

8 Zusammenfassung

Getreidereiche Diäten für Geflügel und Schweine mit hohem NSP-Gehalt werden mit Nicht-Stärke-Polysaccharid spaltenden Enzymen supplementiert, um den antinutritiven Effekt der Nicht-Stärke-Polysaccharide, die gesteigerte Digestivviskosität sowie alle damit verbundenen Folgeeffekte abzuschwächen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Auswirkungen des Einsatzes der beiden Enzympräparate *Roxazyme G2* (Multienzympräparat) und *Ronozyme WX* (Monoenzympräparat) der Firma DSM Nutritional Products (Grenzach-Wyhlen, Germany) im Vergleich zu einer nicht enzymsupplementierten Kontrolle zu betrachten. Das Monoenzympräparat enthält als einziges Enzym eine Endo-(1,4)- β -Xylanase (EC-Nr.: 3.2.1.8.), welche von *Thermomyces lanuginosus ssp.* abgeleitet ist. Das Multienzympräparat weist drei Haupt-Enzymaktivitäten auf: Eine Endo-(1,4)- β -Glucanase (EC 3.2.1.4.), eine Endo-(1,3-1,4)- β -Glucanase (EC 3.2.1.6.) und eine Endo-(1,4)- β -Xylanase (EC 3.2.1.8), welche vom Pilz *Trichoderma longibrachiatum* abgeleitet sind. Des weiteren soll die Hypothese, dass sich unter Einsatz NSP-spaltender Enzyme die Konzentration mikrobieller Stoffwechselprodukte und der mikrobielle Nährstoffumsatz verändert, untersucht werden.

Zu diesem Zweck wurden sowohl ein „*in-vitro*“ Wachstumsversuch mit Digesta aus dem Gastrointestinaltrakt eines Ferkels und verschiedenen NSP-haltigen Substraten, als auch ein Fütterungsversuch mit Schweinen der Rasse EUROOC (21. bis 57. Lebenstag) durchgeführt.

Bei der statistischen Auswertung der Daten mit dem Computer-Programm „*Spss für Windows*“ (Version 12.0) wurde einheitlich der verteilungsfreie Test nach *Kruskall-Wallis* angewendet, weil nicht alle erhobenen Parameter eine Normalverteilung zeigten. Als Folge-Test wurde, sofern sich Trends bzw. Signifikanzen zeigten, der *Mann-Whitney*-Test durchgeführt. Es wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$, also 5 %, zu Grunde gelegt.

Im Rahmen dieses Fütterungsversuches mit drei Gruppen (Kontrollgruppe ohne Enzymzusatz, *Roxazyme*-supplementierte Gruppe, *Ronozyme*-supplementierte Gruppe) und jeweils 20 Tieren pro Gruppe (zu gleichen Teilen männliche und weibliche) wurden zunächst über vier Wochen die üblichen Leistungsparameter wie Lebendmasse, Lebendmassezunahme, Futtermittelverzehr, Futteraufwand und die Kotkonsistenz erhoben und anschließend, nach einem neuntägigen Abschnitt, Digesta-Proben von Magen, Jejunum und Colon zur Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit (Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, ADF, NDF, Rohasche, Stärke und Aminosäuren) genommen. Die Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit erfolgte

Zusammenfassung

mittels Indikatormethode mit Chromoxid (Cr_2O_3) als Marker, welches der Versuchsdiät zu 0,5% zugesetzt worden war.

Bei den Leistungsparametern war die Lebendmassezunahme über den Zeitraum der ersten bis vierten Versuchswoche im Vergleich zur Kontrollgruppe unter Roxazymezusatz um 6,8 % und unter Supplementation mit dem Monoenzympräparat Ronozyme um 7,1 % verbessert. Allerdings war diese Verbesserung statistisch nicht signifikant. Eine Verminderung des Futteraufwandes konnte über den Zeitraum der 1. bis 4. Versuchswoche des Fütterungsversuches bei der Monoenzympräparat-Gruppe beobachtet werden. Allerdings war dies keine statistisch signifikante Verringerung des Futteraufwandes.

Die Verdaulichkeiten von Rohfaser, Rohasche, ADF, NDF und Stärke sowie die der Summe der Aminosäuren waren bei der Monoenzympräparatgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, numerisch gesehen, geringfügig erhöht. Die erwähnten Unterschiede sind, insbesondere hinsichtlich der praecaecalen Verdaulichkeit der Stärke bei den enzysupplementierten Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe, aber derart gering, dass man den oft postulierten „Käfigeffekt“ zumindest in dieser Untersuchung nicht nachvollziehen kann. Berücksichtigen muss man in diesem Zusammenhang die insgesamt sehr hohe praecaecale Verdaulichkeit der Versuchs-Diät. Dies führt dazu, dass mögliche Effekte des Enzymzusatzes hinsichtlich der praecaecalen Verdaulichkeit, im Vergleich zur Kontrollgruppe, nicht mehr deutlich erkennbar sind.

Die Viskosität der Digestaprobe wurde ermittelt, um eine mögliche Viskositätssenkung infolge Enzysupplementation erkennen zu können. Die Viskosität der Jejunaligesta war unter Zusatz des Multienzympräparates im Vergleich zur Kontrollgruppe als Trend gesenkt worden, während sie unter Gabe des Monoenzympräparates sogar signifikant erniedrigt worden war im Vergleich zur Kontrollgruppe. Beim Verdauungsabschnitt Colon war nur unter Supplementation mit dem Monoenzympräparat eine deutliche numerische Senkung der Digestaviskosität zu verzeichnen.

Des Weiteren wurden in den Digestaprobe die bakteriellen Metaboliten Ammoniak, Lactat und die kurzkettigen Fettsäuren bestimmt und auch der Gehalt an konjugierten und dekonjugierten Gallensäuren ermittelt, um die möglicherweise unterschiedlichen Auswirkungen der beiden Enzympräparate auf die gastrointestinale Mikrobiota sichtbar machen zu können. Es sollte der Hypothese nachgegangen werden, dass sich die Konzentration bakterieller Metaboliten sowie der mikrobielle Nährstoffumsatz unter Enzysupplementation möglicherweise ändert.

Beim Vergleich der enzysupplementierten Gruppen mit der Kontrollgruppe waren hinsichtlich der gemessenen bakteriellen Metaboliten keine statistisch signifikanten Unterschiede zu erkennen. Die Hypothese, dass sich die Konzentration mikrobieller Metaboliten und der mikrobielle Nährstoffumsatz unter Supplementation mit NSP-hydrolysierenden Enzymen verändert, fand, wenn auch nicht statistisch absicherbar, tendenziell Bestätigung. Unter anderem zeigte sich dies beim Colon in einer bei beiden Enzymgruppen numerisch erhöhten Gesamtmenge der gebildeten freien Fettsäuren als mögliches Indiz für eine gesteigerte bakterielle Fermentation. Der tendenziell senkende Effekt der Ronozymezulage auf die Dekonjugation der Gallensäuren könnte dahingehend gedeutet werden, dass der Xylanasezusatz zu Diäten für Ferkel ebenso wie beim Geflügel zur Zurückdrängung gallensäuredekonjugierender Mikroorganismen führt.

Ein Agardiffusionstest mit Magen-, Jejunal- und Colondigesta diente dem Nachweis der in den jeweiligen Digestaprobe vorherrschenden Enzymaktivitäten und damit dem Vergleich der den Diäten zugesetzten Enzympräparate. Hierbei stellte sich heraus, dass das Monoenzympräparat Ronozyme stabiler ist im Vergleich zum Multienzympräparat Roxazyme und es daher eher in der Lage ist, weiter distal im Verdauungstrakt seine Wirkung zu entfalten. Die größere Stabilität des Ronozymes und die damit verbundene Eigenschaft noch weiter distal im Verdauungstrakt wirken zu können, zeigt sich auch bei der Viskositätssenkung in den Colondigesta. Während das Roxazyme zu fast keiner Senkung der Viskosität in diesem distalen Darmabschnitt im Vergleich zur Kontrollgruppe führt, erwirkt das Monoenzympräparat Ronozyme hingegen eine deutliche Viskositätssenkung.

Die „*in-vitro*“-Studie dieser Dissertation mit Digestaprobe hat gezeigt, dass intestinale Bakterien unterschiedlich auf das Vorhandensein NSP-spaltender Enzyme reagieren. Die Produktion zahlreicher NSP-Fragmente durch das Multienzympräparat aus dem (1,3-1,4)- β -Glucan könnte das bakterielle Wachstum im Jejunum erhöhen, während die Hydrolyse des (1,4)- β -Arabinoxylans durch die (1,4)- β -Arabinoxylanase des Ronozymes das Bakterienwachstum in allen untersuchten Segmenten des Gastrointestinaltraktes zu hemmen scheint.