



Enzymzusätze - eine Alternative zu AML im Futter beim Broiler?

Giuseppe BEE, Ruth MESSIKOMMER und Caspar WENK, Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Wechselwirkungen zwischen einem Enzympräparat und einem Fütterungsantibiotikum auf die Wachstums- und Stoffwechsellparameter bei Broilern zu untersuchen. Das Enzympräparat Bio-Feed Beta CT und das Antibiotikum Zinkbacitracin hatten in der ersten Wachstumsperiode (Tag 7 bis 21) eine positive Wirkung auf die Energieverwertung. Das Enzympräparat verbesserte zudem in diesem Mastabschnitt die Tageszunahmen, die Futterverwertung und die Stickstoffverwertung.

Antimikrobielle Leistungsförderer (AML) haben ihren Wirkungsort im Verdauungstrakt. Sie können selektiv unerwünschte Mikroorganismen verdrängen und damit negative Einflüsse auf die Verdauungsvorgänge reduzieren (François und Michel 1968; Buttery 1995). Dies kann eine verbesserte Nährstoffverwertung im Verdauungstrakt zur Folge haben. Zudem sind morphologische Veränderungen der Darmschleimhaut beschrieben worden, die eine vereinfachte Absorption der Nährstoffe erklären können.

Tab. 1. Futterkomponenten (g/kg) und berechneter Nährstoffgehalt der Grundration

Komponenten	
Gerste	400,0
Mais	181,2
Sojaschrot (43 % Rohprotein)	280,0
Fischmehl (70/72 % Rohprotein)	28,0
Fleischknochenmehl	30,6
Fett	55,0
DL-Methionin	2,2
Lysin HCl	1,0
Kalzium-Carbonat	5,0
Natrium-Bicarbonat	0,8
Natrium-Chlorid	1,0
Prämix ¹	5,0
Celite ²	10,2
Berechnete Gehalte (lufttrocken)	
UE (MJ/kg)	12,5
Rohprotein (g/kg)	210,5
Methionin (g/kg)	5,6
Lysin (g/kg)	12,6
Kalzium (g/kg)	8,4
Phosphor (g/kg)	6,4

¹ Ein Kilogramm Futter enthält: Vitamin A (10000 IU); Vitamin D3 (2500 IU); Vitamin E (30 mg); Vitamin K3 (2,5 mg); Vitamin B1 (1 mg); Vitamin B2 (3,5 mg); Vitamin B6 (4 mg); Vitamin B12 (0,015 mg); Biotin (0,1 mg); Calciumpantothemat (20 mg); I (0,5 mg); Se (0,15 mg); Niacin (30 mg); Folsäure (0,5 mg); Choline (100 mg); Bethaine (100 mg); Cu (5 mg); Fe (20 mg); Zn (35 mg); Mn (80 mg); Lasalocid (90 mg)

² Celite 545 wurde als Indikator eingesetzt

Auch Enzyme haben ihren Wirkungsort im Verdauungstrakt (Wenk 1993). Sie beeinflussen in erster Linie den Abbau der Nahrung zu kleinen Bausteinen wie Monosacchariden oder Aminosäuren. Dadurch nimmt beim Geflügel die Viskosität des Nahrungsbreis ab (Teitge *et al.* 1991; Salih *et al.* 1991; Bedford und Classen 1992; Almirall und Esteve 1994) und die Absorbierbarkeit der Monomere zu. Enzyme können auch indirekt einen Einfluss auf die Mikroflora ausüben, indem durch den beschleunigten Nährstoffabbau weniger Nährstoffe für die Mikroorganismen zur Verfügung stehen. Eine direkte Wirkung der Enzyme auf die Mikroflora im Verdauungstrakt ist kaum zu erwarten. Antimikrobielle Zusatzstoffe und Enzyme wirken somit unabhängig voneinander im Verdauungstrakt der Nutztiere und können sich kaum gegenseitig ersetzen. Es ist aber noch weitgehend ungeklärt, ob sich Futterantibiotika und Futterenzyme in ihrer Wirkung ergänzen oder durch deren Kombination die Verdauungsvorgänge negativ beeinflusst werden. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, mögliche Wirkstoffinteraktionen aufzu-

zeigen, nachdem bis heute nur wenige und zum Teil widersprüchliche Ergebnisse vorliegen (Birzer *et al.* 1991; Vranjes und Wenk 1995; Hock *et al.* 1997).

Versuchsfutter und Tiere

Der Versuch wurde entsprechend einem 2x 2 faktoriellen Design angelegt (+/- Antibiotikum; +/- Enzympräparat). Die Broiler wurden ab der zweiten Lebenswoche entweder mit einer Grundration (K) (Tab. 1), der Grundration supplementiert mit einem Antibiotikum (A), der Grundration supplementiert mit einem Enzympräparat (E) oder der Grundration supplementiert mit Antibiotikum und Enzympräparat (AE) gefüttert. Das Antibiotikum (Zinkbacitracin¹) und das Enzympräparat (Bio-Feed Beta CT²) wurden gemäss praxisüblicher Dosierung und entsprechend den Empfehlungen des Herstellers für gerstenreiche Diäten in einer Konzentration von 50 ppm beziehungsweise 400 ppm den Rationen beige-mischt. Die Zusammensetzung sowie der Nährstoffgehalt der Versuchsdiäten sind in Tabelle 2 aufgeführt. Grosse Sorgfalt wurde auf die Herstellung des Versuchsfutters verwendet, um zu hohe thermische Belastungen der Futterzusätze durch den Pelletiervorgang zu verhindern. Die Futtermischungen wurden durch die Zufuhr von Dampf auf durchschnittlich 40,8 ± 4,7 °C (n = 48) vorgewärmt und anschliessend bei

¹ Albac 15% von Apothekernes

² Bio-Feed Beta CT von Novo Nordisk

Tab. 2. Nährstoff- und Energiegehalt der Versuchsdiäten

Varianten		K	A	E	AE
Antibiotikum ¹		-	50	-	50
Enzym ²		-	-	400	400
Trockensubstanz	g/kg	898	903	901	902
in der Trockensubstanz:					
Rohasche	g/kg	72	72	73	71
Organische Substanz	g/kg	928	928	927	929
Rohprotein	g/kg	242	240	242	242
Rohfaser	g/kg	45	45	44	46
Soxhletfett	g/kg	81	80	83	81
Bruttoenergie	MJ/kg	19,50	19,54	19,59	19,57

¹ 50 ppm Zinkbacitracin

² 400 ppm Bio-Feed Beta CT (mit hoher β-Glucanase-, Amylase-, Pentosanase- und Hemicellulaseaktivität)

einer Temperatur von durchschnittlich $60,1 \pm 1,3$ °C ($n = 48$) und einem Druck von 1,2 bar pelletiert. Bei der Futterherstellung wurden pro Zulagevariante zehn Stichproben gezogen, um die Konzentration sowie die Aktivität der beiden Futterzusatzstoffe zu bestimmen. Der nahezu vollständige Nachweis von Zinkbacitracin (Variante A: $46,8 \pm 3,2$ ppm; Variante AE: $50,5 \pm 3,3$ ppm) ist ein Hinweis darauf, dass die Wirkung des Antibiotikums durch den Pelletiervorgang kaum beeinträchtigt wurde. Die durchschnittliche Aktivität des Enzympräparates hingegen variierte zwischen den einzelnen untersuchten Futterproben stärker (Variante E: 236 ± 42 FXU/kg; Variante AE: 264 ± 49 FXU/kg). Die Variation liegt gemäss Hersteller darin begründet, dass eine exakte Bestimmung der Enzymaktivität in Futterproben aufgrund der Analytik derzeit noch mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Wachstumsleistung

Der tägliche Futterverzehr wurde weder durch die Antibiotikumzulage noch durch das Enzympräparat beeinflusst (Tab. 3). Hingegen konnte in der ersten Versuchsperiode (Tag 7 bis 21) ein signifikant positiver Effekt der Enzymzulage auf die durchschnittlichen Tageszunahmen (TZ) und die Futterverwertung (FV) festgestellt werden. Die Tiere der Varianten E und AE wiesen um bis zu 11 % höhere TZ und eine um 7 % bessere FV auf gegenüber denjenigen der Varianten K und A (Abb. 1 bzw. 2). In der zweiten Versuchsperiode (Tag 21 bis 42) sowie über die gesamte Mastzeit konnten diese Effekte nicht nachgewiesen werden. Die Antibiotikumzulage hatte keinen Einfluss auf diese Parameter.

Unsere Ergebnisse hinsichtlich der Wirkung von Zinkbacitracin auf die Wachstumsparameter decken sich mit jenen von Vranjes und Wenk (1995) und Elwinger und Teglöf (1991), die mit verschiedenen anderen Fütterungsantibiotika ebenfalls keine positive Wirkung nachweisen konnten. Im Gegensatz dazu wurden in anderen Untersuchungen nachhaltige positive Wirkungen von Antibiotikapräparaten auf die Wachstumsleistung und Futterverwertung beschrieben (Bartov 1992; Miles *et al.* 1996). Diese widersprüchlichen Ergebnisse könnten auf Unterschiede in der Leistungshöhe oder in den hygienischen Bedingungen zurückzuführen sein. Es ist schon seit langem bekannt, dass unter unzureichenden hygienischen Bedingungen antimikrobielle Wirkstoffe bessere wach-

Versuchsdurchführung

In zwei Versuchsdurchgängen wurden je 84 Ross-Küken eingestallt, die nach einwöchiger Angewöhnung auf die vier Varianten (drei Käfige mit je sieben Tieren) verteilt wurden. Die beiden Versuchsdurchgänge erfolgten zeitlich nacheinander, waren aber in der Versuchsanlage identisch. Die Ergebnisse des Wachstumsversuches und der Stoffwechseluntersuchungen beider Durchgänge wurden gemeinsam ausgewertet und als ein einziger Versuch dargestellt. Futter und Wasser standen den Tieren zur freien Verfügung. Das Lebendgewicht sowie der Futterverzehr wurden von der zweiten bis sechsten Lebenswoche einmal wöchentlich, der Wasserverbrauch während vier Tagen pro Woche für jeden Käfig einzeln erfasst.

Stoffwechseluntersuchungen

In der dritten und fünften Lebenswoche wurden während dreier aufeinanderfolgender Tage von jedem Käfig Exkreme gesammelt und anschliessend bis zur Analyse bei -20 °C aufbewahrt. Vor der weiteren Aufarbeitung wurden die gefrorenen Proben über Nacht aufgetaut, anschliessend homogenisiert und ein Teil davon zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes verwendet. Das restliche Probenmaterial wurde bei 60 °C während 48 Std. getrocknet und anschliessend mit einer Ultrazentrifugalmühle gemahlen (0,5 mm). Die beiden dreitägigen Sammelperioden wurden getrennt analysiert. Die Energieverwertung [u(E)] und Stickstoffverwertung wurden nach der von Prabucki *et al.* (1975) beschriebenen Indikatormethode bestimmt. Als Indikator wurde in den Versuchsmischungen 1 % Celite 545 eingesetzt, um den Gehalt an 4 N HCl unlöslicher Asche zu erhöhen.

Chemische Analysen

Die Bestimmung des Trockensubstanz- und Stickstoffgehaltes wurde gemäss den Methodenvorschriften der AOAC (1990) durchgeführt. Der Bruttoenergie- und Stickstoffgehalt im Futter und in den Exkrementen wurde mit einem anisothermen Bombenkalorimeter, System C 700 T (IKA Analysentechnik GmbH; Heitersheim, BRD) beziehungsweise einer automatischen Büchi 321 und 323 Destillations-einheit (Büchi Laboratoriums Technik AG, CH-Flawil) bestimmt.

Statistische Analyse

Die Ergebnisse der Versuchsabschnitte Tag 7 bis 21, Tag 21 bis 42 und über die gesamte Dauer des Wachstumsversuches (Tag 7 bis 42) sowie der Sammelperioden 1 und 2 der Stoffwechseluntersuchungen wurden getrennt mittels der zweifaktoriellen Varianzanalyse (SAS 1996) ausgewertet. Das Antibiotikum sowie das Enzympräparat und die Interaktion zwischen den beiden Zulagen wurden im Modell als fixe Faktoren und der Versuchsdurchgang als Block eingesetzt. Die multiplen Mittelwertvergleiche wurden mittels Bonferroni-Test durchgeführt. In den entsprechenden Graphiken weisen ungleiche Indizes innerhalb von Perioden auf Unterschiede zwischen den betreffenden Mittelwerten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ hin.

Tab. 3. Mastleistungsparameter der Broiler (faktorielle Mittelwerte)

	Antibiotikum (A) ¹		Enzympräparat (E) ²		p-Werte der Effekte				
	-	+	-	+	A	E	A x E		
Tageszuwachs (g)									
Tag	7 - 21		45	46	44	48	,4457	,0033	,7125
	21 - 42		66	66	68	64	,9178	,2355	,5397
	7 - 42		58	58	58	58	,9149	,8340	,6443
Täglicher Futterverzehr (g)									
Tag	7 - 21		66	66	64	68	,7274	,0867	,8687
	21 - 42		140	138	141	137	,5277	,4119	,9843
	7 - 42		111	109	110	109	,6328	,7438	,9561
Futterverwertung (kg/kg)									
Tag	7 - 21		1,45	1,44	1,48	1,41	,3262	,0001	,1618
	21 - 42		2,13	2,10	2,09	2,14	,6623	,2229	,3082
	7 - 42		1,91	1,88	1,90	1,9	,3397	,8300	,4879
Wasserverbrauch (ml/Tag)									
			203	204	209	197	,8663	,0575	,0684
	(ml/g Futter)		1,8	1,9	1,9	1,8	,4880	,0714	,0507

¹ 50 ppm Zinkbacitracin

² 400 ppm Bio-Feed Beta CT (mit hoher β -Glucanase-, Amylase-, Pentosanase- und Hemicellulaseaktivität)

tumsfördernde Effekte erzielen als unter guten (Libby und Schaible 1955). Die mikrobielle Belastung in unseren Versuchsstallungen dürfte aufgrund der ge-

ringen Tierzahl und des hohen Hygiene-standards als sehr gering eingestuft werden und somit den Umstand erklären, weshalb die Antibiotikumzulage keine Lei-

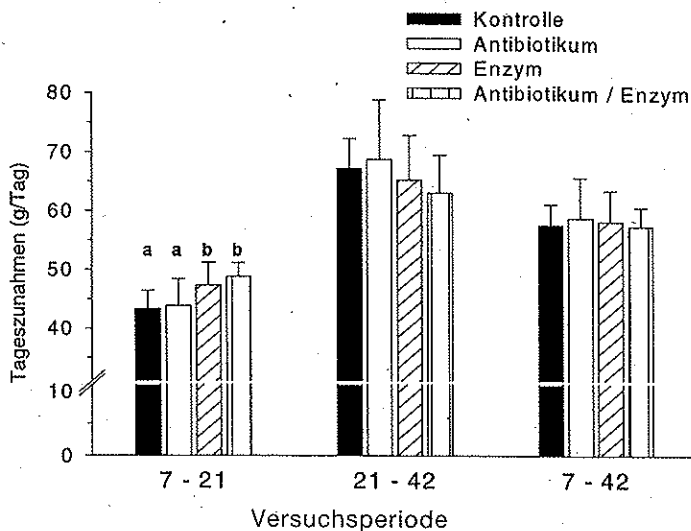


Abb. 1. Einfluss der Versuchsdiäten auf die Tageszunahmen von Broilern, getrennt für zwei Abschnitte der Mastperiode (Tag 7 - 21 und Tag 21 - 42) sowie für die ganze Mastperiode (Tag 7 - 42). Unterschiedliche Indizes zwischen den Versuchsvarianten innerhalb von Versuchsperioden weisen auf signifikante Unterschiede mit $p < 0,05$ hin.

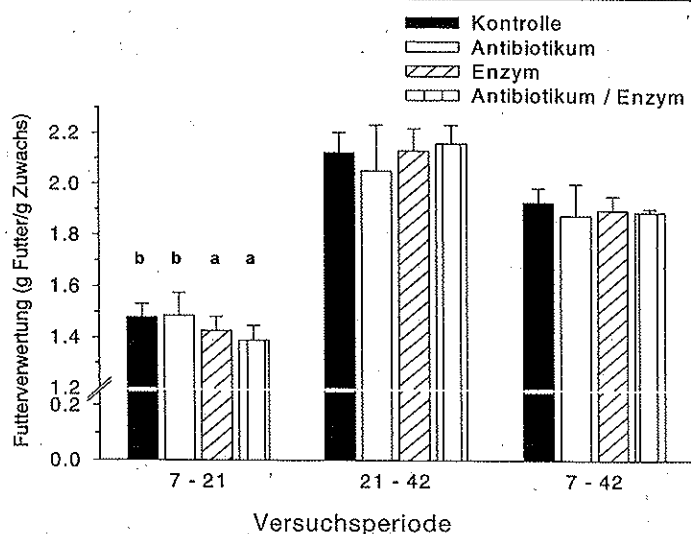


Abb. 2. Einfluss der Versuchsdiäten auf die Futterverwertung von Broilern, getrennt für zwei Abschnitte der Mastperiode (Tag 7-21 und Tag 21-42) sowie für die ganze Mastperiode (Tag 7-42). Unterschiedliche Indizes zwischen den Versuchsvarianten innerhalb von Versuchsperioden weisen auf signifikante Unterschiede mit $p < 0,05$ hin.

stungsverbesserung erbrachte. Es traten für die untersuchten Parameter der Wachstumsleistung keine signifikanten Interaktionen zwischen den beiden Zulagen auf. Dies bedeutet, dass das Antibiotikum die Wirkung des Enzympräparates auf die TZ und FV im ersten Wachstumsabschnitt nicht beeinträchtigt hat. Dies steht im Gegensatz zu anderen Untersuchungen, in welchen Antibiotikazulagen die Wirkung der Enzympräparate einschränkten. (Elwinger und Teglöf 1991). Der tägliche Wasserverbrauch beziehungsweise der Wasserverbrauch pro g Futterverzehr war in den Enzymvarianten geringer ($p = 0,0575$ bzw. $p = 0,0714$) als in den Nicht-Enzymvarianten, wobei die Tiere der Variante AE einen tendenziell geringeren Wasserverbrauch aufwiesen als jene der Variante E. Der Trockensubstanzgehalt der Exkremente aus den Varianten K und A war tendenziell tiefer als jener der Exkremente aus der Variante AE

(Abb. 3). Entsprechend den Ergebnissen von Vranjes und Wenk (1995) war das Wasserbindungsvermögen des Speisebreis durch den Einsatz von Enzympräparaten reduziert.

Energie- und Stickstoffverwertung

Die Zulage des Antibiotikums sowie des Enzympräparates hatte in der ersten Sammelperiode einen positiven Effekt ($p < 0,05$) auf die Umsetzbarkeit der Energie (Tab. 4). Die Interaktion zwischen den beiden Zulagen war signifikant. Die Energieverwertung der Tiere der Variante E war signifikant um 0,15 Einheiten höher ($p < 0,05$) als jene der Tiere der Varianten K und A (Abb. 4). Die Kombination der beiden Zulagen (Variante AE) erbrachte zusätzlich eine deutliche Verbesserung der Umsetzbarkeit der Energie gegenüber der Enzymvariante (E). Aus den vorliegenden Ergebnissen kann jedoch nicht auf eine additive Wirkung der Zulagen geschlossen werden, da die Antibiotikumvariante (A) gegenüber der Kontrollvariante

(K) keinen Effekt zeigte. In der zweiten Sammelperiode konnte kein Einfluss der Zulagen hinsichtlich der Energieverwertung festgestellt werden.

Die Stickstoffverwertung wurde durch die Antibiotikumzulage nicht signifikant beeinflusst (Tab. 4). Im Gegensatz dazu konnte eine deutliche Verbesserung der Stickstoffverwertung in der ersten Sammelperiode durch die Enzymzulage erreicht werden. Die Interaktion zwischen den beiden Zulagen war knapp nicht signifikant ($p < 0,0839$). Die Tiere der Varianten E und AE wiesen eine höhere Stickstoffverwertung ($p < 0,05$) auf als jene der Varianten K und A (Abb. 5). Aus den Resultaten geht zudem hervor, dass die Werte der Variante AE tendenziell höher waren als jene der Variante E. Der positive Einfluss auf die Stickstoffverwertung konnte in der zweiten Sammelperiode nicht mehr festgestellt werden.

In den Versuchen von Vranjes und Wenk (1995) konnte mit einem andern Enzympräparat ebenfalls eine signifikant verbesserte Umsetzbarkeit der Energie erzielt werden, und zwar über die Dauer der gan-

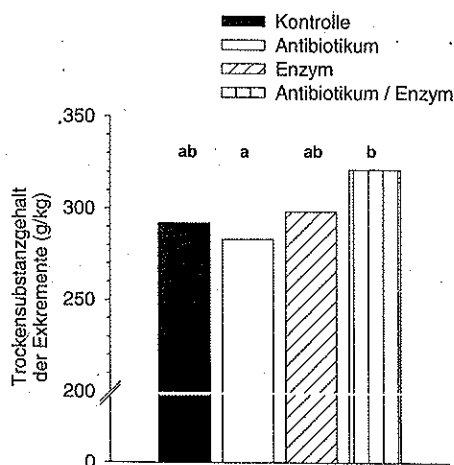


Abb. 3. Trockensubstanzgehalt der Exkremente (g/kg).

Tab. 4. Energie- und Stickstoffverwertung (faktorielle Mittelwerte)

	Antibiotikum (A) ¹		Enzympräparat (E) ²		p-Werte der Effekte			
	-	+	-	+	A	E	A x E	
Energieverwertung [u(E)]								
Sammelperiode	1	,723	,734	,714	,742	,0078	,0001	,0015
	2	,729	,738	,729	,739	,1032	,0867	,2314
Stickstoffverwertung								
Sammelperiode	1	,555	,562	,540	,577	,5221	,0015	,0839
	2	,539	,542	,545	,536	,7902	,5016	,1360

¹ 50 ppm Zinkbacitracin

² 400 ppm Bio-Feed Beta CT (mit hoher β -Glucanase-, Amylase-, Pentosanase- und Hemicellulaseaktivität)

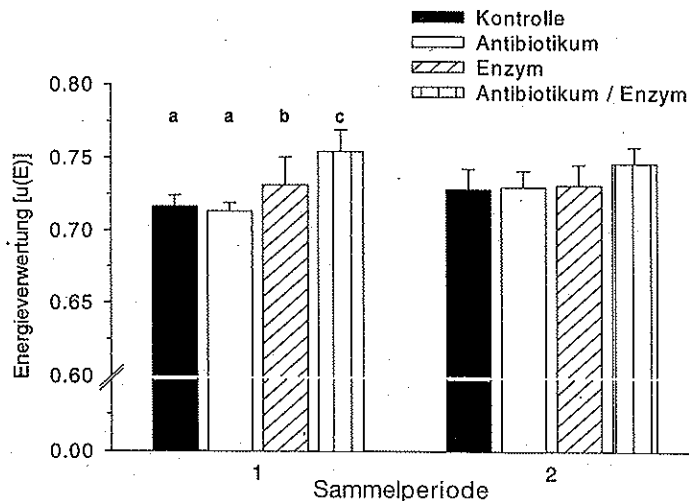


Abb. 4. Energieverwertung der Versuchsdiäten von Broilern getrennt für die zwei Kotsammelperioden (Sammlerperiode 1: dritte Lebenswoche, Sammlerperiode 2: fünfte Lebenswoche). Unterschiedliche Indizes zwischen den Versuchsvarianten innerhalb von Sammlerperioden weisen auf signifikante Unterschiede mit $p < 0,05$ hin.

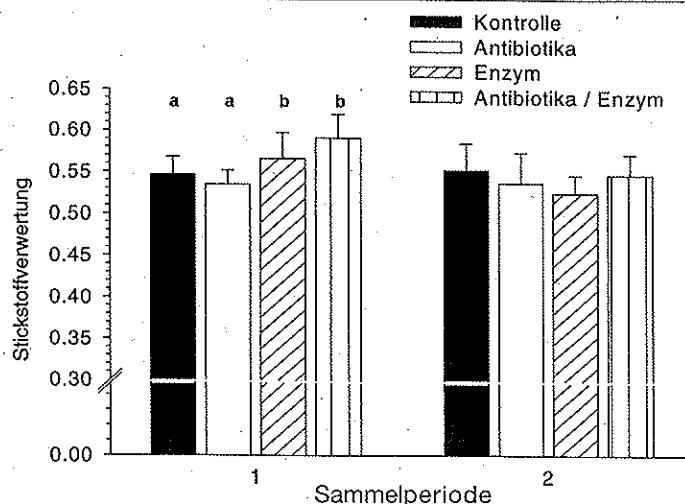


Abb. 5. Stickstoffverwertung der Versuchsdiäten von Broilern getrennt für die zwei Kotsammelperioden (Sammlerperiode 1: dritte Lebenswoche, Sammlerperiode 2: fünfte Lebenswoche). Unterschiedliche Indizes zwischen den Versuchsvarianten innerhalb von Sammlerperioden weisen auf signifikante Unterschiede mit $p < 0,05$ hin.

zen Mast. Zusätzlich würde auch die Protein- Fett- und Nahrungsfaserverwertung signifikant erhöht. Die Antibiotikumzulage (Avoparcin) bewirkte hingegen nur eine bessere Verwertung der Energie und des Fettes. Die Verdaulichkeit der Nahrungsfasern (ADF und NDF) war sogar verschlechtert. Ähnlich zu der vorliegenden Untersuchung stellten Vranjes und Wenk (1995) eine ausgeprägte Interaktion zwischen der Wirkung der beiden Zulagen fest, wobei der negative Antibiotikumeffekt durch die Enzymzulage kompensiert wurde. Hock *et al.* (1997) stellten in ihren Untersuchungen des Darminhaltes von Broilern fest, dass das Wachstum der Mikroorganismenpopulation im Jejunum durch Zinkbacitracin stärker gehemmt wurde als durch eine Xylanase. In erster Linie wurden Enterokokken, Enterobacteriaceae und Staphylokokken unterdrückt. Die in ihren Versuchen aufgezeigte positive Wirkung einer kombinierten Antibiotikum- und Xylanasezulage auf die Wachstumsparameter konnten sie auf die additive Wachstumshemmung einiger Mikroorganismen (*E. coli* oder *St. aureus*) zurückführen. Dieser Sachverhalt könnte dafür verantwortlich gewesen sein, dass in unserem Versuch in der Variante AE vor allem in der ersten Sammlerperiode (dritte Lebenswoche) die Energie- und Stickstoffverwertung höher war als in den übrigen Varianten.

Folgerungen

Abschliessend kann festgehalten werden, dass beide Wirkstoffzulagen mit unterschiedlichem Effekt vor allem in der ersten Masthälfte zu einer besseren Nährstoffver-

wertung und zu tendenziell höheren Tageszunahmen führten. In der vorliegenden Untersuchung konnte zusätzlich gezeigt werden, dass mit dem Enzympräparat in der ersten Masthälfte eine deutlich positivere Wirkung auf Leistung und Nährstoffverwertung erzielt werden kann als mit dem Antibiotikum. Dabei wurde aber auch offenkundig, dass die Effekte solcher Wirkstoffe ausgeprägter sind beim noch jungen Tier und mit zunehmendem Alter deutlich nachlassen. Eine Interaktion zwischen Enzympräparat und dem Antibiotikum trat nur in der ersten Wachstumsperiode bei der Energieverwertung auf.

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist bei den Autoren erhältlich.

RÉSUMÉ

Les enzymes peuvent-ils être considérés comme une alternative aux antibiotiques dans les aliments pour poulet de chair?

Le but de l'expérience était d'évaluer les interactions éventuelles entre un complexe enzymatique et un antibiotique alimentaire sur les paramètres de croissance ainsi que sur l'utilisation énergétique chez le poulet de chair. Le régime de base contenait 400 g d'orge par kg. Quatre régimes différents ont été préparés: K - sans supplément (contrôle), A - antibiotique Bacitracine de zinc, 50 ppm; E - complexe enzymatique Bio-Feed Beta CT, 400 ppm; EA - Bacitracine de zinc, 50 ppm et Bio-Feed Beta CT, 400 ppm.

Dans la première phase de croissance (jours 7 à 21), Bio-Feed Beta CT a positivement influencé ($p < 0,05$) le taux de croissance, l'indice de consommation ainsi que l'utilisation énergétique et azotée. Dans la deuxième phase de croissance (jours 21 à 42) aucun de ces paramètres n'a été modifié.

L'incorporation de Bacitracine de zinc a influencé ($p < 0,05$) l'utilisation énergétique dans la première phase de croissance. Aucun effet n'a pu être constaté lors de la deuxième phase de croissance.

L'incorporation de Bacitracine de zinc et de Bio-Feed Beta CT n'a eu aucun effet additif sur le gain de poids, l'indice de consommation ainsi que sur l'utilisation azotée. L'interaction entre l'enzyme et l'antibiotique était statistiquement significative pour l'utilisation énergétique lors de la première phase de croissance.

SUMMARY

Enzyme complex - an alternative to antibiotics in broiler chicken diets?

The aim of the experiment was to evaluate possible interactions of an enzyme complex and a feed antibiotic on growth and metabolism parameters in broiler chickens. The basal diet contained 400 g/kg barley. The four treatments were as follows: K - without supplements (control), A - antibiotic Zincbacitracin, 50 ppm, E - enzyme complex Bio-Feed Beta CT, 400 ppm, EA - Zincbacitracin, 50 ppm plus Bio-Feed Beta CT, 400 ppm.

Bio-Feed Beta CT positively influenced daily weight gain, feed conversion efficiency, energy metabolizability and nitrogen utilization in the first growth period (day 7-21), whereas no effects were detected in the second growth period (day 21-42).

Dietary antibiotic Zincbacitracin increased energy utilization in the first growth period, but had no influence on growth parameters and nitrogen utilization.

The inclusion of both supplements to the diet did not have any additive effect on daily weight gain, feed conversion efficiency and nitrogen utilization. The interaction between enzyme and antibiotic for energy utilization was significant during the first experimental period.

KEY WORDS: broilers, Zincbacitracin, feed enzyme, performance, growth, feed conversion efficiency, metabolism