

بررسی اثرات آنزیم زایلاناز بر هیستومورفومتری روده باریک جوجه های گوشتی

مسعود ادیب مرادی^{۱*} مرتضی مهری^۲ سیدرضا هاشمی^۳ محسن بشاشتی^۴

۱) گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

۲) گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شهریار، شهریار - ایران.

۳) دانش آموخته دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی کرج، کرج - ایران.

۴) گروه علوم درمانگاهی طیور دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

(دریافت مقاله: ۲۸ دی ماه ۱۳۸۷، پذیرش نهایی: ۱۳ مهر ماه ۱۳۸۸)

چکیده

در طیور افزودن آنزیم ها با منشاء خارجی همانند آنزیم زایلاناز باعث بهبود بازدهی می گردد. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات استفاده از آنزیم زایلاناز بر روی هیستومورفومتری روده باریک طیور گوشتی انجام گرفت. در این مطالعه آنزیم زایلاناز در دوسطح ۰/۰۷ و ۰/۲ درصد در جیره بر پایه گندم در ۴ گروه (هر گروه شامل دو تکرار و در هر تکرار ۱۵ قطعه) مورد استفاده قرار گرفت. پس از کشتار در پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی)، تعداد ۱۰ قطعه از گروه شاهد و ۱۰ قطعه از گروه تیمار برای نمونه برداری به منظور مطالعه ساختار دوازدهه، تهی روده و اپیلوم انتخاب شدند. سپس با استفاده از میکروسکوپ نوری، تغییرات هیستومورفومتری روده باریک طیور گوشتی شامل ارتفاع کرک ها، تعداد سلولهای جامی شکل، ضخامت اپیتلیوم و عمق کریپت ها مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه گروه شاهد با گروه تیمار، نشان داد که در بخش های مختلف روده باریک گروه تیمار ارتفاع کرک ها و عمق کریپت ها افزایش یافته ($P < 0/05$) ولی تعداد سلول های جامی و ضخامت اپیتلیوم در تمام قسمت های روده باریک کاهش یافته است. این نتایج بیانگر این است که افزودن آنزیم زایلاناز به جیره غذایی بر پایه گندم، جذب مواد غذایی را افزایش می دهد.

واژه های کلیدی: آنزیم زایلاناز، روده باریک، جوجه گوشتی، هیستومورفومتری.

است.

مقدمه

آرایینوزایلانها بسیار چسبنده هستند و ویسکوزیته بالایی دارند. ویسکوزیته زیاد آرایینوزایلان ها سبب کاهش سرعت خالی شدن دستگاه گوارش می شوند و از طرفی آمیخته شدن آنزیم های گوارشی با سوبستراهایشان را با مشکل مواجه می کنند و همینطور میزان تماس مواد مغذی با سطح جذبی اپیتلیوم را کاهش می دهد (۱۱، ۱۵). در بررسی حاضر، تاثیر آنزیم زایلاناز بر پارامترهای مخاط روده باریک بررسی شد. در این بررسی، ارتفاع کرک ها، تعداد سلولهای جامی، ضخامت اپیتلیوم و عمق کریپت ها در قسمت های مختلف روده باریک مرغ های تغذیه شده با جیره های بر پایه گندم مورد ارزیابی قرار گرفت. امید است بررسی حاضر و نتایج حاصل از آن، بتواند مورد استفاده محققان و پرورش دهندگان طیور گوشتی قرار گیرد.

مواد و روش کار

در این بررسی از ۶۰ قطعه جوجه گوشتی سویه کاب (cobb-500) استفاده شد. قبل از ورود جوجه ها سالن تمیز و ضد عفونی گشته و شرایط دما و رطوبت مطابق با استانداردهای سویه کاب تنظیم شده بود. جوجه ها با میانگین وزنی تقریباً برابر و صرف نظر از جنسیت تقسیم شده و به طور تصادفی در ۴ پن دسته جمعی قرار گرفتند، به طوریکه در هر پن ۱۵ جوجه قرار گرفت. هر کدام از گروه های شاهد و تیمار شامل دو تکرار بود. این آزمایش تا سن ۴۲ روزگی ادامه داشت. در ۱۲ ساعت اول، محلول آب شکر (۵ درصد) و مولتی ویتامین در اختیار جوجه ها قرار گرفت. جیره مورد استفاده در این

صنعت پرورش طیور و صنایع وابسته، به عنوان یکی از مهمترین صنایع تولیدی کشور، دارای اهمیت فوق العاده در تغذیه و بهداشت عمومی می باشد. از اینرو، شایسته است با توجه به خودکفایی کشور در تولید گندم و ضرورت استفاده از آن در جیره طیور و نیز بکار بردن آنزیم به منظور کاهش عوامل ضد تغذیه ای گندم جهت پیشرفت کمی و کیفی محصولات این صنعت، گام های علمی و عملی لازم برداشته شود. پرورش طیور گوشتی یکی از مهمترین شاخه های صنعت پرورش طیور می باشد. با توجه به اینکه کسب حداکثر بازدهی مطلوب، هدف نهایی پرورش دهندگان طیور گوشتی است، افزایش کارایی جیره به عنوان مهمترین عامل موثر در بازدهی نهایی، همواره مورد توجه محققان و متولیان صنعت فوق بوده و خواهد بود. افزودن آنزیم ها به جیره یکی از مواردی است که باعث بهبود بازدهی می گردد. بعضی از آنزیم ها با تجزیه عوامل ضد تغذیه ای مواد مصرفی و تاثیر بر مخاط روده، سبب بهبود خصوصیات فیزیولوژیک روده از قبیل ویسکوزیته، سرعت عبور محتویات روده و مقدار مصرف مواد خوراکی و... می گردند. یکی از این آنزیمها آنزیم زایلاناز می باشد. این آنزیم جز گروه هیدرولازها است و سوبسترای آن، گندم می باشد.

آنزیم فوق توسط، قارچ های آسپرژیلوس نیجروتریکودر مالونگی براکیا توم تولید می شود و باعث هیدرولیز آرایینوزایلان ها می شود. آرایینوزایلان ها یکی از عوامل مهم ضد تغذیه ای گندم، چاودار و جو محسوب می شوند، آرایینوزایلان یک پلی ساکارید خطی متشکل از رشته بلند بتا ۱-۴- زایلان



جدول ۱- اثر آنزیم زایلاناز در قسمتهای مختلف روده باریک جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه گندم. * Mean \pm Standard Error of the Mean ** اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵.

| گروه تیمار | گروه شاهد | روده باریک | |
|------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | انحراف معیار میانگین \pm میانگین * | انحراف معیار میانگین \pm میانگین |
| دوازدهه | ارتفاع کرک ** | ۱۷۴۱/۱ \pm ۱/۸۳۰ | ۱۸۰۵/۹ \pm ۱/۲۹۲ |
| | ضخامت اپیتلیوم ** | ۴۹/۱ \pm ۱/۴۷۲ | ۳۹/۷ \pm ۱/۶۹۸ |
| | تعداد سلول های جامی ** | ۱۰/۸ \pm ۰/۵۱۹ | ۹ \pm ۰/۶۳۲ |
| | عمق کریپت ** | ۱۴۷/۱ \pm ۱/۳۷۴ | ۱۵۰/۹ \pm ۱/۰۹۹ |
| تهی روده | ارتفاع کرک ** | ۸۴۹/۶ \pm ۱/۱۴۲ | ۸۸۱/۱ \pm ۱/۰۶ |
| | ضخامت اپیتلیوم ** | ۳۹/۲ \pm ۰/۶۷۵ | ۳۶/۵ \pm ۰/۳۶۸ |
| | تعداد سلول های جامی ** | ۱۰/۱ \pm ۰/۶۹۹ | ۷/۸ \pm ۰/۳۶۸ |
| | عمق کریپت ** | ۱۰۹/۲ \pm ۱/۰۰۸ | ۱۳۴/۲ \pm ۲/۱۲۵ |
| ایلئوم | ارتفاع کرک ** | ۷۸۳/۲ \pm ۱۳/۳۹ | ۸۷۷/۹ \pm ۳/۴۰۴ |
| | ضخامت اپیتلیوم ** | ۳۶/۷ \pm ۱/۴۸۹ | ۲۶/۷ \pm ۰/۹۲۷ |
| | تعداد سلول های جامی ** | ۱۱/۱ \pm ۰/۹۶۴ | ۸/۹ \pm ۰/۷۳۵ |
| | عمق کریپت ** | ۱۰۱/۷ \pm ۲/۰۴۵ | ۱۱۸/۱ \pm ۱/۵۵۸ |

$$T_i = \text{اثر آنزیم زایلاناز} \quad e_{ij} = \text{خطای مربوط}$$

نتایج

نتایج اثرات زایلاناز بر ارتفاع کرک ها، تعداد سلول های جامی، ضخامت اپیتلیوم و عمق کریپت ها در قسمت های مختلف روده باریک جوجه های تغذیه شده با جیره های بر پایه گندم و ذرت در جدول (۱) آورده شده است. کرک ها در جوجه هایی که جیره بدون آنزیم دریافت کرده بودند، کوتاهتر و تعداد سلول های جامی بیشتر بود (تصویر ۱). ارتفاع کرک ها، ضخامت اپیتلیوم، تعداد سلول های جامی و عمق کریپت ها در قسمت های مختلف روده باریک تحت تاثیر ۷۰۰ گرم آنزیم زایلاناز در تن جیره قرار گرفت و اختلاف معنی داری بین این تیمار و گروه شاهد (بدون آنزیم) در موارد ذکر شده در جدول (۱) مشاهده شد ($p < 0/05$). مصرف آنزیم به مقدار ۷۰۰ گرم در تن جیره سبب بهبود در عمق کریپت ها، ارتفاع کرک ها و کاهش ضخامت اپیتلیوم و تعداد سلول های جامی در بخشهای مختلف روده باریک شد.

بحث

مهمترین اثر منفی پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای افزایش ویسکوزیته می باشد. پلی ساکاریدهایی که ویسکوزیته را افزایش می دهند سبب تغییرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک در سیستم گوارشی گونه های مختلف می شوند (۵). Irish و همکاران در سال ۱۹۹۵ نشان دادند که کاهش ویسکوزیته به طرق مختلف می تواند در پرند تاثیر گذار باشد که عبارتند از: ۱- فراهم آوردن شرایط لازم جهت تأثیر گذاری بیشتر آنزیمها بر هضم و جذب مواد غذایی بویژه چربی ها.

پژوهش بر پایه گندم به میزان ۴۰ درصد تهیه شد. آنزیم زایلاناز با سطح ۰/۰۷ درصد (نام تجاری آنزیم Hemicell و شرکت تولید کننده ChemGen) به نیمی از این جیره اضافه گردید و نیمی دیگر بدون آنزیم مورد استفاده قرار گرفت. ۶ ساعت پس از ورود جوجه ها جیره در اختیار آن ها قرار گرفت. ترکیب اصلی جیره ها بر اساس ۳ دوره پرورش آغازین، رشد و پایانی محاسبه شد. نسبت انرژی به پروتئین و سایر مواد مغذی بر اساس جدول راهنمای پرورش نژاد کاب تنظیم شد. در طول مدت آزمایش آب و غذا به طور آزاد در اختیار جوجه ها قرار گرفت.

در آخرین روز آزمایش جهت بررسی تغییرات هیستومورفومتری روده باریک (دوازدهه، تهی روده، ایلئوم) از هر پن پنج قطعه که به میانگین وزنی آن نزدیکتر بودند، انتخاب شدند بعد از خالی کردن محتویات روده، دوازدهه از محل قوس پانکراس، تهی روده از قوس پانکراسی تا زائده مکل، و ایلئوم از زائده مکل تا تقاطع ایلئوسکال قطع شده و به طور تقریبی ۵ سانتیمتر از طول دوازدهه از وسط قوس پانکراسی، تهی روده از وسط آن و ایلئوم (۵ سانتیمتر بعد از زائده مکل) جهت اندازه گیری هیستومورفولوژی روده باریک جدا شدند. به منظور جلوگیری از تخریب بافتها توسط آنزیم ها و باکتری ها و همچنین برای حفظ ساختمان فیزیکی نمونه ها و ثابت شدن آنها، بلافاصله در محلول بوئن ۱۰ درصد قرار گرفتند. محلول فوق در هر ۴۸ ساعت طی ۳ نوبت تعویض شد تا نمونه به طور کامل ثابت گردد. سپس نمونه ها توسط دستگاه اتوتکتیکون، آبیگری واز چربی پاک و نفوذ پارافین در آنها انجام گردید. پس از آن از نمونه ها بلوک پارافینی تهیه شد. این بلوک ها با ضخامت ۶ میکرومتر برش داده شد و آماده رنگ آمیزی شدند. رنگ آمیزی بافت ها به روش هما توکسلین - ائوزین انجام گرفت، سپس برش ها توسط میکروسکوپ نوری مورد مطالعه بافت شناسی قرار گرفته و بررسی هیستومورفومتریکی قسمتهای مختلف روده باریک نیز با استفاده از گراتیکول مدرج و اسلاید کالیبره انجام گردید (۳، ۱۰).

داده های رکورد برداری شده شامل مصرف خوراک اضافه وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی و ارتفاع کرک ها، تعداد سلول های جامی، ضخامت اپیتلیوم و عمق کریپت ها در قسمت های مختلف دوازدهه، تهی روده، ایلئوم با استفاده از نرم افزار آماری SAS رویه GLM تجزیه و تحلیل آماری شد. میانگین گروه های شاهد و تیمار نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن با یکدیگر مقایسه شدند. به دلیل اینکه اثر جنس (مرغ یا خروس بودن) در هیچکدام از صفات معنی دار نبود، اثر جنس در اجزای مدل قرار نگرفت. زیرا در غیر این صورت سبب کاهش درجه آزادی خطا و افزایش میانگین مربعات آن می شد.

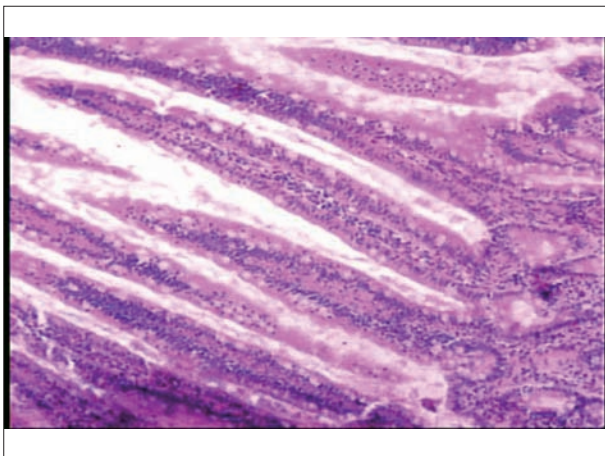
مدل آماری که جهت تجزیه و تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گرفت، بصورت زیر می باشد:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

اجزاء این مدل عبارتند از:

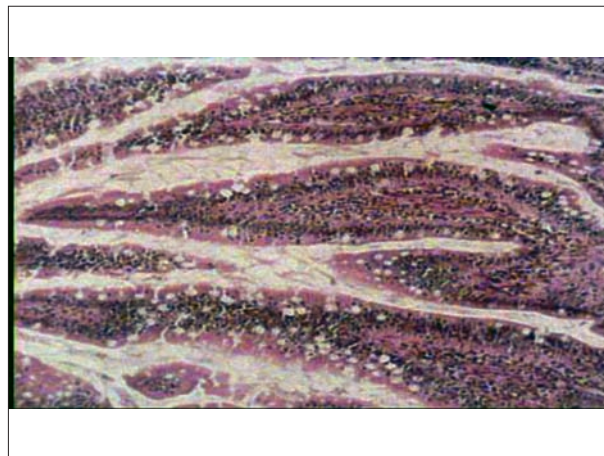
$$Y_{ij} = \text{مقدار هر مشاهده} \quad \mu = \text{میانگین جامعه}$$





تصویر ۲- دوازدهه جوجه تغذیه شده با جیره حاوی آنزیم (H&E, ×۱۰۰). ۱- ارتفاع کرک (کاهش سلولهای جامی در مقایسه با تصویر شماره ادیده می شود).

می شود (۱،۵،۹) در این آزمایش نیز مقدار ۷۰۰ گرم بر تن زایلاناز به طور معنی داری عمق کریپت ها و ارتفاع کرک ها را در دوازدهه، تهی روده و ایلئوم افزایش داد ($p < 0.05$). با افزایش ضخامت لایه اپیتلیوم در روده باریک، جذب مواد مغذی کاهش می یابد (۱۶). کاهش ضخامت اپیتلیوم روده باریک طیور باعث افزایش سرعت جذب مواد مغذی توسط اپیتلیوم و در نتیجه افزایش جذب در سیستم گوارشی پرنده می گردد (۶). در آزمایش حاضر نیز مصرف آنزیم به مقدار ۷۰۰ گرم در تن جیره سبب کاهش ضخامت اپیتلیوم، در بخش های مختلف روده باریک شد ($p < 0.05$). کاهش تعداد سلول های جامی احتمالاً سبب کاهش تولید موسین شده و هدر دادن پروتئین اندوژنوس را نیز می کاهد (۹). با اضافه کردن آنزیم به جیره به میزان ۷۰۰ گرم در تن، تعداد سلول های جامی نقاط مختلف روده باریک کاهش یافت ($p < 0.05$) در گروه تیمار، ارتفاع کرک ها در دوازدهه بیشتر از تهی روده و ایلئوم بود و این نشان می دهد که نقش اصلی در جذب مواد مغذی در روده باریک را دوازدهه بازی می کند استفاده از آنزیم زایلاناز به مقدار ۷۰۰ گرم در تن خوراک سبب کاهش معنی دار مصرف خوراک شد ($p < 0.05$). که شاید مربوط به افزایش ارتفاع کرک ها در روده باریک در اثر استفاده از آنزیم، و به دنبال آن افزایش جذب مواد مغذی باشد که نیاز پرنده را به مصرف خوراک می کاهد. در پایان با توجه به نتایج حاصله پیشنهاد می گردد برای بهره وری بیشتر از جیره حاوی چند آنزیم برای کاهش عوامل ضد تغذیه ای استفاده گردد به طور مثال استفاده همزمان از زایلاناز و بتاماناز (موثر بر بتامانان موجود در کنجاله سویا)، که در این صورت می توان از جیره هایی متنوع با درصدهای مختلفی از مواد مغذی گوناگون سود برد.



تصویر ۱- دوازدهه جوجه تغذیه شده با جیره بدون آنزیم (H&E, ×۱۰۰). ۱- ارتفاع کرک (افزایش سلول های جامی به طور محسوس دیده می شود).

۲- افزایش سرعت عبور و در نتیجه افزایش غذای مصرفی و بهبود تبدیل مواد مغذی در نتیجه جلوگیری از تغییرات هیستومورفولوژیک شدید پارامترهای قسمت های مختلف دستگاه گوارش جوجه ها خصوصاً در قسمت های مختلف روده باریک مانند ارتفاع کرکها و تعداد سلولهای جامی که در مجموع جذب مواد غذایی حاوی آرابینوز ایلانها را به دنبال استفاده از زایلاناز افزایش می دهد (۴).

Johnson و همکاران در سال های ۱۹۸۶ و ۱۹۸۴ همچنين Simon در سال ۱۹۹۸ در آزمایش هایی مشابه نشان دادند تغذیه با پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای طول، وزن مطلق و نسبی روده باریک موش صحرایی و جوجه های گوشتی را افزایش می دهد. در نتیجه Johnson و همکاران پیشنهاد کردند که حضور مقدار زیاد مواد غیر قابل جذب بر موکوس روده اثر ضد تغذیه ای دارد، به طوری که سرعت تقسیم سلولی را در روده باریک، کولون و سکوم افزایش می دهد و این عمل به همراه کاهش فعالیت برخی از آنزیم های موکوسی است. و این فرضیه را که افزایش سرعت تکثیر سلولی سبب کاهش سلول های موکوسی زنده به علت افزایش تعداد سلول های نارس در قسمت نوک کرک های روده می شود را مطرح نمودند (Rakowska, ۲۰۰۸, ۱۲, ۱۴). و همکاران در سال ۱۹۹۳ تخریب سریع کرک های روده و غشاهای موکوسی دوازدهه روده باریک جوجه های گوشتی را بعد از تغذیه با جیره های حاوی گندم نشان دادند (۱۳). و بالاخره Amerah و همکاران در سال ۲۰۰۸ و Birtles و همکاران در سال ۲۰۰۴ نتایج اثر آنزیم زایلاناز را بر جیره های حاوی گندم بررسی کردند (۱۰، ۱۵) و با وجود تفاوت در جیره ها به نتایج مشابهی با مطالعه حاضر بر روی تغییرات هیستومورفومتري روده باریک طیور گوشتی که شاهدهی برتایید مطالعه مورد بحث می باشد، دست یافتند.

آرابینوز ایلانها، میزان تماس مواد مغذی با سطح جذبی اپیتلیوم را کاهش می دهند (۳، ۱۱). افزایش ارتفاع کرک ها و عمق کریپت ها در روده باریک باعث افزایش سطح تماس و به دنبال آن افزایش جذب مواد مغذی



References

1. Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentile, R. G., Thomas, D. G. (2008) Influence of particle size and xylanase supplementation on the performance, energy utilization, digestive tract parameters and digesta viscosity of broiler starters. *Br. Poult/ Sci.* 49: 455-459.
2. Angkanaporn, K., Choct, M., Bryden, W. L., Annison, G. (1994) Effects of wheat pentosans on endogenous amino acid losses in chickens. *J. Sci. Food Agric.* 66:399-404.
3. Bancroft, J. D., Gamble, M. (2002) Theory and practice of histological Technique. (5thed.) Churchill Livingstone. pp. 140-142.
4. Irish, G. G., Barbour, G. W., Classen, R. T., Bedford, M. R. (1995) Removal of the alpha-galactosidase of sucrose from soybean meal using either ethanol extraction or exogenous alpha-galactosidase and broiler performance. *Poult. Sci.* 74:1484.
5. Jacobs, L. R. (1983) Effects of dietary fiber on mucosal growth and cell proliferation in small intestine of the rat: whit total fiber deprivation. *Am. J. Clin. Nutr.* 37:954-960.
6. Johnson, I. T., Gee, J. M. (1981) Effect of gel-forming gums on the intestinal unstirred layer and sugar transport in Vitro. *Gut.* 22:398.
7. Johnson, I. T., Gee, J. M. (1986) Gastrointestinal adaptation in response to soluble non-available polysaccharides in the rat. *Br. J. Nutr.* 55:479-505.
8. Johnson, I. T., Gee, J. M., Mahoney, R. R. (1984) Effect of dietary guar gum and cellulose on intestinal cell proliferation, enzyme levels and sugar transport in the rat. *Bri. J. Nutr.* 52:477-487.
9. Junqueira, L., Carneiro, J., Kelly, O. (1995) Basic Histology, 8th Ed, Editora Guanabara kogan S.A. pp. 289-296.
10. Kitoh, T., Matsushita, M. (2001) A new staining method of astrocytes for paraffin section. *Acta Neuro Path.* 49: 67-69.
11. Perlin, A. S. (1951) Structure of the soluble pentosans of wheat flours, *Cereal chem.* 28: 370.
12. Simon, O. (1998) The mode of action of NSP hydrolyzing enzymes in the gastrointestinal tract. *J. Anim. Feed. Sci.* 7:115-123.
13. Rakowska, M., RekCiepty, B., Sot, A., Lapnska, E., Kubinski, T., Barcz, I., Afanasjew, B. (1993) The effect of rye, probiotics and nisine on faecal flora and histology of the small intestine of chicks. *J. Anim. Feed. Sci.* 2:73-81.
14. Smith., CH., M. (1997) Viscosity of dietary fiber in relation to lipid digestibility in broiler chickens, PhD thesis, Wageningen Agricultural university, The Netherlands. pp. 18-22.
15. Wu Y. B., Ravindran, V., Thomas, D. G., Birtles, M. J., Hendriks, W. H. (2004) Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. *Bri. Poult. Sci.* 45:76-81.
16. Yusrizal, Chen, T. C. (2003) Effect of Adding Chicory Fructans in Feed on Broiler Growth Performance, Serum Cholesterol and Intestinal Length. *Intern. J. Poul. Sci.* 2:214-219.



EFFECT OF XYLANASE SUPPLEMENTATION ON SMALL INTESTINE HISTOMORPHOMETRY IN BROILER CHICKENS

Adibmoradi, M.^{1*}, Mehri, M.², Hashemi, R.³, Bashashati, M.⁴

¹*Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran-Iran.*

²*Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture of Shahryar-Shahr-e Qods Islamic Azad University, Shahryar -Iran.*

³*Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine of Karaj Islamic Azad University, Karaj-Iran.*

⁴*Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran-Iran.*

(Received 10 January 2009 , Accepted 5 October 2009)

Abstract:

Exogenous enzymes such as xylanase can cause recovery of efficiency in poultry. In this study we investigated the effects of xylanase supplementation on small intestine histomorphometry in broilers chicken. Two levels of xylanase supplementation (with or without 0.07% xylanase) was used in 4 treatment groups (two repetitions for each group and 15 chicks per group). After 42 days, 10 chicks from each pen were euthanized to study the duodenum, jejunum, and ileum histomorphometry. Using light microscope, morphological changes of small intestine including villous height, number of goblet cells, diameter of epithelium, crypt depth and ratio of crypt depth to villous height were evaluated. Addition of xylanase increased villous height and crypt depth ($p < 0.05$) and decreased goblet cell number and epithelium diameter in different sections of small intestine as compared to the control group. The findings of this study suggest that addition of exogenous xylanase in broiler diets based on wheat can effectively increase the absorption of nutrients.

Key words: xylanase, small intestine, broiler chickens, histomorphometry.

*Corresponding author's email: adibmoradi@ut.ac.ir, Tel: 021-61117112, Fax: 021-66933222.

