeinträchtigt deren Enzyme und Transportsysteme für Nährstoffe (Lück 1986). Die Effizienz einer organischen Säure zur

Hemmung von Mikroorganismen hängt demnach maßgeblich vom pK_s -Wert ab. Letzterer beschreibt den pH-Wert, bei dem 50 % der Säure in dissoziierter Form vorliegen. Organische Säuren mit hohem pK_s -Wert sind demzufolge effektivere Konservierungsmittel, weil sie schwächere Säuren sind und im pH-Bereich von Futtermitteln in höheren Anteilen als undissoziiertes Säuremolekül vorliegen.

Da organische Säuren dem Futter im Prozentbereich zugesetzt werden, ist auch deren Energiebeitrag zu berücksichtigen. Die Bruttoenergie schwankt mit der Art der Verbindung sehr stark und liegt im Bereich zwischen etwa 6 kJ/g (Ameisensäure) und 27 kJ/g (Sorbinsäure). Da organische Säuren physiologische Moleküle sind, kann ihre Bruttoenergie in der Regel vollständig metabolisiert werden.

Leistungsfördernde Effekte organischer Säuren

In unserem Institut wurde eine Reihe von Untersuchungen zur nutritiven Wirksamkeit verschiedener Dosierungen organischer Säuren in der Ferkelfütterung unter vergleichbaren Rahmenbedingungen durchgeführt (Entwöhnung der Ferkel mit 3 bis 4 Wochen, ad libitum Fütterung, jeweils 3 Wochen Prestarter- und Starterfutter mit voll bedarfsdeckenden Nährstoffgehalten (GfE 1987), isokalorische und isonitrogene Futtermischungen innerhalb eines Experiments, hoher hygienischer Standard). Unter den Monocarboxylsäuren zeigten Ameisensäure, Milchsäure und Sorbinsäure einen eindeutig positiven Effekt auf die täglichen Zunahmen (8 – 27 %) und die Futterverwertung (2 – 8 %), während Essigsäure und Propionsäure eine wesentlich geringere oder überhaupt keine Wirkung hatten (Eckel et al. 1992; Kirchgeßner und Roth 1982, Kirchgeßner et al. 1995; Roth und Kirchgeßner 1988; Roth et al. 1993). Die unterschiedlichen Resultate beruhen hauptsächlich in der Art der organischen Säure (z.B. deren pK_s -Wert), der eingesetzten Menge und einer bei hoher Dosierung häufig auftretenden Beeinträchtigung der Futteraufnahme der Tiere. Innerhalb der untersuchten Dosierungsbereiche erreichte die Ameisensäure, Milchsäure bzw. Sorbinsäure bei Gehalten im Futter von 1,2 %, 1,6 % bzw. 2,4 % das Maximum der leistungsfördernden Wirksamkeit. Diese Gehalte stellen demnach optimale Dosierungen als leistungsfördernde Futterzusatzstoffe dar, die darüber hinaus auch noch die Durchfallhäufigkeit reduzieren können (Roth und Kirchgeßner 1997).

Neben den Monocarboxylsäuren werden in der Ferkelfütterung auch weitere organische Säuren eingesetzt, die als natürliche Verbindungen des zellulären Zitratzyklus vorkommen. Unter diesen Di- und Tricarbonsäuren finden insbesondere die Fumarsäure und Zitronensäure bereits seit längerer Zeit Verwendung. Fütterungsversuche mit den gleichen Rahmenbedingungen, wie sie oben bereits für die Monocarboxylsäuren beschrieben wurden, ergaben für Fumarsäure, Zitronensäure und Äpfelsäure eine Verbesserung des Gewichtszuwachses von 4 – 19 % und der Futterverwertung von 5 – 9 % (Kirchgeßner und Roth 1976; Kirchgeßner und Roth-Maier 1975; Kirchgeßner et al. 1993). Die optimale Dosierung lag bei 2,0 % (Fumarsäure), 4,5 % (Zitronensäure) bzw. 2,4 % (Äpfelsäure). Demgegenüber erwies sich der Zusatz von Bernsteinsäure und Adipinsäure als wirkungslos und der von Weinsäure sogar als negativ für die Leistung der Tiere (Kirchgeßner et al. 1993 sowie bislang unpublizierte Daten). Die nur schwachen und teilweise ungünstigen Effekte dieser Säuren beruhten hauptsächlich auf einer Beeinträchtigung der Futteraufnahme.

Auch der Einsatz der Salze von organischen Säuren wird in Erwägung gezogen, denn sie sind leichter handhabbar, genauer dosierbar und weniger korrosiv als die freien Säuren. Das wachstumsfördernde Potential dieser Verbindungen ist insbesondere für die Salze der Ameisensäure (Formiate) gut dokumentiert (Kirchgeßner und Roth 1987a, b, 1990; Paulicks et al. 1996). So konnte der Gewichtszuwachs und die Futterverwertung von Absetzferkeln mit Natriumformiat jeweils bis zu etwa 5 % verbessert werden, mit Calciumformiat bis zu 9 % bzw. 5 % sowie mit sogenanntem Kaliumdiformiat um bis zu 23 % bzw. knapp 8 %. Die entsprechenden Dosierungsoptima lagen bei 1,8 %, 1,3 % und 2 %. Bezogen auf die gleiche Menge an Formiat-Anionen war die Wirksamkeit von Na- und Ca-Formiat geringer als die der freien Säure. Wurden diese neutral reagierenden Salze jedoch mit

reiner Ameisensäure kombiniert, so stieg das leistungsfördernde Potential beträchtlich an (Kirchgeßner und Roth 1990). Eine derartige Mischung stellt beispielsweise Kaliumdiformiat dar. Bei diesem Präparat wird Ameisensäure über ein spezielles Herstellungsverfahren mit Kaliumformiat so vermengt, dass die Ameisensäure nicht verdampft, was die gesamte Substanz zu einem sowohl effizienten als auch leicht handhabbaren Futterzusatzstoff macht (Roth et al. 1996).

Eine viel diskutierte Zielsetzung des Einsatzes von organischen Säuren in der Ferkelfütterung ist die Verminderung des pH-Werts und der Pufferkapazität des Futters, um die Proteolyse im Magen des Tieres zu unterstützen. Es stellt sich deshalb die Frage, ob nicht allein die Steigerung des Gehalts an Protonen (H^+) im Futter – etwa durch Zusatz von anorganischen Säuren – für sich alleine schon leistungsfördernd wirkt. Fütterungsversuche zeigten jedoch, dass beispielsweise o-Phosphorsäure selbst bis zu einer Dosierung von 3,55 % wirkungslos bleibt, und dass Zusätze von Salzsäure oder Calciumchlorid sogar starke Einbrüche im Gewichtszuwachs und Futterverzehr, sowie Entgleisungen des Säure-Basen-Haushalts auslösen (Roth und Kirchgeßner 1989; Giesting und Easter 1986; Eidelsburger et al. 1992; bislang unpublizierte Daten). Diese Befunde lassen den Schluss zu, dass die nutritive Wirksamkeit von Säurezusätzen weniger auf der Verminderung des pH-Werts (Steigerung der Konzentration an H^+) beruht, sondern eher durch die Konzentration der undissoziierten Säure vermittelt wird (Kirchgeßner und Roth 1987a, b, 1990).

An Mastschweine werden organische Säuren in geringerem Umfang verfüttert, da diese gegenüber Verdauungsstörungen weniger empfindlich sind als die noch jungen Ferkel. Dennoch wurde auch für Mastschweine gezeigt, dass Fumarsäure, Zitronensäure, Propionsäure, Benzoesäure, Ameisensäure sowie Mischungen mit deren Salzen durchaus positive Effekte auf den Zuwachs und die Futterverwertung ausüben (Baustad 1993; Kirchgeßner und Roth 1978, 1982; Roth et al. 1996, Broz 2004). Die leistungssteigernde Wirkung der organischen Säuren dürfte noch weniger als bei den Ferkeln auf der Verminderung des pH-Werts im Futter beruhen, da die älteren Mastschweine in der Regel eine ausreichend hohe Kapazität zur Eigenproduktion von Magensäure haben (Kidder und Manners 1978). Vielmehr scheint hier der antimikrobielle Effekt der undissoziierten organischen Säuren in den Vordergrund zu treten.

Wirkungsmechanismus organischer Säuren

Aufgrund des eindeutig positiven Effekts speziell der organischen Säuren auf die tierische Leistung stellt sich die Frage nach dem physiologischen Wirkungsmechanismus. Hierbei sind im Wesentlichen drei verschiedene Aspekte zu betrachten, nämlich das Futter, der Verdauungstrakt und der intermediäre Stoffwechsel.

Unter praktischen Verhältnissen weist jedes Mischfuttermittel selbst bei optimalen Bedingungen eine gewisse Kontamination mit Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien auf. Der Zusatz organischer Säuren hemmt die gegen sie empfindlichen Mikroorganismen und/oder vermindert ihre Stoffwechselaktivität (Singh-Verma 1973). Die für diesen konservierenden Effekt nötige Dosierung an organischen Säuren ist in der Regel weit geringer, als für die Erzielung eines leistungsfördernden Effekts erforderlich ist. Futtermittel mit nutritiven Dosierungen an organischen Säuren weisen demnach zumeist auch eine hervorragende hygienische Qualität auf. Dies kann sich auf die Gesundheit der Tiere insbesondere dann positiv auswirken, wenn aufgrund ungünstiger Lagerungsbedingungen mit einem Anstieg der Keimbelastung des Futters zu rechnen ist.

Organische Säuren vermindern den pH-Wert und die Pufferkapazität des Futters und beschleunigen nach dem Verzehr durch das Tier den Abfall des pH-Werts im Magen. Dies ist von besonderer Bedeutung für die Verdauungsvorgänge, da die Umwandlung von Pepsinogen in Pepsin einen pH-Wert unter 5 erfordert und das Pepsin selbst sein Wirkungsoptimum erst bei pH-Werten zwischen 3,5 und 2,0 entfaltet (Taylor 1959). Von einem beschleunigten und tieferreichenden Rückgang des pH-Werts

im Magen profitieren vor allem Absetzferkel, da ihre Kapazität zur Produktion von Salzsäure und Verdauungsenzymen noch nicht vollständig ausgereift ist. Eingehendere Befunde über die positiven Effekte auf die Verdaulichkeit von Nährstoffen liegen insbesondere von der Ameisensäure vor. Hierbei wurden Verbesserungen der Verdaulichkeit von Protein und Energie um bis zu 4 bzw. 2 Prozentpunkte beobachtet, wobei die Effekte unmittelbar nach dem Absetzen der Tiere besonders stark ausgeprägt waren (Eckel et al. 1992). Nach einer Literaturschau verbessern organische Säuren die ileale Aminosäurenverdaulichkeit (Partanen 2001). Für Lysin betrug der Bereich zwischen –3 bis 8 % bei Ferkeln und 1 bis 5 % bei Mastschweinen. Darüber hinaus liefern manche organische Säuren in nicht zu vernachlässigendem Umfang auch noch umsetzbare Energie. Auf der Ebene des Stoffwechsels lässt die zuvor erwähnte Verbesserung der Wachstumsleistung durch organische Säuren eine erhöhte Protein- und Energieretention erwarten.

Organische Säuren haben verschiedene antimikrobielle Eigenschaften (Singh-Verma 1973). So wirkt beispielsweise Ameisensäure hauptsächlich gegen Hefen und bestimmte Bakterien wie *Bacillus spec.*, *E. coli* und *Salmonellen*. Die antimikrobielle Wirkung bleibt hierbei nicht nur auf das Futter begrenzt, sondern erstreckt sich bis in den Verdauungstrakt. So wurde bei Zusatz von Ameisensäure bzw. Formiaten zum Futter eine beträchtliche Verminderung der Keimzahlen von *E. coli*, *Bacteroidaceae*, Enterokokken, Laktobazillen sowie von Hefen im Verdauungstrakt beobachtet (Kirchgeßner et al. 1992; Overland et al. 2000; Canibe et al. 2001). Dieser Effekt beruht hauptsächlich auf der Diffusion der undissoziierten Säuremoleküle in die Bakterienzelle und den anschließenden Zerfall in Protonen (H^+) und das Formiat-Anion ($HCOO^-$). Letzteres stört speziell den Proteinstoffwechsel des Bakteriums, setzt es unter Stress und hemmt dadurch seine Vermehrung (Lück 1986). Auch für Fumarsäure und Propionsäure wurde gezeigt, dass sie auf ähnliche Weise wie die Ameisensäure das Wachstum von Mikroorganismen im Verdauungstrakt vermindern können (Bolduan et al. 1988; Gedek et al. 1992). Aus diesen Befunden lässt sich ableiten, dass der antimikrobielle Effekt im Verdauungstrakt des Tieres einen weiteren Wirkungspfad für die wachstumsfördernde Wirkung organischer Säuren darstellt. Aufgrund der insgesamt verminderten Keimzahlen im Verdauungstrakt verbraucht die intestinale Mikroflora weniger Nährstoffe und Energie, so dass dem Wirtstier davon mehr zur Verfügung steht, was insbesondere die Futterverwertung verbessert.

In Bezug auf das intestinale Milieu konnte am Beispiel der Ameisensäure zwar kein statistisch signifikanter Einfluss auf den pH-Wert, die Konzentration an Trockenmasse und an flüchtigen Fettsäuren in verschiedenen Segmenten des Verdauungstrakts nachgewiesen werden (Roth et al. 1992). Die Konzentration an Ammoniak im Magen sowie an Milchsäure im Dünndarm war jedoch deutlich erniedrigt. Die Konzentration der zugesetzten Ameisensäure selbst verhielt sich bis zum Ende des Dünndarms proportional zur Dosierung im Futter und war im Blind- und Dickdarm nicht mehr nachweisbar. Diese Befunde spiegeln eine verminderte mikrobielle Aktivität insbesondere im Magen und Dünndarm wider und zeigen, dass die Tiere einer geringeren Belastung durch mikrobielle Stoffwechselprodukte ausgesetzt waren. Die Befunde zur Wirkung organischer Säuren auf Inhaltsstoffe im Darminhalt sind allerdings nicht immer konsistent. Ohne Zweifel bedarf es zum Verständnis des Wirkungsmechanismus organischer Säuren noch weiterführender Untersuchungen.

Zusammenfassung

Experimentellen Befunden zufolge kann der Gewichtszuwachs und die Futterverwertung von Schweinen durch Zusatz organischer Säuren zum Futter beträchtlich gesteigert werden. Solche ergotropen Effekte treten hauptsächlich bei Ameisen-, Milch-, Sorbin-, Fumar-, Zitronen- und Benzoesäure, sowie bei verschiedenen Salzen der Ameisensäure auf. Die alleinige Verminderung des pH-Werts im Futter durch anorganische Säuren (o-Phosphorsäure, HCl) hat keinen nutritiven Effekt. Studien zum Wirkungsmechanismus organischer Säuren zeigen eine verbesserte Verdaulichkeit und Retention an Protein und Energie, eine günstige Veränderung der Keimzahlen und der Gehalte an

mikrobiellen Metaboliten im Verdauungstrakt und möglicherweise einen positiven Effekt auf die Effizienz des Stoffwechsels des behandelten Tieres. Es wird gefolgert, dass das leistungsfördernde Potential organischer Säuren und ihrer Salze hauptsächlich von einer antimikrobiellen Wirkung der undissoziierten Säure vermittelt wird.

Literatur

- Baustad, B. (1993): Effects of formic acid on performance in growing pigs. *Nor. J. Agric. Sci.* 7, 61 – 69
- Bolduan V.G., Jung H., Schneider R., Block J. und Klenke B. (1988): Die Wirkung von Propion- und Ameisensäure in der Ferkelaufzucht. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 59, 73 – 78
- Broz, J. (2004): Benzoic acid – a new feed additive for swine with multiple effects. In: Rodehutschord, M. (Ed.): 8. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Universitätsdruckerei Martin-Luther-Universität Halle
- Canibe, N., Steien, S.H., Overland, M. and Jensen, B.B. (2001): Effect of K-diformate in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and on gastric alterations. *J. Anim. Sci.* 79, 2123-2133
- Eckel B., Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1992): Zum Einfluß von Ameisensäure auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 93 – 100
- Eidelsburger U., Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1992): Zum Einfluß von Fumarsäure, Natriumformiat, Tylosin und Toyocerin auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 82 – 92
- Gedek B., Roth F.X., Kirchgeßner M., Wiehler S., Bott A. und Eidelsburger U. (1992): Zum Einfluß von Fumarsäure, Salzsäure, Natriumformiat, Tylosin und Toyocerin auf die Keimzahlen der Mikroflora und deren Zusammensetzung in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 209 – 217
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1987): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4 Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt/M., Germany
- Giesting D.W. and Easter R.A. (1986): Acidification. Status in swine diets. *Feed Mgmt.* 37, 8 – 10
- Kidder D.E. and Manners M.J. (1978): Digestion in Pig. *Scientifica*, Bristol, UK
- Kirchgeßner M., Gedek B., Wiehler S., Bott A., Eidelsburger U. und Roth F.X. (1992): Zum Einfluß von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf die Keimzahlen der Mikroflora und deren Zusammensetzung in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 73 – 81
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1976): Zum Einsatz von Fumarsäure in der Ferkelaufzucht. *Züchtungskunde* 48, 402 – 406
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1978): Fumarsäure als Futteradditiv in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. *Züchtungskunde* 50, 17 – 25
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1982): Propionsäure als Futteradditiv in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. *Wirtschaftseig. Futter* 28, 225 – 234
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1987a): Zum Einsatz von Formiaten in der Ferkelfütterung. 2. Mitteilung. Natriumformiat. *Landwirtsch. Forsch.* 40, 287 – 294
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1987b): Use of formate in the feeding of piglets. 1. Communication. Calcium formate. *Landwirtsch. Forsch.* 40, 141 - 152
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1990): Nutritive effect of calcium formate in combination with free acids in the feeding of piglets. *Agribiol. Res.* 43, 53 – 64
- Kirchgeßner M. und Roth F.X. (1991): Ergotrope Effekte durch nutritiven Einsatz von organischen Säuren. *Zbl. Hyg.* 191, 265 – 276
- Kirchgeßner M., Roth F.X. und Eidelsburger U. (1993): Zur nutritiven Wirksamkeit von Weinsäure und Äpfelsäure in der Ferkelaufzucht. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 70, 216 – 224
- Kirchgeßner M., Roth F.X. und Paulicks B.R. (1995): Zur nutritiven Wirksamkeit von Sorbinsäure in der Ferkelaufzucht. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 74, 235 – 242
- Kirchgeßner M. und Roth-Maier D.A. (1975): Zum Einsatz von Zitronensäure in der Ferkelaufzucht. *Züchtungskunde* 47, 329 – 334
- Lück E. (1986): Chemische Lebensmittelkonservierung. Stoffe, Wirkungen, Methoden. Springer-Verlag, Heidelberg

- Overland, M., Granli, T., Kjos, N.P., Fjetland, D., Steien, S.H. and Stokstad, M. (2000): Effects of formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alteration in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 78, 1875-1884
- Partanen, K. (2001): Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. In: Piva, A., Bach-Knudsen, K.E. and Lindberg, J.E. (eds.): *Gut environment in pigs*. Nottingham University Press, pp. 201-217
- Paulicks B.R., Roth F.X. and Kirchgeßner M. (1996): Dose effects of potassium diformate (Formi™ LHS) on the performance of growing piglets. *Agribiol. Res.* 49, 318 – 326
- Roth F.X., Eckel B., Kirchgeßner M. und Eidelsburger U. (1992): Zum Einfluß von Ameisensäure auf pH-Wert, Trockenmassegehalt, Konzentration an flüchtigen Fettsäuren und Milchsäure im Gastrointestinaltrakt. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 148 – 156
- Roth F.X. und Kirchgeßner M. (1988): Zum Einsatz von Essigsäure in der Ferkelfütterung. *Landwirtsch. Forsch.* 41, 253 – 258
- Roth F.X. und Kirchgeßner M. (1989): Bedeutung von pH-Wert und Pufferkapazität des Futters für die Ferkelfütterung. 2. Mitteilung. Effekt einer pH-Absenkung im Futter durch ortho-Phosphorsäure-Zusatz auf Wachstum und Futterverwertung. *Landwirtsch. Forsch.* 42, 168 – 174
- Roth F.X., Kirchgeßner M. and Paulicks B.R. (1996): Nutritive use of feed additives based on diformates in the rearing and fattening pigs and their effects on performance. *Agribiol. Res.* 49, 307 – 317
- Roth F.X. and Kirchgeßner M. (1997): Formic acid as a feed additive for piglets: Nutritional and gastrointestinal effects. *Proc. 7th Int. Symp. Dig. Phys. Pig.*, pp. 498 – 501, St. Malo, France
- Roth F.X. and Kirchgeßner, M. (1998): Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. *J. Anim. Feed Sci.* 7, 25 – 33
- Roth F.X., Kirchgeßner M. und Eidelsburger U. (1993): Zur nutritiven Wirksamkeit von Milchsäure in der Ferkelaufzucht. *Agribiol. Res.* 46, 229 – 239
- Singh-Verma, S.B. (1973): Wirkung verschiedener organischer Säuren in der Konservierung von Feuchtgetreide und Futtermittel aus mikrobiologischer Sicht. *Landwirt. Forsch.* 26, Sonderheft 28/II, 95 – 114
- Taylor W.H. (1959): Studies on gastric proteolysis. *Biochem. J.* 71, 73 – 85

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. F.X. Roth
Technische Universität München
Fachgebiet Tierernährung und Leistungsphysiologie
Hochfeldweg 4-6
D-85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: 08161/713551
Fax: 08161/715367
e-mail: roth_fx@wzw.tum.de

Einfluss des Probiotikums Bonvital auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen

Z. Bartkevičiūtė¹, J. Černauskienė¹, A. Jerešiūnas¹, J. Kulpys¹, H. Jeroch²

¹Litauische Veterinärmedizinische Akademie

²Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung

Seit 1985 sind die ersten leistungsfähigen Probiotikaprodukte für die Tierernährung auf dem Markt (AWT, 2004). Ihre Bedeutung hat mit dem schrittweisen bzw. bereits vollzogenen vollständigen Verbot der Fütterungsantibiotika in den europäischen Ländern (vollständiges Anwendungsverbot aller Fütterungsantibiotika in der EU ab 2006) ständig an Bedeutung gewonnen. Demzufolge wurde auch die Grundlagen- und Anwendungsforschung über Probiotika intensiviert. In der Gruppe der Probiotika wird verschiedentlich eine Alternative für die Fütterungsantibiotika gesehen.

Es fehlt durchaus nicht an Versuchen, die den Einfluß probiotischer Futterzusatzstoffe auf die tierischen Leistungs- und Gesundheitsparameter als Zielstellung beinhalteten. Da jedoch die Haltungs- und Fütterungsbedingungen die Wirksamkeit der Probiotika beeinflussen, sind – um eine umfassende Bewertung eines Probiotikapräparates vornehmen zu können – Versuche unter verschiedenen Bedingungen erforderlich.

Das Ziel der vorliegenden Versuche war deshalb, den Einfluss des Probiotikums Bonvital (*Enterococcus faecium*) auf den Gesundheitsstatus, die Mastleistung sowie auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität von Schweinen unter litauischen Praxisbedingungen und bei konventioneller Fütterung zu prüfen.

Material und Methoden

Das Probiotikum Bonvital (*Enterococcus faecium*) gehört zur Gruppe der Milchsäurebakterien-Probiotika (Hersteller: Firma LAKTOSAN Starterkulturen, A-8605 Kapfenberg). Es ist in der EU zugelassen. In unseren Versuchen wurde das Mineralfuttermittel Schaumalac M 55 der Firma Schaumann verwendet, das 10×10^9 KBE *Enterococcus faecium* je kg enthielt. Bei der Herstellung der Futtermischungen wurde in das Mischfutter der Versuchstiere 3% Schaumalac M 55 integriert; 1 kg Mischfutter enthielt $0,3 \times 10^9$ KBE *Enterococcus faecium*.

Die Prüfung von Bonvital erfolgte in 2 Leistungsversuchen mit jeweils 2 Gruppen (Tabelle 1). Versuch 1 wurde im Schweinebetrieb (12000 Schweine) der GAG „Eigirdžiai agrofirmas“, Bezirk Telšiai durchgeführt. Bei den verwendeten Tieren handelte es sich um Kreuzungstiere aus der Anpaarung Litauische Weiße Rasse (weiblich) mit Eber von Pietrain und Norwegischer Landrasse. Im Versuch 2 wurden ebenfalls Hybridschweine (Norwegische Landrasse, Yorkshire (weiblich) × Norwegische Duroc-Eber) verwendet. Dieses Experiment gelangte im Betrieb (2000 Schweine) des Landwirtes J. Giedraitis, Bezirk Jurbakas zur Durchführung. Beide Gruppen in den Experimenten waren jeweils identisch bezüglich genetischer Konstruktion, Geschlecht, Alter und Lebendmasse der verwendeten

Tiere. Während der Versuche bekamen die Mastschweine trockenes Mischfutter aus Futterautomaten ad libitum.

Tabelle 1: Versuchsdesign von den Versuchen 1 und 2

Versuch	Gruppe	Tierzahl	Mastverfahren
1	I (Kontrollgruppe) ohne Bonvital	26 (2x13)	2-phasige Mast: Anfangsmast (20-60 kg LM) Endmast (60-95 kg LM)
	II (Versuchsgruppe) plus Bonvital	26 (2x13)	
2	I (Kontrollgruppe) ohne Bonvital	16 (2x8)	Universalmast (20-115 kg LM)
	II (Versuchsgruppe) plus Bonvital	16 (2x8)	

Versuch 1 dauerte 15 Wochen. Er war in zwei Phasen eingeteilt: Anfangsmast (63 Tage) und Endmast (42 Tage). Versuch 2 hatte gleichfalls eine Laufzeit von 15 Wochen, jedoch war die Mast einphasig.

Wasser aus automatischen Einzeltränken stand den Tieren ständig zur Verfügung. Jede Box war mit einer automatischen Tränke und einem Fütterungsautomaten mit zwei Fressplätzen versehen. Im Versuch 1 wurden 13 Schweine je Box (0,6 m² je Tier) gehalten; im Versuch 2 jeweils 8 Schweine je Box (0,8 m² je Tier). Die Tiere aus den beiden Boxen der Gruppe I und der Gruppe II erhielten das Futter aus dem gleichen Futterautomat. Der Betonboden der Boxen wurde mit Sägemehl eingestreut. Die Stalltemperaturen betrugen im Mittel 18-20 °C; die relative Luftfeuchtigkeit lag im Mittel bei 70 %. Weitere Parameter des Stallklimas entsprachen den Normen.

Die Futtermischungen wurden mit einer mobilen Mischanlage vom Typ „Propper NNX 6015“ aus zugekauften Rohstoffen (Getreide von Pflanzenbaubetrieben, alle anderen Rohstoffe aus der GAG „Kesko agro“) hergestellt. Über Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der in den Versuchen eingesetzten Futtermischungen informieren die Tabellen 2 und 3.

Das Mineralfuttermittel Schaumalac M55 als Komponente in den Futtermischungen der Versuchstiere (Gruppe II) wurde bei der Herstellung im Schaumann-Betrieb mit dem Probiotikum Bonvital supplementiert. In den Futtermischungen der Kontrolltiere (Gruppe I) kam das Mineralfuttermittel Dynaphos M 2000 ohne Probiotikum zum Einsatz. Beide Mineralfutter - Schaumalac M 55 und Dynaphos - weisen gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung auf. Aus diesem Grund wurden bei der Herstellung der Futtermischungen für den Versuch 1 zusätzlich L-Lysin und Monocalciumphosphat verwendet, um die gleiche Mischfutterqualität für beide Gruppen zu sichern. Die Rezepturen der Futtermischungen wurden mit dem Software-Programm „Recept“ berechnet. Die Futtermitteldatenbank dieses Programms basiert auf Nährstoffwerten der Fachliteratur (NRC, 1998). Die Umsetzbare Energie wurde mit der folgenden Formel (GfE, 1996, zitiert bei Jeroch et al., 2004) berechnet: $ME \text{ (MJ/kg)} = 0,0223 \times RP + 0,0341 \times RF + 0,0170 \times \text{Stärke} + 0,0168 \times \text{Zucker} + 0,0074 \times \text{OR} - 0,0109 \times \text{RFa}$.

Bei der Analytik des Nährstoffgehaltes der Futtermischungen kamen in der EU gültige Methoden zur Anwendung (Naumann et al, 1976; Pašaru tyrimo metodai/Methoden der Futtermitteluntersuchung, 2003).

Die Körpermasse der Tiere wurde zu Versuchsbeginn, im Abstand von 30 Tagen und am Versuchsende durch Einzeltierwägung erfasst. Durch Einwaage des Futters in die Automaten und Rückwaage der Futterreste an den Wägetagen ergab sich der Futterverzehr der Gruppen.

Am Prüfende erfolgte eine Kontrollschlachtung der Schweine. Nach der Schlachtung wurden Schlachtausbeute, Magerfleischanteil (nach FOM), physikalische und chemische Parameter des Fleisches (*M. longissimus dorsi*) ermittelt bzw. bestimmt. Die Schweine vom Versuch 1 wurden in der GAG „Sikasta“, Bezirk Klaipėda und die vom Versuch 2 im Fleischverarbeitungsbetrieb des Landwirtes J. Giedraitis geschlachtet. Beide Betriebe sind nach den EU-Richtlinien zertifiziert. Die Körpermasse der Schweine wurde vor der Schlachtung im Schlachthaus erfasst. Die physikalischen und chemischen Parameter der Fleischqualität wurden im Labor für Fleischqualität der LVA nach gültigen Methoden erfasst (Antipova et al., 2001). Folgende Erhebungen wurden vorgenommen: pH-Wert mit dem pH-Meter CP-315, Kochverlust nach Schilling (1966), Wasserbindungsvermögen (Safthaltevermögen) nach der Grau-Hamm-Methode, Fleischfarbe mit einem Spektralphotometer, Scherkraft nach Warner-Bratzler. Bei der Analyse der Fleischinhaltsstoffe kamen ebenfalls die in der EU verbindlichen Methoden (Antipova et al., 2001) zur Anwendung.

Tabelle 2: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Futtermischungen im Versuch 1

Komponenten, %	Gruppe I ohne Bonvital				Gruppe II plus Bonvital			
	Anfangsmast		Endmast		Anfangsmast		Endmast	
Gerste	57,12		61,06		57,27		61,12	
Weizen	-		15,0		-		15,0	
Weizenkleie	15,5		10,0		15,2		10,0	
Sonnenblumenextraktionsschrot	5,2		-		5,4		-	
Sojaextraktionsschrot	12,5		9,5		12,4		9,5	
Fischmehl	2,0		-		2,0		-	
Rapsöl	4,0		1,2		4,0		1,2	
L-Lysin HCl	0,23		0,24		0,18		0,18	
Monocalciumphosphat	-		-		0,1		-	
Mineralfuttermittel Dynaphos M 200	3,0		3,0		-		-	
Mineralfuttermittel Schaumalac M 55	-		-		3,0		3,0	
Säurezusatz Selacid	0,3		-		0,3		-	
Mykotoxinbinder Licratox	0,15		-		0,15		-	
Inhaltsstoffe (bez. auf Orig.substanz)	*	**	*	**	*	**	*	**
Umsetzbare Energie, MJ/kg	13,06		12,74		13,05		12,74	
Rohasche, %	5,18		5,27		5,20		5,28	
Rohprotein, %	18,12	18,62	14,86	15,05	18,13	18,64	14,86	15,16
Rohfett, %	6,13	5,80	3,31	2,90	6,12	6,09	3,31	2,92
Rohfaser, %	4,73	4,75	4,69	4,36	4,75	4,55	4,69	5,08
Stärke, %	33,2		43,2		33,2		43,3	
Zucker, %	3,67		3,2		3,66		3,2	
Calcium, %	0,83	0,89	0,72	0,80	0,88	0,85	0,75	0,70
Phosphor, %	0,59	0,60	0,51	0,47	0,60	0,60	0,49	0,47
Natrium, %	0,23		0,20		0,23		0,20	
Lysin, %	1,15		0,93		1,15		0,93	
Methionin + Cystin, %	0,57		0,43		0,57		0,42	
Tryptophan, %	0,21		0,16		0,21		0,16	
Threonin, %	0,63		0,48		0,64		0,48	

* berechnet; ** analysiert

Tabelle 3: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Futtermischungen im Versuch 2

Komponenten, %	Gruppe I ohne Bonvital		Gruppe II plus Bonvital	
Gerste	48,0		48,0	
Triticale	36,6		36,6	
Sojaextraktionsschrot	12,0		12,0	
Mineralfuttermittel Dynaphos M 2000	3,0		-	
Mineralfuttermittel Schaumalac M 55	-		3,0	
Säurezusatz Selacid	0,3		0,3	
Mykotoxinbinder Mycofix plus	0,1		0,1	
Inhaltsstoffe (bez. auf Orig.substanz)	berechnet	analysiert	berechnet	analysiert
Umsetzbare Energie, MJ/kg	13,09		13,09	
Rohasche, %	5,22		5,22	
Rohprotein, %	15,33	15,42	15,33	14,89
Rohfett, %	1,92	1,24	1,92	1,18
Rohfaser, %	3,64	3,58	3,64	4,09
Stärke%	47,7		47,7	
Zucker%	3,45		3,45	
Calcium, %	0,96	0,82	0,99	0,80
Phosphor, %	0,72	0,68	0,71	0,68
Natrium, %	0,20		0,20	
Lysin, %	0,82		0,87	
Methionin+Cystin, %	0,42		0,42	
Tryptophan, %	0,18		0,18	
Threonin, %	0,48		0,48	

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit den Programmen „Origin 5.0“ und „Microsoft Excel“ (Juozaitytė und Kerziene, 2001). In den Ergebnistabellen (außer Futterverzehr und Futteraufwand) sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen ausgewiesen.

Ergebnisse

Im Verlauf der beiden Versuche wurde der Gesundheitszustand der Tiere beobachtet. Dieser kann als normal eingeschätzt werden. Veterinärmedizinische Präparate kamen nicht zum Einsatz. Im Versuch 1 verendete ein Tier von Gruppe II in der ersten Versuchswoche. Im Versuch 2 waren zwei Tiere als Verluste in der Gruppe II zu verzeichnen, ein Tier in der ersten und das zweite Tier in der dritten Versuchswoche. Die Abgangsursachen waren jeweils Beinfrakturen.

Die Daten zur Lebendmasseentwicklung und zur täglichen Zunahme von beiden Versuchen 1 sind in Tabelle 4 ausgewiesen.

Die Ergebnisse von Versuch 1 zeigen, daß die Tiere der Gruppe II in der Anfangsmast eine 4 % höhere Tageszunahme gegenüber den Mastschweinen der Gruppe I (Futtermischung ohne Probiotikum) erzielten. In der Endmast war die mittlere Tageszunahme in dieser Gruppe um 2 % höher im Vergleich zur Kontrollgruppe. Der Probiotikumeffekt war somit in der Endmast geringer. In der gesamten Mastperiode (Prüfperiode) erreichten die Schweine der Versuchsgruppe eine 3 % höhere Tageszunahme. Die Unterschiede zwischen beiden Gruppen sind sowohl in den beiden Mastabschnitten als auch in der gesamten Mastperiode jedoch nicht signifikant ($p>0,05$).

Bei deutlich höherer täglicher Zunahme der Tiere der Kontrollgruppe (870 g) im Versuch 2 gegenüber Versuch 1 ist der Wachstumseffekt des geprüften Probiotikums gering ausgefallen (+1,5 %, $p>0,05$).

Tabelle 4: Lebendmasseentwicklung und tägliche Zunahme in den Versuchen 1 und 2

Parameter	Gruppe I ohne Bonvital	Gruppe II plus Bonvital
Versuch 1		
Mittlere Lebendmasse, kg/Tier:		
Prüfbeginn (Mastbeginn)	21,42±0,58	21,48±0,56
Ende der Anfangsmast	62,85±1,37	64,50±0,94
Prüfende (Mastende)	93,00±1,88	95,22±1,26
Mittlere Tageszunahme, g/Tier:		
Anfangsmast	668±16 (100)	694±11 (104)
Endmast	718±20 (100)	731±18 (102)
Gesamte Mastperiode (Prüfperiode)	688±15 (100)	709±10 (103)
Versuch 2		
Mittleres Lebendmasse, kg/Tier:		
Prüfbeginn (Mastbeginn)	22,04±0,66	22,56±0,90
Prüfende (Mastende)	114,25±2,75	116,21±3,17
Mittlere Tageszunahme, g/Tier:	870±23 (100)	883±26 (101,5)

Über den Verbrauch an Futter je kg Zunahme (Futterraufwand) informiert Tabelle 5. Keinen positiven Einfluss des geprüften Probiotikums auf den Futterraufwand bestand im Versuch 1. Im Versuch 2 benötigten die Tiere der Versuchsgruppe 3 % weniger Futter je kg Zunahme im Vergleich zu den Tieren der Kontrollgruppe ($p>0,05$). Die Daten für den Futterraufwand sind in diesem Versuch sehr günstig.

Tabelle 5: Futteraufwand (kg Futter je 1 kg Zunahme) in den Versuchen 1 und 2

Abschnitt	Gruppe I ohne Bonvital	Gruppe II plus Bonvital
Versuch 1		
Anfangsmast	3,16 (100)	3,16 (100)
Endmast	3,91 (100)	3,99 (102)
Gesamte Mastperiode ((Prüfperiode)	3,49 (100)	3,51 (101)
Versuch 2		
Gesamte Mastperiode (Prüfperiode)	2,40 (100)	2,33 (97)

Auf die Parameter der Schlachtkörperqualität hatte die Bonvital-Ergänzung der Futtermischungen keinen signifikanten Einfluß. Deshalb wird auf eine Mitteilung verzichtet.

Die Untersuchungsergebnisse zur Fleischqualität sind in den Tabellen 6 und 7 ausgewiesen. Es kann festgestellt werden, dass das geprüfte probiotische Präparat „Bonvital“ keinen signifikanten Einfluss auf chemische und physikalische Fleischeigenschaften hatte. Jukna et al. (2005) ermittelten bei deutlicher Zunahmesteigerung durch das geprüfte Probiotikum gleichzeitig eine Verbesserung des Saffthaltevermögens.

Tabelle 6: Chemische und physikalische Fleischparameter der Tiere von Versuch 1

Parameter	Gruppe I ohne Bonvital	Gruppe II plus Bonvital
Tierzahl	n=6	n=6
Trockensubstanz, %	25,76± 0,36	25,56± 0,37
Organische Substanz, %	25,65±0,16	25,39±0,37
Rohasche, %	1,17±0,05	1,16±0,03
Rohprotein, %	19,09±0,72	18,21±0,58
Rohfett, %	2,01±0,23	2,07±0,20
pH-Wert	5,50± 0,00	5,52± 0,03
Kochverlust, %	27,90± 1,46	30,24± 1,03
Scherkraft, kg/cm ²	1,01± 0,10	0,96± 0,07
Wasserbindungsvermögen, %	52,94± 3,34	56,94± 1,90

Tabelle 7: Chemische und physikalische Fleischparameter der Tiere von Versuch 2

Parameter	Gruppe I ohne Bonvital	Gruppe II plus Bonvital
Tierzahl	n=3	n=3
Trockensubstanz, %	26,31± 0,92	26,64± 0,52
Organische Substanz, %	25,29± 0,87	25,77± 0,51
Rohasche, %	1,03± 0,05	1,15± 0,05
Rohprotein, %	20,26± 0,77	20,75± 0,52
Rohfett, %	5,88± 0,31	6,76± 0,36
pH-Wert	5,95± 0,03	5,94± 0,11
Kochverlust, %	24,35± 3,65	22,86± 1,93
Scherkraft, kg/cm ²	1,66± 0,35	1,16± 0,04
Wasserbindungsvermögen, %	58,73 ±2,39	61,43± 1,46

Diskussion

Der Einsatz von Probiotika in der Schweinefütterung und damit auch in der Schweinemast ist kein neues Thema. Mit dem Antibiotika-Verbot gewinnt dieser aber eine immer größere Bedeutung.

In den vorgestellten Versuchen wurden zwar Wachstumeffekte durch das geprüfte Präparat registriert, die jedoch nicht signifikant sind. Dabei war der Effekt im Versuch 1 bei mittlerer täglicher Zunahme der Tiere höher im Vergleich zum Versuch 2, in dem ein hohes Niveau der täglichen Zunahme durch die Schweine der Kontrollgruppe erreicht wurde. Bisherige Auswertungen von Probiotikaversuchen ergaben recht unterschiedliche Resultate, d. h. nicht immer positive Effekte (0-Wirkung) und verschiedentlich auch geringere Zunahmen in den Probiotikagruppen im Vergleich zu den Kontrollgruppen (Freitag et al., 1998; Simon, 2001; Mosenthin, 2002). Die eigenen Ergebnisse ordnen sich somit in die Literaturbefunde ein. Die Ursachen für die unterschiedlichen bzw. widersprüchlichen Ergebnisse sind vor allem mit den Wirkprinzipien der Probiotika zu erklären. Wenn die Mikroflora des Verdauungstraktes intakt ist, d. h. keine Störung der Eubiose vorliegt, dann dürften Probiotika kaum wirksam sein. Unter Produktionsbedingungen ist jedoch nicht voraus zu sehen, inwieweit durch unterschiedlichste Ursachen, u. a. durch Fütterungseinflüsse (Fütterungsfehler, drastischer Futterwechsel, minderwertige Futterkomponenten, Futterkomponenten mit antinutritiven Inhaltsstoffen, ungenügende Futterhygiene), das Ökosystem Magen-Darmflora gestört wird und gesundheitliche Störungen sowie Leistungsminderungen als Folgeerscheinungen auftreten können. Probiotika sind somit ein Sicherheitsfaktor, wenn sie dem Futter ergänzt werden.

Vor allem bei der Ergänzung des Futters von Ferkeln mit Probiotika wurden gesundheitsverbessernde Wirkungen beschrieben (Freitag et al., 1998; Simon, 2001). In den durchgeführten Versuchen mit Mastschweinen konnten diesbezügliche Effekte nicht festgestellt werden. Die Tierabgänge stehen nicht in Beziehung zur Versuchsfrage.

Bei der geringen Zunahmeverbesserung durch das geprüfte Probiotikumpräparat war ein Einfluß auf die Schlachtkörper- und auch die Fleischqualität nicht zu erwarten. Erst deutliche Wachstumsverbesserungen könnten mögliche signifikante Veränderungen bei Parametern der Schlachtkörper- und Fleischqualität bewirken.

Zusammenfassung

In 2 litauischen landwirtschaftlichen Betrieben wurde jeweils ein Leistungsversuch mit Mastschweinen durchgeführt, um den Einfluss des Probiotikums Bonvital auf die Mast- und Schlachtleistung unter Praxisbedingungen zu ermitteln. Jeder Versuch bestand aus zwei Gruppen: Gruppe I – Kontrollgruppe, Gruppe II – Versuchsgruppe. Die Tiere der Versuchsgruppen erhielten die Futtermischungen ergänzt mit dem Probiotikum Bonvital (*Enterococcus faecium* $0,3 \times 10^9$ KBE/kg); an die Tiere der Kontrollgruppen wurden die gleichen Futtermischungen ohne Probiotikumszusatz verfüttert.

Beide Versuche verliefen normal. Ein Einfluß der Prüfsubstanz auf den Gesundheitsstatus der Mastschweine bestand nicht.

Der erste Versuch ergab, dass beim Einsatz von Bonvital die tägliche Zunahme pro Mastschwein während der gesamten Mastzeit im Vergleich zu den Tieren der Kontrollgruppe (688 g Tageszunahme/Tier) um 3 % höher ist. Dabei war der Probiotikumeffekt auf das Wachstum der Mastschweine in der Vormast stärker als in der Endmast. Auf den Futteraufwand je kg Zunahme wirkte sich die Probiotikumergänzung des Mastfutters nicht aus, denn die Tiere der Versuchsgruppe (mit Bonvital ergänztes Futter) verzehrten gegenüber den Mastschweinen der Kontrollgruppe mehr Futter.

Im zweiten Versuch wurde bei deutlich höherer täglicher Zunahme der Kontrolltiere (870 g/Tier) durch den Bonvital-Einsatz die tägliche Zunahme nur leicht verbessert (1,5% Mehrzunahme). Demgegenüber fiel der Effekt auf den Futteraufwand höher aus (3 % niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe).

Das geprüfte Probiotikum Bonvital hatte keinen signifikanten Einfluß auf die erfaßten Parameter der Schlachtkörper- und Fleischqualität in beiden Versuchen.

Literaturverzeichnis

- Antipova I., Glotova I., Rogov I. (2001): Methods of meat and meat products investigation. Moscow. 376.
- Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e. V. (AWT) (2004): Probiotics in animal nutrition. Agrimedia GmbH, 38 S.
- Freitag, M., Hensche, H.-U., Schulte-Sienbeck, H., Reichelt, B. (1998): Kritische Betrachtung des Einsatzes von Leistungsförderern in der Tierernährung. Forschungsbericht des Fachbereiches Agrarwirtschaft Soest, Universität-Gesamthochschule Paderborn, 199 S.
- Jeroch H., Šeškevičienė J., Kulpys J. (2004): Žemės ūkio gyvulių ir paukščių mitybos fiziologinės reikmės. Kaunas. 160 p.
- Jukna C., Jukna V., Simkus A. (2005): The effect of probiotics and phytobiotics on meat properties and quality in pigs. J. Veterinarija ir Zootechnika. T. 29 (51), 80-84.
- Juozaitytė V., Kerzienė S. (2001): Biometrija ir kompiuterinė duomenų analizė. Kaunas. 114 p.
- Mosenthin R. (2002): Probiotika im Praxiseinsatz in der Schweinefütterung. Journal Rekasen. Ratgeber für Tierernährung, Tierzucht und Management. Heft 17/18, 9. Jahrgang, 109-111.
- Naumann C., Bassler R., Seibold R., Barth C. (1976): Methodenbuch Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- NRC (U.S.) (1998): Nutrient Requirements of Swine. 10th rev. Ed. National Academy Press, Washington, D. C..
- Pašarų tyrimo metodai (2003): Normatyvinių aktų rinkinys. Vilnius. 304 p.
- Schilling E. (1966): Muskelstruktur und Fleischqualität. Tierzucht und Züchtungsbiologie. 82, 219-243.
- Simon, O. (2001): Probiotika aus der Sicht der Tierernährung. Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 8. Symposium 26. und 27. September 2001, Jena/Thüringen, S. 118-127.

Danksagung: Die Autoren bedanken sich bei der Firma Schaumann Agri Austria GmbH & Co. KG, A-2345 Brunn am Gebirge, für die Unterstützung der Versuche.

Anschrift der litauischen Autoren:

Litauische Veterinärmedizinische Akademie
Tilzes 18, LT-47181 Kaunas
E-mail: rolandas@lva.lt

Mythos Mykotoxine beim Geflügel

Rudolf Leitgeb

Universität für Bodenkultur

Einleitung

Ähnlich wie den Göttern und Helden wurden auch den Fusarientoxinen Wirkungen unterstellt, die naturwissenschaftlich nicht nachvollziehbar waren. Die Fusarientoxin-Lawine wurde durch praxisfremde Darstellungen bei Vorträgen losgetreten und verursachte bei den Getreidebauern, Tierhaltern, Mischfutterherstellern und Konsumenten einen tiefen Schock. Die Fusarientoxine wurden unkritisch oder teilweise wider besseren Wissens anderen Mykotoxinen gleichgestellt und beinahe unisono als Hauptverursacher von Leistungsdepressionen und Immunschwächen bei den Nutztieren hingestellt. Das führte unter anderem dazu, dass das Verfüttern von österreichischem Hafer an Lipizzaner ministeriell untersagt und Österreich als geeignetes Maisanbaugebiet in Frage gestellt wurde.

Forschungsansuchen zur Ermittlung des Einflusses von natürlich kontaminiertem Futtermais bei Broilern und Mastputen wurden vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft rasch genehmigt und in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Agrarbiologie Linz und dem Institut für Ernährung an der VMU-Wien durchgeführt. Die von Rektor März 1999 initiierte Forschungsstimulierung an der BOKU führte zu zwei weiteren Untersuchungen mit *Fusarium subglutinans* inokuliertem Mais (Moniliformin und Beauvericin) an Broilern und Mastputen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenbau und -züchtung an der BOKU, dem IFA-Tulln und dem Institut für Ernährung an der VMU-Wien.

Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden im Geflügelversuchsstall, Äussere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt. Die Alleinfuttermischungen wurden am Versuchsort hergestellt. Die Nährstoffgehalte in allen Futtermischungen entsprachen üblichen Bedarfsempfehlungen.

Im ersten Broilermastversuch wurde in den Futtergruppen (FG) 1, 2, 3 und 4 unkontaminierter Mais (54,66 %) durch 0, 1/3, 2/3 und 3/3 natürlich kontaminierten Mais (Leitgeb et al., 1999, Leitgeb u. Lew, 2000) und im zweiten Broilerversuch wurde in den Futtergruppen (FG) 1, 2, 3 und 4 unkontaminierter Mais (59,3 %) teilweise durch mit *F. subglutinans* inokuliertem Mais (0, 5, 10 und 15 %) ersetzt (Zollitsch et al., 2003). Nach Untersuchungen von Adler (2004) tritt *F. subglutinans* in erster Linie auf Körnermais auf, die übrigen Getreidearten sind kaum gefährdet.

Im ersten Putenmastversuch betrug der Maisanteil in den 3 Phasenfuttermischungen 37, 49 und 59 %. In den FG1, 2, 3 und 4 wurden 0, 1/3, 2/3 und 3/3 des unkontaminierten Maises durch natürlich kontaminierten Mais ersetzt (Leitgeb et al., 2000). Im Putenmastversuch mit *F. subglutinans* inokuliertem Mais waren in den 3 Phasenfuttermitteln 38, 50 und 57 % Mais enthalten. In den Phasenfuttermischungen der FG1, 2, 3 und 4 wurden 0, 3, 6 und 9 % des unkontaminierten Maises durch mit *F. subglutinans* inokuliertem Mais ersetzt (Raffaseder, 2003).

Im unkontaminierten Mais lagen alle Mykotoxingehalte unter der Nachweisgrenze. Die Gehalte der kontaminierten Maischargen an Fusarientoxinen sind in Tabelle 1 angegeben. Die Belastung der FG2 mit Fusarientoxinen entsprach in etwa den Praxisverhältnissen, in den FG3 und 4 lag sie darüber.

Als Leistungsparameter wurden die Mast- und Schlachtleistung, Organgewichte, Schlachtkörperzusammensetzung, weiters die organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches, Rückstände an Mykotoxinen im Schlachtkörper und Blutwerte erhoben. Alle Tiere wurden am Versuchsort geschlachtet.

Tabelle 1: Mykotoxingehalte des kontaminierten Maises

Versuch	DON ¹⁾	MON ²⁾	BEA ³⁾	15-ADON ⁴⁾	NIV ⁵⁾	ZON ⁶⁾
Broiler: Natürl. kontam. Mais ⁷⁾	9,80	1,04	1,43	1,24	0,73	1,15
Puten: Natürl. kontam. Mais	2,02	4,94	3,24	0,33	0,29	0,20
Broiler: Mit <i>F. subgl. inok. Mais</i> ⁸⁾	0,17	18,3	84,4	-	-	-
Puten: Mit <i>F. subgl. inok. Mais</i>	-	26,2	27,6	-	-	-

1) Deoxynivalenol (Vomitoxin)

2) Moniliformin

3) Beauvericin

4) 15-Acetyl-Deoxynivalenol

5) Nivalenol

6) Zearalenon

7) Natürlich kontaminierter Mais

8) Mit *Fusarium subglutinans* inokulierter Mais

Versuchsergebnisse

Die Ausfallraten waren in den 4 Versuchen gering. Die wichtigsten Versuchsergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Im Broilerversuch mit natürlich kontaminiertem Mais war bei den Mast- und Schlachtleistungskriterien (Futtermittelaufwand/kg LM-Zuwachs, LM-Entwicklung, Ausschachtungs-%) keine Reaktion der Tiere auf die unterschiedlichen Mykotoxingehalte nachweisbar. Bei den Herzgewichten wurden signifikante ($P < 0,01$) Unterschiede festgestellt. Mit zunehmender Fusarientoxinbelastung nahmen die Herzgewichte von 8,5 auf 9,8 g zu. Die chemische Schlachtkörperzusammensetzung, die organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches und die Blutwerte wurden nicht beeinflusst.

Die Reaktion der Puten auf den natürlich kontaminierten Mais wich von der der Broiler deutlich ab. Die Alleinfuttermittel mit geringen, mittleren und hohen Gehalten an Fusarientoxinen führten bei den Puten zu geringeren Mastendgewichten und zu einem höheren Futtermittelaufwand/kg LM-Zuwachs. Einflüsse auf die LM-Entwicklung und den Futtermittelaufwand/kg LM-Zuwachs waren in den ersten 8 Mastwochen zu beobachten. Die Mastdauer betrug 11 Wochen. In den letzten 3 Wochen wurde kein Einfluss auf die Mastleistung mehr festgestellt. Die Gewichte der Herzen von den belasteten Puten waren geringer als von den unbelasteten Puten. Auffallend ist der lineare Abfall des TM-Gehaltes in den Schlachtkörpern mit zunehmender Fusarientoxinbelastung.

Im Broilerversuch mit *F. subglutinans* inokuliertem Mais wurden wie beim Versuch mit natürlich kontaminiertem Mais keine negativen Einflüsse auf die Mast- und Schlachtleistung festgestellt, obwohl die Belastung vor allem mit MON sehr hoch war. Das gleiche gilt auch für die Herzgewichte und die chemische Zusammensetzung der Schlachtkörper.

Im Putenversuch mit *F. subglutinans* inokuliertem Mais wurden ebenfalls keine negativen Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung und Blutparameter festgestellt. Dies ist insofern bemerkenswert, weil MON bereits in geringer Dosis als sehr gefährliches Mykotoxin eingestuft wurde.

Tabelle 2: Versuchsergebnisse

	Futtergruppe				
Merkmal	1	2	3	4	P-Wert
Broilerversuch mit natürlich kontaminiertem Mais					
Tiere/Boxen, n	45/3	45/3	45/3	45/3	-
Mastdauer, Tage	37	37	37	37	-
Mastendgewicht, kg	1,90	1,94	1,90	1,94	0,76
Futtermittelverbrauch/kg LM, kg	1,81	1,77	1,83	1,82	0,36
Nüchternsgewicht (NG), kg	1,83	1,87	1,83	1,87	0,61
OD-Ware in % des NG	79,0	79,6	79,3	78,9	0,14
Grillfertige Ware in % des NG	69,1	69,4	69,4	69,4	0,71
Herz, g	8,5 ^a	9,1 ^a	9,1 ^a	9,8 ^b	<0,01
TM im Schlachtkörper, %	33,8	33,9	33,9	34,5	0,73
Protein im Schlachtkörper, %	17,9	18,2	17,7	18,1	0,45
Putenversuch mit natürlich kontaminiertem Mais					
Tiere/Boxen, n	15/3	15/3	15/3	15/3	-
Mastdauer, Wochen	11	11	11	11	-
Mastendgewicht, kg	6,71	6,26	6,33	6,27	0,55
Futtermittelverbrauch/kg LM, kg	2,07	2,16	2,23	2,19	0,46
Nüchternsgewicht (NG), kg	6,84	6,38	6,40	6,42	0,53
OD-Ware in % des NG	90,2	90,2	90,0	90,4	0,94
Grillfertige Ware in % des NG	74,5	74,4	74,3	74,4	0,90
Herz, g	27	24	24	24	0,21
TM im Schlachtkörper, %	31,5	31,1	30,9	30,1	0,10
Protein im Schlachtkörper, %	20,0	20,4	20,3	19,7	0,42
Broilerversuch mit F. subglutinans inokuliertem Mais					
Tiere/Boxen, n	45/3	45/3	45/3	45/3	-
Mastdauer, Tage	37	37	37	37	-
Mastendgewicht, kg	1,80	1,77	1,76	1,74	0,90
Futtermittelverbrauch/kg LM, kg	1,82	1,79	1,81	1,88	0,55
Nüchternsgewicht (NG), kg	1,74	1,73	1,72	1,70	0,78
OD-Ware in % des NG	78,4	78,5	78,8	78,5	0,23
Grillfertige Ware in % des NG	69,7	69,8	69,9	69,8	0,64
Herz, g	9,9	10,2	9,8	9,7	0,59
TM im Schlachtkörper, %	35,6	36,2	35,5	35,8	0,18
Protein im Schlachtkörper, %	19,4	19,1	19,5	19,2	0,36
Putenversuch mit F. subglutinans inokuliertem Mais					
Tiere/Boxen, n	25/4	25/4	25/4	25/4	-
Mastdauer, Wochen	12	12	12	12	-
Mastendgewicht, kg	7,13	7,40	7,39	7,27	0,50
Futtermittelverbrauch/kg LM, kg	2,28	2,24	2,25	2,31	0,83
Nüchternsgewicht (NG), kg	7,13	7,40	7,39	7,27	0,50
OD-Ware in % des NG	80,6	80,3	80,8	80,7	0,86
Grillfertige Ware in % des NG	73,4	73,4	73,7	73,6	0,91
Herz, g	26,3	27,6	27,6	27,1	0,67
TM im Schlachtkörper, %	31,4	31,9	31,0	31,0	0,22
Protein im Schlachtkörper, %	20,3	20,4	20,4	20,2	0,68

Die Schlachtkörper, Muskelmägen, Herzen, Lebern und Darmtrakte von den Versuchen mit *F. subglutinans* inokuliertem Mais wurden auf Mykotoxinrückstände untersucht. Es konnten keine Mykotoxinrückstände in den Schlachtkörpern nachgewiesen werden und die organoleptische

Beurteilung des Brustfleisches wies auf keinerlei negativen Einfluss auf die Zartheit, Saftigkeit und den Geschmack hin.

Schlussfolgerungen

Masthühner und Puten reagierten unterschiedlich auf Gehalte an Fusarientoxinen im Futter. Fusarientoxine im Hühnerfutter sind für die Hühner kein neu auftretendes Problem, sondern haben eine lange Geschichte. Fusarientoxine wurden von Naturhühnern im Laufe ihres Lebens in hohen Mengen aufgenommen. Dadurch wurde unser Hausgeflügel entwicklungsgeschichtlich immer relativ hohen Mykotoxinbelastungen ausgesetzt. Tiere mit hoher Sensibilität gegenüber autochthonen Toxinen wurden evolutionär ausgeschieden. Die unerwartet geringe Wirkung der teilweise hochkontaminierten Rationen auf die Masthühner könnte dadurch erklärt werden.

Die Heimat der Puten liegt in Mexiko und mit der intensiveren Putenmast in Europa wurde erst in den 60iger Jahren begonnen. Die etwas höhere Empfindlichkeit der Puten könnte mit der wesentlich kürzeren Adaptionszeit an die Schadstoffe in den europäischen Futtermitteln zusammen hängen. Aber auch die Empfindlichkeit der Puten gegenüber Fusarientoxinen wurde in der Praxis weit überschätzt.

Zusammenfassung

In 2 Broilermastversuchen und 2 Putenmastversuchen wurden die Auswirkungen von Fusarientoxinen auf die Mast- und Schlachtleistung, Organgewichte, Schlachtkörperzusammensetzung und organoleptische Eigenschaften des Brustfleisches untersucht. Der unkontaminierte Mais in den Futtermischungen wurde in 2 Versuchen durch natürlich kontaminierten Futtermais (DON, MON) und in 2 Versuchen durch mit *F. subglutinans* inokulierten Mais (MON, BEA) ersetzt. In jedem Versuch waren 4 Futtergruppen. In den Alleinfuttermitteln der Futtergruppe 1 waren keine Mykotoxine nachweisbar, die Alleinfuttermittel der Futtergruppe 2, 3 und 4 waren niedrig, mittel und hoch kontaminiert. Die Mykotoxinkonzentrationen in den Futtergruppen 3 und 4 sollte zu deutlichen Leistungsdepressionen führen. Zur allgemeinen Überraschung reagierten die Broiler auf höhere Gehalte an Fusarientoxinen in den Alleinfuttermitteln nicht und die Puten nur in der Anfangsmast mit einer etwas geringeren LM-Entwicklung. Die Schlachtergebnisse, organoleptischen Eigenschaften, Schlachtkörperzusammensetzung und die Blutwerte wurden wenn überhaupt, dann nur marginal beeinflusst.

Summary

Is the negative impact of Fusariumtoxins on growth and slaughter performance a myth?

In two broiler and two turkey trials the impact of fusarium toxins on growth and slaughter performance, weight of organs (heart, liver, and gizzard), composition of carcass and organoleptic traits of breast meat were investigated. In the first broiler trials naturally contaminated maize of 9.80 ppm deoxinivalenol, 1.04 ppm moniliformin and 1.43 ppm beauvericin and in the first turkey trial naturally contaminated maize with 2.02 ppm deoxinivalenol and 4.94 ppm moniliformin and 3.24 ppm beauvericin and in the second broiler trial contaminated maize (inoculated with *Fusarium subglutinans*) with 18.3 ppm moniliformin and 84.4 ppm beauvericin and in the second turkey trial inoculated maize with 26.2 ppm moniliformin and 27.6 ppm beauvericin was used.

The content of maize in the first broiler diets was 54.66 %. In the first turkey trial the maize content in the three diets was 37, 49 and 59 %. In the feeding groups 1, 2 3 and 4 the uncontaminated maize was replaced by zero, one third, two third and three third with contaminated maize.

The content of maize in the second broiler diets was 59.3 %. In the second turkey trial the maize content in the three diets was 38, 50 and 57 %. In the feeding groups 1, 2 3 and 4 of the second broiler trial uncontaminated maize was replaced by 0, 5, 10 and 15 % with contaminated maize and in the second turkey trial uncontaminated maize with 0, 3, 6 and 9 % of contaminated maize.

It was expected, that feeding group 3 and 4 show a depression in the growth performance. To the general surprise broiler showed no negative reaction on increasing contents of Fusarium toxins in the diets and the turkey showed a low one in the earlier growth period. The slaughter performance, the organoleptic traits (tenderness, juiciness and taste) and blood parameters were only marginal influenced. In comparison to broilers the turkey showed a little bit higher sensitivity to the Fusarium toxins. The proportions of the high value parts of the carcasses, organoleptic and blood parameters were not influenced.

Literatur

Adler, A., 2004: Update zur Fusarium-Situation bei Getreide und Mais in Österreich. Mold-Meeting 2004. ALVA-Mitteilungen Heft 2/2005, 14-17, ISSN 1811-7317.

Leitgeb, R. und H. Lew, 2000: Hühnermast mit mykotoxinbelastetem Körnermais. Der Förderungsdienst 48, Heft 3, 78-79.

Leitgeb R, H. Lew, W. Wetscherek, J. Böhm und A. Quinz, 1999: Einfluss von Fusariumtoxinen auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern. Die Bodenkultur 50: 57-66.

Leitgeb, R, H. Lew, R. Khidr, J. Böhm, W. Zollitsch und Elisabeth Wagner, 2000: Influence of fusarium toxins on growth and carcass characteristics of turkeys. Die Bodenkultur 51: 171-178.

Raffaseder, C, 2003: Einfluss von Moniliformin und Beauvericin auf Leistung- und physiologische Parameter von Mastputen. Diss Univ. Bodenkultur Wien.

Zollitsch W, C. Raffaseder, J. Böhm, Elisabeth Wagner and R. Leitgeb, 2003: Impact of the mycotoxins moniliformin and beauvericin on growth and carcass traits of broilers. Tierärztl. Mschr. 90, 238-243.

Danksagung: Für die finanzielle Unterstützung der Versuche wird dem BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien und der Universität für Bodenkultur Wien, aufrichtig gedankt.

Anschrift des Autors

Ao. Univ. Prof. Dr. Rudolf Leitgeb
Department Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Abt. Tierische Lebensmittel, Tierernährung, Ernährungsphysiologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33
A-1180 Wien
Privat: A-1180 Wien, Eckpergasse 2/6, Tel. Nr. ++49 01 478 70 70

Hat der Wegfall antibiotischer Leistungsförderer Konsequenzen für die Aminosäurenversorgung von Schweinen

Jörg Bartelt

Lohmann Animal Health, Cuxhaven

Einleitung

Ein direktes Ergebnis der Anwendung von antibiotischen Leistungsförderern im Futter war die Unterdrückung des mikrobiellen Wachstums im Verdauungstrakt. Dadurch konnte die praecaecale Aminosäurenverdaulichkeit verbessert und der mikrobielle Abbau von Aminosäuren im Darm verringert werden (Dierick et al., 1986 a,b). Gleichzeitig wurde die Nährstoffverwertung für Wachstum und andere Leistungen durch einen geringeren Energie- und Nährstoffbedarf für das Immunsystem verbessert. Der durch den Wegfall antibiotischer Leistungsförderer bedingte immunologische Stress könnte deshalb auch Konsequenzen für die Lysin-, Threonin- und Tryptophanversorgung des Schweins besitzen. Diese sollen im folgenden Beitrag näher beleuchtet werden.

Aminosäurenstoffwechsel und Immunfunktionen des Darmgewebes

Die Funktionen des Darms als Resorption- und Austauschfläche sowie als Bestandteil des Immunsystems stellen an den Aufbau und den Stoffwechsel der Darmwand hohe Anforderungen. Neben der raschen Anpassung der benötigten Enzymmengen (Aktivitäten) entsprechend der Menge und Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung und der Zelldifferenzierung der Enterozyten während ihrer „Wanderung“ von den Krypten bis zur Zottenspitze innerhalb von 3 bis 5 Tagen steht dabei der Schutz des Organismus vor pathogenen Keimen und Toxinen im Vordergrund. Letzteres wird durch das Schleimhautimmunsystem realisiert, welche aus unspezifischen (Schleimschicht, Antigen-präsentierende Zellen wie Makrophagen oder dendritische Zellen) und spezifische Komponenten (Peyer'schen Plaques, isolierte Lymphfollikel, mit Lymphozyten gefüllte Zotten sowie diffus verteilte Lymphozyten in der Lamina propria (IgA produzierende Plasmazellen) sowie intraepitheliale Lymphozyten) besteht (Pabst und Rothkötter, 1997). Deshalb ist es auch nicht verwunderlich, dass 20 – 40 % der gesamten Körperproteinsynthese im Darmgewebe stattfindet obwohl nur etwa 3 – 5 % des gesamten Körperproteins dort lokalisiert sind (Tabelle 1).

Tabelle 1: Verteilung der Proteinsynthese auf verschiedene Körpergewebe (% der gesamten Körperproteinsynthese)¹

	Schwein ^{a)}	Färsen ^{b)}	Ratte	Forelle ^{e)}
Muskel	29,7 – 30,3	19,9 – 13,8	25 ^{c)}	22
Darm	19,3 – 20,3	32,4 – 41,5	28 ^{d)}	39
Leber	7,1 – 8,3	4,7 – 7,5	15 ^{c)}	14
Haut	5,8 – 6,5	16,8 – 18,6	18 ^{c)}	n.b.

- 1) verschiedene Isotopentechniken verwendet
a) Simon (1989): 11 Schweine, 50 kg LM
b) Lobley et al. (1980a): 2 Tiere
c) Preedy et al. (1983)
d) Mc Nurlan und Garlick (1980)
e) Fauconneau und Arnal (1985)

Dieser hohe Anteil der intestinalen Proteinsynthese resultiert aus einer sehr hohen fraktionellen Proteinsyntheserate, d.h. der relativ zur Proteinmenge des Gewebes je Tag synthetisierten Proteinmenge. Diese kann beim Schwein bis zu 100 % für den Dünndarm betragen, während für die Muskulatur um eine Zehnerpotenz niedrigere Werte ermittelt wurden (Simon, 1989, Nyachoti et al., 2000).

Unter dem Aspekt des Wegfalls antibiotischer Leistungsförderer stellt sich daher die Frage, ob sich die Proteinsynthese unter einem zunehmenden Infektionsdruck verändert. Modelluntersuchungen an Ratten zeigten, dass bei einer chronischen Darmentzündung die absolute Proteinsyntheserate in der Milz um 330%, im Ileum um 40% und im Colon um 63% erhöht bzw. im Muskel um 23% reduziert war (Mercier et al., 2002). Die reduzierte Proteinsynthese des Muskels unterstreicht die Vorrangigkeit der Aminosäurenbelieferung des Darmgewebes und immunologisch bedeutsamer Organe unter den Bedingungen einer chronischen Entzündung.

Eine Vorstellung über die Menge der mit dem Futter aufgenommenen Aminosäuren, die durch das Darmgewebe genutzt werden, ergibt sich aus der relativen portalen Aminosäurenbilanz (Tabelle 2). Diese Bilanz errechnet sich aus der Flussrate des Portalvenenblutes und der Aminosäurenkonzentrationsdifferenz zwischen der Portalvene bzw. der Arterie. Bei den essentiellen Aminosäuren fällt dabei insbesondere die hohe Nutzung des Threonins durch das Darmgewebe auf.

Tabelle 2: Gesamtverwertung (%) ausgewählter Aminosäuren durch das Darmgewebe von Ferkeln (nach Fuller and Reeds, 1998)¹

Aminosäure	Gesamtverwertung des Darmgewebes ²	Einbau in das Gewebeprotein ³	geschätzter Abbau im Darmgewebe
Glutaminsäure	96 ± 4	10 ± 3	86 ± 7
Threonin	61 ± 15	26 ± 4	35 ± 11
Leuzin	31 ± 5	12 ± 3	19 ± 4
Lysin	35 ± 12	12 ± 1	23 ± 6
Phenylalanin	35 ± 11	12 ± 2	23 ± 5

- 1) Mittelwerte ± SE
2) 1 – relative portale Aminosäurenbilanz (in % zur Aufnahme)
3) bei Annahme, dass 50% des gemessenen Isotopeneinbaus wieder sezerniert wurde

Eine differenzierte Analyse zum Threoninstoffwechsel der Dünndarmmucosa von Ferkeln (Schaart et al., 2005) zeigte, dass unter normalen Fütterungsverhältnissen etwa 71 % (57 % aus dem Darmlumen und 14 % aus dem arteriellen Blut) des in der Darmmucosa verbrauchten Threonins in das Protein eingebaut wurden. Gleichzeitig wurden etwa 2 % oxidiert. Dies entsprach etwa 17 % der gesamten Threoninoxidation. Die verbliebenen 27 % sind wahrscheinlich in das Darmlumen sezerniert worden. Dabei handelt es sich um Glykoproteine in Form der Muzine des Schleims (lat. Mucus) und Immunglobuline (sekretorischen IgA), deren Peptidketten relativ reich an Threonin sind. Das Threonin liefert dabei die freien Hydroxylgruppen (-OH) durch die verschiedene Oligosaccharidseitenketten über „Sauerstoffbrücken“ mit dem Kernprotein verbunden sind. Der mengenmäßig größte Teil der Muzine wird von den Becherzellen (Goblet-Zellen) gebildet und zum Lumen hin sezerniert. Außerdem gibt es membrangebundene Muzine der Enterozyten, die Bindungen mit den sezernierten Muzinen eingehen und so einen membranassoziierten Schutzfilm ausbilden. Ein Teil der Darmflora nutzt die Muzine als Nährstoffe und baut diese ab. Demnach ist die Schutzfunktion der Muzine von deren Bildungsrate und deren Abbaurate durch Mikroorganismen abhängig. Viele Mikroorganismen des Darms und ihre Toxine besitzen einen starken sekretorischen Effekt auf die Becherzellen. Dadurch werden die an den sezernierten Muzinen anheftenden pathogenen Keime bzw. Toxine von der Darmwand ferngehalten und mit dem Kot ausgeschieden (Moncada et al., 2003).

Das sekretorische IgA wird durch Plasmazellen (nach Antigenkontakt gereifte B-Lymphozyten) in der Darmschleimhaut gebildet und ins Darmlumen abgegeben. Über die in den Darm abgegebenen Mengen liegen für das Schwein kaum Daten vor. Für den Menschen (70 kg LM) werden Angaben von 3 g pro Tag (Abbas et al., 1996) gemacht, bzw. es lassen sich Mengen von 7 g allein für das Jejunum pro Tag (berechnet nach Jonard et al., 1984) ableiten. Erschwert wird die quantitative Einschätzung durch einen besonders starken mikrobiellen Abbau von IgA im Verdauungstrakt (Swanson et al., 2002) trotz der hohen proteolytischen Stabilität der hoch glykosylierten Bereiche.

Die Tabelle 2 zeigt aber auch, dass etwa 1/3 des aufgenommenen Lysins durch das Darmgewebe verwertet wurde. Im Gegensatz zum Threonin scheint dabei die Lysinoxidation im Darmgewebe, welche bis zu 31 % der gesamten Lysinoxidation beim Ferkel betragen kann und ausschließlich auf enteral aufgenommenes Lysin entfällt, eine bedeutende Rolle zu spielen (Burrin et al., 2001). Obwohl ein Teil dieser Oxydation durch mikrobielle Umsetzungen bedingt sein kann, liefert der enzymatische Abbau des Lysins die für den Darmstoffwechsel wichtige Glutaminsäure. Darüber hinaus ist das 5-C-Gerüst essentiell für die Biosynthese von Arginin und Prolin, die wiederum eine semi-essentiellen Bedeutung für junge Schweine besitzen und überwiegend im Darm synthetisiert werden (Lobley and Lapierre, 2003). Das aus der Glutaminsäure gebildete Glutamin sowie Arginin sind wichtige Precursor für den Stoffwechsel und die Proliferation von Immunzellen (Le Floch, 2003).

Die Sezernierung von Muzinen und Immunglobulinen stellt somit einen echten Verlust von essentiellen Aminosäuren dar, weil diese im Dickdarm fermentiert werden. Aus verschiedenen Literaturdaten lässt sich ableiten, dass etwa 15% bzw. 29 % der in den Dünndarm von Schweinen sezernierten Lysin- bzw. Threoninmengen in den Dickdarm gelangen (Bartelt und Simon, 2002). Ebenso stellt die komplette Oxydation von Lysin oder Threonin zu CO₂ durch die Mucosazellen einen echten Aminosäurenverlust dar.

Wenig Untersuchungen sind bisher zum Einfluss einer Darminfektion auf den Aminosäurenstoffwechsel des Darmgewebes durchgeführt worden. Eine neuere Studie von Yu et al. (2000) mit Schafen zeigte, dass eine Parasiteninfektion die Rate der Leuzinverwertung durch das Darmgewebe erhöhte und gleichzeitig die systemische Verfügbarkeit des Leuzins aus dem Futter um 20 – 30 % reduzierte. Die Verfütterung von Flavomycin verringerte die fraktionelle Proteinsynthese in der Pansen- und Dünndarmwand von Schafen, vermutlich durch die Hemmung des Eindringens von Bakterien in die Darmwand (Edwards et al., 2005).

Lysin- und Threoninbedarf im Abhängigkeit vom Gesundheitsstatus

Nach diesen allgemeinen Zusammenhängen sollen im folgenden Abschnitte einige quantitative Effekte unterschiedlicher Fütterungs- und Haltungsbedingungen auf den Lysin- und Threoninbedarf beim Schwein und Geflügel dargestellt werden. Bikker und Dirkzwager (2003) prüften in Versuchen mit wachsenden Schweinen die Hypothese, ob Rationen ohne antibiotische Leistungsförderer zu einer verschlechterten Lysinverwertung für den Ansatz und einem erhöhten Aminosäurenbedarf führen. Dazu erhielten Schweine im Lebendmassebereich von 40 – 110 kg Versuchsmischungen, die sich im Lysingehalt (4,5 – 7,5 g ileal verdauliches Lysin/kg) sowie durch die Verwendung eines Fütterungsantibiotika (0 bzw. 30 ppm Salinomycin) unterschieden, in einem 4 x 2 faktoriellen Versuchsdesign. Die Gehalte der anderen essentiellen Aminosäuren waren in allen Mischungen konstant zum Lysin ausbalanciert. Die Mischungen mit Fütterungsantibiotika ergaben einen quadratischen Effekt auf die Lebendmassezunahme und den Futteraufwand. Das jeweilige Maximum wurde bei einem Gehalt von 6,5 g ileal verdaulichen Lysin/kg Futter erreicht. Höhere Lysingehalte verbesserten die Leistung nicht. Im Gegensatz dazu führte die Anhebung auf 7,5 g ileal verdauliches Lysin/kg Futter ohne Salinomycin zu einer weiteren Verbesserung beider Leistungsparameter. Erst bei dieser Konzentration wurde das Niveau der mit Salinomycin gefütterten Tiere erreicht. Die abgeleiteten Bedarfswerte erhöhten sich um 5 %, wenn kein Fütterungsantibiotika im Futter enthalten war.

Ähnliche Versuche zum Einfluss von Fütterungsantibiotika auf den Threoninbedarf von Mastschweinen sind bisher noch nicht veröffentlicht worden. Die diesbezüglich bei Broilern durchgeführten Untersuchungen deuten aber ebenfalls auf eine Beeinflussung des Threoninbedarf unter antibiotikafreien Fütterungsbedingungen hin. Bei 14 Tage alten Broilern wies das Fütterungsantibiotika Avilamycin einen deutlichen Effekt auf die Expression der m-RNA von Muzinen sowie die Konzentration an Muzin-Glykoproteinen in verschiedenen Dünndarmabschnitten auf, welcher durch Veränderungen in der Mikroflora verursacht wurde (Smirnov et al., 2005). Außerdem konnten Kidd et al. (2003) unterschiedliche Effekte gestaffelter Threoninzulagen auf die Mastleistung von 42 – 56 Tage alten Broilern, die unter guten bzw. mangelhaften hygienischen Bedingungen gehalten wurden, nachweisen. Unter den Bedingungen einer guten Stallhygiene ergaben sich dabei für die Parameter Lebendmasseentwicklung, Futteraufwand und Brustfleischmenge quadratische Verläufe in den Dosis-Wirkungskurven. Die entsprechenden Maxima wurden bei Threoninegehalten von 0,67; 0,67 und 0,63 % im Futter erreicht. Im Gegensatz dazu führten die Threoninzulagen unter hygienisch unzureichenden Haltungsbedingungen zu einer linearen Verbesserung der geprüften Parameter, ohne ein Maximum bis zur höchsten Zulagestufe (0,80 % Threonin) erreicht zu haben. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass der Verdauungstrakt einen höheren Threoninbedarf unter mangelhaften hygienischen Haltungsbedingungen aufweist.

Tryptophanabbau und Immunreaktionen

Quantitative Untersuchungen zum Tryptophanstoffwechsel im Darmgewebe liegen bisher nicht vor. Dies ist insofern überraschend, weil einerseits bis zu 95 % des gesamten Serotonis im Darmgewebe zu finden sind (John and Juhl, 1998) und andererseits der oxydative Tryptophanabbau ein wichtiges Element der Immunreaktion darstellt (Mellor and Munn, 2003; Melchior et al., 2004). Außerdem ist Tryptophan reichlich in sogenannten „Akute Phase Proteinen“ (Reeds et al. 1994) sowie im antibakteriellen Peptid Trypticin, welches beim Schwein aus neutrophilen Granulocyten isoliert wurde (Schibli et al., 1999), enthalten.

Der bereits erwähnte Tryptophanabbau erfolgt dabei im Rahmen des Kynurenin-Stoffwechselweges, welcher durch das Enzym Indolamin-2,3 Dioxygenase (IDO) eingeleitet wird. Dabei können auch Serotonin, 5-Hydroxytryptophan und Tryptamin als Substrat dienen. Das Enzym ist im Organismus

weitverbreitet und weist eine im Vergleich zu anderen Geweben hohe Aktivität im Darmgewebe von Mäusen auf (Takikawa et al., 1986). Beim Ferkel wurden ähnliche Enzymaktivitäten in Gewebeproben aus dem Darm, der Milz und der Lunge gemessen (Melchior et al., 2004). In diesen Untersuchungen wurde auch eine Stimulierung der IDO-Aktivität in der Lunge und in Lymphknoten durch entzündliche Prozesse nachgewiesen. Dabei fiel die Stimulierung der IDO-Aktivität bei unzureichend mit Tryptophan versorgten Ferkeln deutlich stärker aus im Vergleich zu den ausreichend mit Tryptophan versorgten Tieren. Gleichzeitig lag die Tryptophankonzentration im Blutplasma trotz gesteigerter IDO-Aktivität infolge der chronischen Lungenentzündung nicht unter den Werten der gesunden Kontrollgruppe, wenn eine ausreichende Tryptophanversorgung vorlag.

Allgemein wurde bis Anfang der 90er Jahre die durch eine IDO-Aktivierung hervorgerufene lokale Tryptophanverminderung als ein Abwehrmechanismus des Organismus gegenüber mikrobiellen Infektionen verstanden (Taylor et al., 1991). Außerdem können Metaboliten des Kynurenin-Stoffwechselweges als Fänger von freien Radikalen fungieren und antioxidative Eigenschaften besitzen (Christen et al., 1990). Gegenwärtig wird die Mitwirkung der IDO bei der Regulation der spezifischen Immunität postuliert (Mellor and Munn, 2003). Dabei wirkt IDO, produziert durch Antigen-präsentierende Zellen, direkt als Modulator für T-Lymphozyten und verhindert dadurch eine zu starke Immunreaktion. Insbesondere die ständige Auseinandersetzung mit der Mikroflora des Darms erfordert entsprechende Regulationsmechanismen für das Immunsystem. Es ist deshalb anzunehmen, dass diese Regulationsmechanismen durch den Wegfall antibiotischer Leistungsförderer und der damit verbundenen Zunahme an Keimen im Verdauungstrakt stärker beansprucht werden und zu einem erhöhten Tryptophanbedarf führen können. Experimentelle Befunde liegen dazu jedoch nicht vor.

In welchem Umfang eine moderate Stimulierung des Immunsystems die Verfügbarkeit von Tryptophan für das Wachstum von Ferkeln verringert wurde in Untersuchungen von Le Floch et al. (2005) untersucht. Eine moderate Immunreaktion wurde dabei durch unhygienische Haltungsbedingungen und den Verzicht von Fütterungsantibiotika erreicht. Die Kontrolltiere wurden dagegen unter hygienisch einwandfreien Bedingungen gehalten und erhielten ein Futter mit Avilamycin und Oxytetracyclin. 20 Blocks mit jeweils 4 Wurfgeschwistern im Lebendmassebereich von 8 – 27 kg wurden auf vier Behandlungen aufgeteilt. Daraus resultierte ein 2 x 2 faktorielles Design: 2 Tryptophanstufen (suboptimal: Trp: Lys = 0,19 und 0,17 in Phase 1 und Phase 2; optimal: 0,22 und 0,21 in Phase 1 und Phase 2) sowie die zwei Sanitärstufen „sauber“ und „Schmutzig“. Es gab keine signifikanten Interaktionen zwischen den Tryptophanstufen und den Haltungsbedingungen auf Lebendmassezunahme, den Futteraufwand und die untersuchten Blutparameter. Die unter „schmutzigen“ Bedingungen gehaltenen Ferkel wiesen eine signifikant geringere Wachstumsleistung und höhere Plasmakonzentrationen an Haptoglobin (Akute Phase Protein) sowie niedrigere Tryptophankonzentrationen im Blutplasma im Vergleich zu den Kontrolltieren auf. Die Tryptophanzulage verbesserte signifikant die Mastleistung und erhöhte die Tryptophankonzentration im Blutplasma. Gleichzeitig zeigte sich eine erhöhte Variabilität der Tryptophankonzentrationen im Blutplasma zwischen den verschiedenen Messzeitpunkten (12, 33 und 47 Tage nach dem Absetzen) unter den schlechteren hygienischen Haltungsbedingungen. Daraus zogen die Autoren den Schluss, dass auch bei einer moderaten Stimulierung des Immunsystems mit Modifikationen des Tryptophanstoffwechsels zu rechnen sind. Dadurch verringert sich die Verfügbarkeit des Tryptophans für das Ferkelwachstum.

Schlussfolgerungen

Die mit dem Wegfall der antibiotischen Leistungsförderer verbundenen Veränderungen in der Mikroflora des Verdauungstraktes können über Modifikationen des Proteinturnovers in der Darmwand, welche zum Teil mit der Aktivierung des Immunsystems im Zusammenhang stehen, zu einem stärkeren Verlust an Lysin und Threonin (Mucinsekretion und -abbau, Oxydation) sowie einem

erhöhten Tryptophanabbau durch das Darmgewebe führen. Selbst unter Berücksichtigung, dass in den DLG-Fütterungsempfehlungen Sicherheitszuschläge für das Lysin enthalten sind, können insbesondere bei den Aminosäuren Threonin und Tryptophan durch die dargestellten Zusammenhänge Unterversorgungen auftreten. Es bedarf jedoch weiterer Untersuchungen um den spezifischen Aminosäurenbedarf für Immunreaktionen quantitativ abschätzen zu können. Die faktoriell abgeleiteten Aminosäurenverhältnisse sollten unter dem Gesichtspunkt eines zusätzlichen Threonin- und Tryptophanbedarfes für das Immunsystem bei Verzicht von Fütterungsantibiotika einer Überprüfung unterzogen werden. Futterzusatzstoffe, die als Alternative zu Fütterungsantibiotika eingesetzt werden (Probiotika, organische Säuren) sollten in diese Untersuchungen eingeschlossen werden.

Literatur

- Abbas, A. K., A.H. Lichtman and J.S. Pober (1996): Immunology, Verlag Hans Huber, Bern S. 53 ff
- Bartelt, J. und O. Simon (2002): Über die Bedeutung des Threonins für das Darmgewebe. Lohmann Information, Heft 4, 13-17
- Bikker, P. and A. Dirkzwager (2003): Withdrawal of anti microbial growth promotors from pig diets increases the amino acid requirements for growth performance. In: Souffrant, W.B. and C. Metges (eds.) Progress in research on energy and protein metabolism. EAAP publication No. 109, 593-596
- Burrin, D.G., B. Stoll, J.B. Van Goudoever and P.J. Reeds (2001): Nutrient requirement for intestinal growth and metabolism in the developing pigs. In: J.E. Lindeberg and B. Ogle (eds.) Proceeding of the 8th symposium digestive physiology of pigs (Uppsala, Sweden), CABI Publishing, 75-88
- Christen, S., E. Peterhans and R. Stocker (1990): Antioxydant activities of some tryptophan metabolites: Possible implication for inflammatory diseases. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 87, 2506-2510
- Dierick, N.A., I.J. Vervaeke, J.A. Decuypere and H.K. Henderickx (1986a): Influence of the gut flora and of some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. 1. Studies in vitro. Livestock Prod. Sci. 14, 161-176
- Dierick, N.A., I.J. Vervaeke, J.A. Decuypere and H.K. Henderickx (1986b): Influence of the gut flora and of some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. 1. Studies in vivo. Livestock Prod. Sci. 14, 177-193
- Edwards, J.E., B.J. Bequette, N. McKain, N.R. McEwan and R.J. Wallace (2005): Influence of flavomycin on microbial numbers, microbial metabolism and gut tissue protein turnover in the digestive tract of sheep. Br. J. Nutr. 94, 64-70
- Fauconneau, B. and M. Arnal (1985): In vivo protein synthesis in different tissues and whole body of rainbow trout (*Salmo Gairdnerii* R.). Influence of environmental temperature. Comp. Biochem. Physiol. 82A, 179-187
- Fuller, M.F. and P.J. Reeds (1998): Nitrogen cycling in the gut. Annu. Rev. Nutr. 18, 385-411
- John H. and D.O. Juhl (1998) : Fibromyalgia and the serotonin pathway. Altern. Med. Rev. 3, 367-375
- Jonard, P.P., J.C. Rambaud, C. Dive, J.P. Vaerman, A. Galian and D.L. Delacroix (1984): Secretion of immunoglobulins and plasma proteins from the jejunal mucosa. Transport rate and origin of polymeric immunoglobulin A. J. Clin. Invest. 74, 525-535
- Kidd, M.T., S.J. Barber, W.S. Virden, W.A. Dozier, III, D.W. Chamblee and C. Wiernusz (2003) : Threonine responses of Cobb male finishing broilers in differing environmental conditions. J. Appl. Poult. Res. 12, 115-123
- Le Floch, N. (2003) : Protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. Proceedings of 4th European Colloquium on acute phase proteins (Segovia, Spain), 19 – 23
- Le Floch, N., D. Melchior and B. Sève (2005): Effet de la détérioration du statut sanitaire et de la teneur en tryptophane de l'aliment sur les performances de croissance des porcelets après le sevrage. Journées recherche porcine 37, 231-238
- Lobley, G.E. and H. Lapiere (2003): Post-absorptive metabolism of amino acids. In: Souffrant, W.B. and C. Metges (eds.) Progress in research on energy and protein metabolism. EAAP publication No. 109, 737-756
- Lobley, G.E., V. Milne, J.M. Lovie, P.J. Reeds and K. Pennie (1980): Whole body and tissues protein synthesis in cattle. Br. J. Nutr. 43, 491-502
- McNurlan, M.A. and P.J. Garlick (1980): Contribution of rat liver and gastrointestinal tract to whole body protein synthesis in the rat. Biochem. J. 186, 381-383

- Melchior, D., N. Mézière, B. Sève and N. Le Floch (2004): La réponse inflammatoire diminue-t-elle la disponibilité du tryptophane chez le porc? Journées recherche porcine 36, 165-172
- Mellor, A.L. and D.H. Munn (2003): Tryptophan catabolism and regulation of adaptive immunity. *J. Immunol.* 170, 5809-5813
- Mercier, S., D. Breuillé, L.O. Mosoni, C. Obled and P.P. Mirand (2002): Chronic inflammation alters protein metabolism in several organs of adult rats. *J. Nutr.*, 132, 1921-1928
- Moncada, D.M., S.J. Kammanadiminti and K. Chadee (2003): Mucin and toll-like receptors in host defense against intestinal parasites. *Trends in parasitology* 19, 305-311
- Nyachoti, C.M., C.F.M. De Lange, B.W. McBride, S. Leeson and V.M. Gabert (2000): Endogenous gut nitrogen losses in growing pigs are not caused by increased protein synthesis rates in the small intestine. *J. Nutr.* 130, 566-572
- Pabst, R. und H.J. Rothkötter (1997): Die Funktionelle Struktur der Mukosa: Grundlagen für Immunfunktionen am Beispiel des Darmtraktes. *Aspekte* 8, 9-17
- Preedy, V.R., M.A. McNurlan and P.J. Garlick (1983): Protein synthesis in skin and bone of young rat. *Br. J. Nutr.* 49, 517-523
- Reeds, P.J., C.R. Fjeld and F. Jahoor (1994): Do the differences between the amino acid compositions of acute-phase and muscle proteins have a bearing on nitrogen loss in traumatic state? *J. Nutr.* 124, 906-910
- Reeds, P.J., D.G. Burrin, B. Stoll and J.B. Van Goudoever (1999): Consequences and regulation of gut metabolism. In: G.E. Lobley, A. White and J.C. MacRae (eds.) *Protein metabolism and nutrition. Proc. of the VIIIth international symposium on protein metabolism and nutrition*, EAAP publication No. 96, 127-153
- Schaart, M.W., H. Schierbeek, S.R.D. van der Schoor, B. Stoll, D.G. Burrin, P.J. Reeds and J.B. van Goudoever (2005): Threonine utilization is high in the intestine of piglets. *J. Nutr.* 135, 765-770
- Schibli, D.J., P. M. Hwang and H.J. Vogel (1999): Structure of the antimicrobial peptide Tripticin bound to micelles: A distinct membrane-bound peptide fold. *Biochem.* 38, 16749-16755
- Smirnov, A., R. Perez, E. Arnit-Romach, D. Sklan and Z. Uni (2005): Mucin dynamics and microbial populations in chicken small intestine are changed by dietary probiotic and antibiotic growth promoter supplementation. *J. Nutr.* 135, 187-192
- Simon, O. (1989): Metabolism of proteins and amino acids. In: Bock, H.-D., Eggum, B.O., A.G. Low, O. Simon and T. Zebrowska (eds.) *Protein metabolism in farm animals*, Oxford University Press and VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 273 ff
- Swanson, K. S., C.M. Grieshop, E.A. Flickinger, H.-P. Healy, K.A. Dawson, N.R. Merchen and G.C. Fahay (2002): Effects of supplemental fructooligosaccharides plus mannanoligosaccharides on immune function and ileal and fecal microbial population in adult dogs. *Arch. Anim. Nutr.* 56, 309-318
- Takikawa, O., R. Yoshida, R. Kido and O. Hayaishi (1986): Tryptophan degradation in mice initiated by indolamine 2,3-dioxygenase. *J. Biol. Chem.* 261, 3648-3653
- Taylor, M.W. and G. Feng (1991): Relationship between interferon- γ , indolamine 2,3-dioxygenase, and tryptophan catabolism. *FASEB J.* 5, 2516-2522
- Yu, F., L.A. Bruce, A.G. Calder, E. Milne, R.L. Coop, F. Jackson, G.W. Horgan and J.C. MacRae (2000): Subclinical infection with the nematode *Trichostrongylus colubriformis* increases gastrointestinal tract leucine metabolism and reduces availability of leucine for other tissues. *J. Anim. Sci.* 78, 380-390

Anschrift des Autors

Dr. Jörg Bartelt
Lohmann Animal Health
Heinz-Lohmann-Str. 4
27472 Cuxhaven
e-mail: joerg.bartelt@lah.de



**VON A BIS Z
TIERISCH GESUND!**

AVIZANT. Natürliche Farbstoffe zur Eidotter-Pigmentierung und Hautfärbung.	EUROLYSINE Aminosäuren für die leistungsorientierte und umweltgerechte Fütterung.	ToyoCerin® Probiotikum zur Unterstützung der Darmflora von Nutztieren.
CARNIKING® L-Carnitin – der Wirkstoff für den optimalen Energiestoffwechsel.	Loprotin Pansenstabilis Zink-Methionin für Wiederkäuer.	Zinteral Das optimierte Zink für gesunde Ferkel.
CUXArom Würz- und Geschmacksstoffe für Tiere (trocken oder flüssig).	LOXIDAN® Antioxidantien zum wirksamen Schutz gegen oxidativen Fettverderb.	ZY Phytase und NSP-spaltende Enzyme für Geflügel und Schweine.
CUXAVIT Vitamine, Provitamine und ähnlich wirkende Stoffe für alle Tierarten.	Microbisan® Mikroverkapseltes Milchsäure-Probiotikum für Schweine.	

LOHMANN ANIMAL HEALTH GmbH & Co. KG
Heinz-Lohmann-Str. 4 · D-27472 Cuxhaven · Tel. 0 47 21 - 747 0 · Fax 0 47 21 - 747 184 · www.lah.de



Terminated Use of Antimicrobial Growth Promoters in Pig Production in Denmark – Effects on Pig Welfare and Productivity

Niels Kjeldsen and Jes Callesen

The National Committee for Pig Production, Denmark

Abstract

The present paper describes the impact of antimicrobial growth promoter (AGP) termination on productivity and health in pig production in Denmark.

In February 1998 the Danish swine industry voluntarily stopped the use of all AGPs in finisher production (pigs weighing more than 35 kg). Experiences collected in 62 finisher herds showed that the majority of the herds (63 %) did not experience any problems such as reduced growth or increased frequency of diarrhoea. 26 % of the herds experienced temporary problems, while 11% experienced permanent problems. This result was confirmed by statements of the national production record system, in which the overall development in daily gain and mortality remained unaffected by the removal of AGPs from finisher pig production.

The application of all antibiotic growth promoters for weaner pigs was voluntarily stopped as of January 2000. This reduced the consumption of antibiotics as growth promoters to zero. Since then, the use of antibiotics for therapeutic treatment increased, reflecting the increasing problems with diarrhoea seen in the weaner period (7-30 kg). These consequences were reflected also in the statements of the national production record system, in which daily gain decreased and mortality increased after the removal of AGPs from weaner feed.

The cost of production increased by approximately DDK 7.75 (1.03 Euro) per pig produced (birth to slaughter) after the removal of AGPs. The economic impact of the AGP termination on the pig producers has been highly variable. Some costs associated with modifications of the production system are difficult to measure and have not been included in the economic calculation, although they may have been substantial for some producers.

Overall, the removal of AGPs from pig production in Denmark had only significant consequences for weaner production (7-30 kg). The total consumption of antibiotics was reduced significantly from 206 tons (active component) in 1994 to 102 tons in 2003. Termination of antimicrobial growth promoters also dramatically reduced the food animal reservoir of resistance to these growth promoters, and thus to several clinically important antimicrobial agents in humans.

Background

In 1995, Denmark initiated the first national ban of an AGP (avoparcin) used in food animal production. This was done in response to concerns that its use contributed to the creation of an animal reservoir of glycopeptide-resistant enterococci (vancomycin resistant enterococci or VRE), which posed a potential risk to public health. In 1998, the cattle and broiler industries voluntarily

stopped all use of AGPs. The swine industry also voluntarily stopped the use of AGPs for pigs over 35 kg (finishers), followed by another voluntary agreement to terminate the use for pigs under 35 kg (weaners) as of January 2000 (All pig producers signed a voluntary agreement with the abattoirs to avoid the use of growth promoters in feed). Thus, AGPs have been completely absent in food animal production in Denmark since 2000.

Impact of AGP termination on productivity

The total Danish pork production has increased since 1990. This increase was not affected by the termination of AGPs in 1998 (and 1999).

- Finisher (30-100 kg LBW):

The National Committee for Pig Production (NCP) collected experiences from 62 Danish finisher herds in the period after they stopped using AGPs. The majority (63 %) of the herds did not experience problems such as reduced daily gain or increased frequency of treatments for diarrhoea when AGPs were removed from the feed. 26 % of the herds experienced a temporary decrease in daily gain, while 11 % experienced permanent problems, probably due to the removal of AGPs from the feed. Thus the removal of AGPs from the feed has been unproblematic in most herds participating in this study.

The result from the study is confirmed by statements from the national production record system. The developments in daily gain and mortality reveal no significant changes in the 1998 statement (the first year without AGPs for finishers) compared with the previous year (cf. table 1). The trend lines for both daily gain and mortality appear to be unaffected by the AGP termination.

Table 1. National Production Record System – Finishers (30-100 kg LBW)

	With growth promoters			No growth promoters						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
April- April	- 1996	- 1997	- 1998	- 1999	- 2000	- 2001	- 2002	- 2003	- 2004	- 2005
Daily gain, g	744	762	778	786	798	817	824	831	832	833
(annual increase)	-	(+18 g)	(+16 g)	(+8 g)	(+12 g)	(+19 g)	(+7 g)	(+7 g)	(+1 g)	(+1 g)
Mortality, %	3.0	3.2	3.2	3.4	3.6	3.4	3.6	3.8	4.0	4.5

See graphs in figure 1 below.

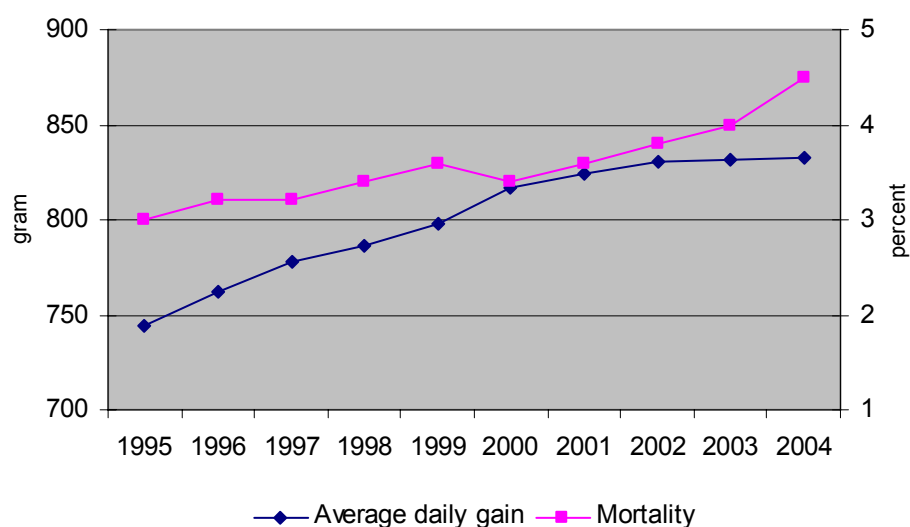


Figure 1. National Production Record System – Finishers. (See data in table 1)

- Weaner (7-30 kg LBW):

The use of APGs for weaners ceased completely as of January 1, 2000. However, many weaner pigs (approx. 50 %) were fed without APGs already from mid-1999. Table 2 presents the developments in daily gain and mortality.

Table 2. National Production Record System – Weaners (7-30 kg LBW)

	With AGP				Reduced AGP	No AGP				
April-	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
April	- 1996	- 1997	- 1998	- 1999	- 2000	- 2001	- 2002	- 2003	- 2004	- 2005
Daily gain, g	422	420	419	427	407	411	415	410	416	420
Mortality, %	2.7	2.8	2.9	2.9	3.6	3.5	3.5	3.6	4.2	4.4
Age at 30 kg	82.6	82.6	82.8	82.9	85.3	85.5	85.5	86.0	86.1	86.1

See graphs in figure 2 below.

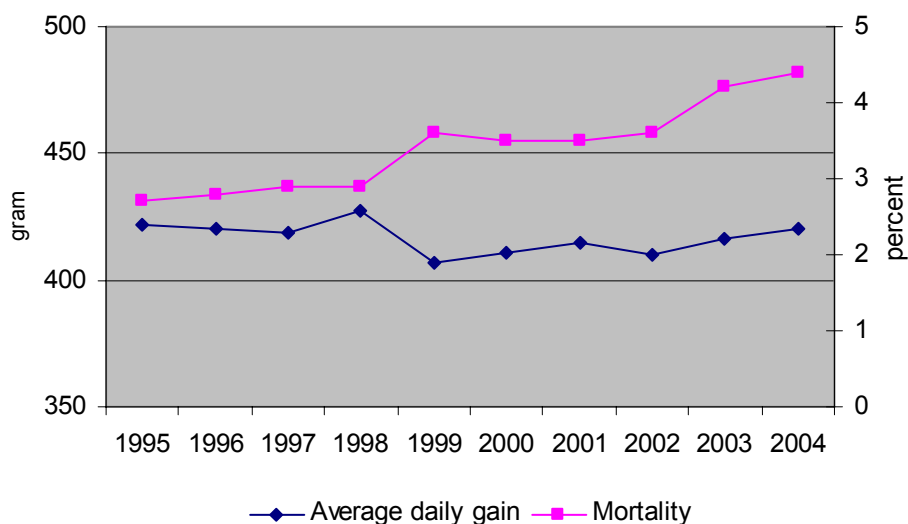


Figure 2. National Production Record System – Weaners. (See data in table 2)

The growth rate of weaners decreased by 2.6 % from 422 g/day (1995-1998) to 411 g/day (1999-2001), after termination of AGPs (cf. table 2). As a consequence, the average age of pigs at 30 kg increased from 82.7 days (1995-1998) to 85.4 days (1999-2001), an increase of 2.7 days. The 2.6 % reduction in growth rate of weaners stands in contrast to five controlled experiments conducted by the NCPP that showed an average of 10.8 % increase in growth rate in response to AGPs. The smaller change in growth rate (2.6 %) than predicted from controlled experiments (10.8 %) may have occurred because something in addition to stopping the use of AGPs occurred during this period. It is likely that many pig producers adopted non-AGP production enhancers and/or altered production systems with changes, such as: management changes to improve pig health, improving sanitation, increasing weaning weights, adopting all-in-all-out pig flow, or others. Thus the pig producers were compensating (by other means) for the loss of AGPs.

A calculation, based on production records, shows that the number of days to reach 100 kg body weight (birth to slaughter) decreased by 2.4 days from 173.9 in 1997 to 171.5 in 2001 (e.g. an improvement of 1.4 %). However, a trend line extrapolated from previous years' data suggests that genetic improvements and improvements in production technology would likely have resulted in a reduction in the age to reach 100 kg to 169.9 days in 2001, without the termination of AGPs. This suggests that the true cost of the AGP termination may have been an increase of 1.6 days (171.5 – 169.9) to reach 100 kg (e.g. a loss of 0.9 %). In table 3 it was estimated that it took 2.7 additional days to reach 30 kg. Considering the errors of estimation, these values (2.7 days and 1.6 days) may actually be two estimates of the same number. If so, then it appears that nearly all the effect of AGP termination on the days required to reach 100 kg occurred before the pigs reached 30 kg body weight (e.g. the weaner period), with little or no effect in the later growth stages.

Economic impact of AGP termination in Denmark

The estimated productivity losses outlined above incurred by removing antimicrobial growth promoters in the production of pigs has cost approximately DKK 7.75 (Euro 1.03) per pig produced. A breakdown of these costs is shown in Table 3 below.

Table 3. Productivity Reductions and Cost per Produced Pig Incurred by Removing AGPs

		DKK per pig produced
Excess mortality	0.6 % * DKK 425/pig (20 kg)	2.55
Excess feeding days	1.6 days * DKK 1.10/day	1.75
Increased medication	25500 kg valued at DKK 53 million: 23.5 million pigs	2.25
Increased workload	30 sec./pig at DKK 145/hour	1.20
Total cost		7.75

In addition, pig producers spent approximately nearly DKK 1 per pig extra on organic acids in feed. However, this additional cost was offset by an estimated DKK 1 per pig saved by not using AGPs.

The economic impact of the AGP termination on the pig producer has been highly variable. Some of the costs (e.g. increased therapeutic antimicrobials, reduced growth rate) have been measured and were not large, but others, especially some costs associated with modifications of the production system, are difficult to measure and have not been included in the economic calculations, although they may have been substantial for some producers.

Impact on the total consumption of antibiotics

Figure 3 below shows the development in consumption of antibiotics.

A change in legislation in 1995 prohibited vets from profiting on sales of medicine. This resulted in a significant decrease in the consumption of therapeutic use of antibiotics in animal production.

While the consumption of AGPs has decreased from 107 tonnes in 1997 (the year before AGPs were removed) to 0 tonnes 2001, the therapeutic consumption of antibiotics increased from 56 tonnes in 1997 to 95 tonnes in 2001. This increase consisted of primarily macrolides and tetracyclines, reflecting the increasing need for treatment of diarrhoea in young pigs.

Overall, the total consumption of antibiotics in food animal production in Denmark has been halved from 206 tons (active component) in 1994 to 102 tons in 2003.

Approximately 80 % of the total consumption in Denmark is used in pigs.

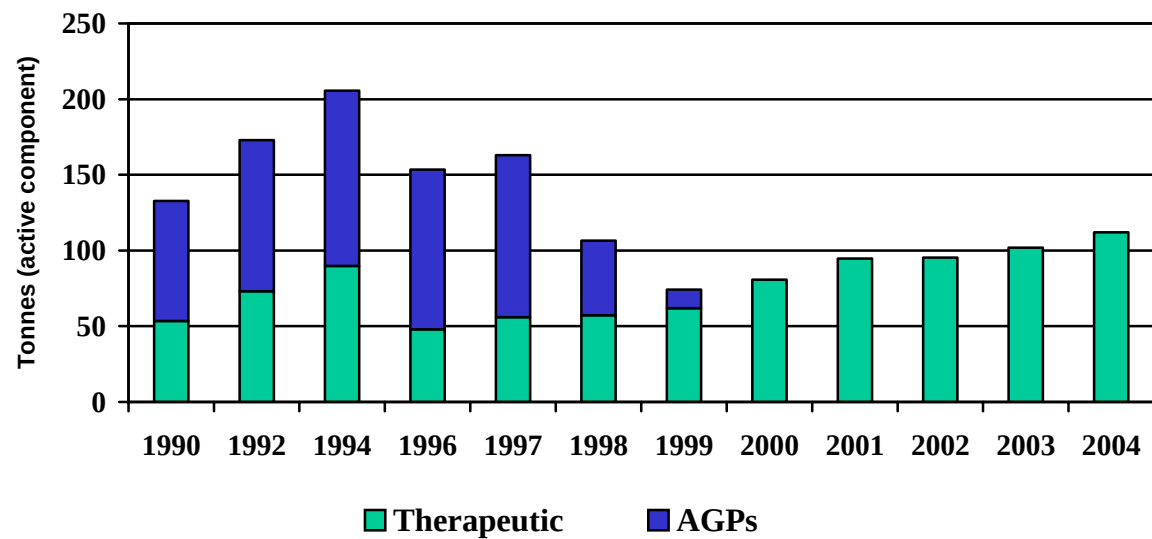


Figure 3. Development in Total Consumption of Antibiotics (Therapeutic & AGP) in Animal Production in Denmark

Impact on antimicrobial resistance

Figure 4 below shows an example of the development in antimicrobial resistance.

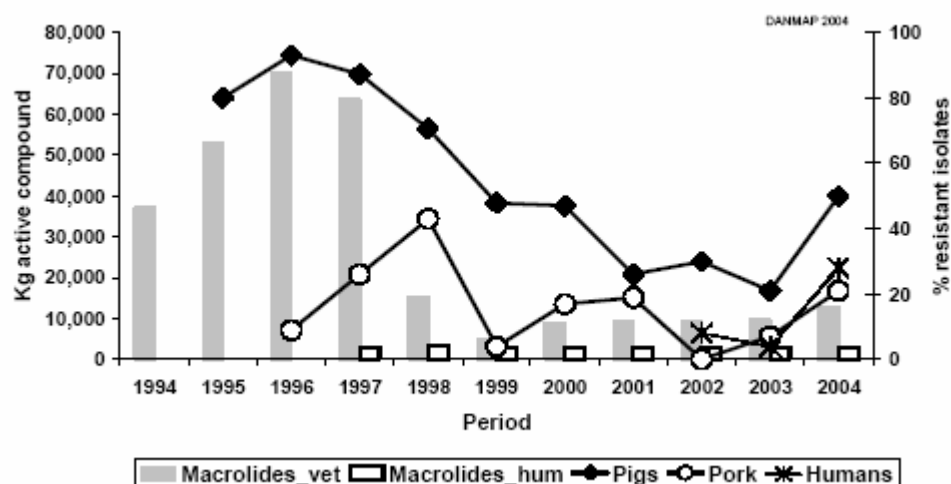


Figure 4. Trend in erythromycin resistance among *Enterococcus faecium* from pigs, pork and healthy humans in the community and the total consumption of macrolides, both as growth promoters in animals and therapeutics in animals and humans, Denmark. (DANMAP 2004).

Extensive data shows that the termination of AGPs in Denmark has dramatically reduced the food animal reservoir of Enterococci resistant to these growth promoters, and therefore reduced the reservoir of genetic determinants (resistance genes) that encode antimicrobial resistance to several clinically important agents in humans. This was concluded when a WHO review panel of experts in 2002 evaluated the impacts of the termination of AGP use in food animal production in Denmark.

Conclusion

The removal of AGPs from animal production in Denmark has only had significant consequences for the weaner production (7-30 kg) in the form of increased mortality and reduced gain. The cost of production increased by approximately DDK 7.75 (1.03 Euro) per pig produced (birth to slaughter) after the removal of AGPs. Use of therapeutic antimicrobials increased also, due to increasing problems with diarrhoea in weaner production after the removal of AGPs. The total consumption of antimicrobials has been reduced by 50 % in the period from 1994 to 2003. At the same time the food animal reservoir of resistance to these growth promoters has been reduced dramatically.

References

The WHO review panels report is available at: <http://www.who.int/salmsurv/en/Expertsreportgrowthpromoterdenmark.pdf>

The annual DANMAP reports are available at: <http://www.dfvf.dk/Default.asp?ID=9200>

Corresponding authors

Niels Kjeldsen
The National Committee for Pig Production, Denmark
e-mail: njk@danishmeat.dk

Use of Probiotics for Livestock and Poultry in Lithuania

D. Matyžiūtė-Jodkonienė¹, N. Stankevičienė², J. Kulpys¹

¹ Lithuanian Veterinary Academy

² Lithuanian State Inspection on Veterinary Preparations

Introduction

Recently great attention to the production quality and safety has been paid as in countries of the European Union so in Lithuania as well. The demand of safe and qualitative products of animal origin has considerably increased nowadays, so producers are eager to use natural and safe feed supplements, those positively effect animal health, increase their productivity and improve quality of the production. This is a basis of organic farming, which avoids the use of synthetically compounded fertilizers, pesticides, growth regulators and livestock feed additives (Spruzs et al. 2004).

Both, the feed industry and the food production sector still suffer from huge losses due to the contamination of feed with pathogenic bacteria and their related impacts in the animal, such as lower weight gains or even increased mortality. The proposed ban on the use of antibiotics in livestock in the EU furthermore puts pressure on livestock sector. There is the possibility to gain back and secure the trust of consumers in the safety of livestock and poultry products. Nowadays, other alternative feed additives are being adopted in order to fill the gap from the antibiotics (Lückstädt 2004). Probiotics are as an alternative for banned antibiotics growth promoters in EU (Jeroch 2004). It is necessary to stress that the effect of these microbiological preparations on the animal performance has been studied insufficiently. The experiments with probiotic preparations are important as in scientific so in practical aspects (Beauchemin et al. 2003). Moreover there are not many investigations carried out in Lithuania: use of probiotics is in an initial stadium.

Until the 1st May 2004 probiotics of twentyfour names were used in Lithuania, but after entering the EU just 15 of them remained on the Lithuanian market. So, there is an appropriate variety of micro-organisms used in probiotics. Now feed additives containing *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium* or *Sacharomyces cerevisiae* can be used to feed cattle, swine, chickens, turkeys and rabbits.

Discussion

First research in Lithuania on the influence of probiotics in livestock and poultry was carried out after 2000. There are different scientific investigations to identify most effective probiotic products to use in feeding of particular animal and poultry species. There is a lot of various factors affecting use of these products: climate, feedingstuffs, use of veterinary medicinal products, diseases, stress, hygiene, species, age, etc. So, it is very important to determine relationship between specific probiotics and influence on animal and poultry performance.

Research in Lithuania was carried out to improve feed digestibility, influence of probiotics on performance of animals and poultry, growth of young animals and quality of meat. Cattle, pigs, broiler chickens and rabbits were used for investigations.

Probiotic LACTOAMYLOVORIN (contains *Lactobacillus*) (Russia) was used (1–2 ml per calf or 1–2 g/kg feed) to determine its influence on growth of calves from birth until 180 days of age (Jukna et al. 2004b). It was observed, that test calves had higher weight gain by 8.1 % ($p>0.05$) than control

animals. Digestibility of some nutrients in test calves was higher too: dry matters – by 0.69–0.85 %, organic matters – by 0.36–0.54 %, proteins – by 1.54–1.61 %, fibre – by 0.65–0.75 %. Carcass yield of calves which were given the probiotic was 1.3–1.4 % and carcass yield of soft pieces was 1.5–1.7 % higher than calves from control group. So, there was no big difference ($p>0.05$) between calves from the test and control groups.

In 2004, an experiment on optimisation of digestive processes in broiler chickens by means of *Enterococcus faecium*, some oligosaccharides and phycophytic substances was carried out (Gružauskas et al. 2004). Two preparations were used in the experiment: BIOMIN C-EX and BIOMIN IMBO (Austria). The results of experiment showed that use of preparations increased digestibility of feed nutrients in experimental group: organic matters – by 2.62 %, crude fat – by 1.8 %, crude protein – by 1.64 %, crude fibre – by 3.3 %. At the age of 35 days broiler chickens were slaughtered and content of dry matter in intestinal tract was determined. It was higher in all parts of intestinal tract in comparison with one of control chickens. Ammonia concentration in blind bags was 8 % less compared with the control group. Use of the preparations helped to decrease pH in the intestinal tract of broiler chickens by 0.06–0.62, therefore the environmental conditions were not in favour for proliferation of pathogenic microflora. In spite that data between two groups were similar ($p>0.05$), there is tendency to optimise digestive processes of broiler chickens by adding specific feed additives to their feeds.

Jukna et al. (2005b) used two probiotic preparations YEASTURE and MICROBOND (USA), containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium* and *Bacillus subtilis*, to study their influence on pig growth and meat quality. Daily weight gain of pigs fed with the addition of probiotics was 20.3 % and 18.0 % respectively higher than in control group. Accordingly carcass output increased by 2.0–2.1 %. Positive influence in experimental group was for culinary properties of pork: boiling loss decreased by 5.4–6.1 %, water holding capacity increased by 1.8–3.2 %, meat hardness decreased by 6.9–47.2 %. So, the probiotics had a positive effect on performance of pigs.

The same probiotic preparations were used to determine their influence on growth of heifers grown for breeding at the age of 30–180 days (Jukna et al. 2004a). Experimental animals were additionally fed with mixture of probiotics YEASTURE and MICROBOND – 1 kg/t and phytobiotic YUCCA (USA) – 250 g/t. Average daily gain of experimental animals was 15.6 % higher and consumption of feeds was 13.4 % less than in control group. It is likely that total count of bacteria in rumen of experimental heifers increased 1.8 times ($p<0.025$) and amount of lactates fermenting bacteria increased 2.5 times ($p<0.01$) in comparison with control group what increased digestibility of feeds.

Jukna et al. (2003) added YEASTURE to the feeds of calves of 1–6 months of age – 2 kg/t feed. An average daily weight gain of experimental calves in comparison with control group increased by 9.2 %. Digestibility of organic matters in the control group improved as follows: dry matter – 0.95 %, fat – 0.55 %, protein – 1.86 % and fibre – 2.0 %. It was noticed that the preparation enhanced the immune system of calves.

Additional investigation was carried out on fattening bulls (Jukna et al. 2005a) to determine influence of YEASTURE-W, containing *Saccharomyces cerevisiae*, on meat characteristics and quality. Fattening bulls were fed by adding probiotic to the concentrated feed (2 kg/t) three months before slaughtering. The weight gain of animals supplemented with probiotic was 9.4 % higher than in control group ($p>0.05$). Their carcass yield was higher by 1.2 % ($p<0.05$). Meat culinary and chemical properties were slightly improved compared to the control group ($p>0.05$).

Matusevičius et al. (2004) used probiotic YEASTURE to analyze its influence on growth performance of rabbits. Body weight of experimental rabbits of 1–60 day age was 16.7–18.0 % higher than in control group while consumption of feed decreased by 7.2–8.4 % ($p<0.05$). Meat of rabbits from experimental group had more proteins – 1.8–4.1 % ($p<0.05$) and fat – 0.2–0.7 % ($p<0.05$). Use of probiotic had no remarkable effect on meat protein value. However increase of protein amount in

meat improves value and quality of rabbit meat. In general probiotic had positive influence on growth of rabbits and digestibility of dry matters and fibre.

Summarising investigations carried out in Lithuania it was determined positive effect of probiotics on animal and poultry growth, performance, digestibility and meat quality. However usually there were no significant differences between experimental and control groups ($p > 0.05$) except rabbits. So, attention should be paid to the influence of probiotics on the immune system of livestock and poultry. Furthermore, additional investigations should be carried out to determine economical impact on the use of probiotics and other alternative ways for replacement of antibiotics growth promoters in Lithuania.

Conclusions

- Use of probiotics increases digestibility of nutrients and decreases feed consumption.
- Probiotics positively acts on growth and daily weight gain of animals and poultry.
- Carcass output and meat quality improved in livestock groups fed with probiotics.
- Probiotics do not have a negative influence on livestock and poultry physiological parameters.
- Probiotics have no negative effect on public health.
- Probiotics can enhance the immune system of animals.
- Probiotics can be used to replace some antibiotics growth promoters.

Further investigations for replacement of antibiotics growth promoters should be carried out in Lithuania.

Summary

The use of probiotics for livestock and poultry has not a very long history. So, this type of feed additives is very new in Lithuania as well. Before the 1st of May 2004 there were 24 products which were related to the probiotics group in Lithuania. After the joining the EU just 15 of them remained on the Lithuanian market as more strict requirements were applied following EU legislation. First research on the influence of probiotics in livestock and poultry was carried out after 2000. Feed additives containing *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium* or *Sacharomyces cerevisiae* were used to feed cattle, swine, chickens, turkeys and rabbits. Parameters were investigated as follows: digestibility of feeds, weight gain, meat quality, feed conversion, etc. Considerably positive effect was observed for weight gain and meat quality. Further investigations of probiotics for replacement of antibiotics should be carried out in Lithuania.

References

- Beauchemin K. A., W. Z. Yang, D. P. Morgavi, G. R. Ghorbani, W. Kautz, J. A. Z. Leedle (2003): Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 81, 1628-1640.
- Gružas R., R. Lekavičius, A. Racevičiūtė-Stupelienė, V. Šašytė, V. Tėvelis, G. J. Švirmickas (2004): Viščiukų broilerių virškinimo procesų optimizavimas simbiotiniais preparatais. *Veterinarija ir zootechnika*. 50, 51-56.

- Jeroch, H., E. Strobel, R. Zachmann (2004): Untersuchungen zur Wirksamkeit des Probiotikums *Bacillus cereus toyoi* der Putenmast. Veterinarija ir zootechnika. 50, 57-60.
- Jukna Č., V. Jukna, A. Šimkus (2004a): Probiotikų ir fitobiotikų kompozicijos įtaka veislei auginamoms telyčaitėms. Veterinarija ir zootechnika. 48, 33-36.
- Jukna Č., V. Jukna, A. Šimkus (2004b): Probiotiko laktoamilovorino įtaka veršelių produktyvumui. Veterinarija ir zootechnika. 49, 65-69.
- Jukna Č., V. Jukna, A. Šimkus (2005a): Probiotikų ir fitobiotikų įtaka galvijų prieauglio mėsinei savybėms ir mėsos kokybei. Veterinarija ir zootechnika. 51, 76-79.
- Jukna Č., V. Jukna, A. Šimkus (2005b): The effect of probiotics and phytobiotics on meat properties and quality in pigs. Veterinarija ir zootechnika. 51, 80-84.
- Jukna Č., V. Jukna, A. Šimkus, J. Laugalis (2003): Probiotiko *Yeasture* įtaka veršelių auginimui, pašaro virškinamumui ir sveikatai. Veterinarija ir zootechnika. 44, 40-43.
- Lückstädt C., N. Şenköylü, H. Akyürek, A. Ağma (2004): Acidifier – a modern alternative for anti-biotic free feeding in livestock production, with special focus on broiler production. Veterinarija ir zootechnika. 49, 91-93.
- Matusevičius P., R. Šliauderytė, Z. Antoszkiewicz, A. Bednarska (2004): A natural way to improve productivity of rabbits using probiotic Yeasture. Veterinarija ir zootechnika. 48, 61-64.
- Spruzs J., E. Selegovska (2004): Feeding of goats under conditions of organic farming. Veterinarija ir zootechnika. 49, 101-105.

Address of corresponding author

Dr. Dalia Matyžiūtė-Jodkonienė
Lithuanian Veterinary Academy
Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas
E-mail: matjod@lva.lt

Strategy for the development of a competitive exclusion product for poultry meeting the regulatory requirements in the EU

V Klose¹; M Mohnl¹; R Plail¹; AP Loibner¹; G Schatzmayr²;

1BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Dep.
IFA-Tulln, Division Environmental Biotechnology, Konrad Lorenz Straße 20, A-3430
Tulln, Austria

2 Biomin GmbH, Industriestraße 21, A-3130 Herzogenburg, Austria

Introduction

For many decades antibiotic growth promoters have been used in the feed for farm animals. Because of the general problem of increased resistance of bacteria and the decreasing acceptance of the consumers for this type of additive, antibiotics have been banned already in some countries and will not have a future in the European Union. Probiotic bacteria from the animals' gut are of current interest because they offer biological alternatives which should find acceptance by both the producers and consumers. Risk assessment is an essential part in the development of a safe probiotic feed additive. In course of an European Union funded Cooperative Research Action for Technology (CRAFT) project (C-EX QLK-CT-2002-71662) a complex risk analysis was performed to carefully investigate the presence of the main risk factors related to the use of micro-organisms as feed additive (e. g. spread of antibiotic resistances, virulence activity). Main scope of this project was the development of a well-defined and safe competitive exclusion (CE) product for young chickens. Particular interest was aimed at potential probiotics affiliated to genera of lactic acid bacteria (LAB) and *Bifidobacterium* sp. because of their frequent application in several feed supplements. New insights obtained in this study are presented and discussed in context of the main quality and food safety aspects.

Material and methods

Isolation and classification of chicken intestinal strains

Isolation of strains was performed out of fresh gastrointestinal contents from several healthy chickens of various ages. The broilers were sacrificed by cervical dislocation and crop, jejunum, ileum and caeca were prepared for isolation of bacteria as well as for cultivation-independent analyses. Standard cultivation techniques were performed for isolation of intestinal bacteria at 37°C under aerobic, facultative anaerobic and strict anaerobic conditions by using various media. For classification purposes, a polyphasic approach was carried out, combining morphological, physiological and genotypic methods (e.g. morphology, protein profiling, analysis of metabolic end products, 16S rRNA gene analysis, Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, Fluorescent In situ Hybridisation).

Risk assessment of potential probiotic strains

Antibiotic susceptibility testing of representative probiotic strains to the main therapeutic antibiotic agents was examined using the broth micro dilution technique as recommended by the Scientific Committee on Animal Nutrition (SCAN, 2003). Conjugative transferabilities of vancomycin and tetracycline resistances were studied by direct plate colony (DPC) mating using the enterococcal recipient strains DSM 13589 (*Enterococcus faecium*) and LMG 19456 (*Enterococcus faecalis*). The procedure was performed by using mid-exponential growth phase cultures and a 1:1 donor-recipient mixture. PCR assays for detection of *vanA* and *tet(M)* were performed as described previously by Gevers *et al.* (2003) and Klein *et al.* (2000). Evaluation of the PCR was done by using *vanA*- and *tet(M)*-positive reference strains (DSM 13590, LMG 21677). The incidence of enterococcal virulence factors such as *esp*, *cylA* and *gelE* was examined by PCR using oligonucleotide primers as published by Eaton and Gasson (2001). PCR screening was established by testing the reference strain ATCC 29212 and isolates from clinical settings obtained from the Life Sciences Department of the ARC Seibersdorf research GmbH. Plasmid DNA was isolated from 4 hours-subcultures supplemented with the relevant antibiotic by using the Nucleo Spin Plasmid DNA Purification Kit (Machery-Nagel) according to the manufacturer's instructions. Plasmids were additionally isolated in large scale by the alkaline lysis method described by Anderson and McKay (1983) and subsequent separation by the cesiumchloride gradient method (Maniatis *et al.* 1982).

Results and discussion

Isolation and classification of chicken intestinal bacteria

Isolation and classification of chicken bacterial isolates resulted in a large strain collection of 477 intestinal strains, 90 of them being putative probiotic strains (data not shown). The isolation procedures demonstrated the limitations of a culture-dependent approach. In particular anaerobic, fastidious organisms like *Bifidobacterium* spp. were difficult to isolate showing the need for efficient isolation media. As a result of poor selectivity of the media, a high percentage of *Enterobacteriaceae* and *Lactobacillaceae* were found to dominate the intestinal strain collection. Taxonomic grouping by comparison of whole cell protein patterns of isolates enabled the selection of 121 representative strains for further analyses in order to identify potential probiotic strains. 16S rDNA sequencing revealed that the most suitable probiotic strains (n=20) are affiliated to different species of well-known lactic acid producers (*Enterococcus* spp., *Pediococcus* sp., *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp.).

Risk assessment of potential probiotic strains

On basis of a pre-screening, five representative probiotic strains of different species affiliation (*Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus salivarius* ssp. *salivarius*, *L. reuteri*, and *Bifidobacterium animalis* ssp. *animalis*) were included in the final risk studies. The results of the antibiotic susceptibility studies are summarised in Table 1. The most suitable probiotic strains examined were susceptible towards ampicillin, chloramphenicol, erythromycin, rifampin, quinu/dalfopristin, and linezolid. The lactobacilli exhibited resistances towards the antibiotics of the aminoglycoside group. Due to the fact that the two lactobacilli had to be tested in MRS (De Man, Rogosa and Sharpe) medium instead of the nutrient-poor standard test medium the activity of the aminoglycoside agents could be affected by ingredients of this medium. However, the influence of the medium was considered to be responsible for the high aminoglycoside minimal inhibitory concentration (MIC) values leading to an uncertain result. All, except the *P. acidilactici* and *B. animalis* representatives, were resistant to enrofloxacin. The *P. acidilactici*, the *E. faecium* and the *L. reuteri*

representatives displayed a low level- resistance to tetracycline. Both *Lactobacillus* strains and the *pediococcal* strain showed a resistance to vancomycin. The conjugation studies demonstrated that none of the vancomycin-resistant and tetracycline-resistant chicken strains were able to transfer their resistance to enterococcal recipient strains, by conjugation. Since it is well known that *Pediococcus* spp. and various species from *Lactobacillus* (e. g. *L. reuteri*, *L. rhamnosus*) are intrinsically resistant to glycopeptides, the conjugation experiments should only clarify the possibility, that their intrinsic vancomycin resistance did not mask a plasmid-mediated type of resistance. According to the results of the PCR studies, the *vanA* gene could not be detected in any of the resistant chicken strains indicating that their intrinsic resistance did not mask any *vanA*-type, acquired resistance against glycopeptides. A *tet(M)* specific PCR product was detected in both the *E. faecium* strain and the *P. acidilactici* strain, while it could not be found in the *L. reuteri* strain. The representative *E. faecium* strain was additionally screened by PCR for the presence of enterococcal virulence markers (*esp*, *gelE*, *cytA*). The results indicated that none of the described virulence genes were found in the chicken *E. faecium* strain. Furthermore, examination of plasmid DNA revealed that none of the potential probiotic strains contained extrachromosomal DNA elements. The strains were rigorously examined for the presence of plasmids. In an effort to isolate and separate plasmid-DNA from chromosomal DNA in large scale, a cesiumchloride density gradient was generated showing that the tetracycline-resistant strains were devoid of plasmid DNA.

Table 1: Categorisation of potential probiotic strains originating from the gastrointestinal tract of healthy broilers based on the minimal inhibitory concentrations [$\mu\text{g/ml}$] for selected antibiotic agents, according to SCAN (2003)

MIC [µg/ml] determination and categorisation according to SCAN (2003)										
Antibiotic	<i>P. acidilactici</i>		<i>E. faecium</i>		<i>B. animalis</i>		<i>L. reuteri</i>		<i>L. salivarius</i>	
β-Lactams										
Ampicillin	≤ 0.5	S	≤ 2	S	< 1	S	1	S	< 0.5	S
Aminoglycosides										
Streptomycin	< 32	S	≤ 128	S	< 64	R	64	R	> 64	R
Kanamycin	16	S	≤ 128	S	128	R	> 64	R	> 64	R
Neomycin	< 32	S	≤ 128	S	128	R	32	R	< 64	R
Gentamicin	< 4	S	≤ 63	S	63	R	> 4	R	> 4	R
Amphenicole										
Chloramphenicol	4	S	≤ 2	S	4	S	≤ 4	S	≤ 4	S
Tetracycline										
Tetracycline	32	R	≤ 16	R	≤ 1	S	≤ 32	R	< 8	S
Macrolide										
Erythromycin	≤ 0.5	S	≤ 0.5	S	≤ 1	S	0.5	S	< 2	S
Ansamycine										
Rifampin	≤ 0.5	S	≤ 0.5	S	≤ 1	S	< 4	S	≤ 4	S
Streptogramin										
Quinu/dalfopristin	≤ 0.5	S	≤ 1	S	≤ 1	S	1	S	≤ 1	S
Fluoroquinolone										
Enrofloxacin	4	S	8	R	< 4	S	≥ 16	R	16	R
Oxazolidione										
Linezolid	2	S	2	S	≤ 2	S	2	S	≤ 4	S
Folate inhibitor										
Trimethoprim	32	R	≤ 1	S	≤ 0.25	S	> 64	R	< 32	R
Glycopeptide										
Vancomycin	> 16	R _{intrinsic}	≤ 4	S	≤ 1	S	> 16	R	≥ 16	R
Abbreviations: R (resistant), S (susceptible)										

Abbreviations: R (resistant), S (susceptible)

Concluding remarks

Insights obtained in course of the final risk assessment of potential probiotic strains demonstrated a lot of difficulties. The safety evaluation was performed step-wise to assess carefully the main concerns associated with bacterial resistance to clinically relevant antimicrobials (e. g. vancomycin, tetracycline). In some cases it was difficult to interpret the bacterial susceptibility (lack of interpretative criteria and uniform methods) and the investigations concerning the genetic basis of resistance (lack of guidelines, lack of reference strains) showing that the methods involved need to be further optimised and harmonised. While some of the probiotic strains (*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus salivarius*, *L. reuteri*) were intrinsically vancomycin resistant and/or resistant towards tetracycline (*P. acidilactici*, *E. faecium*, *L. reuteri*), all strains were sensitive to the majority of clinically effective antibiotics. The resistant strains examined in this study contained no detectable transmissible antibiotic resistance genes. The tetracycline resistance of two strains was found to be *tet(M)*-associated, but no linkage to extrachromosomal DNA has been shown. Work is in progress to confirm the possible linkage of the *tet(M)* gene in the chromosome of the resistant strains. To take a step forward, it is important to establish optimal standardised procedures for the assessment, in order to ensure comparable data on probiotics on an international level. Molecular methods will become an increasingly important tool for the registration of probiotics, especially in the light of EU requirements. However, the current situation in the European Union opens possibilities to develop and to implement new strategies to control pathogens in feed and meat on basis of natural resources and to improve quality concepts and food safety measures.

References

- Anderson, D.G., McKay, L.L., Simple and rapid method for isolating large plasmid DNA from lactic streptococci. *Appl Environ Microbiol.* 1983, 46(3), 549-52.
- Eaton, T.J. and Gasson, M.J., Molecular screening of *Enterococcus* virulence determinants and potential for genetic exchange between food and medical isolates. *Appl Environ Microbiol.* 2001, 67(4), 1628-35.
- Gevers, D., Danielsen, M., Huys, G., Swings, J., Molecular characterization of *tet(M)* genes in *Lactobacillus* isolates from different types of fermented dry sausage. *Appl Environ Microbiol.* 2003, 69(2), 1270-5.
- Klein, G., Hallmann, C., Casas, I.A., Abad, J., Louwers, J., Reuter, G., Exclusion of *vanA*, *vanB* and *vanC* type glycopeptide resistance in strains of *Lactobacillus reuteri* and *Lactobacillus rhamnosus* used as probiotics by polymerase chain reaction and hybridization methods. *J Appl Microbiol.* 2000, 89(5), 815-24.
- Maniatis, T., Fritsch, E.F., Sambrook, J. (Ed.), *Molecular Cloning, A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, New York 1982.
- SCAN (2003). Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the criteria for assessing the safety of microorganisms resistant to antibiotics of human clinical and veterinary importance, adopted on 3 July 2001, revised on 24 January 2003.

Address of corresponding author

Klose Viviana
University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna
Dep. IFA-Tulln, Division Environmental Biotechnology
Konrad Lorenz Straße 20, A-3430 Tulln, Austria
e-mail: viviana.klose@boku.ac.at

Effect of an enzyme complex derived from *Trichoderma longibrachiatum* added to a rye- based diet on apparent ileal digestibility of nutrients in weaned piglets

Soňa Nitrayová, Jaroslav Heger, Jiří Brož *, Alexander Sommer, Peter Patráš

Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovakia

* DSM Nutritional Products, Animal Nutrition and Health R&D, Basel, Switzerland

Introduction

The supplementation of NSP-degrading enzymes to cereal-based diets to increase nutrient availability and growth performance is now a common practice in poultry nutrition. In pigs, however, less information on the effect of enzyme supplements is available and the results of experiments carried out so far were not consistent. In general, better results were obtained with young pigs (Gill et al. 2000, Nyachoti et al. 2003), presumably due to their immature digestive system and their limited ability to hydrolyse non-starch polysaccharides (NSP) such as arabinoxylans or beta-glucans, whose antinutritional properties may affect nutrient utilization. The mode of action of NSP-degrading enzymes in pigs is not fully understood. Due to their complex physical and chemical characteristics, NSP affect many processes associated with nutrient digestion and absorption. Moreover, the effect of enzymes may depend on various factors such as their stability, optimum pH, dosage level, microbial population in the gut etc.

Arabinoxylans are considered the primary sources of antinutritional activity in wheat, triticale and rye (Englyst et al. 1989). Reduction of their concentration by means of an appropriate enzyme addition may increase nutrient digestibility and animal performance. The aim of the experiment described herein was to study the potential of Roxazyme G2, an enzyme complex derived from *Trichoderma longibrachiatum* with prevalent endo-1,4-beta-xylanase activity, for improving nutrient and energy digestibility in piglets fed on a rye-based diet.

Material and methods

A total of 11 Large White young gilts of the Institute herd weaned at 30 days were used. The experiment consisted of two parts, involving five and six piglets, respectively. The piglets were fed on a common weaner diet until the beginning of the experiment. When they reached 10 - 15 kg BW, they were fitted with a simple T-cannula at terminal ileum. After a recovery period of 12 days, the piglets were weighed and housed individually in metabolism cages. Their mean initial body weights in the first and the second part of the experiment were 12.4 and 17.0 kg, respectively. Based on ancestry and weight, the piglets were randomly assigned to four dietary treatments. There were four balance periods in both parts of the experiment, so that each diet was given to eleven piglets and no animal received the same diet twice. The piglets were weighed at the beginning and end of each balance period. All experimental procedures were reviewed and approved by the Ethics Committee of the Research Institute of Animal Production.

The composition of the basal diet and the results of its proximate analysis are shown in Table 1. Rye (cv. Fernando, harvest 2003) was used as the main source of energy and protein. Chromium oxide was included as an indigestible marker. To the basal diet, Roxazyme G2 was added via premix at the expense of carrier (wheat flour) at levels equivalent to 50, 100 and 200 mg/kg, thus forming three experimental diets (Diets R50 – R200). The unsupplemented diet (R0) served as a control. The pigs were fed twice daily at 6.00 and 16.00 hours in two equal meals at a daily rate of 90 g/kg^{0.75}. Water was available *ad libitum*.

Table 1: Ingredient and chemical composition of the basal diet (g/kg, air-dry basis)

Rye cv. Fernando ¹	958.0
Sunflower oil	9.0
Monocalcium phosphate	11.0
Limestone	13.0
Salt	3.0
Chromic oxide	3.0
Premix ²	3.0
Chemical analyses	
Dry matter	900.3
Organic matter	953.7
Crude protein	136.7
Ether extract	26.3
Crude fibre	28.6
NDF	287.1
ADF	38.9
Gross energy (MJ/kg)	17.57

¹Contained g/kg air-dry: DM, 897; CP, 138; crude fibre, 23.3; ether extract, 15.1; ash, 17; Ca, 0.46; P, 1.8; lysine, 4.6

² Supplied per kg of diet: vit. A, 7200 IU; vit. D3, 1350 IU; α-tocopherol 18 mg; vit. B1, 0.54 mg; vit. B2, 3.6 mg; vit. B6 19.5 mg; Ca-pantothenate, 10.5 mg; niacin, 15 mg; vit. K3, 0.54 mg; biotin, 0.06 mg; cyanocobalamin, 0.021 mg; choline, 102 mg; betaine, 51 mg; Fe, 60 mg; Zn, 90 mg; Mn, 42 mg; Cu, 21 mg; I, 0.42 mg; Co, 0.54 mg; Se, 0.21 mg.

Each balance period consisted of a 6-day preliminary period followed by a 24-h collection period. During the collection period, samples of ileal digesta were collected and stored at -20 °C. At the end of the experiment, samples of digesta were pooled, freeze-dried, ground to pass a 1 mm screen and stored for subsequent analysis.

Dry matter (DM), organic matter (OM), total nitrogen (N), ether extract (EE), crude fibre (CF), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and gross energy (GE) were analyzed in accordance with AOAC (1984) standard procedures. The amino acid composition of diets and digesta was analyzed by ion-exchange chromatography. Chromic oxide was determined by atomic absorption spectrometry and the contents of arabinoxylans and total non-starch polysaccharides were determined from their constituent monosaccharides after acid hydrolysis.

Data were subjected to ANOVA and the differences between means were assessed using Fisher's LSD procedure.

Results and discussion

In both parts of the experiment, the piglets remained in good health and with one exception, readily consumed all the feed offered. One piglet fed on diet R100 ate only about 65 % of its daily allowance on the collection day of the first period and its data from this period were not included into calculations.

The mean values for apparent ileal digestibilities of DM, OM, N, EE, CF, NDF, ADF and GE are summarized in Table 2.

The addition of Roxazyme G2 to the basal diet had a positive effect on the digestibility of all the nutrients studied, the largest increase being observed with the supplementation levels of 100 and 200 mg/kg. The relative improvement as compared with the control group ranged between 3.0 % (EE) and 43.6 % (CF). A significant effect of the added enzyme was found for the digestibility of DM and NDF. No significant difference was observed between the supplementation levels of 100 and 200 mg/kg. The digestibility of NDF was relatively high even in the unsupplemented group. As NDF is an estimate of the total plant cell wall consisting primarily of cellulose, hemicellulose and lignin, it seems that the degradation of these constituents was due to the activity of microbial enzymes. The apparent ileal digestibility of energy was numerically improved by 5.3 and 4.6 % in diets R100 and R200, respectively.

The increase in the digestibility of nutrients other than dietary fibre due to Roxazyme G2 supplementation may be ascribed to its effect on digesta viscosity. Arabinoxylans, the major constituents of rye endosperm cell wall, form highly viscous aqueous solutions. In studies with chicks, Choct and Annison (1992) found a significant negative correlation between digesta viscosity, nutrient and energy digestibilities. In pigs, however, the viscosity of digesta is much lower as compared to poultry (Bedford et al. 1992) which suggests that the viscosity effect is less relevant in pigs than in poultry. Indeed, Bartelt et al. (2002), based on their experiments with carboxymethylcellulose in piglets, concluded that the ileal digesta viscosity *per se* does not influence the digestibility of nutrients. An alternative hypothesis is based on an assumption that the intact cell walls enclose the nutrients, making them partly unavailable for digestion and absorption in the small intestine (Hesselman 1983). The provision of exogenous enzymes capable of degrading the cell wall structures may release the encapsulated nutrients, thus facilitating their digestion.

Table 2: Effect of Roxazyme G2 supplementation on the apparent ileal digestibility of nutrients and energy (%)

Diet	n	Dry matter	Organic matter	Nitrogen	Ether extract	Crude fibre	NDF	ADF	Energy
R0	11	62.7 ^a	66.1 ^a	60.5 ^a	63.7 ^a	14.9 ^a	57.8 ^a	24.3 ^a	62.4 ^a
R50	11	64.7 ^{ab}	67.6 ^a	62.9 ^a	65.6 ^a	17.0 ^a	60.6 ^{ab}	27.5 ^a	64.1 ^a
R100	10	65.9 ^b	68.8 ^a	61.9 ^a	65.1 ^a	19.6 ^a	64.5 ^{bc}	26.9 ^a	65.7 ^a
R200	11	66.3 ^b	69.1 ^a	63.3 ^a	64.2 ^a	21.4 ^a	64.8 ^c	27.5 ^a	65.3 ^a
Pooled SEM		0.9	0.9	1.5	2.5	2.2	1.5	2.0	1.1

a,b Means within a column followed by the different superscript are significantly different (P<0.05)

The apparent ileal digestibilities of arabinoxylans and total NSP are given in Table 3. The digestibility of both constituents increased as the dietary concentration of the enzyme increased from 0 to 100 mg/kg. In comparison with the latter supplementation level, the addition of 200 mg of enzyme per kg diet resulted in a slight decrease in the digestibility. The significant response of piglets fed on diets R100 and R200 to Roxazyme G 2 demonstrates its efficacy in degrading non-starch polysaccharides and is in agreement with the improvement in the digestibility of NDF fraction of dietary fibre (Table 2). The higher digestibilities of total NSP as compared to arabinoxylan digestibilities found in all diets suggest that the degradation of arabinoxylans in the small intestine is very low while a substantial part of other carbohydrates (such as mannose, glucose and galactose) may be released. This emphasizes the importance of adding the arabinoxylan-degrading enzymes to diets based on rye, triticale or wheat.

Table 3: Effect of Roxazyme G2 supplementation on the apparent ileal digestibility of arabinoxylans and total NSP (%)

Diet	n	Arabinoxylans	Total NSP
R0	11	2.6 ^a	11.3 ^a
R50	11	7.9 ^{ab}	18.2 ^{ab}
R100	10	18.8 ^b	27.6 ^b
R200	11	15.0 ^b	25.8 ^b
Pooled SEM		4.2	3.2

a,b Means within a column followed by the different superscript are significantly different (P<0.05)

Conclusion

The supplementation of a rye-based diet by 100 or 200 mg of Roxazyme G2 per kg significantly improved the apparent ileal digestibility of dry matter, neutral detergent fibre, arabinoxylans and total non-starch polysaccharides. The digestibility of all other nutrients was numerically increased. It is concluded that Roxazyme G2 is efficient in degrading non-starch polysaccharides which results in a better availability of other nutrients and energy in the small intestine. Considering the efficacy of the enzyme and its cost, the supplementation level of 100 mg/kg feed is recommended.

References

- AOAC, 1984: Official methods of analysis. 14th. ed. Washington, D.C., Association of Official Analytical Chemists.
- Bartelt J, Jadamus A, Wiese F, Swiech E, Buraczewska L, Simon O (2002). Apparent prececal digestibility of nutrients and level of endogenous nitrogen in digesta of the small intestine of growing pigs as affected by various digesta viscosities. Arch. Anim. Nutr. 56, 93-107.
- Bedford MR, Patience JF, Classen HL, Inbarr J (1992) The effect of dietary enzyme supplementation of rye- and barley-based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs. Can. J. Anim. Sci. 72, 97-105.
- Englyst HN, Bingham SA, Runswick SA, Collinson E, Cummings JH (1989) Dietary fiber (non-starch polysaccharides) in cereal products. J. Hum. Nutr. Diet. 2, 253-271.
- Henry RJ (1985) A comparison of the nonstarch carbohydrates in cereal grains. J. Sci. Food Agric. 36, 1243-1253.

Hesselman K (1983) Effects of beta-glucanase supplementation to barley based diets for broiler chickens. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.

Chesson A (1993) Feed enzymes. Anim. Feed Sci. Technol. 45, 65-79.

Choct M, Annison G (1992) Anti-nutritive activity of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut microflora. Br. Poult. Sci. 33, 821-834.

Nyachoti CM, Omogbenigun FO, Slominski BA (2003) Improved nutrient digestibility, growth performance and reduced phosphorus and nitrogen excretion in young pigs fed diets supplemented with multi-enzyme preparations. In: Proc. 9th Int. Symp. on Dig. Physiol. in Pigs, vol. 2, pp. 317-319.

Address of corresponding author

MVDr. Soňa Nitrayová
PhD., Research Institute of Animal Production
Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovakia
e-mail: nitrayova@vuzv.sk

Effect of *Enterococcus faecium* DSM 7134 on the reproduction performance of sows

Annette Blömer¹, Eduard Schneeberger² and Edmund Mathies²

¹ Veterinary Spezialist for pigs; Heiligenwall 16, 49434 Neuenkirchen-Vörden, Germany

² IS Forschungsgesellschaft mbH, An der Mühlenau 4, 25421 Pinneberg 4, Germany

Introduction

Probiotics are defined as live microorganisms which are used as feed additives and exert beneficial effects on the host animal by promoting a balanced intestinal flora (Fuller, 1989). The effects of probiotics are complex comprising various factors such as stabilization of gut flora with decreased diarrhoeal diseases and activation of the immune system (Hammer and Aichbichler, 2003). As in-feed antibiotics are banned in the EU with effect from 2006, probiotics have to be considered as an alternative to growth promoters.

Objective

The efficacy of supplementing sow diets with *Enterococcus faecium* DSM 7134 had been proved previously in scientific studies (e.g.: Böhmer et al. 2005). It was therefore decided to conduct a field trial to find out whether these effects can also be achieved under practical farm conditions. The objective of the current trial was to investigate the effect of *Enterococcus faecium* DSM 7134 over two reproductive cycles on the number of piglets born and weaned, litter growth during the suckling period, feed intake of the sows in the farrowing compartment, health status and weight development of the sows.

Methods and Materials

Animals

296 Hülsenberg breeding sows from the herd of Schweinezucht Lutten were used for the trial. The sows were identified by tattoos and ear tags. The average parity of the sows prior to the trial was 3.8 litters.

Design

The sows were evenly assigned by parity to the control group (without probiotic supplement) and the *Enterococcus faecium* DSM 7134 group (5×10^8 CFU *Enterococcus faecium* DSM 7134/kg feed; see Table 1). The study was conducted over two complete reproductive cycles of the sows from mating to the next subsequent service. After farrowing litter sizes within each group were equalised by moving

some piglets to other sows (crossfostering). Piglets were weaned after a suckling period of about 21 days.

Table 1: Trial design

Group	Designation	Content (CFU/kg feed)
I	Control	--
II	<i>Enterococcus faecium</i> DSM 7134	5×10^8

Housing

The pregnant sows were kept in crate stalls without straw. On day 110 of pregnancy they were moved to farrowing pens with a fixed creep area. Each farrowing compartment was managed by the all-in/all-out method and thoroughly cleaned and disinfected prior to each new batch. In order to meet the different needs of sows and piglets in the farrowing quarters a piglet nest with underfloor heating and infrared heater was provided in the farrowing pen.

Feeding

Separate rations were assembled for each production phase. Both rations were barley-based mixtures, which additionally contained a high proportion of wheat and soybean meal and a lower content of wheat bran, sugar beet pulp and full-fat soya. The gestation diet contained on average 16.7% crude protein, 4.9% crude fibre and 12.7 MJ ME. The nutrient content of the lactation diet was on average 17.0% crude protein, 4.2% crude fibre and 13.6 MJ ME. The prestarter (from 10 days on piglets were offered a prestarter ad libitum) was the same for both groups and not supplemented with *Enterococcus faecium* DSM 7134.

Evaluation and statistical analysis of the data

Each litter was weighed at birth, after crossfostering and at weaning after a suckling period of about 21 days. In addition, the number of piglets born (alive and stillborn), the number of weaned piglets and piglet mortalities during the suckling period were recorded. The sows were weighed at transfer to the farrowing accommodation and at weaning. In order to assess the health status of the sows their body temperature was taken on the day of farrowing and on the two subsequent days and any illnesses and treatments were recorded. Feed intake for each sow in the farrowing compartment (day 110 of pregnancy until weaning) was recorded daily. The weaning-to-conception interval and the conception rate were calculated per sow.

The means and standard deviation of the generated data per group were determined. For the subsequent statistical analysis the data were examined for significant differences using the t-test. The significance level was set at $p < 0.05$.

Results

No significant differences were observed between the two groups with regard to health status, fertility and sow body weights at different times during the trial period.

Table 2: Reproductive performance of sows

Treatment group	Number of piglets weaned per litter	Litter weight gain	Daily weight gain of piglets during lactation	Percentage change compared to control		
		(kg)	(g)	Number of piglets weaned per litter	Litter weight gain	Daily weight gain of piglets during lactation
1. reproductive cycle						
Control	9.31	41.84	226.3			
E. faecium	9.48	42.11	222.0	+1.8	+0.6	-1.9
2. reproductive cycle						
Control	9.17	41.23	222.8			
E. faecium	9.33	43.73	237.6	+1.7	+6.1	+6.6*
Over both reproductive cycles						
Control	9.24	41.54	224.6			
E. faecium	9.40	42.95	230.1	+1.7	+3.4*	+2.4

significant improvement * $p < 0.05$

As regards the reproductive performance over both cycles (see Table 2), the use of *Enterococcus faecium* DSM 7134 achieved a significant improvement in litter weight gain during the suckling period (+ 3.4%). A positive effect ($p < 0.1$) was also observed on the calculated daily weight gain per piglet (+2.4%). During the first phase of the trial the sows reproductive performance was improved only numerically by *Enterococcus faecium* DSM 7134, but in the second phase significant improvements were recorded in litter weight gain during the suckling period (+6.1%) and the calculated daily weight gain per piglet (+6.6%). In the first reproductive cycle the number of stillborn piglets per litter in the *Enterococcus faecium* DSM 7134 group was reduced by 32% (control-group: 0.56; *Enterococcus faecium*-group: 0.38 stillborn piglets per litter). This reduction is statistically significant.

Conclusions

In this sow trial conducted on a commercial farm the addition of *Enterococcus faecium* DSM 7134 to the diet had significant effects on the sows reproductive performance. Measured over two reproductive cycles the use of *Enterococcus faecium* DSM 7134 brought about a significant improvement in litter weight gain and tends to increase the calculated daily weight gain per piglet during the suckling period ($p < 0.1$).

Although sow feed intake and loss of sow weight during lactation were not increased, the group with *Enterococcus faecium* DSM 7134 supplementation increased litter weaning weight. This means that sows converted feed better. The significantly higher litter weight gain and numerically shorter weaning-to-conception interval, especially in the second lactation, provide indirect evidence of the sow's better condition and health as a result of the continuous use of *Enterococcus faecium* DSM 7134.



SCHAUMALAC Z

Sauen auf Dauer in Form halten

Für gesunde Topleistungen ...

Nur die lückenlose Versorgung mit allen Nähr- und Wirkstoffen kann die vollen Leistungsreserven in der Ferkelproduktion ausschöpfen.

Die SCHAUMALAC-Linie in der Sauenfütterung erfüllt all diese Ansprüche.

Dabei ist das Probiotikum BONVITAL auch hier Basis für einen ausgezeichneten Gesundheitsstatus und die Ausnutzung des vollen Leistungsvermögens der Tiere.

H. W. Schaumann GmbH & Co. KG
2345 Brunn am Gebirge, Jakob Fuchs-Gasse 25 - 27
Tel.: 02236/31641 E-Mail: info@schaumann.at



Literature

Fuller, R.; 1989. Probiotics in man and animals. A review. *Journal of Applied Bacteriology* 66:365.

Hammer H. F., Aichbichler B.; 2003. Probiotika und Präbiotika: Grundlagen, Einsatz und Wirkungen beim gesunden und kranken Menschen. *J. Ernährungsmedizin*, 2, 16-24.

Böhmer M. B., Kramer W. and Roth-Maier D. A.; 2005. Effect of a dietary probiotic supplementation on performance, health status, and microbial characteristics of gilts. 59.GfE – Tagung 2005 in Stuttgart-Hohenheim 8-10.03.2005; published in: *Proc. Soc. Nutr. Physiolog.* (2005) 14.

Address of corresponding author:

Edmund Mathies
IS Forschungsgesellschaft mbH
An der Mühlenau 4
D - 25421 Pinneberg, Germany
Tel.-No.: ++49 (0) 4101/218-0
e-mail: edmund.mathies@is-forschung.de

Effekt eines Probiotikums auf die Leistung von Absatzferkeln

Gabriela Wetscherek- Seipelt, Wilhelm Windisch

Universität für Bodenkultur

Einleitung

Durch das im Jänner 2006 kommende EU- weite Verbot der Antibiotika in der Tierernährung werden Alternativen gesucht, die Futteraufnahme verbessern, die Mikroorganismen im Darm positiv fördern und somit verbesserte Mast- und Schlachtleistung bringen sollen. Zu diesen Alternativen zählen zur Zeit Phyto-, Pro-, Prebiotika und organische Säuren. In der Tierernährung werden als Probiotika vor allem Mikroorganismen der Stämme Enterococcen, Saccharomyces und Bacillus eingesetzt.

Bei dem in diesem Versuch getesteten Probiotikum handelt es sich um ein Entwicklungsprodukt auf Basis von zwei Bacillusstämmen in der Konzentration von $1,5 \times 10^9$ CFU/kg Futter, das von der Fa. DSM zur Verfügung gestellt wurde. Geprüft wurde die leistungsfördernde Wirkung in der Ferkelaufzucht, sowie die Beeinflussung des Gesundheitsstatus der Ferkel im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe.

Material und Methoden

Der Versuch wurde in der LFS Hatzendorf durchgeführt. Dazu wurden 96 möglichst durchschnittlich schwere Ferkel aus eigener Aufzucht in zwei Durchgängen auf 2 Gruppen aufgeteilt. Es wurde darauf geachtet, dass die Verteilung der Wurfgeschwister und Geschlechter gleichmäßig auf beide Gruppen erfolgte. In jeder der beiden Versuchsgruppen wurden die leichteren und schwereren Ferkel in einer Box zusammengefasst. Die Ferkel wurden während des Versuches in strohlosen Boxen mit Spaltenböden gehalten. Der Versuch wurde in der 4. Lebenswoche begonnen und dauerte 4 Wochen lang.

Das Versuchsdesign ist in der Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Versuchsgruppe	
	1	2
Durchgänge	2	2
Boxen, insgesamt	4	4
Tiere je Box	12	12
Probiotikum, g/kg	-	2,5

Die Zusammensetzung der Futtermischungen der beiden Gruppen unterschieden sich nur durch den Zusatz des Probiotikums in der Höhe von 2,5 g/kg.

In der 1. Versuchswoche (= Absetzphase) wurden die Futtermischungen, die in der Tabelle 2 angegeben sind, verwendet. Als Mineralstoff- und Vitaminprämix wurde das handelsübliche Prämix Min-S der Fa. Vitakorn Biofuttermittel GmbH eingesetzt, welches keine mikrobiellen, phytobiotischen, antibiotischen bzw. säurehaltigen Futterzusatzstoffe enthält. Weiters lag der Kupfergehalt nur bei einer Dosierung, um den Bedarf zu decken und bei der kein leistungsfördernder Effekt zu erwarten war. Die Futtermischungen der Absetzphase wurden in der Mischanlage des Lehr- und Forschungsguts der Veterinärmedizinischen Universität Wien hergestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Absetzfuttermischungen

Futtermittel	Versuchsgruppe	
	1	2
Gerste, %	20,55	20,30
Weizen, %	33,5	33,5
Sojaextraktionsschrot - 48, %	20,0	20,0
Kartoffeleiweiß, %	6,0	6,0
Molkenfettkonzentrat, %	5,0	5,0
Bierhefe, %	2,8	2,8
Dextrose, %	4,0	4,0
Rapsöl, %	4,0	4,0
Dicalciumphosphat, %	0,5	0,5
Viehsalz, %	0,2	0,2
Lysin, %	0,4	0,4
Methionin, %	0,05	0,05
Mineral S Prämix %	3,0	3,0
Probiotikum, %	-	0,25

Die Rezeptur der Aufzuchtfuttermischungen (2.-4. Versuchswoche) sind in der Tabelle 3 dargestellt. Wie in der Absetzphase wurden auch hier auf „leistungsverbessernde Zusatzstoffe“ verzichtet.

Die Ferkel wurden bei der Einstellung gewogen. Weitere Gewichtsfeststellungen erfolgten im einwöchigen Abstand. Die pro Box und Abschnitt gefressenen Futtermengen wurden aufgezeichnet. Aus diesen Daten wurde die Futterverwertung als Relation der je Box und Abschnitt aufgenommenen Futtermenge zur Summe der Lebendgewichtszunahmen der Tiere je Box berechnet.

Die Überprüfung der Futtermischungen erfolgte durch die Bestimmung der Analysenparameter Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Rohasche, Stärke, Zucker, sowie der Mengenelemente Calcium, Phosphor, Magnesium, Kalium und Natrium.

Tabelle 3: Zusammensetzung der Aufzuchtfuttermischungen

Futtermittel	Versuchsgruppe	
	1	2
Gerste, %	39,93	39,68
Weizen, %	20,33	20,33
Sojaextraktionsschrot - 48, %	15,67	15,67
Mais, %	10,17	10,17
Provilacta, %	4,00	4,00
Sonnenblumenextr., %	2,00	2,00
Weizenkleie, %	1,67	1,67
Rapsöl, %	2,5	2,5
Calciumcarbonat, %	1,33	1,33
Monocalciumphosphat, %	0,87	0,87
Viehsalz, %	0,33	0,33
Lysin, %	0,50	0,50
DL-Threonin, %	0,13	0,13
Spuren- und Vitaminmix, %	0,57	0,57
Probiotikum, %	-	0,25

Versuchsauswertung

Der Versuch wurde mittels vierfacher Varianzanalyse nach den Parametern Versuchsdurchgang, Gruppe, Geschlecht und Box (=Gewichtsklasse) sowie den Wechselwirkungen der Gruppe mit dem Geschlecht bzw. Box ausgewertet.

Versuchsergebnisse

Futteranalysen

Die Analysen der Futtermischungen ergaben, dass der Nährstoffbedarf bei beiden Gruppen in der Absetz- und Aufzuchtphase gedeckt war. Die Nährstoffzusammensetzung und der Energiegehalt unterschied sich zwischen den Gruppen nicht wesentlich. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengefasst.

Tabelle 4: Analysenergebnisse Absetzfuttermischungen (1. Versuchswoche)

Merkmal		Versuchsgruppe	
		1	2
Trockensubstanz	g/kg	889	890
Rohprotein	g/kg	206	200
Rohfett	g/kg	74	72
Rohfaser	g/kg	46	46
Rohasche	g/kg	61	61
Stärke	g/kg	313	315
Zucker	g/kg	68	67
ME	MJ/kg	13,97	13,85
Calcium	g/kg	9,6	10,1
Phosphor	g/kg	6,8	6,7
Magnesium	g/kg	1,7	1,7
Kalium	g/kg	10,0	10,0
Natrium	g/kg	2,34	2,28

Tabelle 5: Analysenergebnisse Aufzuchtfuttermischungen (2. bis 4. Versuchswoche)

Merkmal		Versuchsgruppe	
		1	2
Trockensubstanz	g/kg	890	892
Rohprotein	g/kg	182	185
Rohfett	g/kg	40	39
Rohfaser	g/kg	60	53
Rohasche	g/kg	51	53
Stärke	g/kg	410	409
Zucker	g/kg	39	41
ME	MJ/kg	13,43	13,35
Calcium	g/kg	7,0	7,1
Phosphor	g/kg	5,5	5,3
Magnesium	g/kg	2,1	2,0
Kalium	g/kg	8,0	8,0
Natrium	g/kg	1,48	1,28

Zootechnische Leistungen

Während des ersten Versuchsdurchgangs trat am 5. Versuchstag in allen Boxen leichter Durchfall auf. Dieser wurde bei den schweren Tieren der Gruppe 1 (negative Kontrolle) stärker und musste in drei Fällen medikamentös (Injektion von 2 ml Baytril und 1 ml Buscopan) behandelt werden.

Im 2. Durchgang konnten in der Gruppe 1 vom 4. bis 6. Tag vereinzelt Durchfälle beobachtet werden. In der Gruppe 2 (mit Probiotikum) traten ebenfalls vereinzelt Durchfälle auf, aber nur im Zeitraum vom 5. bis 6. Tag.

Für die statistische Auswertung wurden zwei Tiere der Versuchsgruppe 1 (Tageszuwachs 79 g bzw. 118 g) und ein Tier der Gruppe 2 mit dem Probiotikum (Tageszuwachs 32 g) wegen zu geringen Leistungen über die gesamte Versuchsperiode ausgeschieden.

In der Absetzphase (= 1. Versuchswoche) wurde durch den Einsatz des Probiotikums eine Verbesserung der Tageszunahmen um 7,8 % im ersten Versuchsdurchgang erreicht (Abbildung 1). Im zweiten Versuchsdurchgang wurde bei geringerem Leistungsniveau, welches durch leichte Durchfallsprobleme, die nicht behandelt werden mussten, begründet war, eine Steigerung um 48,8 % bei der Gruppe 2 mit Probiotikum festgestellt werden.

Abbildung 1

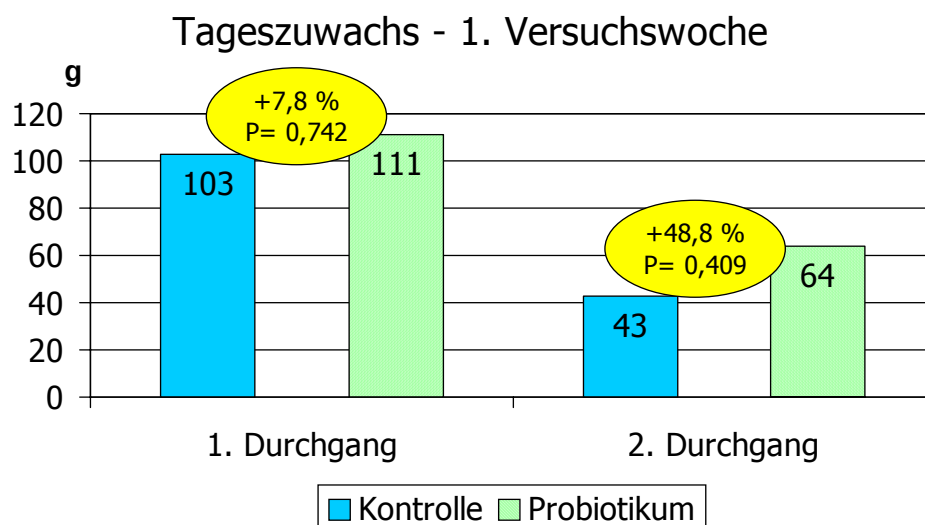
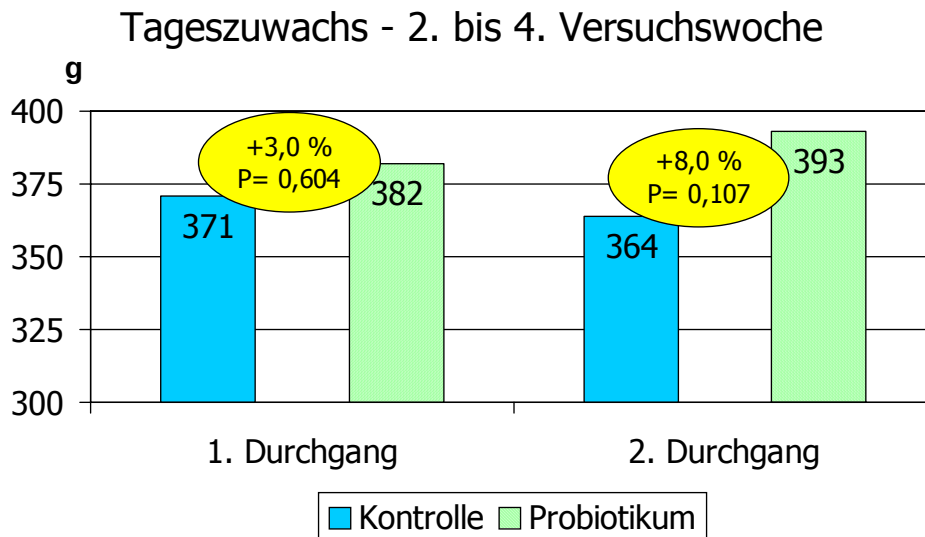


Abbildung 2

Die Abbildung 2 zeigt die Tageszunahmen der beiden Versuchsdurchgänge für die Aufzuchtperiode (= 2. bis 4. Versuchswoche). Die Steigerung des Tageszuwachses bei der Gruppe 2 (mit Probiotikum) lag im ersten Durchgang bei 3 %, im zweiten Durchgang bei 8 %.

Über den Versuchszeitraum von 4 Wochen, also Absetz- und Aufzuchtphase gemeinsam betrachtet, ergibt sich eine Steigerung der Tageszunahmen um 3,3 % im ersten Durchgang und um 9,5 % im zweiten Durchgang. Die Ergebnisse dieses Durchgangs waren mit einem P-Wert von 0,0664 abgesichert.

Die Versuchsergebnisse beider Durchgänge zusammen werden gemeinsam in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Aufzuchtergebnisse

Merkmal	Versuchsgruppe		s	P-Wert
	1	2		
Tageszuwachs, g				
1. Woche	72 (100 %)	87 (121 %)	82	0,5012
2. bis 4. Woche	367 (100 %)	387 (105 %)	65	0,3136
1. bis 4. Woche	293 (100 %)	312 (106 %)	58	0,2929
Futterverwertung, kg				
1. Woche	5,64	2,97	-	-
2. bis 4. Woche	1,64	1,62	-	-

Die Gruppe 2 (mit Probiotikum) erreichte insgesamt um etwa 6 % höhere Tageszuwächse. Die Überlegenheit in der Aufzuchtphase (2. bis 4. Woche) lag bei etwa 5 %. In der Absetzphase (1. Woche) waren die Tageszunahmen der Gruppe 2 (mit Probiotikum) um 21 % höher.

Die Futterverwertung in der Aufzuchtphase unterschied sich zwischen den beiden Gruppen nur unwesentlich. Den Differenzen in der Absetzphase können jedoch keine zu große Bedeutung beigemessen werden, weil Spieltrieb (Futtervergeudung) einiger Ferkeln und der Gesundheitsprobleme einen viel größeren Effekt zeigten als das Futter. Da die Anzahl der Wiederholungen zu klein war, konnte auch keine statistische Aussage über den Parameter Futterverwertung getroffen werden.

Probiotika zeigen eine umso bessere Wirksamkeit je schlechter das hygienische Niveau im Stall ist. Weiters wird die Wirkung von Probiotika sehr stark durch individuelle Reaktionen im Tier beeinflusst (Simon, O., 2001).

Diese beiden Standpunkte geben eine gute Erklärung, warum in diesem Versuch der Einsatz des Probiotikums tendenziell eine Verbesserung des Tageszuwachses gebracht hat, dieser aber statistisch nicht signifikant war.

Schlussfolgerung

Das eingesetzte Probiotikum, das sich aus 2 Bacillusstämmen zusammensetzt, erreichte eine tendenzielle Verbesserung des Tageszuwachses in den ersten 4 Wochen nach dem Absetzen der Ferkel. Die Effekte waren in der kritischen ersten Woche besonders stark ausgeprägt und lassen in der Aufzuchtphase nach.

Tendenziell konnte in diesem Versuch beobachtet werden, dass in der Gruppe 2 (mit Probiotikum) in der Absetzwoche keine Durchfälle auftraten, die behandelt werden mussten. Die Anzahl der Tage mit

absetzbedingten Durchfällen waren im 2. Versuchsdurchgang geringer. Daraus kann ein positiver Effekt auf den Gesundheitsstatus der Ferkel in der Absetzphase abgeleitet werden.



DSMProduct

UNLIMITED WELFARE
REDUZIERT DIE AMMONIAK EMISSION IM SCHWEINESTALL

VevoVital® ist ein neuer von der EU zugelassener Säureregulator für Mastschweine mit einer Dosierung von 5–10 kg je Tonne Futter

Mit **VevoVital®** erreichen Sie:

- Eine Absenkung des Urin pH
- Weniger Ammoniak Freisetzung
- Bessere Stallluft

VevoVital® hilft:

- Dem Schutz der Umwelt
- Dem Wohlbefinden der Tiere
- Den Arbeitsbedingungen im Stall

DSM Nutritional Products Europe Ltd.
P.O. Box 3255, CH-4002 Basel, Switzerland
matthias.wiemann@dsm.com
www.vevovital.info · www.dsmnutritionalproducts.com

Unlimited. DSM

Literatur

Simon, Ortwin, 2001, Probiotics from the point of view of animal nutrition, 8. Symposium Vitamine und Zusatzstoffe, Paper 4, 26.-27.9.2001, Jena

Anschrift des Autors

DI. Dr. Gabriela Wetscherek-Seipelt
Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel- Straße 33, 1180 Wien
@mail: gabriela.wetscherek-seipelt@boku.ac.at

Seeschlamm als Probiotikum in der Schweinefütterung

Sabina Mikulioniene*, Danguole Urbsiene, Rolandas Stankevicius****

* Litauische Landwirtschaftliche Universität

**Litauische Veterinärmedizinische Akademie

Einleitung

Sapropel (griechisch sapos+pēlos) oder Faulschlamm ist ein Sediment in Gewässern, der unter Sauerstoffabschluss aus biochemisch umgewandelten Pflanzen- und Tierresten (Benthos, Hydrophyten, Plankton) entstanden ist und aus einem hohen Anteil an halbzersetzten organischen Stoffen, ferner Kalk und Lehm besteht.

Jährlich fällt ca. 1 mm Faulschlamm in Gewässern an. In den litauischen Gewässern findet man Schlammschichten mit einer Dicke von 7-15 m, in denen sich über Jahrtausende hinaus viele nützliche Substanzen und Verbindungen anlagerten bzw. konserviert wurden (Каширская Н. Ю., 2000; Ли В., 2003). Sapropel als natürliches Produkt besitzt somit großen biologischen Wert (Pearse Lynos T., 2003).

Sapropel ist ein organischer karbonatischer Rohstoff mit einem pH-Wert von 6,0-7,5. Der organische Sapropelteil enthält biologisch aktive Stoffe: essentielle Aminosäuren, Antibiotika, Kohlenhydrate, Wachstumsförderer, Brom- und Iodione, Estragene, Hormone, Huminsäure, Lipidfraktionen, Proteine und verschiedene Vitamine (Каширская Н. Ю., 2000; Ли В., 2003; Транаускайте И., 1987).

Darüber hinaus enthält Sapropel zahlreiche hydrolysierte bzw. hoch verfügbare Mengen- und Spurenelemente. Im mineralischen Teil des Faulschlammes sind biologisch aktive Stoffe enthalten: hydrolysierte metallische Spurenelemente wie Al, Ca, Co, Cu, Fe, K, Mo, Mn, Zn, Se und nichtmetallische Spurenelemente wie B, Br, C, I, N, P, S, Si u.a. (Ducatelle R., 2002; Fuller R., 1998; Транаускайте И., 1987; Schrauzer G.N., 2000; Балкувене Т., 1977).

In Litauen – einem seenreichen Land – nehmen Seen 1,5% des gesamten Staatsgebietes ein. In den vielen verschlammenden Seen gibt es 10 Mrd. m³ Sapropel. Seine chemische Zusammensetzung ist sehr verschieden: organische Stoffe (10-80%), Stickstoff (2-6%), Kalium und Phosphor (0,5-1,5%), Kalzium (5-60%), Spurenelemente (2500-28000mg/kg) wie Bor, Zink, Kupfer, Kobalt, Selen.

Sapropel ist Quelle von B-Vitaminen, von denen am meisten Vitamin B₁₂ enthalten ist. Die am Seegrund lebenden Mikroorganismen produzieren viele B-Vitamine. Sapropel kann demzufolge als vitaminischer Zusatz im Futter verwendet werden (Транаускайте И., 1987; Тараканов Б. В., 2000).

Sapropel besitzt antioxidative Eigenschaften sowie probiotische, präbiotische Wirkung.

Derzeit werden die Verdauungstätigkeit fördernden bzw. Darmflora verbessernden Substanzen in folgende Gruppen eingeteilt: Probiotika, Präbiotika, Phytobiotika und Symbiotika. Sie alle haben die gleiche – Darmflora stabilisierende bzw. verbessernde – Wirkung (Ducatelle, 2002).

Probiotika sind die Mikroorganismen enthaltenden Präparate, die Darmflora verbessern und einen positiven Einfluss auf die Gesundheit der Menschen und Tiere haben. Sie fördern Stoffwechselvorgänge im Magen-Darm-Trakt und stimulieren Immunsysteme des Organismus (Fuller, 1998; Тараканов Б. В., 2000; Овод А. С., 2003).

Präbiotika werden im Magen-Darm-Trakt nicht absorbiert, haben aber eine positive Wirkung auf Organismus und fördern den Stoffwechsel nützlicher Darmmikroorganismen. Präbiotika sind Förderer von Probiotika. Zu Präbiotika zählt man Aminosäuren, Vitamine und ihre Verbindungen (Roller, 2004).

Weltweit werden viele Strategien zur Verbesserung der Darmgesundheit als Alternativen zu antibiotischen Leistungsförderern diskutiert. In den meisten Fällen waren aber die Ergebnisse von Versuchen nicht konsequent oder der erzielte Nutzen war mit dem der Antibiotika nicht vergleichbar. Einerseits werden antibiotische Leistungsförderer im Allgemeinen als effektiv bzw. rentabel bezeichnet, andererseits findet man in der Fachliteratur auch Hinweise darauf, dass der positive Effekt von antibiotischen Futterzusätzen geringer als erwartet ausfiel (Rosen, 1995).

Material und Methoden

Im Zeitraum 1995-2005 wurde Sapropel aus verschlammten Seen Litauens auf seine chemische Zusammensetzung hin untersucht sowie die Einsatzmöglichkeiten in der Schweinefütterung geprüft. Die Faulschlammproben entstammen den Seen Kvietkinė, Raudenis, Dobilė und Sūsis; Entnahme in folgenden Tiefen: 0-0,5; 1-1,5; 2-2,5; 3-3,5; 4-4,5; 5-5,5; 0-0,8; 1-1,5; 2-2,5; 3-3,5; 4-4,5; 5-5,5 m.

Die Aminosäurezusammensetzung wurde mit einem Aminosäureanalysator in der Litauischen Forschungsstation für Chemisierung und Projektierung in der Landwirtschaft bestimmt, Gehalte an Schwermetallen – mit einem Atomadsorptionsspektrometer und Photometer im Institut für Ökologie, Vitamine – mit einem Photometer und HPLC-Chromatograph im Institut für Ökologie; Mineralstoffe – mit einem Atomadsorptionsspektrometer und Photometer im Agrochemischen Forschungszentrum (Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 1983, 1988, 1993).

Der Versuch mit Mastschweinen wurde im Schweinebetrieb „Vyčia“ durchgeführt. Dafür wurden 60 Ferkel aus der Anpaarung der LB (Litauische Weiße) mit der Schwedischen Landrasse verwendet. Tiere wurden in zwei Gruppen geteilt (weibliche und kastrierte männliche Tiere gleichmäßig auf Versuchs- und Kontrollgruppe aufgeteilt). Das Versuchsdesign ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Herstellung der verwendeten Futtermischungen erfolgte im Betrieb (Tabelle 2). Frischer Seeschlamm wurde täglich in das Mineralfutter der AG „Kėdainių grūdai“ eingemischt und den Tieren ein Mal pro Tag mit dem Futter zugeführt. Die Gewichtsentwicklung und Futterverbrauch wurden durch Wiegen je Monat erfasst. Der 110-tägige Versuchszeitraum umfasste den Mastabschnitt von 30 bis 110 kg LB.

Tabelle 1: Versuchsplan

Versuchsgruppen	Tierzahl	Fütterungskennzeichnung
Kontrollgruppe (KG)	30	betriebseigene Ration*
Versuchsgruppe (VG)	30	betriebseigene Ration + 200-400 g Sapropel ^{**} , ^{***}

Tabelle 2: betriebseigene Ration*

Zusammensetzung, %	Nr. 1	Nr.2	Nr.3	Nr.4
Gerste	33	35	31	35
Weizen	42	45	45	48
Soja	2	2	-	-
Mineralfutter für abgesetzte Ferkel**	23	18	-	-
Mineralfutter für Mastschweine**	-	-	24	17

Dem Mineralfutter der Versuchsgruppe wurden folgende Mengen frischen Seeschlammes täglich beigemischt: Nr.1 – 200 g**, Nr.2 – 300 g**, Nr.3 – 400 g***, Nr.4 – 400 g***.

Ergebnisse der Untersuchung und Diskussion

Die chemische Zusammensetzung des Seeschlammes variiert erheblich. Sapropel aus den Seen Sūsis und Raudenis ist reich an Mineralstoffen (Tabelle 5): CaO – bis 43,27 %, P₂O₅ – 0,28 %, K₂O – bis 0,58 %. Bei dieser Zusammensetzung ist Sapropel in der Fütterung nicht einsetzbar, er kann aber als Dünger verwendet werden. Der Faulschlamm aus den Seen Dobilė und Kvietkinė enthält 59-77 % organischer Substanz in d. T., relativ hohe Gehalte an Aminosäuren (Tabelle 4), Vitaminen (Tabelle 3) und Protein (N x 6,25) (Tabelle 5).

Vitamine erfüllen im tierischen Organismus lebensnotwendige Funktionen. Sapropel enthält ein breites Spektrum von Vitaminen, es wurden jedoch höhere Mengen des Vitamin B₁₂ nachgewiesen.

Die Analyse der Aminosäurezusammensetzung zeigt, dass Protein des Sapropels reich an essentiellen Aminosäuren ist, deren Verhältnis eine Zwischenstellung zwischen dem pflanzlichen und tierischem Protein einnimmt.

Im organischen Teil des Sapropels werden essentielle Aminosäuren nachgewiesen, darunter schwefelhaltige Aminosäuren: Lysin 0,1-0,31 mg/100g, Methionin 1,15-3,00 mg/100g u.a. Die Aminosäurezusammensetzung von den untersuchten Faulschlammproben variiert erheblich (Tabelle 4). In manchen Seen kommen sie nur in Spuren vor, in manchen Seen wurden hohe Aminosäuregehalte nachgewiesen.

Tabelle 3: Vitamingehalte im Seeschlamm (µg/kg, bezogen auf das absolute Trockengewicht)

See	Mezoinozitin	Biotin (H)	Panthoten-säure (B ₃)	Tiamin (B ₁)	Piridoxin (B ₆)	Paraamino-benzoesäure	Vitamin B ₁₂	Nikotinsäure PP
Kvietkinė	30,98-114,40	0,05938-0,07028	8,230-20,466	0,01393-0,09187	0,09188-0,82239	0,00635-0,05337	0,02915-0,09962	3,9156-8,4165
Raudenis	11,56-35,78	0,03802-0,05854	3,577-5,972	0,00346-0,00794	0,02405-0,03556	0,00754-0,02673	0,00252-0,00311	0,7747-1,7370
Dobilė	29,822-74,46	0,05672-0,08967	6,534-15,295	0,00712-0,05692	0,09449-0,36330	0,00088-0,00657	0,00421-0,02669	1,5873-3,9331
Sūsis	13,769-24,912	0,004753-0,005103	7,1056-13,9403	0,0007325-0,005419	0,003808-0,008395	0,01796-0,09892	0,0011389-0,00327919	0,1078-0,6021

Tabelle 4: Aminosäurezusammensetzung des Seeschlammes (mg/100g, bezogen auf das absolute Trockengewicht)

Aminosäure	Kvietkinė	Raudenis	Dobilė	Sūsis
	mg/100 g			
Lysin	Sp. - 0,27	0,17	0,1-0,31	0,24
Methionin	Sp.- 2,52	1,84	1,15-3,00	0,4
Cystin	Sp.- 0,30	0,05	0,2-0,4	0,52
Threonin	Sp. - 0,89	0,12	Sp.-0,15	0,86
Tryptophan	0,10-1,36	0,02	0,20-1,80	0,26
Arginin	Sp. - 0,03	0,14	Sp.-0,04	-
Histidin	Sp. - 0,59	0,06	Sp.-0,42	0,51
Leuzin	0,02-1,19	0,29	0,50-1,40	0,14
Asparagin	0,02 – 2,57	0,16	0,02-2,18	0,05
Serin	0,01 – 0,43	0,43	0,01-0,55	0,06
Glycin	0,03 – 1,49	1,15	0,03-1,25	0,15
Gluthamin	0,02 – 2,43	0,49	0,04-3,01	0,43
Alanin	0,05 – 5,60	0,16	0,04-6,40	-
Tyrosin	0,07 – 1,02	0,84	0,07-0,95	Sp.
Valin+Phenylalanin	0,03-1,13	0,15	0,04-0,98	0,07

Sp. – Spuren

Tabelle 5: Mineralstoffe

See	Chemische Analyse, %				
	N	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH
Raudenis	0,071-0,526	18,68-43,27	0,137-0,23	0,033-0,58	7,33
Kvietkinė	1,93-3,95	10,3-29,5	0,16-0,28	0,10-0,32	7,0
Dobilė	2,09-3,93	0,94	0,124	0,14	5,67
Sūsis	1,15	15,4	0,28	0,33	7,14

Tabelle 6: Spurenelemente und Schwermetalle

See	mg/kg							
	Pb	Ni	Cd	Cr	Cu	Mn	Zn	Se
Kvietkinė	21-40	13-25	1,5-2,9	9,0-27	5,0-8,9	150-210	37-64	0,14-0,60
Raudenis	16-26	10-15	2,3-2,7	16-24	5,8-12,5	380-1270	11-44	1,04-1,14
Dobilė	4,0-9,0	5,0-10	0,3-0,9	3,0-9,0	3,8-9,8	45-75	49-58	0,24-0,58
Sūsis	20-31	24-26	2,0-2,3	12-20	3,7-7,0	190-358	2,0-80,8	0,18-0,80

Gehalte an Schwermetallen (Pb, Ni, Cd, Cr) (Tabelle 6) überschreiten die Grenzwerte nicht und stellen somit keine Gefahr für die Tiergesundheit dar (Григалис А., 1977).

Im Seeschlamm kommt Selen vor. Seine Rolle als essentielles Spurenelement wurde vor mehr als 40 Jahren erkannt. Futtermittelsupplementierung mit Selen ist eine normale Praxis in der Futtermittelherstellung geworden. Nach neueren Erkenntnissen sieht man in dem organischen Selen eine natürliche Lösung für viele stressbedingte Probleme in der Tierernährung (Schrauzer, 2000; Jukna Č, 2005). Saproel kann demzufolge zur Selen-Ergänzung von Rationen genutzt werden.

Versuchsergebnisse zeigen einen positiven Effekt von Saproel auf die Mastleistung der Versuchstiere (Tabelle 7). Schweine, die täglich 200-400 g Saproel erhielten, erzielten eine 10,94% höhere Gewichtszunahme ($P < 0,05$) im Vergleich mit der Kontrolle. Darüber hinaus bestanden zwischen den Gruppen Differenzen im Futterverbrauch (Tabelle 8). Faulschlammzusatz bedingte einen 11 % geringeren Futterverbrauch je kg Zunahme (Abb. 1) (Tarakanovas P., 1999).

Es lässt sich somit feststellen, dass Einsatz von Saproel, der probiotische und präbiotische Eigenschaften besitzt, in der Schweinefütterung einen positiven Einfluss auf das Wachstum der Schweine hat sowie den Futteraufwand je kg Zuwachs reduziert.

Tabelle 7. Mastleistung der Schweine

Parameter	KG	VG
Gewicht zu Versuchsbeginn, kg	29,4	30,0
Gewicht am Versuchsende, kg	104,1	111,9
Gewichtszuwachs in der gesamten Versuchsperiode (110 Tage), kg	74,7	81,9
Mittlere Tageszunahme, g	679	744

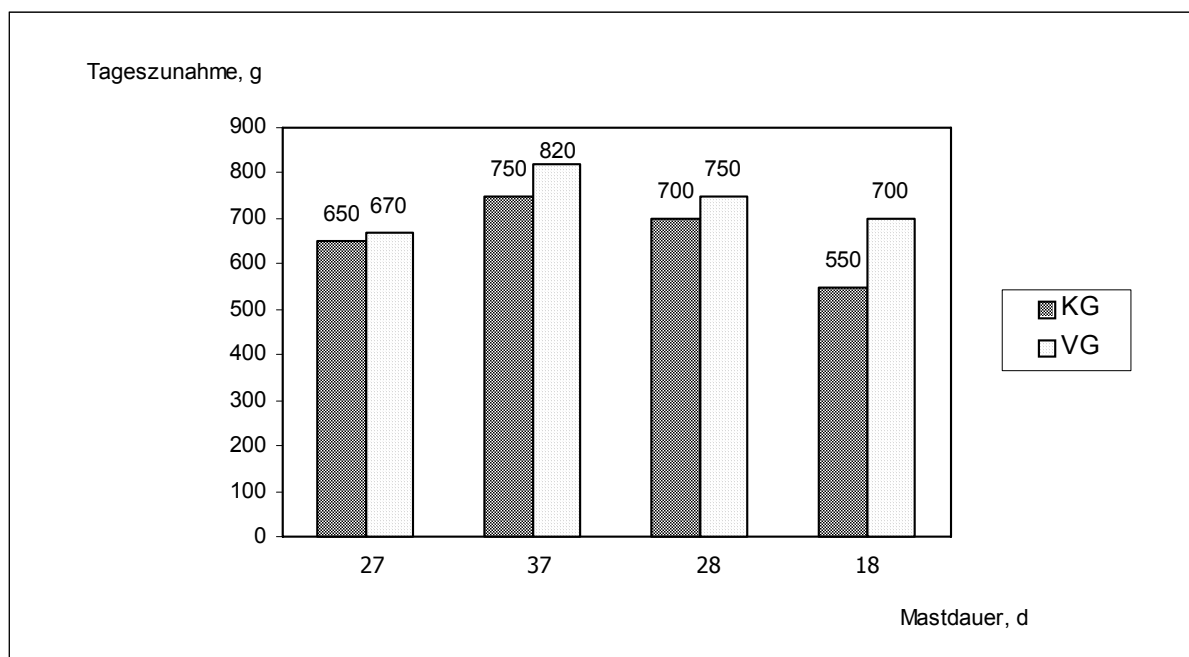


Abbildung 1. Gewichtsentwicklung

Tabelle 8. Futteraufwand

Gruppe	Futteraufwand je 1 kg Zunahme, kg				% KG
	1 Mon.	2 Mon.	3 Mon.	4 Mon.	
KG	3,21	2,64	2,80	2,67	100
VG	2,70	2,48	2,40	2,38	89

Schlussfolgerungen

Bei einer täglichen Gabe von 200-400 g Sapropel (See Kvietkiné, organische Substanz – 53,53 %, Protein – (Nx6,25) 12,92 %, Aminosäuren, Vitamine, Mengen- und Spurenelemente) wurden in der gesamten Versuchsperiode 34,9 kg Sapropel je Tier verfüttert. Im Vergleich mit den Kontrolltieren erzielten die Schweine der Versuchsgruppe eine 10,94 % ($P < 0,05$) höhere Gewichtszunahme. Darüberhinaus wurde der Futteraufwand je kg Zunahme um 11% reduziert.

Aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung und bioaktiven Substanzen ist Sapropel mit natürlichen Probiotika und Präbiotika vergleichbar. Jedoch sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die Einsatzmöglichkeiten in der Schweinefütterung auszudiskutieren.

Literatur

- Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, Methodenbuch Band III, VDLUFA, Verlag Darmstadt, 1983, 1988, 1993, C.Naumann, R. Bassler u. a.
- Ducatelle R., Van Immerseel F., Cauwerts K., Devriese L.A., Haese Grouck F. Feed additives to control Salmonella in Poultry. *World's Poultry Science Journal*, 2002. Vol. 58. N. 4. P. 501-513
- Endo T., Nakano M. Influence of a probiotic on productivity, meat components, lipid metabolism, caecal flora and metabolites, and raising environment in broiler production. *Animal Science Journal*, 1999. Vol. 70. N. 4. P. 207-218.
- Fuller R., Gibson G.R. Probiotics and prebiotics: microflora management for improved gut health. *Clinical Microbiology and Infection*, 1998. Vol 4. P. 477-480
- Jukna Č., Jukna V., Šimkus A. Probiotikų ir fitobiotikų įtaka galvijų prieauglio mėsinėms savybėms ir mėsos kokybei / Veterinarija ir zootechnika. T. 29. N. 51. 2005. P. 76 - 79
- Pearse Lynos T. Harnessing Nature. Practical Applications of Natural Technologies. Alltech's 17th European, Middle Eastern and African Lecture Tour. Praktinis gamtos technologijų pritaikymas. "Alltech", Nicholasvilis, Kentukis, JAV. 2003. 66p.
- Roller M., Redukemmer G., Watzl B. Prebiotic Inulin Enriched with Oligofructose in Combination with the Probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* Modulates Intestinal Immune Functions in Rats. *Journal of Nutrition*, 2004. Vol. 134. N. 1. P. 153-156
- Rosen, G.D., 1995. Antibacterials in poultry and pig nutrition. In *Biotechnology in animal feeds and animal feeding*. Edited by R.J. Wallace and A. Chesson. VCH Verlagsgesellschaft mbH. D – 69451 Weinheim, Germany.
- Schrauzer G.N. Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. *The Journal of Nutrition* 130:1653-1656, 2000.
- Tanock, G.W., 1997. Modification of the normal microbiota by diet, stress, antimicrobial agents, and probiotics. Pages 434 – 465 in: *Gastrointestinal Microbiology*. R.I. Mackie, B.A. White, and R.E. Isaacson, eds. Chapman and Hall, New York.
- Tarakanovas P. Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas "Selekcija". – Akademija, 1999. – 57 p.
- Балкувене Т. Платва – *Rutilus rutilus* (L.) Гидробиологические исследования озер Дуся, Шлавантас, Обялия. В. 1977. С. 190 – 205.
- Григалис А. Кормовой – манрозообентоз. Гидробиологические исследования озер Дуся, Шлавантас, Обялия. В. 1977. С. 143 – 165.
- Каширская Н. Ю. Значение пробиотиков и пребиотиков в регуляции кишечной микрофлоры. *Русский медицинский журнал*. Москва, 2000. Т. 8. Н. 13–14. С. 572–576.
- Ли В. Имагро - естественная защита здоровья животных. *Животноводство России*, 2003. Н. 2. С. 36-37
- Овод А. С. Направленное формирование бактериоценоза кишечника. *Ветеринария*, 2003. Н. 2. С. 23-26.
- Тараканов Б. В. Механизмы действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животных. *Ветеринария*. Москва, 2000. Н. 1. С.47-54.
- Транаускайте И., Василяускаене М., Шаркинене И., Моцкуте А. Распространение флора и биомасса макрофитов.// Гидробиологические исследования озер Дуся, Шлавантас, Обялия, Кветкине. В. 1987. С. 34 – 70.

Effect of a probiotic (*Saccharomyces cerevisiae* Sc47) on performance and selected metabolic profile and rumen fluid parameters in lactating cows

Josef Illek, Dana Kumprechtová

University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences, Brno, Czech Republic,

Abstract

In this experiment the effect of a live yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* Sc47) on performance, rumen fluid parameters and metabolic profile in lactating cows under field conditions was investigated. 50 Holstein crossbred lactating cows were included in the trial, and divided into 2 groups, 25 cows in each. Their diet contained maize silage, clover-grass haylage, hay, straw, grain concentrate. The treated group received the preparation BIOSAF (Lesaffre, France), containing *Saccharomyces cerevisiae* Sc 47, for a trial period of 6 months. The control group was given the basic diet with no Biosaf addition. The treated group showed a significant ($P < 0.05$) improvement of milk yield. The treated cows showed 1.57 higher average daily milk productions than the control ones, 38.95 kg and 37.38 kg respectively, for the overall trial period. Protein and fat percentages were slightly but non-significantly favourably influenced by Biosaf supplementation. Rumen fluid pH was significantly ($P > 0.01$) higher in the Biosaf treated group than in the control group (pH 6.58 vs. 6.33). Rumen VFA concentrations were higher in the treated group. BIOSAF favourably influenced glucose concentration in blood, decreased the concentrations of free fatty acids, AST and, in the short term, BHB.

Key words: probiotics, *Saccharomyces cerevisiae*, milk yield, rumen fluid, metabolic profile

Introduction

In ruminants, feed utilization and health depend on the rumen microflora. Some changes in the rumen microflora composition and ruminal environment may have a favourable effect on performance and health status of the host. In order to improve the rumen microflora composition, yeast cultures such as *Saccharomyces cerevisiae* are commonly used in diets for lactating cows. This microorganism has been used for many years in food production and is generally accepted as safe both by the farmer and the final customer (Newbold, 1996).

Saccharomyces cerevisiae is a facultative anaerobic microorganism. It is not indigenous to the digestive tract. However, it may have a limited ability to grow in the ruminal environment (Martin and Nisbet, 1992). Suggested modes of action of live yeast supplements in the digestive tract include: production of essential enzymes, amino acids, vitamins and lipids by yeast cells (Kumprecht, Zobač, 1998), all of which are thought to stimulate the growth of favourable microflora in the rumen (Newbold et al., 1996; Miller-Webster et al., 2002); stimulation of the uptake of nitrogen sources by the rumen microflora (Putman et al., 1997); removal of oxygen from the ruminal environment (Newbold, 1996); stimulation of the growth of lactic acid utilizing bacteria by the yeasts, thus

increasing ruminal pH and facilitating the growth of cellulolytic microflora (Nisbet and Martin, 1991a; Yoon and Stern, 1996).

However, there are many studies that did not receive any of the above-mentioned beneficial effects with *Saccharomyces cerevisiae* (Doreau and Jouany, 1998 and others).

As regards the effect on performance parameters, results of numerous studies with yeast supplementation to diets of lactating cows have been inconsistent. In some studies, the administration of yeast supplements increased milk yield and milk fat percentage (Piva et al., 1993; Wang et al., 2001; Wohlt et al., 1998). However, in other studies no beneficial response to yeast supplements was seen (Robinson, 1997; Soder and Holden, 1999).

The effects of feeding live yeasts to lactating cows have not been fully evaluated. Therefore this experiment was conducted to investigate, under farm conditions, the effects of a commercial feed additive containing the *Saccharomyces cerevisiae* Sc 47 strain, on milk yield, milk composition, rumen fluid parameters and metabolic profile in lactating cows.

Material and methods

The study was conducted on the farm of Velké Opatovice, unit Uhřice, Czech Republic. There were 430 Holstein crossbred cows in the farm basic herd. The cows were housed loose in pens with straw bedding, 30 – 40 heads per pen, and fed total mixed ration (TMR) consisting of maize silage, clove-grass silage, hay, straw, grain concentrate with mineral and vitamin supplements. Roughage DM content: grain DM content was 55 – 60 : 40 – 45. In the trial 50 cows were included, arriving gradually as they calved, three weeks after the calving. They were divided into two groups (separate pens), 25 cows in each. The treated group diet was supplemented with the preparation BIOSAF (Lesaffre, France) containing *Saccharomyces cerevisiae* Sc 47, at a theoretical level of 1.25×10^8 CFU/ g feed, given as a topping, for a trial period of 6 months. Each cow ingested about 5g BIOSAF a day. The control group received the basic diet without yeast supplementation. Milk production was recorded daily, milk composition parameters were measured on a monthly basis. Once a month, blood and rumen fluid samples were withdrawn from 8 treated and 8 control cows and analysed for metabolic parameters in the laboratory. In blood, total protein content, urea, glucose, Ca, P, Mg, Zn, Cu, volatile fatty acids, betahydroxybutyrate (BHB), AST, GMP and GPX levels were determined. In rumen fluid, pH and contents of ammonia, acetate, propionate, butyrate and lactate were measured. Data were statistically processed with T-test using Microsoft Excell and with the MIXED model of the SPSS software for a completely randomized design.

Results

The supplementation with the live yeast *Saccharomyces cerevisiae* Sc 47 provided a significant ($P < 0.05$) improvement of milk yield. The treated cows showed 1.57 kg higher average daily milk production than the control ones, 38.95 kg and 37.38 kg respectively, for the overall trial period. Milk composition parameters – protein and fat percentage – were slightly but non-significantly favourably influenced by yeast supplementation (milk fat: 3.79 % vs. 3.77%, milk protein: 3.20% vs. 3.18%). Rumen fluid pH was significantly ($P > 0.01$) higher in the treated group than in the control one (pH 6.58 vs. 6.33). VFA concentrations were also markedly higher in the treated group, although they did not exceed the reference range. Acetate levels were higher in the treated cows whereas butyrate levels were significantly lower in the treated group. There were no considerable differences found in propionate levels in both rumen fluid and blood between the groups. However, lactate levels in the rumen fluid were significantly different between the groups. The lactate concentrations were

0.1 mmol/l and 0.17 mmol/l in the treated group and control group, respectively. Ammonia concentrations were slightly but non-significantly, lower in the treated group than in the control one. This indicates a better utilization of ammonia nitrogen and an increased formation of microbial protein.

There were no significant differences in the metabolic profile between the groups. In the peak lactation phase, however, differences in glucose, FFA and BHB serum concentrations between the groups were observed. The treated cows showed a higher glycaemia than the control cows in the 3rd and 4th trial months. In the 2nd and 3rd trial months there were differences in FFA concentrations between the groups. Treated cows showed lower FFA concentrations ($P > 0.05$). There was a short period of lower BHB concentration in the treated group ($P < 0.05$). Differences in AST levels between the groups were observed. In the 2nd, 3rd and 4th months AST levels in the treated cows were lower and in most animals they did not exceed the reference range. Control cows showed higher AST levels and the differences in the 3rd and 4th trial months were significant ($P < 0.05$). Other metabolic profile parameters under study did not show any significant differences.

Table 1 Milk production parameters

	Biosaf	Control	Significance
Milk yield (kg)	38.95	37.38	++
Fat (%)	3.79	3.77	
Protein (%)	3.20	3.18	
Lactose (%)	4.97	5.02	++

Table 2 Rumen fluid parameters

	Biosaf	Control	Significance
pH	6.58	6.33	++
NH₃	7.82	8.01	
VFA (mmol/l)	114.26	106.45	
Acetate (%)	60.13	58.08	
Propionate (%)	24.85	24.92	
Butyrate (%)	15.10	16.90	
Lactate (mmol/l)	0.1	0.17	++

Table 3 Serum parameters

	Month of the trial	Biosaf	Control	Significance
FFA (mmol/l)	2 nd (May)	0.40	0.47	+
	3 rd (June)	0.31	0.38	+
BHB (mmol/l)	2 nd (May)	0.46	0.58	+
AST (ukat/l)	3 rd (June)	1.46	1.60	+
	4 th (July)	1.39	1.54	+

Discussion

The results of this study are in accordance with results received by many researchers who demonstrated favourable effects of feed supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk yield and composition (Piva et al., 1993; Wang et al., 2002; Wohlt et al., 1998). In this trial the effect of *Saccharomyces cerevisiae* in the rumen consisted in maintaining stable and higher rumen fluid pH, an increased formation of VFA, a significantly lower concentration of lactate and higher utilization of ammonia. Improved ruminal fermentation was reflected also in the milk composition and favourably influenced intermediary metabolism. An increased glucose concentration, decreased BHB (ketone bodies) and FFA levels in blood of the treated cows suggest that the process of lipomobilization in the treated cows was slower than the one in the control cows. In the treated cows the occurrence of subclinical ketosis was lower than in the control cows. Unlike us, Nikkah (2004) did not demonstrate significant effects on the metabolic profile of lactation cows after *Saccharomyces cerevisiae* feed supplementation; in particular he did not find any changes in the levels of glucose, total protein, cholesterol, calcium and phosphorus. He did observe, however, a significant decrease in potassium and magnesium levels in blood caused by the yeast supplementation.

Conclusion

The feed supplement under study, containing *Saccharomyces cerevisiae* Sc47, significantly improved milk production (+1.57 kg milk per cow per day). However, milk fat and protein percentages were not influenced by BIOSAF addition. During the trial period, the BIOSAF treated cows showed a more stable rumen fluid pH, a higher production of VFA, acetate in particular, and significantly lower lactate production. BIOSAF supplementation to lactating cows had a favourable effect on glucose levels in blood, and decreased FFA, AST and BHB (for a short period of time) levels in blood.

The experiment was carried out within the project 1G 460 86 of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

References

1. Doreau M., Jouany J.P.: Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 1998, **81**, 3214-3221
2. Kumprecht I., Zobač P.: The effect of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* in diets with different levels of B vitamins on broiler performance. Czech J. Anim. Sci. 1998, **43**, 63-70
3. Martin S.A., Nisbet D.J. : Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. J. Dairy Sci. 1992, **75**, 1736-1744
4. Miller-Webster T., Hoover W.H., HOLT M.: Influence of yeast culture on ruminant microbial metabolism in continuous culture. J. Dairy Sci. 2002, **85**, 2009-2014
5. Newbold C.J. : Probiotics for ruminants. Ann. Zootech. 1996, **45**, Suppl. 329-335
6. Newbold C.J., Wallace R.J., McIntosh F.M.: Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. British Journal of Nutrition 1996, **76**, 249-261
7. Nisbet D.J., Martin S.A.: Effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. J. Anim. Sci. 1991a, **69**, 4628-4633
8. Piva G., Belladonna S., Fusconi G., Scibaldi F.: Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components and milk manufacturing properties. J. Dairy Sci. 1993, **76**, 2717-2722
9. Putman D.E., Schwab C.G., Socha M.T., Whitestone N.L., Kierstead N.A., Gaithwaite B.D.: Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows in ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acid to the small intestine. J. Dairy Sci. 1997, **80**, 374-384
10. Robinson P.H.: Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diets postpartum. J. Dairy Sci. 1997, **80**, 110-1125
11. Soder K.J., Holden L.A.: Dry matter intake and milk yield and composition of cows fed yeast prepartum and postpartum. J. Dairy Sci. 1999, **82**, 605-610
12. Wang Z., Eastridge M.L., Qiu X.: Effects of forage neutral detergent fibre and yeast culture on performance of cows during early lactation. J. Dairy Sci. 2001, **84**, 204-212
13. Wohlt J.E., Corcione T.T., Zajac P.K.: Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. J. Dairy Sci. 1998, **81**, 1345-1352
14. Yoon I.K., Stern M.D.: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. J. Dairy Sci. 1996, **79**, 411-417
15. Nikkhah A., Bonadaki M.D., Zali A.: Effects of feeding yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on productive performance of lactating Holstein dairy cow. Iranian-Journal-of-Agricultural-Sciences 2004, **35**(1), 53-60

Address of corresponding authors

Doc. MVDr. Josef Illek, Dr.Sc.
University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences
Clinic of Ruminant Diseases
Palackého 1-3
612 42 Brno, Czech Republic
Tel.: ++42054156 2404
E-mail: ji.brno@volny.cz

Effects of the phytogenic feed additive AROMEX® ME Plus on growth performance and carcass characteristics in pigs

K.R. Gläser¹⁾, J. Perner¹⁾, A. Asamer¹⁾, D. Bogaerts²⁾, and D. Geysen²⁾

¹⁾ Delacon Biotechnik GmbH, Weissenwolffstr. 14, A-4212 Steyregg, Austria;

²⁾ AVEVE Veevoeding, Eugene Meeusstraat 6, B-2170 Merksem, Belgium

Introduction

Phytogenic (=plant based) feed additives are mixtures of herbs and spices or their extracts. They contain a variety of bioactive substances, like essential oils, flavonoids, and saponins etc. which exhibit specific effects on metabolism in farm animals.

Essential oils occur under the surface of many plants as signal substances and for protection against fungi and bacteria. They have stimulating effects on the intestine and related glands (liver, pancreas). They can increase the secretion of digestive juices and enzymes (Ramakrishna et al., 2003) and thus, improve digestion of dietary nutrients.

Saponins modify the permeability of the gut wall, leading to improved absorption of nutrients. Saponins are also known to inhibit the activity of the urease enzyme, thus, reducing the split up of urea and water (Yeo & Kim, 1997). Ammonia emissions are reduced, which has favourable effects on air quality and health status of farm animals.

Plant extracts also contain substances with high antioxidative capacity. Rosemary is one of the most potent natural antioxidants (Choi et al., 2002). Antioxidants work by the scavenging of free radicals, reducing the oxidative stress and thus, also improving health status in animals.

Interest is growing in the use of phytogenic additives in farm animals as alternative for in-feed antibiotics, due to the EU wide ban of antimicrobial growth promoters in 2006. There is also interest in phytogenic feed additives as means for reduction of gaseous emissions in order to meet the IPPC regulations.

The aim of the present study was to investigate effects of the standardised phytogenic feed additive Aromex® ME Plus (Delacon Biotechnik GmbH, Steyregg, Austria) on growth performance and carcass characteristic in growing-finishing pigs.

Materials and Methods

A total of 160 crossbred pigs (PI x Hybrid sow) were allocated to two treatment groups according to weight, sex, growth during piglet phase, and sire. Pigs were housed in pens of 10 animals and fed on a grower diet from 20.7 kg to 47.5 kg and on a finisher diet until slaughtered at 114.8 kg, respectively. A commercial non-medicated grower and finisher feed served as negative control (NC) and was supplemented with 100 ppm of the phytogenic feed additive AROMEX® ME Plus (AME+) in the experimental group. The diets were calculated to contain 17% crude protein, 4% crude fat, 5.58% crude ash, and 12.5% crude fibre in the grower and 16% crude protein, 3.22% crude fat, 5.11% crude ash, and 12.5% crude fibre in the finisher feed, respectively. Feed intake, weight gain, feed

conversion, mortality and faecal consistency score were monitored during grower and finisher period and carcass traits were determined at slaughtering.

Data were analysed with the Statistical Analysis System (SAS® for Windows) applying a generalised linear model procedure with treatment and sex and a variable of weight as fixed factors. Feed intake, feed conversion, and faeces consistency data per pen were analysed by a model including treatment, percentage gilts per pen, and start weight as fixed factor and covariates, respectively. LS-means were compared by t-test.

Results

Pigs receiving the supplemented diet showed significantly higher weight gain (+11%) during the grower phase than pigs fed the basal feed. Accordingly, weight after the grower period was higher in the AME+ group (+6%) compared with the control group. There were no significant differences in growth performance during the finisher phase. Daily weight gain, however, was numerically higher in the AME+ group (+2%). Accordingly, average daily weight gain during the whole trial was higher in the AME+ group (+4%) than in the control.

The higher weight gain in the AME+ supplemented group could partly be explained by an increased feed intake (+5%) during the grower phase. Feed conversion tendentially improved in pigs fed the supplemented feed (-5%), which is in agreement with the improved weight gain and the changes in feed intake.

A better feed conversion could indicate an improvement in nutrient digestion. Enhanced nutrient digestion is an effect especially known for spices and/ or essential oils; substances which make up the main part of the phytogenic product Aromex® ME Plus. Better nutrient digestion does also mean fewer emissions from faeces. It therefore could be concluded that ammonia concentration in faeces and air might have been also reduced in the AME+ group, although no ammonia measurements were undertaken in the present experiment.

There were no differences observed in faecal consistency score between the two treatment groups and faecal consistency score was only slightly lower in the AME+ group.

Carcass weight and killing out percentage were not influenced by dietary treatment.

Carcass characteristics, i.e. lean meat percentage, backfat thickness, conformation score, and meat building index were also not affected by the treatment.

Table 1: Growth performance of pigs and faecal consistency

		NC	AME+
Initial weight	[kg]	20.7 ^a	20.8 ^a
Weight after GP	[kg]	45.8 ^b	48.5 ^a
Final weight	[kg]	114.7 ^a	115.0 ^a
DWG - grower period	[g]	572 ^b	635 ^a
DWG - finisher period	[g]	770 ^a	784 ^a
DWG - whole trial	[g]	706 ^b	733 ^a
DFI - grower period	[kg]	1.249 ^a	1.312 ^a
DFI - finisher period	[kg]	2.229 ^a	2.288 ^a
DFI - whole trial	[kg]	1.909 ^a	1.959 ^a
FC - grower	[kg/kg]	2.133 ^a	2.026 ^a
FC - finisher	[kg/kg]	2.867 ^a	2.894 ^a
FC - whole trial	[kg/kg]	2.657 ^a	2.629 ^a
Faecal consistency ¹⁾ - grower		0.49 ^a	0.30 ^a
Faecal consistency - finisher		0.03 ^a	0.00 ^a
Faecal consistency - whole trial		0.16 ^a	0.10 ^a
Mortality ²⁾	[%]	5.00	13.75

Values in row with different superscripts differ significantly at P<0.05

DWG: Daily weight gain, DFI: Feed intake, FC: Feed conversion, SEM: Maximum standard error of means; NC = Negative Control, no additives, CP = Control diet with competitor product added (100ppm), AME+ = Control diet with AROMEX® ME Plus added (100ppm)

¹⁾ Calculated as: $100 * ((\text{number_of_days_diarrhoea} + \text{number of days loose faeces}/2)) / \text{duration of period}$; ²⁾ Sum of pigs lost during experiment, does also included pigs excluded from experiment for reasons like no growth etc.

Table 2: Carcass characteristics in pigs

		NC	AME+
Carcass weight	[kg]	89.46 ^a	89.96 ^a
Killing out	[%]	77.53 ^a	77.93 ^a
Width of ham	[mm]	202 ^a	203 ^a
Angle of ham	[°]	52 ^a	51 ^a
Width of loin	[mm]	126 ^a	127 ^a
Backfat thickness	[mm]	13.5 ^a	14.3 ^a
Lean meat ¹⁾	[%]	59.7 ^a	59.4 ^a
CS ²⁾	[points]	2.12 ^a	2.11 ^a
MBI ³⁾	[points]	3.68 ^a	3.70 ^a

Values in row with different superscripts differ significantly at P<0.05

NC = Negative Control, no additives, CP = Control diet with competitor product added (100ppm), AME+ = Control diet with AROMEX® ME Plus added (100ppm)

¹⁾ Lean meat % = $55.69 - 0.4652 \cdot \text{backfat_thickness} + 0.1210 \cdot \text{width_of_ham} - 0.0896 \cdot \text{width_of_loin} - 1.0929 \cdot (\text{width_of_ham} / \text{width_of_loin}) - 0.0211 \cdot \text{ham_angle}$, ²⁾ Conformation score = $5.495 + 0.04589 \cdot \text{backfat_thickness} - 0.02264 \cdot \text{width_of_ham} - 0.003617 \cdot \text{width_of_loin} - 0.02033 \cdot \text{ham_angle}$, ³⁾ meat building index = $\text{conformation_score} \cdot 100 / \% \text{lean_meat} + \text{some corrections (inherent to slaughterhouse)}$



Der pflanzliche Futterzusatz für eine wirtschaftliche Schweineproduktion.
Die Wirtschaftlichkeit der Tiere mit den Kräften der Natur organisch und nachhaltig optimieren.
Das ist unsere weltweite Erfolgsstrategie.

Leistung aus Leben.

Fragen Sie Ihren Futtermittelberater nach Fresta!
Delacon Biotechnik Ges.m.b.H., Weissenwolfstr. 14, A-4221 Steyregg, Austria
Tel +43-70-640 531-0, Fax +43-70-640 533, office@delacon.com, www.delacon.com

DELACON
Phytogetic Feed Additives

Conclusions

The addition of the phytogenic feed additive AROMEX® ME Plus to commercial non-medicated feed significantly improved weight gain of pigs during grower phase and tendentially improved feed conversion without negative effects on carcass traits. It therefore is concluded that AROMEX® ME Plus can be used in growing-finishing pigs for improvement of growth performance.

References

- Ramakrishna R.R., Platel K., Srinivasan K. (2003) In vitro influence of spices and spice-active principles on digestive enzymes of rat pancreas and small intestine. *Nahrung-Food* 47 (6): 408-412
- Choi H.R., Choi J.S., Han Y.J., Bae S.J., Chung H.Y. (2002) Peroxynitrite scavenging activity of herb extracts. *Phytotherapy Research* 16 (4): 364-367
- Yeo J., Kim K.I. (1997) Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. *Poultry Science* 76 (2): 381-385

Einfluss phytogener Stoffe auf die Futteraufnahme unter Berücksichtigung der metabolischen Umsetzung

Renate Thieme und Wolfgang Kaul,
R&D MICRO-PLUS Konzentrate GmbH

Einleitung

Aromastoffe werden in der Futtermittelrichtlinie 1831/2003 ECC als sensorische Futtermitteladditive eingestuft. In diese Gruppe fallen auch die sog. phytogenen Futterzusätze, also Aromastoffe auf pflanzlicher Basis. Ihre Aufgabe ist es, durch Modifizierung von Geruch und Geschmack des Futters die Aufnahme zu steigern. Die Futteraufnahme wird jedoch neben der sensorischen Qualität des Futters auch durch gastrointestinale und metabolische Sättigungssignale beeinflusst. Die positiven Einflüsse von Aromastoffen auf die geschmackliche Akzeptanz sind hinlänglich bekannt. Es sollte die Frage geklärt werden, inwiefern phytogene Futterzusätze Einfluss auf metabolische Sättigungssignale nehmen.

Zur Klärung dieser Wechselwirkung und der entsprechenden Auswirkungen auf den Organismus wurden die nachfolgend beschriebenen Versuche angestellt:

Versuch 1

Material und Methoden

Der erste Versuch wurde an einer Versuchsfarm (Bunge Meat Ltd.) in Australien durchgeführt. Dabei wurden 40 männliche Absetzferkel, jeweils 10 Tiere pro Behandlung, in Einzeltierhaltung aufgestellt. Es wurden vier Gruppen gebildet wobei zwei Gruppen die gleiche Basaldiät erhielten. Innerhalb der gleichen Diätgruppe wurde jeweils eine Gruppe mit digestarom®1322 Jungferkel, Premium, mit einer Dosierung von 300 ppm versorgt. Die Differenzierung der Basaldiäten bestand in der Veränderung der Eiweißquellen. So wurde in den Gruppen C und D eine Veränderung von hochverdaulichen zu niederverdaulichen Eiweißkomponenten vorgenommen (z. B. Austausch von Sojaextraktionsschrot, Fischmehl und Blutmehl durch Lupinen und Rapsextraktionsschrot). Die Basaldiät der Gruppen C und D wurden im Gegensatz zu der Basaldiät der Gruppen A und B nicht ausbalanciert. Bei den Gruppen A und B handelte es sich um die jeweiligen Kontrollgruppen, die Gruppen C und D waren die Versuchsgruppen.

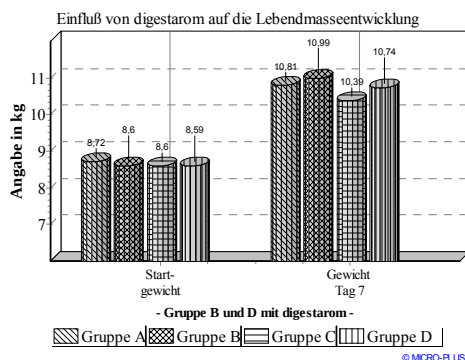
Tabelle 1: Analyse der Diät

	ME/kg	Protein	Fett	Lysin	Methionin	MEQ/kg
Diät A + B	15,06	23,10	6,66	1,52	0,46	606,51
Diät C + D	14,26	20,65	3,80	1,30	0,39	653,77

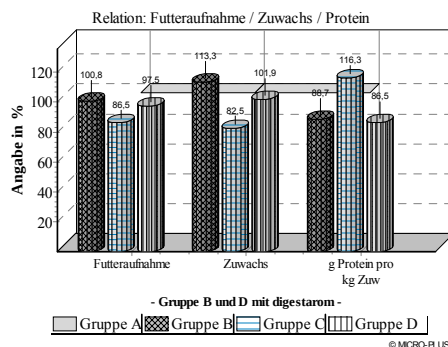
Ergebnisse

Zur Verdeutlichung der Effekte wurde speziell der Zeitraum zwischen dem 26. und 33. Lebenstag gewählt, in dem die körpereigene Enzymproduktion noch nicht voll entwickelt ist. In Grafik 1 wird die Lebendmasseentwicklung dargestellt. Die Effekte werden noch deutlicher, wenn man die Relationen von Futteraufwand zu Zuwachs und Proteinansatz in relativen Zahlen (Kontrollgruppe A = 100 %), wie in der Grafik 2 dargestellt, vergleicht. Im Vergleich der Gruppe A zur Gruppe C ist ein sehr deutlicher Rationseffekt in Bezug auf den Zuwachs und die Futteraufnahme zu beobachten. Der geringere Zuwachs resultiert im Wesentlichen aus der geringeren Futteraufnahme. Die Futteraufnahme wiederum wird u. a. durch die gastrointestinalen und metabolischen Sättigungssignale in Abhängigkeit von der Menge der zur Verfügung stehenden Verdauungsenzyme reguliert.

Grafik 1: Entwicklung der Lebendmasse



Grafik 2: Relation Zuwachs/Protein in kg



Die Gruppe D zeigt im direkten Vergleich zur Gruppe C eine höhere Futteraufnahme und damit verbunden eine bessere Körpermasseentwicklung. Dieses weist darauf hin, dass

die hemmenden gastrointestinalen und metabolischen Sättigungssignale, die in der Gruppe C zum Rückgang der Futteraufnahme führten, durch den Einsatz von 300 ppm digestarom® 1322 Jungferkel, Premium außer Kraft gesetzt worden sind. Dieser Effekt wird besonders bei dem Vergleich der FVV deutlich. Die Gruppe C zeigt eine Futtermittelverwertung von 1:1,60 während die Gruppe D eine Futtermittelverwertung von 1:1,19 aufweist.

Interessant ist die Betrachtung in Bezug auf die Verwertung der eingesetzten Nährstoffe speziell in Richtung Protein. Die digestarom[®] Gruppen zeigen eine deutliche Tendenz zur besseren Nutzung des zugeführten Futterproteins. Der höhere Zuwachs in den Gruppen B und D bei geringerem Proteinverbrauch ist ein deutlicher Hinweis auf eine stärkere Enzymaktivität.

Fazit des 1. Versuches

Der Versuch zeigt, dass die Zulage von 300 ppm digestarom[®]1322 Jungferkel, Premium einen deutlichen Effekt auf die Zunahmen und Futterverwertung, unter anderem infolge höherer metabolischer Umsetzung der zugeführten Proteine, hat. Es ist abzuleiten, dass unter Zulage von digestarom[®]1322 Jungferkel, Premium, kostengünstigere Komponenten mit einem geringen Gehalt an Protein bzw. geringerer Verdaulichkeitsrate, in den Rationen verwendet werden können. Daraus resultiert neben einem besseren ökonomischen Ergebnis auch eine bessere ökologische Bilanz.

Versuch 2

Um diesen Effekt auch in einem weiteren Altersabschnitt des Schweins nachweisen zu können, wurde ein Folgeversuch mit Mastschweinen im Gewichtsabschnitt von ca. 50 bis 105 kg durchgeführt. In diesem Altersabschnitt ist die Ausbildung der körpereigenen Enzyme abgeschlossen. Veränderungen können daher relativ eindeutig dem Einsatz des Futtermitteladditivs zugeordnet werden.

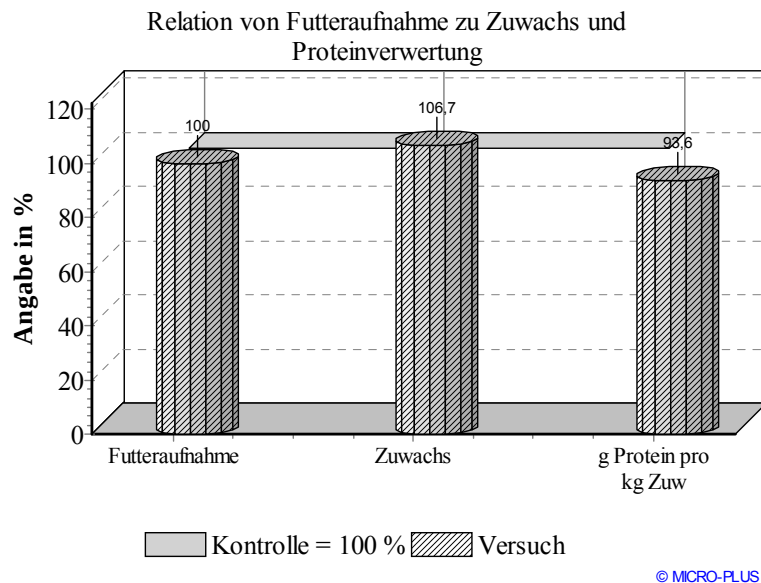
Material und Methode

Der Versuch wurde an der Universität von Kasan (Russland) mit je 40 Tieren pro Gruppe durchgeführt. Der Versuch wurde nach dem Prinzip der Gleichheit hinsichtlich der Lebendmasse, der Entwicklung, des Geschlechtes und der Wachstumsintensität durchgeführt. Die Tiere wurden mit 50 kg aufgestellt und 92 Tage im Versuch gemästet. Die Diäten unterschieden sich nur in der Zulage des phytoenen Futterzusatzstoffes digestarom[®] 1307 Mast (Dos. 150 ppm). Neben den üblichen zootechnischen Parameter wurden blutserologische Daten ermittelt.

Tabelle 2: Analyse der Diät in kg Trockensubstanz (TS)

	ME/kg	Rohprotein g/kg	Rohfett g/kg	Lysin g/kg	Methionin +Cystin g/kg
Diät A + B	13,5	167	24,5	7,17	5,06

Die Ergebnisse sind im Kriterium Zuwachs statistisch gesichert. Die Kontrollgruppe (Diät A) hatte eine Tageszunahme von 592 g, die Versuchsgruppe (Diät B) von 632 g. Die Differenz zu Gunsten der Versuchsgruppe betrug 6,7% ($p < 0,05$). Da die Futteraufnahme in beiden Gruppen gleich war, bedeutet dies eine deutlich bessere Futterverwertung in der Versuchsgruppe. Wie bereits im ersten Versuch wurde eine geringere Menge Protein je kg Zuwachs benötigt. Grafik 3 zeigt die Auswertung der Daten in % zur Negativkontrolle.



Grafik 3: Futteraufnahme und Proteinverwertung

Die zootechnischen Daten lassen den Schluss zu, dass den Versuchstieren mehr körpereigene Enzyme zur Verfügung standen und dadurch die eingesetzte Diät besser umgesetzt werden konnte. Die in der folgenden Tabelle dargestellten Befunde der Blutuntersuchungen erklären die zootechnischen Daten.

Die geringeren Werte bei Albumin und N-Harnstoff sind Hinweis auf eine Verbesserung der Eiweißsynthese in der Versuchsgruppe, während die Kontrollgruppe eine geringere Stickstoffverwertung hat. Die gefundenen Werte bei den Triglyceriden und Cholesterin weisen ebenfalls auf eine Verbesserung im Fettstoffwechsel hin. Der Cholesterinspiegel, der direkt den Fettstoffwechsel anzeigt, ist in der Versuchsgruppe um 7,4% höher als in der Kontrollgruppe.

Als Indikator für den Energiestoffwechsel wurde der Glucosegehalt im Blut bestimmt. Der Gehalt an Glucose war in der Versuchsgruppe um 9,6% höher. Bemerkenswert ist die Steigerung der Amylase in der Versuchsgruppe um 13,35%. Dies korrespondiert mit der Erhöhung des Glucosespiegels.

Die Fermente Aspartataminotransferase (AST), Alaninaminotransferase (ALT) und Lactatdehydrogenase (LDG) verdienen ebenfalls Aufmerksamkeit, da sie die Übertragung der Aminogruppen zwischen den Amino- und Ketosäuren fördern.

Tabelle 3: Die Resultate der biochemischen Untersuchung des Blutserum der Versuchstiere im Versuchszeitraum (n=5)

Bezeichnung	Maßeinheit	Kontrolle	Versuch
Gesamteiweiß	g / l	66,40 ± 1,21	72,00 ± 1,21
Albumin	g / l	38,00 ± 0,95	37,20 ± 1,56
N-Harnstoff	mmol / l	8,43 ± 0,38	7,55 ± 0,51
Triglyceride	g / l	0,70 ± 0,09	0,66 ± 0,03
Cholesterin	mmol / l	2,41 ± 0,07	2,59 ± 0,11
Glucose	mmol / l	4,13 ± 0,23	4,53 ± 0,21
Amylase	E / l	1591,20 ± 9,93	1803,60 ± 118,64
AST ¹	E / l	42,60 ± 2,09	53,60 ± 4,68
ALT ²	E / l	50,80 ± 1,32	51,40 ± 3,66
LDG ³	E / l	532,80 ± 7,84	539,20 ± 41,17
alkalische Phosphatase	E / l	94,60 ± 1,50	115,00 ± 6,30
Gesamtcalcium	mmol / l	2,45 ± 0,02	2,52 ± 0,05
Gesamtphosphor	mmol / l	2,45 ± 0,06	2,99 ± 0,14

¹ AST = Aspartataminotransferase

² ALT = Alaninaminotransferase

³ LDG = Lactatdehydrogenase

Schlussfolgerungen

Im Versuch 1 führten die weniger verdaulichen Komponenten in der Ration ganz offensichtlich zu einer verlängerten Verweilzeit des Chymus im Dünndarm. Dies hat in der Kontrollgruppe die Futteraufnahme negativ beeinflusst.

Durch die Zulage des phytoenen Futterzusatzstoffes digestarom[®] wurde im ersten Versuch dieser negative Rationsaspekt, bezogen auf die Futteraufnahme, vollständig aufgehoben.

Der Einsatz des phytoenen Futterzusatzstoffes digestarom[®] zeigt eine sehr deutliche positive Auswirkung bezogen auf Umsetzbare Energie und Proteinverwertung.

Beide Beobachtungen lassen die Schlussfolgerung zu, dass den Tieren in der Supplementatgruppe mehr Enzyme zur metabolischen Umsetzung der Diät zu Verfügung standen.

Im zweiten Versuch wurde nachgewiesen, dass sich bei Zulage von digestarom[®] die Menge an zur Verfügung stehenden körpereigenen Enzymen erhöht, wodurch die metabolische Umsetzung des Futters positiv beeinflusst wird.

Der Versuch zeigte ebenfalls, dass bei Einsatz von digestarom[®] ein signifikant höheres Wachstum bei gleicher Futtermenge erreicht wird.

Beide Versuche machen deutlich, dass bei Einsatz von digestarom[®] eine geringere Menge Protein pro kg Zuwachs benötigt wird.

Beide Versuche zeigen ebenfalls, dass sich durch die höhere metabolische Umsetzung der zugeführten Diäten, in den Supplementatgruppen positive nervale und humorale Steuerungssignale in Bezug auf das Hungersignal ergeben, während sich in der Negativkontrolle die Verweilzeiten im Darm verlängert haben müssen und sich demzufolge ein negatives nervales und humorales Steuerungssignal eingestellt hat.

Diskussion

Die beschriebenen Versuche legen den Schluss nahe, dass bei Einsatz des phytoenen Verdauungsförderers digestarom[®], Komponenten mit geringerer Verdaulichkeit, eingesetzt werden können. Dieses kann zur Schonung hochwertiger Proteinquellen beitragen, so dass diese einer weiteren Veredlung zur Verfügung stehen. Die durch höhere Resorption der zugeführten N-Stoffe bedingte verminderte Stickstoffausscheidung trägt nicht unwesentlich zur Entlastung der Umwelt bei. Ökonomisch betrachtet ergibt sich ein zusätzlicher Gewinn, da Komponenten mit einem geringeren Anteil an umsetzbarem Protein auch kostengünstiger sind.

Literatur

Bauman, E. E., H. H. Eisemann, W. B. Currie (1982):

Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth: role of growth hormone and prolactin. Fed. Proc. **41**, 2538-2544

Goodman, H. M. (1993):

Growth hormone and metabolism. In: the Endocrinology of Growth, Development and Metabolism in Vertebrates, pp. 91-115 (Schreibman, M. P., C. g. Scanes and P. K. T. Pang, eds.), Academic Press

Hochachka, P. W., g. N. Somero (1984):

Design of cellular metabolism. In: Biochemical Adaptation, pp. 15-54 (Hochachka, P. W. and g. N. Somero, eds.). Princeton University Press, Princeton, N. J.

Stangassinger, M. (1995):

Stoffwechselregulation in der Nutztierernährung: Potentiale – Verantwortung – Perspektiven. S. 247-263 (Abel, H., G. Flachowsky, H. Jeroch und S. Molnar, Hrsg.). Gustav Fischer, Stuttgart.



digestarom[®]
Aromavormischung für Tierfutter

Die Formel für den Erfolg

RevestArom
Geschmackstoffvormischung für Tierfutter

NeoSweet[®]
Süßstoffkombinationen für Ferkel

micro-plus
KONZENTRATE GMBH

Am Güterbahnhof 7 a · D-37627 Stadtoldendorf
Tel. +49 (0)55 32 - 90 16 - 0 · Fax. +49 (0)55 32 - 90 16 - 66
info@micro-plus.com · <http://www.micro-plus.com>

20 JAHRE

Great successes in the lowering of pH value in the small intestine of monogastric animals by using natural feed additives and lowering the macro elements

Hamidreza R. Rahmani¹ and Werner Speer^{2*}

¹Dept. of Animal Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan Iran

²APC Agrar Produktion und Consulting GesmbH, 8200 Gleisdorf, Austria

Preface

With respect to the progress in different fields of science, the animal production has also been evolved. Modern animal production is based on new discoveries of molecular biology that enables nutritionist to produce better and beneficial diets for animal feeding. Biochemistry and molecular biology are the main sources of these informations which help to understand the actual process of digestion and absorption.

On the other hand, several decades after using antibiotics in animal feeding many problems have been evolved in relation with resistance to these materials and serious side effects in feed chain from animal to human. Recent studies and researches are going to solve this problem by using natural additives as pre- and probiotics. APC natural feed additives are one of these natural products which were introduced by APC Agrar Produktion und Consulting Ges.m.b.H. in Austria.

This material was advertised as the other products from other companies but its natural source needed more attention which sounds different, particularly in relation with environmental pollution.

In this respect Fara Roshd Company in Iran decided to do some researches on it.

In addition this product was going to the farmers which normally need more information and these data's should come from researches in Iran environment which is different from Europe.

Abstract

Broiler production is one of economic ways for protein supply. Recent advances in this field suggest using pre and probiotics are more beneficial than antibiotics and have fewer disadvantages. This study was conducted to compare the effects of using an organic acid (citric acid) and natural additive (APC) on broiler performance and its relation with gut circumstances. 960 sexed Ross 308 chicken in a completely randomized design test in 6 groups with 4 replicates received corn-soybean meal based diet (control, group A) with 2.5% citric acid (group B) and 0.2% APC (group C). Body weight (BW), feed conversion ratio (FCR), duodenum and jejunum pH, ileum micro flora and serum gamma globulin were measured on days 21 and 42. Analyzed results with GLM, and compared means by Duncan's test showed that decreasing the pH of intestine significantly ($p < 0.05$) affects broiler performance by acting on microbial population of digestive system.

Introduction

In applied physiology nutrition and growth are two closely related and complementary subjects which are considered with each other. Gut conditions, as the main part of the body and responsible for digestion and absorption, are the subject of many researches. Digestive system of all species including avian has a dynamic property which regulates itself depending on the physiological requirements and present circumstances. This dynamic situation of the gastrointestinal tract (GIT) is dependent to many factors and the intestinal pH as well, particularly in chicken which seems different from other species (Farner, 1942). Relatively acidic pH of the avian GIT is also dependent to some factors such as, health of the chicken, kind of nutrients and more important, microflora content of the GIT. Correlation between the pH and microflora content, and microflora and nutrient are mutual (Sarraf et al., 1985). The pH level in specific areas of the GIT is a factor which establishes a specific microbial population, and also affects the digestibility and absorptive value of most nutrients. Most of the pathogens grow in a pH close to 7 or slightly higher. In contrast, beneficial microorganisms live in an acidic pH (5.8-6.2) and compete with pathogens (Ferd, 1974). In addition, lowering the pH by organic acids improves nutrient absorption (Boling et al., 2001).

The history of using antibiotics in poultry ration began 60 years ago (Moore et al., 1946), and today there are several antibiotics which are allowed to be used in poultry production (Jones et al., 2003) as growth promoters. All of them decrease microbial load in the GIT and improve weight gain and feed conversion ratio because they make more nutrients available to the host. Using antibiotics to establish a beneficial condition in the GIT has some disadvantages as well. These days antibiotic resistance (Bates et al., 1994; Roy et al., 2002) and entering the chemical drugs to human food chain are seriously considered. Several ways have been suggested as strategies to limit the antibiotic usage. Addition of prebiotics, probiotics (Fuller, 1989) and some organic acids (chaveerach et al., 2004) to the poultry ration are few of these solutions. The present study was conducted to evaluate the effects of citric acid and a natural product (APC) from Agrar Production and Consulting (APC) Company in Austria on broiler's performance, immunity and gut performance.

Materials and Methods

The experiment was designed as a completely randomized test with 6 treatments and 4 replicates. Treatments included normal diet (group A), normal diet + 2.5% citric acid (group B) and normal diet + 0.2% APC (group C). Regarding the special formula of the APC which uses 30-40% lower calcium (Ca) and phosphorus (P) than NRC, all these groups were treated with 2 levels (H, high and L, low) of these minerals and final treatments were: A_H, A_L, B_H, B_L, C_H and C_L, and each treatment had 4 replicates. 960 sexed one day old Ross 308 chickens (480 pair male and female) were divided equally into 24 cages (0.5×0.5m). Chickens were kept under the Ross recommended procedure and received 6 different diet formulas based on corn-soybean meal which contained 2900-3100 Kcal metabolizable energy and 21-19% protein as recommended by NRC over the different periods of production. But, Ca and P ratio were two levels for each group, NRC recommended (H) and 35% less than NRC (L). Chicken had free access to food and water, no antibiotics were used at all, and they were vaccinated against Newcastle disease (ND, days 10, 20 and 30, eye drop), infectious bronchitis (IB, days 1, 8 and 18, spray) and Gumboro (BD, days 14 and 24, drinking). Food consumption and weight gain were recorded weekly for 7 weeks, and blood samples were collected with 10 days interval via brachial vein. On days 21 and 42 two chickens of each replicate from both sexes were sacrificed with central ketamin injection. The ileum content plus duodenal and jejunal contents and tissues were collected for microbial, pH, and histological studies, respectively. The obtained data were analyzed by GLM using SAS software and Mean±SE were compared by Duncan's range test.

Results and Discussion

Results of the analyzed data are shown in table 1. As the table shows there are significant differences ($p < 0.05$) between treatments for BW, FCR and the pH of duodenum and jejunum. The best results belong to group C for all factors, group B is intermediate and group A is in the third situation. It seems the measured factors are correlated, because as the pH lowers, BW and FCR are improved and ratio of Lactobacillus to Escherichia coli also increases (see table 2). The percentage of gamma globulin is not changed significantly, but is relatively higher for group C.

Table1. Body weight (BW), feed conversion ratio (FCR), duodenum and jejunum pH (DpH, JpH), Lactobacillus Escherichia coli ratio (L/Ec), and gamma globulin percent (Ggl%) of different treatments on days 21 and 42.

D	T	BW(g)	FCR	DpH	JpH	L/Ec	Ggl %
21	A _H	502±07 ^b	1.481±0.015 ^b	6.2±0.4 ^b	6.4±0.4 ^b	0.5±0.1	22±3
	A _L	504±08 ^b	1.483±0.017 ^b	6.1±0.5 ^b	6.2±0.3 ^b	0.6±0.2	23±4
42	A _H	1720±25 ^d	2.081±0.032 ^b	6.4±0.5 ^b	6.3±0.2 ^b	0.5±0.2	26±3
	A _L	1640±30 ^e	2.094±0.041 ^b	6.3±0.5 ^b	6.2±0.3 ^b	0.4±0.2	23±2
21	B _H	517±08 ^{ab}	1.427±0.012 ^{ab}	5.9±0.4 ^{ab}	5.8±0.3 ^{ab}	0.7±0.2	24±3
	B _L	540±10 ^a	1.425±0.014 ^{ab}	5.8±0.3 ^{ab}	5.8±0.3 ^{ab}	0.8±0.2	25±4
42	B _H	1810±09 ^c	1.812±0.003 ^{ab}	5.8±0.4 ^{ab}	5.7±0.3 ^{ab}	0.6±0.2	26±4
	B _L	1870±10 ^b	1.813±0.005 ^{ab}	5.8±0.4 ^{ab}	5.9±0.2 ^{ab}	0.8±0.1	26±3
21	C _H	545±09 ^a	1.348±0.014 ^a	5.8±0.3 ^a	5.7±0.2 ^a	0.9±0.2	26±4
	C _L	560±06 ^a	1.352±0.013 ^a	5.6±0.2 ^a	5.6±0.2 ^a	1.1±0.2	27±3
42	C _H	1850±28 ^b	1.811±0.009 ^{ab}	5.9±0.3 ^a	5.7±0.3 ^a	0.9±0.3	25±4
	C _L	1940±30 ^a	1.752±0.023 ^a	5.7±0.3 ^a	5.6±0.2 ^a	1.2±0.3	27±4

D= Day, T= treatment, A= Normal diet, B= 2.5 citric acid, C= 0.2% APC

Subscript H= NRC level of Ca and P, Subscript L= 35% less than NRC level of Ca and P

Mean ± SE of equivalent D and T are compared, different superscript letter in each column for specific day and treatment indicate significant difference ($P < 0.05$)

Table2.

group	pH	
A	6.22±0.22 ^a	Feed with APC nat. add.
B	6.51±0.45 ^{ab}	Feed with acidifier
C	6.71±0.31 ^b	Convent. feed (Control)

group	Ratio-lactob.: coli bacillus	Lactobacillus	Coli bacillus	Total micro flora in the intestine
A	1.625 ^a	6.5×10 ⁶	0.4×10 ^{7a}	1.15×10 ^{7a}
B	0.06 ^b	1.7×10 ⁶	3.0×10 ^{7b}	3.5×10 ^{7b}
C	0.01 ^b	0.5×10 ⁶	4.0×10 ^{7b}	5.0×10 ^{7b}

These results confirm the findings about the relation between gut circumstances and performance of broilers. The pH values are close to the Farner (1942) report, and seems acidic in broiler's digestive system, which allow establishment of specific pH and microorganisms, particularly *Lactobacillus* sp (Sarraf et al., 1985). The mutual situation between microflora and pH prevents of *E. coli* growth and this conditions make the absorptive area more beneficial (Dofing et al., 1997), as the histological studies confirmed these changes (results not shown). On the other hand acidic conditions make the nutrients more available (Boling et al., 2001) which monitors better performance. As mentioned earlier no antibiotic was used in this study, and group C had the least mortality rate compared with other groups, probably related to better immunity and lower pathogens in their gut. APC as a natural additive stabilizes the pH in the digestive system and lower concentration of Ca with the mineral source synergizes this situation. Because Ca has a high acid binding capacity which is able to neutralize the H⁺ ions and at lower Ca level it works better. But using the low Ca level in other groups made some problems such as paralysis and tremor, that sounds NRC level of Ca is standard for normal diets, but might be manipulated by organic acids or natural prebiotics.

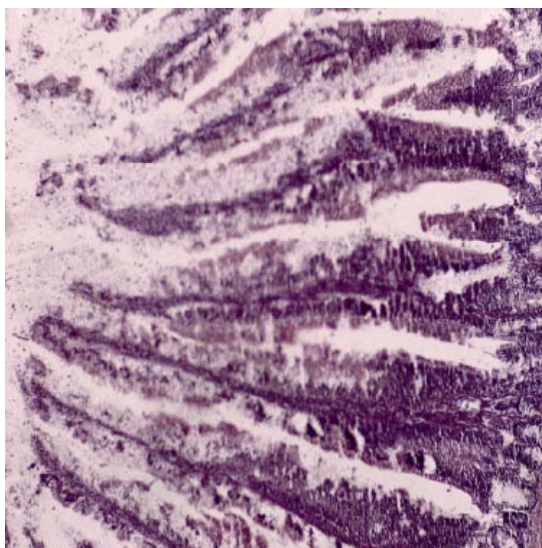
Histology of midjejunum

Histological results were very interesting. The picture of the epithelium showed serious damages to the cell content of group C, medium degeneration in group B, and intact with conditions in group A.

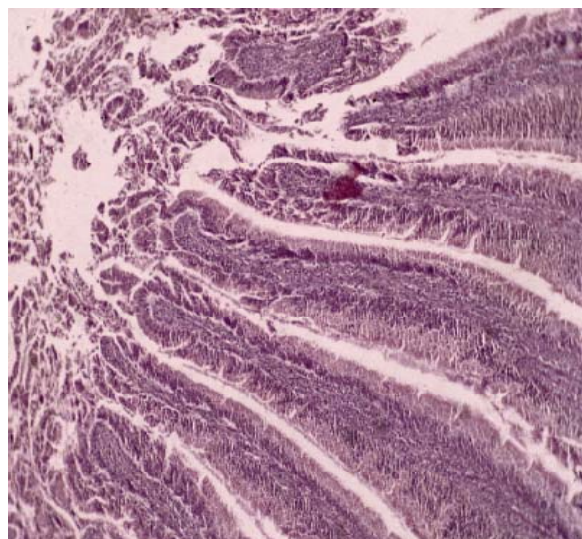
The pictures are shown in the following figure from group A and C.

shown by lens No 10

Feeding conventional



Feeding with APC nat. add.



References

- Chaveerah, P., D.A. Keuzenkamp, L.J. Lipman, and F. Van Knapen. 2004. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poult. Sci.* 83: 330-334.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66: 365-378.
- Bates, J., J. Z., Jordens, and D. T. Griffiths. 1994. Farm animals as a putative reservoir for vancomycin-resistant enterococcal infection in man. *J. Antimicrob. Chemother.* 34: 507-514.
- Boling, S.D., Snow, J.L., Parsons, C.M., and Baker D.H., 2001. The effect of citric acid on calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets, *Poult. Sc.* 80, 783-788.
- Roy, P., A. S. Dhillon, L. H. Lauerman, D. M. Schaberg, D. Bandli, and S. Johson. 2002. Results of salmonella isolation from poultry products, poultry, poultry environment, and other caharateristics. *Avain Dis.* 46: 17-24.
- Jones, F. T. and S. C. Ricket. 2003. Observations on the history of the development of antimicrobials and their use in poultry feeds. *Poult. Sci.* 82: 613-617.
- Moore, P. R., A. Evenson, T. D. Luckey, E. Mccoy, C. A. Elvehjam, and E. B. Hart. 1946. Use of sulfasuxidine, sterothricin and streptomycin in nutritional studies with chick, *J. Biol. Chem.* 165: 437-441.
- Farner, D. S. 1942. The hydrogen ion concentration in avian digestive tracts. *Poult. Sci.* 21, 445.

Ferd, D.J. 1974. The effect of microflora on gasrointestinal pH in the chick, Poult. Sc. 53, 115-131.

Sarra, P. G., F. Dellaglio, and V. Bottazzi. 1985. Taxonomy of lactobacilli isolated from the alimentary tract of chickens. System Appl. Microbiol. 6: 86-89.

Address of corresponding Autors

Werner Speer
Agrar Production und Consulting Ges.m.b.H. (APC)
A-8200 Gleisdorf/Austria, Lundersdorf 183
e-mail: apc@apc-austria.com

Echinacea purpurea als Futterzusatz bei Schwein und Geflügel

Barbara M. Böhmer, Brigitte R. Paulicks, Dora A. Roth-Maier

Fachgebiet Tierernährung, TU München, Weihenstephan

Eine Möglichkeit zur Stimulation bzw. Aktivierung des paraspezifischen Immunsystems bietet der Einsatz von Paramunitätsinducern (Mayr-Bibrack 1991). Dabei handelt es sich um Substanzen, die eine Stimulation der unspezifischen Abwehrmechanismen bewirken (Tizard 1993), und damit eine allgemein erhöhte Abwehrbereitschaft gegen Antigene und Noxen unterschiedlicher Herkunft auslösen. Die Arzneipflanze *Echinacea purpurea* (L) MOENCH wird mit dem Indikationsanspruch der Immunmodulation als pflanzlicher Paramunitätsinducer in der Humanmedizin sowohl in der prophylaktischen als auch in der therapeutischen Anwendung mit großem Erfolg eingesetzt. Dabei wird den *Echinacea*-Präparaten v.a. eine Stimulation des erregerspezifischen Abwehrsystems zugeschrieben (Bauer und Wagner 1991), die sich hauptsächlich in einer Steigerung der Phagozytoserate und in einer unspezifischen Aktivierung der Lymphozyten, einer erhöhten Natural Killer-Zellaktivität oder einer erhöhten Zytotoxizität manifestiert.

Über den Einsatz von *Echinacea*-Präparaten bei landwirtschaftlichen Nutztieren gibt es bislang keine wissenschaftlich fundierten Untersuchungen. Aufgrund ihres Wirkprinzips könnten aber Zubereitungen aus dieser Arzneipflanze auch bei landwirtschaftlichen Nutztieren zur Pro- und Metaphylaxe insbesondere von multifaktoriellen Infektionskrankheiten geeignet sein und als Ersatz für Fütterungs-Antibiotika dienen.

Ziel der im Folgenden beschriebenen Versuche war es, die Auswirkungen einer alimentären Zulage von *Echinacea purpurea* an Schweine und Geflügel auf die Leistungsfähigkeit sowie den Immun- und Gesundheitsstatus zu untersuchen. Dabei wurde *Echinacea* in Form von gemahlenen Cobs, die aus den oberirdischen, getrockneten Pflanzenteilen hergestellt waren, verabreicht. Die jeweiligen Kontrollgruppen erhielten Luzernegrünmehl im quantitativen Austausch für *Echinacea*. Die Dosierung richtete sich nach den für den Humanbereich empfohlenen Zulagehöhen an getrockneten *Echinacea purpurea*-Presssaftpräparaten unter Berücksichtigung des metabolischen Körpergewichts.

Bis heute hat sich die Zuordnung des aktiven immunmodulierenden Prinzips der Arzneipflanze zu bestimmten Inhaltsstoffen als äußerst schwierig erwiesen. Es gibt Hinweise (Bauer und Wagner 1991) auf die Beteiligung von Alkylamiden und Kaffeesäure-Derivaten (v.a. Cichoriensäure). Der Gehalt an Inhaltsstoffen variiert sehr stark in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt und Lagerung. Der Alkamidgehalt der verwendeten *Echinacea*-Cobs schwankte lagerungsabhängig zwischen 10,7 mg/100 g und 67,5 mg/100 g. Im *Echinacea*-Presssaft wurde ein Gehalt von 0,53 mg/100 ml ermittelt. Der Gehalt an Cichoriensäure in den *Echinacea*-Cobs schwankte zwischen 0,29 g/100 g und 0,42 g/100 g. Im Presssaft lag der Anteil der Cichoriensäure unterhalb der Nachweisgrenze. Die Analyse dieser extrahierten Inhaltsstoffe erfolgte mittels HPLC.

Legehennen

240 Legehennen (LOHMANN brown) wurden in 2 Gruppen aufgeteilt und erhielten während der Aufzucht (1.-20. Woche) ein Alleinfutter mit 0 bzw. 1,8 % *Echinacea*. Während der Legephase (21.-

32. Woche) betrug der *Echinacea*-Anteil 0 bzw. 4,8 %. Ansonsten bestanden Junghennen- und Legehennenfutter im wesentlichen aus Mais (50/46 %), Weizen (10/10 %) und Sojaextraktionsschrot (12/25 %) und enthielten 11,5 MJ ME/ kg und 163/154 g Rohprotein/ kg Futter.

Die Versuchsparameter Gewichtsentwicklung, Futteraufnahme und Futterverwertung der Versuchsgruppen bis zur 20. Woche waren nahezu identisch (Tab. 1). Auch während der Legephase traten keine Unterschiede zwischen den Gruppen auf (Roth-Maier et al. 2005).

Tabelle 1: Einfluss der *Echinacea*-Zulage auf die Leistungsparameter von Legehennen

Echinacea (%)		
im Aufzucht-/Legefutter	0	1,8 / 4,8
Lebendgewicht (g) 20. Woche	1544 ± 226	1535 ± 217
Legeleistung (Eier/100 Tage)	76,8 ± 3,9	76,3 ± 4,3
Mittleres Eigewicht (g)	66,4 ± 0,9	66,9 ± 1,2
Futterverwertung (kg Futter/kg Eimasse)	2,24 ± 0,12	2,28 ± 0,10

Broiler

Mit Broilern wurden 2 Fütterungsversuche durchgeführt. Zunächst wurde mit 360 Broilern (ROSS) über 5 Wochen ein Screening-Versuch mit breitgefächerten *Echinacea*-Dosierungen (0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,2; 4,8 %) durchgeführt. Die Tiere waren auf 9 Gruppen mit jeweils 10 Individuen aufgeteilt. Das Alleinfutter wurde mehlig vorgelegt, um eine Zerstörung oder Beeinträchtigung der Inhaltsstoffe der *Echinacea*-Cobs durch thermische Prozesse zu vermeiden. Die Hauptkomponenten waren Mais (16 %), Weizen (35 %), Sojaextraktionsschrot (26 %), Maiskleber (6 %) und Fischmehl (4 %) mit einem Energiegehalt von 13,8 MJ ME/kg und 231 g Rohprotein/kg Futter. Bei der Auswertung der Ergebnisse (Tab. 2) konnte kein Einfluss der unterschiedlichen Dosierungen auf die Versuchsparameter Futteraufnahme, tägliche Zunahmen, Futterverwertung (kg Futter/ kg Zuwachs), sowie der visuellen Beurteilung von Gesundheitszustand und Kotkonsistenz festgestellt werden (Roth-Maier et al. 2005).

In einem zweiten, 5-wöchigen Fütterungsversuch mit 180 Broilern kam zu einer *Echinacea*-Gruppe (2,4 %) eine Antibiotikum-Gruppe (10 mg/kg Flavomycin®) als Vergleichsfaktor. Die *Echinacea*-Dosierung lag im mittleren Bereich des ersten Versuches. Die Futterzusammensetzung und die Versuchsparameter waren identisch mit dem ersten Broilerversuch.

Die Auswertung zeigte (Tab. 3), dass die *Echinacea*-Gruppe eine signifikant niedrigere Futteraufnahme und ein geringeres mittleres Lebendgewicht hatte als die Antibiotikum-Gruppe und auch sonst die Leistungen der Kontrollgruppe nicht erreichte (Roth-Maier et al. 2005).

Tabelle 2: Einfluss der *Echinacea*-Zulage auf die Leistungsparameter von Broilern

<i>Echinacea</i> (%) im Futter	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8
Endgewicht (g)	2005 ± 63	1960 ± 95	1822 ± 189	1940 ± 73	1961 ± 65	1972 ± 112	1925 ± 107	1990 ± 87	1983 ± 113
Tägliche Zunahmen (g)	56 ± 2	55 ± 3	51 ± 5	54 ± 2	55 ± 2	55 ± 3	54 ± 3	56 ± 2	55 ± 3
Futtermaufnahme (g)	2962 ± 76	2875 ± 143	2734 ± 253	2896 ± 110	2862 ± 84	2925 ± 167	2833 ± 178	2913 ± 111	2935 ± 145
Futterverwertung (kg Futter/kg Zunahme)	1,43 ± 0,01	1,42 ± 0,02	1,46 ± 0,02	1,45 ± 0,02	1,41 ± 0,03	1,44 ± 0,02	1,43 ± 0,02	1,42 ± 0,05	1,44 ± 0,03

Tabelle 3: Einfluss einer *Echinacea*-Zulage oder eines Fütterungsantibiotikums auf die Leistungsparameter von Broilern

Zulage	0	Flavomycin® 10 mg/kg	<i>Echinacea</i> 2,4 %
Endgewicht (g)	1816 ^{ab} ± 326	1895 ^a ± 277	1719 ^b ± 313
Tägliche Zunahmen (g/d)	51 ± 5	53 ± 2	48 ± 3
Futtermaufnahme (g)	2880 ^a ± 207	2995 ^a ± 144	2713 ^b ± 142
Futterverwertung (kg Futter/kg Zunahme)	1,58 ± 0,04	1,53 ± 0,07	1,57 ± 0,04

^{a b} signifikant unterschiedlich (P<0,05)

Sauen

Der Fütterungsversuch mit 36 Zuchtsauen dauerte jeweils vom 85. Trächtigkeitstag bis zum 28. Laktationstag. Bis zum 110. Trächtigkeitstag erhielten die Tiere eine *Echinacea*-Zulage von 0, 1, 2

oder 3,6 % bei einer täglichen Futtermenge von 2,6 kg Alleinfutter. Im Laktationsfutter waren die *Echinacea*-Gehalte aufgrund der höheren Futteraufnahme (ad libitum) reduziert auf 0, 0,5 oder 1,5 %, womit die tägliche Aufnahme an *Echinacea* etwa gleich war. Das Alleinfutter für tragende Sauen bestand hauptsächlich aus Gerste (63 %), Weizenkleie (19 %), Sojaextraktionsschrot (4 %) und Luzernegrünmehl (6 %) bei einem Energiegehalt von 11,3 MJ ME/ kg und 118 g Rohprotein/ kg Futter. Das Zuchtsauen-Alleinfutter setzte sich im wesentlichen aus Mais (12 %), Weizen (25 %), Gerste (42 %) und Sojaextraktionsschrot (13 %) zusammen und enthielt je kg 13,8 MJ ME und 142 g Rohprotein. Die Zulage von *Echinacea* zeigte keinen Einfluss auf die Versuchsparameter Futteraufnahme, Lebendmasse der Sauen und Ferkel (Tab. 4), Körpertemperatur sowie die Blutparameter: Lymphozytenproliferation, Blutbild, Aktivität der Transaminasen (ALT, AST, γ -GT) und der alkalischen Phosphatase. Auch bei den Milchparametern (Rohproteingehalt, IgG1) und der visuellen Beurteilung von Gesundheitszustand und Kotkonsistenz war kein Effekt feststellbar (Maass et al. 2005).

Tabelle 4: Einfluss der *Echinacea*-Zulage auf die Leistungsdaten von Sauen und den Gehalt an Immunglobulinen (IgG1) im Kolostrum

<i>Echinacea</i>-Gehalt (%)			
im Trächtigkeits-/Laktationsfutter	0	1,2/0,5	3,6/1,5
Futteraufnahme in der Laktation (g/Tag)	5018 $\pm$ 799	4770 $\pm$ 794	4848 $\pm$ 877
Gewichtsverlust 110.Trächtigkeitstag – Absetzen (g/Tag)	1193 $\pm$ 374	1217 $\pm$ 498	1230 $\pm$ 397
IgG1 im Kolostrum (%)	0,34 $\pm$ 0,18	0,31 $\pm$ 0,22	0,35 $\pm$ 0,28
Geburtsgewicht der Ferkel (g)	1407 $\pm$ 216	1463 $\pm$ 159	1489 $\pm$ 190

Absetzferkel

Dieser Fütterungsversuch wurde mit 36 Ferkeln (DL x Pietrain) in 3 Gruppen über 6 Wochen (6 - 22 kg LG) durchgeführt. Analog zum zweiten Broilerversuch erhielten die Gruppen entweder eine *Echinacea*-Zulage (1,8 %) oder ein Fütterungsantibiotikum (Flavomycin, 20 mg/kg Futter). Das Alleinfutter auf der Basis von Gerste (30 %), Weizen (21 %), Körnermais (20 %), Sojaextraktionsschrot (18 %) und Fischmehl (6 %) hatte einen Energiegehalt von 13, 6 MJ ME/ kg und 167 g Rohprotein/kg Futter und wurde mehlig vorgelegt (ad libitum). Die Auswertung (Tab. 5) von Futteraufnahme, täglichen Zunahmen, Futterverwertung (kg Futter/kg Zuwachs) sowie verschiedenen Blutparametern (Lymphozytenproliferation, Blutbild, Aktivität der Transaminasen ALT, AST, γ -GT sowie der alkalischen Phosphatase) ergab keinen signifikanten Einfluss der Zulagen (Maass et al. 2005).

Tabelle 5: Einfluss einer *Echinacea*-Zulage oder eines Fütterungsantibiotikums auf die Leistungsdaten von Ferkeln

Zulage	0	Flavomycin® (20 mg/kg)	<i>Echinacea</i> 1,8 %
Futterraufnahme (g/Tag)	646 ± 115	673 ± 89	645 ± 61
Tägliche Zunahmen (g)	389 ± 75	408 ± 64	395 ± 45
Futtermverwertung (kg Futter/kg Zunahme)	1,60 ± 0,09	1,56 ± 0,11	1,54 ± 0,06

Mastschweine

Der letzte Versuch dieser Reihe wurde mit 48 Mastschweinen (DL x Pietrain, 32-84 kg LG) in Einzelaufstallung durchgeführt. Als *Echinacea*-Präparat wurden entweder die gemahlenen *Echinacea*-Cobs (1,5 %) oder der im Humanbereich mit Erfolg angewandte *Echinacea*-Presssaft (4-6 ml/Tier, Tag) eingesetzt. Damit sollte abgeklärt werden, ob dieses pharmazeutische Präparat (Echinacin®) nach peroraler Applikation beim Schwein überhaupt seine durch zahlreiche Studien im Humanbereich belegte immunologische Wirkung entfalten kann. Eingesetzt wurde der reine *Echinacea*-Presssaft, der durch Hitzesterilisation anstelle einer Ethanolbeigabe konserviert worden war. Die Höhe der Presssaft-Zulage richtete sich nach den Dosierungsempfehlungen für Echinacin® im Humanbereich. Um den möglichen Einfluss einer *Echinacea*-Zulage auf die spezifische Antikörper-Bildung feststellen zu können, wurden in diesem Versuch die Schweine zweimal mit einer Rotlauf-Vakzine (Porcilis Ery, Intervet) im Rahmen einer üblichen Grundimmunisierung geimpft.

Der gesamte Versuchszeitraum wurde in 2 vierwöchige Abschnitte geteilt, zu deren Beginn jeweils die Impfung der Tiere vorgenommen wurde. Entsprechend den Fütterungsempfehlungen für Mastschweine wurden in den beiden Abschnitten zwei verschiedene Alleinfutter (I/II) bestehend aus Gerste (48/54 %), Weizen (25/30 %) und Sojaextraktionsschrot (22/12 %) mit 13,5 MJ ME/kg und einem Rohproteingehalt von 164/136 g je kg Futter verwendet, das in Mehlform vorgelegt wurden. Die *Echinacea*-Cobs wurden gemahlen eingemischt, der Presssaft (4/6 ml /Tier, Tag) on top verabreicht.

Während bei den meisten Versuchsparametern (Futterraufnahme, tägliche Zunahmen, verschiedene Blutparameter: Lymphozytenproliferation, Blutbild, Aktivität der Transaminasen (ALT, AST, γ -GT), alkalische Phosphatase, Tab. 6) keine gesicherten Behandlungsunterschiede feststellbar waren, wurde die Futtermverwertung durch beide *Echinacea*-Präparate signifikant verbessert und die Zahl der spezifischen Antikörper nach Rotlauf-Impfung, insbesondere im zweiten Versuchsabschnitt, deutlich erhöht (Maass et al. 2005)

Tabelle 6: Einfluss der *Echinacea*-Zulage auf die Entwicklung der Rotlauf-Antikörper-Titer (Extinktion $\times 10^{-3}$) von Mastschweinen

Echinacea-Zulage	0	Echinacea- Presssaft (4/6 ml)	<i>Echinacea</i>-Cobs (1,5%)
Futteraufnahme (g/d)	2002 $\pm$ 144	2005 $\pm$ 128	2031 $\pm$ 108
Tägliche Zunahmen (g)	797 $\pm$ 64	828 $\pm$ 59	828 $\pm$ 46
Futterverwertung (kg Futter/ kg Zunahme)	2,51 ^a $\pm$ 0,08	2,43 ^b $\pm$ 0,12	2,45 ^{ab} $\pm$ 0,06
Rotlauf-Antikörpertiter (Extinktion $\times 10^{-3}$)	74,5 ^b $\pm$ 47,7	142,0 ^a $\pm$ 98,7	134,3 ^a $\pm$ 64,0

^{a b} signifikant unterschiedlich (P<0,05)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass *Echinacea purpurea* in Form eines Futterzusatzes für Broiler und Legehennen die Leistungsparameter nicht wesentlich beeinflusst und dass es somit keinen Ersatz für Fütterungsantibiotika darstellt. Bei Schweinen jedoch ist unter erhöhtem Infektionsdruck sowohl mit *Echinacea*-Cobs als auch mit Presssaft eine Leistungsverbesserung sowie ein immunstimulatorischer Effekt nachzuweisen. Inwieweit sich daraus eine Einsatzempfehlung für die breite landwirtschaftliche Fütterungspraxis, die zumeist mit deutlich höherem Infektionsdruck kämpfen muss, ableiten lässt, sollte in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Literatur

- Bauer, R., Wagner, H. (1991): *Echinacea* species as potential immunostimulatory drugs. In: Wagner H., Farnsworth NR, eds. *Economic and Medicinal Plant Research*. Vol. 5, London Academic Press Limited, 253-321
- Maass N., Bauer, J., Paulicks, B.R., Böhmer B.M. and Roth-Maier D.A. (2005): Efficiency of *Echinacea purpurea* on performance and immune status in pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 89, 244-252
- Mayr-Bibrack, B. (1991): Fragen aus der Praxis: Infektionsprophylaxe in der Kälbermast, *Tierärztl. Praxis* 2, 124-126
- Roth-Maier, D, A., Böhmer B. M., Maaß N., Damme K. and B. R. Paulicks (2005): Efficiency of *Echinacea purpurea* on performance of broilers and layers. *Arch. Geflügelk.*, 69 (3), 123127
- Tizard, I. (1993): Treatment of respiratory disease by means of immunomodulators, *Proc. of the 12th veterinary Respiratory Symposium, Comparative Veterinary Society, Pennsylvania*

Anschrift des Autors

Dr. Barbara Böhmer
 Fachgebiet Tierernährung
 TU München
 Hochfeldweg 6
 D-85354 Freising-Weihenstephan
 e-mail: boehmer@wzw.tum.de

Effekte eines phytogenen Zusatzstoffes (IHP043) auf die Leistung von Absetzferkel

Wolfgang Wetscherek¹⁾, Maximilian Dobretsberger²⁾ und Christine Leeb²⁾

¹⁾Universität für Bodenkultur Wien

²⁾Veterinärmedizinische Universität Wien

Einleitung und Literaturübersicht

Der Einsatz von phytobiotischen Substanzen in der Human- und Tierernährung hat in Indien eine lange Tradition. Der Einsatz von diesen Zusatzstoffen in der Schweinefütterung wird erst in den letzten Jahren getestet und zeigt in vielen Bereichen Erfolg versprechende Ergebnisse. Bei dem geprüften Produkt handelt es sich um eine Mischung aus gemahlenden Pflanzen (*Andrographis paniculata*, *Boerhaavia diffusa*, *Eclipta alba*, *Terminalia arjuna*, *Phyllanthus niruri*, *Medicago sativa*) der Firma Indian Herbs.

Der Einsatz von IHP043 in der Fütterung von Mastschweinen über den Gewichtsereich von 24 bis 115 kg Lebendmasse führte zu einer Verbesserung des Tageszuwachses und des Futteraufwandes. Bei einer Einsatzhöhe von 0,5 g/kg wurde der Tageszuwachs der Kontrollgruppe von 850 g um 3,8 % übertroffen. Die doppelte Menge des Produktes führte zu einer Steigerung des Tageszuwachses um 5,8 %. Der Futteraufwand wurde in ähnlichen Dimensionen verbessert (Wetscherek und Dobretsberger 2002).

In einer weiteren Untersuchung konnte die positive Wirkung des Einsatzes von 0,5 g IHP043 je kg Futtermischung in der Höhe von etwa 7 % gegenüber einer Kontrollgruppe mit einem Tageszuwachs von 857 g über einen Gewichtsereich von 26 bis 118 kg Lebendmasse festgestellt werden. Die doppelte Dosierung verbesserte die Leistung in diesen Versuch nur um 3 % (Wetscherek 2002).

Nachdem diese Versuche mit Mastschweinen die positive Wirkung auf die Mastleistung gezeigt haben, wurde in dieser Untersuchung der Einsatz des gleichen Produktes in der Absetz- und Aufzuchtphase von Ferkeln geprüft.

Material und Methoden

Der Versuch wurde am Lehr- und Forschungsgut der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Medau, A - 2563 Pottenstein/Tr. durchgeführt. Dafür wurden von einem Absetztermin 40 möglichst durchschnittlich schwere Edelschwein x Pietrainferkel auf zwei Versuchsgruppen aufgeteilt. Bei der Aufteilung wurde auf eine gleichmäßige Verteilung der Würfe und Geschlechter auf beide Gruppen geachtet. Das Alter der Ferkel beim Absetzen und bei Versuchsbeginn lag bei ca. 28 Tagen.

Die Haltung der Ferkel erfolgte in mit Stroh eingestreuten Teilspaltenboxen. Wasser stand über Selbsttränker zur freien Aufnahme zur Verfügung.

Die in der Absetzphase (1. bis 3. Versuchswoche) bzw. Aufzuchtperiode (4. bis 7. Versuchswoche) verwendeten Futtermischungen werden in der Tabelle 2 bzw. 3 in ihrer Zusammensetzung aufgelistet. Als Mineralstoff- und Vitaminprämix wurde das betriebsübliche Prämix für Ferkelmischungen der Fa.

Schaumann eingesetzt. Die Futtermischungen enthielten auch Bonvital und eine hohe Kupferdosierung entsprechend der geltenden Futtermittelverordnung.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Versuchsgruppe	
	1	2
Tiere	20	20
Boxen	2	2
Wurftermine	1	1
IHP043 g/kg	-	2
Absetzphase		
Aufzuchtphase	-	1

Tabelle 2: Zusammensetzung der Absetzfuttermischungen

Futtermittel	Versuchsgruppe	
	1	2
Gerste, %	19,85	19,65
Weizen, %	33,5	33,5
Sojaextraktionsschrot - 48, %	20,0	20,0
Kartoffeleiweiß, %	6,0	6,0
Molkenfettkonzentrat, %	5,0	5,0
Bierhefe, %	2,8	2,8
Dextrose, %	4,0	4,0
Rapsöl, %	4,0	4,0
Dicalciumphosphat, %	0,5	0,5
Viehsalz, %	0,2	0,2
Lysin, %	0,1	0,1
Methionin, %	0,05	0,05
SCHAUMAPHOS F, %	4,0	4,0
IHP043, %	-	0,2

Tabelle 3: Zusammensetzung der Aufzuchtfuttermischungen

Futtermittel	Versuchsgruppe	
	1	2
Gerste, %	44,58	44,48
Weizen, %	30,0	30,0
Sojaextraktionsschrot - 44, %	18,0	18,0
Trockenschnitte, %	1,0	1,0
Rapsöl, %	2,0	2,0
Dicalciumphosphat, %	0,5	0,5
Viehsalz, %	0,1	0,1
Lysin, %	0,5	0,5
Methionin, %	0,12	0,12
Tryptophan, %	0,05	0,05
Threonin, %	0,15	0,15
SCHAUMAPHOS F, %	3,0	3,0
IHP043, %	-	0,1

Die Ferkel wurden bei der Einstellung gewogen. Weitere Gewichtsfeststellungen erfolgten im einwöchigen Abstand. Weiters wurden die pro Box und Abschnitt gefressenen Futtermengen aufgezeichnet.

Auswertung

Bei der Aufzuchtleistung wurde der Gruppen- und Geschlechtseinfluss mittels zweifacher Varianzanalyse berechnet. Neben den Gruppenmittelwerten werden die Ergebnisse der biometrischen Auswertung als P-Wert angegeben. Ein P-Wert von 0,05 und kleiner bedeutet, dass sich die Gruppen signifikant unterscheiden.

Versuchsergebnisse

Futteranalysen

Der Nährstoffbedarf war bei den beiden Gruppen durch die Futtermischungen gedeckt und wird in den Tabellen 4 und 5 dargestellt. Die Energie- und Nährstoffgehalte unterschieden sich zwischen den Gruppen nicht wesentlich.

Tabelle 4: Analysenergebnisse Absetzfuttermischungen (10 bis 16 kg Lebendgewicht)

Merkmal	<i>Versuchsgruppe</i>	
	1	2
Trockensubstanz, g/kg	897	899
Rohprotein, g/kg	198	203
Rohfett, g/kg	77	75
Rohfaser, g/kg	29	26
Rohasche, g/kg	51	49
Stärke, g/kg	372	377
Zucker, g/kg	84	83
ME, MJ/kg	15,1	15,2

Tabelle 5: Analysenergebnisse Aufzuchtfuttermischungen (16 bis 36 kg Lebendgewicht)

Merkmal	<i>Versuchsgruppe</i>	
	1	2
Trockensubstanz, g/kg	894	898
Rohprotein, g/kg	194	198
Rohfett, g/kg	40	40
Rohfaser, g/kg	38	37
Rohasche, g/kg	54	54
Stärke, g/kg	438	438
Zucker, g/kg	34	34
ME, MJ/kg	14,0	14,1

Zootechnische Leistungen

Für die Auswertung wurden 1 Tier der Kontrollgruppe (Tageszuwachs 110 g in 3 Wochen) und 2 Tiere der Versuchsgruppe (Tageszuwachs 100 bzw. 124 g in 3 Wochen) von der statistischen Auswertung wegen zu geringer Zunahmen ausgeschieden. Die Daten der übrigen Tiere wurden mittels zweifacher Varianzanalyse unter Berücksichtigung von Gruppen- und Geschlechtseffekt ausgewertet.

Wie in der Tabelle 6 dargestellt, erreichten beide Gruppen in der dreiwöchigen Absetzphase eine gleiche Futterverwertung. Im gleichen Zeitraum erreichte die Gruppe mit IHP043 einen um 15,5 % höheren Tageszuwachs. Bei der wöchentlichen Auswertung war die Überlegenheit in der 1. und 3. Versuchswoche gegeben. Bei diesem Ergebnis ist auch noch hervorzuheben, dass durch das

Ausscheiden von 3 Tieren für die Auswertung das durchschnittliche Anfangsgewicht der Versuchsgruppe um etwa 4 % unter dem der Kontrollgruppe lag.

In den folgenden vier Versuchswochen war die IHP043-Gruppe der Kontrollgruppe im Tageszuwachs um 5,5 % überlegen.

Tabelle 6: Aufzuchtergebnisse

<i>Lebendmasse, kg</i>	Versuchsgruppe		s	P-Wert
	1	2		
Versuchsbeginn	10,3	9,9	1,55	0,498
7. Versuchstag	10,3	10,5	1,73	0,763
14. Versuchstag	12,6	12,7	2,06	0,869
21. Versuchstag	16,1	16,5	2,27	0,670
28. Versuchstag	19,4	20,4	3,04	0,319
35. Versuchstag	23,2	24,8	3,42	0,175
42. Versuchstag	28,1	29,6	4,05	0,308
49. Versuchstag	35,9	37,7	4,70	0,280
<i>Tageszuwachs, g</i>				
1. Versuchswoche	-3	77	91	0,018
2. Versuchswoche	333	324	93	0,780
3. Versuchswoche	501	533	91	0,329
1. bis 3. Versuchswoche	269	311	62	0,060
4. Versuchswoche	510	564	124	0,225
5. Versuchswoche	543	628	172	0,176
6. Versuchswoche	709	682	140	0,574
7. Versuchswoche	1107	1155	163	0,405
4. bis 7. Versuchswoche	717	756	103	0,282
<i>Futtermittelverbrauch, kg</i>				
1. bis 3. Versuchswoche	1,66	1,67		
4. bis 7. Versuchswoche	1,69	1,81		

Schlussfolgerungen

Diese Untersuchung zeigt, dass durch den Einsatz des Produktes IHP043 die Leistung der Ferkel in der Absetzphase signifikant verbessert werden kann. Die positive Wirkung war bei den älteren Ferkeln geringer. Insgesamt stellt das getestete Produkt eine interessante Komponente dar, die Leistungssicherheit in der Ferkelproduktion zu gewährleisten.

Literatur

- Wetscherek, W. (2002): Phytogene Futterzusatzstoffe für Schwein und Geflügel. Boku-Symposium Tierernährung, 1, 18-23.
- Wetscherek, W., Dobretsberger, M. (2002): Einsatz von LIVOL in der Schweinemast. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 11, 111.

Anschrift des Autors

Ao. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek
Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und – technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel-Straße 33, 1180 Wien
e-mail: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Einsatz von ätherischen Ölen (Fresta F) in der Ferkelaufzucht

Wolfgang Wetscherek

Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Unter phytoenen Futterzusatzstoffen werden Substanzen verstanden, die pflanzlichen Ursprunges sind. Dabei werden einerseits getrocknete und gemahlene Pflanzen oder Pflanzenteile (Samen, Blätter, Blüten, Wurzeln usw.) ohne weitere technische Aufbereitung verwendet, andererseits kommen mit Lösungsmittel extrahierte Pflanzenextrakte, beispielsweise ätherische Öle, zum Einsatz. Bei den für die Mischfutterindustrie angebotenen Produkten handelt es sich meistens um Kombinationsprodukte verschiedener pflanzlicher Rohstoffe, um ein breites Wirkungsspektrum abzudecken und Synergieeffekte nutzen zu können.

Die Nachfrage und Bedeutung solcher Produkte steigt weltweit sehr stark durch die nachhaltige Wirkung (keine Resistenzbildungen) und dem steigenden Interesse nach Alternativen zum Antibiotikaeinsatz. Die Erzeugung von phytobiotischen Zusatzstoffen hat bei der Firma Delacon seit 1988 eine lange Tradition.

Bei Fresta F handelt es sich um eine pulverförmige Vormischung aus mikroverkapselten ätherischen Ölen und Kräutern der Firma Delacon.

Material und Methoden

Der Versuch teilte sich in zwei Abschnitte. Nach der Einstellung der Ferkel erfolgte eine 21-tägige Absetzphase. Daran angeschlossen folgte die Aufzuchtphase. Der Versuchsplan wird in der Tabelle 1 dargestellt. Es wurden 72 Ferkel von zwei Betrieben angekauft. Die Ferkel wurden bei der Einstellung gewogen und so auf die Gruppen verteilt, dass in den zwei Versuchsgruppen ein gleiches Geschlechtsverhältnis und Verteilung der Betriebsherkunft herrschte und die Ferkel ein gleiches Durchschnittsgewicht in jeder Gruppe hatten. Weitere Wägungen erfolgten nach drei Versuchswochen (= Ende der Absetzperiode). Für den Aufzuchtversuch wurden Wägungen nach weiteren 19 bzw. 40 Versuchstagen durchgeführt. Die pro Box und Abschnitt gefressenen Futtermengen wurden aufgezeichnet. Die Haltung erfolgte in 18 Boxen mit Spaltenböden und einer Liegefläche mit jeweils 4 Tieren.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Versuchsgruppe	
	1	2
Tiere	36	36
Boxen	9	9
Einmischrate	0,2 % Fresta F	-
Absetzphase	0,02 % Fresta F Conc.	-
Aufzuchtperiode		

Tabelle 2: Zusammensetzung der Absetzfuttermischungen

Futtermittel	Versuchsgruppe	
	1	2
Gerste, %	28,18	28,38
Mais, %	23,0	23,0
Weizen, %	13,0	13,0
Sojaextraktionsschrot 44, %	12,0	12,0
Kasolac K25, %	10,0	10,0
Weizenkleie, %	5,0	5,0
Trockenschnitte, %	5,0	5,0
Rapsöl, %	1,5	1,5
Futterkalk, %	0,4	0,4
Monocalciumphosphat, %	0,2	0,2
Viehsalz, %	0,2	0,2
Prämix, %	0,4	0,4
Lysin, %	0,5	0,5
Methionin, %	0,17	0,17
Threonin, %	0,2	0,2
Tryptophan, %	0,05	0,05
Fresta F, %	0,2	-

Tabelle 3: Zusammensetzung der Aufzuchtfuttermischungen

Futtermittel	Versuchsgruppe	
	1	2
Gerste, %	29,93	29,95
Mais, %	25,0	25,0
Weizen, %	15,0	15,0
Sojaextraktionsschrot 44, %	22,0	22,0
Weizenkleie, %	3,0	3,0
Rapsöl, %	2,0	2,0
Futterkalk, %	1,2	1,2
Monocalciumphosphat, %	0,4	0,4
Viehsalz, %	0,4	0,4
Prämix, %	0,4	0,4
Lysin, %	0,43	0,43
Methionin, %	0,14	0,14
Threonin, %	0,16	0,16
Tryptophan, %	0,02	0,02
Fresta F conc., %	0,02	-

Auswertung

Die zootechnischen Leistungen wurden mittels einer Varianzanalyse unter Berücksichtigung von Gruppe und Geschlecht ausgewertet. Zusätzlich wurde das Anfangsgewicht für die Berechnung der Absetzphase rechnerisch auf 8,45 kg und für die Aufzuchtphase auf 13,75 kg korrigiert. Neben den Gruppenmittelwerten wurden die Ergebnisse der biometrischen Auswertung als P-Wert angegeben. Ein P-Wert von 0,05 und kleiner bedeutet, dass sich die Gruppen signifikant unterscheiden.

Versuchsergebnisse

Analysenergebnisse

Wie in der Tabelle 4 und 5 dargestellt, unterschieden sich die Absetz- und Aufzuchtfuttermischungen für die beiden Gruppen in ihrer Nährstoffzusammensetzung nur unwesentlich.

Tabelle 4: Analysenergebnisse der Absetzfuttermischungen (8,5 bis 13,5 kg Lebendgewicht)

Merkmal	Versuchsgruppe	
	1	2
Trockensubstanz, g/kg	884	884
Rohprotein, g/kg	165	160
Rohfett, g/kg	52	50
Rohfaser, g/kg	47	48
Rohasche, g/kg	45	45
Stärke, g/kg	369	372
Zucker, g/kg	62	62
ME, MJ/kg	13,32	13,20
Calcium, g/kg	3,7	3,8
Phosphor, g/kg	5,7	5,5
Magnesium, g/kg	2,4	2,4
Kalium, g/kg	10,0	9,0
Natrium, g/kg	1,44	1,37

Versuchsverlauf

Ein Tier der Gruppe 1 verendete nach fünf Versuchstagen an einer Darmverdrehung. Alle anderen Tiere beendeten den Versuch. Am Ende der ersten Versuchswoche traten bei einigen Tieren Durchfallprobleme auf, die medikamentös behandelt wurden. In der Gruppe 1 war an fünf Tieren eine Behandlung notwendig. In der Gruppe 2 mussten insgesamt zehn Behandlungen an neun Tieren durchgeführt werden.

Zootechnische Leistungen

Wie in der Tabelle 6 dargestellt, konnte in der Absetzphase (8,5 bis 13,5 kg) durch den Einsatz von Fresta F die Futteraufnahme signifikant gegenüber einer negativen Kontrollgruppe gesteigert werden. Dies führte auch zu einem deutlich gesteigerten Tageszuwachs (+18%), bei etwa gleich guter Futterverwertung.

In der Aufzuchtphase (13,5 bis 36 kg) waren die positiven Effekte geringer als im vorangegangenen Beobachtungszeitraum. Der Einsatz von Fresta F bewirkte etwa 2 % höhere Tageszunahmen und eine 9 % verbesserte Futterverwertung.

In einer gemeinsamen Betrachtung der Absetzphase und Aufzuchtphase erreichte die Gruppe mit Fresta F eine Verbesserung der Futterverwertung um 7 %. Bezüglich der Tageszunahme lag der positive Effekt von Fresta F bei ca. 4 %.

Tabelle 5: Analysenergebnisse der Aufzuchtfuttermischungen (13,5 bis 36 kg Lebendgewicht)

Merkmal	Versuchsgruppe	
	1	2
Trockensubstanz, g/kg	867	864
Rohprotein, g/kg	173	183
Rohfett, g/kg	45	44
Rohfaser, g/kg	44	44
Rohasche, g/kg	62	55
Stärke, g/kg	361	356
Zucker, g/kg	43	40
ME, MJ/kg	12,80	12,88
Calcium, g/kg	6,7	6,6
Phosphor, g/kg	6,0	6,0
Magnesium, g/kg	2,6	2,6
Kalium, g/kg	11,0	11,0
Natrium, g/kg	1,79	1,77

Tabelle 6: Versuchsergebnisse - Absetzphase

Merkmal	Versuchsgruppe		s	P-Wert
	1	2		
Absetzgewicht, kg	8,3	8,8	2,46	0,521
Endgewicht, kg	13,6	12,9	1,72	0,218
Futtermittelverbrauch, kg	8,7	7,2	1,12	<0,001
Tageszuwachs, g	245	212	82	0,218
Futtermittelverwertung, kg	1,86	1,75	0,64	0,604

Tabelle 7: Versuchsergebnisse - Aufzuchtphase

Merkmal	Versuchsgruppe		s	P-Wert
	1	2		
Lebendgewicht, kg				
Versuchsbeginn	13,5	13,0	3,87	0,690
19. Tag	22,7	22,5	1,87	0,765
40. Tag	35,9	35,4	2,87	0,599
Tageszuwachs, g				
1.- 19. Tag	472	463	98	0,764
20.- 40. Tag	627	613	120	0,706
1.- 40. Tag	553	542	72	0,599
Futtermittelverbrauch, kg	37,7	40,5	3,21	0,004
Futtermittelverwertung, kg	1,73	1,90	0,26	0,029

Tabelle 8: Versuchsergebnisse – Absatz- und Aufzuchtphase

Merkmal	Versuchsgruppe		s	P-Wert
	1	2		
Tageszuwachs, g	444	426	52	0,264
Futtermittelverbrauch, kg	46,7	48,7	3,80	0,083
Futtermittelverwertung, kg	1,76	1,90	0,26	0,078

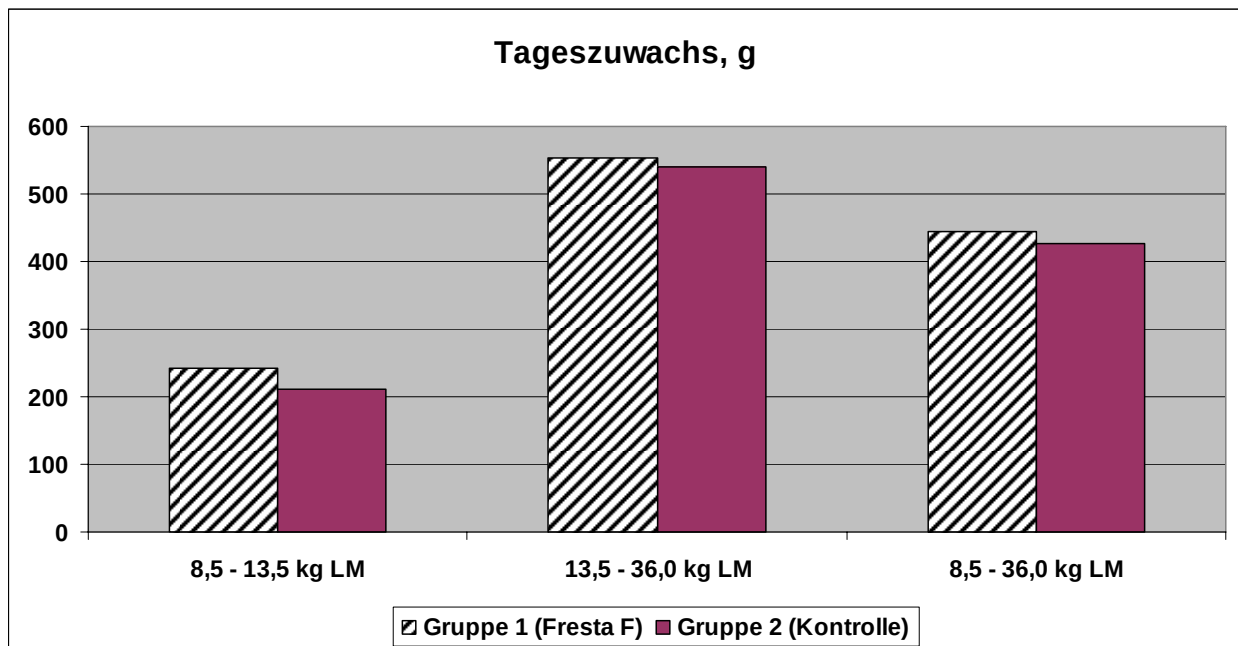


Abbildung 1: Darstellung der Versuchsergebnisse

Diskussion

Die Versuchsergebnisse lassen sich sehr gut mit älteren Untersuchungen mit diesem Produkt vergleichen.

Durch den Einsatz von 500 mg Fresta F / kg Futtermischung in einem Aufzuchtbereich von 12 bis 30 kg Lebendmasse wurde der Tageszuwachs gegenüber einer negativen Kontrollgruppe um etwa 4 % gesteigert. Die doppelte Menge führte zu einer Verbesserung des Tageszuwachses in der Höhe von etwa 8 %. Diese Leistungen waren mit einer positiven Kontrollgruppe (40 mg Tylosin je kg) vergleichbar. Der Futteraufwand wurde um 7 bzw. 9 % durch den Einsatz von 500 bzw. 1000 mg Fresta F je kg Futtermischung verbessert (Wetscherek 1998).

In einer weiteren Untersuchung zeigte sich ebenfalls eine Verbesserung des Tageszuwachses um 5 % durch den Einsatz von 500 mg Fresta F je kg Futtermischung in einem Aufzuchtbereich von 12 bis 31 kg Lebendmasse gegenüber einer negativen Kontrollgruppe. Der Futteraufwand wurde um etwa 4 % verbessert (Wetscherek 1995).

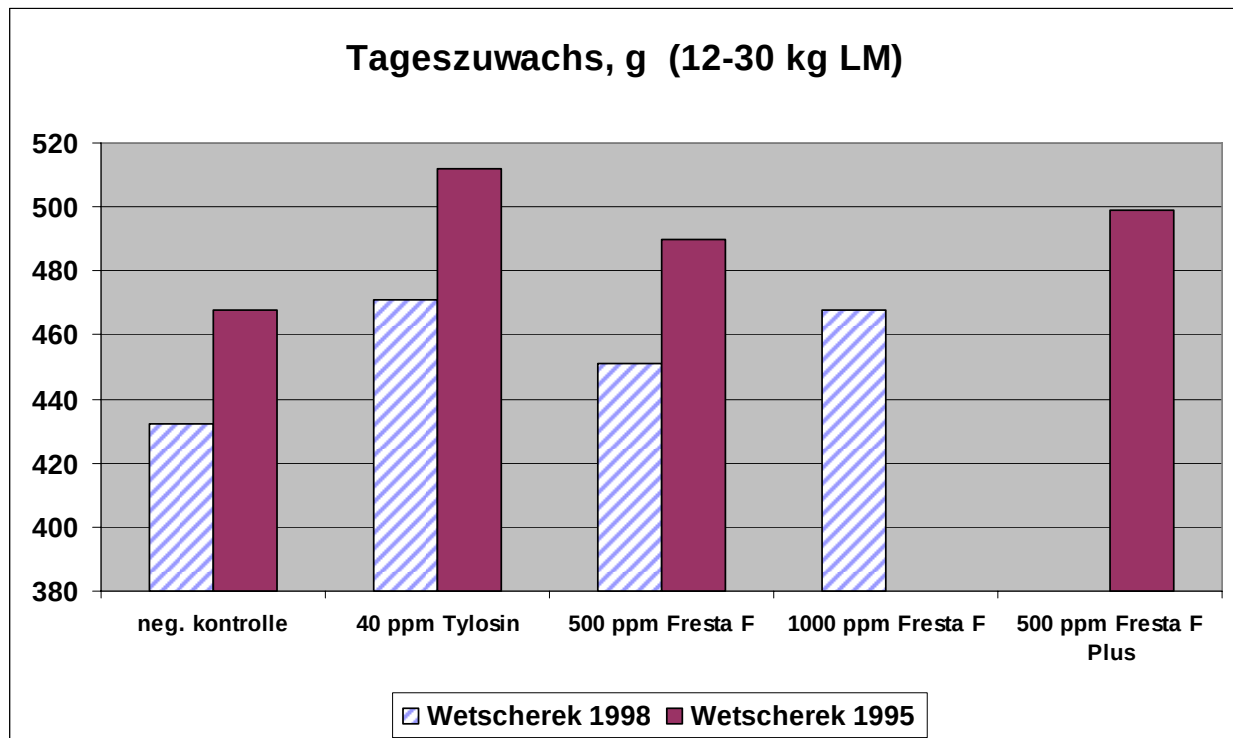


Abbildung 2: Vergleich mit Literaturergebnissen

Schlussfolgerungen

Dieser Versuch mit Fresta F konnte die positive Wirkung auf die Leistung und Gesundheitsstatus von Ferkeln in der Absetz- und Aufzuchtphase bestätigen.

Literatur

Wetscherek, W. (1998): Phyto gene Futterzusatzstoffe. Feed Magazine 81, 466-467.

Wetscherek, W. (1995): Erfolgreiche Ferkelaufzucht ohne antibiotische Leistungsförderer. Blick ins Land, 5, 11-12.

Anschrift des Autors

Ao. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek
Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel-Straße 33, 1180 Wien
e-mail: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Effect of essential oils or Avilamycin on microbial, histological and molecular-biological parameters of gut health in weaned piglets

A. Kroismayr¹, J. Sehm², H. Mayer¹, M. Schreiner¹, H. Foßy¹, W. Wetscherek¹, W. Windisch¹;

¹ University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

² Technical University Munich, Center of Life and Food Science, Weihenstephan

Abstract

According to the imminent ban of the use of antibiotic growth promoters in the EU, alternative substances and strategies are to be found. In this study a phytogetic product, consisting of essential oils, was compared with Avilamycin and a negative control regarding with respect to effects on zootechnical performance, as well as microbial, histological and molecular-biological parameter of gut health in a total of 120 weaned piglets. In total, the essential oil product affected performance and gut health parameter in a similar way as the antimicrobial growth promoter Avilamycin.

Introduction

Piglets are very sensitive to digestive stress symptoms during the weaning phase (KIRCHGEßNER & ROTH, 1988). In order to manage these problems, antibiotic feed additives have been used extensively until now. However, antibiotic growth promoters are about to be banned in the EU from the onset of 2006. In order to establish alternatives, phytogetic substances, especially essential oils, are of increasing interest now. According to WALD (2002), herbs, spices, plant extracts and essential oils may have a similar overall effect on performance of animals as antibiotic growth promoters (AGP). Phytogetic substances derived from Oregano (*Origanum vulgare*), especially the major active substances thymol and carvacrol, may prevent piglets from gut diseases (GÖßLING, 2001). RECHT (2005) mentions the antimicrobial and bactericidal mode of action of oregano derived essential oils. In this study we compared a phytogetic product with an antimicrobial growth promoter (AGP) and a negative control group in order to get more information about phytogetic substances as alternative products to AGPs and their mode of action.

Material and methods

The study was carried out from April to September 2004 on the pig farm of the Agricultural College of Hatzendorf (Styria/Austria).

Model substances

In this study, the essential oils were represented by a commercial botanical product (Biomin® P.E.P1000). It contained essential oils derived from Oregano (*Origanum vulgare*), Anis (*Pimpinella anisum*) and Citrus peels mixed with Chicory (*Cichorium intybus*) powder as carrier substance (25 g essential oils per kg of product). The product has been registered for use as feed additive.

Avilamycin (Tetracycline) was used as representative for the antibiotic feed additives (Maxus 100, Elanco Animal Health LTD; 100 g Avilamycin per kg of product). Avilamycin is permitted to be used as antimicrobial feed additive in the EU until 01.01.2006.

Animal trial

The study employed a total of 120 (65 male and 55 female) weaning piglets (Edelschwein x Pietrain) with an age of approx. 28 days at trial start. The piglets weighed approx. 8 kg at the beginning and 30 kg at the end of the trial. Three experimental replicates were performed involving 30, 45 and 45 piglets, respectively. The animals were housed in 3 fully slatted boxes of a conventional, air-conditioned piglet stable. At the 3 experimental replicates, the piglets were grouped according to litter, sex and body weight into 10, 15 and 15 blocks of 3 animals each. Within blocks, the animals were distributed to one of the 3 boxes and received one of 3 feeding treatments: (1) Negative control (no additions), (2) addition of essential oils and (3) addition of Avilamycin.

The 3 feeding treatments were applied to 3 types of standard complete feed mixtures: Starter feed (experimental day 1 to 7), weaning feed (day 8 to 21), and grower feed (day 22 to 50) (Tab. 1). No other additives with potentially growth promoting action were used (e.g. excessive Cu or Zn, probiotics, etc.). Feed and water were offered ad libitum.

Table 1: Content of nutrient and added products (essential oils or Avilamycin)

	Diet		
	Starter	Weaning	Grower
<i>Nutrient contents</i>			
Crude protein (g/kg DM)	203	195	192
Energy (MJ ME/kg)	15.2	14.8	15.0
<i>Additions of products</i>			
a) Negative Control	--	--	--
b) Essential oils: Biomin P.E.P. 1000, g/kg feed	2.0	2.0	1.0
c) Avilamycin Maxus 100, g/kg feed	0.4	0.4	0.4

At day 22 of each experimental replicate, 4 representative piglet blocks were slaughtered. The remaining animals were reared until day 50 of the study.

Measurements

Feed intake, body weight and feed conversion rate was recorded for the entire study (day 1 to 50). From the slaughtered animals, samples of digesta from terminal ileum, caecum and colon were collected for analysis of germ counts (aerobic and anaerobic germs, Lactobacilli, Bifidobacteria, Clostridia, Enterococci), of volatile fatty acids [VFA] (Acetic-, Propionic-, Butyric-, Lactic-, Valeric- and Capric Acid), and of biogenic amines (Colamin, Methylamin, Agmatin, Histamin, Dimethylamin, Pyrrolidin, Isopropylamin, Tyramin, Putrescin, Cadaverin, Spermidin, Spermin). Tissue samples were derived for histological investigations (surfaces of villi in jejunum and ileum, crypt depth in colon) for quantification of gene expression (caspase 3, cyclin D1, NF κ B, TNF α , IL 10, IGF 1 in blood, brain, colon, ileum, jejunum, liver, stomach, spleen, kidney, mesenterial lymph nodes and muscle). More details on material and methods are described by KROISMAYR et al. (2005a, b, c)

Results

The following graphs present a selected overview of the results described in KROISMAYR et al. (2005a, b, c). Numerically, daily weight gain was highest in animals supplied with essential oils, while feed conversion rate was best in the Avilamycin group. Colony counts of aerobic and anaerobic germs were decreased by both feed additives in the Ileum (Fig. 2 and 3). This effect disappeared behind the ileum except for a slight decrease of anaerobic germ counts in the caecum of piglets treated with essential oils. Both feed additives reduced contents of volatile fatty acids and biogenic amines (total sum) in all gut areas investigated, however without statistical evidence (Fig. 4 and 5). Histology (Fig. 6) showed evidence for smaller Peyers' patches due to both essential oils and Avilamycin. Gene expression of NF κ B and Cyclin D1 significantly decreased in both treatment groups compares to the negative control.

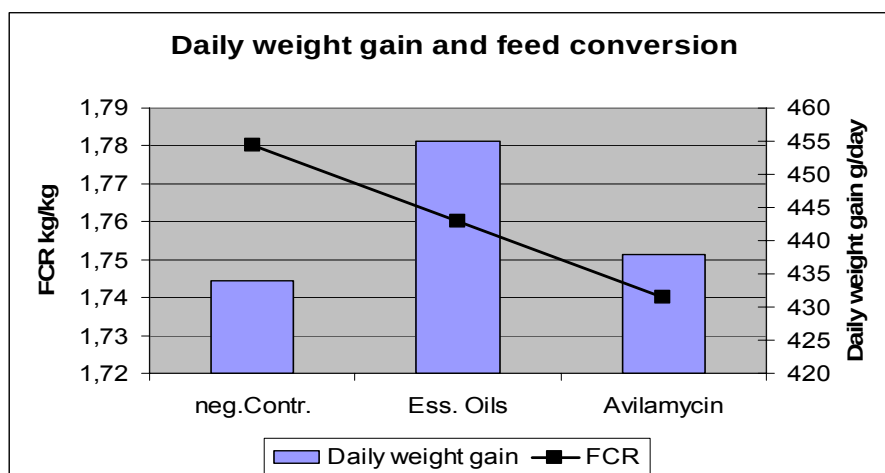
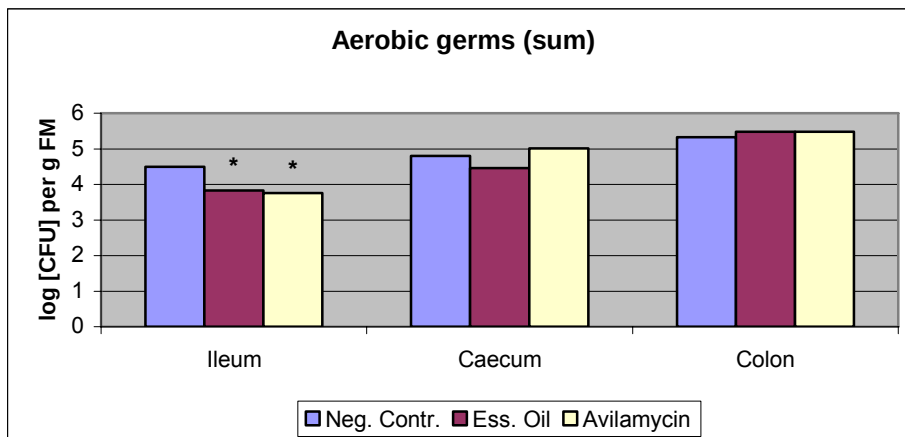
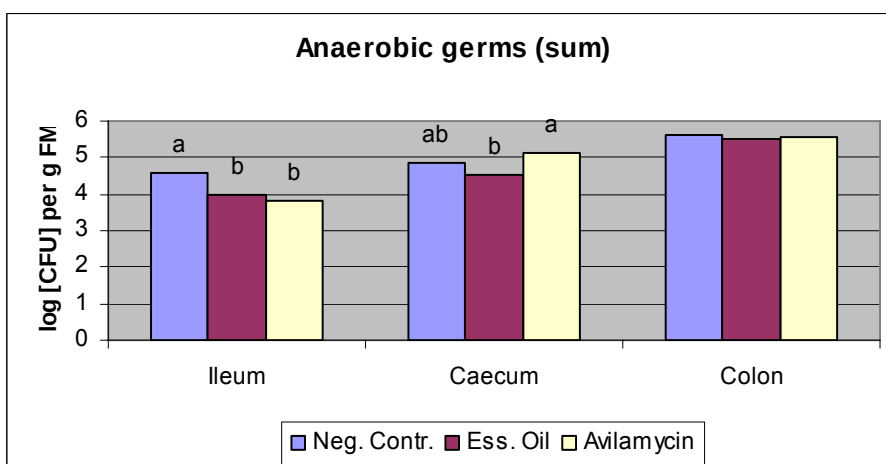


Figure 1: Zootechnical data



^{*)} Treatment means are statistically different from control level ($p < 0.05$)

Figure 2: Aerobic germs in different gut areas



^{a, b)} Treatment means without common superscript are statistically different ($p < 0.05$)

Figure 3: Anaerobic germs in different gut areas

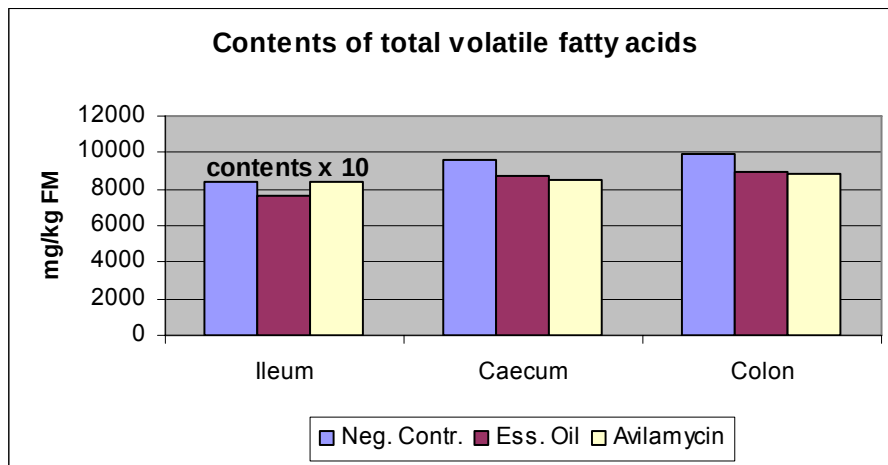


Figure 4: Contents of volatile fatty acids in different gut areas

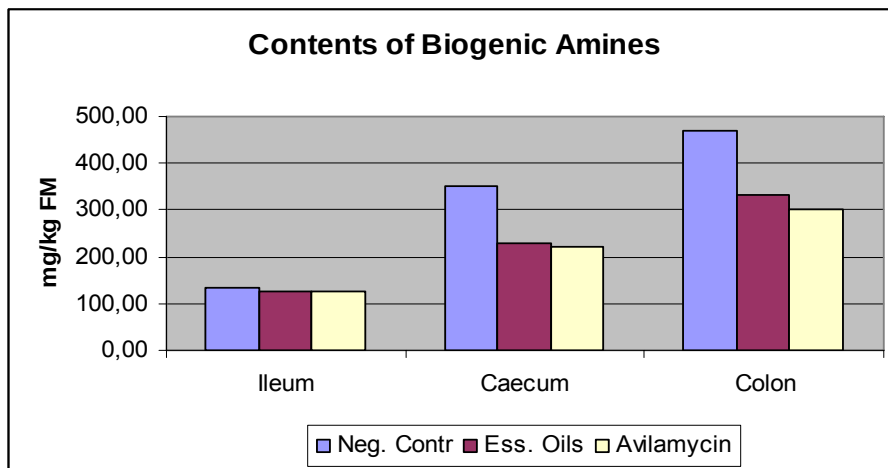
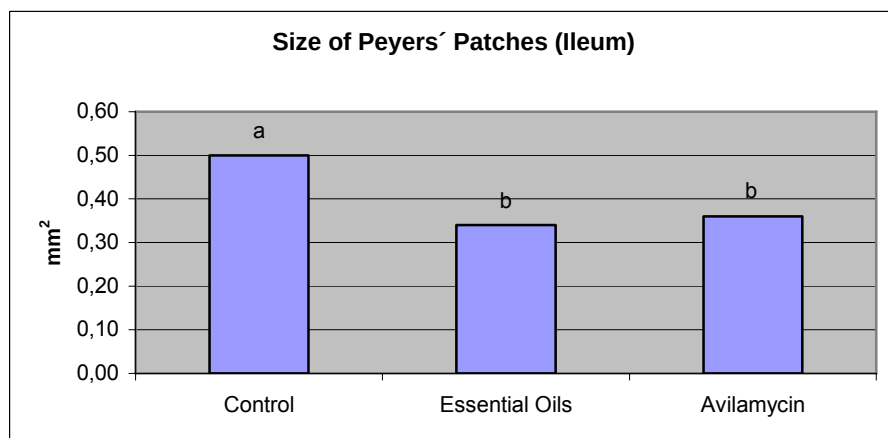
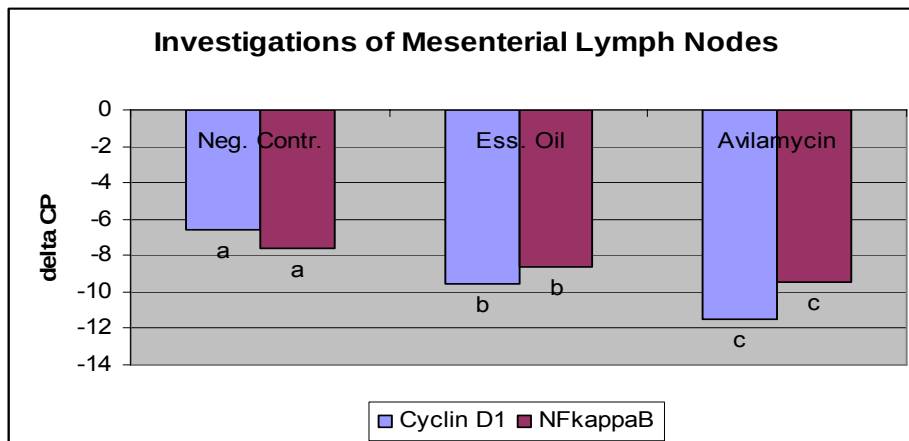


Figure 5: Contents of biogenic amines in different gut areas



^{a, b)} Treatment means without common superscript are statistically different ($p < 0.05$)

Figure 6: Size of ileal Peyers' patches



a, b) Treatment means are statistically different from control level ($p < 0.05$)

Figure 7: Contents of Cyclin D1 and NFκB in mesenterial lymph nodes

Discussion

The study indicates that the essential oil product may improve daily weight gain and feed conversion rate in the same direction and extent as the antimicrobial growth promoter (AGP). This is in accordance with ZHANG (2005), who showed a significant rise in zootechnical data when comparing the same essential oil product with a negative control group.

The decrease of anaerobic and aerobic germ counts in the ileum suggests that the essential oil product tested in the present study exerts an antimicrobial activity. This trend is confirmed by lower contents of biogenic amines and volatile fatty acids. In total, the antimicrobial action of the essential oil product was quite similar to the antibiotic growth promoter.

Smaller size of Peyer's patches suggest that there was less activation of immune defense in both trial groups (essential oils, Avilamycin). These results are confirmed by gene expression analyses in mesenterial lymph nodes showing a significant reduction in Cyclin D1 (cell cycle primer) and NFκB (pro inflammatory cytokine). These parameters also show that immune system of treated animals was less activated.

Stoni et al. (2005) showed that both supplements had positive influence on ileal digestibility of nutrients.

In conclusion, the essential oil product had a beneficial effect on performance and biological data similarly to the antimicrobial growth promoter.

Literature

GÖSSLING A. (2001), Wirkung eines Oreganoöl – Zusatzes als Futteradditiv auf die Darmflora von Absetzferkeln, Dissertation, Hannover

KIRCHGEßNER M, F.X. ROTH (1988): Ergotrope Effekte durch organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast, Übers. Tierernährung, 16, 93-108

KROISMAYR A., FOISSY H., SCHREINER, M., MAYER H., WETSCHEREK W., WINDISCH W. (2005a): Effect of essential oils or Avilamycin on the microbial activity in the gut of weaned piglets. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., in preparation.

KROISMAYR A, SEHM J., PFAFFL M., PLITZNER, C., WINDISCH W. (2005b): Influence of essential oils or Avilamycin on gut morphology and blood parameters of weaned piglets. J. Anim. Pysiol. a. Anim. Nutr., in preparation

KROISMAYR A, SEHM J., PFAFFL M., WINDISCH W. (2005c): m-RNA expression of inflammatory and apoptotic genes in weaned piglets fed with essential oils or Avilamycin. J. Anim. Pysiol. a. Anim. Nutr., in preparation

RECHT J. (2005), Einfluss seltener Erden in Verbindung mit phytogenen Zusatzstoffen auf Lesitungsparameter beim Ferkel, Dissertation, München

STONI A., ZITTELRL, KROISMAYR A., WINDISCH W., WETSCHEREK W. (2005): Effect of essential oils on digestibility of nutrients and recovery rates in tissues of weaning piglets. J. Anim. Pysiol. a. Anim. Nutr., in preparation

WALD C. (2002), Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener ätherischer Öle im Futter von Aufzuchtferkeln und Broilern, Dissertation, Halle-Wittenberg

ZHANG H. (2005), Natural product improves performance of weaner piglets, Nanjing Agricultural University, China In preparation.

Address of corresponding author:

Arthur Kroismayr, MSc
BIOMIN GmbH
Industriestraße 21
A-3130 Herzogenburg
e-mail: Arthur.Kroismayr@biomin.net

www.biomin.net

The Biomin logo consists of three horizontal bars on the left, followed by the word "Biomin" in a bold, sans-serif font, and three more horizontal bars on the right.

Biomin is a leading group with worldwide activities within the field of animal nutrition. We like to fill the following position in our head-office in Herzogenburg (Austria):

Application Champion Swine / Cattle / Poultry

With a profound knowledge of animal nutrition you are able to present technical details. With an overall view of our products, you give practical advice and deliver customized solutions to the marketplace. With this market experience you contribute to our product development.

You have a veterinarian or animal nutritionist's degree, with practical experience in the swine or cattle or poultry industry and solid understanding of animal husbandry. Fluent English and German language skills are essential.

If you meet our criteria please send your application and profile via mail, email or fax to: Biomin GmbH, Industriestrasse 21, 3130 Herzogenburg, Austria to the attention of Mrs. Susanna Schreiner, jobs@biomin.net, Fax: +43-2782-803-50

Ätherische Öle in der Ferkelfütterung: Effekt auf die Nährstoffverdaulichkeit und die Wiederfindung im Gewebe

A. Stoni¹⁾, K. Zitterl-Eglseer²⁾, A. Kroismayr¹⁾, W. Wetscherek¹⁾, W. Windisch¹⁾

¹⁾Universität für Bodenkultur Wien

²⁾Veterinärmedizinische Universität Wien

Einleitung

Mit dem Verbot des Einsatzes klassischer antibiotischer Leistungsförderer in der Tierernährung ab dem 1. Jänner 2006 steht eine wichtige Gruppe wirksamer und kostengünstiger Futterzusatzstoffe nicht mehr zur Verfügung. Diese Tatsache und vermehrte Diskussionen bezüglich Lebensmittelsicherheit, rücken den Einsatz von Alternativen zu den Fütterungsantibiotika immer mehr in den Vordergrund. Daher gewinnen Produkte auf Basis von Kräutern, Gewürzen und daraus gewonnenen Extrakten, in Form von ätherischen Ölen zusehends an Bedeutung (Wald, 2002).

Die Gründe für den Einsatz von Phytobiotika, wie auch für die anderen alternativen Zusatzstoffe liegen in der Verbesserung und der Stabilisierung der Tiergesundheit, der appetitanregenden Wirkung zur Steigerung der Futteraufnahme, der Förderung der Verdauung durch Anregung der Speichel-, Magen- und Darmsekretion sowie der antimikrobiellen Wirkung (Gollnisch et al., 2001, Günther et al., 1992, Kluth et al., 2002).

Ziel des Versuches war es, die Auswirkung des phytobiotischen Futterzusatzstoffes „P.E.P.“ auf die Nährstoffverdaulichkeit im Vergleich zu einer negativen Kontrolle und zu einer positiven Kontrolle mit Avilamycin zu untersuchen. Des Weiteren wurde die Wiederfindung der eingesetzten ätherischen Öle in den Geweben ermittelt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde mit 120 Absetzferkel der Kreuzung Edelschwein x Pietrain im Zeitraum vom 7. April bis 1. September 2004 an der Landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf, in drei Durchgängen, die jeweils 21 Tage dauerten, durchgeführt. Die Ferkel wurden auf drei Futtergruppen, die negative Kontrolle, die Behandlungsgruppen „P.E.P.“ und Avilamycin, aufgeteilt und hatten zu Versuchsbeginn eine durchschnittliche Lebendmasse von 8,2 kg. Die Fütterung der Ferkel erfolgte über Futterautomaten und das Futter wurde in mehligiger Form ad libitum angeboten. Vom Tag des Absetzens (Tag 1) bis zum Tag 7 erhielten die Ferkel ein Starterfutter, in den darauf folgenden 14 Tagen wurde den Tieren ein Absetzfutter verabreicht. Versuchsplan und Futtermischungen gehen aus den Tabellen 1 und 2 hervor.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Versuchsgruppe		
	neg. Kontrolle	„P.E.P.“	Avilamycin
Ferkelanzahl			
Durchgang 1	10	10	10
Durchgang 2	15	15	15
Durchgang 3	15	15	15
Mastdauer (Tage)	21	21	21
Zulage „P.E.P.“	0	2 g/kg FM	0
Zulage Avilamycin	0	0	40 mg/kg FM

Tabelle 2: Rationszusammensetzung des Starter- und Absetzfutters

Bestandteile	Starterfutter, Anteil in %	Absetzfutter, Anteil in %
Gerste	-	40,00
Mais	-	35,255
Mais (mikronisiert)	36,90	1,96
Weizen (mikronisiert)	20,00	-
Sojaproteinkonzentrat	6,50	4,50
Süßmolkepulver	6,00	4,50
Kartoffeleiweiß	5,00	4,00
Fischmehl 65%	5,00	4,00
Dextrose	5,00	-
Laktose	9,00	1,98
Biofaser	3,00	-
Futterkalkgries	0,72	0,92
Sojaöl	0,52	0,45
Diathomeenerde	0,50	0,50
Monocalciumphosphat	0,45	0,45
Viehsalz	0,17	0,24
Magnesiumphosphat	0,17	0,17
L- Lysin	0,45	0,50
DL- Methionin	0,20	0,16
Threonin	0,135	0,14
Tryptophan	0,09	0,08
Cholinchlorid	0,07	0,07
Spurenelementmischung	0,09	0,09
Vitaminkonzentrat	0,035	0,035

Die Futtermittel der drei Versuchsgruppen jedes Durchganges wurden auf Trockensubstanz, salzsäureunlösliche Asche, Rohasche, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Stärke und Zucker analysiert. Zusätzlich wurden die Behandlungsgruppen auf die Menge der ätherischen Ölkomponten Carvacrol, Anethol und Limonen untersucht.

In der Behandlungsgruppe „P.E.P.“ erfolgte eine Untersuchung des Blutplasmas, der Niere, der Milz, des Filzes, des Lungenbratens und des Kotes, um die Konzentration der ätherischen Ölkomponten festzustellen. Die Analysen erfolgten mittels GC/MS am Institut für Angewandte Botanik der Veterinärmedizinischen Universität Wien.

Die Kotproben für die Berechnung der Nährstoffverdaulichkeit, durchgeführt mittels der Indikatorermethode, wurden in der dritten Versuchswoche tierindividuell gesammelt und auf Trockensubstanz, salzsäureunlösliche Asche, Rohasche und Rohprotein analysiert. Die Bestimmung des Gesamtfettes erfolgte an 36 Kotproben.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels einer zweifachen Varianzanalyse nach Gruppe und Block (berücksichtigt die Parameter Geschlecht, Wurf und Anfangsgewicht). Zusätzlich wurde ein paarweiser t-Test zwischen negativer Kontrolle und „P.E.P.“ bzw. Avilamycin durchgeführt.

Ergebnisse

Die Durchschnittswerte der Analysenwerte des Absetzfutters der drei Gruppen sind Tabelle 3 zu entnehmen. Die Nährstoff- und Energiegehalte unterschieden sich in den Gruppen nicht wesentlich und entsprachen den angestrebten Werten.

Tabelle 3: Analysierte Nährstoffgehalte des Absetzfutters

	Versuchsgruppe		
	neg. Kontrolle	„P.E.P.“	Avilamycin
TS (g/kg FS)	900	898	894
XP (g/kg TS)	179	175	171
XL (g/kg TS)	45	39	44
XS (g/kg TS)	432	442	443
XZ (g/kg TS)	40	46	38
XF (g/kg TS)	30	31	29
XA (g/kg TS)	58	58	57
ME (MJ/kg TS)	14,1	14,0	14,0

Neben der Analyse der Inhaltsstoffe des Futters, erfolgte zusätzlich ein Nachweis der ätherischen Ölkomponten Carvacrol, Limonen und Anethol des Futters der Behandlungsgruppe „P.E.P.“

Tabelle 4: Ätherische Ölkomponenten von „P.E.P.“ im Absetzfutter

Ätherische Ölkomponenten	gefundene Menge in mg/kg Futter
Carvacrol	15,1
Anethol	Spuren
Limonen	0,8

Anhand Tabelle 5 lässt sich erkennen, dass während des Versuchs bei den einzelnen Rohnährstoffen Unterschiede in den Verdaulichkeiten auftraten. Durch die jeweilige Zulage in den Gruppen „P.E.P.“ und Avilamycin wurde die Verdaulichkeit der Trockensubstanz, der Rohasche, des Rohproteins und der organischen Substanz gegenüber der negativen Kontrollgruppe erhöht. Beide Gruppen erreichten im Durchschnitt bessere Ergebnisse in der Verdaulichkeit als die negative Kontrolle.

Die Rohproteinverdaulichkeit der Behandlungsgruppe „P.E.P.“ erreichte eine signifikante Steigerung um 3,3 % gegenüber der negativen Kontrolle, Avilamycin lag tendenziell mit 1,8 % über der negativen Kontrolle. Des Weiteren wurde die Verdaulichkeit der Trockenmasse und der organischen Substanz durch den Zusatz von „P.E.P.“ und Avilamycin im gleichen Ausmaß signifikant verbessert.

Tabelle 5: Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe

	Versuchsgruppe			s	P
	neg. Kontrolle	„P.E.P.“	Avilamycin		
Trockenmasse %	81,1	82,2*	82,1*	2,173	0,034
Rohasche %	54,5	56,2	56,1	5,276	0,114
Rohprotein %	73,2	75,6*	74,5	3,631	0,014
Gesamtfett %	61,7	60,1	61,9	6,150	0,654
org. Substanz %	82,9	83,9*	83,9*	2,089	0,039

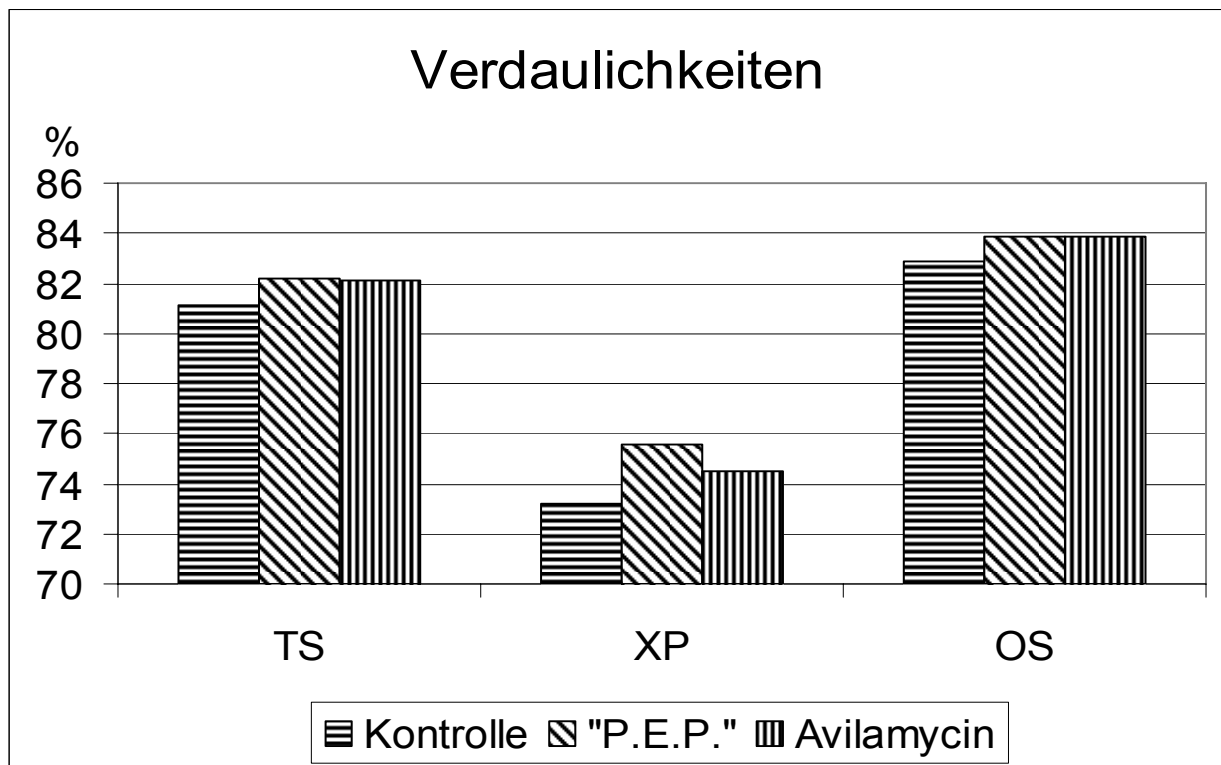


Abbildung 1: Verdaulichkeit in % von Trockensubstanz, Rohprotein und organischer Substanz

Die Ergebnisse der Untersuchung bezüglich der Wiederfindung von den ätherischen Ölkomponenten Carvacrol und Thymol in den einzelnen Geweben sind anhand Tabelle 6 ersichtlich.

In der Leber, dem Filz und dem Lungenbraten wurden keine nachweisbaren Gehalte an Carvacrol und Thymol eingelagert.

Im Plasma und in den Nieren konnte Carvacrol und Thymol quantitativ bestimmt werden. Im Kot überlagerte eine störende Verbindung den Thymolpeak, weshalb nur Carvacrol quantifiziert wurde.

Tabelle 6: Gehalte an Carvacrol und Thymol

	Carvacrol	Thymol
Futtermittel	15,1 mg/kg	-
Kot	215,4 ng/g	-
Verdaulichkeit der äther. Ölkomponenten	99,65 %	-
untersuchte Gewebe		
Niere	50-240 ng/g	2-30 ng/g
Leber	n.b.	n.b.
Lungenbraten	n.b.	n.b.
Filz	n.b.	n.b.
Plasma	106-171 ng/ml	10-19 ng /ml

Diskussion

Nach den Ergebnissen im vorliegenden Versuch lässt sich zeigen, dass die scheinbare Verdaulichkeit der Behandlungsgruppe Avilamycin gegen die negative Kontrolle signifikante Unterschiede in der Trockenmasse und der organischen Substanz aufwiesen. Die Rohproteinverdaulichkeit zeigte in der Gruppe Avilamycin eine tendenzielle Verbesserung um +1,8 % gegenüber der negativen Kontrolle. Dieses Ergebnis wird von Rattay et al. (1997), Pfirter et al. (1978) und von Roth et al. (1994) bestätigt.

Durch den Einsatz von „P.E.P.“ wurde in der Trockenmasse und der organischen Substanz gleiche Verbesserungen in der Verdaulichkeit wie Avilamycin erreicht. Die Verdaulichkeit des Rohproteins zeigte in der Behandlungsgruppe „P.E.P.“ eine signifikante Verbesserung gegenüber der negativen Kontrolle.

Ein möglicher Grund für eine verbesserte Nährstoffverdaulichkeit ist, dass sowohl der Zusatz des phytobiotischen Zusatzstoffes als auch des Antibiotikums Avilamycin die Aktivität der Mikroorganismen im Gastrointestinaltrakt reduziert und somit dem Tier eine größere Menge an Nährstoffen zur Verfügung stehen. Eine verbesserte Verdaulichkeit der Nährstoffe durch Einsatz von Phytobiotika beschreibt Varley (2002), indem er eine bessere und effektivere Absorption der Nährstoffe bestätigt, da erwünschte Bakterien gefördert und die Bedingungen im Verdauungstrakt optimiert werden.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse der Untersuchung bezüglich der Wiederfindung von ätherischen Ölen, dass das im Futter enthaltene Carvacrol nur zu 0,35 % im Kot ausgeschieden wurde.

Dies bedeutet, dass Carvacrol fast zur Gänze resorbiert wurde und daher in relativ hohen Konzentrationen im Blutplasma wiedergefunden wurde. Aufgrund dessen, dass weder in der Leber, im Filz noch im Lungenbraten Rückstände an Carvacrol und Thymol feststellbar waren, liegt der Schluss nahe, dass die Ausscheidung über den Harn erfolgte.

Diese These wird durch die Wiederfindung von Carvacrol- und Thymolgehalte in der Niere bestätigt. Scheline (1991) konnte die Ausscheidung von Carvacrol über den Harn feststellen.

Schlussfolgerung

Anhand der vorliegenden Arbeit kann bestätigt werden, dass das eingesetzte Phytobiotikum „P.E.P.“ in der Wirkung auf die Nährstoffverdaulichkeit mit dem antibiotischen Leistungsförderer Avilamycin gleichzusetzen ist.

Der Einsatz des Phytobiotikums „P.E.P.“ im Gewichtsbereich von 8 bis 13 kg Lebendmasse führte zu keinen Anreicherungen der eingesetzten ätherischen Öle in Fett-Fleischfraktionen, sowie in der Leber. Der vergleichsweise hohe Gehalt in der Niere zeigt deutlich die Rolle dieses Gewebes bei der Exkretion der ätherischen Öle bzw. deren Metabolite im Harn.

Literatur

- Gollnisch, K.; Halle, I. (2001): Effekte von ätherischen Ölen und Kräutern in der Tierernährung. In: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 8. Symposium, Jena Thüringen, FAL, 197-204
- Günther, K.D.; Adiarto (1992): Zum Einsatz ätherischer Öle in der Nutztierernährung. Die Mühle + Mischfüttertechnik, 129. Jahrgang, Heft 20, 273-277
- Kluth, H.; Schulz, E.; Halle, I.; Rodehutschord, M. (2002): Zur Wirksamkeit von Kräutern und ätherischen Ölen bei Schwein und Geflügel. 7. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 66-74
- Pfirter, H.P.; Halter, H.M.; Jucker, H.; Bickel, H. (1978): Die Wirkung von Chinoxalinderivaten auf das Wachstum und den Stoffwechsel des Schweines. Z. Tierphysiol. 40, 191-203
- Rattay, D.; Schulz, E.; Flachowsky, G. (1997): Einfluss eines Leistungsförderers, eines NSP-spaltenden Enzyms sowie deren Kombination auf die Rohrnährstoffverdaulichkeit beim Schwein. In: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 6. Symposium, Jena/Thüringen
- Roth, F.X., Kirchgessner, M. (1990): Nutritive Wirksamkeit von Avilamycin bei Ferkeln und Mastschweinen. Agribiol. Res. 43,26-35
- Scheline, R.R. (1991): Handbook of Mammalian Metabolism of Plant Compounds. CRC Press
- Varley, M. (2002): Real futur for herbal nutraceuticals. Pig Progress, 18, 10, 34-35
- Wald, Ch. (2002): Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener ätherischer Öle im Futter von Aufzuchtferkeln und Broilern. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Würtenberg

Anschrift des korrespondierenden Autors:

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Wetscherek
Abteilung: Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel Strasse 33,1180 Wien
e-Mail: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Effects of a combination of eugenol and cinnamaldehyde on ruminal protein and volatile fatty acids in lactating dairy cows

A. Bach¹, S. Calsamiglia², H.M.R. Greathead³, and C. Kamel³

¹Unitat de Remugants, Institut Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Tarragona, Spain

²Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

³Centre for Animal Sciences, School of Biology, University of Leeds, Leeds, United Kingdom

Introduction

Ruminal fermentation is based on a symbiosis between the ruminant and the microorganisms that results in a series of integrated reactions intended to optimise the utilisation of nutrients for the microbes and the host animal. However, the symbiosis does not always provide a maximum efficiency of digestion and liberation of feed nutrients in the rumen. Optimal ruminal microbial activity is essential for the synthesis of energy and high quality protein in ruminants. A sub-optimal feed efficiency may result in considerable losses of protein in the form of ammonia nitrogen and energy in the form of methane. These losses, in turn, have a considerable impact on the livestock industry and the environment.

As a consequence of the 2006 ban on all in-feed antibiotics used routinely in animal production, research has focused primarily on strategies for the pig and poultry sector which yield the same productivity from farm animals to the in-feed antibiotic they are intended to replace. However the question is of equal importance for the ruminant animal, as the high degree of intensification of livestock husbandry in Europe and around the world will likely remain insufficient to meet the expected doubling in the global demand and consumption of livestock products over the next 20 years. Future dairy strategies will be based on feed additives which show sound science on mode of action, safety and efficacy which offer cost-effective sustainable solutions. Many plants produce secondary metabolites such as essential oils, flavors and fragrances (Cowan, 1999). The effects of phenolic compounds (Chesson *et al.*, 1982), essential oils (Kamel, 2001), and sarsaponins (Wallace *et al.*, 1994) on microbial fermentation have been documented. Previous studies in a dual flow continuous culture system simulating the dairy cow have shown the benefits of eugenol from clove oil (*Eugenia spp.*) and cinnamaldehyde from cinnamon oil (*Cinnamomum spp.*) on energy and protein metabolism (Busquet *et al.*, 2005a; Busquet *et al.*, 2005b). The objective in this study was to confirm the effects of a combination of eugenol and cinnamaldehyde (XTD) on ruminal nitrogen metabolism and fermentation profile in cannulated dairy cows in early lactation.

Materials and Methods

Four Holstein dairy cows in early lactation of similar lactation number, days in milk and body condition were cannulated and randomly allocated to two treatment groups in a switchback design experiment

over three periods of 4 weeks each. Both treatments groups received the concentrate based on corn, soybean meal and corn gluten feed in a total mixed ration (Table 1) in two feedings per day except for the feeding of 400 mg/d of a dry product containing a combination of 28% w/w eugenol and 17% w/w cinnamaldehyde (XTD) for the experimental group.

Table 1

	TMR	Concentrate
----- Ingredient composition (as fed basis) -----		
Ryegrass silage	60.0	-
Distillers dried grains	-	9.9
Alfalfa hay	9.1	-
Barley	-	3.3
Cottonseed whole	5.2	-
Citrus pulp	2.6	-
Corn	13.1	29.6
Soybean meal	3.7	29.6
Corn gluten feed	5.7	16.5
Soybean hulls	-	6.6
Molasses	-	2.0
Sodium bicarbonate	-	1.6
Calcium carbonate	0.23	-
Dicalcium phosphate	0.05	-
Magnesium oxide	-	0.33
Salt	0.21	0.66
Premix	0.05	-
----- Nutrient composition (DM basis) -----		
Energy ¹ , Mcal/kg NE _{Lp}	1.56	1.89
CP, %	15.6	25.8
EE, %	4.9	2.9
NDF, %	35.4	21.7
ADF, %	20.7	11.2
Absorbable Ca, %	.4	.2
Absorbable P, %	.3	.4

¹ Net energy of lactation at production level (NE_{Lp}) was calculated at a level of intake equivalent to 23.5 kg/d DM following the NRC 2001 model.

The first 3 weeks of each period served as adaptation, and only data from three rumen samplings collected 2-3 hours following the morning feed offering were analysed. These samples were strained through a double-layer of cheesecloth and analysed for total and individual volatile fatty acids (Jouany, 1982), ammonia N (Chaney and Marbach, 1962), and peptide N and amino acid N concentrations (Winter *et al.*, 1964). Rumen pH was registered using a portable pH meter (Model 507, Crison Instruments SA, Barcelona, Spain). The data were analyzed using PROC MIXED (SAS) with the random interaction between cow and treatment as the experimental error term in the analysis of variance (Tempelman, 2004). Additionally, repeated measures on the same animal within the same period were included in the model following a repeated measures analysis.

Results

The results on protein degradation from this study are shown in Table 2. Dairy cows fed the ration supplemented with XTD had lower ($p=0.02$) ruminal ammonia nitrogen (16.8 mg/dl for control, 15.0 mg/dl for XTD). In parallel, amino acid N tended to be higher in the XTD group ($p=0.09$).

Table 2. Effects of the supplementation of a combination of eugenol and cinnamaldehyde (XTD) versus control on rumen protein degradation in cannulated dairy cows.

	Control	XTD	SEM	<i>P</i> -value
Ammonia N, mg/dl	16.8	15.0	0.91	0.02
Amino Acid N, mg/dl	15.4	18.5	0.97	0.07
Peptide N, mg/dl	16.6	15.9	0.41	0.18

As shown in Table 3, total volatile fatty acids and pH were similar for both treatments. However, dairy cows fed the XTD diet showed lower acetate levels ($p=0.02$) and a trend toward increased propionate ($p=0.09$). As a consequence, the acetate-to-propionate ratio in the XTD group was reduced ($p=0.02$). Butyrate was increased and isobutyrate was decreased ($p=0.07$ and $p=0.01$, respectively).

Table 3. Effects of the feeding of a combination of eugenol and cinnamaldehyde (XTD) versus control on rumen total and individual volatile fatty acids (VFAs) in cannulated dairy cows.

	Control	XTD	SEM	P-value
Rumen pH	6.13	6.18	0.147	0.61
Total VFA, mM	145.9	149.2	5.52	0.65
VFA, mol/100 mol				
Acetate	57.0	55.2	0.27	0.01
Propionate	24.0	25.9	0.31	0.09
Butyrate	14.6	16.0	0.42	0.07
Isobutyrate	1.50	1.17	0.02	0.01
Valerate	1.25	1.24	0.03	0.85
Isovalerate	1.58	1.48	0.08	0.37
Acetate:Propionate	2.37	2.23	0.03	0.02

Blood samplings taken approximately 2 hours post-prandial indicated a no significant difference on non-esterified fatty acid (NEFA) levels between treatments. However, NEFA levels for the cows fed the XTD diet tended to be lower ($p=0.57$) in the first period of feeding (Table 4).

Table 4. Effects of the supplementation of a combination of eugenol and cinnamaldehyde (XTD) versus control on blood non-esterified fatty acid (NEFA) levels in cannulated dairy cows over the first period of feeding.

NEFA, mEq/L	Control	XTD	SEM	P-value
Period 1	0.23	0.18	0.07	0.57
Period 2	0.11	0.09	0.015	0.21
Period 3	0.11	0.10	0.019	0.64

Discussion

Previous studies in a dual continuous flow system simulating the dairy cow have shown the effects of cinnamaldehyde (Busquet *et al.*, 2005a) and eugenol (Busquet *et al.*, 2005b) on protein and energy metabolism.

This feeding study with early lactation dairy cows showed that a combination of eugenol and cinnamaldehyde reduced ammonia N concentration and increased small peptides and amino acid N. These results suggest that XTD slowed deamination activity. This, in turn, may lead to lower BUN (blood urea nitrogen) and MUN (milk urea nitrogen) levels in the dairy cows and may be particularly effective in dairy diets high in rumen degradable protein such as those based on fresh grass or grass silage.

The feeding of XTD in early lactation dairy cows showed effects on VFA profiles in the rumen. XTD significantly reduced isobutyrate, a deamination product of branched chain amino acids, confirming

again the effects of eugenol and cinnamaldehyde on deamination. Furthermore, the feeding of XTD in early lactation dairy cows significantly reduced acetate levels and the acetate-to-propionate ratio. Serum NEFA concentrations were affected ($P < 0.001$) by period, as expected. As DIM (Days In Milk) increased, plasma NEFA concentrations decreased (Table 4), which has been shown as a correlation in previous studies (XX). However, animals receiving the XT diet showed a tendency for lower ($P = 0.57$) serum NEFA concentrations compared with the Control cows particularly (0.23 vs 0.18 mEq/l, respectively) indicating that the inclusion of XTD may spare body stores from being used to sustain milk production. In addition, this suggests that XTD may shift rumen dynamics towards the production of gluconeogenic precursors which may be particularly applicable in the transition and early lactation cow where energy may be at a deficit. Although not significant, the tendency for XTD to reduce blood non-esterified fatty acids indicates it may spare the animal from mobilising corporal fat stores to compensate for an energy deficient state.

Further studies are ongoing to correlate the rumen benefits on protein and energy metabolism from the feeding of XTD in transition and early lactation cows where energy may be at a deficit.

References

- Busquet, M. Calsamiglia, S. Ferret A., and Kamel, C. (2003). Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. *Journal of Dairy Science* 88, 2508-2516.
- Busquet, M. Calsamiglia, S. Ferret A., and Kamel, C. (2005b). Screening for the effects of natural plant extracts and secondary plant metabolites on rumen microbial fermentation in continuous culture. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, In press.
- Chaney, A. L., and Marbach, E.P. (1962). Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.* 8:130-132.
- Chesson, A., C. S. Stewart, and Wallace, R.J. (1982). Influence of plant phenolic acids on growth and cellulolytic activity of rumen bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 44:597-603.
- Cowan, M. M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12:564-582.
- Jouany, J. P. (1982). Volatile fatty acids and alcohol determination in digestive contents, silage juice, bacterial cultures and anaerobic fermenter contents. *Sci. Aliments* 2:131-144.
- Kamel, C. (2001). Tracing modes of action and roles of plant extracts in non-ruminants. Pages 135-149 in *Recent advances in animal nutrition*. P. C. Garnsworthy, and J. Wiseman, ed. Nottingham. Univ. Press. United Kingdom.
- Holtenius, P., Holtenius K. (1996). New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: a review. *Zentralbl. Veterinarmed A.* 43(10): 579-87.
- Tempelman, R. J. (2004). Experimental design and statistical methods for classical and bioequivalence hypothesis testing with an application to dairy nutrition studies. *J. Anim. Sci.* 82(E Suppl.):E162-E172.
- Wallace, R. J., L. Arthaud, and Newbold, C.J. (1994). Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentrations and ruminal microorganisms. *Appl. Environ. Microbiol.* 60:1762-1767.
- Winter, K. A., R. R. Johnson, and Dehority, B.A. (1964). Metabolism of urea nitrogen by mixed cultures of rumen bacteria grown on cellulose. *J. Anim. Sci.* 97:793-797.

Address of corresponding the author

email: bgylick@leeds.ac.uk

Untersuchungen zum Einfluss von Sangrovit® auf die *In vitro*-Fermentation und Pansenstabilität von Sanguinarin

K. Metzger-Petersen¹, K. Tschirner², S. Wolfram¹

¹Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Deutschland;

²Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Eltville, Deutschland

Einleitung

Die Supplementierung von Rationen mit Sangrovit®, einem Futterzusatzstoff aus der Pflanze *Macleaya cordata*, führte bei verschiedenen Spezies zu Leistungsverbesserungen (Przybilla & Weiß, 1998; Ader & Roth, 2003). Als wirksame Inhaltsstoffe werden dabei Benzo[c]phenanthridin-Alkaloide, insbesondere Sanguinarin, genannt (Mellor, 2001). Der Gehalt der Wirksubstanzen kann nicht nur im Produkt, sondern auch in Premixen, Mineral- und Mischfuttern mittels HPLC nachgewiesen werden (Tschirner, 2004). Eine Vielzahl von *In vitro*-Studien zeigen Sanguinarin-Wirkungen auf verschiedene Enzyme, Zellen und zelluläre Regelsysteme (Walterova *et al.*, 1995). Darüber hinaus wurde nachgewiesen, dass Sanguinarin *in vitro* eine antimikrobielle Wirkung auf orale Keime besitzt (Walker, 1990).

Da das Produkt umfangreich in der Wiederkäuerfütterung eingesetzt wird, sollte in der vorliegenden Studie ein möglicher Einfluss von Sangrovit® auf den fermentativen Abbau der organischen Substanz, als Indikator für die mikrobielle Aktivität, untersucht werden. Ein weiteres Ziel war die Untersuchung der Pansenstabilität von Sanguinarin.

Material und Methoden

Die Bearbeitung beider Fragestellungen erfolgte mittels einer *In vitro*-Inkubationsmethode (Hohenheimer Futterwerttest (HFT), Naumann & Bassler, 1976).

Für diese Untersuchungen wurden fünf Versuchsfuttermischungen, die sich in ihrem Sangrovit®-Gehalt unterscheiden, hergestellt (Tabelle 1). Dabei wurden die Sangrovit®-Konzentrationen so gewählt, dass die Sangrovit®-Konzentration im HFT-Kolbenprober, rechnerisch der im Pansen bei der jeweiligen Sangrovit®-Aufnahme entspricht (Tabelle 1). Die Variante 1 stellt dabei, die für die praktische Rinderfütterung empfohlene Sangrovit®-Menge (ca. 300 mg/Tier/Tag) dar. Zur Inkubation wurden jeweils ca. 250 mg gemahlene Probe der Versuchsfuttermischung mit 30 ml HFT-Medium (50 % Pansensaft und 50 % Nährlösung) in einen Kolbenprober gegeben und bei 39 °C inkubiert. Als Spendertiere für den Pansensaft dienten zwei adulte, pansenfistulierte Ochsen, die eine den Erhaltungsbedarf deckende Ration aus 60 % Raufutter und 40 % Kraftfutter erhielten. Die Entnahme des Pansensaftes erfolgte vor der Morgenfütterung. Zur Erfassung des Sanguinarin-Abbaus wurden die entsprechenden Kolbenprober mit dem Kontrollfutter (Variante K) bzw. den Sangrovit® haltigen Mischungen (Variante 1-4) nach 0, 2, 6, 12 bzw. 24 h aus dem Inkubator entnommen und die Fermentationsvorgänge durch die Zugabe von 500 µl *ortho*-Phosphorsäure gestoppt. Anschließend wurde der Kolbeninhalt mit 20 ml MeOH in ein Becherglas überführt. Aus diesem wurden 2 ml in ein

Reagenzglas übertragen. Nach Zusatz von 2 ml MeOH und 200 µl Trichloressigsäure wurden die Proben bei 3700 x *g* und 4 °C für 30 min zentrifugiert. Im Anschluss wurden 1,5 ml des Überstandes bis zur Trocknung bei 45 °C und partiellem Vakuum eingedampft. Der erhaltene Rückstand wurde in 200 µl MeOH aufgenommen und 15 min im Ultraschallbad resuspendiert. Danach wurden die unlöslichen Probenrückstände bei 16000 x *g* und Zimmertemperatur für 20 min zentrifugiert und der Überstand mittels HPLC analysiert (Tschirner, 2004).

Zusätzlich wurde zu allen Zeitpunkten die Gasbildung als Maß für den Abbau der organischen Substanz erfasst.

Tabelle 1: Sangrovit®-Konzentration in den Versuchsfuttermischungen, sowie rechnerische Sanguinarin-Konzentration im Kolbenprober

Variante	Kalkulatorische Sangrovit®-Aufnahme (mg/Tier/Tag)	Sangrovit® in der Versuchsfuttermischung (µg/mg)	Sangrovit®-Konzentration im Kolbenprober (µg/ml) ^{a,b}	Rechnerische Sanguinarin-Konzentration im Kolbenprober (ng/ml) ^{a,c}
K	0	0,00	0,0	0,0
1	300	0,09	0,75	15,8
2	4000	1,20	10,00	210,0
3	40000	12,36	103,00	2163,0
4	400000	119,48	996,00	20909,0

^abei einer Einwaage von 250 mg Versuchsfuttermischung und 30 ml HFT-Medium

^bentspricht der kalkulierten Sangrovit®-Menge im Pansen (µg/ml) bei der jeweiligen Sangrovit®-Aufnahme und den Annahmen einer zweimaligen Fütterung sowie eines Pansenvolumens von ca. 200 l

^crechnerisch ermittelte Sanguinarin-Konzentration im Kolbenprober, bei einer Einwaage von 250 mg Versuchsfuttermischung und 30 ml HFT-Medium sowie einem analysiertem Sanguinarin-Gehalt von 2,1 % im Sangrovit

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss von Sangrovit® auf die *In vitro*-Fermentation

In diesem Versuch wurde die Gasbildung als Maß für den Abbau der organischen Substanz und somit für die mikrobielle Aktivität im *In vitro*-Ansatz erfasst. Es zeigte sich, dass erst bei einer sehr hohen Sangrovit®-Konzentration in der Versuchsfuttermischung (Variante 4) die Gasbildung im Vergleich zum Kontroll-Ansatz (Variante K) signifikant reduziert war ($p < 0,001$) (Abbildung 1). Somit kann festgestellt werden, dass bei einer Sangrovit®-Konzentration von ca. 996 µg/ml, ein hemmender Einfluss auf die *In vitro*-Fermentation besteht. Bei allen anderen untersuchten Varianten konnte im Vergleich zur Variante K kein Unterschied in der Gasbildung festgestellt werden ($p > 0,05$).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die beobachtete Hemmung der Gasbildung in der Variante 4, bei einer Sanguinarin-Konzentration von ca. 20 µg/ml, die in der Literatur beschriebene antimikrobielle Wirkung von Sanguinarin bestätigt und im Einklang mit den von Walker (1990) beschriebenen minimalen Hemmkonzentrationen ist. Es ist jedoch darauf zu verweisen, dass dieser Effekt bei der in der Praxis üblichen Sangrovit®-Dosierung (entspricht Variante 1) nicht zu erwarten

ist, denn im Vergleich zu der für die Rinderfütterung empfohlenen Sangrovit®-Menge entspricht die Variante 4 einer ca. 1000-fachen Überdosierung des Produktes.

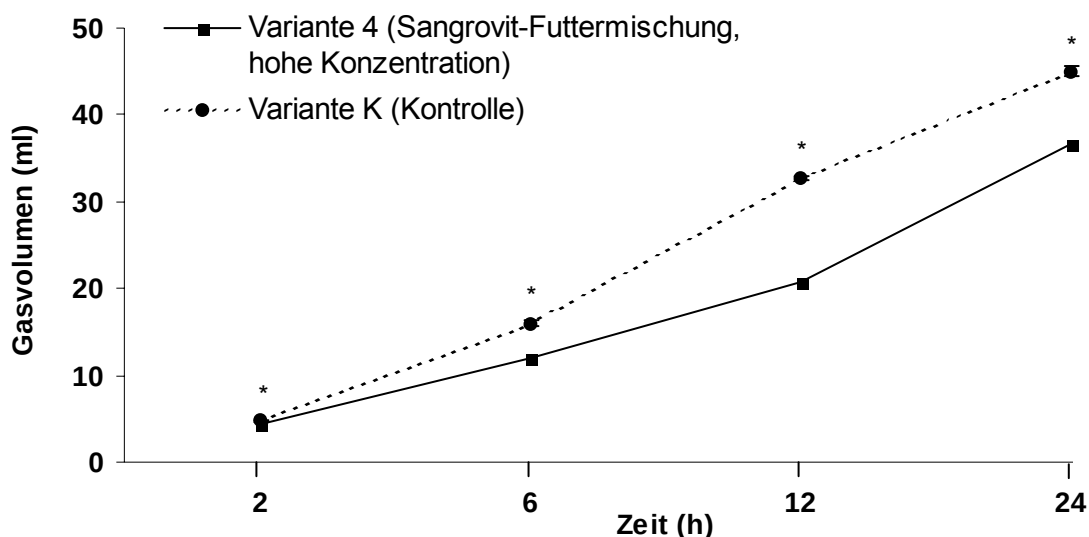


Abbildung 1: Zeitverlauf der Gasbildung (ml) in der Kontroll-Futtermischung (Variante K) und der Versuchsfuttermischung mit der hohen Sangrovit®-Konzentration (119,48 µg/mg; Variante 4)

*signifikanter Unterschied in der Gasbildung zwischen Variante K und Variante 4 ($p < 0,001$)

Pansenstabilität von Sanguinarin

Generell muss darauf verwiesen werden, dass mittels der verwendeten HPLC-Methode (Tschirner, 2004) nur das originäre Sanguinarin und keine Metaboliten nachgewiesen werden konnten.

Die Ergebnisse des Sanguinarin-Abbaus in den verschiedenen Varianten sind in Tabelle 2 dargestellt. Nach einer Inkubationsdauer von 12 Stunden waren ca. 55 % der initialen Sanguinarin-Menge aus den Varianten 2 und 3 nicht mehr im Ansatz nachzuweisen. Diese Werte erhöhten sich nach 24 h auf ca. 70 %. In der Variante 4 wurde dagegen zu beiden Zeitpunkten eine deutlich geringere Abbaurate beobachtet. So konnte nach 24 h noch ca. 44 % der initialen Sanguinarin-Menge nachgewiesen werden. Dieser reduzierte Abbau im Vergleich zu den anderen geprüften Varianten lässt sich mit den beschriebenen antimikrobiellen Effekten erklären (Abbildung 1).

Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen kann geschlossen werden, dass bei einer mittleren Verweildauer der Pansenflüssigkeit in den Vormägen von ca. 12 Stunden, Sanguinarin nicht vollständig ruminal abgebaut wird und ca. 55 % der initialen Sanguinarin-Menge in den Darm gelangt. Da verschiedene Arbeitsgruppen darauf hinweisen (Ader & Roth, 2003; Šeškevičienė et al., 2003), dass die *in vitro* gezeigte Hemmung von Aminosäuren abbauenden Enzymen durch Sanguinarin (Dršata et al., 1996) auch *in vivo* von Relevanz sein könnte, wäre auch bei Wiederkäuern eine Beeinflussung des Aminosäuren- bzw. Proteinstoffwechsels im Dünndarm denkbar.

Tabelle 2: Untersuchungen zum Sanguinarin-Abbau: Analytierte Sanguinarin-Konzentration (ng/ml) in den Kolbenprobern

Variante	Rechnerische Sanguinarin-Konzentration im Kolbenprober (ng/ml) ^a	Inkubationsdauer (h)									
		0		2		6		12		24	
		Sang-Konz. (ng/ml) ^b	%	Sang-Konz. (ng/ml)	% ^c	Sang-Konz. (ng/ml)	%	Sang-Konz. (ng/ml)	%	Sang-Konz. (ng/ml)	%
1	15,8	20 ^A	100	16 ^{AB}	80	11 ^{AB}	56	-	-	6 ^C	29
2	210,0	233 ^A	100	251 ^A	108	159 ^B	68	112 ^{BC}	44	63 ^C	27
3	2163,0	1961 ^A	100	1762 ^A	90	1105 ^B	56	922 ^{BC}	47	663 ^C	34
4	20909,0	23597 ^A	100	21674 ^A	92	18287 ^B	78	13284 ^C	56	10267 ^D	44

^arechnerisch ermittelte Sanguinarin-Konzentration im Kolbenprober, bei einer Einwaage von 250 mg Versuchsfuttermischung und 30 ml HFT Medium sowie einem analysiertem Sanguinarin-Gehalt von 2,1 % im Sangrovit

^banalytisch ermittelte Sanguinarin-Konzentration im Kolbenprober zum Zeitpunkt h=0

^cSanguinarin-Konzentration im Vergleich zur initialen Konzentration (h0=100%)

^{ABCD}unterschiedliche Großbuchstaben innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant (p<0,001)

Zusammenfassung

Sanguinarin wird umfangreich (ca. 70 % nach 24 h) im Pansen abgebaut. Allerdings kann postuliert werden, dass dennoch Sanguinarin in den Dünndarm gelangt, da nach 12 h noch ca. 45 % der initialen Sanguinarin-Menge nachzuweisen war. Die beobachtete Hemmung der Gasbildung bei einer Sanguinarin-Konzentration von 20,0 µg/ml bestätigt die beschriebene antimikrobielle Wirkung. Jedoch sind diese Effekte in der Praxis nicht zu erwarten, da solche Sanguinarin-Konzentrationen erst bei einer 1000-fachen Überdosierung des Produktes erreicht werden. Somit zeigt diese Untersuchung, dass bei denen in der Praxis empfohlenen Sangrovit®-Dosierungen keine negativen Effekte auf die Pansenfermentation zu erwarten sind.

Literatur

- Ader, P., Roth, H. (2003). Feeding *Papaveraceae* based feed additives inhibits amino acid decarboxylation and improves protein metabolism and performance in growing swine. In: 7th Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (Kamphues, J., Wolf, P., eds.), Hannover, 100.
- Dršata, J., Ulrichová, J., Walterová, D. (1996). Sanguinarine and chelerythrine as inhibitors of aromatic amino acid decarboxylase. *J. Enzyme Inhib.* 10, 231-237.
- Mellor, S. (2001). Natural appetisers from plants. *Feed Mix* 9 (1), 29-31.
- Naumann, C., Bassler, R. (eds) (1976). Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. In: Methodenbuch, Vol. III, mit Supplementen von 1983, 1988, 1993 und 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Deutschland.
- Przybilla, P., Weiß, J. (1998). Die Mastleistung "natürlich" verbessern. *DGS Magazin* Woche 40, 52-57.
- Šeškevičienė, J., Martinvičius, V., Rimkevčius, S., Jeroch, H. (2003). Einfluss von phytoenen Futterzusatzstoffen auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen. *Veterinarija Ir Zootechnika* 23 (45), 96-98.

Tschirner, K. (2004). Untersuchungen zur Wirksamkeit und zum Nachweis des pflanzlichen Alkaloides Sanguinarin beim Schwein. Dissertation. Universität Kiel.

Walker, C. (1990). Effects of sanguinarine and sanguinaria extract on the microbiota associated with the oral cavity. *J. Can. Dent. Assoc.* 56 (7), 13-17.

Walterová, D., Ulrichová, J., Válka, I., Vičar, J., Vavrečková, C., Táborská, E., Harkrader, R. J., Meyer, D. L., Černa, H., Šimánek, V. (1995). Benzo[c]phenanthridine alkaloids sanguinarine and chelerythrine: Biological activities and dental care applications. *Acta Univ. Palacki Olomuc Fac. Med.* 139, 7-16.

Verantwortlicher Autor

Kathrin Tschirner
Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH
Rosengasse 9
65343 Eltville
Deutschland
e-mail: k.tschirner@phytobiotics.com

Plant feed supplements in rabbits nutrition

**Chrastinová Ľubica, Chrenková Mária, Rafay Ján, Ondruška Ľubomír,
Sommer Alexander**

Research Institute for Animal Production, Nitra, Slovak Republic

Introduction

Growth- promoting antibiotics more correctly antimicrobials, are compounds which can be safely added into animal feed to improve the efficiency of digestion. This means that the animal grows well. Antibiotics licensed as growth promoting have been especially selected. This class of feed additives is being phased out in the EU and they will be no longer used after the start of 2006. Many plant extracts have been reported to improve animal performance and well-being especially under dietary or other enteric stressors and alternatives for growth-promoting antibiotics (Leitgeb et al., 2001).

Material and Methods

We tested complete granulated feed mixtures enriched by 10g, 15g, 20g, 30g and 50g plant extract XTRACT in 100 kg mixture (pellets in diameter of 3 mm) in experiments with 444 broiler rabbits in 8 groups and 40 females of meaty line of the New Zealand White hybrid rabbits. Does with the young were housed individually in cages with nest, other rabbits were housed 4 animals per cage.

The samples of individual feeds were analyzed for content of nutrients (Table I) according to STN 46 7092. The DE and ME content were calculated by the equation of Wiseman et al. (1992). The diets were formulated to contain: dehydrated Alfalfa meal, wheat middlings, beet pulp, barley, oats, sunflower meal, maize, limestone, calcium diphosphate, salt, vitamin- trace element supplement, DL-methionine, L-lysine and additive commercial product XTRACT in the active substances from capsicum, cinnamaldehyde and oreganum essential oils extracts. The experimental diets differed each other in content of XTRACT. The control diet did not contain any coccidiostat. Rabbits were fed ad libitum and they had free access to drinking water from nipple drinkers. Milk production was measured daily on the basis of the difference of the does mass before and after suckling. Body weight and feed consumption were registered weekly, the amount of wasted pellet continuously and feed conversion ratio values were calculated. Growing rabbits were weaned at 35 days of age. Caecum digesta were collected on 70 day of the trial. Digesta was analyzed for pH and VFA (molar production of acetate, propionate, butyrate, valerate, capronate), ammonia-N concentrations and content of nutrients. The significance of differences was evaluated by the t-test.

Results and discussion

The experimental diets were balanced on nutrients content and energy value (Table I). We did not find large differences among experimental groups in feed intake, body weight, average daily gain in the fattening experiment (Table II). Feed consumption per kg gain was the lowest in group with the supplement of 10 g and 20 g of XTRACT. We observed positive effect of XTRACT supplementation

on feed consumption and health of rabbits. Our results are in agreement with the results by Skřivanová and Marounek (2003). These supplement operated non-significantly growth stimulation ($P \geq 0.05$) and shortened the period of rabbits fattening.

On the basis of the results from the fattening experiment we used the feed mixture with 15 g and 20 g XTRACT supplement per 100 kg of mixture in the next phase of experiment with breeding females and growing rabbits. The dose of 15 g of XTRACT influenced positively on growing of the young, their condition and health. Average daily gain of rabbits was higher with dose 15 g than 20 g and/or control diet (Table III).

The rabbits were slaughtered before morning feeding for observation of fermentation processes in the ceacum. Molar percentage of observed VFA shows, that most intensive processing was in the ceacum of rabbits in control group than other ones (Table IV). The similar results were achieved by Pliattoni et al. (1996). The supplement of XTRACT effected ratio of individual VFA, mainly acetic acid and propionic acid. Concentration of ammonia-N was the lowest in the rabbits fed diets with 10 g and/or 20 g of XTRACT. It means that degradation of crude protein in caecum is inhibited. The lower concentration of ammonia-N effects decline of pH value in the intestinum and suppresses increase of pathogenic bacteria (*Bacteroides*, *Escherichia* and *Clostridium* families).

The supplementation of XTRACT to diets stimulating animal growth and performance, is very good means for prevent infectious intestinal diseases but it is not healing agent.

Table I. Content of nutrients and energy value in granulated feed mixtures

Parameter (in g. kg ⁻¹)		Original matter	Dry matter
Dry matter		894.4	1000
Crude protein		157.4	176.0
Crude fat		25.5	28.5
Crude fibre		154.1	172.3
Nitrogen-free extract		482.6	539.6
Ash		74.7	83.5
Organic matter		819.7	916.5
ADF		185.8	207.8
NDF		333.1	372.3
Hemicellulose		147.3	164.5
Calcium		10.3	11.5
Phosphorus		4.6	5.2
Magnesia		2.1	2.3
Sodium		2	2.3
Potassium		11.9	13.3
Lysin		6.9	7.7
Digestible (MJ.kg ⁻¹)	energy	10.0	11.2
Metabolizable (MJ.kg ⁻¹)	energy	9.5	10.6

Table II. Results from fattening experiment with rabbits

Parameter	Control group	Experimental group with XTRACT in 100 kg feed mixture			
		10 g	20 g	30 g	50 g
Number of animals	28	24	24	24	24
% of mortality	15	4	8	12	8
Initial live weight in g	825	932	902	833	822
Finish live weight in g	2564	2575	2507	2537	2521
Average daily gain in g	35.40	33.54	32.77	31.0	31.0
Feed intake in g/d	125	111**	107**	114*	120
Feed consumption per kg gain	3.53	3.30**	3.26**	3.68	3.85

**P≤0.01 Significantly different from control

Table III. Results with breeding females and of growing rabbits

Parameter	Control group	Experimental group with XTRACT in 100 kg feed mixture	
		15 g	20 g
Number of rabbit does	10	10	20
% of mortality of rabbit does	0	0	5
Number of young's	80	80	160
Milk production rabbit does (g),	5254	4919	4766
Mortality young's by 35th day of age (%)	12.5	7.5**	15.63
Live weight on 35th day of age (g),	899	930	828
Number of young's	70	75	140
Live weight on 56th day of age (g),	1484	1544	1413
Live weight on 70th day of age (g),	2430	2443	2407
Average daily gain live weight (g)	39.02	39.74	37.64
Feed consumption per kg gain	3.53	3.62	3.76
Mortality of young's between 35th and 56th day (%),	4	4	5
Mortality of young's at finish of experiment (%)	4	3	8

Table IV. Nutrients content (g. kg⁻¹) and metabolites (mmol.l⁻¹) in the caecal digesta of rabbits

Parameter (n=4)	Control group	Experimental group with XTRACT in 100 kg mixture			
		10 g	20 g	30 g	50 g
Dry matter	196.5±12,5	194.2± 0.6	210.5±24.8	198.5±17.9	211.9±12.8
Crude protein	63.9±2.5	51.8±6.2	53.4±7.9	56.7±4.2	56.0±9.9
Crude fiber	36.7 ^a ±0.5	37.4±6.9	39.9±8.0	40.5 ^b ±2.1	39.9±5.5
Ash	30.4 ^a ±0.3	27.6±2.1	29.6±2.2	27.1 ^b ±1.9	28.5±2.7
ADF	47.3 ^A ±0.01	44.5 ^B ±0.1	41.8 ^B ±0.2	49.8±0.4	47.8±0.6
NDF	68.6 ^a ±0.01	68.6 ^a ±0.2	68.9 ^a ±0.2	78.5 ^b ±0.6	81.4 ^b ±0.9
pH	5.72±0.06	5.78±0.18	5.95±0.36	5.89±0.64	5.98±0.35
N-NH ₃ (mmol.l ⁻¹)	18.54 ^a ±0.25	13.68 ^b ± 3.79	14.55 ^b ±2.55	16.28±1.28	18.55 ^a ±11.28
Acetate	78.34 ^{Aa} ±0.04	46.42 ^B ±4.5	52.02 ^B ±8.1	60.06 ^b ±8.3	60.03 ^b ±10.5
Propionate	5.36 ^A ±0.02	3.78 ^b ±0.07	2.98 ^B ±0.06	4.66±0.16	4.91±0.04
Butyrate	19.47 ^A ±0,01	11.55 ^B ±0,16	11.08 ^B ±1,64	12.01 ^B ±0,24	13.0 b±1,95
Other VFA	1,83 ^A ±0.04	1.6 ^B ±0.02	1.09±0.02	1.96±0.02	1.21±0.03
Total VFA	104.6 ^a ±1,15	62,89 ^b ±9,66	67.87 ^b ±10,2	78.08 ^b ±6,17	79,24 ^b ±8,66

Means in the same row with different letters differ significantly (a, b P<0,05; A, B P<0,01)

Conclusion

Live weight growth, feed conversion and health of animals was compared in fattening of rabbits with control group fed feed mixture without additive. The best results were obtained with 15 g plant supplement XTRACT in 100 kg feed mixture. In working conditions on rabbit farm decreased mortality, fermentation processes in ceacum of rabbits were influenced positively and the supplement operated non-significantly growth stimulating $P \geq 0.05$ and it shortened the period of fattening in rabbits.

References

- Leitgeb, R.- Kamel, C.- Kroismayer, A .- Zollisch, W(2001): Infuence of dietary concentration of Xtract on growth carcas traits of broilers. Final Report. Universität für Bodenkultur Wien.
- Piattoni, F., Maertens, L., Demeyer, D. I. (1996): In vivo and in vitro study of the caecal fermentation pattern in rabbits between 22 and 56 days of age. In: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, Proc. of Conference. vol. 1. p. 271-274
- Skřivanová, V., Marounek, M., (2003): Účinek Akomedu R na užítkovost a úhyny brojlerových králíků. Nové směry v chovu brojlerových králíků – VII. Celostátní seminář, Praha, p. 41-43
- STN 46 7092 Metódy skúšania krmív (Methods of feeds analyses), Bratislava, 1985
- Wiseman J., Villamide, M. J., De Blas, C., Carabano, M.J., Carabano, R. M. (1992): Prediction of the digestible energy and digestibility of gross energy of feed for rabbits. 1. Individual classes of feeds. In: Anim. Feeds. Sci. Technol., 39, 27-38.

Tannins as silage additives

Andrej Lavrenčič and Alenka Levart

University of Ljubljana, Zootechnical Department, Ljubljana, Slovenia

Abstract:

Two experiments were performed using chestnut tannins extract in ensiling of meadow grass. In experiment 1 four concentrations of chestnut tannin extract were applied on the unit wilted grass material (0, 3, 7, 11 and 15 g/kg), while in experiment 2 the concentrations were applied on the unit of crude protein in the wilted grass (0, 3, 7, 11 and 15 g/kg CP). In experiment 1, treatment with tannins reduced the soluble nitrogen, increased true protein content and decreased ammonia nitrogen content. With increased concentration of chestnut extract the amount of lactic acid in silages of experiment 1 decreased, but there was no effect on acetic, propionic and butyric acid contents. Tannins in experiment 2 did not affect significantly chemical and acid composition of silages indicating that concentrations of tannins were too small.

Introduction

Principal characteristic of tannins is their ability to form complexes with a variety of compounds, such as proteins and carbohydrates. This ability can be used for the protection of proteins against excessive degradation in the rumen, thus improving the supply of ruminants with proteins or amino acids (ZIMMER and CORDESSE, 1995). The formation of nondegradable complexes could be of great importance when the degradability of forage proteins very large such as with immature forages (pasture), with the intensively fertilized forages and when unwilted grass silages are prepared (MCNABB et al., 1996). In addition, tannins do not decrease only the rumen degradation of proteins, but they react also with microorganisms and their enzymes, thus inhibiting their activity (MCSWEENEY et al., 2001; CHUNG et al., 1998)

Such action of tannins would be beneficial in ensiling of grasses to prevent excessive degradation of plant proteins and to inhibit the appearance and growth of harmful microorganisms. Similar effects could be achieved with the use of formic acid or formaldehyde, but they are toxic to animals and humans, causing serious injuries and inflammations of skin, eyes and respiratory tract. In addition formaldehyde is also carcinogenic.

We conducted two experiments to evaluate the effect of chestnut tannins as silage additives on silage chemical composition.

Material and methods

The silages for experiment 1 were made from first cut meadow grass. Harvested grasses were wilted for 2 days and stored for 2 weeks at -20 °C. One day prior to silage making, the grasses were removed from the freezer and thawed overnight. The chestnut tannin extract (TANIN SEVNICA,

Sevnica, Slovenia) was dissolved in distilled water and dispensed in aliquots of 125 ml/kg of wilted grass. An equal volume of distilled water was also added for controls. Four levels of tannin extract (3, 7, 11 and 15 g tannin extract/kg of wilted grass) were used. Hand mixing of tannins with the grasses was carried out in bulk for each treatment, after which the grass was packed in duplicate into 5 l airtight containers and left for 3 month at room temperature. The procedures for the preparation of silages in experiment 2 were identical as above, except that tannin extract levels were added according to the amount of crude protein in the wilted grass prior to ensiling (3, 7, 11 and 15 g tannin extract/kg crude protein in wilted grass) and that we added 5 g of sugar/kg of ensiling material.

When containers were opened, silages were divided into two parts, of which one part was used for the extraction of silage juice in which pH, ammonia-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), lactic acid, volatile fatty acids (acetic, propionic and butyric acids) were determined. The other part was oven-dried and milled to pass through a 1 mm sieve before chemical analyses (NAUMANN and BASLER, 1976; GOERING and VAN SOEST, 1970). Soluble nitrogen was determined as difference between nitrogen content in dried material and nitrogen content in the material extensively washed with cold tap water. Statistical evaluation of differences between silages within each experiment was carried out using the Tukey subroutine of GLM procedure (SAS/STAT, 1988).

Results and Discussion

Chemical composition of silages from both experiments is presented in Table 1. SALAWU et al. (1999) determined a decrease in DM content of silages due to the addition of tannin, while we determined that the differences in DM content in experiment 1 were small (maximum of 15 g/kg between silages prepared 7 and 11 g of tannin extract/kg, $P < 0.05$) and were not influenced by the addition of tannins. On contrary, the CP and EE content decreased with increasing tannin extract concentration, while NFE content increased. However, only the differences between control silage and silages with 11 and 15 g of tannin extract/kg in CP content, between control and silage with 15 g of tannin extract/kg in EE and NDF content were significant ($P < 0.05$). In the experiment 2 the differences in silage DM and CP contents were greater than in experiment 1 (maximum of 52 g/kg and 23 g/kg DM for DM and CP, respectively). Both, DM and CP contents showed a tendency to decrease with increasing amounts of added tannins ($P < 0.05$). Supplementation of grasses with tannin extract before ensiling did not significantly ($P < 0.05$) affected NDF and CF contents in experiment 1, while in silages from experiment 2 the maximum differences (20 and 26 g/kg DM, respectively) were statistically significant ($P < 0.05$).

Table 1: Chemical composition of silages (g/kg DM) prepared with different amounts of chestnut tannin extract

	Amount of added chestnut extract									
	Experiment 1 (g/kg)					Experiment 2 (g/kg CP)				
	0	3	7	11	15	0	3	7	11	15
DM (as fed)	377 ^{bc}	380 ^{ab}	375 ^{bc}	390 ^a	377 ^{bc}	411 ^a	415 ^a	385 ^{ab}	363 ^b	386 ^{ab}
CP	206 ^a	204 ^{ab}	203 ^{ab}	199 ^b	199 ^b	178 ^a	169 ^b	161 ^{cd}	155 ^d	168 ^{bc}
EE	35 ^a	33 ^{ab}	32 ^{ab}	33 ^{ab}	28 ^b	35 ^a	34 ^a	35 ^a	34 ^a	34 ^a
CF	273 ^a	272 ^a	274 ^a	270 ^a	260 ^a	277 ^{ab}	289 ^a	276 ^{ab}	274 ^{ab}	269 ^b
NFE	378 ^c	391 ^{bc}	389 ^{bc}	398 ^{ab}	413 ^a	418 ^b	424 ^{ab}	439 ^{ab}	447 ^a	438 ^{ab}
NDF	498 ^a	478 ^a	500 ^a	490 ^a	485 ^a	496 ^b	522 ^a	512 ^{ab}	512 ^{ab}	497 ^{ab}

DM = dry matter; CP = crude protein; EE = ether extract; CF = crude fibre; NFE = nitrogen free extract; NDF = neutral detergent fibre

^a means with common letter in rows within each experiment are not significantly different ($P>0.05$).

Total nitrogen (total N), true protein nitrogen (true N), water soluble nitrogen (soluble N) and ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) contents are presented in Table 2. The effect of tannins on the total N content was already described above and is presented in table 1.

Table 2: Contents of various nitrogen fractions in silages prepared with different amounts of chestnut wood water extract

	Amount of added chestnut extract Experiment 1 (g/kg)				
	0	3	7	11	15
	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM
Total N	32.9	32.7	32.5	31.9	31.9
True N	20.2 ^b	20.7 ^b	22.3 ^a	21.8 ^a	22.3 ^a
Soluble N	20.0 ^a	19.4 ^{ab}	18.6 ^{abc}	18.3 ^{bc}	17.4 ^c
$\text{NH}_3\text{-N}$	2.0 ^{bc}	2.1 ^{ab}	2.3 ^a	1.9 ^c	1.9 ^c

	Experiment 2 (g/kg CP)				
	0	3	7	11	15
	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM
Total N	28.4	27.1	25.8	24.7	26.9
True N	17.0 ^a	16.4 ^a	14.7 ^a	15.3 ^a	15.9 ^a
Soluble N	19.3 ^a	17.9 ^b	16.7 ^c	16.2 ^b	18.1 ^b
$\text{NH}_3\text{-N}$	1.7 ^a	1.6 ^a	1.4 ^a	1.4 ^a	1.5 ^a

^a means with common letter in rows within each experiment are not significantly different ($P>0.05$).

Increasing the amount of chestnut tannin extract in experiment 1 increased significantly ($P < 0.05$) the amount of N in true protein and the portion of true protein N content in total N content increased from 61.3 % in control silage to 70.1% in silage prepared with 15 g of chestnut tannin extract/kg wilted grass (Table 2). On contrary, in experiment 2 true protein N contents decreased from 17.0 g/kg DM in control silage to 14.7 g/kg DM in silage prepared with 7 g of chestnut tannin extract/kg CP of wilted grass and then increased to 15.9 g/kg of DM in silage prepared with the greatest amount of chestnut extract, but the differences were not significantly ($P > 0.05$).

The addition of tannins affected the solubility of N in both experiments. However, greater reduction in solubility was obtained in experiment 1 than in experiment 2. These results are in accordance with the results of SALAWU et al. (1999), who also found that the addition of tannins decreased the solubility of protein in silages and that the effect of greater amounts of tannins (50 g/kg DM) is greater.

In the experiment 1 silage prepared with the greatest amount of chestnut tannins had significantly lower ($P < 0.05$) ammonia-N content than control silage or other silages prepared with tannins (Table 2). Similar, changes in ammonia-N content were also found in the experiment 2, however, the differences were not significant ($P > 0.05$). In their experiment SALAWU et al. (1999) observed much higher contents of ammonia-N in silages, and they noted that only the highest concentrations of tannins (50 g/kg DM) significantly reduced the ammonia-N contents. Lower amounts of ammonia-N and lower solubility of proteins in silages prepared with tannins could be the result of the ability of tannins to form insoluble complexes with proteins (HAGERMAN and BUTLER, 1981; MAKKAR et al., 1990), which are resistant to proteolytic activity of silage microorganisms (SALAWU et al., 1999) or that tannins inhibit the activity of (silage) microorganisms and/or their enzymes (GASPARIČ et al., 1996).

The amounts of acids and pH values of silages are presented in Table 3. In experiment 1 the addition of chestnut tannins to wilted grass did not influenced significantly the pH values ($P > 0.05$), while in second experiment (experiment 2) the pH value of control silage was significantly ($P < 0.05$) higher than those of silages prepared with chestnut tannins (Table 3). In addition, differences between pH of silages prepared with chestnut tannins in this experiment were not statistically significant ($P > 0.05$). On contrary, SALAWU et al. (1999) found that control silage in their experiment had lower pH than silages prepared with different amounts of tannins. They found also that silages, prepared with small amounts of tannins (5 g/kg DM) had higher pH values than silages prepared with greater amounts of tannins (50 g/kg DM). However, pH values of all silages from our experiments were low enough to ensure stability of silages (DEMARQUILLY, 1973).

Table 3: Composition of acids (g/kg DM) and pH of silages prepared with different amounts of water extract of chestnut wood

	Amount of added chestnut extract									
	g/kg					g/kg CP				
	0	3	7	11	15	0	3	7	11	15
pH	4.27 ^a	4.31 ^a	4.39 ^a	4.36 ^a	4.27 ^a	4.63 ^a	4.47 ^b	4.45 ^b	4.39 ^b	4.44 ^b
Lactate	40.1 ^a	34.7 ^a	30.3 ^a	22.5 ^a	24.9 ^a	49.1 ^{ab}	51.1 ^{ab}	47.1 ^b	62.7 ^a	56.3 ^{ab}
C2	10.1 ^a	11.7 ^a	11.4 ^a	10.8 ^a	14.4 ^a	11.6 ^a	11.3 ^a	14.1 ^a	13.5 ^a	11.9 ^a
C3	0.4 ^a	0.8 ^a	0.8 ^a	0.5 ^a	0.4 ^a	0.3 ^a	0.3 ^a	0.4 ^a	0.5 ^a	0.1 ^a
C4	0.5 ^a	0.9 ^a	1.1 ^a	0.8 ^a	1.0 ^a	0.2 ^a	0.4 ^a	0.4 ^a	0.1 ^a	0.1 ^a

C2 = acetate; C3 = propionate; C4 = butyrate

^a means with common letter in rows within each experiment are not significantly different ($P > 0.05$).

Increasing levels of tannins in the ensiling material in experiment 1 decreased the lactic acid content (table 3). This is in accordance with results of SALAWU et al. (1999), who found that silages prepared with tannins had lower lactic acid contents than control silage. They also observed that silages prepared with greater amounts of tannins had also greater lactic acid contents than those, prepared with lower amounts of tannins, which was not confirmed in our experiment (Table 3). However, the differences in lactic acid content in experiment 1 (Table 3) were not significant ($P>0.05$). In the experiment 2 the lactic acid content was higher than in experiment 1 due to the addition of sugar (5 g/kg) to the wilted grass before ensiling, thus enabling better conditions for fermentation (Table 3). Another possibility is that lower amounts of tannins used at ensiling did not affected silage microbial population. Increasing the chestnut tannin extract content in experiment 2 exhibited an increase in lactic acid content from 49.1 in control silage to 62.7 g/kg in silage prepared with 11 g of chestnut tannin extract/kg of ensiling material, however the reason is not known. Only the difference between silages prepared with 7 and 11 g of tannin extract/kg of ensiling material was significant ($P>0.05$).

The contents of acetic acid in experiment 1 increased from 10.1 to 14.4 g/kg DM in control silage and silage prepared with 15 g of chestnut tannin extract/kg wilted grass, respectively (Table 3). The contents of acetic acid in experiment 2 (Table 3) ranged from 11.6 to 14.1 g/kg DM in control silage and in silage prepared with 7 g of chestnut tannin extract/kg of wilted grass, respectively. In both experiment the differences between silages were not statistically significant ($P>0.05$). On contrary, SALAWU et al. (1999) found that the addition of tannins to ensiling material significantly increased the acetic acid content ($P<0.05$) and that silages prepared with greater amounts of tannins (50 g/kg DM) contained smaller amount of acetic acid than silages prepared with smaller amounts of tannins (5 g/kg DM).

In all silages from the experiment 1 and experiment 2 the contents of propionic and butyric acid (Table 3) were very small and differences between silages were not significant ($P>0.05$). On contrary, SALAWU et al. (1999) found that increasing amounts of tannins decreased the production of butyric acid and they suggested that tannins decreased the conversion of lactic acid into butyric and acetic acid. Smaller contents of butyric acid content found by SALAWU et al. (1999) are probably the consequence of lower activity of clostridia, which are main producers of this acid in silages (Henderson, 1993).

Conclusions

Obtained results are in agreement with the results of SALAWU et al. (1999) that tannins can be used as silage additives. Decreased solubility of proteins and increased ratio of true proteins in tannin treated silages suggest that, together with presumably lower rumen degradability of proteins bonded with tannins, allow better coverage of amino acid (protein) requirements, thus permitting better animal performances.

However, in our experiment the silages were made in optimal conditions, if we consider the dry matter content of ensiling material (wilted grasses) and procedure of ensiling (good compression of material into containers). We assume that in less favourable conditions tannins will amplify their ability to protect proteins against excessive degradation during ensiling process.

References

- CHUNG, K.-T., WONG, T.Y., WEI, C.-I., HUANG, Y.-W., LIN, Y.: Tannins and human health: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 38, 1998, pp. 421-464
- DEMARQUILLY, C.: Principes de base de l'ensilage. *Fourrages*, Décembre, 1973, p. 15

- GASPARIC, A., ŠTRUKLEC, M., ORESNIK, A., MARINSEK-LOGAR, R., RUPNIK, I., STIBILJ, V.: The influence of different concentrations of tannins on the rumen proteolytic microorganisms. In: Effect of antinutrients on the nutritional value of legume diets. Vol. 3. The impact of food antinutrients on the microbial ecology of the gut. COST 98, 1996, pp. 57-64
- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J.: Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook No. 379, 1970. ARC USDA, Washington, USA
- HAGERMAN, A.E., BUTLER, L.G.: The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. *J. Biol. Chem.*, 256, 1981, pp. 4494-4497
- HENDERSON, N.: Silage additives. *Anim. Feed Sci Technol.*, 45, 1993, pp. 35-56
- MAKKAR, H.P.S., DAWRA, R.K., SINGH, B.: In vitro effect of oak tannins on some hydrolytic and ammonia assimilating enzymes of the bovine rumen. *Ind. J. Anim. Nutr.*, 7, 1990, pp. 207-210
- MCNABB, W.C., WAGHORN, G.C., PETERS, J.S., BARRY, T.N.: The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein in the rumen and the sites of Rubisco digestion. *Brit. J. Nutr.*, 76, 1996, pp. 535-549
- MCSWEENEY, C.S., PALMER, B., MCNEILL, D.M., KRAUSE, D.O.: Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 91, 2001, pp. 83-93
- NAUMANN, K., BASLER, R.: Die chemische Untersuchung von Futtermittel, Methodenbuch, Band 3, 1976, Verlag Neudamm, p. 256
- SALAWU, M.B., ACAMOVIC, T., STEWART, C.S., HVELPLUND, T., WEISBJERG, M.R.: The use of tannins as silage additives: effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 82, 1999, pp. 243-259
- SAS/STAT USER'S GUIDE: Version 6, Fourth Edition, Volume 1, 1988, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- ZIMMER, N., CORDESSE, R.: Digestibility and ruminal digestion of non-nitrogenous compounds in adult sheep and goats: effects of chestnut tannins. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 61, 1995, pp. 259-273

This study was supported by Tanin Sevnica, Slovenia.

Address of corresponding author:

Andrej Lavrenčič, Ph. D.
University of Ljubljana
Biotechnical Faculty
Zootechnical Department
Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenia
e-mail: andrej.lavrencic@bfro.uni-lj.si

Kokzidiose- Impfung

➤ **Sicherheit und Flexibilität**

**Kokzidioseschutz für
Zuchttiere und Junghennen**

**Kokzidioseschutz
für die Mast**

- einmalige Anwendung
 - für die Mast auch
als Spray in der
Brütereier
- lebenslange Immunität
- keine Wartezeit
- keine Rückstände

Fragen Sie Ihren Tierarzt.

essex tierarznei · Thomas-Dehler-Str. 27 · 81737 München


essex tierarznei



GEWÖHNLICHE SPURENELEMENTE.



ZINPRO PERFORMANCE MINERALS™

Machen Sie kurzen Prozess mit Ihrem Spurenelemente-Programm und verwenden Sie die Performance Minerals™ von Zinpro. Schließlich sind sie die einzigen Spurenelemente auf dem Markt, die einen durch Forschung erwiesenen Gewinn bringen. Um mehr zu erfahren, rufen Sie uns an unter der Nummer 0031 485 521296* und machen Sie einen Termin mit Ihrem Zinpro-Spezialisten oder besuchen Sie unsere Webseite unter www.zinpro.com. *Für Österreich: Feix Nutrition, Tel. 02243 26172.


PERFORMANCE MINERALS™



Natürliche Futterzusatzstoffe



Agromed Austria GmbH

A-4550 Kremsmünster, Bad Haller Straße 23

Tel. +43 (0)7583 / 5105;

Fax +43 (0)7583 / 5105-40

www.agromed.at

Zum Einfluss von Kaliumdiformiat auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen

Ulrich Eidelsburger¹, Christina Wald¹ und Christian Looft²

¹ BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen

² Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität Kiel

Einleitung

Das Verbot der antibiotischen Leistungsförderer als Futterzusatzstoffe steht unmittelbar bevor. Organische Säuren und deren Salze haben in einer Vielzahl von Untersuchungen nachweisbar belegt, dass sie das Potential haben, die antibiotischen Leistungsförderer in der Schweinefütterung gleichwertig zu ersetzen (Roth und Kirchgessner, 1995; Eidelsburger 1998; Partanen und Mroz, 1999; Diebold und Eidelsburger, 2005). In einer Vielzahl von Untersuchungen konnten dabei vor allem Ameisensäure und Kaliumdiformiat nachhaltig Leistungsverbesserungen aufzeigen, die auf einem zu den antibiotischen Leistungsförderern vergleichbar hohen Niveau liegen.

Kaliumdiformiat ist innerhalb der EU seit 2001 als erster nicht-antibiotischer Leistungsförderer in der Fütterung von Ferkeln und Mastschweinen zugelassen (Commission Reg. No. 1334/2001 und 676/2003). Dieses Jahr erfolgte zudem die Zulassung als Leistungsförderer bei Zuchtsauen (Commission Reg. No. 1200/2005). Insgesamt liegen für die Fütterung von Mastschweinen noch relativ wenige Untersuchungen vor, die den Einfluss von organischen Säuren im niedrigeren Dosierungsbereich aufzeigen. In der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb der Einfluss einer Zulage von Kaliumdiformiat auf Mast- und Schlachtleistung erfolgen.

Material und Methoden

Kaliumdiformiat (KDF, Handelsname Formi[®]) ist ein kristallines saures Salz der Ameisensäure, im Gegensatz zu dieser aber geruchlos und nicht ätzend. Das Produkt liegt in Pulverform vor (Zusammensetzung: 35,4% Ameisensäure, 34,6% Formiat und 30% Kalium) und verbindet aufgrund seiner Struktur die chemischen Eigenschaften einer Säure und eines Salzes.

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Einfluss von 0,6 % Kaliumdiformiat im Futter auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen gegenüber einer unbehandelten Kontrollgruppe untersucht. Insgesamt 224 Tiere der Rasse BHZP wurden mit 26 kg LM zufällig auf die beiden Behandlungen verteilt. Die Verteilung erfolgte zufällig unter Berücksichtigung von Geschlecht und Gewicht. Die Tiere wurden zufallsmäßig auf die Stallplätze verteilt und zwar jeweils zwei Tiere eines Geschlechts in eine Bucht. Wasser stand den Tieren über Selbsttränken zur freien Verfügung. Die Fütterung erfolgte ad libitum. Der Mastversuch war in zwei Fütterungsphasen unterteilt. Bis 59 kg LM wurde ein Vormastfutter mit 51% Weizen, 31% Gerste, 14,5% Sojaextraktionsschrot und 3,5% Mineralfutter mit 13,5 MJ ME/kg und 16,7% Rohprotein vorgelegt. Anschließend wurde ein Endmastfutter auf Basis 45,7 % Weizen, 11% Triticale, 10% Roggen, 12% Sojaextraktionsschrot, 8,5% Weizenkleie, 6% Rapextraktionsschrot, 3% Melasse, 1% Pflanzenfett und 2,8% Mineralfutter verfüttert, das 13,2 MJ ME/kg sowie 16,0% Rohprotein enthielt.

Die Tiere wurden jeweils bei Erreichen von ca. 110 kg LM geschlachtet. Hierbei wurden an insgesamt 160 Tieren (82 Kontrolle, 78 Behandlung) verschiedene Parameter zu Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit in Anlehnung an die LPA-Methode ermittelt. Hinsichtlich des Schlachtkörperwertes wurden das Schlachtgewicht, Ausschachtung, Magerfleischanteil, Fleischfläche, Fettfläche sowie das Fleisch:Fett-Verhältnis ermittelt. Bezüglich der Fleischbeschaffenheit wurden der pH₁-Kotelett-Wert sowie der Reflexionswert bestimmt.

Die Daten wurden varianzanalytisch ausgewertet. Für die Mastleistungsparameter wurden die Kovariable Einstallgewicht sowie das Geschlecht berücksichtigt. Für die Merkmale des Schlachtkörperwertes wurde das Schlachtgewicht innerhalb der Prüfgruppen sowie das Geschlecht, für die Fleischbeschaffenheitskriterien darüber hinaus der Schlachttag, einbezogen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Mastleistungsdaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt. In der Vormastperiode wurden die täglichen Zunahmen durch den Zusatz von 0,6% Kaliumdiformiat signifikant um 4,5% ($p \leq 1\%$) gegenüber der unbehandelten Kontrollgruppe gesteigert. Die Futterverwertung war durch die Zulage an Kaliumdiformiat um 3,1% verbessert. In der Endmast waren die täglichen Zunahmen nominell erhöht durch die Zulage an Kaliumdiformiat. Über die gesamte Mastperiode hingegen waren die täglichen Zunahmen durch die Kaliumdiformiat-Zulage signifikant um 3,0% gesteigert. Futteraufnahme und Futterverwertung waren über den gesamten Mastbereich nominell um 2,5% bzw. 1 % verbessert durch die Zulage von 0,6% Kaliumdiformiat.

Tabelle 1: Einfluss einer Zulage an Kaliumdiformiat auf die Leistungsdaten von Mastschweinen in Vormast, Endmast und über die gesamte Mastperiode

	Kontrolle	Kaliumdiformiat (0,6%)	SE	F
Vormast				
Zunahmen (g/Tag)	786 ^b	821 ^a	14	**
Futteraufnahme (kg/Tag)	1.99	2.02	.03	n.s.
Futterverwertung (kg/kg)	2.57	2.49	.03	n.s.
Endmast				
Zunahmen (g/Tag)	831	847	16	n.s.
Futteraufnahme (kg/Tag)	2.59	2.64	.03	n.s.
Futterverwertung (kg/kg)	3.16	3.15	.05	n.s.
Gesamte Mast				
Zunahmen (g/Tag)	811 ^b	835 ^a	11	**
Futteraufnahme (kg/Tag)	2.35	2.41	.02	n.s.
Futterverwertung (kg/kg)	2.93	2.90	.04	n.s.

Unterschiedliche Hochbuchstaben geben signifikante Unterschiede an
(* = $p \leq 5\%$, ** = $p \leq 1\%$)

In Tabelle 2 ist der Einfluss einer Zulage von Kaliumdiformiat im Futter von Mastschweinen auf verschiedene Merkmale des Schlachtkörperwertes sowie der Fleischbeschaffenheit dargestellt. Auf die untersuchten Merkmale Magerfleischanteil, Fleischfläche, Fettfläche sowie das Fleisch-Fett-Verhältnis

konnte kein Einfluss der Zulage von Kaliumdiformiat im Futter nachgewiesen werden. Auch die Parameter der Fleischbeschaffenheit pH₁-Kotelett sowie der Reflexionswert waren durch die Zulage von Kaliumdiformiat nicht beeinflusst.

Tabelle 2: Einfluss einer Zulage an Kaliumdiformiat auf die Merkmale des Schlachtkörperwertes und der Fleischbeschaffenheit von Mastschweinen

	Kontrolle	Kaliumdiformiat (0,6%)	SE	F
Schlachtkörperwert				
Magerfleischanteil (%) nach FOM	54.6	54.5	.3	n.s.
Fleischfläche (cm ²)	57.0	56.2	.4	n.s.
Fettfläche (cm ²)	17.4	17.5	.3	n.s.
Fleisch-Fett-Verhältnis (1:)	.30	.31	.0007	n.s.
Fleischbeschaffenheit				
pH ₁ -Kotelett	6.28	6.27	.03	n.s.
Reflexionswert	23.5	24.3	.3	n.s.

Diskussion

Der Wirkungsmechanismus organischer Säuren in der Schweinefütterung war Gegenstand vieler Untersuchungen und wurde in verschiedenen Übersichtsarbeiten ausführlich dargestellt (Roth und Kirchgessner, 1995; Eidelsburger, 1998; Partanen, 2001). Organische Säuren verbessern die Futterhygiene und reduzieren dadurch die alimentäre Keimaufnahme der Tiere, sie optimieren die Verdauungsabläufe und Nährstoffverdaulichkeiten und werden meist komplett verstoffwechselt und auch energetisch verwertet (Diebold und Eidelsburger, 2005). In der Schweinefütterung sind die erzielbaren Leistungsverbesserungen am stärksten bei der Fütterung von Absetzferkeln ausgeprägt, bei denen das Risiko für Verdauungsstörungen und Durchfälle am höchsten ist. Hinsichtlich der Wirksamkeit gibt es allerdings auch deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Säuren, wobei Partanen (2001) in einer Meta-Analyse nachweisen konnte, dass in der Ferkelfütterung mit Ameisensäure oder Kaliumdiformiat die höchsten Effekte bei Zunahmen, Futteraufnahme und Futterverwertung zu erzielen sind.

In der Schweinemast sind die Leistungsverbesserungen durch Einsatz von organischen Säuren zwar statistisch nachweisbar, aber geringer ausgeprägt als in der Ferkelfütterung. Die geringeren Effekte treffen aber gleichermaßen auch für die antibiotischen Leistungsförderer zu (Eidelsburger, 1998). Die Ergebnisse des vorliegenden Mastschweineversuches zeigen eine signifikante Verbesserung der täglichen Zunahmen in Vormast sowie über den gesamten Mastbereich durch die Zulage von 0,6% Kaliumdiformiat zum Futter. Die Futterverwertung war jeweils nominell verbessert. Dadurch werden Ergebnisse aus früheren Untersuchungen zur nachweisbaren oder zumindest tendenziellen

Leistungsverbesserung durch Zulagen von Kaliumdiformiat zum Mastschweinefutter bestätigt, wobei überwiegend höhere Dosierungen eingesetzt wurden (Roth et al., 1996; Kirchgessner et al., 1997; Øverland et al., 2000).

In der vorliegenden Untersuchung waren durch den Zusatz von 0,6% Kaliumdiformiat zum Futter von Mastschweinen die verschiedenen Parameter des Schlachtkörperwertes wie Magerfleischanteil, Fleischfläche, Fettfläche oder das Fleisch-Fett-Verhältnis nicht beeinflusst. Auch die Fleischbeschaffenheit war durch den Zusatz von 0,6% Kaliumdiformiat zum Mastschweinefutter nicht nachweisbar verändert. Auch in früheren Untersuchungen zum Einsatz von Kaliumdiformiat in der Schweinemast waren die Parameter der Schlachtleistung und Schlachtkörperzusammensetzung weder positiv noch negativ beeinflusst (Kirchgessner et al., 1997; Øverland et al., 2000).

Die zunehmenden Hygieneanforderungen an Futtermittel und Nahrungsmittel tierischer Herkunft bieten allerdings zusätzliche Ansatzpunkte für den Einsatz organischer Säuren und deren Salze in der Schweinefütterung von der Ferkelfütterung über die Schweinemast bis hin zur Zuchtsauenfütterung. In diesem Zusammenhang ist natürlich die exzellente spezifische Wirksamkeit von Ameisensäurehaltiger Produkte gegenüber potentiell pathogenen Keimen wie z. B. Salmonellen und E. coli von Bedeutung. So konnten Øverland et al. (2000) eine ausgezeichnete Wirksamkeit von Kaliumdiformiat gegenüber Salmonellen und E. coli-Keimen nachweisen. Hieraus lassen sich weitere Ansatzpunkte für den Einsatz Ameisensäurehaltiger Produkte wie Kaliumdiformiat hinsichtlich Bakterienkontrolle und Verbesserung der hygienischen Qualität tierischer Nahrungsmittel ableiten, die allerdings noch eingehend untersucht werden müssen.

Schlussfolgerungen

Kaliumdiformiat wirkt nachweisbar leistungsverbessernd in der Schweinefütterung. Kaliumdiformiat ist der erste zugelassene nicht-antibiotische Leistungsförderer für Ferkel, Mastschweine und Zuchtsauen in der EU. Die exzellente antimikrobielle Wirkung Ameisensäurehaltiger Produkte gegenüber potentiell pathogenen Keimen eröffnet neue Anwendungsgebiete hinsichtlich der Verbesserung der Hygiene tierischer Nahrungsmittel, auch wenn im vorliegenden Versuch keine positiven Effekte auf die untersuchten Schlachtleistungsparameter nachzuweisen waren.

Literatur:

- Diebold, G., Eidelsburger, U. (2005): Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoters. In: Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Ban on the Horizon? Wageningen Academic Publishers, in press.
- Eidelsburger, U. (1998): Feeding short chain organic acids to pigs. In: Recent Developments in Pig Nutrition 3 (eds. P.C. Garnsworthy, J. Wiseman), Nottingham University Press, pp. 107-121.
- Kirchgessner, M., Paulicks, Brigitte R., Roth, F.X. (1997): Effects of supplementations of diformate complexes (Formi™ LHS) on growth and carcass performance of piglets and fattening pigs in response to application time. Agriol. Res. 50: 1-10.
- Øverland, M., Granli, T., Kjos, N.P., Fjetland, O., Steien, S.H., Stokstad, M. (2000): Effect of dietary formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 78: 1875-1884.
- Partanen, K.H., Mroz, Z. (1999): Organic acids for performance enhancement in pig diets. Nutr. Res. Rev. 12: 117-145.
- Partanen, K.H. (2001): Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. In: A. Piva, K.E. Bach Knudsen and J.E. Lindberg (eds.): Gut environment of pigs. P 201-218. The Nottingham University Press, Nottingham.
- Roth, F.X., Kirchgessner, M. (1995): Zum Einsatz von Ameisensäure in der Tierernährung. In: 5. Forum Tierernährung. BASF AG, Ludwigshafen, 5-20.

Roth, F.X., Kirchgessner, M., Paulicks, Brigitte R. (1996): Nutritive use of feed additives based on diformates in the rearing and fattening of pigs and their effects on performance. *Agribiol. Res.* 49: 307-317.



Animal Nutrition

FORMI

NEU:
Jetzt auch für
Sauen zugelassen!

Fordern Sie klare **Verhältnisse!**

Formi® – Die erste zugelassene Alternative zu Fütterungsantibiotika

- Optimale Sicherheit für Mensch und Umwelt, keine Rückstände
- Überzeugend in der Salmonellenkontrolle
- Vorbeugend gegen Coliprobeme beim Absetzen
- Überlegene Profitabilität durch hohe Leistung

BASF
The Chemical Company

Anschrift des Autors

Dr. Dr. habil. Ulrich Eidelsburger
BASF Aktiengesellschaft
Global Value Chain Management Nutrition
Carl-Bosch-Straße 64
67117 Limburgerhof, Germany
Email: ulrich.eidelsburger@basf-ag.de

Modulation of swine cecal microflora by some organic acids

Giacomo Biagi, Andrea Piva

DIMORFIPA, Università di Bologna, 40064 Ozzano Emilia, Italy

Introduction

Antibiotics are widely used in pig weaning diets as a mean of reducing scours and improving post-weaning performance. Following the demonstration that the use of antibiotics as growth promoters can increase the risk of diffusion of antibiotic resistance (Jacobs 1997, Witte 1998), the European Union decided that antibiotics used as growth promoters will be phased out as of January 2006. As a consequence, there is an increasing need to find generally recognized as safe (GRAS) alternatives to modulate the cecal microflora. Adding organic acids to piglet diets is known to be helpful in overcoming the problems of the post-weaning period (Roth and Kirchgeßner 1998, Tsiloyiannis et al. 2001). The objective of this study was to evaluate the effects of different organic acids on swine cecal microflora in an in vitro fermentation system.

Material and methods

A corn-soybean diet (CP 17.6%, EE 4.3%, CF 4.2%, DE 16.7 MJ kg⁻¹ DM) for growing pigs was predigested to simulate ileal digestion as described by Vervaeke et al. (1989). The digested diet was used as substrate in an in vitro fermentation study.

Cecal content was collected from market pigs immediately after slaughter, diluted with a carbonate-phosphate buffer (ratio 1:2) and filtered. The filtered inoculum was then dispensed under CO₂ flow in 4 glass syringes (5 ml of inoculum) and 4 vessels (25 ml of inoculum) per treatment, containing 20 or 100 mg of predigested diet, respectively, that were sealed and incubated at 39° C for 24 h. Treatments were the predigested diet with or without (control diet) the addition of a solution (adjusted to pH 6.7) containing an organic acid used at the final concentration of 60, 120 and 240 mmol L⁻¹. The organic acids used were formic, acetic, propionic, lactic, butyric, sorbic, fumaric, malic, citric, α -ketoglutaric, and benzoic acid. Six in vitro fermentations were necessary to test all acids at the three different concentrations. The control diet was used in every fermentation as the internal standard.

Gas production was measured as described by Menke et al. (1979) using glass graduated syringes and recording the cumulative volume of gas produced every 30 min. Samples of fermentation fluid were collected from each vessel at time 8 and 24 h after incubation in shaking water bath for ammonia analysis.

Statistical analysis.

A modified Gompertz bacterial growth model (Zwietering et al. 1992) was used to fit gas production data. This model assumes that substrate levels limit growth in a logarithmic relationship (Schofield et al. 1994). Its equation for gas production is as follows:

$$V = V_F \exp \{ - \exp [1 + (\mu_m e / V_F)(\lambda - t)] \}$$

Where symbols have the meanings assigned by Zwietering et al. (1990): V = volume of gas produced at time t , t = fermentation time, V_F = maximum volume of gas produced, μ_m = maximum rate of gas production, which occurs at the point of inflection of the gas curve and λ = the lag time, as the time-axis intercept of a tangent line at the point of inflection. Data were analyzed by ANOVA. Each syringe and vessel formed the experimental unit. Differences were considered statistically significant at $P < 0.05$.

Results

The modified Gompertz bacterial growth model nicely fitted ($r^2 = 0.99$) caecal microbial growth recorded using the cumulative gas production technique.

Gas production and ammonia data are shown in Figure 1.

Compared to control diet, total gas production was increased ($P < 0.05$) by lactic acid at all tested concentrations (+30%, +73%, and +35% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively), fumaric acid at 60 mmol L⁻¹ (+32%), citric acid at 60 and 120 mmol L⁻¹ (+92% and +52%, respectively), and α -ketoglutaric acid at 60 and 120 mmol L⁻¹ (+32% and +40%, respectively). Conversely, compared to control, total gas production was reduced ($P < 0.05$) by formic acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (-30% and -55%, respectively), propionic acid at 240 mmol L⁻¹ (-43%), butyric acid at 240 mmol L⁻¹ (-33%), sorbic acid at all tested concentrations (-34%, -34%, and -80% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively), citric acid at 240 mmol L⁻¹ (-85%), and benzoic acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (-49% and -72%, respectively).

Compared to control, the maximum rate of gas production was increased ($P < 0.05$) by lactic acid at 60 and 120 mmol L⁻¹ (+58% and +117%, respectively) and by α -ketoglutaric acid at 60 and 120 mmol L⁻¹ (+27% and +26%, respectively). When added at the concentration of 240 mmol L⁻¹, all acids reduced ($P < 0.05$) the velocity of gas production compared to the control diet. The dose of 120 mmol L⁻¹ resulted in a maximum rate of gas production lower than control ($P < 0.05$) for formic (-50%), propionic (-35%), butyric (-39%), sorbic (-42%), fumaric (-38%), malic (-23%), and benzoic acid (-56%) treatments. At the dose of 60 mmol L⁻¹, only butyric, sorbic and benzoic acids determined a lower maximum rate of gas production than control (-21%, -40%, and -51%, respectively; $P < 0.05$).

After 8 h of fermentation, ammonia concentration was lower than control ($P < 0.05$) when lactic acid (-29% at 60 mmol L⁻¹) and sorbic acid (-27% at 240 mmol L⁻¹) were added to the vessels. At the same time point, ammonia was higher than control ($P < 0.05$) with formic acid at 240 mmol L⁻¹ (+42%), acetic acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (+30% and +46%, respectively), propionic acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (+37% and +71%, respectively), lactic acid at 240 mmol L⁻¹ (+101%), butyric acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (+42% and +56%, respectively), malic acid at all concentrations tested (+39%, +48%, and +34% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively), citric acid at 60 and 120 mmol L⁻¹ (+77% and +57%, respectively), and benzoic acid at 120 mmol L⁻¹ (+36%).

After 24 h of fermentation, ammonia concentration was lower than control ($P < 0.05$) with lactic acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (-52% and -54%, respectively), sorbic acid (-34%, -47%, and -32% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively), citric acid 60 and 240 mmol L⁻¹ (-31% and -29%, respectively), fumaric acid (-54%, -35%, and -26% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively), α -ketoglutaric acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (-35% and -34%, respectively), and benzoic acid (-33%, -29%, and -37% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively). At 24 h, ammonia was higher than

control ($P < 0.05$) with formic acid at 240 mmol L⁻¹ (+37%), acetic acid (+28%, +28%, and +30% at 60, 120, and 240 mmol L⁻¹, respectively), butyric acid at 120 and 240 mmol L⁻¹ (+20% and +42%, respectively), and malic acid at 60 and 120 mmol L⁻¹ (+19% and +23%, respectively; $P < 0.05$).

Discussion

Gas production data showed that organic acids may inhibit or enhance cecal bacterial activity in relation to the type and concentration of acid used. It is known that several bacterial strains can use citric acid (Medina de Figueroa et al. 2000) and lactic acid (Martin 1998) as an energy source and that malic acid (Renault et al. 1988, Loubiere et al. 1992) and fumaric acid (Tran et al. 1997, Tielens and Van Hellemond 1998) may positively modulate the energy metabolism of some strains usually residing in the hindgut.

In our study, lactic acid was the only acid that enhanced bacterial fermentation at every concentration tested, including the highest concentration used (240 mmol L⁻¹). Citric acid strongly increased gas production when used at 60 and 120 mmol L⁻¹ but almost completely inhibited bacterial activity at 240 mmol L⁻¹. Interestingly, despite the opposite effects on gas production, citric acid resulted in lower ammonia than control when used both at 60 and 240 mmol L⁻¹. This finding suggests that an effective control of ammonia cecal concentration may be achieved by inhibiting bacterial fermentation and, as such, protein catabolism like antibiotics do or by enhancing microflora activity and shifting the ecosystem towards a more anabolic status.

Sorbic acid showed the strongest antibacterial activity and was the only acid that reduced total gas production when used at 60 mmol L⁻¹. On the contrary, acetic, lactic, fumaric, malic, and α -ketoglutaric acid did not affect gas production even when used at the highest concentration tested (240 mmol L⁻¹).

While lactic acid increased both final gas volume and velocity of gas production, citric acid did not affect the latter. This finding suggests that citric acid is fermented at a lower rate than lactic acid. In *in vivo* conditions, a rapid fermentation of substrates in the intestine could result in intestinal distension and abdominal pain, affecting animal feed intake (Houdijk et al. 1997, Mul 1997).

Sorbic, fumaric, and benzoic acid were the only acids able to reduce ammonia at 24 h at all concentrations tested. Lund et al. (1987) showed that sorbic acid added to foods to prevent food spoilage at 9 mmol kg⁻¹ was able to inhibit the growth of proteolytic strains of *Clostridium botulinum* when pH was lower than 5.5. In our study, sorbic acid reduced ammonia compared to control when used at 60 mmol L⁻¹ at pH 6.7. Considering that sorbic acid pKa is 4.76, the concentration of acid that is in the undissociated form and therefore able to cross the bacterial cell wall (Russel and Diez-Gonzalez 1998) can be obtained from the Henderson-Hasselbach equation, where A⁻ and HA are the dissociated and undissociated species, respectively and pHe is the environmental pH

$$\text{pHe} = \text{pKa} + \log[\text{A}^-]/[\text{HA}]$$

At pH 5.5, 15.4% of sorbic acid is in the undissociated form while at pH 6.7 only 1.1% of the acid is undissociated. Therefore, the amount of free sorbic acid in our study when acid was added at 60 mmol L⁻¹ was very close to the amount of free acid in the study of Lund et al. (1987; 0.66 vs. 1.39 mmol L⁻¹) where proteolytic strains were inhibited by sorbic acid. These findings suggest that sorbic acid could be a good candidate for further *in vivo* studies.

Other acids, such as formic, acetic, propionic, butyric, and malic acid, failed to exert an effective control of ammonia levels in the fermentation liquid and in some cases determined higher ammonia concentration than in control vessels.

Conclusions

These results show that organic acids have different effects on the cecal microflora and that some organic acids can positively influence bacterial fermentations reducing ammonia concentration.

References

- Houdijk, J. G. M., Hartemink, R., Van Laere, K. M. J. and Williams, B. A. 1997. Fructooligosaccharides and transgalactooligosaccharides in weaner pigs' diet. In Proceedings of the International Symposium "Non-digestible oligosaccharides: healthy food for the colon?" Wageningen, The Netherlands: 69-78.
- Jacobs, C. 1997. Life in the balance: cell walls and antibiotic resistance. *Science* 278: 1731-1732.
- Loubiere, P., Salou, P., Leroy, M. J., Lindley, N. D. and Pareilleux, A. 1992. Electrogenic malate uptake and improved growth energetics of the malolactic bacterium *Leuconostoc oenos* grown on glucose-malate mixtures. *J. Bacteriol.* 174: 5302-5308.
- Lund, B. M., George, S. M. and Franklin, J. G. 1987. Inhibition of type A and type B (proteolytic) *Clostridium botulinum* by sorbic acid. *Appl. Environ. Microbiol.* 53: 935-941.
- Martin, S. A. 1998. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. *J. Anim. Sci.* 76: 3123-3132.
- Medina de Figueroa, R., Alvarez, F., Pesce de Ruiz Holgado, A., Oliver, G. and Sesma, F. 2000. Citrate utilization by homo- and heterofermentative lactobacilli. *Microbiol. Res.* 154: 313-320.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, H. and Schneider, W. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci.* 93: 217-222.
- Mul, A. J. 1997. Application of oligosaccharides in animal feed. In Proceedings of the International Symposium "Non-digestible oligosaccharides: healthy food for the colon?", Wageningen, The Netherlands: 106.
- Renault, P., Gaillardin, C. and Heslot, H. 1988. Role of malolactic fermentation in lactic acid bacteria. *Biochimie* 70: 375-379.
- Roth, F. X. and Kirchgeßner, M. 1998. Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. *J. Anim. Feed Sci.* 7 (Suppl. 1): 25-33.
- Russell, J. B. and Diez-Gonzalez, F. 1998. The effects of fermentation acids on bacterial growth. *Adv. Microb. Physiol.* 39: 205-234.
- Schofield, P., Pitt, R.E. and Pell, A.N., 1994. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. *J. Anim. Sci.* 72: 2980-2991.
- Tielens, A. G. and Van Hellemond, J. J. 1998. The electron transport chain in anaerobically functioning eukaryotes. *Biochim. Biophys. Acta* 1365: 71-78.
- Tran, Q. H., Bongaerts, J., Vlad, D. and Unden, G. 1997. Requirement for the proton pumping NADH dehydrogenase I of *Escherichia coli* in respiration of NADH to fumarate and its bioenergetic implications. *Eur. J. Biochem.* 244: 155-160.
- Tsiloyiannis, V. K., Kyriakis, S. C., Vlemmas, J. and Sarris, K. 2001. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea. *Res. Vet. Sci.* 70: 287-293.
- Vervaeke, I. J., Dierick, N. A., Demeyer, D. L. and Decuypere, J. A. 1989. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. II. An experimental approach to hindgut digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 23: 169-194.
- Witte, W. 1998. Medical consequences of antibiotic use in agriculture. *Science* 279: 996-997.
- Zwietering, M. H., Jongenburger, L., Rombouts, F. M. and van't Riet, K. 1990. Modelling the bacterial growth curve. *Appl. Environ. Microbiol.* 56: 1875-1881.
- Zwietering, M. H., Rombouts, F. M. and van't Riet, K. 1992. Comparison of definitions of the lag phase and the exponential phase in bacterial growth. *J. Appl. Bacteriol.* 72: 139-145.

Address of corresponding author:

Dr. Giacomo Biagi
 DIMORFIPA, Università di Bologna
 Via Tolara di Sopra, 50, 40064, Ozzano Emilia
 Italy
 e-mail: gbiagi@vet.unibo.it

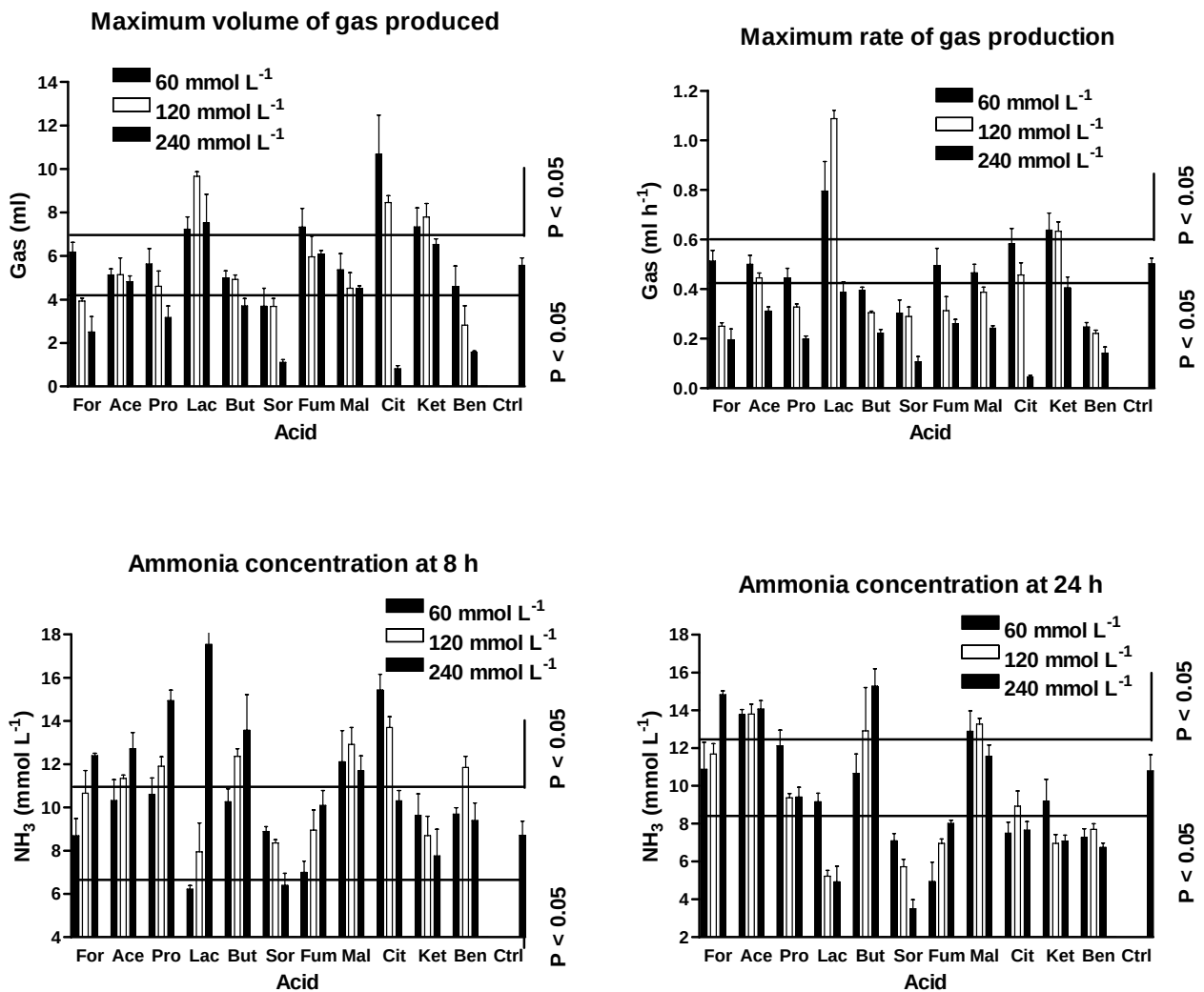


Figure 1: Maximum volume of gas produced (ml), maximum rate of gas production (ml h⁻¹) and ammonia concentrations (mmol L⁻¹) during 24 h of fermentation when organic acids were added to the control diet. Control diet was a pig predigested diet incubated with swine cecal microflora. Treatments were For = formic acid, Ace = acetic acid, Pro = propionic acid, Lac = lactic acid, But = butyric acid, Sor = sorbic acid, Fum = fumaric acid, Mal = malic acid, Ket = α -ketoglutaric acid, Ben = benzoic acid, Ctrl = control diet. Bars are means $\pm$ SD of quadruplicate syringes. Bars under the lower line and over the upper line differ from control ($P < 0.05$).

Zum Einfluss eines Kombinationspräparats auf Basis organischer Säuren und ätherischer Öle auf die Mastleistung von Schweinen unter litauischen Verhältnissen

Jurgis Kulpys, Irena Jančienė, Rolandas Stankevičius
Litauische Veterinärmedizinische Akademie

Einleitung

Seit Jahrzehnten werden in der Schweinemast Fütterungsantibiotika als effektives Mittel zur Verlustminderung und Wachstumsförderung von Ferkeln eingesetzt. Darüber hinaus hat der Einsatz von Fütterungsantibiotika auch negative Folgen wie resistente Stämme von früher behandelten Mikroorganismen und Antibiotikarückstände im Fleisch. Da in der EU Fütterungsantibiotika in den Futtermischungen für Mastschweine ab 2006 generell verboten sind, sind Alternativen gefragt, um Ferkelverluste mindern zu können. Eine Alternative stellen Präparate dar, die keinen negativen Einfluss auf Fleischqualität sowie Menschengesundheit haben. Litauische Schweinehalter lenkten ihre Aufmerksamkeit auf das neue Präparat „Genex Pig“ der Firma Optivite Limited. „Genex Pig“ ist ein natürlicher Futterzusatzstoff für Schweine aller Altersgruppen. Alle seine Inhaltsstoffe sind in der EU offiziell zugelassen. Es ist eine synergische Mischung auf Silikonbasis aus flüchtigen Fettsäuren und ihren Ammoniumsalzen, ätherischen Ölen und pflanzlichen Extrakten. In der Fachliteratur wird auf ihre antibakterielle Wirkung hingewiesen (Havenaar, Huis, 1992; Šuškovič et al., 2001). Dank der bakteriziden Wirkung von „Genex Pig“ wird Bildung und Wachstum von schädlichen Bakterien im Verdauungskanal reduziert und somit das Risiko klinischer und subklinischer Krankheiten gesenkt. Darüber hinaus trägt es zur Verbesserung der Darmflora bei (Bengmark, 1998; Fuller, Perdigon, 2000). Bedingt durch Verwendung dieses Präparats passiert Futterbrei den Verdauungstrakt langsamer: Längere Verdauungsphase bzw. bessere Nährstoffaufnahme haben ihrerseits eine Verringerung des Ammoniakgehalts und der Feuchtigkeit im Kot zur Folge (Crittenden, 1999; Jerešiūnas et al., 2005).

„Genex Pig“ enthält hochwirksame antimykotische Stoffe, die Schimmelpilzbildung verhindern und ihren negativen Einfluss auf Nährwert und Geschmackseigenschaften der Futtermittel minimieren. Schimmelpilze sind für den bitteren Futtergeschmack verantwortlich. Sie verhindern die Nährstoffaufnahme, weil Öle in unverdauliche Kohlenhydrate umgewandelt sowie Vitamine zerstört werden (Bezkozovainy, 2001; Kimura et al., 2002). Schimmelpilzwachstum fördert Bildung von Mykotoxinen, die verschiedene Krankheiten auslösen können. Darüber hinaus hemmen Mykotoxine Eiweißsynthese, was Wachstumsverzögerung und Entwicklungsstörungen zur Folge hat (Jonsson, Conway, 1992; Crittenden, 1999).

Material und Methoden

In der Kontrollmästungsabteilung der staatlichen Schweineleistungsprüfstation wurde 2004 ein Versuch durchgeführt. Zielsetzung des Schweinemastversuchs war es, den Einfluss des Präparates „Genex Pig“ auf Mast- und Schlachtleistung der Schweine zu prüfen, wobei in der Schweinemast lokal hergestellte Futtermittel eingesetzt werden. Zu diesem Zweck wurden aus Hybridferkeln (F_1 :

Landrasse×Yorkshire) zwei analoge Prüfgruppen je 22 Tiere gebildet. Die Ferkel wurden in den sich nebeneinander befindenden Einzelständen gehalten. Fütterungs- und Haltungsbedingungen waren für beide Gruppen gleich. Beide Gruppen bekamen das trockene Mischfuttermittel Kret-Kom 58-157GR-05 der AG „Kretingos grūdai“ (1 kg Futtermischung enthielt 13,4 MJ ME und 16% Rohprotein). Dem Futter der Versuchstiere wurde zusätzlich „Genex Pig“ beigemischt (3 g/kg Futter).

In der Mastperiode erhielten alle Tiere zwei Mahlzeiten pro Tag, Futter *ad libitum* aus dem Futtertrichter mit einem einstellbaren Schieber, wodurch gewisse Futtermengen in den Trog entleert werden und somit Verluste vermindert werden konnten. Die Futtermenge im Futtertrichter vor und nach der Fütterung wurde erfasst und dokumentiert. Trinkwasser stand den Schweinen *ad libitum* zur Verfügung.

Zu Versuchsbeginn hatten die Tiere eine mittlere Lebendmasse von 30 kg, bei Prüfende eine mittlere Lebendmasse von 100 kg. Die Lebendmasse der Schweine wurde zu Versuchsbeginn, alle dreißig Tage und am Versuchsende individuell erfasst.

Am Prüfende wurden das Tieralter in Tagen bei 100 kg LM erfasst, sowie mittlere Tageszunahme und Futteraufwand je kg Zunahme ermittelt.

Muskelfleischanteil (%) wurde am lebenden Tier vor der Schlachtung ermittelt (Einsatz Piglog-105). Die weiteren Qualitätsmerkmale wurden nach der Schlachtung erfasst. Nach der Abkühlung der Schlachtkörper wurden folgende Schlachtkörperdaten erfasst: Länge der Schlachthälften, Baconlänge, Speckdicke an der sechsten/siebten Rippe und an der letzten Rippe, Rückenmuskelfläche und Schinkengewicht. Alle Parameter wurden unter Zuhilfenahme von Regressionskoeffizienten auf 100 kg Körpermasse umgerechnet (Regelungen für die Bewertung von Zuchtschweinen, Landwirtschaftliches Ministerium, 2003). Fleischqualität (Fleischproben von M. *longissimus dorsi*) wurde im Labor für die Bewertung der Fleischeigenschaften und -qualität (Litauische Veterinärmedizinische Akademie) nach anerkannten Methodiken (Augustini et al., 1987) erfasst.

Die statistische Auswertung der Versuchsdaten erfolgte mit dem Programm „R“ (Analyse der Mittelwertabweichung). Unterschiede sind signifikant, wenn $p < 0,05$ (Juozaitienė, Kerzienė, 2001).

Ergebnisse

In der gesamten Versuchsperiode traten keine Gesundheits- und Entwicklungsstörungen der Tiere auf.

Es wurde festgestellt, dass der Einsatz von „Genex Pig“ sich positiv auf die Mastleistung der Schweine auswirkte (Tabelle 1).

Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, erreichten die Tiere der Versuchsgruppe das angestrebte Mastendgewicht von 100 kg 14,5 Tage früher ($td=3,45$, signifikante Differenz). Das schnellere Wachstum hatte eine 64,4 g bzw. 7,6 % größere tägliche Zunahme zur Folge ($td=2,21$, signifikante Differenz). Auch der Futteraufwand je kg Zunahme wurde um 0,24 kg bzw. 7,8% reduziert ($td=2,46$, signifikante Differenz). Deshalb wurden in der gesamten Versuchsperiode durchschnittlich 10,93 kg Mischfutter je Tier weniger verfüttert ($td=1,71$, Differenz nicht signifikant).

Tabelle 1: Mastleistungsdaten

Parameter	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe			Vergleich	
	$\bar{x}$	m	Cv	$\bar{x}$	m	Cv	$\pm$	td
Mittleres Alter bei 100 kg Lebendmasse (Tage)	172,25	3,53	9,4	157,73	1,7	2,46	-14,52	3,45*
Tägliche Zunahme (g)	844,05	23,16	12,57	908,41	18,74	9,45	+64,36	2,21*
Futtermittelverbrauch je kg Zunahme (kg)	3,07	0,09	13,25	2,83	0,05	7,48	-0,24	2,46*
Futtermittelverzehr je Tier im Prüfzeitraum (kg)	205,98	4,54	10,09	195,05	4,69	11,02	-10,93	1,71

signifikant ($p < 0,05$)

Am Ende der Mastperiode wurden am lebenden Tier manche phänotypischen Merkmale erfasst. Die mittels Ultraschall ermittelten Daten über Speck- und Rückenmuskeldicke sowie Muskelfleischanteil sind in der Tabelle 2 ausgewiesen.

Tabelle 2: Daten der phänotypischen Beurteilung

Parameter	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe			Vergleich	
	$\bar{x}$	m	Cv	$\bar{x}$	m	Cv	$\pm$	td
Speckdicke, Maß F-1 (mm)	14,27	0,5	16,21	15,8	0,72	20,88	+1,53	1,75
Speckdicke, Maß F-2 (mm)	13,77	0,5	16,76	14,64	0,67	20,93	+0,08	1,06
Rückenmuskeldicke (mm)	43,68	0,91	9,54	45,14	0,85	8,63	+1,46	1,2
Muskelfleischanteil (%)	56,1	0,48	3,92	55,6	0,53	4,34	-0,5	0,71

Der Tabelle 2 ist zu entnehmen, dass alle Tiere gute Fleischeigenschaften besaßen, wie sie für in Litauen gehaltene Hybridschweine (Landrasse $\times$ Yorkshire) kennzeichnend sind. Speckdicke an der letzten Rippe (Maß F-1) erreichte im Mittel 14,27 mm (Kontrollgruppe) und 15,8 mm (Versuchsgruppe), d.h. 1,53 mm bzw. 10,7 % mehr im Vergleich mit den Kontrolltieren. Die Schweine der Versuchsgruppe wiesen eine etwa größere Rückenmuskeldicke (0,85 mm bzw. 3,3%) auf. In der Kontrollgruppe war dagegen der Muskelfleischanteil etwa größer (0,53 %). Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren jedoch nicht signifikant.

Das Hauptverfahren zur Leistungsbeurteilung der Mastschweine ist die Kontrollschlachtung und Schlachtkörperbeurteilung. Über die Ergebnisse der Ausschlachtung und Qualitätsmerkmale informiert Tabelle 3.

Tabelle 3: Schlachtkörperdaten

Parameter	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe			Vergleich	
	$\bar{x}$	m	Cv	$\bar{x}$	m	Cv	$\pm$	td
Länge der Schlachthälften (cm)	96,86	0,55	2,61	97,77	0,57	2,66	+0,91	1,18
Baconlänge (cm)	80,0	0,63	3,62	81,95	0,53	2,98	+1,95	2,42*
Rückenmuskelfläche (cm ²)	34,82	1,21	15,92	33,45	0,79	10,83	-1,37	0,97
Schinkengewicht (kg)	11,12	0,21	8,76	11,47	0,17	6,78	+0,35	1,32
Speckdicke an d. 6.-7. Rippe (mm)	17,05	0,98	26,27	18,55	1,22	30,08	+1,50	0,98
Speckdicke an d. letzten Rippe (mm)	16,91	1,08	30,97	18,59	1,29	31,83	+1,68	1,63

* signifikant ($p < 0,05$)

Die ausführliche Analyse der Ausschlachtungsdaten macht deutlich, dass „Genex Pig“ keinen entscheidenden Einfluss auf die Schlachtkörperqualität der Versuchstiere hatte. Zwischen den Gruppen bestehen kaum Unterschiede: In der Versuchsgruppe waren Länge der Schlachthälften um 0,91 cm, Baconlänge um 1,95 cm, Schinkengewicht um 0,35 kg, Speckdicke um 1,5-1,7 mm größer, Rückenmuskelfläche um 1,37 cm² geringer. Jedoch waren die Unterschiede zwischen den Gruppen mit der Ausnahme des Parameters „Baconlänge“ nicht signifikant.

Um den Einfluss von „Genex Pig“ auf Fleischqualität beurteilen zu können, wurden die Qualitätsmerkmale von Rückenmuskelproben erfasst (Tabelle 4). Die Qualitätsuntersuchung zeigte, dass die Fleischqualität in den beiden Gruppen den Anforderungen an Schweinefleisch entsprach. Es konnten somit keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrolltieren festgestellt werden. Es ließen sich aber etwa größere Unterschiede der Parameter „Trockensubstanz“ und „Rotwert“ feststellen: Fleisch der Kontrolltiere enthielt 0,7 % mehr Trockensubstanz und wies einen um 1 Punkt höheren Rotwert auf.

Wie aus der Tabelle 4 ersichtlich ist, waren die Fleischaussehen und -geschmack betreffenden Qualitätsmerkmale (pH, Helligkeit (L*) u.a.) in den beiden Gruppen praktisch gleich. Es ist jedoch zu bemerken, dass infolge schnelleren Wachstums Fleisch der Versuchstiere etwas geringere Scherkraft (0,19 kg/cm²) aufwies und mehr Wasser (0,39 %) enthielt sowie größere Kochverluste (0,41 %) und geringeres Wasserbindevermögen (1,05 %) aufwies. Dies hatte einen geringeren Anteil an Trockensubstanz und Mineralstoffen (0,03 %) zur Folge. Der mittlere Rohproteingehalt war dagegen 0,3 % größer im Vergleich mit der Kontrollgruppe. (Differenzen nicht signifikant).

Tabelle 4. Fleischqualität

Parameter	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe			Vergleich	
	$\bar{x}$	m	Cv	$\bar{x}$	m	Cv	$\pm$	td
Probenzahl	14	-	-	14	-	-	-	-
Trockensubstanz (%)	25,33	0,26	3,69	24,63	0,13	1,96	-0,70	2,5*
pH	5,47	0,02	1,49	5,44	0,02	1,07	-0,03	1,17
Farbe: L* - Helligkeit	55,76	0,60	3,86	55,71	0,68	4,40	-0,05	0,06
a* - Rotwert	12,95	0,31	8,67	13,95	0,37	9,51	+1,00	2,15*
b* - Gelbwert	5,66	0,25	15,83	6,35	0,41	23,23	+0,69	1,50
Saftigkeit (%)	8,54	0,72	34,66	8,93	0,91	36,79	+0,39	1,25
Wasserbindevermögen (%)	50,03	1,04	7,37	49,08	1,25	9,18	-1,05	1,18
Kochverlust (%)	30,69	0,59	7,40	31,10	0,56	6,53	+0,41	1,07
Scherkraft (kg/cm ²)	2,36	0,19	28,9	2,17	0,15	24,64	-0,19	0,84
Intramuskuläres Fett (%)	1,54	0,08	19,29	1,56	0,12	27,98	+0,02	0,16
Rohprotein (%)	21,63	0,29	4,54	21,93	0,21	3,44	+0,30	1,06
Rohasche (%)	1,16	0,02	4,81	1,13	0,01	4,41	-0,03	1,32

* signifikant (p<0,05)

Schlussfolgerungen und Diskussion.

Die Versuchsergebnisse bestätigen einen positiven Effekt des Präparates „Genex Pig“ auf Mastleistung: 14,5 Tage schnelleres Wachstum, 64,4 g bzw. 7,6 % höhere Tageszunahme, 0,24 kg bzw. 7,8 % geringerer Futteraufwand je kg Zunahme. Im Geldwert bedeutete es um 4,8 % geringere Futterkosten für 1 kg Zunahme (Futterkosten einschließlich „Genex Pig“ betrugen 1,80 Litas, die der Kontrollgruppe – 1,89 Litas).

Es war kein signifikanter Einfluss des Futterzusatzstoffes auf die Schlachtleistung festzustellen. Die einzige Ausnahme stellen die Parameter „Schinkengewicht“ (0,35 kg), „Länge der Schlachthälften“ und „Baconlänge“ (entsprechend 0,91 und 1,95 cm) dar. Darüber hinaus war die Speckdicke an der 6.-7. Rippe 1,5 mm größer, Rückenmuskelfläche dagegen 1,37 cm² kleiner im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

In der Untersuchung wurde auch der Effekt von „Genex Pig“ auf verschiedene Fleischqualitätsparameter festgestellt: pH, Fleischfarbe, Saftigkeit, Wasserbindevermögen, Kochverlust, Scherkraft, Trockensubstanz, Rohprotein, intramuskuläres Fett und Rohasche.

Der pH-Wert zeigt Fleischhaltbarkeit an und steht mit der Fleischfarbe sowie seinen kulinarischen Eigenschaften im engen Zusammenhang. Die pH-Werte in den beiden Gruppen waren praktisch gleich (5,44-5,47) und überschritten den pH-Sollwert nicht.

Fleischfarbe steht mit dem Aussehen von Fleisch und seiner technologischen Beschaffenheit in enger Verbindung. Sowohl blasses, weiches und wässriges als auch rotes und trockenes Schweinefleisch gilt als Qualitätsmangel und besitzt einen geringeren Wert. Zur Beurteilung der Fleischfarbe wurden

Helligkeit (L^*), Rotwert (a^*) und Gelbwert (b^*) gemessen. Es wurden keine signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen festgestellt. In der Versuchsgruppe ließen sich aber größere Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Tieren (52,25-61,12) beobachten. Im Fall von zwei Versuchstieren wurde das PSE-Syndrom (blasses, weiches und wässriges Fleisch) nachgewiesen.

In der Versuchsgruppe war der Rotwert (a^*) um 1,0 Punkt höher als in der Kontrollgruppe und überschritt den Grenzwert (11,0 Punkte) um 2,95 Punkte. Der mittlere Gelbwert (b^*) in den beiden Gruppen entsprach der Norm (6-9 Punkte), in der Versuchsgruppe war dieser Parameter jedoch 0,69 Punkt höher als in der Kontrolle.

Saftigkeit als wichtiger technologischer Parameter definiert die Fleischeignung für bestimmte Erzeugnisse und beeinflusst das Aussehen von Fleisch. Die Wassergehalt-Norm für Schweinefleisch beträgt in Litauen 3,0-7,0 %. Der Wassergehalt in den beiden Gruppen war praktisch gleich (8,54-9,93 %) und überschritt die Norm um 1,54 % (Kontrolle) und 1,93 % (Versuchsgruppe).

Wasserbindevermögen steht mit den kulinarischen Eigenschaften sowie Aussehen von Fleisch im engen Zusammenhang. Außerdem wird dadurch Koch- bzw. Bratverlust beeinflusst. Das optimale Wasserbindevermögen beträgt 60-65 %. Der Versuch ergab im Mittel ein 11 % geringeres Wasserbindevermögen. In der Versuchsgruppe 0,95 % geringer als in der Kontrollgruppe.

Kochverlust charakterisiert technologische Eigenschaften von Fleisch. Die Kochverlust-Norm für Schweinefleisch beträgt 19-30 %. In der Versuchsgruppe war der mittlere Kochverlust 1,1 % geringer im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

Man kann annehmen, dass die physischen Fleischeigenschaften möglicherweise durch das schnellere Wachstum der Versuchstiere beeinträchtigt wurden.

Zartheit von Fleisch ist eine sehr wichtige kulinarische Eigenschaft. Zähes Fleisch wird nicht gerne gegessen und schlechter verwertet. In der Schweinezucht wird die optimale Scherkraft von 0,7-2,0 kg/cm² festgelegt. In den beiden Gruppen war die Scherkraft etwa größer und erreichte 2,17-2,36 kg/cm². Darüber hinaus wies Fleisch der Kontrolltiere eine 0,19 kg/cm² bzw. 8,1 % größere Scherkraft auf. Wahrscheinlich ist dies auf die Rasseigenschaften zurückzuführen, weil Fleisch der in Litauen gezüchteten Landrasse eine größere Scherkraft aufweist: im Mittel um 0,95 kg/cm² größer als bei Litauischen Weißen (Kirchheim et al., 1998; Radienė et al., 2004).

Es wurden keine signifikanten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung (TS, Rohprotein, Rohfett und Rohasche) nachgewiesen. Die Rohprotein-Norm für Schweinefleisch beträgt 19-24 %, die Mineralstoff-Norm (Rohasche) – 1,0-1,4 %. Die eigene Untersuchung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Tiergruppen und keine Abweichung von der Norm. Es wurden lediglich etwa größere Unterschiede des Rohfettgehalts im Vergleich mit dem Normwert festgestellt.

Fettanlagerung und -verteilung im Schweinefleisch hängt in hohem Maße vom Genotyp der Tiere ab. Fett hat unterschiedlichen Wert, je nachdem in welchem Körperteil es sich anlagert. Wertvolles Fett lagert sich zwischen den Muskelfasern ein. Ihm sind Fleischsaftigkeit und besserer Genusswert zu verdanken. Die Schweinezucht in Litauen war in letzter Zeit auf Vergrößerung des Magerfleischanteils ausgerichtet, was einen geringeren Anteil an intramuskulärem Fett sowie schlechtere physische und Geschmackseigenschaften zur Folge hatte. Der Anteil des intramuskulären Fetts im Schweinefleisch sollte 2,2-3,5 % betragen. Die eigene Untersuchung ergab praktisch gleiche Gehalte an intramuskulärem Fett in beiden Gruppen, die jedoch 0,63-0,64 % unter dem Sollwert lagen. Wahrscheinlich ist dies auf die Schweinerasse und bereits erwähnte Selektionsausrichtung zurückzuführen.

Zusammenfassung.

Die Versuchsergebnisse bestätigen einen positiven Effekt von „Genex Pig“ auf Mastleistung der Schweine: 14,5 Tage schnelleres Wachstum, 64,4 g bzw. 7 % höhere Tageszunahme, 0,24 kg bzw. 7,8 % geringerer Futteraufwand je kg Zunahme. Im Geldwert bedeutete es um 4,8 % geringere Futterkosten für 1 kg Zunahme (Futterkosten einschließlich „Genex Pig“ betrugen 1,80 Litas, die der Kontrollgruppe 1,89 Litas).

Es war kein signifikanter Einfluss des Futterzusatzstoffes auf den Schlachtkörperwert festzustellen. Die einzige Ausnahme stellten die Parameter „Schinkengewicht“ (0,35 kg), „Länge der Schlachthälften“ und „Baconlänge“ (entsprechend 0,91 und 1,95 cm) dar. Darüber hinaus war die Speckdicke an der 6.-7. Rippe 1,5 mm größer, Rückenmuskelfläche dagegen 1,37 cm² kleiner im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

Im Versuch wurde auch der Effekt von „Genex Pig“ auf verschiedene Fleischqualitätsparameter festgestellt: pH-Wert, Fleischfarbe, Saftigkeit, Wasserbindevermögen, Kochverlust, Scherkraft, Trockensubstanz, Rohprotein, intramuskuläres Fett und Rohasche.

Die pH-Werte in den beiden Gruppen waren praktisch gleich (5,44-5,47) und überschritten den pH-Sollwert nicht.

Zur Beurteilung der Fleischfarbe wurden Helligkeit (L*), Rotwert (a*) und Gelbwert (b*) gemessen. In der Versuchsgruppe war der Rotwert (a*) um 1,0 Punkt höher als in der Kontrollgruppe und überschritt den Grenzwert (11,0 Punkte) um 2,95 Punkte. Der mittlere Gelbwert (b*) in der Versuchsgruppe war ebenfalls 0,69 Punkt höher als in der Kontrolle.

Der Wassergehalt in den beiden Gruppen überschritt die Norm um 1,54-1,93%. In der Versuchsgruppe war dieser Parameter 0,39% größer als in der Kontrollgruppe.

Wasserbindevermögen in den beiden Gruppen lag 11% unter dem Sollwert. In der Versuchsgruppe war das Wasserbindevermögen 0,95% geringer als in der Kontrollgruppe.

In der Versuchsgruppe war der mittlere Kochverlust 1,1 % geringer als in der Kontrolle.

Darüber hinaus wies Fleisch der Versuchstiere eine 0,19 kg/cm² bzw. 8,1% geringere Scherkraft auf.

Möglicherweise wurden die physischen Fleischeigenschaften durch das schnellere Wachstum der Versuchstiere beeinträchtigt.

Es wurden keine signifikanten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung festgestellt.

Literatur

- Augustini C., Temisan, V., Lüdden, L. Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Bundesanstalt für Fleischforschung. Kulmbacher Riehe bd. 7, 1987, S. 28-54.
- Bengmark S. The role of probiotic flora//Gastroenterology. 1998. Vol. 11. P. 4-7.
- Bezkorovainy A. Probiotics: determinants of survival and growth in the gut// American journal of clinical nutrition. 2001. Vol. 73. N. 2. P. 399-405.
- Crittenden R. G. Prebiotics and probiotics//Horizon scientific press. Wymondham. 1999. P. 141-156.
- Fuller R., Perdigon G. Immunomodulation by the gut microflora and probiotics//Kluwer academic publishers. Dordrecht. 2000.
- <http://www.optivite.co.uk>
- Havenaar R., Huis J. H. Probiotics// Elsevier applied science. London. 1992. P. 151-170.
- Jerešius A., Kulpys J., Bartkevičiūtė Z., Černauskienė J., Horn L. Probiotikas „Bonvital“ tinka ir Lietuvos kiaulėms//Erfolg im Stall. Spec. leidinys. 2005, p. 15.

Jonsson E., Conway P. Probiotics for pigs//Chapman and hall. 1992. P.260-316.

Juozaitytė V., Kerzienė S. Biometrija ir kompiuterinė duomenų analizė. Kaunas, 2001. P. 6-115.

Kimura Y., Nagata Y., Bryant C. W., Buddington R. K. Nondigestible oligosaccharides do not increase accumulation of lipid soluble environmental contaminants by mice// The american society for nutritional sciences journal nutrition. 2002.Vol.132.N.1.P. 80-87.

Kirchheim, U., Schöne, F., Löhnert H. J., Augustini C., Jahreis G. Untersuchungen zur Beeinflussung der Fleisch- und Fettqualität von Mastbullen und Schweinen durch die Fütterung. Züchtungskde. 70, 1998, S. 108-118.

Radienė Z., Rimkevičius S., Raudonikis A., Rekštys V., Jukna V. Valstybinės kiaulių veislininkystės stoties kontrolinio penėjimo rezultatai 2004 metais. Baisogala. 2004. P. 41-104.

Šuškovič J., Kos B., Goreta J., Matošič S. Role of lactic acid bacteria and bifidobacteria in synbiotic effect//Department of biochemical engineering. Zagreb. 2001. P. 227-233.

Effects of sodium butyrate, avilamycin and a combination of plant extracts on productive performance and intestinal equilibrium of early-weaned pigs.

E.G. Manzanilla¹, M. Nofrarias², M. Anguita¹, M. Castillo¹, J.F. Perez¹, C. Kamel³ and J. Gasa¹

¹Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

²Departament de Sanitat i Anatomia Animal - CReSA (Centre de Recerca en Sanitat Animal), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

³Centre for Animal Sciences, School of Biology, University of Leeds, Leeds, United Kingdom

Introduction

Early weaning produces reductions in the performance of the piglets, making them vulnerable to disease (Pluske *et al.*, 1997). In the last decades, both therapeutic and in-feed antibiotics have been effective in improving the performance of the piglets throughout a decrease in the detrimental effects caused by microbiota (Vissek, 1978). However, the likely influence of in-feed antibiotics on the development of bacterial resistance has motivated their ban from their use in animal feeds in the European Union in January 2006. As a consequence, research has focused primarily on strategies for the pig and poultry sector which yield the same productivity from farm animals to the in-feed antibiotic they are intended to replace. This new situation has allowed for the investigation and use of feed additives such as acidifiers, probiotics, prebiotics and phytogenic substances (Kamel, 2001).

Among these additives, acidifiers has become an alternative of choice to replace antibiotics in post-weaning pig diets because of the large body of evidence about their positive effects on productive performance as reviewed by Partanen and Mroz (1999).

Plant extracts are a category of alternatives to in-feed antibiotics which are characterized in the literature not only by antimicrobial (Cowan, 1999, Dorman and Deans, 2000) antiviral (Garcia *et al.*, 2003), antioxidant (Arouma *et al.*, 1996) and antitoxin effects (Azumi *et al.*, 1997). In addition, they may stimulate enzyme activity (Platel and Srinivasan, 1996) and immunomodulatory responses (Middleton and Kandaswami, 1992). In particular, the combination of plant extracts investigated here has been shown to have effects on digestive physiology and on microbial populations in the piglet (Manzanilla *et al.*, 2004) and the broiler chicken (Jamroz *et al.*, 2003).

The current investigations were performed to elucidate the main effects of avilamycin, sodium butyrate and a commercial plant extract mixture (containing carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin) on fermentation patterns, on the epithelium characteristics and on local immune response in the post-weaning pig, which could be related to productive performance improvements.

Materials and Methods

Thirty two commercial crossing early-weaned pigs ((Landrace × Large white) × Pietrain, mixed males and females) excluded from receiving creep feed, 6.0 ± 0.10 kg live weight (BW) and 18-22 d old were used. Piglets were obtained from a high sanitary farm and were free of principal swine infectious agents including porcine circovirus type 2, porcine parvovirus, porcine respiratory and reproductive syndrome virus, swine influenza virus, Aujeszky's disease virus, *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Lawsonia intracellularis*. Piglets did not seroconvert for any of this pathogens at the end of the experiment. Then, pigs were transported to an experimental farm of non-controlled sanitary, equipped with old iron facilities and were randomly allocated to 8 pens (4 animals per pen) in an environmentally controlled room.

The pens were allocated to one of the four treatments that resulted from the inclusion of three different feed additives, avilamycin (AB), sodium butyrate (AC) and a combination of plant extracts (XT) standardized in 5% wt/wt carvacrol (*Origanum spp.*), 3% wt/wt cinnamaldehyde (*Cinnamomum spp.*) and 2% wt/wt capsicum oleoresin (*Capsicum annum*) in a control diet (Table 1). Plant extracts were included in an inert fatty carrier for their inclusion in the final feed.

Feeding regimen, Controls and Sampling

For 14 days, animals were allowed ad libitum access to feed and performance was monitored weekly. On days 15 to 19, a controlled feed intake pattern (Manzanilla et al., 2004) was applied from 08h00 to 20h00 to standardize the digestive tract conditions upon slaughter. In particular, 30-min periods of feeding (ingestion period) were alternated with 1-hour fasting periods (fasting period). The adequacy of timing and ad libitum conditions were confirmed when animals in the pen moved to eat to the feeders each feeding period and finished in a 30 minute period. Pigs were fed ad libitum the remainder of the day (from 20h00 to 8h00 of the next day). On days 19 and 21, after the 12h00, 13h30, 15h00, and 16h30 ingestion period, one pig per treatment was weighted and sacrificed by i.v. injection of sodium pentobarbitone (Dolethal, Vetoquinol, S.A., Madrid, Spain; 200 mg/kg BW). Two pigs of each pen were sacrificed each day. Animals were exsanguinated; the abdomen opened immediately from sternum to pubis, and the whole gastrointestinal tract was removed, weighed, and sampled.

Samples were taken from homogenized stomach, proximal jejunum, ileum, cecum, proximal and distal colon and rectum contents, which were acidified with H_3PO_4 (approximately 4 g fresh weight/mL wt/wt of H_3PO_4 , 1% wt/wt of mercuric chloride and 50 mM 3-methyl valerate as an internal standard), and stored at $-20^\circ C$ for VFA analysis. The VFA concentration ($\mu mol/g$ of fresh matter) in deproteinized caecal and colonic digesta was determined by GLC, following the method of Jouany (1982).

Statistical Analyses

All results were analyzed by ANOVA with the GLM procedure of SAS, using treatment included as classification factors. In productive performance analysis, pen was used as experimental unit for ADG, ADFI and G:F. Initial live weight was used as covariate for productive performance results. In slaughter data analysis, pig was used as experimental unit. Day and period of sacrifice were initially included in the model but were not significant for any variables ($P = 0.43$ to 0.94); thus, they were ultimately excluded from the model. Tukey's correction was used for treatment means comparisons to control when P-value of the model was significant. When not, overall P-value is given in the text.

Table 1. Composition of the diets on an as-fed basis.

----- Ingredient composition (g/kg as fed basis) -----		
Corn,		276.3
Barley		300.0
Soybean meal 44% CP		40.0
Full-fat extruded soybeans		40.0
Soy protein concentrate		60.0
Fish meal LT		50.0
Dried whey		40.0
Acid whey		150.0
Wheat gluten		6.8
Clay		10.0
Dicalcium phosphate		11.0
L-lysine HCL		4.4
DL-methionine		2.7
L-threonine		1.9
L-tryptophan		0.4
Choline chloride 50%		2.0
Chromic oxide		1.5
Vitamin and mineral premix ^c		3.0
----- Nutrient composition (as fed basis) -----		
Crude protein, g/kg	1.56	1.89
Crude fibre, g/kg	15.6	25.8
Fat, g/kg	4.9	2.9
Ash, g/kg	35.4	21.7
Gross energy, Mcal/kg	20.7	11.2
Lysine, g/kg	.4	.2

^aProvided the following per kilogram of diet: vitamin A, 13500 IU; vitamin D₃, 2000 IU; vitamin E, 80 mg; vitamin K₃, 4 mg; thiamin, 3 mg; riboflavin, 8 mg; vitamin B₆, 5 mg; vitamin B₁₂, 40 mg; nicotinic acid, 40 mg; calcium pantothenate, 15 mg; folic acid, 1.3 mg; biotin, 150 mg; Fe, 120 mg as iron carbonate; Cu, 175 mg as copper sulfate 5H₂O; Zn, 110 mg as zinc oxide; Mn, 65 mg as manganese sulphate; I, 1mg as potassium iodate; selenium, 0.10 mg as sodium selenite.

Results

The results for average daily feed intake, average daily gain and feed-to-gain ratio for the 14-day trial period are shown in Table 2. No differences were noted among treatments for ADG (average daily gain) or ADFI (average daily feed intake), however ADG and ADFI were numerically higher (overall P-values = 0.052 and 0.147, respectively) for animals consuming the treatments compared to control. Furthermore, animals fed AB and AC compared to control presented better F:G (feed-to-gain) ratio (P = 0.001 and 0.004 respectively).

Table 2. Average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG) and feed-to-gain ratio (F:G) of pigs fed the experimental diets^a.

Parameter	CT	AB	AC	XT	SEM	P-Value
ADG 0-14 days, g/animal	124.7	177.4	177.6	165.9	10.59	0.069
ADFI 0-14 days, g/animal	238.6	277.0	255.5	300.9	15.17	0.147
F:G 0-14 days, g/animal	0.53z	0.64y	0.69x	0.55z	0.010	0.0009

Figure 1 shows total VFA concentration along the hindgut. Total VFA concentration was numerically lowered by AB and AC inclusion. Table 3 shows the percentage of each VFA along the hindgut. AB promoted a decrease in propionate percentage (P = 0.0001) and a simultaneous increase on acetate and branched chain VFA (P = 0.021 and 0.011, respectively) compared to control. Butyrate increased propionate (P = 0.041) and decreased branched VFA (P = 0.081) and XT increased butyric percentage in the hindgut (P = 0.016) compared to control.

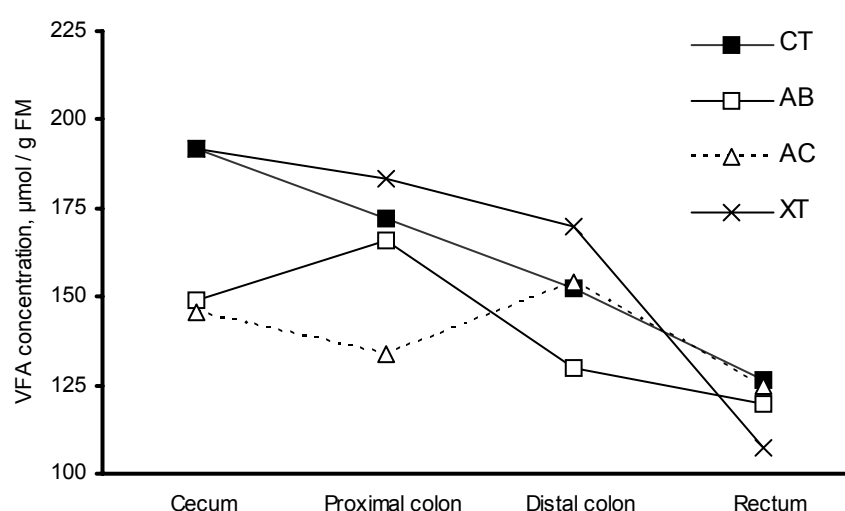


Figure 1. Total VFA concentration (μmol/g fresh matter) in hindgut (caecum, proximal colon, distal colon and rectum) of pigs fed the experimental diets.

Table 3. VFA profile along the hindgut of pigs fed the experimental diet. Data from the hindgut is pooled for each VFA.

Parameter	CT	AB	AC	XT	SEM	P-Value
ACETIC, %	52.5 ^b	55.3 ^a	53.8 ^{ab}	52.1 ^b	1.66	0.044
PROPIONIC, %	27.9 ^b	24.1 ^c	29.7 ^a	27.3 ^b	1.16	0.001
BUTIRIC, %	14.7 ^{bc}	16.2 ^{ab}	13.4 ^c	17.2 ^a	1.28	0.001
BRANCHED, %	1.70 ^{bc}	2.24 ^a	1.33 ^c	1.90 ^{ab}	0.266	0.0005

Discussion

The three additives used in this experiment (AB, AC, and XT) promoted numerically higher ADG and ADFI than animals fed the control diet. AB and AC also improved the gain:feed efficiency. It has been proposed that the AGP and the acidifiers may reduce the detrimental effects of the gut microbiota on the intestinal mucosal membrane and promote growth of the animals (Partanen and Mroz 1999; Anderson 2003). Castillo *et al.* (in press) described changes produced by the studied additives on microbial populations.

Given the better productive performance of animals fed on the AC treatment, it could be speculated that butyrate could have improved health status of the animals and the efficiency of the nutrients used for growth. Butyrate is considered an important nutrient for the epithelium integrity along the intestinal tract (Scheppach *et al.*, 1996), and a likely protection against pathogenic bacteria (Gardiner *et al.*, 1995). However, butyrate concentration was increased in the stomach of animals fed on the AC treatment but not in the small intestine or the hindgut (data not shown). This could indicate that the butyrate direct activity in the stomach, may have promoted a back influence on the digestion of the following compartments, either modifying microflora or the intestinal mucosal metabolism through unknown internal signals. However, certain butyrate absorption and a likely systemic effect on growth should not be discarded.

Animals fed on the AB treatment showed also improved growth rates and feed efficiency and no changes in the whole-tract digestibility of OM (data not shown). Animals fed this diet showed also a lower concentration of propionic acid associated with higher percentages of acetate and branched chain VFA in the hindgut, likely related to an increase associated with a higher fermentation of the OM and protein (Bergman 1990). However it has been also shown that different bacteria fermenting the same substrate may also be able to produce differences in fermentation products (Jiang and Savaiano, 1997). The changes observed on the VFA concentration with the AB treatment were simultaneous to a significant increase on the concentration of purine bases in the cecum and a decrease to the distal colon (Castillo *et al.*, in press). These results on fermentation products reflect a pronounced microbial growth in the caecum and the microbial cells lyses as digesta flow through the colon.

The improvement in productive performance produced by AB, as that observed with the AC diet, could be related with changes on microflora and their likely interaction with the nutritional requirements of animals. In the results presented by Castillo *et al.*, (in press) using molecular techniques, different intestinal segments were studied and some bacterial groups identified. Using Real Time - PCR no

differences were found in total bacteria, lactobacilli and enterobacteria. However, bacterial profile (Castillo *et al.*, in press) showed important divergences among treatments, being the AB and AC diet which promoted an increased biodiversity in the GIT microflora, particularly in the distal parts of the gut.

Supplementation with XT promoted also an small increase in feed intake and growth rate, without effects on feed efficiency or the whole-tract digestibility of OM (data not shown). This higher intake could be related to an improvement in health status of the animals or to an enhancement on feed acceptance (Wenk, 2005). Concerning fermentation patterns, an increase in butyrate percentage was found for animals fed the XT diet, either likely associated to changes on the microbial populations or to changes on substrate availability. We do not have any direct additional data to support a particular hypothesis, however this change on the VFA profile could be related to the increased cecal lactobacilli-to-enterobacteria ratio described by Castillo *et al.* (in press) for animals fed the XT diet. This increase in butyrate and lactobacilli-to-enterobacteria ratio has been previously observed by the authors when XT is fed to pigs until three unpublished data or five (Manzanilla *et al.* 2005) weeks after weaning.

Conclusions

Results presented in this study introduce the existence of different mechanisms of action for different classes of in-feed additives and how these may lead to the observed live performance benefits. Further studies may show the influence of these additives on the hindgut ecosystem and how these may factor in benefits for a successful weaning period in young animals.



The image shows four stylized animal figures (a cow, a chicken, a sheep, and a pig) standing on small, decorated cylindrical pedestals. Below them is the Pancosma logo, which consists of a stylized 'P' icon followed by the word 'pancosma' in a lowercase sans-serif font, and the tagline 'caring quality nutrition' underneath.

SUCRAM®
Intensiv-Süsstoffe

XTTRACT™
Aroma und Appetit
anregende Stoffe

B-TRAXIM®
Bioverfügbare organische
Spurenelemente

PIGORTEK™
Geschmacksstoffe für Ferkel

COVOTEK™
Geschmacksstoffe für Wiederkäuer

CMO-TEK™
Geschmacksstoffe für junge Wiederkäuer

Pancosma S.A. - Voie-des-Traz 6 - CH-1218 Le Grand-Saconnex - Geneva - Switzerland - Tel: +41 22 929 84 84 - Fax: +41 22 929 84 95 - www.pancosma.com

References

- Anderson, K. L. 2003. The complex world of gastrointestinal bacteria. *Can. J. Anim. Sci.* 83:409-427.
- Aruoma, O. I., J. P. Spencer, R. Rossi, R. Aeschbach, A. Khan, N. Mahmood, A. Munoz, A. Murcia, J. Butler, and B. Halliwell. 1996. An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and Provençal herbs. *Food Chem. Toxicol.* 34:449-456.
- Azumi, S., A. Tanimura, and K. Tanamoto. 1997. A novel inhibitor of bacterial endotoxin derived from cinnamon bark. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 234:506-510.
- Bergman, E. N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol Rev.* 70:567-590.
- Castillo, M., S. M. Martín-Orúe, M. Roca, E. G. Manzanilla, I. Badiola, J. F. Perez, and J. Gasa. The response of gastrointestinal microbiota to the use of avilamycin, butyrate and plant extracts in early weaned pigs. *J. Anim. Sci.* In press.
- Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12:564-582.
- Dorman, H. J. and S. G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88:308-316.
- García.C.C., L. Talarico, N. Almeida, S. Colombres, C. Duschatzky, and E. B. Damonte. 2000. Virucidal activity of essential oils from aromatic plants of San Luis, Argentina. *Phytotherapy Res.* 17:1073-1075.
- Gardiner, K. R., S. J. Kirk, and B. J. Rowlands. 1995. Novel substrates to maintain gut integrity. *Nut. Res. Rev.* 8:43-66.
- Jamroz, D., J. Orda, C. Kamel, A. Wiliczekiewicz, T. Wiertelcki, and J. Skorupinska. 2003. The influence of phytogenic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gut microbial status in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.* 12: 583-596.
- Jiang, T. and D. A. Savaiano. 1997. Modification of colonic fermentation by bifidobacteria and pH in vitro. Impact on lactose metabolism, short-chain fatty acid, and lactate production. *Dig. Dis. Sci.* 42:2370-2377.
- Jouany, J.-P. 1982. Volatile fatty acid and alcohol determination in digestive contents, silage juices, bacterial cultures and anaerobic fermentor contents. *Sci. Alim.* 2:131-144.
- Kamel, Ch. 2001. Natural plant extracts: Classical remedies bring modern animal production solutions. *Feed manufacturing in the mediterranean region. Cahiers options méditerranéennes.* Vol. 54(III):31-38.
- Manzanilla, E. G., J. F. Perez, M. Martín, C. Kamel, F. Baucells, and J. Gasa. 2004. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 82:3210-3218.
- Middleton E Jr and C. Kandaswami. 1992. Effects of flavonoids on immune and inflammatory cell functions. *Biochem. Pharmacol.* 43:1167-1179.
- Partanen, K. H. and Z. Mroz. 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nut. Res. Rev.* 12:117-145.
- Platel, K. and K. Srinivasan. 1996. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 47:55-59.
- Pluske J.R., D. J. Hampson, and Williams I.H. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock Prod. Sci.* 51:215-236.
- Scheppach, W., G. Dusel, T. Kuhn, C. Loges, H. Karch, H. P. Bartram, F. Richter, S. U. Christl, and H. Kasper. 1996. Effect of L-glutamine and n-butyrate on the restitution of rat colonic mucosa after acid induced injury. *Gut* 38:878-885.
- Visek, W. J. 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J. Anim. Sci.* 46:1447-1469.
- Wenk, C. 2005. Are herbs, botanicals and other related substances adequate replacers of AGPs? In Proc. Antimicrobial growth promoters: Worldwide ban on the horizon? *Noordwijk Zee.* The Netherlands, 59.

A new organic acid-phytobiotic blend – a sustainable solution for natural growth promotion in pig farming

Christian Lückstädt, Gwendolyn Jones, Arthur Kroismayr and Walter Nies
BIOMIN Deutschland GmbH

Introduction

At weaning, piglets are exposed to a wide range of stressors, including changes in diet composition and bacterial challenges, contributing to digestive disorders and depressions in growth rate. Because of concerns about residues in animal products and bacterial resistance to antibiotics, alternatives to in-feed antibiotics are required. Various feed additives such as organic acids and prebiotics have been studied in newly weaned piglets. Many scientists reported that the inclusion of organic acids in the diet can enhance growth performance and modulate intestinal microbiota in pigs. Lactic acid for instance has been reported to reduce gastric pH and delay the multiplication of an enterotoxigenic *E. coli* and to be effective in improving pig growth performance.

"Ban on antibiotic growth promoters creates significant opportunity for feed acidification" was stated recently on a report from Frost & Sullivan (April 2004). According to that report, the chances are good that the overall European animal feed acid market will grow from an estimated level of 191 million € in 2002 to more than 345 million € in 2006. This will be an increase of more than 80% in 4 years only. It was furthermore stated, that this rise reflects the industry's move away from antibiotic growth promoters to acids as alternative means for performance enhancement. Growth in this market segment is most likely to be expected in Southern and Eastern Europe, since the expansion of the European Union in 2004 offers suppliers the additional opportunity of getting into markets with considerable growth potential.

In this scenario, especially the development of lesser known organic acids such as lactic acid and sorbic acid to ensure product differentiation is expected to have a boost. Furthermore novel applications in the form of blends with non-acid ingredients represent potential growth sectors too. The final conclusion of the report was that "acids emerge as most cost-effective, performance-enhancing option for feed industry".

The potential of single organic acids in feed preservation, not only protecting feed from microbial and fungal destruction, but also directly in the animal nutrition due to its effect on stomach pH and gut flora is already known for decades and was proven in numerous laboratories and field trials (Eidelsburger *et al.*, 1992; Freitag *et al.*, 1999; Lückstädt, 2005a) and also the positive effects of phytobiotics to the animal are widely known in the scientific community (Jones, 2001). However, the knowledge of effects from synergistically acting organic acid blends of high biological value on organic and inorganic physiologically active carriers together with phytobiotic substances to the animal is relatively new.

The use of phytobiotics is also gaining increasing popularity for the inclusion to animal feeds, mainly originated from the ban of most antibiotics for the use in animal feeds. On the opposite of antibiotics, phytogetic feed additives have a greater impact on the different factors which promote the growth of pathogenic bacteria. Their mode of action is therefore more indirect and is based on a more holistic approach, which can support the endogenous defence mechanisms of the animal, and thus can be considered a more sustainable solution in the long run. Phytogetic feed additives can have a positive

influence on saliva production and production of gastric acid and can thus not only increase appetite and feed intake, for instance in weaned piglets, but can also have a positive effect on the release of digestive enzymes and support digestion. Hence, there is a synergistic effect between phytobiotics on one hand and organic acids on the other in the improvement of the digestion.

Furthermore, in case of a healthy digestive system fewer nutrients reach the colon and thus there are also fewer nutrients available to the growth of potential pathogens, which mainly reside in this part of the digestive tract. Also the types of nutrients, which get into the digestive system, influence the composition of the intestinal micro-flora. Fructo-oligosaccharides for instance, can only be used by specific bacteria, in this case bifido bacteria. Therefore fructo-oligosaccharides in the feed have a positive influence on the composition of the micro flora in the gastro-intestinal tract.

Based on these facts combinations of acidifiers and phytobiotic were recently tested and gained promising results (Lückstädt et. al, 2005b).

Materials and methods

A trial was conducted in a commercial pig farm in central Germany in October/November 2004. The aim of the trial was to test an acidifier combined with a phytobiotic against a commercial weaner diet containing no acid-phytobiotic blend. Feed and water were available ad libitum. 328 piglets were randomly divided into 2 groups with 164 animals each. The experimental period lasted 42 and 45.5 days for the treatment and control group respectively. The treatment group received 5 kg of an acid-phytobiotic blend, developed and produced by Biomin GmbH. This product contained formic and propionic acid as well as their salts combined with prebiotic carriers (fructo-oligosaccharides) and essential oils. The control group contained no feed additives.

All relevant performance parameters were determined, such as daily weight gain, feed conversion ratio and mortality.

In order to determine the economical productivity of the two groups, the European Production Efficiency factor (EPEF) was calculated following this formula:

$$\text{EPEF} = \text{Avg. weight (kg)} \times \text{Survival (\%)} / \text{FCR} \times \text{Age (d)}$$

All displayed data are the mean values collected from each of the two groups.

Results

The effect of the acid-phytobiotic blend on performance of weaned piglets is displayed in Table 1. During the trial all data were recorded (Tab.1).

As it can be seen from the table, performance in the treated group was increased. The daily weight gain exceeded the control by 70 g. Furthermore, due to the effect of the feed additive, the growth period could be decreased by more than 3 days.

The European Production Efficiency Factor EPEF was calculated to be 44.64 and 48.34 for the control group and the treatment respectively. This is an increase in productivity by nearly 8.3 percent.

Table 1: Performance data of weaned piglets in a commercial pig farm in Unsleben, Germany in 2004

	Control group	Acid-phytobiotic blend
Number of pigs	164	164
Duration of trial (d)	45.5	42.0
Initial weight (kg)	9.95	9.62
Final weight (kg)	30.14	31.17
Daily weight gain (g)	443	513
Feed conversion rate	1.42	1.48
Mortality (%)	4.3	3.6

Discussion and conclusion

In this trial increased animal performance could be monitored after the use of the acidifier-phytobiotic treatment. Especially the final body weight of the treated piglets showed an immense increase. Since the growth period could be shortened in the treated group more yearly rotations will be possible, which should have an additional economical benefit to the farm on a year's average.

The potential benefits of using organic acid blends combined with phytobiotics in pig farming should be carefully studied. Such combined additives can form parts of a growing number of new feeding concepts that are both cost-effective as well as promote sustainable livestock production.

During recent years attention has been focused more on the safety and quality of livestock feed, not least due to increasing interest shown by the media. As a result of the planned discontinuation of antibiotics in feed it is necessary to find alternative feeding concepts, but these must be understood as a chance. If the potential effects of acid blends and phytobiotics are used and implemented in line with practice, these combined additives can be a part of the new feeding concept leading to cost-effective as well as sustainable livestock production. However more studies shall be done to verify the achieved results from the discussed field trial.

Reference

- EIDELSBURGER U., ROTH F.X. UND KIRCHGESSNER M. Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit. 7. Mitteilung. Untersuchungen zu nutritiven Wirksamkeit von organischen Säuren in der Ferkelaufzucht. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (1992) 67: 258-267.
- FREITAG M., HENSCHKE H.U., SCHULTE-SIENBECK H. UND REICHELT B. Biologische Effekte konventioneller und alternativer Leistungsförderer. Kraftfutter. (1999): 49-57.
- FROST & SULLIVAN. Ban on Antibiotic Growth Promoters creates significant opportunity for feed acidification. Feedinfo (2004) – [website].
- JONES G. High-performing livestock and consumer protection are not contradictory – impact of a phyto-genic additive. Feed Magazine (2001). No. 12: 468-472.

LÜCKSTÄDT C. Synergistic acidifiers to fight Salmonella. FeedMix. (2005a) Vol. 13 No. 1: 28-30.

LÜCKSTÄDT C., JONES G. AND NIES W. Acid-phytobiotic blends in modern animal nutrition – a sustainable alternative for feed safety, animal health and natural growth promotion in pig farming. (submitted to FeedMix, 2005b).

Corresponding author:

Christian Lückstädt
BIOMIN Deutschland GmbH
Gartenstraße 17, 73119 Zell u. A., Germany
e-mail: christian.lueckstaedt@biomin.net

The use of Mannan oligosaccharides (Bio-Mos) in sow and piglet diets

Andreas Kocher and Christian Scheidemann

¹Alltech Biotechnology Centre, Sarney Summerhill Rd. Dunboyne, Co. Meath

²Alltech Germany, Poppenbuetteler Bogen 84, 22399 Hamburg, Germany

Abstract

A healthy and stable microflora is crucial for the maximum growth performance of piglets. Mannan oligosaccharides (Bio-Mos, Alltech Inc.) derived from the cell wall of a specific strain of *Saccharomyces cerevisiae*, have been shown to inhibit pathogen colonisation by blocking the type-1 fimbriae which enables these pathogens to attach to the intestinal lining. It is known that Bio-Mos also affects the immune system and contributes to an overall improvement in health.

Enteropathogens are passed on from the sow to newborn piglets; hence reducing these pathogens in the intestine of the sow will be beneficial for the newborn piglet. Feeding Bio-Mos to sows pre farrowing will reduce the levels of these pathogens in the farrowing pen and increases levels of immunoglobulins in colostrums. Post weaning diarrhoea is a common problem in intensive pig production and despite the restriction on the use of antimicrobial growth promoters many producers are using medicated pre-starter and starter diets. Research in the area of mannan oligosaccharides has clearly shown that stabilisation of the intestinal microflora post-weaning, modulation of the immune response and improvement in intestinal mucosal structure will lead not only to improved overall health but also to improved piglet performance.

Introduction

A healthy and stable microflora is crucial for the maximum growth performance of piglets of all ages. At birth the intestine of a piglet is still sterile, however soon after birth it is rapidly colonised by bacteria. The first colonisers depend very much on bacteria found in the birth canal, the faeces of the sow and the environment in the farrowing pen. Apart from lactobacilli they often include potential pathogens such as *E. coli* or *Clostridium spp.* The composition of microflora in the intestine changes with the age of the pig and it is estimated that an adult pig harbours over 500 different bacterial species (Swords *et al.*, 1993). As long as the piglet is fed the same balanced diet the microflora remains fairly stable, however, every time the feed composition is changed the microflora has to adapt. Without a doubt the most critical feed change happens at weaning. The changeover from predominantly liquid feed from the sow milk to solid feed (pre-starter pellets) during the weaning phase has a major impact on bacterial numbers and species. Changes in nutrient composition and intestinal pH lead to a drop in the population of lactobacilli and the proliferation of *E. coli* (Maxwell, 1999). Colonisation of the intestine by enterotoxigenic *E. coli* will lead to post-weaning diarrhoea, loss in growth performance or death.

It is common practice to include an antimicrobial feed additive immediately post weaning to control the proliferation of potential pathogen. However, increasing pressure from consumer groups and

mounting scientific evidence on the development resistant to commonly used antibiotics in pig diets has led to increased focus on natural growth promoters.

Use of oligosaccharides in pig feed

Oligosaccharides as feed ingredients were first utilised in Japan in the mid 1980's, with the aim of improving both health and performance. Early research in human nutrition found that fructo-oligosaccharides (FOS) had beneficial properties for human health (Hirayama, 2002). Oligosaccharides such as FOS, oligo-fructose (OF) or inulin are fermented in the hindgut of animals, and it has been shown that the number of the beneficial bacteria, Bifidobacteria or lactobacilli increases with the use of these products. However, not all oligosaccharides are completely beneficial, for example the potentially pathogenic *Enterobacteriaceae* are also able to use inulin as an energy source (Collett, 2004). During the last decade the use of non-fermentable oligosaccharides (MOS) has gained wide acceptance in the animal feed industry. Early research pioneered by Dr. Kyle Newman resulted in the launch of the first commercial MOS product; Bio-Mos® (Alltech Inc.). Mannan oligosaccharides (Bio-Mos®, Alltech Inc. Nicholasville KY, USA) derived from the outer cell wall of a selected strain of *Saccharomyces cerevisiae*, have been shown to inhibit pathogen colonisation by blocking the type-1 fimbriae which enables these pathogens to attach to the intestinal lining (Spring *et al.*, 2000). More recently, research conducted using pigs as a model for human immunity shows that MOS plays a key role in the development of the gut-associated immune system (GALT), and improves intestinal mucosal structure (Kocher, 2004; Mourão *et al.*, 2005; Smirnov *et al.*, 2005).

It has recently been shown that adding Bio-Mos to sow diets before farrowing and during lactation has a significant impact on piglet growth and liveability. Furthermore, adding Bio-Mos to pre-starter and starter diets after weaning has a significant impact on growth performance and feed conversion ratio of nursery pigs.

Bio-Mos in sow diets

The presence of potential pathogens in the farrowing pen can have a marked influence of the young piglet. Enteropathogens are passed on from the sow to newborn piglets; hence reducing these pathogens in the intestine of the sow will be beneficial for the newborn piglet. It has been shown that adding Bio-Mos to the gestation diet during the last 8 weeks before farrowing reduces the number of coliforms and *C. perfringens* in the faeces of the sow at the time of farrowing (Spring & Geliot, 2003). Reduced pathogen load results in improved weight gain of the piglets, as well as a reduction of medical treatments for the sow.

Immediately after birth and during lactation the only protection for the young piglets against pathogenic challenges is through the passive transfer of immunoglobulins in the colostrum and milk. The formation of the placenta in pigs prevents the passage of immunoglobulins to the unborn piglet making the newborn piglet rely entirely on maternal antibodies in the colostrum (Newman & Newman, 2001). The major immunoglobulin in the colostrum is IgG with smaller amount of IgA and IgM, however, during lactation IgG decreases rapidly and IgA produced in the mammalian gland becomes the dominant immunoglobulin. In pigs IgG and IgM are preferentially absorbed. This is particularly important because IgM is the first immunoglobulin produced during an immune response. Increased levels of these immunoglobulins will give the young piglet better protection against potential challenges. Adding Bio-Mos to sow diets 14 days before farrowing can significantly increase the levels of immunoglobulins in the colostrum. It has been shown that sows fed Bio-Mos have numerically increased levels of IgG and significantly higher levels of IgM. The improved immune status of the young piglet may control sub-clinical disease and can lead to improved growth performance.

Pettigrew *et al.* (2005), reported that multiple experiments involving over 1400 sows have shown that adding Bio-Mos 2-3 weeks prior to farrowing and throughout lactation will lead to a significant increase in average daily weight gain and subsequently weaning weight. Further improved health status of piglets resulted in a significant reduction of pre-weaning mortalities. In addition some experiments also show improvements in piglet birth weight and a faster return to oestrus of the sow. All these improvements suggest substantial economic benefits for producers.

Table 1: Benefit of Bio-Mos in sow diets (summary of 6 research trials)

	Control	Bio-Mos	Benefit with Bio-Mos
Number of sows (total)	898	970	
Litter size			
Total born, no	11.51	11.29	-2.1%
Born alive, no	10.23	9.92	-6.7%
Pre-weaning mortality, %	11.45	9.20	-2.25 (19.5%)
Average weaning age, days	22.15	22.17	
Weight			
At birth, kg	1.54	1.60	+6g (3.9%)
At weaning, kg	6.32	6.73	+ 417g (6.6%)
Return to oestrus, days	6.84	5.57	-1.2days (18.5%)

Bio-Mos in piglet diets

Immediately after weaning the piglet is most susceptible to colonisation by potential pathogens. Post weaning diarrhoea is a common problem in intensive pig production and despite the restriction on the use of antimicrobial growth promoters many producers are using medicated pre-starter and starter diets. It has now been demonstrated that the use of Bio-Mos in piglet diets has a profound impact on piglet health and performance. Miguel *et al.*, (2004), have recently published a meta-analysis on the comparative effects of Bio-Mos compared to a control diet on nursery pig performance. The meta-analysis used a total of 54 comparisons from published and unpublished data and compared the response of Bio-Mos in the presence and absence of an antimicrobial growth promoter. Overall piglets fed Bio-Mos had 4.12% better weight gain, 2.11% higher feed intake and a reduction of 2.29% in feed conversion ratio. The largest effects of adding Bio-Mos were observed soon after weaning and performance responses was greater in animals with a slower growth rate. These effects persisted regardless of the presence or absence of the antimicrobial growth promoter and it is suggested that the response to in-feed antibiotics and Bio-Mos could be additive. The improvements in all

parameters are highly statistically significant and it can therefore clearly be stated that adding Bio-Mos has a significant impact on pig performance by improving gastrointestinal health and modulating the immune response.

Table 2: Benefit of Bio-Mos in piglet diets (summary of 54 research trials)

	N		SEM
Total data set			
<i>Average weaning age</i>	50	20.8 days	
<i>Average study length</i>	54	35.1 days	
		% improvement with Bio-Mos	
Average daily gain		4.12*	0.74
Average daily feed intake		2.11*	0.67
Average feed conversion		2.29*	0.59
Published	30		
Average daily gain		5.95*	1.21
Average daily feed intake		3.37*	0.96
Average feed conversion		2.57*	1.01
Unpublished	18		
Average daily gain		2.84	1.75
Average daily feed intake		-0.05	1.39
Average feed conversion		-3.37*	1.45

* P<0.05

Economic benefits of adding Bio-Mos to sow and piglet diets

Regardless of the actual mode of action and the specific impact on the gastrointestinal microflora and GALT, the effectiveness of most feed supplements is measured in terms of improvement in growth performance. The response of these types of feed additives can vary widely because effects will depend on the interactions between microbial communities in the gastrointestinal tract as well as interactions between the microbial community of the animal and the environment. The economic value from adding Bio-Mos to sow as well as piglet diets lies in improved growth performance pre- and post weaning, reduced pre-weaning mortality, improved feed efficiency and reduced service intervals for sows. Following the example by Pettigrew *et al.* (2005) the net economic benefits in terms of actual monetary value have been calculated. A simple calculation of the net economic effects clearly shows a net benefit of €1 per piglet produced at 30kg live weight, taking into account the cost of Bio-Mos of less than €0.3 per piglet.

Table 3: Economic analysis of the benefits of Bio-Mos in sow and piglet diets improvements in growth performance to 30 kg live weight (benefits per piglet)

	Costs	Benefits
Bio-Mos for sows	€0.12	
Bio-Mos for piglets	€0.16	
Improved growth to weaning		€0.30
Reduced pre-weaning mortality		€0.16
Improved growth after weaning		€0.66
Reduced feed costs after weaning		€0.12
Net benefit per piglet		€0.96
Return of investment	1	4.5

Conclusions

Research data show that prebiotics (fermentable oligosaccharides and indigestible oligosaccharides) and probiotic can be useful tools to modulate the intestinal microflora, interact with the immune system and subsequently improve growth performance of farm animals. Future research might add to existing knowledge on the effectiveness of oligosaccharides as well as improving the understanding of their mode of action. The challenge for producers however is to find suitable, reliable and most importantly cost effective supplement for a sustainable and successful animal production in the future. To date mannan oligosaccharides (Bio-Mos) is the only product in this category, which has proven scientific data on the mode of action, and its effect as a natural growth promoter in sow and piglet diets.

References

- Collett S (2004) Controlling gastrointestinal disease to improve absorptive membrane integrity and optimize digestion efficiency. In 'Interfacing Immunity, Gut Health and Performance'. (Eds L Tucker and JA Pickard) pp. 77-91. (Nottingham University press: Nottingham, UK)
- Hirayama M (2002) Novel physiological functions of oligosaccharides. *Pure Applied Chemistry* **74**, 1271-1279.
- Kocher A (2004) The potential for immunosaccharides to maximise growth performance - A review of six published meta-analysis on Bio-Mos. In 'Interfacing Immunity, Gut Health and Performance'. (Eds LA Tucker and JA Taylor-Pickard) pp. 107-115. (Nottingham University Press: Nottingham)
- Maxwell CV (1999) Nutrition and management of the early-weaned pig. In 'Biotechnology in the Feed Industry: Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium'. (Eds TP Lyons and KA Jacques) pp. 203-222. (Nottingham Press: Lexington, KY)
- Miguel JC, Rodriguez-Zas SL, Pettigrew JE (2004) Efficacy of a mannan oligosaccharide (Bio-Mos) for improving nursery pig performance. *Journal of Swine Health and Production* **12**, 296-307.
- Mourão JL, Pinheiro V, Alves A, Guedes CM, Pinto L, Saavedra MJ, Spring P, Kocher A (2005) Effect of mannan oligosaccharides on the performance, intestinal morphology and cecal fermentation of fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, in press.

Newman KE, Newman MC (2001) Evaluation of mannan oligosaccharides on the microflora and immunoglobulin status of sows and piglet performance. *Journal of Animal Science* **79**, 189.

Pettigrew JE, Miguel JC, Carter S (2005) Bio-Mos® in sow diets: performance responses and economics. In 'Biotechnology in the Feed Industry: Proceedings of Alltech's 21th Annual Symposium'. Lexington, KY. (Eds TP Lyons and K Jacques) pp. 213-220. (Nottingham University Press)

Smirnov A, Perez R, Thein M, Uni Z (2005) Mucin dynamics in the chicken jejunum following dietary mannoligosaccharides (Bio-Mos) and antibiotic growth promoter (Virginiamycin) supplementation. In 'Avian gut function, health and disease'. Bristol. (Ed. T Acamovic) p. 52. (WPSA, UK, Branch)

Spring P, Geliot P (2003) Effetto di diete contenenti mannanoligosaccaridi sulle prestazioni delle scrofe. In 'Meeting Annuale della SIPAS'. Salsomaggiore, It

Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE (2000) The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of Salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science* **79**, 205-211.

Swords WE, Wu CC, Champlin FR, Buddington RK (1993) Postnatal changes in selected bacterial groups of the pig colonic microflora. *Biology of Neonates* **63**, 191-200.

Futtermwertung, Profitabilität, Hohe Leistung, Gesunde Tiere, Produktqualität, Optimale Ausnutzung des Genetischen Potentials, Vertrauen, Hochwertige Lebensmittel

Alltech ...natürlich

Gesündere Tiere bringen gesündere Leistung.

Seit nunmehr 25 Jahren forscht und entwickelt Alltech® natürliche Lösungen für die Tierernährung, die positive Effekte auf Gesundheit, Leistung und Produktivität unserer modernen Hochleistungstiere haben.

Alltechs erfolgreichste Produktmarken Yea-Sacc®1025, Bioplex®, Bio-Mos®, Mycosorb® und Sil-All 4x4® geben ein einmaliges Beispiel dafür, wie natürliche Technologien, unterstützt von zielgerichteter Forschung, unsere Industrie in die Zukunft führen können ...**natürlich**.

Alltech®
...natürlich

Für weitere Informationen über die einzelnen Produkte von Alltech kontaktieren Sie uns bitte unter:
e-mail: deutschland@alltech.com, www.alltech.com/deutschland
oder Alltech (Deutschland) GmbH unter Tel.: 040 694573-0 oder Fax: 040 694573-29

Zur präbiotischen Wirkung von Fructooligosacchariden bei Ferkeln

Thomas Ettle, Marianne Frank, Franz Xavier Roth

Fachgebiet Tierernährung und Leistungsphysiologie, Technische Universität München, Hochfeldweg 6, D-85350 Freising

Einleitung

Die Suche nach Alternativen zu antibiotischen Leistungsförderern in der Schweineernährung hat in den letzten Jahren ein steigendes Interesse an Einsatzmöglichkeiten und Wirkungsweise von präbiotisch wirksamen Substanzen hervorgerufen. Definitionsgemäß werden Präbiotika, zu denen auch die Fructooligosaccharide (FOS) zu zählen sind, im vorderen Teil des Verdauungstraktes weder hydrolysiert noch absorbiert und stehen dementsprechend der intestinalen Mikroflora im hinteren Verdauungsapparat als Substrat zur Verfügung (Gibson und Roberfroid, 1995). Dort werden die Präbiotika selektiv durch Bakterienarten fermentiert, von denen eubiosefördernde Effekte erwartet werden. Aus der selektiven Förderung bestimmter Keimarten und der positiven Beeinflussung der Dickdarmflora des Wirtes lassen sich gesundheitsfördernde und unter Umständen auch leistungssteigernde Effekte beim Einsatz in der Tierernährung ableiten. Da insbesondere beim Absetzferkel häufig Dysbiosen der Dickdarmflora auftreten (Awad-Masalmeh und Willinger, 1981), scheint der Präbiotikaeinsatz insbesondere in der Ferkelaufzucht erfolgversprechend. Informationen über positive Effekte des Einsatzes von Oligosacchariden beim Schwein sind allerdings kaum verfügbar (Bach Knudsen und Jorgensen 2001). Aus diesem Grund sollte in vorliegender Dosis-Wirkungsstudie der Effekt des Einsatzes steigender Dosierungen einer Fructooligosaccharidmischung auf Leistungskriterien, Rohrnährstoffverdaulichkeit und Dickdarmflora beim Absetzferkel untersucht werden.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 48 frisch abgesetzten Aufzuchtferkeln (Deutsche Landrasse x Pietrain) mit einem mittleren Anfangsgewicht von $9,7 \pm 1,3$ kg über einen Zeitraum von 6 Wochen durchgeführt. Die Ferkel wurden unter Berücksichtigung von Anfangsgewicht und Abstammung gleichmäßig auf 4 Versuchsgruppen aufgeteilt. Die Ferkel in der Versuchsgruppe 1 wurden ausschließlich mit einer unsupplementierten Basisration versorgt, während die Tiere der Behandlungsgruppen 2, 3 und 4 zur Basisration einen Zusatz von 0,4; 0,8; bzw. 1,2 % FOS (Profeed®, Béghin Meiji, Frankreich) erhielten. Bei den eingesetzten kurzkettigen Fructooligosacchariden handelt es sich um jeweils ein endständiges Glucosemolekül, das an 2 (Glu-Fru2), 3 (Glu-Fru3) oder 4 (Glu-Fru4) Fructosemoleküle gebunden ist. Das Verhältnis Glu-Fru2 : Glu-Fru3 : Glu-Fru4 beträgt 40% : 50% : 10%. Bei den eingesetzten Futterrationen handelte es sich um praxisübliche Rationen mit hohem Mais und Getreideanteil, ergänzt mit Sojaextraktionsschrot (Tabelle 1). Durch Ergänzung der Rationen mit Lys-HCL, DL-Met, L-Trp und L-Thr wurde eine bedarfsgerechte Aminosäurenversorgung nach GfE (1987) sichergestellt. Mit dem Ziel, isoenergetische Rationen zu erstellen, wurde mit steigender Dosierung der FOS der Rationsanteil an Maisstärke verringert und gegenläufig der Anteil an Sojaöl erhöht. Die pelletierten Alleinfuttermittel (13,4 MJ ME und 186 g XP/kg) wurden in den ersten

beiden Versuchswochen in allen Versuchsgruppen restriktiv, im weiteren Versuchsverlauf ad libitum angeboten. Die Ferkel wurden in einem vollständig klimatisierten Versuchsstall in Einzelbuchten gehalten. Als Messparameter wurden Futteraufnahme und Lebendmasse in wöchentlichem Abstand ermittelt und daraus die tägliche Zuwachsrate und der Futteraufwand je Einheit Zuwachs errechnet.

Der Verdaulichkeitsversuch wurde während der 3. Versuchswoche mit Hilfe der Indikatormethode durchgeführt, weshalb für diese Versuchswoche die Rationen mit 0,5 % Kieselgur (Celite 545, Merck, Deutschland) aufgemischt wurden. Zur Ermittlung der Roh Nährstoffverdaulichkeit wurde dreimal täglich Kot nichtquantitativ gesammelt und am Ende der Bilanzperiode zu tierindividuellen Sammelproben vereinigt. Die Kotproben für bakteriologische Untersuchungen wurden den Ferkeln an zwei Tagen der letzten Versuchswoche rektal entnommen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Varianzanalysen mit dem Statistikprogramm SAS. Beim Auftreten von signifikanten Unterschieden ($P < 0,05$) wurde mit Hilfe des SNK-Tests untersucht, welche Mittelwerte sich voneinander unterscheiden. In den Tabellen sind die Behandlungsmittelwerte mit den zugehörigen Standardabweichungen ($\pm$) angegeben.

Tabelle 1: Rationszusammensetzung

Komponente (%)	Versuchsgruppe			
	1	2	3	4
Mais	31,3	31,3	31,3	31,3
Gerste	20,0	20,0	20,0	20,0
Weizen	20,0	20,0	20,0	20,0
Sojaschrot	17,5	17,5	17,5	17,5
Kartoffeleiweiß	5,00	5,00	5,00	5,00
Maisstärke	1,99	1,32	0,66	0,00
Sojaöl	0,39	0,65	0,91	1,18
Mineralstoff- und Vitaminvormischung	3,32	3,32	3,32	3,32
Lys · HCL	0,33	0,33	0,33	0,33
DL-Met	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Tryp	0,06	0,06	0,06	0,06
L-Thr	0,04	0,04	0,04	0,04
FOS (Profeed®)	0,00	0,40	0,80	1,20

Ergebnisse

Der Futterverzehr und der Zuwachs betrugen im Mittel aller Versuchsgruppen 900 ± 101 und 551 ± 60 g/d (Tabelle 2). Die maximalen täglichen Zunahmen und Futteraufnahmen wurden nach Zulage von 0,40 % FOS in Versuchsgruppe 2 erreicht, wobei sich zwischen den Versuchsgruppen keine

gesicherten Differenzen ergaben. Dementsprechend lag auch der Futteraufwand/Einheit Zuwachs (im Mittel $1,64 \pm 0,12$ g/g) in allen Versuchsgruppen auf sehr einheitlichem Niveau.

Tabelle 2: Leistungsdaten und scheinbare Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe

	Versuchsgruppe			
	1	2	3	4
Futtermittelverzehr (g/d)	902 ± 111	933 ± 101	885 ± 125	881 ± 69
Zuwachs (g/d)	549 ± 60	573 ± 62	543 ± 54	541 ± 70
Futter : Zuwachs (g/g)	$1,64 \pm 0,09$	$1,63 \pm 0,07$	$1,63 \pm 0,14$	$1,64 \pm 0,17$
VQ T (%)	$80,9 \pm 1,5^{ab}$	$82,4 \pm 1,7^a$	$78,4 \pm 2,6^b$	$81,0 \pm 2,5^{ab}$
VQ OM (%)	$83,2 \pm 1,5^{ab}$	$84,6 \pm 1,6^a$	$80,8 \pm 2,3^b$	$83,2 \pm 2,4^{ab}$
VQ XP (%)	$76,1 \pm 3,5$	$77,7 \pm 3,5$	$72,6 \pm 5,2$	$73,9 \pm 5,4$
VQ XL (%)	$54,8 \pm 4,2$	$58,8 \pm 14,6$	$60,0 \pm 6,9$	$63,2 \pm 8,6$
VQ XF (%)	$46,1 \pm 6,0^a$	$48,8 \pm 4,3^a$	$34,7 \pm 4,6^b$	$48,7 \pm 5,6^a$
VQ NfE (%)	$88,2 \pm 1,4^a$	$89,4 \pm 1,2^a$	$80,8 \pm 2,3^b$	$84,7 \pm 2,3^b$
VQ XA (%)	$40,5 \pm 2,6^{ab}$	$44,2 \pm 5,1^a$	$37,7 \pm 8,2^b$	$44,6 \pm 6,5^a$

Tabelle 3: Keimzahlen in den Fäzes (KBE $\log_{10}$ /g Fäzes)¹⁾

	Versuchsgruppe			
	1	2	3	4
Laktobazillus	$7,66 \pm 0,73$	$7,49 \pm 0,79$	$8,02 \pm 0,67$	$7,94 \pm 0,89$
gr-Pos. Anaerobier	$8,92 \pm 0,20$	$8,66 \pm 0,40$	$8,77 \pm 0,24$	$8,71 \pm 0,55$
gr- Neg. Anaerobier	$7,64 \pm 0,19$	$7,50 \pm 0,35$	$7,82 \pm 0,59$	$7,86 \pm 0,73$
Enterobakterien	$5,68 \pm 0,95$	$5,83 \pm 0,74$	$5,35 \pm 0,95$	$6,33 \pm 0,93$
Enterokokken	$5,39 \pm 1,00$	$5,21 \pm 0,53$	$4,77 \pm 1,50$	$5,73 \pm 0,69$

¹⁾ KBE = Kolonie bildende Einheiten

Die scheinbare Verdaulichkeit der T und der OM lagen in Versuchsgruppe 2 (0,4 % FOS) mit 82,4 sowie 84,6 % deutlich ($P < 0,05$) höher als in Versuchsgruppe 3 (0,8 % FOS) mit 78,4 bzw. 80,8 %, während diese Parameter in der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe 4 (1,2 % FOS) mittlere Werte aufwiesen. Die Verdaulichkeit der XF lag in Versuchsgruppe 2 mit 34,7 % deutlich ($P < 0,05$) niedriger als in den übrigen Versuchsgruppen, während die Verdaulichkeit der XA nur im Vergleich zu den Versuchsgruppen 2 und 4 signifikant ($P < 0,05$) reduziert war. Die Verdaulichkeit der NfE war

sowohl nach Zulage von 0,8 % als auch nach Zulage von 1,2 % FOS im Vergleich zur Kontrollgruppe und Versuchsgruppe 2 deutlich ($P < 0.05$) reduziert, die Verdaulichkeit des XP zeigte einen gleichgerichteten Behandlungseinfluss, der jedoch nicht abzusichern ist. Die Verdaulichkeit des XL zeigte mit steigender Dosierung an FOS einen geringfügigen Anstieg.

Im Mittel der 4 Versuchsgruppen wurde in den Fäzes eine Bakterienzahl ($\log_{10}/g$ Fäzes) von 7.78 ± 0.76 , 8.76 ± 0.36 , 7.70 ± 0.50 sowie 5.79 ± 0.91 für Laktobazillen, gr+ bzw gr- Anaerobier, Enterobakterien und Enterokokken ermittelt; es ergab sich kein gerichteter Behandlungseffekt (Tabelle 3).

Diskussion

In vorliegender Untersuchung konnte bei einem insgesamt hohen Leistungsniveau kein gerichteter Effekt steigender Zulagen von FOS auf Zuwachs, Futteraufnahme und Futteraufwand/Zuwachs beim Absetzferkel festgestellt werden. Diese Ergebnisse stehen nicht im Einklang mit Untersuchungen von Russell et al. (1998), die nach Einsatz von 0,1 bis 0,8 g FOS je Ferkel und Tag, also bei erheblich niedrigeren Zulagen, Lebendmasse und Futteraufwand/Zuwachs positiv beeinflussen konnten, bestätigen jedoch eigene Ergebnisse (Ettle und Roth 2005), nach denen Zuwachs und Futteraufnahme bei Ferkeln nach Einsatz von 0,5 % FOS einer anderen Formulierung nicht beeinflusst waren. In diesem Zusammenhang wird häufig die Vermutung geäußert, dass unter den hohen hygienischen Standards, die in tierexperimentellen Versuchsanlagen zumeist vorherrschen, leistungssteigernde Effekte von Futtermitteladditiven schwer nachzuweisen sind. In einer entsprechenden Untersuchung wurde der Einsatz von 5 % FOS bei Ferkeln überprüft, die entweder in einem gereinigten und desinfizierten oder in einem nicht gereinigten Stall gehalten wurden (Klein Gebbink et al. 2001). Während der Einsatz der FOS im gereinigten Stall zu einer nicht signifikanten Verbesserung des Futteraufwandes um 6% führte, verbesserte die Zulage an FOS bei den Ferkeln im nicht desinfizierten Stall den Futteraufwand um 14 %. Da jedoch auch dieser Effekt nicht signifikant war, kann oben genannte Hypothese damit nicht bestätigt werden.

Die steigenden Zulagen an FOS hatten keinen positiven Einfluss auf die scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe, die Verdaulichkeit der XF und der NfE waren im Gegenteil nach Zulage von 0,8 % FOS signifikant verschlechtert. Bei dieser Zulagenhöhe waren auch die Verdaulichkeiten der anderen Rohnährstoffe zum Teil deutlich negativ beeinflusst. Da auch in der Dosisstufe 1,2 % FOS teilweise verringerte Verdaulichkeiten beobachtet wurden, ist ein gewisser Dosisseffekt der FOS auf die Verdaulichkeit nicht ganz auszuschließen. In der Zulagestufe 0,8 % FOS waren die negativen Auswirkungen auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe allerdings mit einem gesteigerten Durchfallgeschehen assoziiert, was auch darauf hinweist, dass der Einsatz der FOS in dieser Situation keine verdauungsstabilisierende Wirkung hat.

Präbiotika stimulieren definitionsgemäß das Wachstum von Bifidobakterien und Laktobazillen (Cumings & Macfarlane, 2002), wohingegen das Wachstum potentiell pathogener Keime wie E. Coli unterdrückt wird. In vorliegender Untersuchung zeigten sich keinerlei Effekte einer steigenden Zulage von FOS auf die Keimzahlen in den Faeces. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Estrada et al. (2001), die keinen Effekt einer Zulage von 0,5 % FOS auf Bifidobakterien und Clostridien in den Faeces von abgesetzten Ferkeln zeigen konnten. Obwohl Klein Gebbink et al. (2001) nach Zulage von FOS beim Ferkel eine tendenzielle Reduktion von E. Coli und eine signifikante Steigerung von Bifidobakterien im distalen Colon nachweisen konnten, zeigen vorliegende Untersuchungen sowie Literaturdaten, dass solche Ergebnisse nicht bei allen Fructooligosaccharidmischungen oder aber nicht unter differierenden experimentellen Bedingungen reproduzierbar sind.

Zusammenfassung

In einer sechswöchigen Studie wurde die Auswirkung einer gestaffelten Zulage (0; 0,4; 0,8; und 1,2 %) von Fructooligosacchariden (FOS, Profeed®, Béghin Meiji, Frankreich) zu einer Ration auf Basis Mais, Weizen, Gerste und Sojaextraktionsschrot auf Leistungskriterien, Verdaulichkeit und Dickdarmflora von Absatzferkeln mit einem mittleren Anfangsgewicht von 9,7 kg untersucht.

Die tägliche Futterraufnahme, die täglichen Zunahmen und die Futterraufnahme je Einheit Zuwachs lagen im Mittel der vier Versuchsgruppen bei 900 g, 551 g und 1,64 g/g. Es zeigte sich kein gerichteter Behandlungseinfluss auf die genannten Leistungsparameter.

Die scheinbare Verdaulichkeit der T, XP, XF und NfE waren gegenüber der Kontrollgruppe (0 % FOS) in der Zulagestufe 0,4 % FOS marginal erhöht. In den Zulagestufen 0,8 und 1,2 % FOS zeigten sich gegenüber der Zulagestufe 0,4% FOS, aber auch gegenüber der Kontrollgruppe erniedrigte Verdaulichkeiten, wobei bei einigen Parametern die Signifikanzschwelle ($\alpha=0,05$) überschritten wurde. Insbesondere in der Zulagestufe 0,8 % FOS sind diese Ergebnisse in Einklang zu einem erhöhten Durchfallgeschehen in dieser Gruppe. Die Dickdarmflora (Laktobazillen, gr+/gr- Anaerobier, Enterobakterien und Enterokokken) wurde durch FOS nicht gerichtet beeinflusst.

Insgesamt lässt sich aus diesen Daten keine leistungssteigernde Wirkung der gewählten FOS ableiten, die Verdaulichkeitsparameter waren bei höherer Dosierung als 0,4% FOS zum Teil negativ beeinflusst.

Literatur

- Awad-Masalmeh M., Willinger H (1981) Untersuchungen zur Entwicklung eines Dysbiose – Modells bei Absatzferkeln. Wien Tierärztl Monatsschrift 68, 403–409.
- Bach Knudsen KE, Jorgensen H (2001) Intestinal degradation of dietary carbohydrates-from birth to maturity. In: Lindberg, JE, Ogle, B [Hrsg.] Digestive physiology of pigs. CABI Publishing, New York, pp. 109-120.
- Cummings JH, Macfarlane GT (2002) Gastrointestinal effects of prebiotics. Br J Nutr 8 (Suppl 2), S145-S151.
- Estrada A, Drew MD, Van Kessel A (2001) Effect of the dietary supplementation of fructooligosaccharides and Bifidobacterium longum to early-weaned pigs on performance and fecal bacterial populations. Can J Anim Sci 81, 141-148.
- Ettle T, Roth FX (2005) A comparative evaluation of the nutritive efficacy of sorbic acid, probiotic or prebiotic additives and of combinations of these substances in the weanling piglet. Proc Nutr Soc 14, 71.
- Gibson GR, Roberfroid MB (1994) Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. J Nutr 125, 1401-1412
- Klein Gebbink GAR, Sutton AL, Williams BA, Patterson JA, Richert BT, Kelly DT, Verstegen MWA (2001) Effects of oligosaccharides in weanling pig diets on performance, microflora and intestinal health. In: Lindberg, JE, Ogle, B [Hrsg.] Digestive physiology of pigs. CABI Publishing, New York, pp. 269-271.
- Russel TJ, Kerley MS, Allee GL, Howard MD (1998) Supplementation of nursery diets with fructooligosaccharide enhances growth performance of the weaned pig. UMC Animal Sciences Departmental Report, 100-104.

Anschrift des Autors:

Dr. Thomas Ettle
Fachgebiet Tierernährung und Leistungsphysiologie
Technische Universität München
Hochfeldweg 6
D-85350 Freising
ettle@wzw.tum.de

Effects of Mannanooligosaccharides (Bio-Mos) on composition of the caecal microflora and performance of broiler chickens

Andreas Kocher¹, S. Denev², I.P. Nikiforov³, I. Dinev³ and C. Scheidemann⁴

¹ Alltech Biotechnology Centre, Sarney, Summerhill Rd. Dunboyne, Co. Meath Ireland

²Department of Microbiology, Agricultural Faculty, Trakia University, Stara Zagora 6000, Bulgaria

³Department of Pathomorphology, Faculty of Veterinary Medicine, Trakia University, Stara Zagora 6000, Bulgaria 3

⁴Alltech Germany, Poppenbuetteler Bogen 84, 22399 Hamburg, Germany

Abstract

The reduction in use of antibiotic growth promoters (AGPs) in many countries worldwide has forced the broiler industry to search of natural alternative growth promoters to maintain of broiler performance and to control of diseases. A study was conducted to evaluate the effects of a natural growth promoter. 300 mixed sexed chicks were allocated to three groups: 1) control, no additive (NC), 2) positive control Avilamycin 10ppm; (PC) and 3) mannanooligosaccharides MOS (Bio-Mos®, Alltech Inc.). The addition of MOS to the diet significantly increased the number of lactobacilli and Bifidobacteria in cecal content. Furthermore MOS depressed the number of coliforms and *C. perfringens* in comparison to the NC and PC. As a result, life weight of broilers fed MOS was significantly higher at 21d and 42d, compared to the NC and the PC. Supplementing MOS or AGP in the diet improved feed efficiency by 7.7% and 6.1% compared to the NC. The results clearly suggest that MOS (Bio-Mos®) is an effective natural growth promoter in broiler diets. In addition, the results suggest that Bio-Mos may be useful in controlling *C. perfringens*, an agent implicated in necrotic enteritis in broilers.

Introduction

The animal feed industry worldwide has been using antibiotics for over 50 years. To date antibiotics are used in farm animals at therapeutical levels to control actual disease and at subtherapeutical levels to promote growth and feed efficiency. However, more recently, the use and apparent over-use of antibiotics in animal feed has been widely discussed in the scientific literature, at scientific meetings and in the general press. The main concern is the emergence of a so-call superbug, an antibiotic resistant human pathogens, after the prolonged use of antibiotics in animal feed (Phillips, 1999). The first step toward controlling the use of antibiotics as growth promoters was made by the Swann Committee in 1969 (Swann Committee, 1969). This committee initiated restriction of the use of AGPs without veterinary prescriptions. In 2003 the European Union has taken the ultimate step and made the decision to ban all antibiotic growth promoter in animal feed by the end of 2005.

It was always said that the EU took the precautionary approach when the commission decided on the ban of AGPs. However a number of reports show an increase in the occurrence of contamination of livestock products with multi resistant *E. coli* and *Campylobacter*. These bacteria are multi-resistant to

the effect of three or more antibiotics. Furthermore, the US FDA just issued a report on the increase in resistance to fluroquinole and the likelihood of losing effective human antibiotics (CIPRO and enroloxacin) when continuing using these antibiotics in animal feed (Feedstuffs, 2005). It seems now almost inevitable that globally the use of AGP will be heavily restricted or even completely banned. The animal industry will be forced to develop alternate strategies to maintain current standards of animal production, animal health and welfare.

Poultry production without AGP

The cost of production is very closely related to the overall health status of the flock. Disharmony between the flock and the environment will result in a diversion of nutrients to non-productive metabolic activities and impact on potential production standards and more often directly reflect on the added cost of production. Optimal bird health and subsequently bird performance are closely related to the bacterial microflora in the intestine. Maintenance of a good symbiotic relationship between the host bird and its intestinal microflora is now widely accepted as a critical component in the development of new nutritional strategies and bird health. In the absence of AGP poultry producers are now faced with the challenge to find alternative solutions to maintain intestinal health. Dr Rosen first introduced the Pronutrient concept and it is now well established that pronutrients influence the gut ecosystem and can have a significant impact on the gastro intestinal immune system (GALT) (Rosen, 2004). A pronutrient can be defined as a feed ingredient which improves the availability and or digestibility of nutrients in feedstuffs. Principal pronutrient categories include; acids, anticoccidials, enzymes, nutrients (such as limiting amino acids etc.) microbials, oligosaccharides and botanicals (including herbs, spices and essential oils). The challenge for the nutritionist is how to apply these pronutrients either along or in combination with each other in order to maximise bird health and subsequently bird performance.

Use of Mannan oligosaccharides to maintain intestinal health

The growth promoting effect of mannanoligosaccharides (MOS) is based on inhibiting colonisation of pathogenic bacteria by blocking type-1 fimbriae on the bacteria surface (Spring *et al.*, 2000) and the improvement in overall intestinal health by improving gut integrity and modulating the immune system (Ferket, 2002; Iji *et al.*, 2001). It has also been reported that MOS has a direct influence on nutrient utilisation in the intestine. Addition of MOS can improve specific population of microbes with enhance fibre fermentation capacity and reduce the population of microbes using starches and sugars (Ferket, 2002). The beneficial effects of the modes of action of MOS (Bio-Mos[®], Alltech Inc.) on broiler growth performance has been published by Hooge (2004).

The objective of the study reported in this paper was to link changes in intestinal microflora and growth performance of broiler chickens when feeding MOS to broiler chickens.

Material and Methods

A total of 300 mixed sexed broiler chickens (Cobb) were purchased from the local hatchery and divided into three groups. Birds were raised in a temperature controlled environment in floor pens covered with fresh pine shavings. Birds were fed commercial starter feed (0-21d) and commercial finisher diet (22-42days) supplemented with 1) no additive (NC), 2) MOS (Bio-Mos, Alltech Inc.

Nicholasville USA) 2kg/t (starter), 1kg/t (finisher) or 3) AGP (PC, Avilamycin 10ppm 0-42days). Water and feed were provided ad libitum.

At the end of the experiment five birds from each group were killed by cervical dislocation and the contents of both caeca was collected for bacterial analysis. The caecal samples were serially diluted and analysed for anaerobic and facultative anaerobic organisms using selective growth media (Table 1)

Table 1. Media used for bacterial enumeration

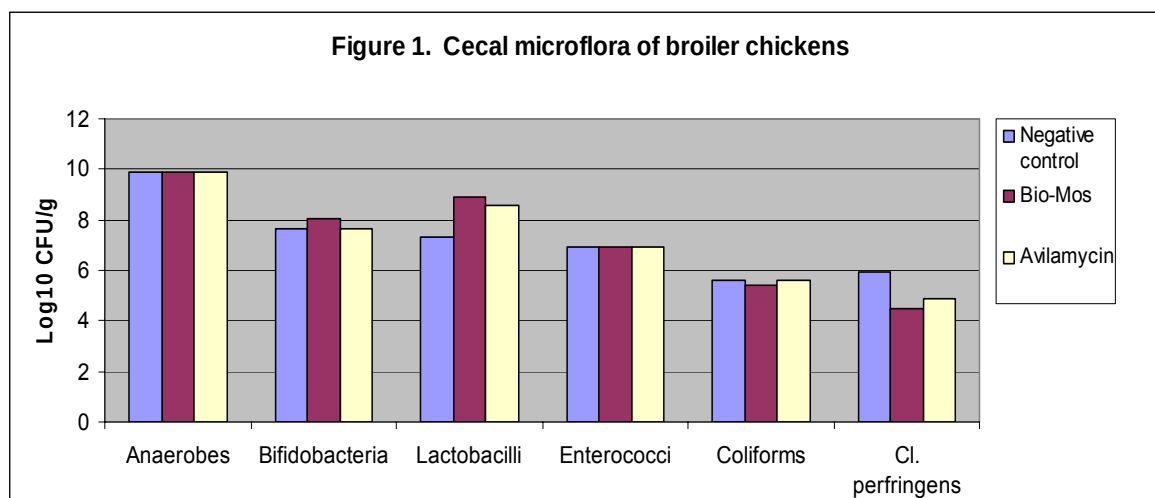
Bacterial group	Medium
Total anerobes (TAB)	Reinforced clostridial agar
Lactobacilli	Rogosa SL agar
Bifidobacteria	BS-LV agar
Enterococci	Slanetz and Bartley Medium
Coliforms	MacConkey Agar No. 3
<i>Clostridium perfringens</i>	Perfringens selective agar

Diluted cecal contents (0.1mL) were placed on selective media for bacterial enumeration. Plates were incubated in anaerobically in GasPak system (BBL Microbiology Systems) at 37°C for 5 days (total anerobes and *C. perfringens*), at 37° for 2 days (lactobacilli and bifidobacteria) and anerobically at 37° for 2 days (enterococci) and at 37°C for 24h (coliforms).

Bodyweight was measured individually at day 21 and 42. Feed conversion ration was calculated at 42day. Mortality was recorded daily and a likely cause of death was given. Bacterial counts were reported on per gram of wet cecal content (CFU/g). Means and standard deviation were calculated using STATISTIKA.

Results and Discussion

The addition of AGP and MOS to broiler feed resulted in significant changes in the caecal microflora of broiler chickens at 42day (Figure1). Both additives significantly reduced the numbers of *C. perfringens* compared to the NC. In addition, MOS significantly increased the numbers of lactobacilli and the caeca. Furthermore there was a tendency for increase numbers of lactobacilli (PC) and bifidobacteria (MOS and PC) as well as a reduction of coliforms (MOS).



In comparison to the NC and PC the addition of MOS significantly improved broiler growth performance (Table 1). Life weight of broilers fed MOS was significantly higher at 21d and 42d, compared to the NC and the PC. Feed efficiency was improved by 7.7% compared to NC and 6.1% compared to the PC and mortality was reduced by 2% and 4%, respectively.

Table 2. Effects of different growth promoters on broiler performance (0-42d)

Treatment groups	Negative control	PC	MOS
Body weight (g) d21	759c	778b	797a
Body weight (g) d42	2126c	2205b	2242a
FCR	1.915	1.799	1.768
Mortality %	7	5	3

Supplementing feed with prophylactic antibiotics had the effect of reducing bacterial numbers in the digestive tract as a whole, which also limits the development of bacterial flora within the caeca. Research has shown that monogastric animals reared without antibiotic flora ('gnotobiotic') typically have up to 10% less energy from fermented VFAs than those raised with a normally developed flora. To establish a stable, complimentary microflora, bacterial populations must be primarily made up of beneficial or benign species, in suitable proportions, to promote optimal energy and vitamin production. However, it is also known that in the absence of a microflora the demands on nutrients to maintain intestinal tissue and the immune system are reduced, hence more nutrients are available for growth and production. It is known that germ-free animals have increased performance parameters compared to 'conventional' animals (Murakami *et al.*, 1994). The key to a successful animal production without AGP is clearly controlling and maintaining a healthy and diverse gut microflora. The current experiment clearly shows that adding MOS (Bio-Mos®) has a significant impact on microbial composition in the intestine. Improving growing conditions in the intestine for beneficial bacteria prevents potential pathogens from establishing themselves and causing disease. Increasing the population beneficial bacteria such as lactobacilli and bifidobacteria increase the resistance to colonisation with potential pathogens (Coliforms and *C. perfringens*). These findings agree studies by Choct *et al.* (2005) and Finucane *et al.* (1999) which also show a reduction in *C. perfringens* in the

intestine of broilers and turkeys when feeding MOS (Bio-Mos®). The current study shows that the shift in the microbial population and the overall improvement in intestinal health of birds is directly related to improvements in growth performance and FCR. Feed additives, such as MOS (Bio-Mos®) that can enhance the animal's ability to defend against potential antigens will ultimately lead to better health and growth performance.

Conclusions

Successful strategies to maintain cost effective poultry production include multiple components, if the balance between growth, gut health and bacterial resistance is to be maintained. The use of specific mannan oligosaccharides (Bio-Mos, Alltech Inc.) can be a useful tool to establish and maintain a beneficial gut microflora and subsequently maximise growth performance.

References

- Choct M, Porter MD, Ao Z, Kocher A, Nollet L (2005) Use of zinc-bacitracin and mannan oligosaccharides (Bio-Mos) in broiler chickens infected with Necrotic enteritis. In 'Antimicrobial Growth Promoters: worldwide Ban on the Horizon?'. Noordwijk aan Zee p. 1. (Bastiaanse communication)
- Ferket PR (2002) Use of Oligosaccharides and gut modifiers as replacements for dietary antibiotics. In '63rd Minnesota Nutrition Conference'. Eagan, Minnesota. (FeedInfo)
- Finucane MC, Dawson KA, Spring P, Newman K (1999) The effects of mannan oligosaccharide on the composition of the microflora in turkey poult. *Poultry Science* **78**, 77.
- Hooge D (2004) Meta-analysis of Broiler Chicken Pen Trials Evaluating Dietary Mannan Oligosaccharide, 1993-2003. *International Journal of Poultry Science* **3**, 163-174.
- Iji P, Saki AA, Tivey DR (2001) Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81**, 1186-1192.
- Murakami H, Akiba Y, Horiguchi M (1994) A modified bioassay for energy utilisation in newly hatched chicks. 1. Determination of optimum duration for feed withdrawal and excreta collection. *Poultry Science* **73**, 1094-1106.
- Phillips I (1999) Assessing the evidence that antibiotic growth promoters influence human infections. *Journal of Hospital Infection* **43**, 173-178.
- Rosen GD (2004) Optimising the replacement of pronutrient antibiotics in poultry nutrition. In 'Biotechnology in the Feed Industry: Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium'. Lexington, KY. (Eds TP Lyons and K Jacques) pp. 93-102. (Nottingham Press)
- Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE (2000) The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of Salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science* **79**, 205-211.
- Swann Committee (1969) 'Joint Committee on the use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine Report (Cmnd. 4190)'. Her Majesty's Stationary Office, London.

Lactulose in der Kälbermast - Auswirkungen auf Futteraufnahme und Leistungsparameter

Wolfgang Preißinger¹, Michael W. Pfaffl², Anton Obermaier¹, Ludwig Hitzlsperger¹

¹) Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

²) Lehrstuhl für Physiologie, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan

Einleitung

Von Lactulose, einem Präbiotikum, das in der Humanernährung erfolgreich eingesetzt wird, verspricht man sich verdauungsfördernde Effekte. Dieser zur Zeit viel diskutierte Zusatzstoff ist ein aus Lactose hergestelltes Disaccharid. Lactulosewirkungen entfalten sich im Dickdarmbereich, indem gewünschte Keime gefördert und pathogene in ihrem Wachstum gehemmt werden. Der Lactuloseeinsatz wird bei Magen-Darm-Problemen verschiedener Nutztiere diskutiert (Lindermayer 2004; Hagemann 2003; Krüger 2003; Leyk et al. 2003; Mietke-Hofmann und Tonn, 2003; Schrödl 2003a, b; Westphal 2003; Zeyner 2003a, b). Experimentelle Arbeiten zum Lactuloseeinsatz beim Kalb fehlen weitgehend.

Material und Methoden

Versuchstiere

Der Versuch wurde zwischen Januar und Juni 2004 im Fresseraufzuchtstall der Versuchsstation Karolinenfeld durchgeführt. Dazu wurden drei Gruppen mit je 7 männlichen und 7 weiblichen Fleckviehkälbern gebildet. Die Zuteilung der Tiere auf die Gruppen erfolgte nach Lebendmasse, Alter und Abstammung. Bei Versuchsbeginn waren die Kälber im Mittel 74 kg schwer und 39 Tage alt. Es wurde ein Mastendgewicht von ca. 240 kg angestrebt.

Fütterung

Geprüft wurden drei Milchaustauschfutter I für Mastkälber mit unterschiedlich hohen Lactulosegehalten. In der Kontrollgruppe (L0) kam ein handelsüblicher MAT (Milkibeef® Top, Trouw Nutrition Deutschland) zum Einsatz. Laut Hersteller enthielt dieser 50,2 % Magermilchpulver. Weitere Bestandteile waren Molkenpulver, Pflanzenfett (raffiniert), Molkenpulver (teilentzuckert) sowie Weizenquellstärke. Diesem MAT wurden 5 % bzw. 7,5 % „Lactusat“ der Fa. Milei (vgl. Tabelle 1) im Austausch gegen Molkenpulver, teilentzuckert eingemischt. Somit waren Lactulosegehalte von 1 % (= Gruppe L1) bzw. 3 % (= Gruppe L3) im MAT realisiert.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe von „Lactusat“

Inhaltsstoff		Inhaltsstoff	
Wasser (%)	4	Tagatose (%)	< 1
Protein (%)	30	Kalzium (mg/100 g)	200
Asche (%)	1,0	Kalium (mg/100 g)	250
Fett (%)	< 5	Natrium (mg/100 g)	150
Lactulose (%)	42	Magnesium (mg/100 g)	30
Galactose (%)	3	Phosphor (mg/100 g)	130
Lactose (%)	7	Chlorid (mg/100 g)	50
Epilactose (%)	2		
Fruktose (%)	< 1	pH	6,4

Der Tränkeplan begann bei einer Konzentration von 125 g/l MAT, welche auf 248 g/l bis zum Versuchsende gesteigert wurde. Die Tränkemenge je Tier belief sich auf bis zu 17,5 l/Tag. Zusätzlich wurde pro Tier und Tag bis zu 0,5 kg Heu angeboten.

Ermittlung der Mess- und Analysedaten

Die abgerufene Menge an Milchaustauscher wurde tierindividuell über Tränkeautomaten (Fa. Förster) zugeteilt und aufgezeichnet. Die Aufnahme an Heu wurde gruppenweise aus der Differenz zwischen Ein- und Rückwaage multipliziert mit den jeweiligen TM- Gehalten ermittelt. Die Lebendmasse der Tiere wurde wöchentlich mit einer Viehwaage erfasst. Die Schlachtung der Tiere erfolgte im Schlachthaus Grub an drei Terminen. Ausgewählt wurden jeweils die schwersten Tiere jeder Gruppe. Die Schlachtkörperbewertung wurde durch den Fleischprüfing Bayern vorgenommen.

Statistische Auswertung

Die Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS. Es wurden die Tiermittelwerte varianzanalytisch verrechnet.

Das statistische Modell lautete: $y = \text{Behandlung} + \text{Rest}$.

Statistisch gesicherte Abweichungen der Mittelwerte wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Energie- und Rohnährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 2 dargestellt. In Abhängigkeit von der Höhe der „Lactusat“- Zulage wurde eine Erhöhung des Rohproteingehaltes um 5 g bzw. 15 g festgestellt. Der Energiegehalt der MAT lag bei 16,8 MJ ME/kg TM.

Tabelle 2: Rohnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel

		MAT L0 n=3	MAT L1 n=3	MAT L3 n=3	Heu
TM	g/kg	964 ± 5	963 ± 6	963 ± 6	854
Rohasche	g/kg TM	70 ± 2	70 ± 3	68 ± 2	52
Rohprotein	g/kg TM	219 ± 4	224 ± 1	234 ± 5	124
Rohfett	g/kg TM	197 ± 2	197 ± 2	196 ± 1	16
Rohfaser	g/kg TM	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	311
Energie	MJ ME/kg TM	16,8 ± 0,0	16,8 ± 0,0	16,9 ± 0,0	9,54

Futter- und Nährstoffaufnahme

In Tabelle 3 sind die erfassten Futter- und Nährstoffaufnahmen dargestellt. Mit 2283 g TM pro Tier und Tag war die MAT-Aufnahme in Gruppe L3 signifikant höher als in L0 mit 2153 g und L1 mit 2092 g. Andererseits war aber auch die Differenz zwischen L0 und L1 statistisch abzusichern. Wertet man die MAT- Aufnahme nach dem Geschlecht der Kälber aus, so nahmen Bullenkälber im Mittel 2024 g (L0), 2001 g (L1) und 2215 g (L3) pro Tag auf. Bei weiblichen Tieren lagen die entsprechenden Aufnahmen bei 2282 g (L0), 2184 g (L1) und 2351 g (L3). Im Durchschnitt aller Gruppen lag die MAT- Aufnahme bei weiblichen Tieren um rund 190 g TM pro Tag höher. Sowohl bei weiblichen als auch männlichen Kälbern zeigte sich in L3 gegenüber L0 und L1 eine signifikant erhöhte MAT- Aufnahme. Während bei den männlichen Tieren der Unterschied zwischen L0 und L1 nicht statistisch abzusichern war, nahmen weibliche Tiere in L1 signifikant weniger MAT auf als in L0.

Mit Werten zwischen 205 g und 211 g TM pro Tier und Tag war der Heuverzehr in allen drei Gruppen nahezu gleich. Aufgrund der höheren MAT-Aufnahme ergab sich in L3 eine höhere Aufnahme an Energie und Rohprotein. Gegenüber L0 bzw. L1 wurden pro Versuchstag 2 MJ bzw. 3 MJ ME und 68 g bzw. 70 g Rohprotein mehr aufgenommen.

Tabelle 3: Durchschnittliche tägliche Futter- und Nährstoffaufnahme

	L0	L1	L3
Aufnahme MAT (g TM)	2152 ^a ± 845	2092 ^b ± 776	2283 ^c ± 850
Aufnahme Heu (g TM)	205	207	211
Gesamtfutteraufnahme (kg TM)	2,3	2,2	2,4
Energieaufnahme (MJ ME)	37	36	39
Rohproteinaufnahme (g)	477	475	545

Mastleistung

Tabelle 4 zeigt die täglichen Zunahmen im Versuch, die dazugehörigen Anfangs- und Endgewichte sowie die mittlere Versuchsdauer. Ausgehend von einem durchschnittlichen Einstallgewicht von 74 kg in allen Gruppen wurde in L0 bzw. L1 ein mittleres Endgewicht von 244 kg bzw. 245 kg erreicht. Bei gleicher Versuchsdauer lag das durchschnittliche Endgewicht in L3 ca. 10 kg höher. Es errechneten

sich mittlere tägliche Zunahmen von 1288 g (L0), 1276 g (L1) und 1350 g (L3). Die Unterschiede zwischen den Gruppen ließen sich jedoch statistisch nicht absichern.

Tabelle 4: Mastleistung aller Tiere

	L0	L1	L3
Einstallgewicht (kg)	74 ± 8	74 ± 9	74 ± 8
Endgewicht (kg)	244 ± 26	245 ± 33	255 ± 13
Mastdauer (Tage)	133 ± 8	134 ± 8	134 ± 9
Zunahmen (g/Tag)	1288 ± 235	1276 ± 270	1350 ± 152

Interessant ist die Aufschlüsselung der Leistungszahlen nach Geschlecht (vgl. Tabelle 5). Während die durchschnittlichen täglichen Zunahmen bei weiblichen Tieren mit Werten von 1316 g bis 1329 g nahe beieinander lagen, zeigten sich bei männlichen Tieren größere Differenzen.

Tabelle 5: Mastleistung Tiere getrennt nach Geschlechtern

	Männliche Tiere			Weibliche Tiere		
	L0	L1	L3	L0	L1	L3
Einstallgewicht (kg)	72 ± 10	72 ± 11	72 ± 10	77 ± 4	77 ± 4	77 ± 6
Endgewicht (kg)	238 ± 31	234 ± 46	255 ± 14	250 ± 21	254 ± 16	258 ± 13
Mastdauer (Tage)	133 ± 9	133 ± 9	133 ± 9	132 ± 8	134 ± 7	135 ± 8
Zunahmen (g/Tag)	1260 ± 274	1223 ± 355	1377 ± 149	1316 ± 207	1329 ± 158	1323 ± 163

Aufgrund der relativ geringen Tierzahl pro Gruppe und Geschlecht konnten diese jedoch statistisch nicht abgesichert werden. Bei Bullenkälbern lagen die mittleren täglichen Zunahmen in L3 um ca. 120 g bzw. 150 g höher als in L1 bzw. L3.

Schlachtleistung

Das Schlachtgewicht, die Nettozunahmen, sowie die Fett- und Handelsklasseneinstufung können Tabelle 6 entnommen werden. Bei Zugabe von Lactulose wurden um 1 kg (L1) bzw. 9 kg (L3) höhere Schlachtgewichte gegenüber der Kontrollgruppe festgestellt. Dementsprechend waren die Nettozunahmen im Mittel um knapp 3 g (L1) bzw. 46 g (L3) verbessert.

Für die Handels- und Fettklassen als nicht lineare Parameter wurde keine varianzanalytische Auswertung durchgeführt. Die Schlachtkörper wurden in die Handelsklassen R und O eingereiht, wobei eine Verschiebung zugunsten der Klasse R bei Einsatz von Lactulose zu erkennen war. Bei der Beurteilung des Verfettungsgrades wurden 95 % der Schlachtkörper den Fettklassen 2 und 3 zugeordnet, zwei Schlachtkörper wurden in Klasse 1 eingestuft. Durch Einsatz von Lactulose war eine Verschiebung zugunsten der Fettklasse 3 festzustellen.

Tabelle 6: Durchschnittliche Schlachtleistung aller Tiere

		L0	L1	L3
Schlachtgewicht, warm (kg)		133 ± 16	134 ± 20	142 ± 8
Nettozunahmen (g/Tag)		764 ± 118	767 ± 138	810 ± 61
Handels-/	R1	--	1	--
Fettklassen (n)	R2	6	4	3
	R3	1	7	7
	O1	--	1	--
	O2	3	--	3
	O3	4	1	1
Handelsklassen	R	7	12	10
(n)	O	7	2	4
Fettklassen (n)	1	--	2	--
	2	9	4	6
	3	5	8	8

Tabelle 7 zeigt die Schlachtleistungsparameter getrennt nach den Geschlechtern. Weibliche Tiere hatten unabhängig von der Versuchsgruppe einheitlichere Schlachtkörper. Die angeführte Verschiebung zugunsten Handelsklasse R bzw. Fettklasse 3 war hauptsächlich durch weibliche Tiere bedingt. Während die Nettozunahmen bei weiblichen Tieren in Abhängigkeit von der Höhe der Lactulosegabe um 9 bzw. 25 g/Tag anstiegen, war bei männlichen Tieren nur in L3 ein Anstieg zu verzeichnen. Mit 67 g pro Tag fiel dieser wesentlich höher aus.

Wirtschaftliche Betrachtung

Setzt man die mittleren Auszahlungspreise 2004 für Kalbfleisch in Bayern (LfL 2005) für die in den Versuchsgruppen erzielten Handels- und Fettklassen an, so errechnen sich pro vermarktetes Kalb mittlere Auszahlungspreise von 582 €, 618 € und 648 € für die Gruppen L0, L1 und L3. Pro kg Schlachtgewicht sind dies 4,38 € (L0), 4,63 € (L1) und 4,56 € (L3). Stellt man die erzielten Mehrerlöse je Tier von 36 € (L1) bzw. 66 € (L3) der pro Kalb eingesetzten Menge von durchschnittlich 2,8 kg (L1) bzw. 9,2 kg (L3) Lactulose gegenüber, so dürfte 1 kg TM Lactulose in diesem Versuch max. 12,85 € (L1) bzw. 7,20 € (L3) kosten. Nicht berücksichtigt sind dabei die Kostenansätze der ausgetauschten MAT-Komponenten.

Schlussfolgerungen

Durch 3 % Lactulose im MAT ließen sich Tränkeaufnahme und Leistung von Mastkälbern verbessern. Eine niedrigere Dosierung (1 % im MAT) zeigte dagegen in vorliegender Arbeit keine bzw. nur eine geringe leistungssteigernde Wirkung. Bei beiden Dosierungen wurden bessere Handelsklasseneinstufungen erzielt. Der Effekt der Lactulose war bei männlichen und weiblichen Tieren unterschiedlich ausgeprägt. Weitere Arbeiten mit differenzierten Versuchsanstellungen sind

deshalb notwendig. Die Auswirkungen von Lactulose auf die Darmgesundheit wird in einer weiteren Arbeit (Fleige et al., 2005) beschrieben.

Tabelle 7: Durchschnittliche Schlachtleistung nach Geschlecht

		Männliche Tiere			Weibliche Tiere		
		L0	L1	L3	L0	L1	L3
Schlachtgewicht, warm (kg)		129 ± 18	129 ± 27	142 ± 9	137 ± 14	138 ± 8	142 ± 8
Nettozunahmen (g/Tag)		765 ± 153	761 ± 191	832 ± 70	763 ± 84	772 ± 68	788 ± 45
Handels-/ Fettklassen (n)	R1	--	1	--	--	--	--
	R2	3	2	3	3	2	--
	R3	--	2	1	1	5	6
	O1	--	1	--	--	--	--
	O2	2	--	2	1	--	1
	O3	2	1	1	2	--	--
Handels- klassen (n)	R	3	5	4	4	7	6
	O	4	2	3	3	--	1
Fettklassen (n)	1	--	2	--	--	--	--
	2	5	2	5	4	2	1
	3	2	3	2	3	5	6

Literatur

Fleige, Simone, W. Preißinger, H.H. D. Meyer, M. W. Pfaffl: Einfluss einer synbiotischen Fütterung mit Lactulose und *Enterococcus faecium* auf die Darmgesundheit bei Milchmastkälbern, Milchkonferenz 2005, 29./30. 09.2005 Kiel

Hagemann, Luise 2003: Lactuloseeinsatz im perinatalen Zeitraum bei Sauen

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Krüger, M. 2003: Bedeutung des Magen-Darmtraktes für die Tiergesundheit und seine Regulation

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Leyk, W., F.-J. Koch, S. Jungnitz, K.-H. Waldmann, 2003: Lactulose zur Reduzierung der Salmonellenausscheidung bei Mastschweinen

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Lindermayer, H. 2004: Lactuloseeinsatz bei Ferkeln: Persönliche Mitteilung

LfL 2005: LfL-Information: Fleisch und Geflügelwirtschaft in Bayern 2004, Bayer. Landesanstalt f. Landwirtschaft (LfL), Institut für Ernährungswirtschaft und Markt

Mietke-Hofman Henriette und Bettina Tonn, 2003: Mikrobiologische Langzeituntersuchung eines Futtermittels mit Lactulosezusatz

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Schrödl, W. 2003a: Bakteriologische und Immunologische Parameter nach L Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster
Lactuloseeinsatz im perinatalen Zeitraum bei Sauen

Schrödl, W. 2003b: Lactuloseeinsatz im perinatalen Zeitraum bei Mutterkühen

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Westphal, O. 2003: Praxiserfahrungen beim Lactuloseeinsatz im perinatalen Zeitraum bei Mutterkühen

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Zeyner Annette 2003a: Wirkung von Lactulose als Siliermittel auf Gärqualität und die aerobe Stabilität

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Zeyner Annette 2003b: Untersuchungen zur Verträglichkeit von Lactulose bei Pferden

Symposium der LWK Westfalen-Lippe und der Universität Leipzig: Lactulose – ein Lösungsansatz bei Magen-Darm-Problemen im Nutztierbereich, 29.01.2003 Münster

Anschrift des verantwortlichen Autors

Dr. Wolfgang Preißinger
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof.- Dürrwaechter- Platz 3, D-85586 Poing-Grub
e-mail: wolfgang.preissinger@LfL.bayern.d

Untersuchungen zur Wirkung von Seltenen Erden im Tiermodell der wachsenden Ratte.

Wehr U, He ML und Rambeck WA

Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Ludwig-Maximilians-Universität München

Aufgrund des näher rückenden EU-Verbots für antibiotische Zusatzstoffe als Mastleistungsförderer steigt das Interesse an alternativ einsetzbaren Futterzusätzen. Dabei wird gefordert, dass die eingesetzten Futterzusätze, sowohl für Verbraucher und Tier unbedenklich, als auch ökologisch und ökonomisch vertretbar sind. In diesem Zusammenhang sind auch Seltene Erden (REE) in den Blickpunkt des Interesses gerückt.

In China werden Seltene Erden seit mehreren Jahrzehnten zur Leistungs- und Ertragssteigerung in der Landwirtschaft eingesetzt. Zu den Seltenen Erden gehören 17 Übergangsmetalle aus der 3. Nebengruppe des Periodensystems. Dabei handelt es sich um die Elemente Lanthan, Scandium und Yttrium, sowie die Lanthanoide, welche die 14 auf das Lanthan folgenden Elemente darstellen.

Zahlreiche in China durchgeführte Studien berichten von bemerkenswerten Leistungssteigerungen in allen Nutztierkategorien und der Pflanzenproduktion. Ausgehend von der Fragestellung, ob sich diese enormen Leistungssteigerungen auch unter westlichen Bedingungen erzielen lassen, wurden in Deutschland und der Schweiz einige Fütterungsstudien mit unterschiedlichen Gemischen von Seltenen Erden in den verschiedensten Nutztierkategorien durchgeführt. Teilweise konnten ebenfalls vor allem in der Ferkelaufzucht deutliche Leistungssteigerungen erzielt werden. Der genaue Mechanismus, der den durch Seltene Erden verursachten Leistungssteigerungen zugrunde liegt, ist dennoch unklar. Ein Einflussfaktor scheint jedoch die Art des Anions zu sein, an das die Seltenen Erden gebunden sind.

Ziel dieser Untersuchung war es daher den Einfluss verschiedener Seltener Erden Verbindungen auf Gewichtsentwicklung und ausgewählte Blutparameter zu untersuchen. Als Zieltierart wurde hierbei die Ratte ausgewählt. An der Ratte wurden bisher einige Toxizitätsversuche mit Seltenen Erden durchgeführt, bei denen Seltene Erden i.v. appliziert wurden. Es gab jedoch noch keine Versuche, die die Wirkung von Seltenen Erden bei oraler Gabe untersucht haben.

In zwei Fütterungsstudien mit jeweils 4 Wochen alten Wistar Ratten wurden sowohl zwei verschiedene REE-Verbindungen als auch zwei reine Lanthan-Verbindungen in verschiedenen Dosierungen eingesetzt. Futter und Wasser standen ad libitum zur Verfügung. Die Versorgung an Rohnährstoffen, Vitaminen und Mineralstoffen in den Rationen entsprach dabei den Empfehlungen des National Research Council.

In Experiment 1 wurde dem Futter Lanthanchlorid oder eine REE-Mischung in Chloridform in den Dosierungen 75 und 150 ppm zugesetzt. In Experiment 2 wurden eine Citrat-gebundene REE-Mischung (50, 200, 400, 800 ppm) und reines Lanthancarboxylat (11, 44, 88, 176 ppm) in steigender Dosierung eingesetzt. Die beiden REE-Mischungen enthielten jeweils Lanthan, Cer und Praseodym in vergleichbaren Konzentrationen. In beiden Untersuchungen wurden die Tiere nach Gewicht randomisiert den einzelnen Versuchsgruppen zugeteilt, die Gruppengröße betrug jeweils 10 Tiere.

Die Haltung der Tiere erfolgt in einem fensterlosen, vollklimatisierten Raum. Die Tiere wurden in Versuch 1 einzeln und in Versuch 2 zu jeweils 2 Tieren gehalten. Während der Versuchsdurchführung

wurde ein konstantes Lichtprogramm mit 12 Stunden Licht und 12 Stunden Dunkelheit (dazwischen jeweils 30 min Dämmerung) eingehalten. Die Raumtemperatur lag bei durchschnittlich $25 \pm 5^\circ\text{C}$, die Luftfeuchte betrug im Schnitt $45 \pm 5\%$. Um trotz gleicher Umgebungsbedingungen leicht unterschiedliche Temperatur- und Lichtverhältnisse auszuschließen, wurden die einzelnen Käfige der verschiedenen Gruppen in den zur Unterbringung verwendeten Käfigbatterien zufällig verteilt.

Futter und Trinkwasser (Leitungswasser) stand den Tieren während der gesamten Versuchsphase ad libitum zur Verfügung und wurde täglich überprüft. In Versuch I wurde der Futterverbrauch täglich und die Gewichtszunahme zweimal pro Woche bestimmt. In Versuch II wurden Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung einmal pro Woche bestimmt. Am Ende von Versuch I wurden von jedem Tier Blutproben gewonnen. Im Serum wurden dann folgende Parameter bestimmt: Glucose, Cholesterol, Triglyceride, Gesamtprotein, Albumin, Kreatin, Harnstoff, Alanin-Amino-Transferase (ALT), Aspartat-Amino-Transferase (AST) und Alkalische Phosphatase (AP).

Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme in Versuch I und II ist den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen. Die Supplementierung mit Seltenen Erden hat in beiden Versuchen –unabhängig von der Quelle– zu einer Verbesserung der mittleren täglichen Gewichtszunahme geführt. Wobei diese Verbesserung in keinem Fall signifikant war. Ein dosisabhängiger Anstieg der Gewichtsentwicklung konnte nur bei der an Citrat gebundenen Seltenen Erden-Mischung beobachtet werden, wobei das Optimum bei einer Dosierung von 400 mg pro kg Futter lag.

Tabelle1: Effekt von Lanthan-Chlorid und REE-Chlorid auf die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme (Versuch I)

	Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme in g	Verbesserung in % vs Kontrolle
Kontrolle	5,31	
La-Chlorid 75 ppm	5,51	+4
La-Chlorid 150 ppm	5,59	+5
REE-Chlorid 75 ppm	5,77	+9
REE-Chlorid 150 ppm	5,70	+7
SEM	0,16	
p	n.s.	

Die untersuchten biochemischen Blutparameter (siehe Tabelle 3) lagen alle in einem für Ratten normalen Bereich. Seltene Erden hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Serumkonzentration von Cholesterin, Gesamtprotein und Albumin. Die Gabe von REE-Chloriden führte zu einem signifikant erniedrigten Glucose Spiegel ($p < 0,05$). Die Konzentration an Triglyceriden im Serum unterschied sich zwischen Kontrolltieren und mit Seltenen Erden supplementierten Tieren nicht. Jedoch fand sich im Serum der mit der 150 ppm REE-Chlorid supplementierten Tiere ein signifikant ($p < 0,05$) erniedrigter Serumspiegel im Vergleich zu den restlichen REE-Gruppen. Die Gabe von Seltenen Erden führten zu einem erhöhten Kreatin- und Harnstoff-Stickstoff-Spiegel im Serum, jedoch war dieser Anstieg nur in der mit 150 ppm supplementierten REE-Chlorid Gruppe signifikant ($p < 0,05$). Die Serumkonzentration der Leber-Enzyme ALT, AST und AP erhöhte sich unter dem Einfluss der Seltenen Erden ebenfalls.

Tabelle2: Effekt von REE-Citrat und Lanthan-Carbonat auf die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme (Versuch II)

	Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme in g	Verbesserung in % vs Kontrolle
Kontrolle	4,90	
REE-Citrat 50 ppm	5,05	+3
REE-Citrat 200 ppm	5,17	+5
REE-Citrat 400 ppm	5,18	+6
REE-Citrat 800 ppm	4,99	+2
La-Carbonat 11 ppm	5,14	+5
La-Carbonat 44 ppm	5,13	+5
La-Carbonat 88 ppm	5,16	+5
La-Carbonat 174 ppm	4,99	+2
SEM	0,25	
p	n.s.	

Tabelle3: Effekt von Lanthan-Chlorid und REE-Chlorid auf biochemische Blutparameter (Versuch I)

	Kontrolle	La- Chlorid1	La- Chlorid2	REE1	REE2	SEM	p
Glucose (mmol/l)	1,59 ^a	1,34 ^{ab}	1,51 ^a	1,22 ^b	1,14 ^b	0,11	<0,05
Cholesterin (mmol/l)	2,75	2,53	2,77	2,95	2,75	0,11	n.s.
Triglyceride (mmol/l)	1,28 ^{ab}	1,33 ^{ab}	1,55 ^b	1,40 ^b	1,09 ^a	0,06	<0,05
Gesamtprotein (g/l)	65,4	58,7	61,1	67,5	63,0	3,62	n.s.
Albumin (g/l)	25,5	28,3	27,3	26,1	28,7	1,30	n.s.
Kreatin (mg/dl)	1,85 ^a	2,08 ^a	1,95 ^a	1,90 ^a	2,50 ^b	0,12	<0,01
Harnstoff-Stickstoff (mmol/l)	7,70	7,86	8,31	8,03	8,47	0,37	n.s.
ALT (U/l)	24,4 ^a	44,3 ^b	57,0 ^c	57,8 ^c	57,9 ^c	3,18	<0,01
AST (U/l)	260	326	339	343	291	23,1	n.s.
AP (U/l)	209 ^a	254 ^{ab}	328 ^b	262 ^{ab}	296 ^b	25,0	<0,05

Frühere Studien unserer Arbeitsgruppe an landwirtschaftlichen Nutztieren zeigten, dass eine Supplementierung des Futters mit Seltenen Erden unter westlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen zu höheren Wachstumsraten und einer verbesserten Futterverwertung führen können (Rambeck et al., 1999; He and Rambeck, 2000; He et al., 2001), aber nicht müssen (Schuller

et al., 2002). Dabei scheint sowohl die Dosierung der Seltenen Erden als auch die Art der Verbindung von Bedeutung zu sein. Natürlich darf dabei nicht die Bedeutung der Haltungsbedingungen, Nährstoffversorgung und Tierart vernachlässigt werden.

In beiden Versuchen konnte gezeigt werden, dass die orale Gabe von Seltenen Erden bei Ratten ähnlichen Einfluss auf Wachstumsparameter hatte, wie beim Ferkel (Rambeck et al., 1999; He and Rambeck, 2000; He et al., 2001).

Es hat sich allerdings gezeigt, dass durch die Verbindungen, die unter anderem sowohl Lanthan als auch Cer enthalten, im Durchschnitt eine bessere Leistungssteigerung erzielt werden konnte, als durch reine Lanthan-Verbindungen. Es kann daher angenommen werden, dass Cer und evtl. auch die anderen Seltenen Erden, die in den Gemischen enthalten sind, eine positivere Wirkung auf das Wachstum haben als reines Lanthan bzw. dass in den Gemischen additive Effekte der einzelnen Seltenen Erden zum tragen kommen.

Bei den aktuellen Untersuchungen kam es zwar teilweise zu signifikanten Veränderungen bei den blutchemischen Parametern, allerdings waren alle Veränderungen in einem für Ratten noch normalen Bereich. Aufgrund der Veränderungen können jedoch gewisse Vermutungen angestellt werden, so kann der Anstieg des Serum-Kreatins und des Serum-Harnstoff-Stickstoff in gewisser Weise ein Hinweis darauf sein, dass es Seltene Erden den Proteinstoffwechsel beeinflussen können. Der Anstieg der Leberenzyme lässt auf eine mögliche Leberwirkung der Seltenen Erden schliessen. So können Seltene Erden lebertoxisch wirken, wenn sie i.v. appliziert werden (Evans, 1990). In in vitro Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Cer in niedrigen Dosierungen die Zellproliferation fördern kann und den Zellzyklus von Hepatozyten beeinflussen kann (Shen et al., 1999).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die wachsende Ratte ein geeignetes Modell ist, um weiterführende Untersuchungen durchzuführen, die der Aufklärung des Wirkmechanismus der Seltenen Erden dienen können.

Literatur

- Evans, C. H., 1990: Biochemistry of the Lanthanides. Plenum Press, New York and London.
- Fernando, K. C.; Barrit, G. J., 1995: Biochim. Biophys. Acta. 268, 97–106.
- He, M. L.; Rambeck, W. A., 2000: Arch. Anim. Nutr. 53, 323–334.
- 234 M. L. He et al.
- He, M. L.; Ranz, D.; Rambeck, W. A., 2001: J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 85, 263–270.
- Rambeck, W. A.; He, M. L.; Chang, J.; Arnold, R.; Henkelmann, R.; Su“ ss, A., 1999: Possible Role of Rare Earth Elements as Growth Promoters. Vitamins and Additives in the Nutrition of Man and Animal (7th Symposium), Jena, Germany, 311–317.
- Schuller, S.; Borger, C.; He, M. L.; Henkelmann, R.; Jadamus, A.; Simon, O.; Rambeck, W. A., 2002: Untersuchungen zur Wirkung Seltener Erden als mögliche Alternative zu Leistungsförderern bei Schweinen und Geflü“ gel. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift. (German) 115, 16–23.
- Shen, Z. G.; Lei, H. Y.; Du, L. D.; Yang, X. F.; Yang, Y. S., 1999: Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni (Chinese) 38, 109–112.

Effect of multiple filtrated and magnetized water and ascorbic acid in growing broiler chicken production

¹Fekete, S. Gy., ¹Andrasofszky, E., ¹Fodor, K., ²Glavits, R.

¹SZIU Faculty of Veterinary Science Budapest, H-1400 Budapest, POB 2. Hungary

²National Veterinary Diagnostic Institute, Budapest, Hungary

Material and methods

The 700 one-day-old cockerels were randomly housed on the upper and middle level of the broiler batteries. After 14-day long preliminary periods from the average weight animals groups of 10 individuals were formed of chickens. There were 6 replicates of 10 birds per treatment (Groups I-VI): I= control feed+tap water; II= 250 mg/kg vit. C+tap water; III=500 mg/kg vit. C+tap water; IV= control feed+PI-water; V=250 mg/kg vit. C+PI-water and VI=500 mg/kg vit. C+PI-water. The control feed consisted of 40.7% corn, 18.0% wheat, 32.0% extracted soybean meal, 5% Favorit 40 (40% plant oil on pop corn matrix), 1.0% sunflower meal 3.3% Mineral-vitamin premix. The measured dry matter content 91.2%, the crude protein (Nx6.25) 20.6%, the ether extract 5.1%, the crude fibre 2.9% and the ash concentration 4.9% were.

Results and Discussion

In case of cage management the PI-watering alone did not have a significant ($P>0.05$) influence on the final (42-day old) live weight gain and the feed conversion efficiency, but when it was combined with vitamin C, it did improve both the final weight (3 and 4%) and the feed conversion ratio (3.9 and 3.25%). Considering the final live weight (1634 grams) and the feed conversion efficiency (1.54 kg/kg) of the control treatment as 100.00%, the corresponding values of Group II 105.26 and 97.40%, at Group IV 102.63 and 96.75%, in Group V 99.39 and 102.60% and in Group VI 104.90 and 96.75% are.

Considering the erythrocyte count, among the 28-days-old birds of the battery cage management groups, the combined PI-watering + vitamin C supplementation resulted in the highest red blood cell count. The blood parameters of the 42-days-old animals practically did not show any significant difference.

The PI-watering increased the ash content of the femur in each group, in case of the animals slaughtered at the age of 42 days. The best results were achieved with the combined PI-water and vitamin C supplementation treatment. (The extremely low level of the technological waste caused by foot deformities is in great part due to this.) At the same time it raises the question of the usefulness of the PI-watering of the egg producing flocks, especially in case of cage management.

The percentage of the valuable cuts and the abdominal fat were all included in the "excellent" category, but because of the considerable biological dispersion the differences are not significant. The performed body composition analyses did not reveal any significant differences in the crude fat-, crude ash- and crude protein content of the dry matter. This shows that the increased body weight

following the PI-watering and the ascorbic acid supplementation is derived proportionally from the chemical components of the body.

Conclusions

At the end of the battery cage management period only the combined ascorbic acid + PI-watering resulted in 2.2% weight gain, verifying the regularity that yield boosting/growth promoter products have the better efficiency, the more different is the management-feeding method from the ideal (e.g. in case of deep litter or even in organic! management). During the 6 weeks period of the cage management the PI-watering in itself did not improve the feed conversion ratio, but did it whilst combined with vitamin C by 2-4%.

Compared the measure of treatment effect to the previous, deep bedding kept birds (Fekete et al., ESVCN, 2004), a clear genotype x environment interaction might be assumed, namely the better hygienic conditions of the batteries (less microbiological challenge) attenuated the improving effects of multifiltered water and ascorbic acid.

Corresponding author:

Dr. Fekete Sandor
SZIU Faculty of Veterinary Science Budapest
H-1400 Budapest, POB 2.
Hungary
e-mail: Fekete.Sandor@aotk.szie.hu

Verfütterung saurer Salze zur Verhinderung von Gebärparese – das DCAD-Konzept und die Auswirkungen auf die Gesundheit von Milchkühen und ihre Kälber

Gasteiner J., Eingang D., Guggenberger T., Häusler J., Podstatzky, L.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Einleitung

Die Beeinflussung des Kationen/Anionenverhältnisses (**D**ietary **C**ation **A**nion **D**ifference) in der Ration von trockenstehenden Milchkühen stellt eine Möglichkeit zur Prophylaxe der hypokalzämischen Gebärparese dar. Die Aufnahme einer Ration mit einem negativen Kationen/Anionenverhältnis führt zu einer milden metabolischen Azidose. Dieser vorübergehende azidotische Zustand wird von erwachsenen Rindern zumeist komplikationslos kompensiert. Im Gegensatz dazu befindet sich der Säuren/Basenhaushalt neugeborener Kälber in einem besonders labilen Zustand. Äußere Einflüsse wie Fruchtwasseraspiration, Erkrankungen des Respirationstraktes, diätetische Fehler und insbesondere Durchfälle können bei Kälbern zu einer akuten Azidose führen. Bei Kälbern, deren Säuren/Basenhaushalt durch Verfütterung saurer Salze an die Muttertiere bereits „intrauterin“ vorbelastet ist, könnten die Pufferkapazitäten bereits vor der Abkalbung beansprucht und in der Folge rascher erschöpft sein als bei Kälbern „unbehandelter“ Kühe.

Material und Methoden

36 Milchkühe, eingeteilt in 3 Gruppen (Gruppe 0, I, II), wurden ab 3 Wochen vor dem errechneten Geburtstermin mit Rationen versorgt, welche sich in ihrem Kationen/Anionenverhältnis unterschieden. Die Grundfutterration, repräsentativ für österreichische Verhältnisse (50 % Grassilage, 30 % Heu, 20 % Maissilage), die Kraftfutterversorgung (2,2 kg T) sowie die Mineralstoff- und Spurenelementversorgung war in allen Gruppen identisch.

Gruppe 0 (n = 12) diente als Kontrollgruppe, die Kühe der Gruppe I (n = 12) erhielten zusätzlich 150 g saure Salze/d und die Kühe der Gruppe II (n = 12) wurden mit 300 g sauren Salzen pro Tag versorgt.

Untersuchungen Kühe: tägliche Erhebung der Futteraufnahme, Nährstoffanalysen, wöchentliche Serum-, Blutgas- und Harnanalysen.

Untersuchungen Kälber: APGAR-Score, Blutgasanalysen (15-mal innerhalb der ersten 72 Lebensstunden nach exakt vorgegebenem Schema).

Zur Berechnung der DCAD wurde folgende, heute allgemein gültige Gleichung eingesetzt (Oetzel 2002):

$$\text{DCAB (meq/kg T)} = (\text{Na \%} \times 435 + \text{K \%} \times 256) - (\text{Cl \%} \times 282 + \text{S \%} \times 624)$$

Die entsprechenden Faktoren für die einzelnen Elemente ergeben sich aus der Division von 1000 durch das jeweilige Äquivalentgewicht. Die Formel berücksichtigt damit die unterschiedlichen Atomgewichte von Na, K, Cl und S.

Bei der Berechnung mit obiger Formel würde beispielsweise eine im Grünland übliche Ration einen Kationenüberschuss von etwa +250 meq/kg T (Milliäquivalent pro kg Trockenmasse) aufweisen. Während der letzten 3 Wochen der Trächtigkeit sollte sich dieser Wert jedoch im negativen Bereich von –100 bis –200 meq/kg T bewegen, um eine wirksame Gebärpauseprophylaxe im Sinne des DCAB-Konzeptes erzielen.

Ergebnisse

Tab. 1: Mittelwerte (Varianzanalyse) ausgewählter Parameter der Kühe aus den drei Gruppen von 3 Wochen a.p. bis 3 Wochen p.p.

Woche a.p./p.p.	-3	-2	-1	1	2	3	S _e	P-Werte
DCAB meq/kg T								
Gruppe 0	208	218	226	195	192	174	32	< 0,05
I	129	119	102	170	176	167		
II	7	0	-7	180	178	169		
Futtermittel kg T/d								
Gruppe 0	13,1	13	12,4	14,2	17,3	18,3	2,1	> 0,05
I	15	14,9	12,6	15,7	19,1	19,2		
II	13	13	12,4	13,4	16,9	17,9		
Serum Ca mmol/l								
Gruppe 0	2,61	2,51	2,6	2,41	2,59	2,57	0,26	> 0,05
I	2,54	2,43	2,04	2,02	2,4	2,4		
II	2,57	2,38	2,25	2,44	2,57	2,5		
Serum Ca++ mmol/l								
Gruppe 0	1,22	1,21	1,19	1,14	1,19	1,14	0,08	> 0,05
I	1,21	1,2	1,01	1,01	1,17	1,18		
II	1,26	1,25	1,14	1,16	1,22	1,2		
Blut pH								
Gruppe 0	7,443	7,443	7,458	7,457	7,468	7,466	0,028	> 0,05
I	7,445	7,441	7,443	7,465	7,46	4,445		
II	7,462	7,436	7,437	7,46	7,444	7,476		
Harn pH								
Gruppe 0	8,33	8,43	8,47	8,12	8,11	8,27	0,38	> 0,05
I	7,77	8,17	8,42	8,03	8,14	8,05		
II	8,19	8,07	8,19	7,93	8,29	7,87		
Harn NSBA mmol/l								
Gruppe 0	121	118	123	54	55	109	40	< 0,05
I	86	69	63	65	72	68		
II	77	53	75	42	77	27		

Auch durch Zulage von 300 g sauren Salzen/Tier/d (Gruppe II) wurden im vorliegenden Versuch die Zielwerte der wirksamen Futteransäuerung (-100 bis –150 meq/kg T) nicht erreicht (Ausgangs-DCAD der Ration ohne saure Salze lag bei 220 meq je kg T).

Sehr hohe K-Gehalte, wie sie in den meisten österreichischen Grassilagen sowie im Heu auftreten, verhindern eine wirksame Absäuerung.

Durch Zulage von 150 bzw. 300 g sauren Salzen konnten nur marginale Unterschiede hinsichtlich der Futteraufnahmen festgestellt werden, bei Einzeltieren kam es jedoch auch zur völligen Futterverweigerung.

Ergebnis aus Vorversuch: Verminderung der Futteraufnahmen bei Erhöhung der sauren Salze auf mehr als 400 g/Tier/d um bis zu – 20 %.

Kein signifikanter Unterschied des Ca-Gehaltes im Serum der Kühe, wenn DCAD > 0 und somit auch keine vorbeugende Wirkung gegenüber einer Hypokalzämie.

Da bei Einsatz saurer Salze zugleich die antepartale Versorgung mit Ca erhöht wird (100 bis 150 g/Tier/d), muss bei ungenügender Ansäuerung (wenn DCAD > 0) sogar mit einem gegenteiligen Effekt gerechnet werden, Fälle von Gebärparese können somit zusätzlich provoziert werden.

Es besteht nur eine schwache Korrelation zwischen dem Harn-pH-Wert der Kühe und den einzelnen Gruppen, wenn DCAB > 0.

Die Harn-NSBA bei Kühen steht in sehr enger Korrelation mit der Verfütterung saurer Salze, auch wenn DCAD > 0.

Erst nach chemischer Analyse der Rationskomponenten und Berechnung der DCAD ist ein erfolgreicher Einsatz von sauren Salzen möglich.

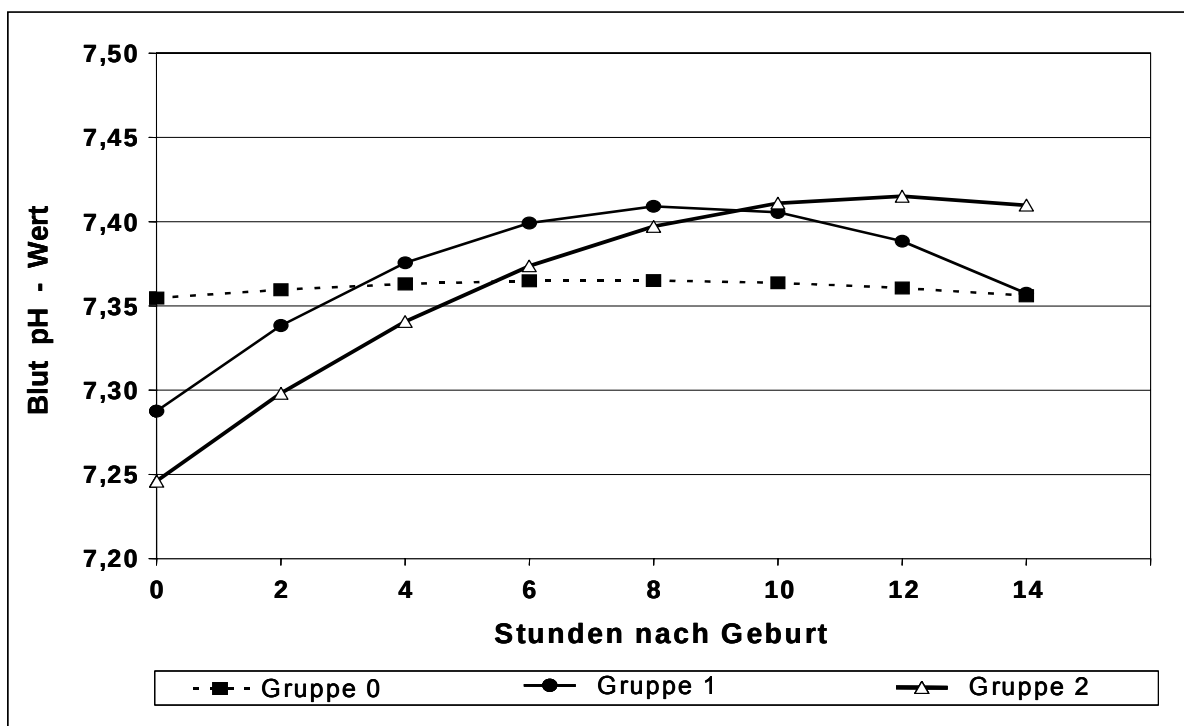


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf des Blut-pH (Varianzanalyse) der Kälber innerhalb der ersten 14 Lebensstunden

Der Blut-pH der neugeborenen Kälber steht in positiver Korrelation zur Gruppe des Muttertieres, Kälber von Kühen, welche saure Salze erhielten, kommen bereits mit einer metabolischen Azidose zur Welt, die bei entsprechend günstigen Umweltverhältnissen innerhalb der ersten 12 Lebensstunden kompensiert werden kann.

Schlussfolgerungen

Die hypokalzämische Gebärparese stellt eine in den meisten Fällen fütterungsinduzierte und somit eine vielfach (wenigstens theoretisch) vermeidbare Erkrankung dar. Exakte Rationsberechnungen, regelmäßige Erhebungen der Futteraufnahmen, die optimale Einstellung der Körperkondition und speziell der richtige Einsatz von Mineralstoffmischungen gerade in der Trockenstehzeit sind essentielle Voraussetzungen zur Verhinderung der Gebärparese.

Der Einsatz von sauren Salzen ist eine von mehreren, zum Teil sehr wirksamen Methoden zur Verhinderung der Gebärparese. Als weitere Möglichkeiten seien hier nur die peroralen Gaben von Ca-Salzen in Gel- oder Bolusform oder die einmalige Injektion von Vitamin D₃ genannt.

Die eigentliche Hauptursache der Erkrankung, nämlich eine falsche Mineralstoffversorgung durch zu hohe Kalzium- und Kaliumversorgung (und zu geringe Versorgung mit Phosphor und Magnesium bei weiteren Pareseformen) vor der Abkalbung wird von den Vertretern und Anwendern der einzelnen Prophylaxemethoden leider allzu oft vergessen.

Als Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz einer anionenreichen Ration müssen folgende Punkte beachtet werden: chemische Analyse des Ionengehaltes (Na, K, Cl, S), Vermeidung kationenreicher Rationskomponenten, Berechnung der DCAD und Substitution durch saure Salze, wobei das Kationen/Anionenverhältnis der Trockenstehration vor Zulage der sauren Salze 180 meq/kg T nicht überschreiten sollte, da ansonsten die einzusetzende Menge an sauren Salzen zu hoch wird (Depression der Futteraufnahme), regelmäßige Überprüfung des Harn-ph-Wertes (besser: NSBA) und der Futteraufnahmen.

Die Ermittlung der Harn-NSBA, welche sich als die wesentlich sensitivere Methode als die Messung des Harn-pH-Wertes zur Beurteilung der Ansäuerung herausstellte, wird in der Praxis nicht routinemäßig angeboten.

Bei Einsatz saurer Salze ist mit azidotisch vorbelasteten Neonaten zu rechnen, weshalb in diesen Betrieben dem Management und der Hygiene in der Kälberaufzucht besondere Bedeutung zukommt.

Literatur

Oetzel, G.R. (2002): The dietary cation-anion difference concept in dairy cattle nutrition: possibilities and pitfalls, Proc. XXII World Buiatrics Congress, pp. 198-208

Anschrift des Autors:

Dipl. Tzt. Dr. Johann Gasteiner
HBLFA Raumberg- Gumpenstein
A-8952 Irdning
e-mail: johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at

Einfluss von konventionellem und biologischem Hühnermastfutter auf die Mast- und Schlachtleistung zweier Hybridherkünfte

Michaela Kürner, Katharina Krall, G. Gaber und R. Leitgeb
Universität für Bodenkultur

Einleitung und Fragestellung

Für die Produktion von Qualitätshühnerfleisch existieren keine verlässlichen Richtlinien. Die einen meinen, dass die Tierherkunft, die anderen glauben, dass die Futtermischungen das entscheidende Kriterium für die Qualität der tierischen Produkte ist.

Nicht zuletzt durch den enormen Zuchtfortschritt und einer optimalen Fütterung wurde es möglich die Dauer der Hühnermast auf 35 Tage und weniger zu verkürzen. Nach Meinung vieler Konsumenten wurde dadurch auch die Qualität des Fleisches negativ beeinflusst.

Im Biolandbau sind viele Futtermittel, die in der konventionellen Landwirtschaft selbstverständlich sind, nicht zugelassen (Zollitsch et al., 2002). Dies betrifft alle Extraktionsschrote und Futtermittel, Futterzusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe, die gentechnisch verändert oder mit Hilfe von gentechnisch veränderten Organismen hergestellt wurden. DL-Methionin fällt nicht in diese Kategorie, ist aber wegen der Herstellungsart ebenfalls verboten. Als Futtermittel tierischen Ursprungs sind nur bestimmte Arten von Milch und Milcherzeugnissen, sowie Fisch und Fischerzeugnisse zugelassen. Die bedarfsgerechte und ausgewogene Rationsgestaltung wird durch diese Einschränkungen wesentlich erschwert.

In der vorliegenden Untersuchung wurde daher der Einfluss von konventionellem und biologischem Hühnermastfutter auf die Mast- und Schlachtleistung und die Fleischqualität zweier Hybridherkünfte (ROSS-308, ISA JA-57) untersucht.

Versuchsplan

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt. Der Geflügelversuchsstall war in 12 Boxen unterteilt. Jeweils 16 bis 17 Tiere wurden in einer Box mit 2 m² Grundfläche eingestallt. Jede Box war mit einem Infrarotstrahler, einer Hängerundtränke und einem Futterautomaten ausgestattet. Die Luftzufuhr sowie die Temperaturregelung wurden elektronisch gesteuert. Als Einstreu wurde gehäckseltes Stroh verwendet.

103 ROSS 308 und 101 ISA-JA57 Eintagsküken wurden eingestallt. Jeweils die Hälfte der Hybridherkünfte wurde mit biologischem bzw. konventionellem Futter gefüttert. Die Futtermischungen wurden von Garant Qualitätsfutter, A-9020 Klagenfurt, bezogen und ad libitum verfüttert. Als konventionelles Futter wurden 3 Futtermischungen (Küken-Starter, Hühnermastfutter I und II) und als biologisches Futter wurden 2 Futtermischungen (Küken-Starter, Hühnermastfutter) eingesetzt. Bei Mastende sollten die Tiere ein Gewicht von $\geq 1,9$ kg aufweisen. Der Versuchsplan ist in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1: Versuchsplan

Kükenhybrid	ROSS-308		ISA JA-57	
Futterart	Konv.	Bio.	Konv.	Bio.
Boxen, n	3	3	3	3
Tiere	50	50	50	50
Fütterung	ad lib.			
Mastendgewicht, kg	≥1,9			

In Tabelle 2 sind die deklarierten Nährstoffgehalte der Futtermischungen angeführt.

Tabelle 2: Deklarierte Nährstoffgehalte

Merkmale	Konventionelles Futter			Biofutter	
	Starter	Mastfutter-I	Mastfutter-II	Starter	Mastfutter
Masttag	1.–12.	13.–28.	29.-Mastende	1.-28.	29.-Mastende
Rohprotein, %	22,5	22	20,85	21	20
Rohfett, %	4,7	7,7	6,5	5,6	5,2
Rohfaser, %	2,8	3,05	3,3	3,55	3,8
Rohasche, %	7,2	7,60	5,85	6,15	6,00
ME, MJ/kg	12,35	12,80	12,70	12,00	12,40
Methionin, %	0,58	0,55	0,52	0,40	0,35
Ca, %	0,95	0,90	0,85	1,00	1,00
P, %	0,70	0,70	0,65	0,70	0,65
Na, %	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamin A, iE/kg	12.000	12.000	10.000	12.500	12.500
Vitamin D ₃ , iE/kg	5.000	5.000	3.000	1.875	1.875
Vitamin E, mg/kg	50	50	75	37,5	37,5
Cu, mg/kg	15	20	20	20	24
Narasin, mg/kg	100	100	-	-	-

Datenerhebung

Die Datenerhebung umfasste die chemische Analyse der Futtermischungen auf Rohnährstoffe, die Parameter der Mast- und Schlachtleistung, die Ganzkörperanalysen und die subjektive Fleischbeschaffenheit des Brustfleisches. Alle Alleinfuttermischungen wurden nach der Weender-Analyse auf den Gehalt an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett, Stärke und Zucker untersucht.

Zur Evaluierung der Mastleistung wurden die Parameter Lebendmasse (LM) und Futteraufwand herangezogen. Von allen im Verlaufe der Mast verendeten Tieren wurden ebenfalls der Tag des Ausfalls und das Gewicht der Tiere festgehalten. Das Gewicht der verendeten bzw. ausgeschiedenen Küken wurde bei der Ermittlung des Futteraufwandes mitberücksichtigt. Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn, am 21., 35., 45. und 55. Lebenstag, soweit noch vorhanden, boxenweise gewogen. Der Futteraufwand wurde für die Zeiten zwischen den einzelnen Wägungen und die Gesamtperiode ermittelt.

Als Schlachtleistungsmerkmale wurde von allen Tieren bei der Schlachtung die Ohne-Darm-Ware-warm (ODWw = Schlachtkörper ohne Blut, Federn, Innereien, Verdauungstrakt und Abdominalfett), die Ohne-Darm-Ware-kalt (ODWk = OD-Ware warm nach 16 h Kühlagerung bei +2°C), das Gewicht des grillfertigen Schlachtkörpers (OD-Ware ohne Kopf, Hals und Ständer) und das Gewicht des Abdominalfettes erfasst.

Zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung wurden 24 repräsentative Schlachtkörper als OD-Ware kalt individuell homogenisiert und auf Trockenmasse, Rohprotein, Rohasche und Rohfett untersucht. Aus diesen Analysen soll der Einfluss der Hybridherkunft und der Alleinfuttermischungen auf die chemische Zusammensetzung des Lebensmittels „Huhn“ ermittelt werden.

Zur Erhebung der subjektiven Fleischqualität wurde von 32 Tieren (8 je Futtergruppe) die Brust verkostet. Die subjektive Bewertung des Brustfleisches erfolgte nach den Merkmalen Zartheit, Saftigkeit und Geschmack.

Tabelle 3: Schema der organoleptischen Beurteilung

Punkte	Zartheit	Saftigkeit	Geschmack
6	sehr zart	sehr saftig	sehr geschmackvoll
5	zart	saftig	geschmackvoll
4	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich
3	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich
2	zäh	trocken	geschmacklos
1	sehr zäh	sehr trocken	untypisch

Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Futtermittelanalysen sind in Tabelle 4 angeführt. Die umsetzbare Energie wurde mit der WPSA-Schätzgleichung errechnet. Die analysierten Ergebnisse entsprechen weitgehend den deklarierten Werten.

Tabelle 4: Ergebnisse der Futteranalysen

Merkmale	Konventionelles Futter			Biofutter	
	Starter	Mastfutter-I	Mastfutter-II	Starter	Mastfutter
T, %	89,9	90,8	90,6	90,4	90,0
Rohprotein, %	23,2	21,9	21,1	20,6	18,5
Rohfett, %	4,8	7,7	6,7	5,7	5,3
Stärke, %	38,6	36,6	38,8	40,4	43,8
Zucker, %	4,9	4,8	4,9	3,4	3,0
ME, MJ/kg	12,33	12,77	12,68	12,34	12,39

Die Ergebnisse der Mastleistung sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Die Mastdauer lag bei ROSS 308 mit konventionellem Futter bei 35 und mit biologischem Hühnermastfutter bei 45 Tagen und bei ISA JA-57 mit konventionellem und biologischem Hühnermastfutter bei 55 Tagen.

Bereits nach 21 Masttagen war eine deutliche Differenzierung bei der LM-Entwicklung erkennbar. Die Tiere der Herkunft ROSS 308 mit konventionellem Futter waren signifikant schwerer als die mit biologischem Futter. Innerhalb der Herkunft ISA JA-57 waren die konventionell gefütterten Tiere am 56 Masttag um 300 g schwerer als die biologisch gefütterten Tiere.

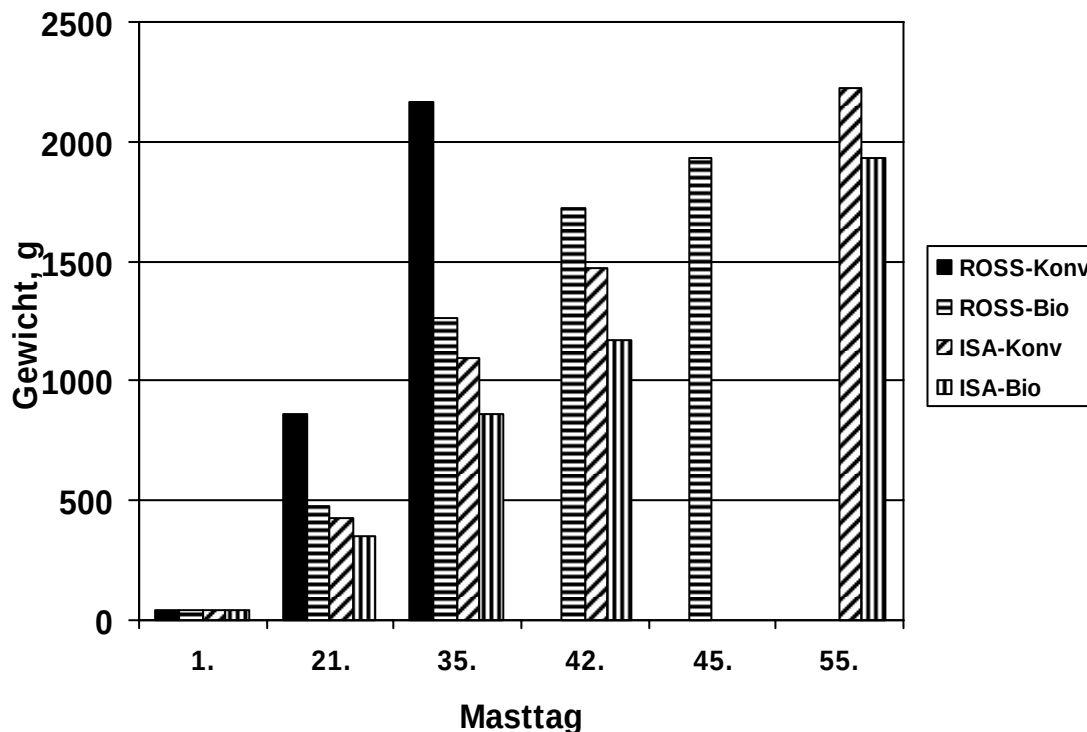


Abbildung 1: LM-Entwicklung

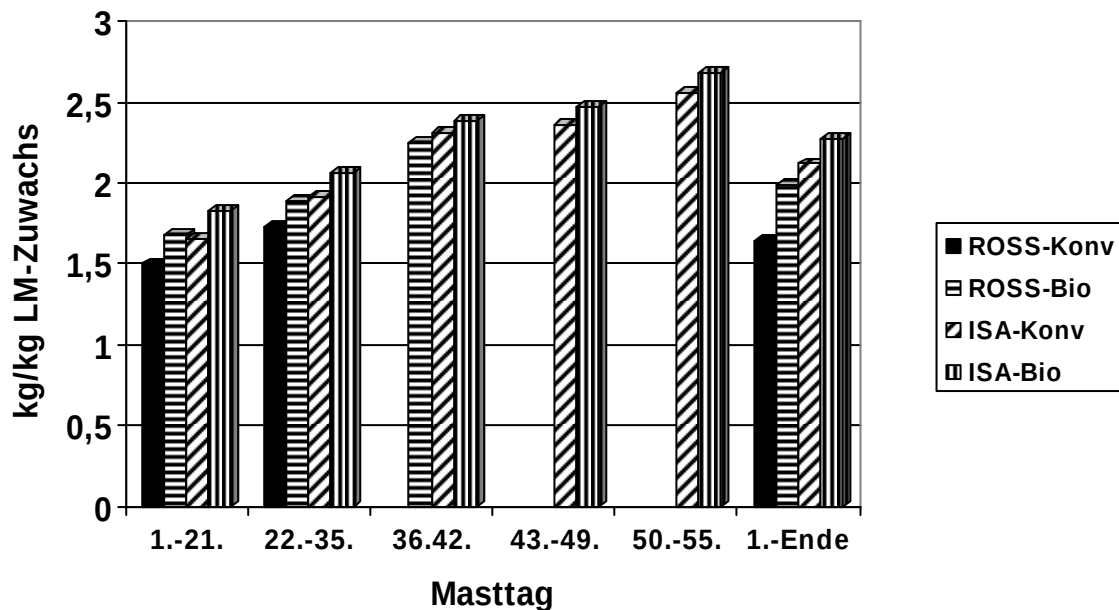


Abbildung 2: Futteraufwand/kg LM-Zuwachs

Die Unterschiede im Futteraufwand zwischen konventionellem und biologischem Futter sind bei den ISA JA-57 Hybriden deutlich geringer als bei den ROSS 308 Hybriden. Der Futteraufwand stieg bei den ROSS 308 vom konventionellen zum biologischen Mastfutter von 1,64 auf 1,99 kg und bei den ISA JA-57 von 2,12 auf 2,27 kg/kg LM-Zuwachs.

Die Ausfälle waren bei den biologischen gefütterten Tieren höher als bei den konventionell gefütterten. In den Futtergruppen ROSS-Konv, ROSS-Bio, ISA-Konv und ISA-Bio verendeten 2, 4, 2 und 10 Tiere.

Die Ergebnisse der wichtigsten Schlachtleistungsmerkmale zeigt Tabelle 5. Wegen der unterschiedlichen LM zwischen den Futtergruppen bei Mastende wird die OD-Ware warm und kalt in % der LM nüchtern angegeben.

Tabelle 5: Schlachtleistung und wertvolle Schlachtkörperanteile

Kükenhybrid Futterart	Ross 308		ISA JA-57		s _x
	Konv.	Bio.	Konv.	Bio.	
Tiere, n	50	46	49	41	-
LM nüchtern (LMn), g	2147 ^b	1827 ^b	2205 ^a	1923 ^b	35
ODWw in % der LMn	80,6 ^a	77,4 ^b	79,4 ^a	77,6 ^b	0,5
ODWk in % der LMn	78,6 ^a	75,2 ^b	76,9 ^{ab}	75,7 ^b	0,2
GrillfertigeWare in % der LMn	71,0 ^a	66,1 ^{ab}	68,5 ^b	66,7 ^b	0,2
Abdominalfett, g	34 ^b	40 ^b	49 ^a	45 ^{ab}	2
Brustfleisch in % der ODWk	28,0 ^a	20,8 ^b	20,4 ^b	22,0 ^b	0,4
Schenkel in % der ODWk	31,2 ^b	33,4 ^a	32,0 ^b	31,4 ^b	0,3

^{a, b} Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($P \leq 0,05$)

Die absoluten Gewichte der Schlachtleistung waren bei den konventionell gefütterten Tieren durchwegs höher als bei den biologisch gefütterten Tieren. Bei den prozentuellen Anteilen an der LM nüchtern konnten bei allen Merkmalen signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen ermittelt werden. Bei den Ausschlachtungsprozenten an der LM nüchtern und den Anteilen an wertvollen Teilstücken an der ODWk wurden bei den ROSS 308 mit konventionellem Futter die höchsten Werte erzielt. Der Brustfleischanteil ROSS-Konv, ROSS-Bio, ISA-Konv und ISA-Bio lag bei 28,0, 20,8, 20,4 und 22,0 %. Der Einfluss der Hybridherkunft und des Hühnermastfutters auf den Schenkelanteil war signifikant, aber deutlich geringer als beim Brustfleischanteil.

In den Abbildungen 3 und 4 sind die Ergebnisse der Ganzkörperanalysen und der organoleptischen Untersuchung zusammengefasst. Mit Zunahme der Mastdauer stieg der Fettgehalt im Schlachtkörper signifikant an. Parallel dazu verlief auch der TM-Gehalt. Beim Eiweiß- und Aschegehalt konnten nur geringfügige Unterschiede zwischen den Futtergruppen festgestellt werden.

Bei der Evaluierung der subjektiven Fleischbeschaffenheit wurde festgestellt, dass ISA-Bio die günstigsten Ergebnisse bezüglich Saftigkeit aufwies. ISA-Konv kam in den Merkmalen Zartheit und Geschmack ISA-Bio am nächsten. Die Tiere der biologischen Herkünfte wiesen durchwegs die günstigeren Werte auf. Es konnten jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Futtergruppen ermittelt werden.

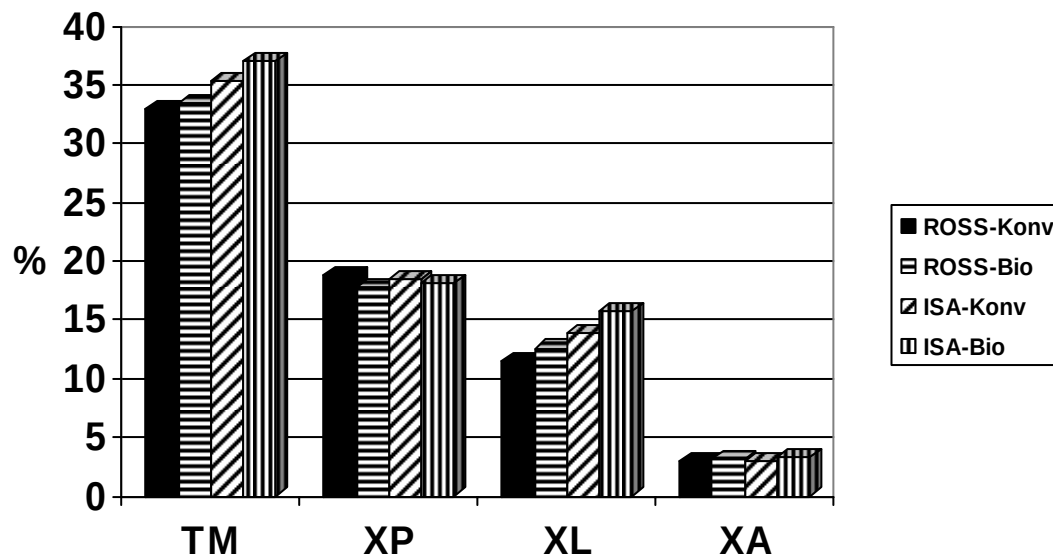


Abbildung 3: Trockenmasse (TM) des Ganzkörpers und Gehalte an Rohprotein (XP), Rohfett (XL) und Rohasche (XA)

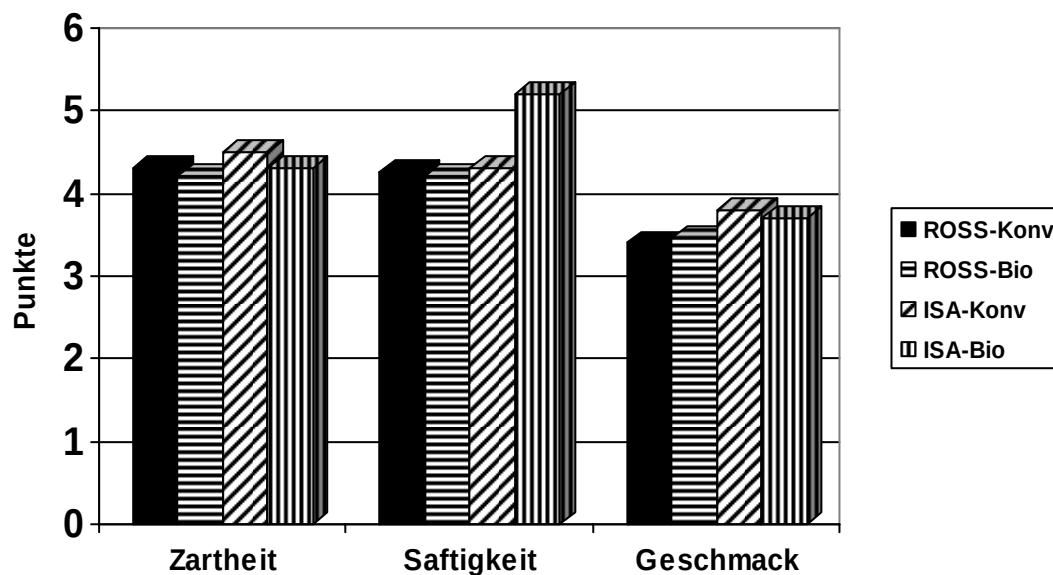


Abbildung 4: Subjektive Fleischbeschaffenheit von Brustfleisch

Zusammenfassung

Im vorliegenden Hühnermastversuch mit 103 Küken von Ross 308 und 101 Küken von ISA JA-57 und konventionellem und biologischem Alleinfutter wurden die Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung, die Schlachtkörperzusammensetzung und die subjektiven Eigenschaften des Brustfleisches untersucht. Zwischen den Alleinfuttermitteln und den Hybridherkünften traten bei der Mast- und Schlachtleistung große Unterschiede auf. Mit konventionellem Alleinfutter benötigten ROSS 308 35 und ISA JA-57 56 Masttage um das gewünschte Mastendgewicht zu erreichen und der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs lag bei 1,64 und 1,99 kg. Mit biologischem Futter benötigten ROSS 308 um eine Woche weniger als ISA JA-57 und der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs lag bei 2,12 bzw. 2,27 kg. Der Brustfleischanteil war bei den biologisch gefütterten ROSS 308 und den ISA JA-57 deutlich geringer als bei ROSS 308 mit konventionellem Futter. Die langsamere LM-Entwicklung der ISA JA-57 wirkte sich auf die Saftigkeit und den Geschmack des Brustfleisches günstig aus.

Summary

Impact of conventional and biological compound feed on growth and slaughter performance of broiler hybrid (ROSS 308 and ISA JA-57)

103 chicken of ROSS 308 and 101 chicken of ISA JA-57 were divided into 4 groups. Half of the ROSS and ISA JA-57 chickens were fed with conventional and the other half with biological compound feed. As criteria were measured the growth and slaughter performance, the chemical composition of the carcass and the tenderness, juiciness and taste of breast meat. There were big differences between the hybrid lines in the growth and slaughter performance. The animals of ROSS 308 and ISA JA-57 fed with conventional feed needed 35 and 56 days for growing and the feed efficiency was 1.64 and 1.99 kg/kg BW. The growth rate of ROSS 308 with biological feed was significantly higher than of ISA JA-57. The feed efficiency of ROSS 308 and ISA JA-57 fed with biological feed was 2.12 and 2.27 kg/kg BW. The proportion of breast meat with 28.0 % on the carcass of ROSS 308 fed with conventional feed (ROSS-Konv) was significantly higher than in all other groups (20.8, 20.4 and 22.0 %), but the breast meat of the ISA JA-57 hybrids tended to a better juiciness and taste.

Literatur

Zollitsch, W. Elisabeth Wagner., Sonja Wlcek, 2002: Ökologische Schweine- und Geflügelfütterung. Österr. Agrarverlag, Leopoldsdorf

Deerberg, Joost-Meyer zu Bakum, Staack (Hrsg), 2004: Artgerechte Geflügelerzeugung. Bioland-Verlags GmbH. und Stiftung Ökologie und Landbau, Mainz und Bad Dürkheim. ISBN 3-934239-16-1

Grashorn, M. A., Gabriele Clostermann, 2002: Mast- und Schlachtleistung von Broilerherkünften für die Extensivmast. Arch. Geflügelkde 66, 173-181.

Danksagung: Für die finanzielle Unterstützung des Versuches wird der Universität für Bodenkultur Wien, aufrichtig gedankt.

Anschrift der Autoren

Michaela Kürner, Dipl. Ing. Katharina Krall, Dipl. Ing. G. Gaber und ao. Univ. Prof. Dr. Rudolf Leitgeb,
Department Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Abt. Tierische Lebensmittel, Tierernährung, Ernährungsphysiologie
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendelstr. 33
A-1180 Wien

Modeling of feed intake during fattening pigs growth

L. Novák, L. Zeman, P. Novák, P. Mareš

Introduction

Phenotype of pigs weight is genotype expression of the selected breed or hybrid combination. In last publication (Novák, L. et al. 2003) was mentioned, that the growth progression of fattening pigs is characterized by weight phenotype, which is expressed by birth weight, (G0, kg), genetic limited weight (GLi, kg) this coincides with the body weight of breeding standard and the maximal daily weight gain (dG max, kg/day), which can be reached by individual pig in point of inflexion of the growth curve. Growth curve generated from parameters of weight phenotype is the passing time function, but it cannot express directly the influence of other important factors of successful fattening, namely the quality of nutrition, bedding and handling.

In this message is our aim to introduce to scientific and professional public the using of new method of fattening pig's growth modeling, which enables to simulate growth curve by the genetic characteristic of animal as animal genome expression to its weight phenotype (G0, GLi, dG max). Here at we put the accent on the role of daily feed intake (DFI, kg/d) with a defined specific metabolizable energy content (SMEF, MJ/kg) and the influence of the stressing factors (STX) present in the environment of the stable and the quality of the farmers care. Because in balancing the impact of stressors, the organism spends part of net energy (NEp, MJ/d) that could otherwise be used as net energy for production of the animals weight increase.

MATERIAL AND METHOD

The pigs fattening was realized in experimental stable of University farm in Žabčice. Animals were fed by mixture TESTA – composition sees Table I., this mixture was fed semi ad libitum and was granulated (size 6 mm). Feed mixture had the constant specific metabolizable energy content (SMEF = 13,02 MJ/kg with the dry matter 882 g/kg in fed mixture). Pigs were in pens for 4 animals (size: 3,4 x 3,5 m). The average daily feed intake was evaluated for each of pens by the protocols. Animals were weighted individually once in 14 days and this data were recorded. The ventilation, heating and the temperature-humidity clime of experimental stable were controlled by device „Black box“ (type L3120, firm COMET CZ) the temperature and humidity were measured in half-hour intervals during all day.

For the weight growth simulation were used formulas derived by Novák in „Self regulating growth model“ SRM, (Novák 1996) and in „Biologic growth model of standardized virtual organism“ BIOM N, (Novák 2000, 2003a, Novák et al.2003b and 2004). Principle of this methodology is based on the biologic fact, that the body growth can be simulated as process of protein dry-matter synthesis managed by genome as deposition of the net energy for production (NEp) into the mass of proteins. Synthesized protein dry-matter binds on itself the mineral elements and water, forming the lean body compartment. The biosynthesis of lipids, next model compartment is separated and increases only by deposition of that part of net energy for production (NEp), which was not spent for protein dry-matter synthesis, see Fig. 1. The common source of net energy for production (NEp, MJ/d), is part of net energy (NE) the organism gains from the metabolizable energy of ingested feed (IME, MJ/d).

The carbohydrates, fatty acids and the rests of deaminated amino acids do represent the sources of metabolizable energy. Entering in citric acid cycle they are a source for liberation of hydrogen's equivalents and these equivalents are transferred on respiratory chain and here in interaction with atmospheric oxygen the water molecules are created. Part of energy liberated by water molecules creation is deposited in high-energy bindings of ATP molecules. The rest of energy escapes as the heat, the calorogenic effect of the ingested feed (CEF) see schema Fig. 2. Energy deposited in ATP molecules is equivalent to the net energy (NE) and is used as energy source for all biochemical reaction in the body. Net energy for production (NEp) represents the difference between metabolizable energy gained from the digested feed mixture and the total heat production. The amount of the net energy for production (NEp) implicates the weight gain value (dG). Described relations are expressed by formula for standardized virtual organism (Novák 2000). The summary formula for body weight gain (dG/dt, kg/d) of virtual standardized animal composed of average dry-matter content in proteins (cPRs, kg/kg = 0,16), with average mineral elements content – ash matter (cAsh, kg/kg = 0,04) and water content in the lean, fat free body (cWater, kg/kg = 0,8) is expressed by the equation:

$$dG/dt = NEp \cdot (0,262 \cdot (1-G/GLi) + 0,026 \cdot G/GLi) \text{ [kg/d]} \quad (1)$$

From the relation between weight phenotype and exponential growth function mentioned in Table II, results that we can determine the weight gain value (dG/dt), when we do calculate the body weight according to animal's age (Gt, kg). Then the value of net energy for production (NEp), necessary for weight gain creation is determined by formula:

$$NEp = (dG/dt) / (0,262 \cdot (1-G/GLi) + 0,026 \cdot G/GLi) \text{ [MJ/d]} \quad (2)$$

According the scheme in Fig. 2., the partition of metabolizable energy, which the organism has gained from the digested feed mixture, and had converted into net energy (NE), of which the net energy for production (NEp) forms a conditioned part described by equations:

Intake of ME	THE CALORIGENIC
in feed	ACTION OF FEED

$$NE = DFI \cdot SMEF - 0,4 \cdot DFI \cdot SMEF \text{ [MJ/d]} \quad (3)$$

Intake of ME	E CALORIGENÍČ	E for VITAL FUNKCIIONS and
in feed	TION OF FEED	for STRESS COMPENSATION

$$NEp = DFI \cdot SMEF - 0,4 \cdot DFI \cdot SMEF - (STX + 1) \cdot BM \text{ [MJ/d]} \quad (4)$$

NE gained from
digested FEED

NE used for VITAL FUNKCTIONS and
STRESS COMPENSATION

$$\text{NEp} = 0,6 \cdot \text{DFI} \cdot \text{SMEF} - (\text{STX} + 1) \cdot \text{BM} \text{ [MJ/d]} \quad (4a)$$

Net energy spent for muscular activity in securing the vital functions and the spontaneous muscular movement or the energy spent for stress compensation is finally converted to heat and added to the total heat production (THP) expressed by formula:

$$\text{THP} = 0,4 \cdot \text{DFI} \cdot \text{SMEF} + (\text{STX} + 1) \cdot \text{BM} \text{ [MJ/d]} \quad (4b)$$

DFI - daily feed intake of the feed mixture [kg/d], SMEF - specific metabolizable energy content in feed mixture [MJ/kg], STX - stress factors index, BM basal metabolism according Kleiber (Kleiber, 1961)

$$\text{BM} = 0,3 \cdot G^{3/4} \text{ [MJ/d]} \quad (5)$$

The daily feed intake (DFI) of virtual standardized animal is than determined through combination of formula (1 and 4a) (see Fig. 1.) as it is expressed in equation (6)

$$\text{DFI} = (\text{NEp} + (\text{STX}+1) \cdot \text{BM}) / (0,6 \cdot \text{SMEF}) \text{ [kg/d]} \quad (6)$$

This amount of feed mixture has to be ingested so that the animal could create the weight gain, calculated by exponential growth formula according to its genotype and age (see Tab. III.). In the formula (6) is the value of net-energy for production (NEp) concurrent with the value of net-energy for production (NEp) determined by formula (2). Formula (2) and formula (6) are interconnected by the parameters: weight of evaluated animal (G), the concentration of metabolizable energy in used feed mixture (SMEF) and the effect of stress factors (STX). Model is set so that if the intensity of stress factors incidence in the assigned time interval increases, the feed mixture intake will also be increased so that the value of weight gain shall be kept at the value determined by exponential growth function compatible with the animals age see Tab. II. Naturally, the feed intake can be increased only to the level of possible maximal daily amount of feed mixture the animal is able to consume (DFI max, kg/d).

RESULTS

The interconnection between the feed mixture intake (DFI) and weight gain of fattened animals (dG) is evident from formulas (1 - 6) and is influenced by incidence of stress factors. The growth of weight is the result of net-energy for production (NEp) deposited into proteins, lipids and carbohydrates, which are included in the weight gain along with minerals (ash) and water bound by proteins (see Fig.1). The solution of problem has two phases: the first task is to determine the maximal weight gain

value (dG max) for experimental weight and age of animals; the second task is to determine the value of stress factors effect (STX). The stress factors influence the daily feed mixture intake (DFI) in dependence to the environmental conditions of fattening and the quality of the framers care. The consumed amount of metabolizable energy $IME = DFI \cdot SMEF$, is divided to total heat production (THP) formula (4b) and net-energy for production (NEp) formulas (4 a 4a) see Fig. 2. Just this very amount of net-energy for production (NEp) is than deposited in proteins, lipids, and carbohydrates.

The problem solution by the spreadsheet Microsoft excel, is demonstrated in Fig. 3. In head of the table are situated the controlling constants namely interval of time axis segmentation appropriate to animals age, value of phenotype weight of the model animal (G_0 , GLi , dG max), the content of specific metabolizable energy in used feed mixture (SMEF) and stress factors index (STX). The right part of table head is formed by calculated constants of the exponential growth function (A, B, C) which are derived from animals weight phenotype. This part of the table contains also the average values of square differences between ratios of the calculated and measured values of the body weight and the daily feed intake (DFI). The time progression of body weight growth (G_t model, see formula in Table III.) is placed in the right part of Fig. 3, together with the daily weight gains (dG_t model, see formula in Table III), values of net-energy for production (NEp see formula (2), and the values of daily feed mixture intake (DFI) see formula (6). The last two columns in the table indicate the calculated total feed mixture intake (CFI) along with the feed mixture consumed per kilogram of the weight gain (FCR, feed conversion ratio).

Graph in the Fig. 3, demonstrate, that the exponential growth function, which is controlled by the weight phenotype with values $G_0 = 1,5$ kg, $GLi = 220$ kg, dG max = 0,895 kg/day, simulates the weight growth (red curve, G_t model). This curve has the close coupling with the experimental average values of experimental barrows growth (red marks, G_{exp}). Likewise the curve of daily feed mixture intake calculated by model (dark blue curve, DFI model) has close coupling in all duration with measured values of average daily feed mixture intake (black marks, DFI model). For illustrations are mentioned also results of models processing of daily weight gains (light blue curve, dG_t model) and the curve of feed mixture consumed per kg of the weight gain (FCR) (red curve).

DISCUSSION

The body weight growth is a dynamic process realized in the mathematic models as a function of time. However a real body weight growth does primarily depend not on the time. The body weight growth depends primarily on the amount of the metabolizable energy taken by the animal in the amount of the feed consumed and on the impact of stressing factors present in the environment, they do diminish the amount of the net energy for production (NEp). The exponential growth function does not reflect the direct effect of the feed consumption neither the influence of stressing factors present in the environment. The methodology used in this presentation is therefore a combination of a classical exponential growth function, with its constants derived from the parameters of the body weight phenotype represented by the body weight (G_0) at the begin of the growth curve, the value of the asymptote represented by the value of the standard body weight (GLi), and the maximum body weight gain (dG max) in the point of the growth curve inflection, reached by the pigs under investigation (Novak 2003, Novak et al. 2004). The effect of the daily feed intake (DFI) and of the stressors impact effect (STX) on the body weight gain (dG) calculated by the classic exponential growth function (see equation for dG in Tab.III) are solved separately by "The growth model of the normalized virtual organism BIOM N" (Novák 2000, Novák et al., 2003a, 2003b). The BIOM N model simulates the body weight gain as a result of the net energy for production (NEp) saved from the amount of net energy (NE) gained in the process of oxidative phosphorylation on the respiratory chain; see equations (1 to 4a). The net energy for production (NEp) is deposited into the dry protein mass formed and is supplemented by the minerals in bones and bounds water in the fat free body,

see Fig. 1. Independent on the proteosynthesis directed by the genome, the rest of the net energy for production is accumulated into the lipids stored in the fat tissue as the organisms energy reserve. The partition of the net energy fluxes between the protein and lipids is controlled by the process of the body weight maturation based on the principle developed in the "Self regulating growth model SGM" (Novák 1996).

Partition of the metabolizable energy taken in the feed ($IME = DFI \cdot SMEF$) is partitioned into the net energy (NE) and the calorogenic effect of the feed (CEF). Part of the net energy is spend for the action of the vital functions and for compensation of the stressors impact the other part, the net energy for production (NEp) is deposited into the proteins, lipids and carbohydrates of the body weight gain (dG/dt). The net energy spend for action of the vital functions and compensation of stressors impact or liberated in all biochemical reaction in the form of heat, is finally added to the total heat production of the organism (THP), see Fig. 2. The block scheme, see Fig. 2, clearly demonstrate the role of the stressing factors impact (STX) on the amount of net energy for production (NEp). These relations are described in equations (4a, 4b). The appropriate value of net energy for production (NEp) calculated according the equation (2) and (4a) together with the equation (6) do enable to figure out the daily feed intake, containing the known amount of the metabolizable energy (SMEF) that needs to be available for the weight gain defined by the equation (1).

The described interpretation of net energy (NE) corresponds with the known physiological and biophysical relations between the nourishment of the organism in the environment with variable amount of the stressing factors. Do we know the amount of the feed consumed (DFI) and the body weight growth (Gt) of the fattened pigs, than it is possible to estimate the quantity of the stressing factors present in the environment they do impair the body weight gain during the fattening process. The described interpretation of the net energy (NE) gained from the feed consumed is compatible with the definition of Armsby (1915, 1922 p. 272): "Net energy is a part of the metabolizable energy we do receive after subtraction of the calorogenic effect of the feed ingested from the amount of the metabolizable energy content in the feed". Kleiber (1961 p. 266-281) did recalculate the data of Armsby and estimated that formation of the net energy (NE) from the metabolizable energy intake (IMEF) occurs with the efficiency of 54 to 55 %. Similar efficiency of approximately 55 % calculated Karlson (1981, p. 429-430) for the process of ATP synthesis in the reactions of oxidative phosphorylation. The rest e.g. 45 % of the energy liberated in the synthesis of the water molecule is the heat of the calorogenic effect of the feed. It is evident that the conception of the net energy (NE) in mammals may be identified with the energy of the high-energy bonds of the ATP molecules, the unique form of energy that can be used in any of the biochemical reaction in the living organism. The same rule is valid as for the synthesis of protein lipid and carbohydrate, so for all biochemical reactions they are involved in any type of the muscular activity and all catabolic or anabolic reactions realized in the body.

That means do we know the specific amount of the metabolizable energy in the feed consumed (SMEF, MJ/kg), than the appropriate daily feed intake (DFI, kg/day), the amount of the net energy formed (NE, MJ/day) and the calorogenic effect of the ingested feed (CEF, MJ/day) are described by the equations (1, to 6). The solutions of these equations for the warm-blooded animal do represent the energy partition of the ingested metabolizable energy (MEI, MJ/day) into the total heat production (THP, MJ/day) and the net energy for production (NEp) deposited later into the body weight gain (dG/dt). The dynamic model of body weight growth (Gt, kg; dGt , kg/day) describes the daily feed intake (DFI) and the interference of the stressing factors (STX) with the process of body weight increase. The results of modelling the body weight growth (Gt) may be used also to the evaluation of the economy of the pigs fattening. During the process of fattening the simulated results may also be used to the forecast of the stressing factors impact and may help in the control of the fattening process curried with the defined race, or hybrid combination of pigs.

SUMMARY

The exponential growth function enables to simulate the body weight growth from the three parameters of the body weight phenotype assigned to the given race or hybrid combination of pigs used. However the genome expression, into the individual animals body weight growth given by their body weight phenotype depends on the amount and the quality of the feed consumed and also on the environmental conditions they do support the highest possible gain of the net energy for production (NEp) from the net energy (NE) obtained from the metabolizable energy of the feed ingested. That means the possibly lowest value of net energy (NE) should be used for the maintenance purposes, e.g. the basal metabolism (BM) and for the equilibration of the stressing factors (STX) present in the environment. The method of the classic exponential growth function combined with the biologic model of growth enables the simulation of the body weight gain from the amount of net energy obtained from the metabolizable energy intake (MEI) in the daily feed intake (DFI) and the daily total heat output (THO). The feed consumed daily (DFI) appropriate to the simulated body weight gain (dG/dt) is conditioned by the appropriate amount of net energy for production (NEp). These relations are defined by the equation.

$$DFI = [(NEp) + (STX + 1) \cdot BM] / (0,6 \cdot SMEF) \quad [kg/day]$$

The solution, of this equation from the input values of the body weight phenotype (G0, Gli, dG max), specific amount of metabolizable energy (SMEF) in the feed mixture consumed (DFI) and the sum of stressing factors (STX), is described. The elaborated methodical approach has been proved in the experiment on 33 boars and gilt's, of the hybrid combination PCI, fed by the standard feed mixture TESTA in the experimental stable with the controlled temperature and ventilation. In this study were used experimental data from the research project QF 3070.

Literature

- Armsby, H. P. 1922: Nutrition of Farm Animals, The Mc. Millan Co. New York.
- Armsby, H. P., Fries F.A. 1915: "Net Energy of Feeding Stuff s for Cattle", J. Agr. Research, 3, 435-491.
- Kleiber, M. 1961: The Fire of Life. John Willey, New York, London
- Novák, L. 1996: Self-regulating growth model in homoiotermes (SGM). Acta Vet. Brno 65: 107– 114.
- Novák, L. 2000: Modeling the growth of homeotherms and the perspectives of its use in the regulation of the nourishment and the optimization of the environmental conditions. Workshop „Animal Environment Interaction“ VFU Brno 30. October 2000, p. 36-42. ISBN 80-7305-394-2.
- Novák, L. 2003a: The growth of farm animals simulated by the biologic model of growth. Tagungsband 2, BOKU Symposium Tierernährung 2. October 2003 Wien, pp. 84-89.
- Novák, L., Novák, P., Zeman, L. 2003b: Význam výživy, prostředí, ošetrovatelské a veterinární péče pro rozvoj živočišné výroby. V. Kábrtovy dietetické dny, 23. ledna 2003. Konference s mezinárodní účastí konané u příležitosti 100. výročí narození Prof. MVDr. Jaroslava Kábrty, Veterinární a farmaceutická universita Brno, s. 92-95. ISBN 80-7305-454-X.
- Novák, L., Zeman, L., Novák, P., Mareš, P. 2004: Homogenita fenotypu vykrmovaných prasat a metodika jejího stanovení. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. 2004, LII, No 2, 53-64.

Address of corresponding author

Prof. MUDr. Ludvík Novák, DrSc.
 Srbska 15a, CZ-612 00 Brno
 e-mail: ludvik@iol.cz

Table I. Feed mixture composition and the nutrients content per 1 kg of fed mixture; dry matter content 88,2 %.

			Mineral elements			Vitamins		
Component	Unit	Content	Component	Unit	Content (%)	Component	Unit	Content (%)
Weat	%	36,0	Ca	g/kg	10,8	Vitamin A	tis. m.j.	12,5
Barley	%	35,0	P	g/kg	8,3	Vitamin D	tis. m.j.	2,7
Soja extract meal (45 % Crude protein)	%	24,5	Na	g/kg	1,8	Vitamin E	mg/kg	50
Premix	%	4,5	Mg	g/kg	0,7	Vitamin K	mg/kg	2,5
Testa M								
Total	%	100	NaCl	g/kg	0,4			
Nutrients						Vitamin B ₁	mg/kg	4
ME p	MJ/kg	13,02	Cu	mg/kg	25	Vitamin B ₂	mg/kg	5
Crude protein	g/kg	187	Mn	mg/kg	90	Vitamin B ₆	mg/kg	3
Lysin	g/kg	11,1	Zn	mg/kg	110	Vitamin B ₁₂	mg/kg	0,045
Met	g/kg	3,3	I	mg/kg	0,4	Biotin	mg/kg	0,2
Met + Cys	g/kg	6,7	Co	mg/kg	0,5	Niacin	mg/kg	20
Thr	g/kg	7,5	Se	mg/kg	0,3	Folic acid	mg/kg	0,4
						Panhotenic acid	mg/kg	25
						Cholin	mg/kg	1100

Table II. The formulas for calculation of weight gain (dG) through exponential growth function from weight phenotype expressed by parameters G, G₀, dG max.

Weight phenotype	G ₀	GLi	dG max
Constants of exponential Function	a	B	C
Relation to the phenotype values	B . ln(GLi)	e . dGmax / GLi	ln(GLi/G)
Body weight gain	$G_t = GLi \cdot \exp(-C \cdot \exp(-B \cdot t))$		
Body weight increase	$dG = G_t \cdot B \cdot \ln(GLi/G_t) \cdot dt$		

Table III. The body weight growth and feed intake of fattened groups of barrows and gilts. Žabčice 2003.
Group A, (data Zeman, Mareš)

INPUT DATA		Barrows and Gilts					
Age		Live body weight			Daily feed intake		
weeks	days	kg			kg/d		
		G	±SD	n	DFI	±SD	n
6	41	10,1	1,28	33			
8	58	16,6	1,93	33			
10	71	23,3	2,41	33	1	0	32
11	77	26,4	3,05	33	1,1	0	32
13	91	36,5	3,74	33	1,446	0,094	32
15	107	49,1	5,30	32	1,571	0,096	32
18	125	64,1	6,57	32	2,185	0,114	32
22	153	90,9	8,40	32	2,635	0,158	32

Table IV. Abbreviations used in the text

ATP	Adenosinetriphosphate
BM	Basal metabolism
cAsh	Mass fraction of minerals in the lean body weight
CEF	Caloric effect of the feed
CFI	Cumulated feed intake [kg]
cPRs	Mass fraction of proteins in the lean body weight
cWater	Mass fraction of water in the lean body weight
DFI	Daily feed intake [kg/d]
DFI max	Maximal possible amount of the feed consumed in the day [kg/d]
dG max	Maximal body weight gain in the inflection of the growth curve
dG/dt	Body weight increase in the appropriate interval; day, week, month
FCR	Feed conversion ratio, (kg of feed / kg of body weight gain)
G0	Body weight at birth or at the begin of the growth curve
GLi	Genetic limit of body weight according the breeding standard
IME	Intake of metabolizable energy in the feed
NE	Net energy; Energy captured in the ATP molecules
NEm	Net energy for maintenance
NEp	Net energy for production (to be deposited in proteins and fat)
SGM	Self regulated growth model
SMEF	Specific amount of metabolizable energy in the feed
STX	Index value of stressing factors present in the environment
THP	Total heat production

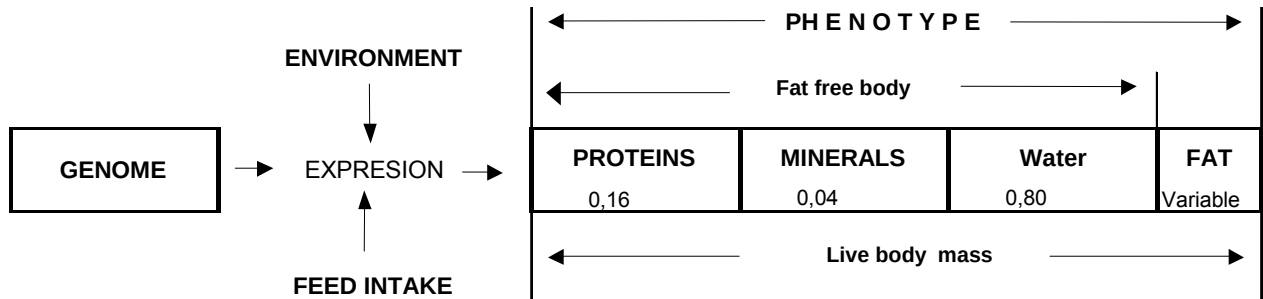


Fig. 1. Expression of the genome to the normed virtual organism body weight phenotype. (Numbers in blocks do represent the mass fractions of the indicated stuffs in the particular compartments).

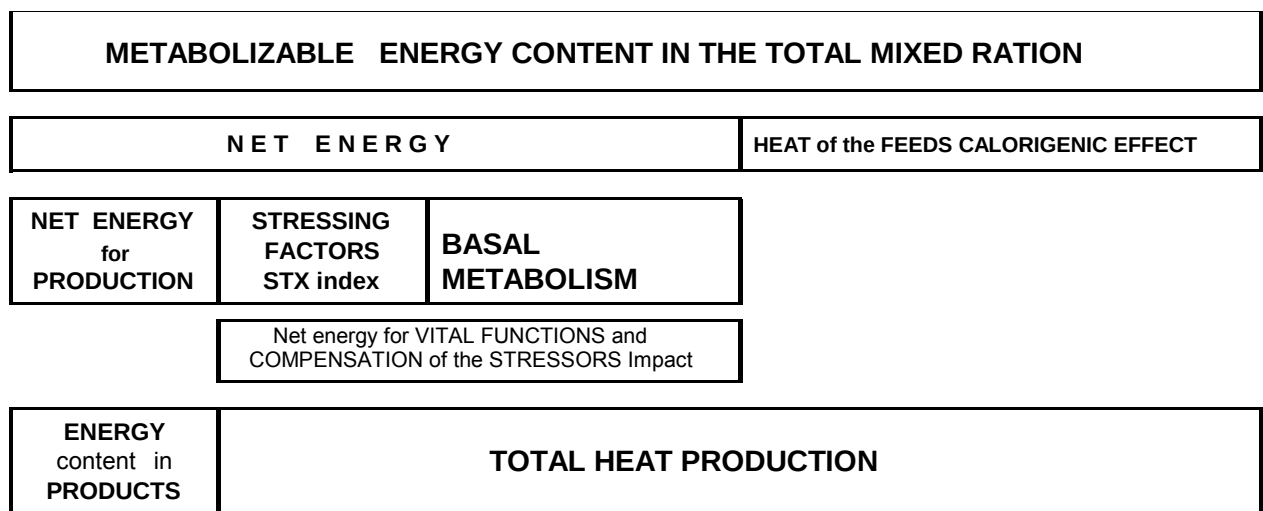


Fig. 2. Partition of the metabolizable energy content of the total mixed ration in the organism up to the final point; energy deposited into the products and the total heat production of the fattened pigs. (STX index represents the expression of net energy (NE) spend to the compensation of stressing factors interference expressed as fraction of the actual basal metabolisms value).

Modeling the body mass growth and the feed consumption of the fattened barrows and gilts from their phenotype of body weight the specific metabolic energy content in the feed consumed under the interference of stressing factors expressed by the STX index

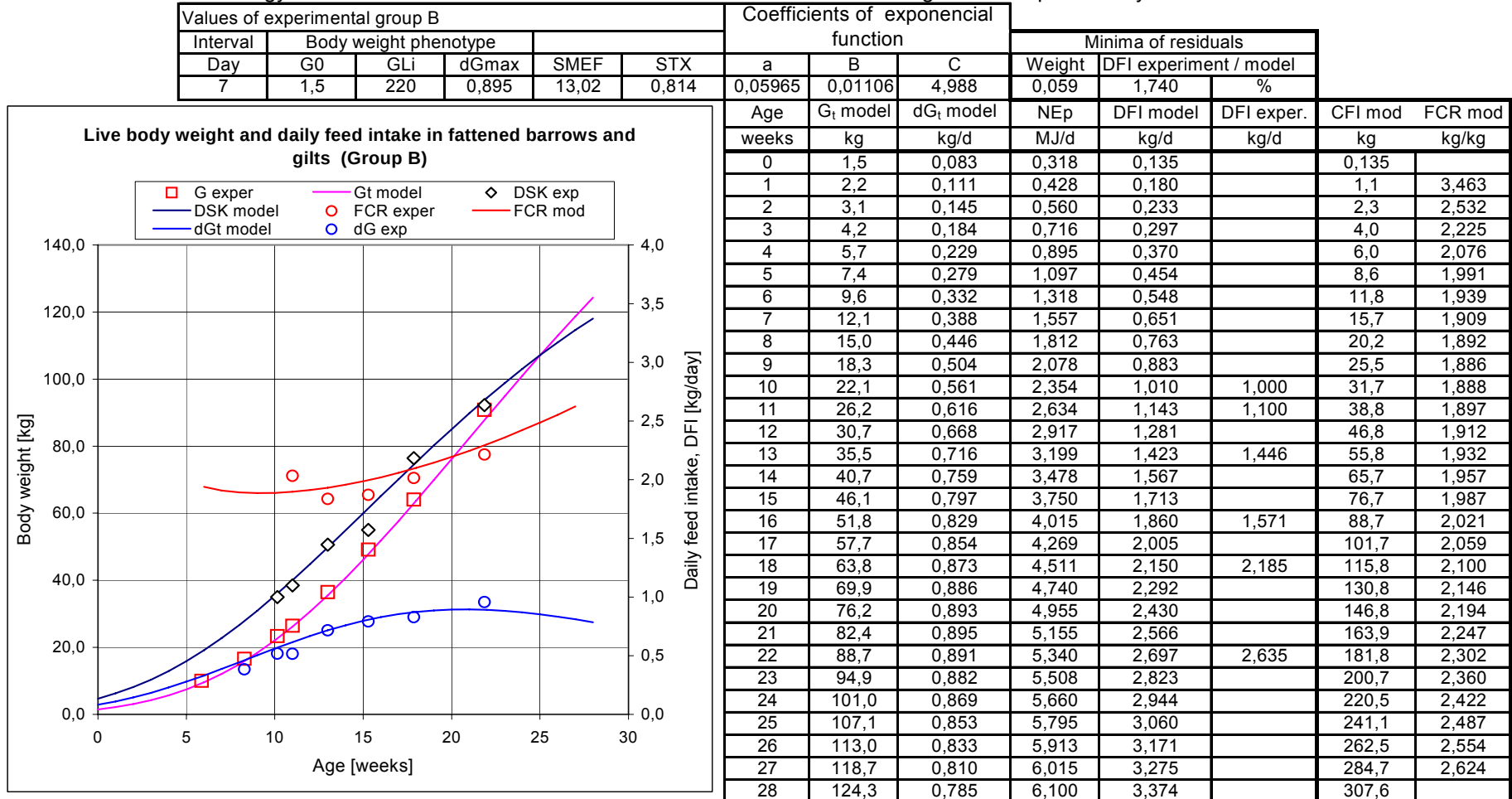


Figure 3. The growth of the live body weight, daily feed intake and the consumption of the mixed ration per kilogram of the body weight gain. Values calculated by the modeling procedure (lines) are compared with the experimental values (symbols). Inputs are positioned in the left part of the table, calculated data in the right site of the table.

The influence of silage additives for qualitative parameters of maize silages

František Lád, Bohuslav Čermák, Filip Jančík, Jaromír Kadlec

University of South Bohemia

Abstract: The influence of silage additives for choice qualitative parameters was observed at 130 samples of maize silages in working conditions. There was evaluated total classification and categorization of maize silages to quality classes according to fermentation process in this experiment. It has been found out positive effect of the silage additives for fermentation class and for total silage quality of silages. This positive effect has been more considerable at classification to the fermentation classes. They have been evaluated correlation coefficients at maize silages between fermentation class and crude fibre content – weak dependence $r = 0,10$ ($P < 0,05$), between fermentation class and acetic acid content - dependence $r = 0,55$ ($P < 0,05$) and between total class and crude fibre content - dependence $r = 0,48$ ($P < 0,05$).

Key words: maize silage; quality; additives; fermentation

Introduction

Ideal fermentation process reduces fermentation losses and preserves good aerobic stability during animal feeding. Right silage and suitable silage additives are the most important for silage quality. Woolford (1998) describe examples very bad silages but with good aerobic stability (high content of nonprotein nitrogen or high content of acetic acid or butyric acid) and very good prepared silages can be aerobic unstable.

There are known two reasons why to use silage additives for better aerobic stability of silages. We must prevent to silage warming with following loss of dry matter. Reducing of animal production in consequence of poor-quality silage must be stopped (Bolsen et al., 1996). The effective silage additives remove one or both problems (Kung, et al., 1998). The silage additives improve fermentation process and reduce aerobic degradability (Honig, 1995). These additives stimulate quick acidification of silage matter with help of higher production of acid lactic and obstruct growth and increasing of bad microorganisms.

Materials and methods

The influence of silage additives for quality parameters was evaluated according to categorization to total classes and fermentation process in working conditions. 130 samples of maize silages were evaluated in co-operation with Agriculture district laboratory in České Budějovice.

The samples of silages have been evaluated by norm EKO-LAB Žamberk (NORM 2000). The samples have been classified to quality classes according to share of acids contents in silage, pH, dry matter

and crude protein. The quality of silages has been evaluated according to sensory evaluation and fermentation process too.

There are calculated points for dry matter, crude fibre, crude protein and fermentation process according to analytic values. There is assigned total class Ist – IVth to table and word comment – excellent, good, worse, bad (Mikyska, 2000).

It was not dressed 77,7 % maize silages by silage additives and 22,3 % silages were dressed from total number of tested maize silages. The share of bacterial-ferment additives was 50,1 % and bacterial additives 49,9 % from total number of used additives.

Seven kinds of silage supplements were tested in maize silages – MICROSIL (43,3 %), BACTOZYM (16,7 %), SILL-ALL 4x4 (16,7 %), MAIZE-ALL (10 %), FEEDTECH F 18 (6,7 %), BONSIAGE (3,3 %) and SILLA-BAC MAIS (3,3 %).

Results

The categorization of maize silages to total classes: class excellent 55,4 % of samples, class good 36,2 %, class worse 7,6 % and class bad 0,8 %. The maize silages with silage additives have been classification to class excellent – 62,1 % of samples and to class good – 37,9 %. The maize silages without silage additives have been classification to class excellent – 53,5 % of samples, class good – 35,6 %, class worse – 9,9 % and class bad – 1,0 %. The values are in table No. 3. The silage additives have positive influence for silage quality.

The categorization to class according to fermentation process: 80 % of samples in Ist class, 15,4 % in IInd class, 2,3 % in IIIrd class, 1,5 % in IVth and 0,8 % in Vth class of fermentation. The categorization of the maize silages with fermentation additives to class according to fermentation process is better: 96,6 % of samples in Ist class and 3,4 % in IInd class of fermentation. The categorization of the maize silages without fermentation additives to class according to fermentation process: 75,2 % of samples in Ist class, 18,8 % in IInd class, 3 % in IIIrd class, 2 % in IVth and 1 % in Vth class of fermentation. The fermentation additives have very positive influence for fermentation process. The values are in table No. 4. We evaluated quality of silages according to dry matter, crude fibre and crude protein. The dry matter was high at 38,5 % samples and low at 22,3 % samples. The crude protein were high at 30,8 % samples and the crude fibre was high at 53,8 % samples. Optimum values (in norm): dry matter 300 - 350 g/kg, crude fibre to 210 g/kg of dry matter and crude protein to 90 g/kg of dry matter.

There are cited percentage shares of maize silage samples in single total classes that unmatched to NORM 2000 in table 5. The maize silages categorization to class excellent: 15,3 % of samples with low dry matter and 31,9 % with high dry matter, class good: 19,1 % of samples with low dry matter and 55,3 % with high dry matter, class worse: 80 % of samples with low dry matter and 10 % with high dry matter. The share of samples with high content of crude protein in class excellent 16,7 %, in class good 48,9 % and in class worse 50 %. The share of samples with high content of crude fibre in class excellent 37,5 %, in class good 72,3 %, in class worse 80 %. The share of all samples with high content of dry matter was 38,51 %, 22,3 % of samples with low content of dry matter, 30,8 % of samples with high content of crude protein and 53,8 % of samples with high content of crude fibre.

Discussion and conclusion

The using of silage additives improves qualitative parameters of silages (LOUČKA et al., 1999; LÁD et al., 2004). WEDDELL, (2001) writes results of silages from working conditions in years 1998, 1999 and 2001. Statistical significant differences were not detected. There exist explicit suggestions the using of silage additives improves quality of fermentation process. WILKINS et al., (1999) estimate the share of silage additives for increase of silage profitability since 5 % at silages with high content of dry mater to 9 % at silages with low content of dry mater. DOLEŽAL (2001) writes the silage quality is influenced by available silage additives but must be observed all technological requirements.

The silage additives are given to feedstuffs. The silage additives have positive effect for lactic acid fermentation, for aerobic stability and for feed value of silages. The silage additives do not compensate mistakes in silage technology but they used for preparation of high quality silages (LOUČKA et al., 1998, Doležal et al., (2001). There was observed the positive influence of silage additives for the fermentation process and quality of silages. This positive effect has been more considerable at classification to the fermentation class. They have been evaluated correlation coefficients at maize ensilages between fermentation class and crude fibre content – weak dependence $r = 0,10$ ($P < 0,05$), between fermentation class and acetic acid content - dependence $r = 0,55$ ($P < 0,05$) and between total class and crude fibre content - dependence $r = 0,48$ ($P < 0,05$). Optimum crude fibre content is 210 g/kg dry matter in maize silages.

Supported by grant MSM 6007665806

References

- Kung, J. L., Sheperd, A.C., Smagala, A.M., Endres, K.M., Bessett, C.A., Ranjit, N.K., Glancey, J.L. The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentatoin. 1998.
- Bolsen, K.K., Bonilla, D.R., Huck, G.L., Young, M.A., Hart-Thakur, R.A, Joyeaux, A. Effect of a propionic acid bacterial inoculant on fermentation and aerobic stability of whole-plant corn silage. J. Anim. Sci 74 (Suppl. 1), 1996. P. 274-279.
- Doležal, P., Dvořáček, J., Zeman, L. Problematika kvality siláží a silážních aditiv. Krmivářství č. 1, 2001. P. 16-20.
- Honig, H., Pahlow, G. Principles to produce high quality silage from grass. Paper Presented to Ulster Grassland Society, February 22, 1998. P. 6 -9.
- Lád, F., Jančík, F., Čermák, B., Kadlec, J. Faktory ovlivňující kvalitativní ukazateleand aerobic stability of corn silage and total mixed tation. J. Dairy Sci. 81, 1322-1330. silážovaných krmiv (The influence of factors for qualitative parameters of silages). In: Collection of Scientific Paper, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Animal Sciences, volume XXI., Č.Budějovice, 2004. 1 Special Issue: P. 129 – 132.
- Loučka, R., Macháčová, E. Zajištění vysoké kvality krmiv z víceletých pícein. Metodika pro zemědělskou praxi. ÚZPI ve spolupráci s MZe. Praha, 1998. 51 P.
- Loučka, R., Macháčová, E., Moravcová, J., Čerovský, M., Voldřich, M. Effect of cellulase, hemicellulase and glucose oxidase mixture in probiotic-enzymatic additive on fermentation of alfalfa. Czech J. Anim. Sci., 44, 1999. P. 87-92.
- Mikyska, F., Šeda, J. Laboratorní hodnocení kvality silážovaných krmiv. AgroKonzulta Žamberk, 2000. 6 P.
- Weddell, J.R. Silage Additive Approval Schemes in Europe – Aims, Developments and Benefits.X International symposium. Forage conservation, Brno, 2001. P. 37-44.
- Wilkins, R., Syrjala-Qvist, L., Bolsen, K.K. The future of silage in sustainable animal production. Process. XII International Silage Conference, Uppsala, 1999. P. 23-40.
- Woolford, M. K. Bacterial developments their implications for silage production and aerobic stability. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 14th Annual Symposium. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 1998. P. 181-184.

Address of corresponding author

František Lád
 Department of Genetics
 Animal Breeding and Nutrition
 Faculty of Agriculture, University of South Bohemia
 370 05, České Budějovice, Czech Republic
 e-mail: lad@zf.jcu.cz

Table 1: Composition of bacterial-ferment additives for preservation of roughages (maize)

Name of additive	Species (strains) of microbes and their minimum quantity in additive (CFU/g)	Ferments and their minimum activity in additive (nkat/g, nkat/ml)	Other components
Bactozym	<i>L. plantarum</i> (CCM 3769), <i>L. casei</i> (CCM 3775), <i>E. faecium</i> (CCM 6226), <i>P. pentosaceus</i> (CCM 3770)	1,5 x 10 ¹⁰ cellulase and hemicellulase glukosaoxidase	31 000 4 800 dry whey, sacharose, laktose
Feedtech F18	2 strains <i>L. plantarum</i> , 2 strains <i>P. acidilactici</i>	10 ⁶ cellulase	43 000
Maize-All	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i>	1 x 10 ¹¹ amylase	dextrose
Sill-All 4 x 4	<i>L. plantarum</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>L. salivarius</i>	1 x 10 ¹¹ cellulase, hemicellulase, amylase, pentoanase	dextrose

L = *Lactobacillus*, *E* = *Enterococcus*, *P* = *Pediococcus*, CFU = colony forming unit, R = soluble, G = granulated

Table 2: Composition of bacterial additives for preservation of roughages (maize)

Name of additive	Species (strains) of microbes and their minimum quantity in additive (CFU/g)	Other components
Bonsilage	<i>L. rhamnosus</i> (NCIMB 30121), <i>E. faecium</i> (NCIMB 30122)	R: 1×10^{11} G: 2×10^8 R: dry whey G: calcium carbonate
Microsil	<i>L. plantarum</i> (CCM 3769), <i>L. casei</i> (CCM 3775), <i>E. faecium</i> (CCM 6226), <i>P. pentosaceus</i> (CCM 3770)	1×10^{10} dry whey, sacharose, laktose
Sila-Bac Mais	<i>L. plantarum</i> (DSM 4784, DSM 4787, DSM 5257, DSM 5258, DSM 5284), <i>E. faecium</i> (DSM 4788, DSM 4789)	$1,25 \times 10^{11}$ maltodextrin, sodium aluminium silicate, sodium thiosulfate, color E133

L = *Lactobacillus*, *E* = *Enterococcus*, *P* = *Pediococcus*, CFU = colony forming unit, R = soluble, G = granulated

Table 3: The percentage categorization of maize silages to total class

Total class	Total	With silage additives	Without silage additives
I	55,4	62,1	53,5
II	36,2	37,9	35,6
III	7,6	-	9,9
IV	0,8	-	1

Table 4: The percentage categorization of maize silages to fermentation class

Fermentation class	Total	With silage additives	Without silage additives
I	80	96,6	75,2
II	15,4	3,4	18,8
III	2,3	-	3
IV	1,5	-	2
V	0,8	-	1

Table 5: The percentage categorization of maize silages to total class

Total class	Parameters			
	Dry matter (g/kg)		Crude fibre (g/kg DM)	Crude protein (g/kg DM)
	to 300	Above 350	Above 210	Above 90
I	15,3	31,9	37,5	16,7
II	19,1	55,3	72,3	48,9
III	80	10	80	50
IV	-	-	-	-
Total	22,3	38,5	53,8	30,8

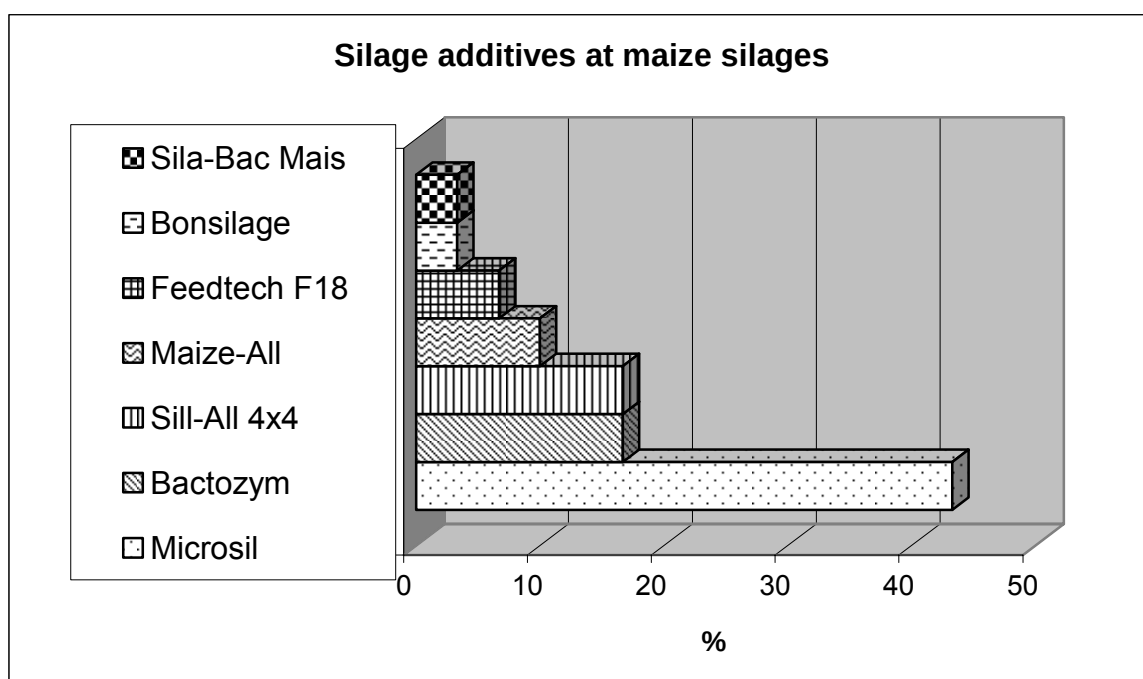


Figure 1

The effect of inoculation of high-moisture ear corn on the silage quality

Petr Doležal, Ladislav Zeman, Jan Doležal, Václav Pyrochta

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

Introduction

Silage corn is used for the preparation of whole plant silage but at the present time some attention is also being paid to the conservation of products from the swath harvesting of corn, namely to the conservation of mechanically treated green ears with husks (high-moisture ear corn - HMEC), or mechanically treated corn grain (high-moisture corn - HMC). The feeding value of HMEC is high and it is characteristic of high energy concentration (higher than 7.5-8.0 MJ NEL/kg DM), low fibre content (10-11%) and high digestibility. DOLEŽAL and VYROUBAL (1998) claim that of total nutrients contained in corn plant DM, the pulp of corn ears normally concentrates more than 73% of N-substances, 84% of fat, 75% of N-free extract substances, only 38% of fibre and 32% of ash substances. With respect to the course of fermentation process ŠUK et al. (1998) recommend to harvest silage corn by the HMEC method with the dry weight of ensilaged pulp of ears with husks ranging between 45-60% (with an optimum of 50-55%), weight proportion of ears in the whole plant higher than 50%, weight proportion of cob in the ear lower than 15%, and grain DM at about 65%. DM content at 50% is considered optimal also with respect to nutrition, ADF and crude fibre contents. The increasing DM content reflects in the increasing trends of ADF (15-23%) and fibre contents. HMEC silages have a character of production fodder (EKINCI et BRODERICK, 1997). The upper limit for perfect chopping and crushing is a 95% occurrence of particles smaller than 2mm. Apart from the DM content, the ensilage capacity of HMEC is most affected by the lower content of water-soluble carbohydrates (WSC) in husks and starch content in corn grains. The fermentation process of the pulp made of corn ears with husks differs from that of whole plants both in its course and in the amount of fermentation products, chemical composition and DM content. Here the intensive lactic fermentation does not occur due to the lower WSC content. The fermentation in HMEC silages is considerably reduced. The natural occurrence of lactic fermentation bacteria in these feeds is not sufficient for an optimum process of ensilage (FELLNER et al., 2001) and this is why the ensilaged material must be inoculated. There are more authors (PHILLIP et FELLNER, 1992; FILYA et al., 1999; HARRISON et al., 1999; MAYRHUBER et al., 1999 and other) who discussed the effect of microbial inoculation on the fermentation quality, aerobic stability and nutritive value of HMEC silages. JOBIM et al. (1999) informed that after the opening of the silo the HMEC silages characteristically show a higher occurrence of molds, yeast cells and enterobacteria which increase the susceptibility of the silage to aerobic spoilage.

The objective of this work was to assess the effect of inoculation in two corn hybrids harvested by the method of swath harvesting (HMEC) on the fermentation process quality in model silages.

Material and Methods

Two corn hybrids used in the experiment were *Santiago* and *Pedro* (KWS seed), which were harvested by harvester shredder – model New Holland FX-375 with an adapter for harvesting corn ears. Mechanically treated (crushed) corn ears with husks (HMEC) were homogeneously inoculated and ensilaged in laboratories of the Institute for Animal Nutrition and Fodder Crops Production. Average DM contents of ears in the *Santiago* (stay green) and *Pedro* corn hybrids at harvest were 486.85 g.kg^{-1} and 507.70 g.kg^{-1} , resp. There were three groups created in the model experiment for each hybrid (untreated control as a negative control, variant A inoculated with an "A" additive (*Bonsilage*), and variant B inoculated with "B" additive (*Bonsilage Plus*). The bacterial inoculant "A" contained as an active substance selected homofermentative strains of the lactic acid bacteria *Lactobacillus rhamnosus* /NCIMB 30121/ and *Enterococcus faecium* /NCIMB 30121/) in a total concentration of $1 \cdot 10^{11} \text{ cfu/g}$, and whey powder as another substance. The bacterial inoculant "B" (*Bonsilage Plus*) contained as an active substance selected strains of the homo- and heterofermentative bacteria of lactic fermentation at a suitable ratio (*Lactobacillus rhamnosus* /NCIMB 30121/, *Lactobacillus plantarum* /DSM 12836/, *Lactobacillus brevis* /DSM 12835/, *Lactobacillus buchneri* /DSM 12856/, *Pediococcus pentocaseus* (*acidilactici*) /DSM 12834/). The HMEC were ensilaged in fermentation casks (à 50 l) in three repetitions. In each experimental cask an identical amount of corn biomass was compacted to a converted mean weight of 800 kg m^{-3} . The experimental casks were provided with an anaerobic closure and kept at room temperature (20–25 °C). They were opened after a lapse of eight months and representative samples (6) were taken from each variant for an analytical assessment of the fermentation process. The silage samples were analyzed for basic fermentation characteristics specified in DOLEŽAL (2002). Results were processed by the method of single factor variance analysis according to SNEDECOR et COCHRAN (1969).

Results and Discussion

The chemical composition of pulp from ensilaged corn ears differed in the two hybrids. If 1 kg of DM from the mechanically treated ears with husks of the *Santiago* corn hybrid contained 79.43 g of CP, 34.26 g of fat and 102.13 g of crude fibre, then 1 kg of dry matter (DM) from the other corn hybrid contained 86.34 g of NL (CP), 29.42 g of fat and 114.48 g of crude fibre. The dry matter contents and characteristics of the fermentation process in the model silages of *Santiago* and *Pedro* corn hybrids are presented in Tabs. 1-2.

The *Santiago* hybrid HMEC silage exhibited a highly significant ($P < 0.01$) variance in the content of lactic acid (LA) due to the inoculation with *Bonsilage plus*. The value increased from $40.24 \pm 1.89 \text{ g/kg DM}$ in the untreated control variant to $50.95 \pm 1.87 \text{ g/kg DM}$. The *Pedro* hybrid HMEC silage inoculated with *Bonsilage plus* showed also an increased LA content from $26.02 \pm 0.68 \text{ g/kg DM}$ to $28.98 \pm 0.70 \text{ g/kg DM}$. The result was however insignificant. The inoculation of the *Santiago* hybrid silage with the *Bonsilage* bacterial additive resulted in a highly significant decrease of LA from $40.24 \pm 1.89 \text{ g/kg DM}$ to $24.77 \pm 1.80 \text{ g/kg DM}$ while the *Pedro* hybrid silage exhibited a significant increase of LA from $26.02 \pm 0.68 \text{ g/kg DM}$ to $34.66 \pm 2.81 \text{ g/kg DM}$. A similarly increased production of lactic acid in the inoculated HMEC silages was also reported by PHILLIP et FELLNER (1992) and SEBASTIAN et al. (1996).

The content of acetic acid in the model HMEC silages increased due to the inoculation with *Bonsilage plus* both in the *Santiago* corn hybrid ($18.61 \pm 0.34 \text{ g/kg DM}$) and in the *Pedro* corn hybrid ($11.34 \pm 0.50 \text{ g/kg DM}$) with the increase being highly significant ($P < 0.01$). A significant increase of AA content (Table 2) was also found after the treatment with the *Bonsilage* inoculant in the *Pedro* corn hybrid (AA from $9.13 \pm 0.53 \text{ g/kg DM}$ to $10.02 \pm 0.96 \text{ g/kg DM}$) while the silage made of the *Santiago* corn hybrid responded to the inoculation with the *Bonsilage* additive by a highly significant ($P < 0.01$)

decrease of AA content (from 13.28 ± 0.47 g/kg DM to 10.10 ± 0.37 g/kg DM). A mutual comparison of the two silage additives between the two tested corn hybrids (Santiago and Pedro) revealed a highly significant variance in their influence on the content of acetic acid. Inoculation of the biomass of both ensilaged corn hybrids with the *Bonsilage plus* additive resulted in an increased production of the total sum of fermentative acids in the model silages. The Santiago corn hybrid HMEC experimental silage (Tab. 1) exhibited a highly significant ($P < 0.01$) production of all fermentative acids (from 53.52 ± 1.82 g/kg DM in the control silage as compared with the experimental silage at 69.55 ± 1.62 g/kg DM). In contrast, as compared with the untreated control silage (35.15 ± 1.08 g/kg DM), the Pedro corn hybrid HMEC silage (Tab.2) showed a significant ($P < 0.01$) increase of total fermentative acids (44.68 ± 3.54 g/kg DM) after the inoculation with the *Bonsilage* additive. A significant ($P < 0.05$) variance between the two silage inoculants was found in the silages prepared from the Pedro corn hybrid while a highly significant difference was detected in the Santiago corn hybrid silages.

A comparison of the fermentative acids ratio (LA/AA) did not reveal in a majority of cases any significant effect of the used inoculant. A significant variance was detected only in the Pedro corn hybrid HMEC silage after the inoculation with the *Bonsilage* additive, where the ratio found was largest (LA/AA = 3.48 ± 0.26). A similar fact was reported by BOLSEN (1993) who informs that inoculants of the similar kind increase the lactic acid/acetic acid ratio in corn silages. As compared with the inoculated silages, the control silages prepared from the both corn hybrids tested exhibited lower pH values (Tabs. 1 and 2). A statistical variance in this indicator ($P < 0.01$) was however found only in the silage inoculated with the "A" additive in which the pH value was significantly higher as compared with the values of the remaining silages (4.09 ± 0.01 ; resp. 4.02 ± 0.02). The above results demonstrate highly significant variances between the two silage additives in the respective indicators. Similarly, SEBASTIAN et al. (1996) and PHILLIP et FELLNER (1992) reported a pronounced pH drop in the inoculated HMEC silages when silages treated with one of the above tested silage inoculants exhibited a significant acidification as compared with the control silage.

The value of titration acidity (TA) differed between the respective silage variants of the two corn hybrids. The Santiago corn hybrid silage inoculated with the *Bonsilage plus* additive showed the highest titration acidity (1606.9 ± 18.17 mg KOH/100 g) its significance being higher ($P < 0.01$) than in the silage inoculated with the "A" additive – but comparable with the untreated control silage. On the other hand, the Pedro corn hybrid silages showed the lowest TA value in the untreated control silage (1145.88 ± 38.35 mg KOH/100 g), which was significantly lower ($P < 0.01$) than in the two inoculated silages. The highest TA value was found in the silage inoculated with the "A" additive and this value was significantly ($P < 0.01$) higher than in the two remaining model silages. The above findings indicate no closer correlation between the pH value and the TA content of HMEC silages since the silages with the lowest pH value prepared of the two hybrids did not automatically exhibit the highest values of titration acidity.

One of problems concerning the carbohydrate silages and/or the silages with a high dry matter content is the increased ethanol production. Results shown in Tab. 1 indicate that ethanol content in the inoculated HMEC silages of the Santiago corn hybrid was highly significantly ($P < 0.01$) lower than in the control silage. Inoculation with *Bonsilage plus* suppressed the ethanol content from 10.65 ± 0.55 g/kg DM in the control silage to 6.10 ± 1.19 g/kg DM and 5.41 ± 0.45 g/kg DM, respectively. The variance between average ethanol contents in the two experimental silages was insignificant. It further follows from the results that the alcoholic fermentation was most reduced by the "B" inoculant with the ethanol content in this silage being lowest. The difference in the production of ethanol between the two hybrids can be perhaps explained by a different content of starch in the original biomass and by a different course of fermentation. The fermentation process occurring in the Santiago corn hybrid silage was more of a heterofermentative character, which showed in the further observation in a better aerobic stability and consequently in a lower production of ethanol. KOŘÍNEK et JAMBOR (2003) reported from their experiments a similarly improved long-term stability of corn silages treated with *Bonsilage mais* – a silage additive with the heterofermentative strain of

Lactobacillus buchneri. The development of alcohol as a minor product of fermentation in silages is often connected with the factor of a higher DM content of ensilaged biomass, signalling at the same time that the proper lactic fermentation could have been restricted (DRIEHUIS et al., 1999). DRIEHUIS et al. (1999) see the prevention from alcoholic fermentation in the restricted activity of enterobacteria and namely in the stimulation of the fermentation process. In contrast to this finding, SEIJA et al. (1999), and other authors detected not only a reduced development of alcohol but also a reduced production of fermentative acids including lactic acid after the application of active chemical conservants based on organic acids.

Conclusions

Our experiment was focused on the measurement of bacterial inoculant effect on the quality of fermentation process in model silages prepared of high-moisture ear corn as compared with the untreated control silage. The bacterial inoculant was applied homogeneously at recommended doses. Inoculant "A" contained *Lactobacillus rhamnosus* (NCIMB 30121) and *Enterococcus faecium* (NCIMB 30122). Inoculant "B" contained *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, and *Pediococcus pentosaceus*. As compared with the control silage, the addition of inoculant "B" in the first experiment (Santiago hybrid) brought a statistically significant ($P < 0.01$) increase of lactic acid, acetic acid, total amount of fermentative acids and ethanol, the pH value of experimental silage being similar or higher ($P < 0.01$) than that of control silage. The experimental silage prepared of the Pedro corn hybrid showed a better effect with the "A" additive as demonstrated by a significant ($P < 0.01$) increase of lactic acid (34.66 ± 2.81 g/kg DM) as compared with the control silage (26.02 ± 2.81 g/kg DM). The significant ($P < 0.01$) increase was also shown in the sum of acids and ethanol.

References

- DOLEŽAL, P., VYROUBAL, V.: Provozní výsledky LKS kukuřice silážované ve vacích. *Náš chov*, 1998, č. 6, s. 24–25.
- DOLEŽAL, P. (2002): Vliv přídavku *Lactobacillus plantarum* DSM 12771 na kvalitu siláží silně zaváděle vojtěšky a tráv (Effect of supplements of *Lactobacillus plantarum* DSM 12771 on the quality of ensiled alfalfa and grass with a high content of dry matter). *Acta univ. agric. et silvic. Mend. Bruno*, 2002, 5, s. 37–44.
- DRIEHUIS, F., VAN WIKSELAAR, P. G.: The prevention of alcoholic fermentation in high dry matter grass silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 1999, 133–134.
- EKINCI, C., BRODERICK, G. A.: Effect of processing high moisture ear corn on ruminal fermentation and milk yield. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80 (12):3298–3307.
- FELLER, V., PHILLIP, L. E., SEBASTIAN, S., IDZIAK, E. S.: Effects of bacterial inoculant and propionic acid on preservation of high-moisture ear corn, and on rumen fermentation, digestion and growth performance of beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 2001, 81, s. 273–280.
- FILYA, I., ASHBELL, G., WEINBERG, Z. G., HEN, Y.: The effect of applying lactic acid bacterial inoculants at ensiling on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 1999, 268–269.
- HARRISON, S., PHIPPS, R. H., SEALE, D., OWEN, E.: An evaluation of newly selected bacterial strains as additives for maize silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 1999, 139–140.
- JAMBOR, V.: The effect of biological additives on fermentation process and aerobic stability of high dry matter maize and ears silages. In: *The Xth International Symposium Forage Conservation*, Brno, 2001, s. 118–119.
- JOBIM, C. C., REIS, R. A., SCHOCKEN, R. P., ROSA, B.: Microorganism development during feed-out of high moisture corn and corn-ears silages. *Acta Scientiarum*, 1999, 21 (3):671–676.

KOŘÍNEK, D., JAMBOR, V.: Aerobní stabilita kukuřičných siláží. *Náš chov*, č. 11, 2003, s. 11–12.

MAYRHUBER, E., HOLZER, M., DANNER, H. et al.: Comparison of homofermentative and heterofermentative *Lactobacillus* strains as silage inoculum to improve aerobic stability. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 1999, 276–277.

PHILLIP, L. E., FELLNER, V.: Effects of bacterial inoculation of high moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. *Journal of Animal Science*, 1992, 70 (10):3178–3187.

SEBASTIAN, S., PHILLIP, L. E., FELLNER, V., IDZIAK, E. S.: Comparative assessment of bacterial inoculation and propionic acid treatment on aerobic stability and microbial populations of ensiled high moisture ear corn. *Journal of Animal Science*, 1996, 74 (2):447–456.

SEIJA, J., TOIVONEN, V., HUHTANEN, P.: Effects of nitrogen fertilisation of grass on fermentation in untreated and formic acid treated silage. In Conference Proceedings, The XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden, July 5–7, 1999, 164–165.

SNEDECOR, G. W., COCHRAN, W. G.: Statistical Methods, 1967, 6th ed., Iowa. Iowa State University Press, 579 pp.

ŠUK, J., BALÍK, J., JAKOBE, P. et al.: Kukuřice. *VP Agro*, 1998, 131 s.

Address of corresponding author

Ass. prof. MVDr. Ing. Petr Doležal,
Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno
Faculty of Agronomy, Dept. of Animal Nutrition and Forage Production,
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic
email: dolezal@mendelu.cz

Table 1: The effect of inoculation on the HMEC silage quality (hybrid Santiago)

Variant	DM %	pH	TA (v mg KOH)	LA g/kg DM	AA g/kg DM	Total acids (in DM)	LA/AA	Ethanol g/kg DM
Control	49,33 ±0,52 ^{BC}	3,94 ±0,03 ^B	1581,98 ±74,19 ^B	40,24 ±1,89 ^{BC}	13,28±0,47 ^{BC}	53,52 ±1,82 ^{BC}	3,04 ±0,20 ^{3/4}	10,65 ±0,55 ^{BC}
V _k	1.06	0.7	4.6898	4.71	3.56	3.39	6.67	5.2
Bonsilage	54,26 ±0,86 ^{AC}	4,09 ±0,01 ^{AC}	1145,9 ±20,59 ^{AC}	24,77 ±1,80 ^{AC}	10,10±0,37 ^{AC}	34,87 ±1,75 ^{AC}	2,46 ±0,22 ^{3/4}	6,1 ±1,19 ^A
V _k	1.58	0.34	1.8	7.27	3.63	5.01	8.9	19.51
Bonsilage plus	47,38 ±0,88 ^{AB}	3,96 ±0,03 ^B	1606,27 ±18,17 ^B	50,95 ±1,87 ^{AB}	18,61±0,34 ^{AB}	69,55 ±1,62 ^{AB}	2,74 ±0,14 ^{3/4}	5,41 ±0,45 ^A
V _k	1.86	0.65	1.13	3.66	1.82	2.33	5.22	8.39

Table 2: The effect of inoculation on the HMEC silage quality (hybrid Pedro)

Variant	DM %	pH	TA (mg KOH)	LA g/kg DM	AA g/kg DM	Total acids (in DM)	LA/AA	Ethanol g/kg DM
Control	49,15 ±0,71 ^B	3,97 ±0,01 ^B	1145,88 ±38,35 ^{BC}	26,02 ±0,68 ^B	9,13 ±0,53 ^{BC}	35,15 ±1,08 ^{BC}	2,86 ±0,14 ^b	6,36 ±0,62 ^B
V _k	1.45	0.17	3.35	2.61	5.78	3.07	4.74	9.79
Bonsilage	53,56 ±0,54 ^{CA}	4,02 ±0,02 ^{AC}	1462,48 ±69,19 ^{AC}	34,66 ±2,81 ^{AC}	10,02 ±0,96 ^{AC}	44,68 ±3,54 ^{AC}	3,48 ±0,26 ^{AC}	17,33 ±0,79 ^{AC}
V _k	1.01	0.42	4.73	8.11	9.6	7.93	7.53	4.56
Bonsilage plus	49,42 ±0,84 ^B	3,98 ±0,02 ^B	1324,50 ±70,32 ^{AB}	28,98 ±0,70 ^B	11,34 ±0,50 ^{AB}	40,32 ±0,87 ^{ab}	2,56 ±0,12 ^B	6,38 ±0,50 ^B
V _k	1.7	0.4	5.31	2.4	4.37	2.16	4.85	7.74

Mast- und Schlachtleistung, sowie Umweltbelastung von schweren männlichen Mastputen bei Anwendung der Bedarfsempfehlungen von GfE- und BUT

Gilbert Gaber und Rudolf Leitgeb

Universität für Bodenkultur

Einleitung

Bedarfsempfehlungen für Mastputen wurden von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) und von British United Turkey (BUT) ausgearbeitet. GfE hat Bedarfsempfehlungen für eine intensive Mastform und BUT für eine intensive (BUT-A) und extensive Mastform (BUT-B) entwickelt. Eine Überversorgung mit Nährstoffen verursacht hohe Futterkosten und eine Unterversorgung eine längere Mastdauer. Beide Mastformen wirken sich auf die Putenmast, hinsichtlich Ökonomie und Ökologie, negativ aus.

Im vorliegenden Putenmastversuch wurden die Auswirkungen der unterschiedlichen Nährstoffbedarfsempfehlungen von GfE und BUT für die Putenmast auf die Mast- und Schlachtleistung, die chemische Schlachtkörperzusammensetzung und die Umweltbelastung untersucht. Es stand der Gedanke im Vordergrund, Nährstoffbedarfsempfehlungen auf ihre Praxistauglichkeit zu testen.

Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall, Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt. Er begann am 28. April 2004 und endete nach 19 Mastwochen am 7. September 2004. Es wurden 138 männliche Eintagsküken der Hybridmastlinie BUT „Big 6“ von der Putenbrüterei MIRKO GmbH, A-4871 Zipf, angekauft. Die Tiere erhielten in der Brüterei eine Infrarot-Schnabelbehandlung. Das mittlere Gewicht der Putenküken betrug 60g. Nach 14 Tagen wurden 12 schlecht entwickelte Küken ausgeschieden und 6 repräsentative Küken geschlachtet und homogenisiert. Die restlichen 120 Putenküken wurden zu je 5 Tieren in 24 Boxen eingestallt, wobei jeder Futtergruppe (FG) 6 Boxen zugeteilt wurden. Am 42., 84. und 133. Masttag (Mastende) wurden je FG 6 repräsentative Tiere geschlachtet und homogenisiert. Alle Tiere wurden ad libitum gefüttert. Die Alleinfuttermischungen (6 Phasen) wurden am Versuchsort hergestellt. GfE und 2 unterschieden sich nur im Lys/Thr-Verhältnis. In GfE+Thr wurde das Lys/Thr-Verhältnis auf das Niveau von BUT angehoben. Daraus resultierte bei GfE+Thr gegenüber GfE ein höherer Threoninegehalt. Der Versuchsplan ist in Tabelle 1 dargestellt und in Tabelle 2 sind die Energie- und Proteinbedarfsempfehlungen aufgelistet.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmale	Futtergruppe			
	GfE	GfE+Thr	BUT-A	BUT-B
Tiere zu Versuchsbeginn, n	138			
Tiere gemerzte am 14. Masttag, n	12			
Tiere homogenisierte am 14. Masttag, n	6			
Boxen, n	6	6	6	6
Tiere am 14. Masttag, n	30	30	30	30
Tiere homogenisierte am 42. Masttag, n	6	6	6	6
Tiere homogenisierte am 84. Masttag, n	6	6	6	6
Tiere homogenisierte am 133. Masttag, n	6	6	6	6
Mastdauer, Tage	133	133	133	133
Fütterung	ad libitum			

Versuchsergebnisse

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung aufgelistet. Am 133. Masttag wiesen die Tiere von GfE-1 und 2 mit 19,50 und 19,61 kg die höchsten Mastendgewichte auf, gefolgt von BUT-A mit 19,24 und BUT-B mit 18,71 kg. Der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs war in BUT-A am günstigsten und in BUT-B am schlechtesten. Die Tiere von BUT-B reagierten besonders im letzten Drittel der Mastperiode stark auf die energetische Unterversorgung. Die geringere Energieversorgung der Tiere von BUT-B führte zu geringeren Mengen an Abdominalfett. Die Ausschlachtung schwankte zwischen 85,2 und 87,0 %. Der höhere Threoningehalt in GfE+Thr führte verglichen mit GfE zu einem deutlich höheren Brustfleischanteil am grillfertigen Schlachtkörper (1,4 % absolut).

Die Analyse der LM-Entwicklung in den ersten 84 Masttagen (Tabelle 4) weist keine gravierenden Unterschiede zwischen den FG auf. Bis zum 84. Masttag wiesen die BUT-FG durchwegs höhere Tageszunahmen auf als die GfE-FG. Vom 85. bis zum 133. Masttag waren die Tiere der GfE-FG den Tieren der BUT-FG überlegen. Der starke Abfall im LM-Zuwachs bei BUT-B ist in erster Linie durch die energetische Unterversorgung im letzten Mastdrittel (Phasenfutter V und VI) erklärbar.

Tabelle 2: Energie- und Proteinbedarfsempfehlungen nach GfE und BUT

Nährstoffe	Futtergruppe			
	GfE	GfE+Thr	BUT-A	BUT-B
1. und 2. Mastwoche (Phasenfutter I)				
ME, MJ/kg		11,7		
XP, %		25,5		
Lys, %		1,71		
Met, %		0,57		
Thr, %		0,84		
3. und 4. Mastwoche (Phasenfutter II)				
ME, MJ/kg	12,0		12,2	11,8
XP, %	24,2			25,5
Lys, %	1,52		1,92	1,85
Met, %	0,53		0,70	0,67
Thr, %	0,84	0,99	1,22	1,18
5. bis 8. Mastwoche (Phasenfutter III)				
ME, MJ/kg	12,3		12,8	12,0
XP, %		23,5		
Lys, %	1,40		1,72	1,61
Met, %	0,49		0,67	0,63
Thr, %	0,78	0,91	1,10	1,03
9. bis 12. Mastwoche (Phasenfutter IV)				
ME, MJ/kg	12,8		13,4	12,2
XP, %		20,9		
Lys, %	1,28		1,47	1,34
Met, %	0,45		0,62	0,57
Thr, %	0,71	0,83	1,01	0,92
13. bis 16. Mastwoche (Phasenfutter V)				
ME, MJ/kg	13,2		13,6	12,2
XP, %		17,7		
Lys, %	1,16		1,21	1,09
Met, %	0,40		0,54	0,49
Thr, %	0,65	0,75	0,79	0,71
17. bis 19. Mastwoche (Phasenfutter VI)				
ME, MJ/kg	13,6		14,0	12,4
XP, %		15,2		
Lys, %	1,00		1,05	0,93
Met, %	0,34		0,50	0,44
Thr, %	0,56	0,65	0,67	0,60

Tabelle 3: Mast- und Schlachtleistung

Merkmale	Futtergruppe				P
	GfE	GfE+Thr	BUT-A	BUT-B	
Tiere, n	10	11	12	11	-
Mastendgewicht, kg	19,50	19,61	19,24	18,72	0,41
Futterraufwand/kg LMZ, kg	2,54 ^{ab}	2,57 ^{ab}	2,44 ^a	2,67 ^b	0,02
Ausschlachtung, %	87,0	85,2	85,6	86,0	0,48
Abdominalfett, g	209	205	212	156	0,15
Brustfleischanteil, %	31,2	32,6	30,7	32,7	0,28

Werte ohne gemeinsamen Exponenten unterscheiden sich signifikant voneinander ($P \leq 0,05$)

Tabelle 4: Täglicher LM-Zuwachs, g

Masttage	Futtergruppe				P
	GfE	GfE+Thr	BUT-A	BUT-B	
14. - 42.	67	67	71	71	0,11
43. - 84.	169	172	177	173	0,30
85. - 133.	202 ^{ab}	206 ^a	194 ^{ab}	186 ^b	0,01

Werte ohne gemeinsamen Exponenten unterscheiden sich signifikant voneinander ($P < 0,05$)

In Abbildung 1 ist die N_2 -Bilanz dargestellt. Die hohe Nährstoffkonzentration bei BUT-A führte zu einer geringeren Futterraufnahme und somit auch zu einer geringeren N_2 -Aufnahme mit dem Futter. Bei GfE+Thr war der Ansatz an Futter- N_2 im Tierkörper und bei BUT-B die N_2 -Menge in der Abluft am höchsten.

Schlussfolgerungen

Eine ausgewogene Nährstoffversorgung der Mastputen hat nicht nur für die Mast- und Schlachtleistung, sondern auch für die Umweltbelastung eine große Bedeutung. Die im vorliegenden Putenmastversuch überprüften Nährstoffbedarfsempfehlungen erfüllen ihre Aufgabe noch nicht optimal. Bei BUT-A erfolgte über die gesamte Mastperiode eine energetische Überversorgung und bei BUT-B im letzten Mastdrittel eine energetische Unterversorgung. Bei GfE dürfte die Bedarfsempfehlung für Threonin zu niedrig sein. Sowohl bei GfE als auch bei BUT-A liegen die Bedarfsempfehlungen für die Energie zu hoch. Für die Proteinversorgung dürften die Bedarfsempfehlungen von BUT-B optimal sein.

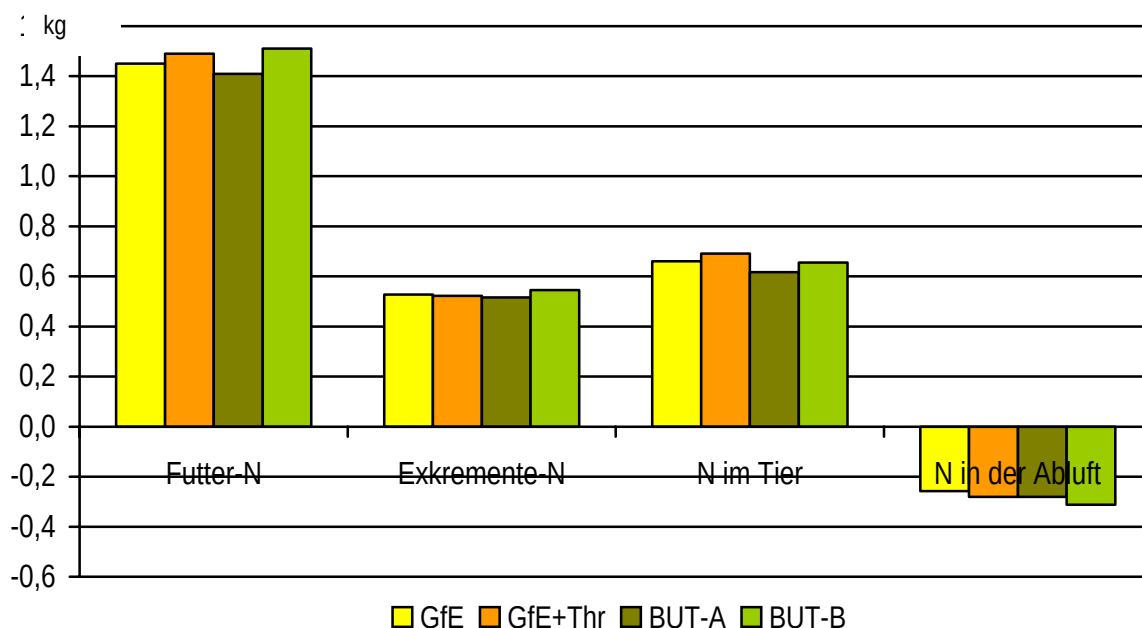


Abb. 1: N- Bilanz/Pute

Literatur

BARTELT, J., 2004: Rohproteinreduzierung im Geflügelfutter – Möglichkeiten und Grenzen. Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredelungswirtschaft, LAH, Seite 33-43. Wissenschaftliche Tagung vom 19. und 20. November 2003 in Cuxhaven.

ESSL, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Eine anwendungsorientierte Einführung. Verlagsunion Agrar, Wien, München, Bern.

GfE, 2000: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastputen. Mitteilung des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie in Proc. Soc. Nutr. Physiol., 13, 2004.

KRANEWITTER, A. (2004): Hühnermastversuch mit Rohproteinabsenkung und L-Threoninergänzung. Dipl. Arbeit, NUWI, Universität für Bodenkultur Wien.

LEHMANN, D., M. PACK und H. JEROCH (1997): Effects of dietary threonine in starting, growing and finishing turkey toms. Poultry Sci. 1997 May; 76(5):696-702.

MEYER, H. (1999): Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensitäten bei schweren und mittelschweren Putenhähnen auf Mastleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität. Institut für Tierzuchtwissenschaft, Landwirtschaftliche Fakultät, Universität Bonn, 159 Seiten.

STANGELAND, V., S. NOLL, G. SPEERS and J. BRANNON, 1999: Limiting amino acids and energy utilization in market turkey diets. In "Proceeding 60th Minnesota Nutrition Conference", University of Minnesota, St. Paul, MN.

Danksagung: Für die finanzielle Unterstützung des Versuches wird Fa. Lohmann Animal Health GesmbH & Co. KG, Heinz Lohmannstr. 4, D-27454 Cuxhaven, aufrichtig gedankt.

Autoren

Dipl.-Ing. Gilbert GABER und ao. Univ.-Prof. Dr. Rudolf LEITGEB
 Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
 Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie
 Gregor Mendelstr. 33
 A-1180 Wien

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung der beiden Tagungen:

4. BOKU-SYMPOSIUM TIERERNÄHRUNG
"Tierernährung ohne antibiotische Leistungsförderer"
27. Oktober 2005

21. Jahrestagung der Gesellschaft für Mineralstoffe und Spurenelemente e.V.
"Experimentelle Modelle der Spurenelementforschung"
28. – 29. Oktober 2005

Alphabetische Reihenfolge



AGROMED AUSTRIA GmbH
Bad Haller Straße 23
A-4550 Kremsmünster



Alltech Deutschland GMBH
Poppenbütteler Bogen 84
D-22399 Hamburg



BASF Aktiengesellschaft
MEM/VN - Li 554
Global Value Chain Management
D-67056 Ludwigshafen



BIOMIN Gesunde Tierernährung
International GmbH
Industriestraße 21
A-3130 Herzogenburg



DELAICON BIOTECHNIK GmbH
Weissenwolffstraße 14
A-4221 Steyregg



DSM Nutritional Products Ltd
Animal Nutrition and Health R&D
P.O. Box 3255
CH-4002 Basel



essex tierarznei
Impulse für das Leben
Thomas-Dehler-Straße 27
D-81737 München



LOHMANN ANIMAL HEALTH GmbH & Co.KG
Heinz-Lohmann-Strasse 4
D-27472 Cuxhaven



micro-plus Konzentrate GmbH
Am Güterbahnhof 7a
D-37627 Stadtoldendorf



Nutrimed Ltd.
P.O. Box
CH-4002 Basel



Pancosma S.A.
Voie des Traz 6
CH-1218 Le Grand Saconnex-Geneva



H. Willhelm SCHAUMANN GmbH & Co. KG
Jakob-Fuchs-Gasse 25-27
A-2345 Brunn am Gebirge



URSAPHARM Arzneimittel GmbH & Co. KG
Industriestraße 35
D-66129 Saarbrücken



Zinpro Animal Nutrition
Gerard Doustraat 4a
NL-5831 CC Boxmeer



Zinc

Magnesium

Nutrimed

Nutrimed Ltd.

P.O. Box

CH-4002 Basel

www.nutrimed.ch

welcome@nutrimed.ch