

4 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit sollte bei Schweinen die Wirkung eines antimikrobiellen Zusatzstoffes (Avilamycin, Gruppe A) und eines Nicht-Stärke-Polysaccharid (NSP)-hydrolysierenden Enzyms (Endo1,4- β -Xylanase, Gruppe E) allein und in Kombination (Gruppe A/E) auf die qualitative und quantitative Umsetzung der organischen Nährstoffe, insbesondere der NSP, einige physiologische Parameter im Verdauungstrakt sowie Blutparameter untersucht werden. Weiterhin sollte die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe, die N-Retention und der Gehalt an umsetzbarer Energie der verabreichten Mischungen ermittelt werden.

Hierzu wurde eine Getreide-Sojaextraktionsschrot-Mischung mit einem Gehalt an 17,1 % NSP, davon 7,9 % Arabinoxylan (AX) in der Trockenmasse eingesetzt (Gruppe K). Beim Zusatz des Avilamycins wurde ein Gehalt von 40 mg und bei der 1,4- β -Xylanase von 4000 U pro kg Mischfutter angestrebt. Enthalten waren je kg Futter 40 mg Avilamycin (Gruppe A), 5069 U 1,4- β -Xylanase (Gruppe E) sowie 44 mg Avilamycin plus 4500 U 1,4- β -Xylanase (Gruppe A/E).

60 Tiere (15 je Gruppe) der Rasse DL (ca. 23 kg LM) wurden nach 29tägiger Fütterung mit dem Versuchsfutter (alle 12 Stunden, 900 g je Mahlzeit in den letzten 5 Tagen) zu drei Zeitpunkten (4, 8 bzw. 12 h ppr, ca. 43 kg LM) getötet und der Chymus aus Magen, Dünn-, Blind- und Dickdarm quantitativ gewonnen, wobei 12 h ppr auch der Zeit vor der Fütterung entsprach. Bei 32 dieser Tiere (8 je Gruppe) erfolgte zu Versuchsbeginn, in der Versuchsmitte und am Versuchsende eine Blutentnahme (V1). 12 Tieren (3 je Gruppe) wurde am 15. und 17. Tag der Versuchsfütterung Blut abgenommen (V2). Außerdem wurden 16 Schweine (4 je Gruppe) für Bilanzversuche genutzt. Neben der organischen Substanz (OS) und den Rohnährstoffen (XP, XL, XF, XX, XA) wurden in allen Proben Stärke, NSP und AX sowie deren lösliche und unlösliche Fraktionen, pH-Wert, Wasserhaltekapazität (WHC) sowie die mikrobiellen Stoffwechselprodukte Ammoniak, flüchtige Fettsäuren (FFS) und Milchsäure (MS) erfaßt. Desweiteren erfolgte im Zwölffinger-, Leer-, Krumm-, Blind- und Dickdarm die Ermittlung der Chymusviskosität und im Blinddarm die Bestimmung der Konzentration an biogenen Aminen. Bei der Blutentnahme V 1 erfolgte die Bestimmung von IGF-1 und den Immunglobulinen IgG, IgA bzw. IgM, bei V 2 die Messung des Blutglucosespiegels.

In der vorliegenden Arbeit werden für alle bestimmten Parameter sowohl die Konzentrationen im Darmchymus als auch unter Berücksichtigung der in den einzelnen Darmabschnitten vorhandenen Chymusmengen die absoluten Mengen (überwiegend im Anhang) dargestellt. Die Veränderungen in Konzentrationen bzw. Mengen im Verdauungstrakt wurden sowohl in Abhängigkeit von der Zeit nach der Fütterung (0, 4, 8 bzw. 12 h ppr) als auch im Verlauf der Passage durch den Verdauungstrakt diskutiert. Schwerpunkt der Diskussion ist jedoch der Einfluß der Zusatzstoffe auf die Konzentrationen in den verschiedenen Magen-Darm-Trakt-Abschnitten in Abhängigkeit von der Zeit ppr.

Infolge des komplexen Versuchansatzes ist eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse nicht zufriedenstellend möglich. Signifikante Einflüsse der Zusatzstoffe auf die Rohnährstoff- bzw. NSP-Konzentration im Chymus im Vergleich zur Kontrollgruppe können zusammenfassend den Tabellen 19 und 28 entnommen werden. Eine adäquate Zusammenfassung für die physiologischen und sonstigen Parameter zeigt Tabelle 36.

Für alle Versuchsgruppen (A, E bzw. A/E) können im Vergleich zur Kontrollgruppe folgende Ergebnisse zusammengefaßt werden:

- Alle Zusätze bewirkten zu allen Untersuchungszeiten eine signifikante oder zumindest tendenzielle Verringerung der Konzentration und Menge an biogenen Aminen im Blinddarmchymus. Deren Summe verminderte sich im Mittel aller Untersuchungszeiten von 437,2 auf 188,3; 176,4 bzw. 166,9 µg/g für die Gruppen K, A, E bzw. A/E.
- Durch die Zusatzstoffe erhöhte sich die Verdaulichkeit der organischen Substanz im Vergleich zur Kontrollgruppe (82,7 % auf 85,2; 85,1 bzw. 85,4 % für die Gruppen A; E bzw. A/E), des Rohproteins, der Rohfaser sowie verschiedener NSP-Fractionen und die Energiekonzentration der Mischungen (von 14,67 auf 15,12; 15,13 bzw. 15,16 MJ/kg T) signifikant. Infolge höherer renaler N-Ausscheidungen bei allen Versuchsgruppen verminderte sich trotz höherer Verdaulichkeiten die N-Retention um ca. 1 g/d signifikant.
- Alle Zusatzstoffe hatten zu keinem Untersuchungszeitpunkt einen signifikanten Einfluß auf die im Blut untersuchten Parameter (IGF-1, Immunglobuline bzw. Glucose).
- Ebenfalls war zu keiner Untersuchungszeit ein signifikanter Einfluß der Zusätze auf die Konzentration bzw. Menge an Milchsäure im Chymus festzustellen.

Nachfolgend sind spezifische Wirkungen der Zusatzstoffe im Vergleich zu den Kontrolltieren herausgestellt.

• Antimikrobieller Zusatzstoff (Avilamycin):

1. Avilamycin hatte zu keinem Untersuchungszeitpunkt und in keinem Abschnitt des Verdauungstraktes einen signifikanten Einfluß auf die Konzentration an OS, XF, XA, Stärke sowie die NSP und deren Fraktionen, abgesehen von den löslichen AX. Bei den absoluten Mengen im Chymus lag kein signifikanter Einfluß bei Stärke und unlöslichen NSP vor. Weiterhin bestand kein Einfluß auf den pH-Wert.
2. Der antimikrobielle Zusatzstoff hatte teilweise einen signifikanten, aber nicht gleichgerichteten Einfluß auf die Konzentration und Menge von XP, XL, XX, LAX, NH₃, und FFS sowie auf die Menge an OS, XF, XA, GNSP, LNSP, GAX, UAX, weiterhin auf die WHC und die Viskosität des Chymus in den unterschiedlichen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes.

• Enzymzusatz (Endo1,4-β-Xylanase):

1. Das NSP-spaltende Enzym hatte zu keinem Untersuchungszeitpunkt und in keinem Abschnitt des Verdauungstraktes einen signifikanten Einfluß auf die Konzentration an OS, XA, Stärke, Gesamt- und unlöslichen NSP und AX sowie NH₃, den pH-Wert und die WHC im Verdauungstrakt. Auch auf die quantitativen Verhältnisse der Stärke im Verdauungstrakt bestand kein Einfluß
2. Der Enzymzusatz hatte teilweise einen signifikanten, aber nicht gleichgerichteten Einfluß auf die Konzentration und Menge an XP, XL, XF, XX, LNSP, LXA, FFS sowie die Mengen an OS, XA, GNSP, UNSP, GAX, UAX, NH₃, weiterhin auf die Viskosität des Chymus in den unterschiedlichen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes.

• Gemeinsamer Zusatz von Avilamycin und Endo1,4-β-Xylanase:

1. Die Kombination der Zusatzstoffe hatte zu keinem Untersuchungszeitpunkt und in keinem Abschnitt des Verdauungstraktes einen signifikanten Einfluß auf die Konzentration an OS, XF, XA, Stärke, Gesamt- NSP und AX, unlösliche NSP sowie die WHC im Verdauungstrakt.
2. Der Zusatz von Avilamycin und Endo1,4-β-Xylanase hatte teilweise einen signifikanten, aber nicht gleichgerichteten Einfluß auf die Konzentration und Menge an XP, XL, XX, LNSP, LAX, UAX, NH₃, FFS sowie die Mengen an OS, XF, XA,

Stärke, GNSP, GAX, UNSP weiterhin auf den pH-Wert und die Viskosität im Chymus in den unterschiedlichen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes.

Die erzielten Ergebnisse stellen einen Beitrag zur Klärung der Effekte von antimikrobiellen Zusatzstoffen und NSP-spaltenden Enzymen in der Tierernährung dar. Die bei Verabreichung der verschiedenen Zusatzstoffe gemessenen höheren Verdaulichkeiten der organischen Substanz bzw. höheren Energiekonzentrationen der Mischungen resultieren aus einer erhöhten Verdaulichkeit der Rohnährstoffe Protein, Fett und Rohfaser. Die Aufschlüsselung der Kohlenhydrate ergibt, daß beide Zusatzstoffe und deren Kombination die Verdaulichkeit der NSP um ca. 4 % steigert, was ausschließlich auf den erhöhten Abbau der löslichen NSP-Fraktion beruht, gleiches gilt für die AX. Dieser Befund konnte durch die Bestimmung zum Abbau der einzelnen Nährstoffe in den verschiedenen Abschnitten des Verdauungstraktes nicht eindeutig nachvollzogen werden.

Die Zusatzstoffe zeigten keinen eindeutigen Einfluß auf die Stoffwechselprodukte der mikrobiellen Fermentation wie FFS und NH_3 . Nur der alleinige Einsatz von Avilamycin führte zur tendenziellen Absenkung der FFS sowie Milchsäure. Anders ist die Reaktion bei der Summe der biogenen Aminen, die durch alle Zusätze signifikant reduziert wurden.

Die unterschiedlichen, z.T. widersprüchlichen Befunde zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten nach der Futteraufnahme, bestätigen die Notwendigkeit, insbesondere bei quantitativen Untersuchungen zum Verdauungsablauf, der kontinuierlichen Total- oder Stichprobensammlung über einen längeren Zeitraum (ppr).

5 SUMMARY

Doris Rattay

Influence of an antimicrobial feed additive (avilamycin) and a Non-Starch-Polysaccharides (NSP)-hydrolyzing enzyme (xylanase) fed alone or in combination on the metabolism of nutrients in the digestive tract of pigs.

This study deals with the mode of action of the antimicrobial feed additive avilamycin (group A) and the non starch polysaccharides (NSP) hydrolysing enzyme endo1,4- β -xylanase (group E) applied alone or in combination (group A/E) on the qualitative and quantitative metabolism processes of organic nutrients, principally on NSP. Additional investigations comprised various physiological parameters, in the digestive tract as well as blood parameters, digestibility of crude nutrients, nitrogen retention and the metabolizable energy of the diets as related to the supplements.

60 pigs of the German Landrace (ca. 23 kg LW), divided into 4 groups of 15 animals each, were fed a cereal/soybean meal diet with a NSP-content of 17.1% and an arabinoxylane (AX) content of 7.9% in the dry matter. Controls received this diet without additives (group K). Supplements per kg experimental diet aimed at 40 mg avilamycin (group A); 4000 U xylanase (group E) and 40 mg avilamycin plus 4000 U xylanase (group A/E). The concentrations as analysed were found to be 40 mg avilamycin (group A), 5069 U xylanase (group E) and 44 mg avilamycin plus 4500 U xylanase (group A/E).

After an experimental period of 29 days with 12 hours feeding intervals and a daily feed supply of 2 x 900 g during the last 5 days animals were killed 4, 8 or 12 h ppr (sampling times) with ca. 43 kg LW and the digesta of stomach, small intestine, caecum and colon was prepared quantitatively, immediately after killing.

Blood samples were taken from 32 animals (8 per group) at the beginning, in the middle and the end of the experiment (V1). Additionally blood samples were taken from 12 animals (3 per group) on day 15 and 17 of the experiment (V2). 16 pigs were used for balance experiments. Analytical procedures comprised the determination of crude nutrients (OM, XP, XL, XF, XX, XA), starch, the soluble and insoluble fractions of NSP and AX, pH-value, water-binding-capacity (WHC) and the microbial catabolites ammonia, volatile fatty acids (FFS) and lactic acid (MS). Viscosity of the digesta from duodenum, jejunum, ileum, caecum and colon was determined and the concentration of biogenic amines in the caecum. V1-blood samples were analysed for IGF-1 and immunoglobulines IgG, IgA and IgM, V2-samples for glucose concentrations.

In consequence of the complexity of the experimental design a brief presentation of the results is difficult. The significant effects of the feed additives on crude nutrients and NSP concentrations in the digesta as compared to controls are summarized in the Tables 19 and 28. An adequate survey of the physiological parameters is given in Table 36.

The results obtained for the experimental groups (A, E and A/E) as compared to controls are summarized as follows:

- Independent from the sampling time the feed additives caused a significant or not significant decrease of biogenic amines in the colon digesta with respect to quantity and concentration from 437,2 µg/g (group K) to 188,3 µg/g (group A), 176,4 µg/g (group E) and 166,9 µg/g (group A/E) on average of the various sampling times.
- The feed additives increased the digestibility of OM [from 82,7% (K) to 85,2% (A), 85,1% (E) and 85,4% (A/E)], of XP, XF and the various NSP-fractions and significantly improved the ME-concentration of the diet from 14,67 MJ/kg DM (K) to 15,12MJ/kg DM (A), 15,13 MJ/kg DM (E) and 15,16 MJ/kg DM (A/E).

Despite of an increased N-digestibility, N-retention significantly decreased by 1 g N/day due to the increased renal N-excretion. At the various sampling times the feed additives did not show a significant effect on blood parameters (IGF1, immunoglobulines and glucose).

- Beside this, at any sampling time feed additives did not influence MS concentration and quantity.

In the following, specific effects of the additives as compared to controls are presented:

- Antimicrobial feed additive (avilamycin):

1. Avilamycin did not influence the concentrations of OM, XF, XA, starch and the different fractions of NSP (with the exception of soluble AX) at any sampling time. Concerning absolute quantities in the digesta these results were found for starch and insoluble NSP only. Beside this, the pH-value was not affected.
2. The antimicrobial additive effects changes of the concentration and the quantity of XP, XL, XX, LAX, NH₃ and FFS as well as changes of the quantity of OM, XF, XA, GNSP, LNSP, GAX, WHC and UAX, additionally of digesta viscosity in the various sections of the digestive tract. These influences proved to be partly significant, but not always definitely directed.

• Enzyme-supplements (endo1,4- β -xylanase):

1. At any sampling time the NSP-degrading enzyme did not significantly influence the concentrations of OM, XA, starch, NH₃, total and insoluble NSP and AX as well as pH-value and WHC in each of the segments of the digestive tract. Under quantitative aspects this was found for starch too.
 2. The enzyme supplement partly showed a significant, but not definitely directed influence on the concentrations and quantities of XP, XL, XF, XX, LNSP, LXA, FFS, as well as on the quantities of OM, XA, GNSP, UNSP, GAX, UAX, NH₃, further on digesta viscosity in the different parts of the digestive tract.
- Combined supplements of avilamycin and endo1,4- β -xylanase:

1. The combined application did not significantly influence the concentrations OS, XF, XA, starch, total NSP and AX, insoluble NSP and WHC at any sampling time and at any segment of the digestive tract.
2. The supplements of avilamycin and endo1,4- β -xylanase resulted in a partly significant, but not definitely directed influence on the concentration and quantity of XP, XL, XX, LNSP, LAX, UAX, NH₃, FFS as well as on the quantities of OM, XF, XA, starch, GNSP, GAX, UNSP, additionally on pH-value and digesta viscosity in the various parts of the digestive tract.

To conclude, the results obtained contribute to clarify the effects of antimicrobial additives and NSP-degrading enzymes in animal nutrition. The enhanced digestibility of organic matter or the increased energy concentration due to the dietary supplements are based on the enhanced digestibilities of crude protein, crude fat and crude fibre. The differentiation of the carbohydrate fraction shows that both supplements and their combination enhance the digestibility of NSP by 4%, which is due to an increased destruction of the soluble NSP and AX. These investigations on nutrients degradation in the different parts of the digestive tract did not support the results in detail.

The supplements did not effect the catabolites of microbial fermentation such as FFS and NH₃ definitely. The only supplementation of avilamycin showed a tendency towards decreased FFS and MS. In contrast to this, the biogenic amines in total reacted definitely. Their concentrations decreased with additives as applied.

These findings, which are partly contradictive, confirm once again that investigations on quantitative degradation of nutrients in the course of digestion necessitate continuous measurements or at least spot-sampling at several intervals (ppr) over day periods.