

5 Ergebnisse

5.1 Proteinbestimmung und Nachweis reduzierender Zucker bei den NSP-reichen Extrakten bzw. Überständen

Der Proteingehalt der Weizenextrakte bzw. Überstände (vgl. Abbildung 5) ist deshalb von Bedeutung, weil es Ziel der Extraktion und Reinigung war, ein möglichst proteinfreies Extrakt zu erhalten. Dies ist in Hinblick auf den späteren Verwendungszweck der Extrakte als Nährsubstrate für intestinale Bakterien von Bedeutung.

Der *DNSS-Test* wurde verwendet, um die Extrakte über den Gehalt an reduzierenden Zuckern zu charakterisieren.

Die Ergebnisse der *Bradford*-Proteinbestimmung und die des *DNSS-Testes* zum Nachweis reduzierender Zucker sind in Tabelle 7 bzw. 7a dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Proteinbestimmung nach *Bradford* und des *DNSS-Testes*

Probe	Proteingehalt [mg/ml]	Gehalt reduz. Zucker [mg/ml]
Überstand I (ohne Erhitzen)	4,45	7,25
Überstand I (10 min 100 °C, filtriert)	2,19	8,06
Überstand I (ultrafiltriert)	0,59	7,96

Tabelle 7a: Ergebnisse der Proteinbestimmung nach *Bradford* und des *DNSS-Testes* bezogen auf die jeweilige Gesamtmenge des jeweiligen Überstandes

Gesamtmenge des jeweiligen Überstandes (siehe dazu auch Fließschema Abbildung 5)	Proteingehalt [g] bezogen auf Gesamtmenge	Gehalt reduz. Zucker [g] bezogen auf Gesamtmenge
1950 ml Überstand I (ohne Erhitzen)	8,6	14,1
1500 ml Überstand I (10 min 100 °C, filtriert)	3,2	12,1
1380 ml Überstand I (ultrafiltriert)	0,8	10,9

Ergebnisse

5.2 „In vitro“ Inkubation der NSP-Extrakte mit Magen-, Jejunal- und Colondigesta

Abbildung 6 zeigt die unter Zusatz des Roxazyme bzw. Ronozyme gemessene optische Dichte, als Maß für das Bakterienwachstum, bei den Digestaprobe Magen, Jejunum und Colon für das Substrat Arabinoxylan im Vergleich zu einer nicht enzymesupplementierten Kontrolle.

Im Vergleich zur Kontrolle führt die Anwesenheit des Monoenzympräparates im mit Arabinoxylan versetzten Medium zu einer geringeren optischen Dichte in Jejunum und Colon. Im Falle des Magens war beim Monoenzympräparat gar keine Trübung zu messen.

Das Multienzympräparat reduziert die optische Dichte in den Magenproben, während sich in den Jejunal- und Colonproben jeweils eine höhere optische Dichte in Vergleich zur Kontrolle zeigt.

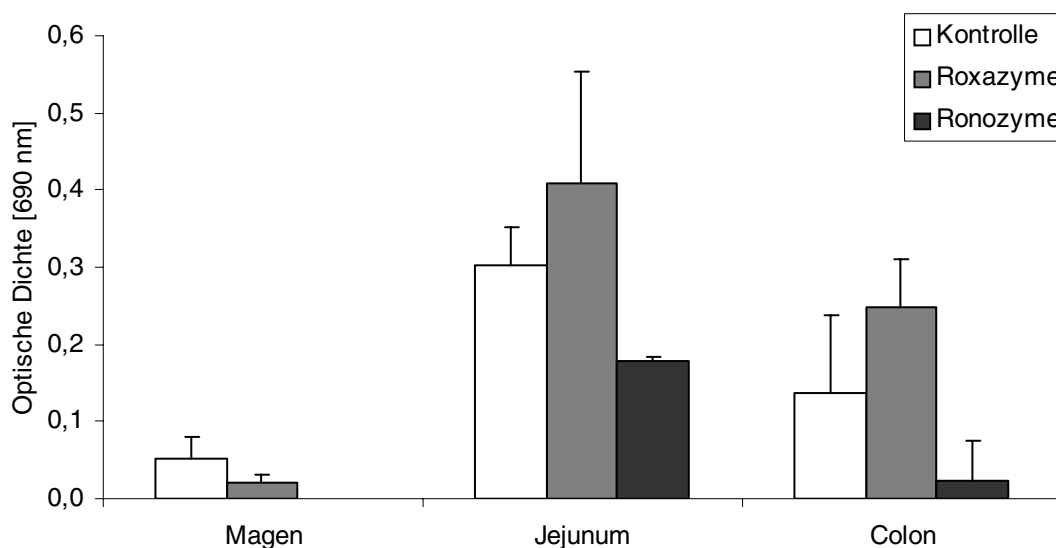


Abbildung 6: Wachstum von Bakterien des GIT des Schweines (Digestaprobe) mit dem Substrat „Arabinoxylan“ unter Enzymsupplementation mit Roxazyme bzw. Ronozyme im Vergleich zu einer nicht enzymesupplementierten Kontrolle (Jeweils Standardabweichung einer Dreifachbestimmung angegeben; bei Verdauungsabschnitt Magen und Ronozyme kein Wachstum)

Abbildung 7 zeigt die unter Zusatz des Roxazyme bzw. Ronozyme gemessene optische Dichte, als Maß für das Bakterienwachstum, bei den Digestaprobe Magen, Jejunum und Colon für das Substrat (1,3-1,4)- β -Glucan im Vergleich zu einer nicht enzysupplementierten Kontrolle.

Unter Zusatz des Multienzympräparates wurde für alle drei Digestaprobe eine, jeweils im Vergleich zur Kontrolle, höhere optische Dichte gemessen.

Bei Jejunum und Colon wurden bei Monoenzymzusatz im Vergleich zur Kontrolle nur geringfügige Unterschiede bezüglich der optischen Dichte beobachtet. Im Magen war unter Monoenzymzusatz keine Trübung zu messen.

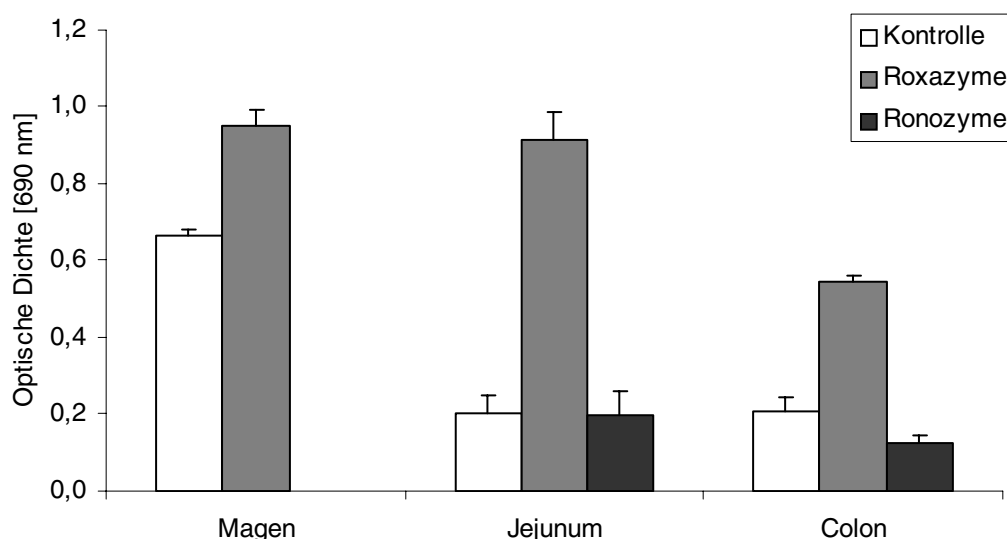


Abbildung 7: Wachstum von Bakterien des GIT des Schweines (Digestaprobe) mit dem Substrat „ β -Glucan“ unter Enzysupplementation mit Roxazyme bzw. Ronozyme im Vergleich zu einer nicht enzysupplementierten Kontrolle (Jeweils Standardabweichung einer Dreifachbestimmung angegeben; bei Verdauungsabschnitt Magen und Ronozyme kein Wachstum)

Ergebnisse

Abbildung 8 zeigt die unter Zusatz des Roxazyme bzw. Ronozyme gemessene optische Dichte, als Maß für das Bakterienwachstum, bei den Digestaprobe Magen, Jejunum und Colon für das Weizenextrakt höheren Molekulargewichtes (> 30 kD) im Vergleich zu einer nicht enzysupplementierten Kontrolle.

In den Magendigesta war unter Multienzymzusatz gar keine Trübung meßbar, während sie unter dem Monoenzympräparat im Vergleich zur Kontrolle vermindert war.

Beim Jejunum und Colon sowie dem Multienzympräparat waren im Vergleich zur Kontrolle geringere Werte für die optische Dichte zu beobachten, während unter Monoenzym-supplementation im Vergleich zur Kontrolle etwa gleich hohe Werte für die optische Dichte zu beobachten waren.

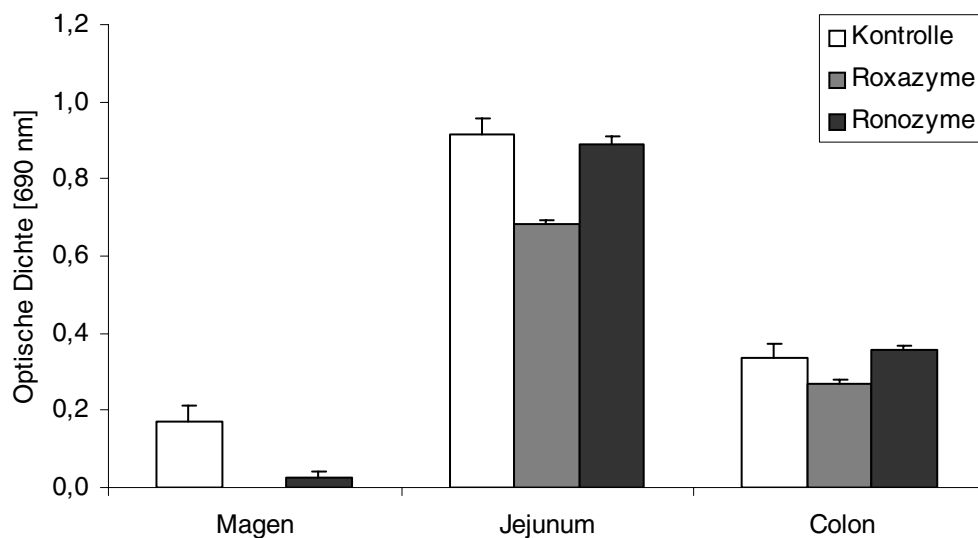


Abbildung 8: Wachstum von Bakterien des GIT des Schweines (Digestaprobe) mit dem *nicht* ultrafiltrierten Weizenextrakt höheren Molekulargewichtes (> 30 kD) als Substrat unter Enzymsupplementation mit Roxazyme bzw. Ronozyme im Vergleich zu einer nicht enzysupplementierten Kontrolle (Jeweils Standardabweichung einer Dreifachbestimmung angegeben; bei Verdauungsabschnitt Magen und Roxazyme kein Wachstum)

Abbildung 9 zeigt die unter Zusatz des Roxazyme bzw. Ronozyme gemessene optische Dichte, als Maß für das Bakterienwachstum, bei den Digestaprobe Magen, Jejunum und Colon für das ultrafiltrierte Weizenextrakt niederen Molekulargewichtes (< 30 kD) im Vergleich zu einer nicht enzym-supplementierten Kontrolle.

Hier zeigen sich im Vergleich zur jeweiligen Kontrolle bei beiden Enzympräparaten nur äußerst geringfügige Unterschiede bezüglich der gemessenen Trübung.

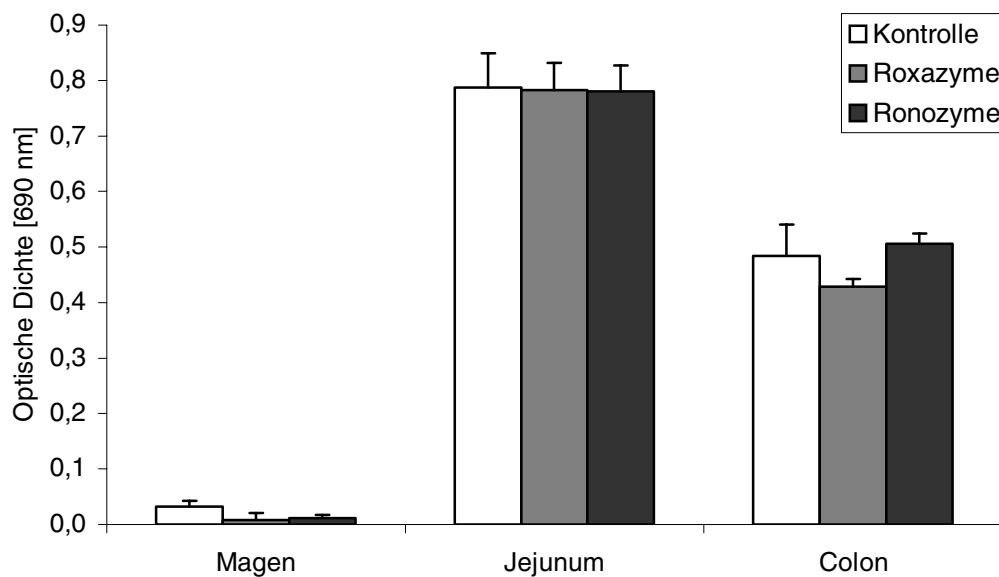


Abbildung 9: Wachstum von Bakterien des GIT des Schweines (Digestaprobe) mit dem *ultrafiltrierten* Weizenextrakt niederen Molekulargewichtes (< 30 kD) als Substrat unter Enzym-supplementation mit Roxazyme bzw. Ronozyme im Vergleich zu einer nicht enzym-supplementierten Kontrolle (Jeweils Standardabweichung einer Dreifachbestimmung angegeben)

Ergebnisse

5.3 Fütterungsversuch

Die Prüfung der Daten mit dem verteilungsfreien Test nach *Kruskal-Wallis* ergab, mit Ausnahme des Futterverzehrs, für keine der Leistungsparameter signifikante Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen. Daher werden die Ergebnisse der Leistungsphase im Folgenden nur anhand von Mittelwert und Standardabweichung beschrieben.

5.3.1 Kotkonsistenz

Die Kotkonsistenz wurde über die Darstellung der Häufigkeiten des Auftretens der einzelnen Kotkonsistenzen ausgewertet. Wie aus der Abbildung 10 ersichtlich, bestehen zwischen den einzelnen Gruppen während des Leistungsabschnittes keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der Kotkonsistenz. Auffällig ist das Vorherrschen der physiologischen Kotkonsistenz „weich und geformt“. Die statistische Überprüfung ergab keinerlei Signifikanzen zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich der Kotkonsistenz.

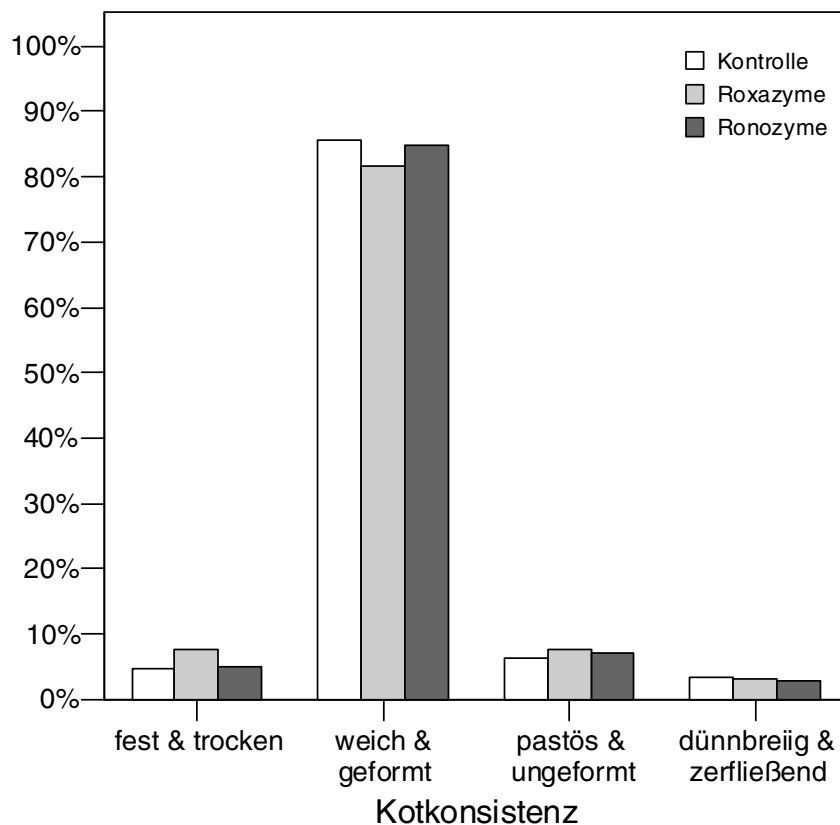


Abbildung 10: Kotkonsistenz in % während des Leistungsabschnittes (Kontrolle n=235; Roxazyme n=235; Ronozyme n=238; Gesamt n=708)

Auch während der Fütterung der chrommarkierten Diät bestehen, wie aus Abbildung 11 ersichtlich, zwischen den einzelnen Gruppen keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der Kotkonsistenz. Auffällig ist das Vorherrschen der physiologischen Kotkonsistenz „weich und geformt“. Des weiteren fällt das Auftreten der Kotkonsistenz „pastös und ungeformt“ auf. Die statistische Überprüfung ergab keinerlei Signifikanzen zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich der Kotkonsistenz.

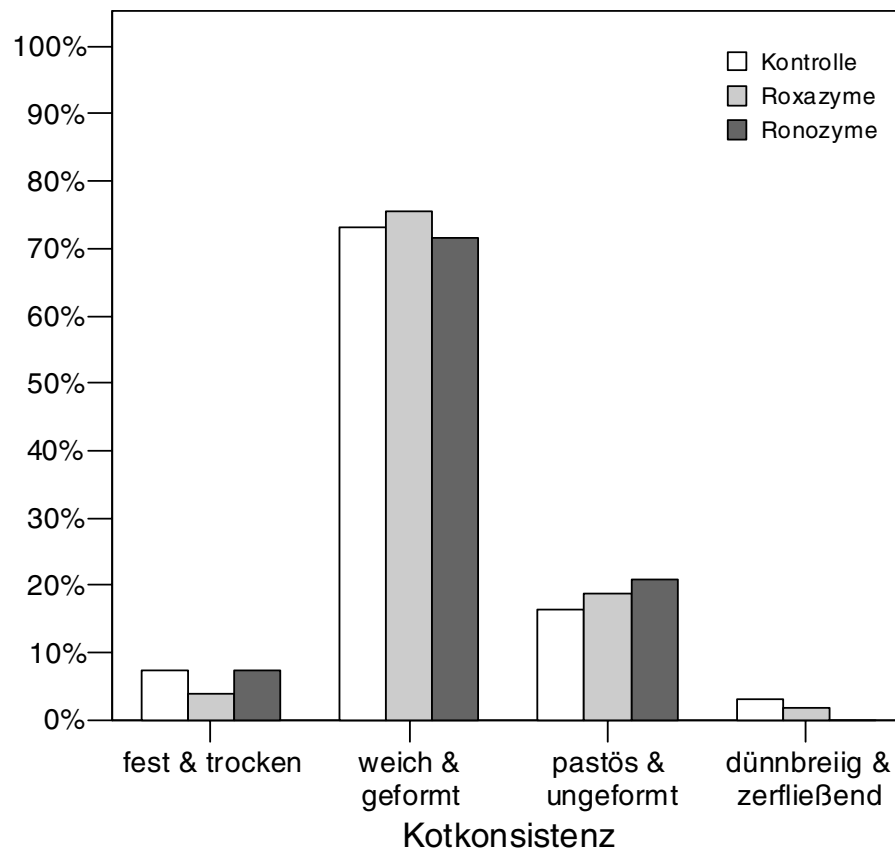


Abbildung 11: Kotkonsistenz in % während der Fütterung mit chrommarkierter Diät (Kontrolle n=67; Roxazyme n=53; Ronozyme n=67; Gesamt n=187)

Ergebnisse

5.3.2 Lebendmasse

Wie aus Tabelle 8 ersichtlich, weisen die Tiere zu Beginn im Mittel in den einzelnen Gruppen ein Gewicht von etwa 7,0 kg Lebendmasse auf.

Nach der ersten Versuchswoche schwankt das Gewicht der drei Gruppen zwischen 7,5 und 7,7 kg Lebendmasse im Mittel.

Nach einer weiteren Woche bewegt sich das arithmetische Mittel der Lebendmasse bei den einzelnen Gruppen zwischen 9,1 und 9,5 kg. Zwischen der Kontrollgruppe und der Multienzympräparat-Gruppe besteht ein Gewichtsunterschied von 0,3 kg und zwischen der Kontrollgruppe und der mit dem Monoenzympräparat supplementierten Gruppe besteht eine Gewichts Differenz von 0,4 kg bei Vergleich der arithmetischen Mittelwerte.

Betrachtet man das arithmetische Mittel der Lebendmassen der drei Versuchsgruppen nach der dritten Versuchswoche, so weist die mit dem Multienzym supplementierte Gruppe ein um 0,8 kg höheres Gewicht auf als die Kontrollgruppe und auch die Monoenzympräparatgruppe hat ein um 0,7 kg höheres Gewicht als die Gruppe ohne jeglichen Enzymzusatz.

Nach der vierten Versuchswoche liegen die Differenzen der arithmetischen Mittel der Lebendmassen bei 0,7 bzw. 0,6 kg zwischen der Kontrollgruppe und der Multienzympräparat-Gruppe bzw. der Monoenzympräparat-Gruppe. Es sei noch einmal deutlich darauf hingewiesen, dass dies eine rein numerische Betrachtungsweise ist, da keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich des Parameters „Lebendmasse“ zu beobachten sind.

Tabelle 8: Lebendmasse-Entwicklung von Aufzuchtferkeln im Altersabschnitt 21. bis 48. Lebenstag (1. bis 4. Versuchswoche)

Gruppe		Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Roxazyme	mg/kg	0	100	0
Ronozyme	mg/kg	0	0	200
Tierzahl		20	20	20
Lebendmasse-Beginn	kg	6,86 ± 1,01	7,01 ± 0,72	6,93 ± 0,86
<u>1. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	20	20
Lebendmasse	kg	7,49 ± 1,20	7,59 ± 0,84	7,72 ± 1,16
<u>2. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	20	20
Lebendmasse	kg	9,09 ± 1,05	9,37 ± 0,79	9,55 ± 1,07
<u>3. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Lebendmasse	kg	11,64 ± 1,66	12,37 ± 1,56	12,28 ± 1,46
<u>4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Lebendmasse	kg	15,26 ± 2,27	15,99 ± 1,85	15,93 ± 1,79

5.3.3 Lebendmassezunahme

Betrachtet man das Ganze relativ auf der Basis der arithmetischen Mittelwerte im Vergleich zur Kontrollgruppe, ergibt sich für den Gesamtzeitraum, wie aus Tabelle 9 ersichtlich, eine bei der mit dem Multienzympräparat supplementierten Gruppe um 6,8 % höhere und bei der Monoenzympräparat-Gruppe eine um 7,1 % höhere Lebendmassezunahme im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Betrachtet man den Zeitraum der ersten bis zweiten Versuchswoche, so ist die Lebendmassezunahme um 5,8 % höher beim Multienzympräparat und um 17,0 % höher bei Einsatz des Monoenzympräparates als bei der Kontrollgruppe.

Im Zeitraum der dritten bis vierten Versuchswoche ist die Lebendmassezunahme bei der Multienzympräparat-Gruppe um 7,1 % höher im Vergleich zur Kontrollgruppe und die Monoenzympräparatgruppe weist eine lediglich um 3,4 % höhere Lebendmassezunahme auf.

Es sei noch einmal deutlich darauf hingewiesen, dass dies eine rein numerische Betrachtungsweise ist, da keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich des Parameters „Lebendmassezunahme“ zu beobachten sind.

Tabelle 9: Zusammenfassung der Lebendmassezunahme-Entwicklung von Aufzuchtferkeln im Altersabschnitt 21. bis 48. Lebenstag (1. bis 4. Versuchswoche)

Gruppe		Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Roxazyme	mg/kg	0	100	0
Ronozyme	mg/kg	0	0	200
<u>1. – 2. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	20	20
Lebendmassezunahme	kg	2,23 ± 0,54	2,36 ± 0,86	2,61 ± 0,71
Relativ	%	100	105,8	117,0
<u>3. – 4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Lebendmassezunahme	kg	6,18 ± 1,27	6,62 ± 1,60	6,39 ± 1,21
Relativ	%	100	107,1	103,4
<u>1. – 4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Lebendmassezunahme	kg	8,40 ± 1,40	8,97 ± 1,70	9,00 ± 1,10
Relativ	%	100	106,8	107,1

5.3.4 Futtermittelverzehr

Betrachtet man das Ganze relativ auf der Basis der arithmetischen Mittelwerte im Vergleich zur Kontrollgruppe, ergibt sich für den Gesamtzeitraum, wie aus Tabelle 10 ersichtlich, ein bei der mit dem Multienzympräparat supplementierten Gruppe um 8,3 % höherer und bei der Monoenzympräparat-Gruppe einen um lediglich 4,9 % höherer Futtermittelverzehr.

Betrachtet man den Zeitraum der ersten bis zweiten Versuchswoche, so ist der Futtermittelverzehr um 12,5 % höher beim Multienzympräparat und um 21,7 % (signifikant) höher bei Einsatz des Monoenzympräparates im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Überprüfung mittels *Mann-Whitney*-Test ergab für den Futtermittelverzehr innerhalb der ersten Versuchswoche (21. bis 28. Lebenstag) eine Signifikanz von $p = 0,008$ zwischen der Kontroll- und der Monoenzympräparatgruppe. Für den Zeitraum der ersten bis zweiten Versuchswoche (21. bis 35. Lebenstag) ergab sich für den Futtermittelverzehr ebenfalls zwischen der Kontrollgruppe und der mit dem Monoenzympräparat supplementierten Gruppe eine Signifikanz von $p = 0,016$.

Im Zeitraum der dritten bis vierten Versuchswoche ist der Futtermittelverzehr bei der Multienzympräparat-Gruppe um 7,0 % höher im Vergleich zur Kontrollgruppe und die Monoenzympräparatgruppe weist einen Futtermittelverzehr auf, der um 0,2 % niedriger liegt im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Tabelle 10: Zusammenfassung des Futtermittelverzehrs von Aufzuchtferkeln im Altersabschnitt 21. bis 48. Lebenstag (1. bis 4. Versuchswoche)

Gruppe		Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Roxazyme	mg/kg	0	100	0
Ronozyme	mg/kg	0	0	200
<u>1. – 2. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	20	20
Futtermittelverzehr	kg	2,63 ± 0,58	2,96 ± 0,72	3,20 ± 0,33
Relativ	%	100 ^a	112,5 ^{ab}	121,7 ^b
<u>3. – 4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Futtermittelverzehr	kg	8,91 ± 1,45	9,53 ± 1,74	8,89 ± 1,52
Relativ	%	100	107,0	99,8
<u>1. – 4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Futtermittelverzehr	kg	11,53 ± 1,80	12,49 ± 2,15	12,09 ± 1,53
Relativ	%	100	108,3	104,9

^b=0,016

Ergebnisse

5.3.5 Futteraufwand

Betrachtet man das Ganze relativ auf der Basis der arithmetischen Mittelwerte im Vergleich zur Kontrollgruppe, ergibt sich für den Gesamtzeitraum, wie aus Tabelle 11 ersichtlich, bei der mit dem Multienzympräparat supplementierten Gruppe ein um 1,6 % höherer und bei der Monoenzympräparat-Gruppe ein um 2,3 % niedrigerer Futteraufwand. Betrachtet man den Zeitraum der ersten bis zweiten Versuchswoche, so ist der Futteraufwand um 21,5 % höher beim Multienzympräparat und um 6,5 % höher bei Einsatz des Monoenzympräparates als bei der Kontrollgruppe. Im Zeitraum der dritten bis vierten Versuchswoche ist der Futteraufwand bei der Multienzympräparat-Gruppe um 0,3 % höher im Vergleich zur Kontrollgruppe und die Monoenzympräparatgruppe weist einen um 4,1 % niedrigeren Futteraufwand auf. Es sei auch hier noch einmal deutlich darauf hingewiesen, dass dies eine rein numerische Betrachtungsweise ist, da keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich des Parameters „Futteraufwand“ zu beobachten sind.

Tabelle 11: Zusammenfassung des Futteraufwandes von Aufzuchtferkeln im Altersabschnitt 21. bis 48. Lebenstag (1. bis 4. Versuchswoche)

Gruppe		Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Roxazyme	mg/kg	0	100	0
Ronozyme	mg/kg	0	0	200
<u>1. – 2. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	20	20
Futteraufwand*		1,221 ± 0,309	1,483 ± 0,800	1,300 ± 0,328
Relativ	%	100	121,5	106,5
<u>3. – 4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Futteraufwand*		1,458 ± 0,118	1,463 ± 0,137	1,398 ± 0,064
Relativ	%	100	100,3	95,9
<u>1. – 4. Versuchswoche</u>				
Tierzahl		20	19	20
Futteraufwand*		1,376 ± 0,062	1,398 ± 0,086	1,345 ± 0,097
Relativ	%	100	101,6	97,7

* kg Futter je kg Zunahme

5.4 pH-Wert im Magen

Bei der Kontrollgruppe lag das arithmetische Mittel des pH-Wertes bei 3,9 ($\pm 1,1$), bei der mit dem Multienzympräparat supplementierten Gruppe lag das arithmetische Mittel bei 4,0 ($\pm 0,4$) und bei der Monoenzympräparat-Gruppe lag das arithmetische Mittel des pH-Wertes bei 3,6 ($\pm 1,1$). Bezüglich der pH-Werte im Magen ergaben sich demzufolge keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen. (Jeweils $n=6$ pro Gruppe)

5.5 Agardiffusionstest

Abbildung 12 zeigt die arithmetischen Mittelwerte der Größe der sichtbaren Lysezonen [mm^2] in Form eines Balkendiagrammes beim Substrat Lichenan (β -Glucan) für die Kontroll-, die Roxa- und die Ronozyme-Gruppe für den Magen.

Bei den Substraten Arabinoxylan, Arabinogalactan und Galactomannanpolysaccharid waren für den Magen keine Lysezonen zu beobachten.

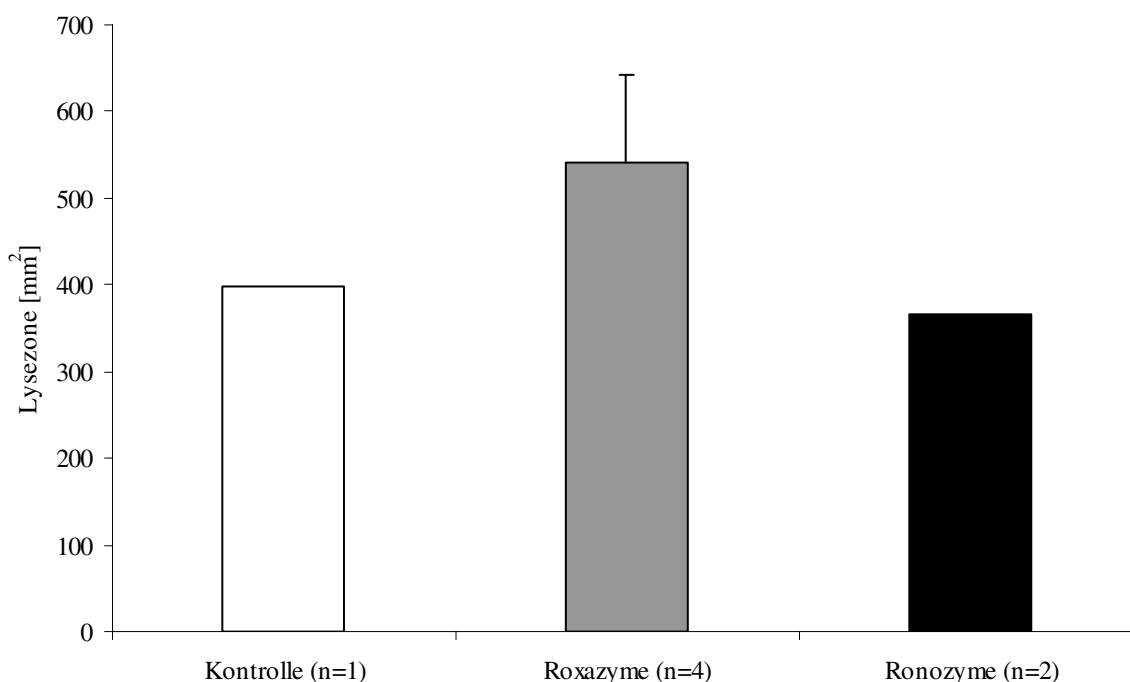


Abbildung 12: Im Agardiffusionstest mit dem Substrat Lichenan beobachtete Lysezonen beim Magen (arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung)

Ergebnisse

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen die arithmetischen Mittelwerte der Größe der sichtbaren Lysezonen [mm^2] in Form von Balkendiagrammen beim Substrat Lichenan bzw. Arabinoxylan für die Kontroll-, die Roxa- und die Ronozyme-Gruppe für das Jejunum.

Bei der Überprüfung auf mögliche Signifikanzen mittels verteilungsfreiem Test nach Kruskal-Wallis ergab sich lediglich bezüglich des Substrates Lichenan eine Signifikanz von $p = 0,033$ für das Jejunum. Beleuchtet man dies genauer bzw. untersucht man auf Signifikanzen zwischen den einzelnen Gruppen mittels *Mann-Whitney-Test*, so stößt man beim Jejunum zwischen der Roxa- und der Ronozyme-Gruppe auf eine Signifikanz von $p = 0,018$ (siehe auch Abbildung 13)

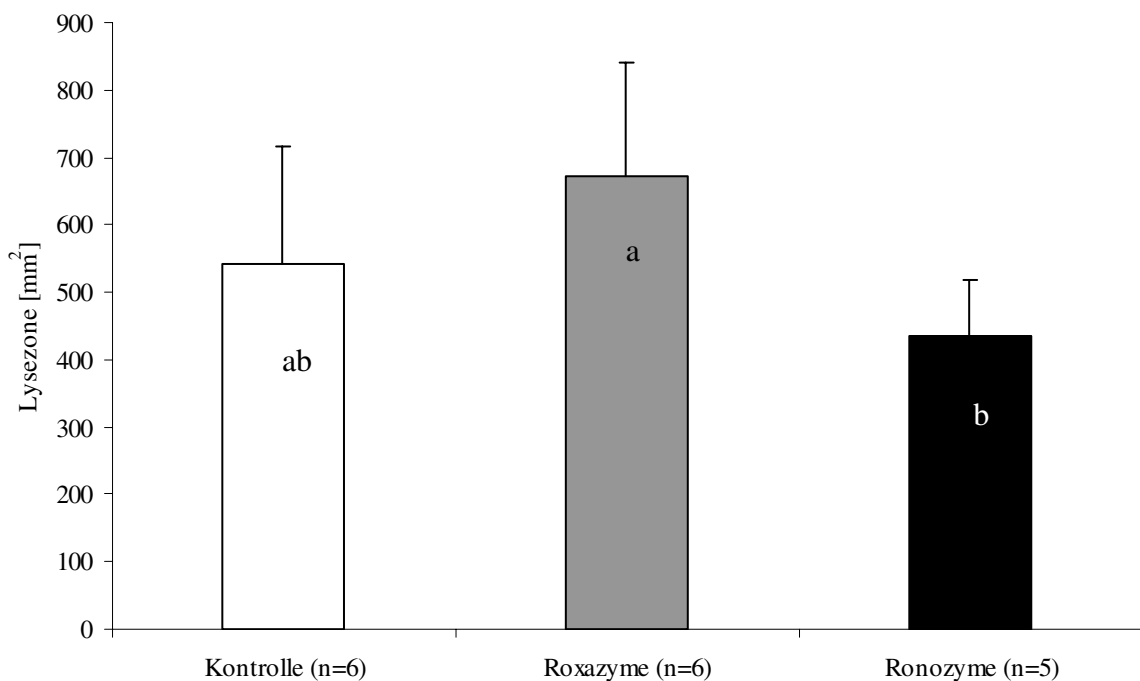


Abbildung 13: Im Agardiffusionstest mit dem Substrat Lichenan beobachtete Lysezonen beim Jejunum (arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung)

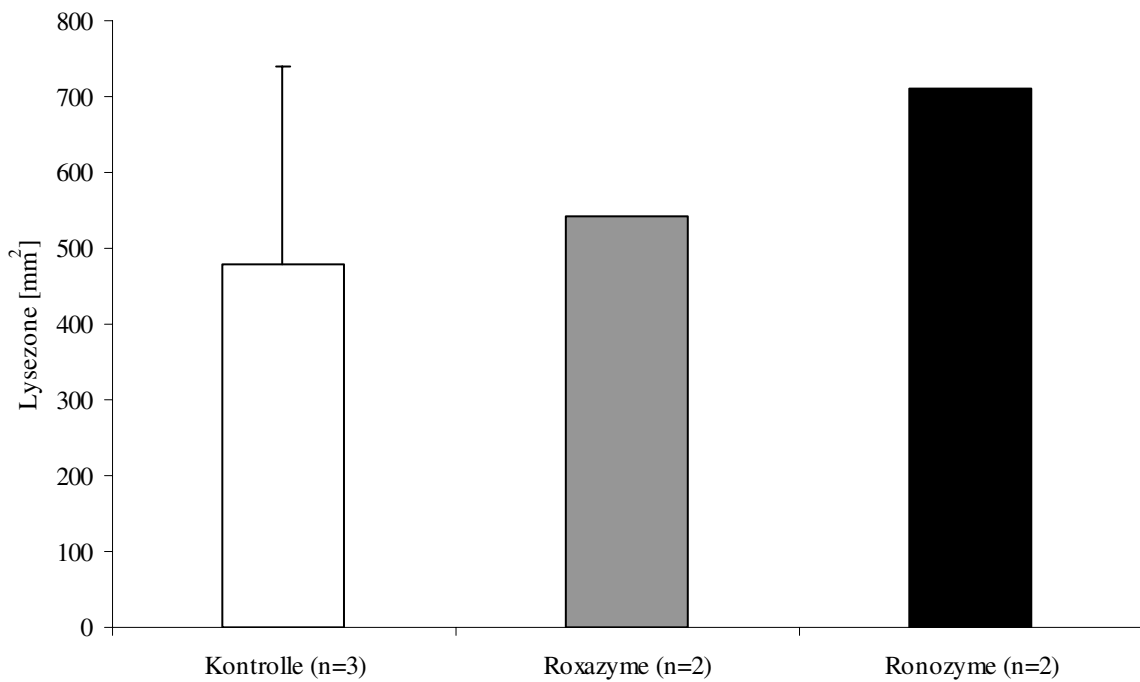


Abbildung 14: Im Agardiffusionstest mit dem Substrat Arabinoxylan beobachtete Lysezonen beim Jejunum (arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung)

Bei den Substraten Arabinogalactan und Galactomannanpolysaccharid waren für das Jejunum die in Tabelle 12 aufgeführten Lysezonen zu beobachten.

Tabelle 12: Im Agardiffusionstest mit den Substraten Arabinogalactan und Galactomannanpolysaccharid beobachtete Lysezonen bei der Kontroll-, der Roxa- und der Ronozyme-Gruppe beim Jejunum (arithmetische Mittelwerte)

Substrat	Lysezone [mm ²] Jejunum		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Arabinogalactan	661* ₂	223* ₁	546* ₂
Galactomannanpolysaccharid	538 (± 231)* ₄	f	621 (± 127)* ₃

f=keine Lysezonen sichtbar

Ergebnisse

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die arithmetischen Mittelwerte der Größe der sichtbaren Lysezonen [mm²] in Form von Balkendiagrammen beim Substrat Lichenan bzw. Arabinoxylan bei der Kontroll-, der Roxa- und der Ronozyne-Gruppe für das Colon.

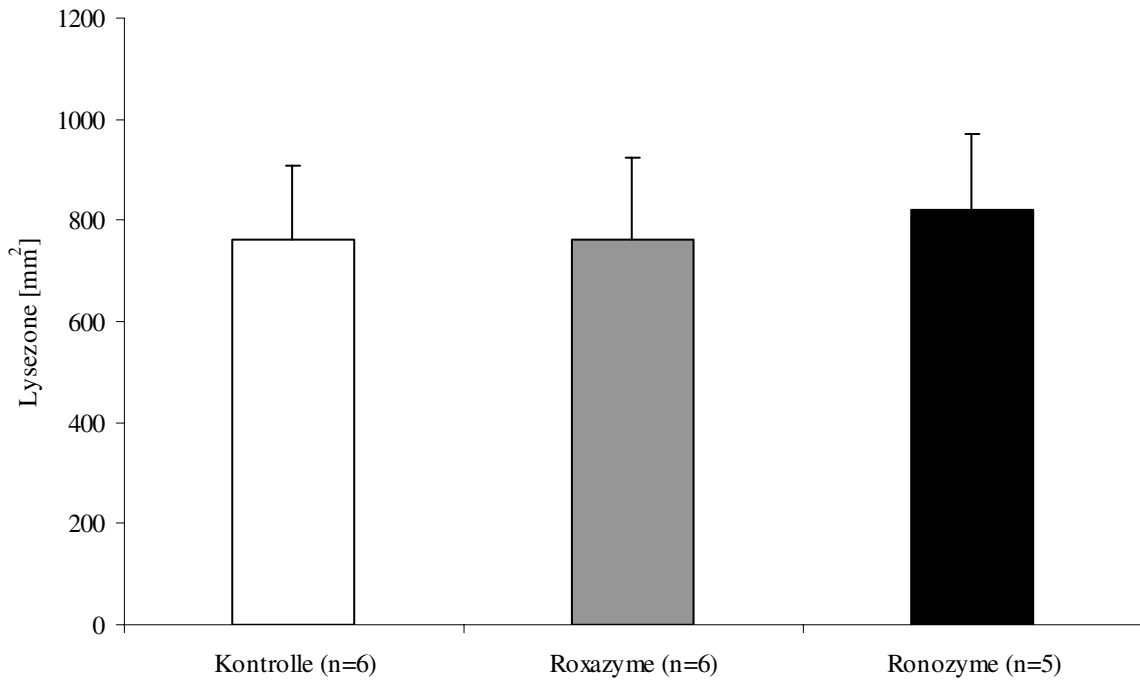


Abbildung 15: Im Agardiffusionstest mit dem Substrat Lichenan beobachtete Lysezonen beim Colon (arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung)

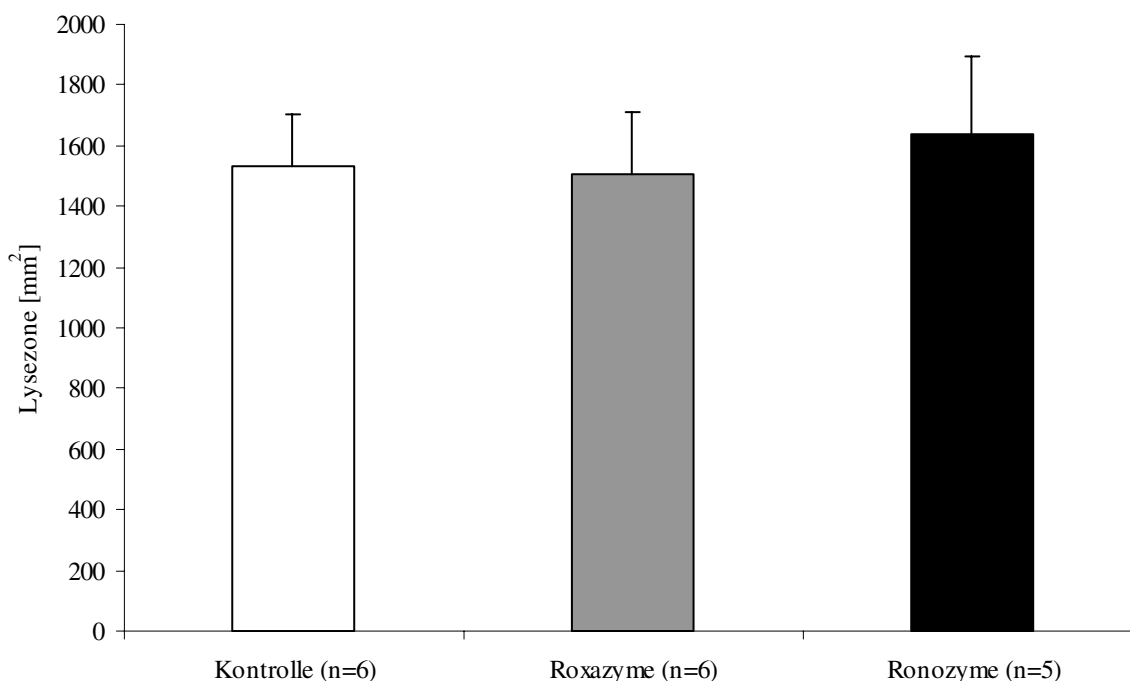


Abbildung 16: Im Agardiffusionstest mit dem Substrat Arabinoxylan beobachtete Lysezonen beim Colon (arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung)

Bei den Substraten Arabinogalactan und Galactomannanpolysaccharid waren für das Colon die in Tabelle 13 aufgeführten Lysezonen zu beobachten

Tabelle 13: Im Agardiffusionstest mit den Substraten Arabinogalactan und Galactomannanpolysaccharid beobachtete Lysezonen bei der Kontroll-, der Roxa- und der Ronozyme-Gruppe beim Colon (arithmetische Mittelwerte; sofern im Folgenden keine Fußnote ist die Anzahl pro Gruppe jeweils n=6.)

Substrat	Lysezone [mm ²] Colon		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Arabinogalactan	1416 (± 289)	1505 (± 205)	1401 (± 192) _{*5}
Galactomannanpolysaccharid	1238 (± 376)	1307 (±142)	1329 (±251) _{*5}

5.6 Viskosität der Digestproben aus Magen, Jejunum und Colon

Überprüft man die Werte der Viskositätsmessung auf Basis des *Mann-Whitney-Testes*, so findet man Trends und eine Signifikanz für den Verdauungsabschnitt Jejunum. Und zwar einen Trend von $p = 0,055$ zwischen der Kontrollgruppe und der Roxazyme-Gruppe, eine Signifikanz von $p = 0,004$ zwischen der Kontrollgruppe und der mit dem Ronozyme-Präparat supplementierten Gruppe und einen Trend von $p = 0,055$ zwischen den beiden Enzymgruppen.

Anhand der Boxplots in Abbildung 17 ist ersichtlich, dass ein viskositätssenkender Effekt unter Enzymsupplementation im Vergleich zur Kontrollgruppe am deutlichsten bei den Jejunaldigesta zu beobachten ist. Das Monoenzympräparat führt hierbei im Vergleich zum Multienzympräparat zur ausgeprägteren Viskositätssenkung bei den Jejunaldigesta. Bei den Magenproben hingegen erkennt man so gut wie keinen Unterschied zwischen Kontrollgruppe und den beiden mit den Enzymen supplementierten Gruppen. Bei den Colonproben ist eine Viskositätssenkung unter Einsatz von Ronozyme, im Vergleich zur Kontrollgruppe, zu verzeichnen, die allerdings nicht signifikant ist. Beim Roxazyme-Zusatz ist die Senkung der Viskosität in den Colondigesta im Vergleich zur Kontrollgruppe nur sehr gering.

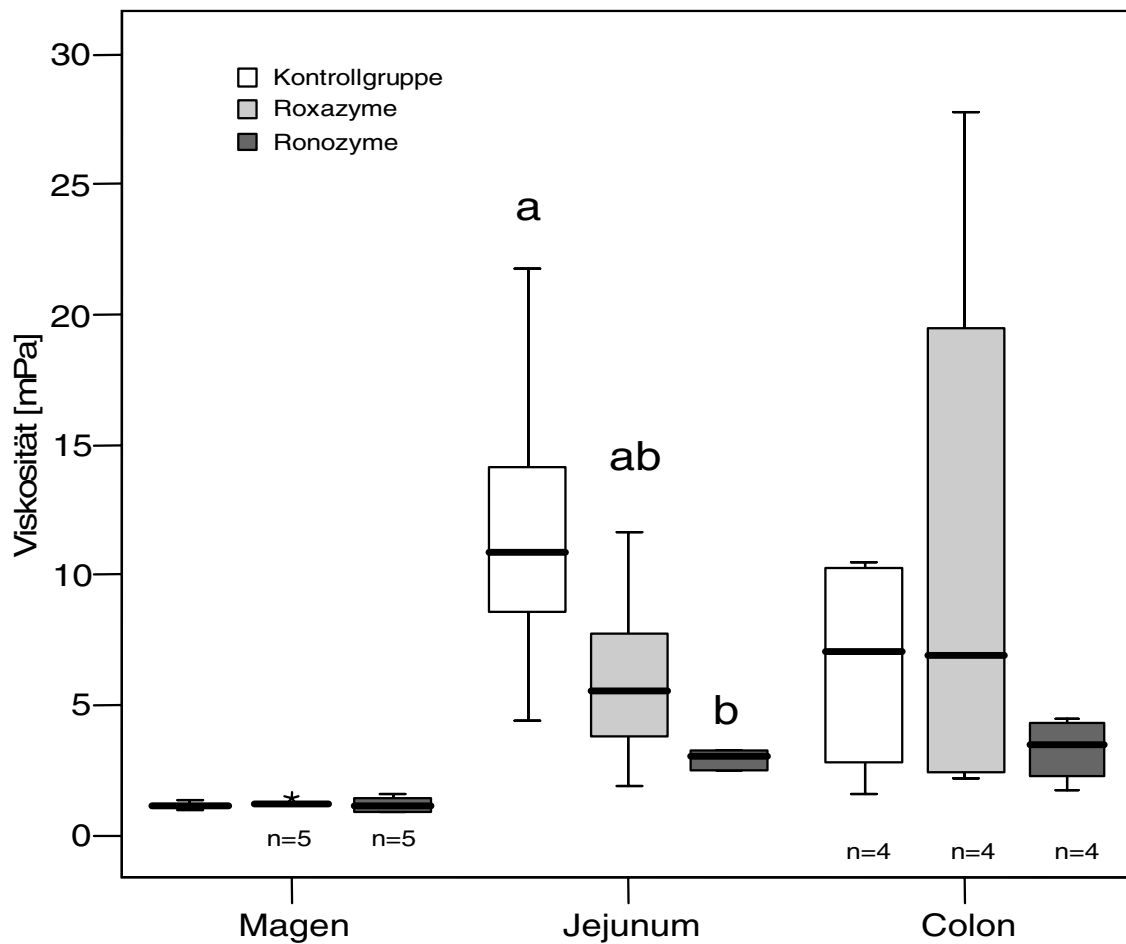


Abbildung 17: Ergebnisse der Viskositäts-Messung in Magen- Jejunal- und Colon-Digesta (Sofern keine Angabe ist die Anzahl pro Gruppe jeweils n=6.)

5.7 Extraktviskosität des in der Grunddiät verwendeten Weizens

Die Extraktviskosität des Weizens der Sorte „Alidos“ beträgt 2,1 mPa s (vgl. Tabelle 5).

Ergebnisse

5.8 Bakterielle Metaboliten

5.8.1 Ammoniumionengehalt

Der Ammoniakgehalt bzw. der Gehalt an Ammonium (NH_4^+) wurde für die Verdauungsabschnitte Magen, Jejunum und Colon bestimmt.

Der Gehalt an Ammoniumionen lag im Mageninhalt, wie aus Tabelle 14 ersichtlich, für die Kontrollgruppe und die Roxazyme-Gruppe im arithmetischen Mittel bei 0,21 mmol/l und bei der Roxazyme-Gruppe bei 0,23 mmol/l.

Beim Jejunum lag das arithmetische Mittel des Ammoniumionengehaltes bei 0,27 mmol/l für die Kontrollgruppe, bei 0,23 mmol/l für die Roxazyme-Gruppe und bei 0,32 mmol/l für die mit dem Roxazyme supplementierte Gruppe.

Bei den Colondigesta lag der arithmetische Mittelwert des Ammoniumionengehaltes bei 0,37 mmol/l für die Kontrollgruppe, bei 0,40 mmol/l für die Roxazyme-Gruppe und bei 0,30 mmol/l für die Roxazyme-Gruppe. Aufgrund der geringen Abweichungen zwischen den einzelnen Gruppen ergab die statistische Auswertung keinerlei Signifikanzen zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich dieses Parameters.

Tabelle 14: Ergebnisse der Ammoniumionen-Bestimmung (Jeweils n=6 pro Gruppe)

Digestaprobien	Ammoniumionengehalt [mmol/l]		
	Kontrolle	Roxazyme	Roxazyme
Magen	0,21 (\pm 0,05)	0,23 (\pm 0,06)	0,21 (\pm 0,07)
Jejunum	0,27 (\pm 0,06)	0,23 (\pm 0,04)	0,32 (\pm 0,11)
Colon	0,37 (\pm 0,09)	0,40 (\pm 0,08)	0,30 (\pm 0,21)

5.8.2 Lactatgehalt

Die Tabelle 15 zeigt die arithmetischen Mittelwerte des D-Lactats, des L-Lactats sowie des Gesamtlactats [mg/g] mit den dazugehörigen Standardabweichungen und das Verhältnis L-Lactat zu D-Lactat für die einzelnen Versuchsgruppen; jeweils für Magen, Jejunum und Colon.

Tabelle 15: Lactat-Gehalt der Magen-, Jejunal- und Colon-Digesta (Jeweils n=6 pro Gruppe)

Digestaprobe	Lactatgehalt [mg/g]		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Magen			
D-Lactat	0,18 (\pm 0,22)	0,16 (\pm 0,24)	0,10 (\pm 0,12)
L-Lactat	0,26 (\pm 0,28)	0,23 (\pm 0,29)	0,18 (\pm 0,18)
Gesamtlactat	0,44 (\pm 0,49)	0,39 (\pm 0,53)	0,28 (\pm 0,29)
Verhältnis L- / D-Lactat	1,86 (\pm 0,66)	1,77 (\pm 0,47)	2,86 (\pm 1,45)
Jejunum			
D-Lactat	0,08 (\pm 0,10)	0,07 (\pm 0,08)	0,09 (\pm 0,12)
L-Lactat	0,48 (\pm 0,29)	0,54 (\pm 0,29)	0,33 (\pm 0,13)
Gesamtlactat	0,56 (\pm 0,37)	0,61 (\pm 0,37)	0,43 (\pm 0,23)
Verhältnis L- / D-Lactat	16,9 (\pm 18,6)	17,7 (\pm 14,9)	15,0 (\pm 16,0)
Colon			
D-Lactat	0,02 (\pm 0,01)	0,04 (\pm 0,04)	0,02 (\pm 0,01)
L-Lactat	0,03 (\pm 0,02)	0,06 (\pm 0,07)	0,03 (\pm 0,01)
Gesamtlactat	0,05 (\pm 0,03)	0,10 (\pm 0,10)	0,06 (\pm 0,02)
Verhältnis L- / D-Lactat	1,48 (\pm 0,27)	1,45 (\pm 0,23)	1,61 (\pm 0,18)

Ergebnisse

5.8.3 Gehalt kurzkettiger Fettsäuren

Die flüchtigen Fettsäuren Essigsäure, Propionsäure, n- und iso-Buttersäure sowie n- und iso-Valeriansäure wurden in allen drei Verdauungsabschnitten, also in Magen-, Jejunal- und Colinhalt bestimmt.

In den Magen- und Jejunaldigesta war nennenswert nur die Essigsäure nachweisbar und in den Colondigesta konnte in nennenswerten Mengen die Essig-, Propion-, n-Butter-, i-Butter-, n-Valeriansäure und i-Valeriansäure nachgewiesen werden.

Betrachtet man die Gesamtmenge der gebildeten flüchtigen Fettsäuren im Verdauungsabschnitt Colon, so fällt auf, dass bei beiden enzysupplementierten Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe mengenmäßig mehr flüchtige Fettsäuren gebildet worden sind.

Tabelle 16: Gehalt kurzkettiger Fettsäuren (Sofern im Folgenden keine Fußnote ist die Anzahl pro Gruppe jeweils n=6.)

Digestapoben	Gehalt kurzkettiger Fettsäuren [mmol/g]		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Magen			
Essigsäure	1,5 (± 2,0)	1,4 (± 0,9)	1,9 (± 3,0)* ₅
Jejunum			
Essigsäure	7,3 (± 6,2)	4,7 (± 3,1)	7,0 (± 5,6)
Colon			
Gesamt	99,2 (± 15,3)	105,7 (±15,1)	112,0 (± 19,8)
Essigsäure	58,6 (± 7,5)	63,6 (± 6,3)	68,7 (± 7,1)
Propionsäure	27,7 (± 5,1)	27,7 (± 5,5)	30,3 (± 8,9)
n-Buttersäure	10,0 (± 1,3)	11,3 (± 2,1)	10,0 (± 2,4)
i-Buttersäure	0,4 (± 0,1) * ₅	0,4 (± 0,1)	0,5 (± 0,3)
n-Valeriansäure	2,0 (± 1,1)	2,3 (± 1,0)	2,0 (± 0,8)
i-Valeriansäure	0,5 (± 0,2)	0,4 (± 0,1)	0,5 (± 0,3)

5.8.4 Gehalt an konjugierten und dekonjugierten Gallensäuren

Die Gallensäuren wurden nur für die Jejunaldigesta bestimmt.

Die einzelnen Gallensäuren wurden zwecks Beurteilung der Ergebnisse zu den konjugierten bzw. dekonjugierten Gallensäuren zusammengefaßt und es wurde des weiteren das Verhältnis der Summe der konjugierten Gallensäuren zur Summe der dekonjugierten Gallensäuren berechnet.

Zu den detektierten *konjugierten* Gallensäuren zählen die Glykohyocholsäure, die Glykochenodeoxycholsäure, die Glykohyodeoxycholsäure, die Taurohyocholsäure und die Taurochenodeoxycholsäure.

Zu den detektierten *dekonjugierten* Gallensäuren zählen die Hyocholsäure, die Deoxycholsäure, die Chenodeoxycholsäure und die Hyodeoxycholsäure.

Wie aus der Tabelle 17 ersichtlich, hat der Zusatz des Monoenzympräparates „Ronozyme“ einen tendenziell senkenden Effekt auf die Dekonjugation der Gallensäuren im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die biometrische Überprüfung mit dem verteilungsfreien Test nach *Kruskal-Wallis* ergab allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen bezüglich dieses Parameters.

Tabelle 17: Gehalt an konjugierten und dekonjugierten Gallensäuren in den Jejunaldigesta (Sofern im Folgenden keine Fußnote ist die Anzahl pro Gruppe jeweils n=6.)

Gallensäuren	Gallensäuregehalt [$\mu\text{mol/g}$] Jejunaldigesta		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Konjugierte Gallensäuren	23,1 (\pm 18,8)	16,2 (\pm 13,1) * ₅	33,5 (\pm 28,1) * ₅
Dekonjugierte Gallensäuren	37,6 (\pm 11,0)	27,8 (\pm 8,5)* ₄	21,0 (\pm 9,3)* ₄
Verhältnis konj./dekonj. Gallensäuren	0,71 (\pm 0,58)	0,58 (\pm 0,65)	1,73 (\pm 2,35)

Ergebnisse

5.9 Praecaecale Verdaulichkeit der Rohnährstoffe (Weender Analyse), der Aminosäuren und der Stärke

In Tabelle 18 bzw. 18a sind die berechneten Werte der praecaecalen Verdaulichkeit für die einzelnen Rohnährstoffe (inklusive ADF und NDF), die Stärke und die Aminosäuren angegeben. Auffällig sind die häufig hohen Standardabweichungen der angegebenen Mittelwerte. Besonders hoch ist die Standardabweichung beispielsweise beim Parameter Rohfett und der Ronozyme-Gruppe.

Tabelle 18: Ergebnisse der praecaecalen Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und der pflanzlichen Gerüstsubstanzen wie ADF, NDF sowie die praecaecale Verdaulichkeit der Stärke (Sofern im Folgenden keine Fußnote ist die Anzahl pro Gruppe jeweils n=6.)

Rohnährstoffe inkl. pflanzlicher Gerüstsubstanzen und Stärke	Praecaecale Verdaulichkeit in %		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Rohprotein	87,0 (±3,2)	83,8 (±10,3)	84,5 (±11,8)* ₅
Rohfett	91,8 (±3,8)	94,5 (±2,5)* ₅	70,5 (±25,9)* ₄
Rohfaser	44,2 (±9,5)	36,5 (±12,8)	45,2 (±14,5)* ₄
Rohasche	57,1 (±7,6)	54,1 (±10,6)	61,6 (±5,8)* ₅
ADF	51,9 (±7,7)	48,0 (±7,9)	55,0 (±15,2)* ₄
NDF	54,2 (±6,5)	49,5 (±7,5)	59,2 (±13,9)* ₄
Stärke	98,9 (±0,4)* ₅	99,0 (±0,5)	99,3 (±0,2)* ₅

Tabelle 18a: Ergebnisse der praecaecalen Verdaulichkeit der Aminosäuren (Sofern im Folgenden keine Fußnote ist die Anzahl pro Gruppe jeweils n=6.)

Aminosäuren	Praecaecale Verdaulichkeit in %		
	Kontrolle	Roxazyme	Ronozyme
Asparaginsäure	88,0 (±2,3)	83,6 (±9,9)	87,7 (±5,5)* ₅
Threonin	87,1 (±3,0)	83,5 (±8,7)	86,8 (±5,8)* ₅
Serin	89,7 (±2,2)	86,9 (±7,1)	89,3 (±4,5)* ₅
Glutaminsäure	93,8 (±1,4)	90,4 (±6,4)	93,5 (±3,0)* ₅
Glycin	70,2 (±12,5)	65,5 (±20,3)	73,1 (±22,1)* ₅
Alanin	87,2 (±2,1)	83,0 (±11,2)	86,1 (±6,0)* ₅
Cystein	85,1 (±2,8)	80,5 (±7,7)	88,0 (±4,2)* ₅
Valin	88,3 (±2,2)	84,5 (±10,4)	88,0 (5,8)* ₅
Methionin	92,7 (±3,1)	90,3 (±8,3)	93,7 (±3,6)* ₅
Isoleucin	89,2 (±2,1)	85,4 (±11,1)	89,4 (±4,2)* ₅
Leucin	91,5 (±1,7)	88,6 (±8,0)	91,1 (±4,4)* ₅
Tyrosin	92,5 (±1,9)	89,6 (±9,7)	94,1 (±2,2)* ₅
Phenylalanin	85,7 (±2,5)	83,6 (±8,9)	86,2 (±4,8)* ₅
Histidin	89,5 (±2,5)	85,1 (±9,3)	89,2 (±5,5)* ₅
Lysin	90,8 (±2,0)	85,2 (±12,6)	90,3 (±4,7)* ₅
Arginin	89,7 (±2,8)	85,2 (±10,5)	88,2 (±9,2)* ₅
Prolin	84,5 (±8,0)	87,5 (±8,6)	88,9 (±2,5)* ₅
Summe Aminosäuren	88,8 (±2,7)	85,6 (±9,3)	89,1 (±5,0) * ₅