

Ernährungsphysiologische und leistungsbezogene Effekte einer reinen Xylanase bei wachsenden Schweinen

Dr. Jörg Bartelt und Dr. Mathias Schurz (Cuxhaven)

Einleitung

Hohe Preise für Sojaextraktionsschrot sowie gesetzliche Regelungen zur N-Emission aus der Tierhaltung machen eine Rohproteinreduzierung im Schweinemastfutter zu einem aktuellen Thema in der Fütterung. Neben der bedarfsgerechten Versorgung mit essenziellen Aminosäuren werden dabei durch die ansteigenden Gehalte an bestimmten Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP), welche durch die höheren Getreideanteile in den Futtermischungen bedingt sind, andere Anforderungen an die Rationsgestaltung gestellt.

Als Bestandteil der Zellwand führen die NSP insbesondere

- Arabinoxylane (AX) in Weizen, Roggen, Triticale, Gerste, Hafer;
- β -Glucane in Gerste, Hafer,

über einen Nährstoffeinschluss („Käfigeffekt“) und eine erhöhte Digestiviskosität sowie den damit verbundenen Effekten auf die Chymuspassage, die Morphologie und Histologie sowie die mikrobiellen Gemeinschaften in den verschiedenen Darmabschnitten zu einer verschlechterten Nährstoffresorption und -verwertung (SIMON et al., 2002). Diese negativen Effekte können durch den Einsatz von geeigneten NSP-spaltenden Enzymen reduziert werden.

Neuere Untersuchungen zeigten, dass die Verwendung einer Xylanase bei 30 kg schweren Schweinen zu einer signifikant verbesserten scheinbaren praecaecalen Verdaulichkeit der meisten essenziellen Aminosäuren führte, wenn eine weizenbetonte Versuchsration verfüttert wurde (TORRALLARDONA et al., 2001). Gleichzeitig nahm der Anteil unverdauter proteinhaltiger Weizenzellen verschiedenen Typs in der Ileumdigesta ab.

Obwohl nicht untersucht, könnten auch verringerte Mengen an Aminosäuren endogenen Ursprungs zu dieser verbesserten Verdaulichkeit beigetragen haben. Diesbezüglich beobachteten DÄNICKE und Mitarbeiter (2001) jedoch keine signifikante Beeinflussung des endogenen N-Verlustes am Ileum von 20 kg schweren Schweinen, wenn eine Weizen-Roggen-Ration mit einer Xylanase ergänzt wurde.

Deshalb soll mit den hier beschriebenen Arbeiten unter anderem untersucht werden, ob die Zulage einer reinen Xylanase (ZY68) zu einer verbesserten praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit bei einer Roggen-Weizen-Ration führt und welche Mechanismen dafür verantwortlich sein könnten. Zusätzlich werden Wachstumsversuche mit ZY68 beim Ferkel und Mastschwein vorgestellt.

Material und Methoden

Die ernährungsphysiologischen Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Tierernährung der FU Berlin und dem Kielanowski Institut für Tierphysiologie und Tierernährung in Jablonna (Polen) durchgeführt. Im ersten Versuch wurden 8 und im zweiten Versuch 12 männliche Schweine (mittlere Lebendmasse: 24 bzw.

33 kg) mit einer Post Valve T-Caecum (PVT-C)-Kanüle versehen. Dadurch konnte die Ileumdigesta direkt hinter dem Übergang ins Caecum gesammelt werden. Zusätzlich erhielten die Tiere des 1. Versuches eine duodenale Umleitungskanüle, die eine quantitative Sammlung der duodenalen Digesta ermöglichte.

In beiden Versuchen wurden identische Futtermischungen verwendet, die im wesentlichen aus 55,6 % Roggen, 30 % Weizen sowie 7,3 % Sojaproteinisolat (RP: 13,2 %, ME: 13,4 MJ) der selben Partie bestanden. Ergänzt wurden die Diäten mit kristallinen Aminosäuren (Lys, Met, Thr, Trp), um mindestens 75 % des empfohlenen Bedarfes an scheinbar praecaecal verdaulichen Aminosäuren (RA-DEMACHER et al., 1999) abzusichern. Im Gegensatz zur Kontrolle (ohne Enzym) erhielt die Mischung der Versuchsgruppe eine Enzymzulage von 0,4 g ZY 68/kg. Zur quantitativen Abschätzung der ilealen Digestamenge enthielten alle Mischungen Cr_2O_3 (2,5 g/kg) als unverdaulichen Marker. Nach der Operation wurde die tägliche TS-Aufnahme allmählich bis auf 85,2 g/kg^{0,75} LM¹ (Versuch 1) bzw. 96,1 g/kg^{0,75} LM (Versuch 2) erhöht. Gefüttert wurde zweimal täglich (08:00 und 20:00 Uhr). Unmittelbar vor der Fütterung wurde das Futter mit der 1,3fachen Menge an Wasser vermischt. Zusätzliches Wasser wurden den Tieren nicht angeboten.

Für die Bestimmung des endogenen Stickstoffs im Chymus wurden die Tiere im Versuch 1 zusätzlich mit dem Stabilisotop ¹⁵N markiert. Zu diesem Zweck erhielten die Tiere ab dem 8. Tag nach der Operation (Beginn des Versuches) über einen Zeitraum von 10 Tagen 2,3 g/d ¹⁵N-markierte Bäckerhefen (*Saccharomyces cerevisiae*) mit dem Futter. Die Hefen wurden vorher in einem Fermentor unter Verwendung von [¹⁵N]-Ammoniumsulfat als alleiniger Stickstoffquelle erzeugt. Am 6. und 7. Tag nach der letzten [¹⁵N]-Hefe-Gabe (16. und 17. Versuchstag) wurde über jeweils 12 Stunden die Duodenal- bzw. Ileumkanüle geöffnet und der austretende Darminhalt gesammelt. Aus dem Verhältnis der ¹⁵N-Markierung des Stickstoffs in der Digesta und im Harn (parallel gesammelt) wurde der Anteil des endogenen N am Gesamt-N im Chymus ermittelt. Dabei wurde unterstellt, dass die Markierung im Harn-N identisch ist mit der des Stickstoffs, welcher ins Darmlumen sezerniert wurde. Im Versuch 2 (ohne ¹⁵N-Markierung) wurde ab dem 15. Tag nach der Operation an drei aufeinanderfolgenden Tagen über jeweils 12 Stunden die Ileumdigesta gesammelt.

Die Bestimmung von Rohnährstoffen und Aminosäuren erfolgte nach Standardmethoden. Der ¹⁵N-Überschuss wurde emissionspektrometrisch gemessen. Die Viskosität im Digestaüberstand wurde unter Verwendung eines Kegel-Platten Viskosimeters und die NSP-Monomere nach Säurehydrolyse mittels Anionenaustausch-Chromatographie bestimmt.

Die Daten wurden unter Verwendung des t-Tests (Digestiviskosität, NSP-Verdaulichkeit, Versuch 1) und einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne (TS-; N- und Aminosäurenverdaulichkeit, Versuch 1 und 2, Faktoren: Enzymzulage und Versuch) bzw. mit wiederholenden Mes-

¹ kg^{0,75} LM = metabolische Lebendmasse

sungen (endogener N und N-Verdaulichkeit, Versuch 1, Faktoren: Enzymzulage und Darmabschnitt) ausgewertet.

Die hier dargestellten Leistungsversuche wurden an der Universität Rostock, der Freien Universität Berlin sowie an der Leistungsprüfanstalt Achterwehr (LWK Schleswig-Holstein) durchgeführt. Es wurde jeweils eine Kontrollgruppe mit einer oder mehreren Versuchsgruppen, die Futter mit ZY68 erhielten, verglichen. Die Futtermischungen waren grundsätzlich frei von antibiotischen Leistungsförderern und Probiotika. Tabelle 1 beschreibt den jeweiligen Versuchsaufbau.

Tabelle 1: Anlage der Leistungsversuche mit ZY68

Versuch	SIMON & SCHLAG (1998) und (1999)	HACKL (2000)	MENNERICH (2000)
Tiere	24 Ferkel (8-30 kg LM)	24 Ferkel (7-17 kg LM)	150 Mastschweine (31-100 kg LM)
ZY68 Zulage (g/t)	0, 200	0, 300	0, 100, 200, 300, 400
Wiederholungen pro Behandlung	6	12	30
Haltung	2 pro Box	einzel	15er Gruppen *
Fütterung	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Futter	pelletiert 67% Triticale, 23% SES 18,5% RP 13 g Lysin/kg 13,4 MJ ME/kg	mehlförmig 50% Weizen, 12% Gerste, 14% Triticale, 19% SES 18% RP 12,6 g Lysin/kg 13,6 MJ ME/kg	pelletiert 48 % Weizen, 20 % Gerste, 15 % W-kleie, 7,5 % SES, 6 % RES 15,5 % RP 8,0 g Lysin/kg 13,0 MJ ME/kg

* individuelle Futtermittelverzehrerfassung

Ergebnisse und Diskussion

Anders als im Duodenum führte die Xylanasezulage zu einer deutlichen Abnahme der Viskosität in der flüssigen Phase der Ileumdigesta, die bis zur 9. Stunde nach der Futteraufnahme signifikant war. Gleichzeitig waren die postprandialen Viskositätsänderungen in der Ileumdigesta bei Xylanasezulage weniger stark ausgeprägt als in der Kontrollgruppe (Tab. 2).

Die deutlich reduzierte Viskosität im Ileumchymus deutet auf eine partielle Hydrolyse von löslichen NSP im Dünndarm durch die Xylanase hin. In Übereinstimmung mit diesem Befund wurde auch die praecaecale Verdaulichkeit der löslichen AX (Tab. 3) signifikant verbessert.

Tabelle 3: Praecaecale Verdaulichkeit (%) verschiedener NSP-Fractionen und der NDF (Mittelwert ± SE)

Fraktion	Kontrolle	Enzym ¹⁾	Versuch	P-Werte
Arabinose-Gesamt (n=4)	2,2 ± 0,6	27,8 ± 2,1	1	<0.001
unlöslich	14,7 ± 1,4	34,8 ± 2,1	1	<0.001
löslich	-36,9 ± 2,5	7,7 ± 4,5	1	<0.001
Xylose-Gesamt (n=4)	4,3 ± 0,6	40,7 ± 2,7	1	<0.001
unlöslich	12,1 ± 1,7	39,9 ± 3,7	1	<0.001
löslich	-21,0 ± 6,2	43,1 ± 3,9	1	<0.001
NDF (n=6)	43,7 ± 1,4	52,2 ± 1,6	3	0,003

¹⁾ mit ZY68

Auffällig sind die stark negativen Verdaulichkeiten der löslichen Arabinose und Xylose in der Kontrollgruppe. Es erreichten somit mehr lösliche AX das Ileum als mit dem Futter aufgenommen wurden. Offensichtlich erfolgte bei der mikrobiellen Hydrolyse der NSP im Dünndarm eine Umwandlung von unlöslichen AX in eine lösliche Form. Sofern die löslichen AX dann nicht weiter abgebaut werden, führt dies zu einem Anstieg der Digestivviskosität. Die Zulage des Enzyms bewirkte eine stärkere Hydrolyse der unlöslichen AX (Tab. 3), wodurch der so genannte „Käfigeffekt“ der NSP beseitigt werden kann. Gleichzeitig zeigten die deutlich verbesserten Verdaulichkeiten der löslichen AX bei Xylanase-haltigem Futter eine schnellere Hydrolyse der löslichen AX als deren Neubildung aus dem mikrobiellen und durch ZY68 bedingten Abbau unlöslicher NSP an. Im zweiten Versuch konnten die Ergebnisse der AX-Verdaulichkeit an Hand einer signifikant verbesserten Verdaulichkeit der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) bestätigt werden.

Neben der direkten Enzymwirkung kann die verbesserte NSP-Verdaulichkeit auch durch eine veränderte Bakterienpopulation verursacht worden sein. SIMON und Mitarbeiter (2002) zeigten, dass durch den Xylanasezusatz eine Bakterienpopulation im Dünndarm gefördert wurde, die zu einer energetischen Nutzung der AX in der Lage war.

Die praecaecale Trockensubstanzverdaulichkeit wurde in beiden Versuchen durch ZY68 signifikant um 3 bis 4 Prozentpunkte verbessert (Tab. 4). Im Gegensatz dazu war die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit am Ende des Dünndarms nicht beeinflusst worden. Bei den Aminosäuren wurden in der Versuchsgruppe für Arginin, Histidin, Isoleucin, Methionin, Cystein, Phenylalanin, Valin, Glutaminsäure, Glycin und Tyrosin signifikant höhere Verdaulichkeiten ermittelt als in der Kontrollgruppe. Im Mittel beider Versuche verbesserte sich die Verdaulichkeit der Aminosäuren signifikant um 1,7 %-Punkte. Methodisch

Tabelle 2: Digestivviskosität [mPas] in Abhängigkeit von der Diät und Zeit - Versuch 1 (Mittelwert ± SE, n = 4)

Diät	Duodenum	Ileum			
	(0 - 12 h)	0 - 3 h	3 - 6 h	6 - 9 h	9 - 12 h
Kontrolle	1,52 ± 0,05	5,09 ± 1,11	11,79 ± 2,67	13,38 ± 2,66	12,91 ± 7,34
Enzym ¹⁾	1,41 ± 0,04	2,06 ± 0,36	3,18 ± 0,44	4,96 ± 1,33	2,82 ± 0,56
P-Werte	0,132	0,040	0,019	0,030	0,263

¹⁾ mit ZY68

Tabelle 4: Scheinbare praecaecale Verdaulichkeit (%) von TS-, RP- und Aminosäuren (Mittelwert ± SE)

	Kontrolle		Enzym ¹⁾		ANOVA (P-Wert)	GxV	
	Versuch 1 (n=4)	Versuch 2 (n=6)	Versuch 1 (n=4)	Versuch 2 (n=6)			Gruppe (G)
TS	69,5 ± 0,99	70,9 ± 0,53	73,9 ± 1,27	73,5 ± 0,47	<0,001	0,559	0,264
RP	76,3 ± 0,80	77,7 ± 0,39	77,6 ± 2,11	78,6 ± 0,87	0,314	0,285	0,860
Arg	83,8 ± 0,65	86,2 ± 0,13	86,2 ± 0,98	87,6 ± 0,49	0,004	0,005	0,370
His	79,8 ± 0,86	82,0 ± 0,42	82,6 ± 1,12	83,3 ± 0,61	0,016	0,075	0,319
Ile	78,3 ± 0,59	79,8 ± 0,45	81,5 ± 1,17	80,4 ± 0,82	0,031	0,782	0,114
Leu	79,8 ± 0,73	77,9 ± 0,41	82,6 ± 1,12	78,1 ± 0,92	0,094	0,001	0,140
Lys	81,8 ± 0,73	84,1 ± 0,83	84,3 ± 1,35	84,3 ± 0,58	0,145	0,214	0,207
Met	82,8 ± 0,84	84,7 ± 0,34	85,6 ± 1,20	85,4 ± 0,57	0,027	0,253	0,150
Cys	72,5 ± 1,16	73,7 ± 0,71	77,3 ± 1,40	74,4 ± 1,12	0,023	0,447	0,076
Phe	82,7 ± 0,59	83,5 ± 0,19	85,4 ± 0,90	84,3 ± 0,55	0,006	0,766	0,125
Thr	73,3 ± 0,93	74,7 ± 0,48	77,0 ± 1,64	75,1 ± 1,11	0,077	0,832	0,128
Trp	75,8 ± 1,19	75,6 ± 0,56	79,5 ± 1,44	75,9 ± 1,07	0,074	0,085	0,127
Val	74,6 ± 0,85	76,7 ± 0,38	78,0 ± 1,47	77,5 ± 0,91	0,034	0,381	0,169
Ala	69,0 ± 0,77	70,3 ± 0,90	72,9 ± 1,93	71,0 ± 1,22	0,085	0,824	0,221
Asp	77,8 ± 0,86	78,0 ± 0,74	80,7 ± 1,69	78,2 ± 0,95	0,157	0,280	0,226
Glu	88,5 ± 0,46	89,2 ± 0,14	90,1 ± 0,74	89,7 ± 0,35	0,021	0,640	0,179
Gly	61,6 ± 1,75	62,8 ± 1,33	66,5 ± 1,87	66,3 ± 2,02	0,036	0,802	0,709
Pro	82,6 ± 1,16	84,1 ± 0,31	84,7 ± 1,68	85,0 ± 0,58	0,108	0,311	0,490
Ser	77,5 ± 0,90	78,7 ± 0,43	80,7 ± 1,35	79,5 ± 1,09	0,054	0,980	0,245
Tyr	72,0 ± 1,14	83,6 ± 0,39	76,1 ± 1,91	84,0 ± 0,78	0,050	<0,001	0,096
AS ²⁾	79,9 ± 0,71	81,3 ± 0,31	82,7 ± 1,25	82,0 ± 0,76	0,034	0,691	0,192

¹⁾ mit ZY68 ²⁾ AS gesamt

Tabelle 5: Endogener N und Stickstoffverdaulichkeit im Dünndarm im Versuch 1 (Mittelwert ± SE)

Abschnitt	Gruppe	Endogener Stickstoff		Stickstoffverdaulichkeit (%)	
		(mg/kg LM ^{0,75} /12 h ⁻¹)	(% d. Ges.-N)	scheinbar	wahr
Duodenum	Kontrolle	313,2 ± 22,9	27,2 ± 1,8	-15,6 ± 5,2	15,8 ± 4,7
	Enzym ¹⁾	276,0 ± 27,4	23,8 ± 2,3	-16,7 ± 0,5	11,1 ± 2,9
Ileum	Kontrolle	164,3 ± 8,8	69,3 ± 1,9	76,3 ± 0,8	92,8 ± 0,4
	Enzym ¹⁾	150,0 ± 24,5	66,5 ± 3,8	77,6 ± 2,1	92,7 ± 0,4
ANOVA (P-Werte)					
Gruppe		0,363	0,340	0,979	0,441
Abschnitt		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gruppe x Abschnitt		0,529	0,914	0,692	0,419

¹⁾ mit ZY68

bedeutsam war der Befund, dass lediglich beim Arg, Leu und Tyr signifikante Unterschiede zwischen beiden Versuchen beobachtet wurden. Es bestanden aber keine signifikanten Diät x Versuch Interaktionen. Daraus kann geschlossen werden, dass die unterschiedlichen Versuchsbedingungen (Tiere mit duodenaler Umleitungskanüle und PVTC-Kanüle im Versuch 1 bzw. nur mit PVTC-Kanüle im Versuch 2) sowie die Dauer der Sammelperiode (1 x 12 h im Versuch 1 bzw. 3 x 12 h im Versuch 2) nur einen geringen Einfluss auf die ermittelten Verdaulichkeitswerte ausübten.

Die Xylanasezulage beeinflusste die endogenen N-Mengen sowie die scheinbare und wahre N-Verdaulichkeit am Anfang und Ende des Dünndarms nicht (Tab. 5). Die negativen scheinbaren N-Verdaulichkeiten am Duodenum resultierten zum einen aus der endogenen Stickstoffsekretion über den Pankreas und die Galle und zum anderen aus der geringen N-Resorption bis zum Beginn des Dünndarms.

Vom gesamten Stickstoff der duodenalen Digesta stammten etwa 25 % aus endogenen Quellen. Dieser Anteil erhöhte sich auf etwa 68 % im Ileumchymus. Ein Einfluss der Enzymzulage war ebenfalls nicht nachweisbar.

Die geringe Wirkung der Xylanasezulage auf den endogenen N in der Dünndarmdigesta resultiert zum Teil aus dem geringen Einfluss, den die löslichen AX in der verwendeten Roggen-Weizen-Mischung über eine Viskositätserhöhung auf die spezifischen endogenen N-Verluste am Ileum von wachsenden Schweinen hatten (BARTTEL et al., 2002). Obwohl es in der Literatur Anzeichen dafür gibt, dass unlösliche NSP im Getreide den endogenen N in der Ileumdigesta von Schweinen erhöhen können (SCHULZE et al., 1995, LETERME et al., 2000, JONDREVILLE et al., 2001), war im vorliegenden Versuch der erhöhte Abbau unlöslicher AX durch die Xylanasezulage ohne Einfluss auf den endogenen N-Verlust am Ileum. Daraus kann geschlossen werden, dass die nach Xylanasezulage beobachtete Verbesserung der scheinbaren

praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit nur in geringem Umfang auf einer Reduzierung endogener Aminosäurenmengen in der Ileumdigesta basiert, sondern vielmehr auf die Reduzierung des „Käfigeffektes“ unlöslicher AX zurückzuführen ist. Andererseits sollte jedoch berücksichtigt werden, dass mit der verwendeten ¹⁵N-Isotopentechnik nur der gesamte endogene N erfasst wird und eine Differenzierung in Amino-, Harnstoff- und Ammoniak-N nicht möglich ist. Veränderungen in der Zusammensetzung des endogenen N könnten ebenfalls zu einer verbesserten scheinbaren praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit geführt haben. So deuten die signifikant bzw. tendenziell verbesserten Verdaulichkeiten für Glycin, Threonin und Prolin eine Verringerung des Muzinanteils im Ileumchymus nach Xylanasezusatz an, da diese Aminosäuren relativ reichlich in den Glykoproteinen des Darmschleims enthalten sind.

Fütterungsversuche

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse zweier Ferkelfütterungsversuche mit Triticale-reichen Rationen, die im Rahmen eines Projektes zum Vergleich der Fütterungseignung von Weizen und Triticale durchgeführt wurden. Eine Zulage von ZY68 führte in beiden Versuchen zu einer deutlichen Erhöhung der Lebendmassezunahme. Im Test von 1998 war die Futtermittelaufnahme kaum beeinflusst und die Futterverwertung um 7 % verbessert (in den ersten 14 Tagen des Versuchs signifikant). Im Versuch von 1999 dagegen waren die besseren Zunahmen mit einem Verzehrsanstieg verbunden. In beiden Versuchen wurde die Viskosität des Darminhaltes durch die Xylanase signifikant reduziert. Eine Erklärung der unterschiedlich gerichteten Enzymeffekte auf Basis der eingesetzten Triticalequalität (speziell der Extraktviskosität) ist damit nicht möglich. Das Auftreten von Durchfall (hier definiert als Ausscheidung von flüssigem Kot über mehr als 2 Tage) war in der Enzymgruppe deutlich verringert (12 Fälle in Kontrolle, 1 Fall in Enzymgruppe).

Tabelle 6: Wirksamkeit von ZY68 in der Ferkelaufzucht (SIMON & SCHLAG, 1998, 1999)

Ver- such	ZY68 (g/t)	Futter- aufnahme (kg/Tier) (relativ)	Lebendmasse- zunahme (kg/Tier) (relativ)	Futter- aufwand (kg/kg) (relativ)
1998	0	34,66	100	1,62
	200	34,78	108	1,50
1999	0	32,73	100	1,72
	200	35,94	110	1,79

Teilweise wird die Meinung vertreten, dass Gersteanteile im Ferkelfutter den Einsatz einer β -Glucanase erforderlich machen. Gerste ist jedoch bekanntermaßen eine hervorragende Komponente für Ferkelmischungen und wird besonders auf Grund ihres Faseranteils gerne eingesetzt. Das für Broilerküken problematische β -Glucan scheint beim Ferkel keine negativen Auswirkungen zu haben, was auf einen signifikanten Abbau durch darmeigene Lactobacillen zurückgeführt werden kann (JONSSON und HEMMINGSSON, 1991). Entsprechend müsste eine reine Xylanase auch in gerstehaltigen Ferkelmischungen mit Erfolg eingesetzt werden können.

In einem weiteren Fütterungsversuch, der an der Universität Rostock durchgeführt wurde, stellten Weizen und

Gerste die Hauptkomponenten des Futters dar. Die Zulage der reinen Xylanase führte zu einer um 12 % erhöhten täglichen Lebendmassezunahme. Infolge der unwesentlich beeinflussten Futtermittelaufnahme verbesserte sich der Futteraufwand in der Enzymgruppe signifikant um 12 % (Tab. 7). Eine subjektive Kotbonitur zeigte ebenfalls einen positiven Effekt der Enzymzulage auf die Kotkonsistenz. Die Durchfallhäufigkeit war verringert. Hier zeigen sich Parallelen zu den Versuchen von SIMON und SCHLAG. Ein Zusammenhang mit der Viskositäts-reduzierenden Wirkung der Xylanase und deren Einfluss auf Digestapassage und Darmmikroflora ist denkbar.

Tabelle 7: Wirksamkeit von ZY68 in der Ferkelaufzucht (HACKL, 2000)

ZY68 (g/t)	Futter- aufnahme (g/d) (relativ)	Lebendmasse- zunahme (g/d) (relativ)	Futteraufwand (kg/kg) (relativ)
0	624 ± 110	100	2,54 ± 0,31 ^a
300	611 ± 87	98	2,23 ± 0,26 ^b

^{a,b} unterschiedlichen Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede an (P<0,05)

An der Leistungsprüfanstalt Achterwehr wurden verschiedene ZY68-Dosierungen bei Mastschweinen getestet. Die Tiere erhielten über die gesamte Mastperiode ein Universalmastfutter mit Weizen als Hauptkomponente. In Tabelle 8 sind die Ergebnisse dieses Fütterungsversuches dargestellt. Insbesondere in der Vormast war ein dosisabhängiger Effekt der Enzymzulage auf die Lebendmassezunahme zu beobachten, die signifikant um 13 bis 22 % gegenüber der Kontrollgruppe verbessert war. Parallel dazu verringerte sich der Futteraufwand signifikant um bis zu 14 %. Diese Effekte waren auch am Ende der Mastperiode für die Lebendmassezunahme noch signifikant. Der Futteraufwand wurde dagegen nur noch geringfügig beeinflusst. Die höchste Dosierung von 400 g/t führte zu keiner weiteren Verbesserung der Zunahmen gegenüber der Dosierung von 300 g/t, erzielte jedoch das beste Ergebnis im Parameter Futteraufwand.

Tabelle 8: Wirksamkeit von ZY68 in der Schweinemast (MANNERICH, 2000)

ZY 68 (g/t)	0	100	200	300	400
Anfangsmast (bis 60 kg)					
Lebendmasse- zunahme (g/d) relativ	622 ^b 100	700 ^{ab} 113	739 ^a 119	753 ^a 121	756 ^a 122
Futteraufwand (kg/kg) relativ	2,84 ^a 100	2,56 ^b 90	2,79 ^a 98	2,56 ^{bc} 90	2,45 ^c 86
Gesamtmast (31 - 100 kg)					
Lebendmasse- zunahme (g/d) relativ	752 ^c 100	773 ^{bc} 103	799 ^{ab} 106	828 ^a 110	820 ^a 109
Futteraufwand (kg/kg) relativ	2,90 ^b 100	2,86 ^{bc} 99	3,02 ^a 104	2,90 ^b 100	2,79 ^c 96

^{a,b} unterschiedlichen Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede an (P<0,05)

Fazit

Die vorgestellten Untersuchungen zeigen, dass die reine Xylanase ZY68 durch die Hydrolyse von löslichen und unlöslichen AX die Nährstoffresorption und -verwertung verbessern kann. Die bei einer rohproteinreduzierten Ration mit einem hohen Weizen- und Roggenanteil nachgewiesene Verbesserung der scheinbaren Aminosäurenverdaulichkeit basierte nicht auf einer messbaren Reduzierung der endogenen N-Sekretion und stand nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Enzym-bedingten Senkung der Digestaviskosität. Entsprechend scheint der Aminosäureeffekt der Xylanase nicht ausschließlich auf Rationen mit hohen Gehalten an löslichen AX (z. B. Roggen) begrenzt zu sein. Die verbesserte Nährstoffresorption und -verwertung kann sowohl beim Ferkel als auch beim Mastschwein zu deutlich verbesserten Mastleistungen führen.

Literatur

- BARTELT, J., A. JADAMUS, F. WIESE, E. SWIECH, L. BURACZEWSKA, O. SIMON, (2002): Apparent precaecal 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
- DÄNICKE, S., H. KLUGE, G. DUSEL, H. JEROCH (2001): Endogenous N-losses in piglets estimated by a [¹⁵N]-isotope dilution technique: Effect of xylanase addition to a wheat and rye based diet. Arch. Anim. Nutr. 54, 209-223
- HACKL, W. (2000): Versuchsbericht LAH-122
- JONDREVILLE, C., J. VAN DEN BROECKE, F. GÄTEL, F. GROSJEAN, S. VAN CAUWENBERGHE, B. SÈVE (2001): Ileal digestibility of amino acids and estimates of endogenous amino acid losses in pigs fed wheat, triticale, rye, barley, maize and sorghum. Anim. Res. 50, 119-134
- JONSSON, E., S. HEMMINGSSON (1991): Establishment in the piglet gut of lactobacilli capable of degrading mixed-linked β -glucans. J. of Appl. Bacteriology 70, 512-516
- LETERME, P., W.-B. SOUFFRANT, A. THÉWIS (2000): Effect of barley fibres and barley intake on the ileal endogenous nitrogen losses in piglets. J. Cereal Sci. 31, 229-239
- MENNERICH, D. (2000): Versuchsbericht LAH-121
- RADEMACHER, M., W.C. SAUER, A.J.M. JANSMAN (1999): Standardisierte ileale Verdaulichkeit von Aminosäuren für Schweine. Das neue System. Degussa-Hüls AG
- SCHULZE, H., P. VAN LEEUWEN, M.W.A. VERSTEGEN, J.W.O. VAN DEN BERG (1995): Dietary level and source of neutral detergent fiber and ileal endogenous nitrogen flow in pigs. J. Anim. Sci. 73, 441-448
- SIMON, O., A. SCHLAG (1998): VERSUCHSBERICHT LAH-113
- SIMON, O., K. HÜBENER, K. HIRSCH, L. BECKMANN, W. VAHJEN (2002): Einfluss von Xylanasen auf die Darmflora. Lohmann Information Heft 1, 3-7
- TORRALLARDONA, D., J.E. NIELSEN, J. BRUFAU (2001): Apparent ileal digestibility of protein and amino acids in wheat supplemented with enzymes for growing pigs. In: Lindberg, J.E. and Ogle, B. (Eds.) Digestive Physiology of Pigs. Proc. 8th Symp., CABI Publishing, pp. 184-186

Anschrift der Verfasser:

Dr. Jörg Bartelt
Dr. Mathias Schurz
Heinz-Lohmann-Straße 4
27472 Cuxhaven

E-Mail: Mathias.Schurz@lah.de
E-Mail: Joerg.Bartelt@lah.de