ژنتیک نوین
دوره هجدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲
صفحه ۲۹۹ - ۲۹۳

# تأثیر سطوح متفاوت آرد میوه بلوط بر بیان ژن کیموتریپسین پانکراس در جوجه‌های گوشتی

# Effect of different levels of oak acorn on pancreatic chymotrypsin gene expression in broilers chicken

مصطفی محقق دولت‌آبادی*[۱]، عصمت رضوی[۱]، علی جعفری دلیگانی[۱]

۱- به‌ترتیب دانشیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح دام، استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

**Muhaghegh Dolatabady M*[1], Razavi E[1], Jafari Deligani A[1]**

1- Associate Professor, MSc Graduated of Genetics and Animal Breeding, Assistant Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science, University of Yasouj, Yasouj, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:mmuhaghegh@yu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸)

## چکیده

**در این پژوهش، تأثیر جایگزینی ذرت جیره با آرد میوه بلوط بر میزان بیان ژن کیموتریپسین پانکراس در جوجه‌های گوشتی بررسی شد. استفاده از میوه بلوط در جیره طیور، به‌دلیل غلظت بالای تانن آن می‌تواند باعث کاهش مصرف خوراک، هضم مواد مغذی و عملکرد طیور گردد. از این رو، هدف از این مطالعه بررسی میزان بیان ژن کیموتریپسن پانکراس در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح متفاوت آرد میوه بلوط بود. برای این منظور، جوجه‌های گوشتی با سه تیمار غذایی (کنترل، ۱۵ درصد و ۲۰ درصد آرد میوه بلوط) از سن ۱ تا ۴۲ روزگی تغذیه شدند. در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی، بافت پانکراس از ۳۶ قطعه جوجه (۶ قطعه از هر تیمار در هر سن) پس از کشتار، توزین و RNA کل استخراج شد. به‌منظور بررسی بیان ژن، بیان ژن کیموتریپسین با ژن بتا اکتین به‌عنوان ژن مرجع، مورد مقایسه قرار گرفت. برای آنالیزداده‌های بیان ژن از نرم‌افزارهای REST, 2009, V2.0.13 و SAS 9.1 استفاده شد. در سن ۲۱ روزگی، اختلاف معنی‌داری در وزن نسبی پانکراس بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (p>۰/۰۵)، در حالی‌که در سن ۴۲ روزگی، وزن نسبی پانکراس در تیمار ۲۰ درصد آرد میوه بلوط نسبت به تیمارهای ۱۵ درصد آرد میوه بلوط و کنترل افزایش معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵). در سن ۲۱ روزگی، بیان ژن کیموترپسین پانکراس جوجه‌های گوشتی بین تیمارهای حاوی بلوط نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی‌که در سن ۴۲ روزگی، بیان ژن کیموتریپسین در تیمارهای حای ۱۵ و ۲۰ درصد آرد میوه بلوط، افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). به‌طور کلی افزایش سطح بلوط در جیره جوجه‌های گوشتی به‌علت افزایش ترکیبات فنولی (تانن‌ها) جیره و اتصال آن‌ها با پروتیین‌های جیره و آنزیم‌های گوارشی می‌تواند باعث کاهش جذب پروتیین‌ها و اسیدهای آمینه در دستگاه گوارش وافزایش بیان آنزیم‌های هضم‌کننده پروتئین در دستگاه گوارشی شود.**

**واژه‌های کلیدی**

بیان ژن
جوجه گوشتی
کیموتریپسین
میوه بلوط

[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]

## مقدمه

در صنعت پرورش طیور بیشترین هزینه‌ها به تغذیه اختصاص دارد، به‌همین دلیل تهیه‌ی خوراک ارزان قیمت و مناسب که بتواند احتیاجات طیور را برآورده سازد از اولین اهداف یک پرورش دهنده، به‌ویژه در صنعت پرورش جوجه‌گوشتی محسوب می‌شود. بر این اساس، جایگزین کردن مواد خوراکی ارزان قیمت مانند میوه بلوط ایرانی با منبع انرژی بالا به جای مواد خوراکی گران قیمت جیره، می‌تواند موجب متعادل شدن قیمت خوراک شود. استفاده از میوه‌ی بلوط به‌علت بالا بودن میزان مواد مغذی، ارزان بودن، دارا بودن خواص دارویی، روش نگه‌داری و دسترسی آسان به‌ویژه در فصل پاییز مقرون به صرفه است (Rajablu 2010). این میوه سرشار از کربوهیدرات نشاسته بوده به‌طوری که انرژی قابل متابولیسم آن ۳۳۰۰ کیلو کالری به ازای هر کیلوگرم تخمین زده شده و می‌تواند به‌عنوان یک منبع مهمی از انرژی در جیره طیور مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، درصد پروتئین خام، چربی و عصاره عاری از ازت میوه بلوط به‌ترتیب ۴/۷، ۵ و ۶۵/۵ می‌باشد (Fani Maleki 1998). اگرچه استفاده از میوهٔ بلوط می‌تواند منجر به کاهش هزینه پرورش طیور شود ولی باید توجه داشت مشکل اساسی میوهٔ بلوط، وجود میزان قابل توجهی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای (تانن‌ها) می‌باشد که مقدار آن‌ها ممکن است به ۹ درصد هم برسد (Varmaghani et al. 2006). تانن‌ها ترکیبات پلی فنلی مشتق شده از گیاه با جرم‌های مولکولی متفاوت هستند. آن‌ها را می‌توان به دو گروه اصلی، تانن‌های قابل هیدرولیز و تانن‌های متراکم، که به‌عنوان پروآنتوسیانیدین‌ها نیز شناخته می‌شوند، طبقه‌بندی کرد. تانن‌های قابل هیدرولیز حاوی گالوتانین یا الاژیک تانن هستند. پس از هیدرولیز، گالوتانین‌ها گلوکز و اسید گالیک تولید می‌کنند، در حالی‌که الاژیک تانن‌ها اسید الاژیک را به‌عنوان یک محصول تجزیه تولید می‌کنند (Nam et al. 2001). کاهش مصرف خوراک به‌دلیل تانن بالای جیره حقیقتی آشکار است، اما حضور مقداری متوسط تانن در لگوم‌ها منجر به بهبود جذب پروتئین و کاهش نفخ می‌شود (Tanner et al. 1995). نتایج یک مطالعه بر اساس تجزیه و تحلیل متا، مشخص شد که سطوح بالای تانن جیره تأثیر منفی بر میانگین افزایش وزن روزانه و میانگین مصرف خوراک روزانه جوجه‌های گوشتی دارد (Hidayat et al. 2021). همچنین تانن‌های غذایی باعث کاهش وزن کبد، بورس فابریسیوس و وزن طحال می‌شوند. در همین حال، سایر صفات لاشه (یعنی ران، بال‌ها و چربی بدن) تحت تأثیر تانن‌های رژیم غذایی قرار نگرفتند. با توجه به قابلیت هضم اسیدهای آمینه، غلظت بالای تانن جیره باعث ایجاد پاسخ منفی بر قابلیت هضم ایزولوسین، لوسین و متیونین شد (Hidayat et al. 2021). در مورد عملکرد جوجه‌های گوشتی، جیره‌های حاوی سطوح پایین تانن اثرات مشابهی با جیره‌های بدون تانن دارند. به‌عنوان مثال، غلظت ۰/۱۲ درصد تانن در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، هیچ اثر نامطلوبی بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه در روده نداشت (Woyengo and Nyachoti 2012). به‌طور کلی، گروه هیدروکسیل ترکیبات فنولی با تمایل باندی شدیدی به گروه‌های دارای بار مثبت موجود در مواد مغذی مانند پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، کاتیون‌های چندظرفیتی و مواد معدنی از قبیل آهن، روی و کلسیم منجر به کاهش ارزش تغذیه‌ای این مواد مغذی جیره می‌شوند (Khandelwal et al. 2010). علاوه بر این، ترکیبات فنولی نه تنها فعالیت آنزیم‌های مختلف را تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه در بیان ژن‌های آن‌ها نیز مؤثر بوده به طوری که نقش ویژه‌ای در تنظیم فرآیند رونویسی ژن‌ها به‌عهده دارند (Kumariand Jain 2012; Nobakhtand Muhaghegh Dolatabady 2019). پلی پپتیدهای غذایی توسط پروتئازهای گوارشی به پلی پپتیدها و اسیدهای آمینه کوچکتر تبدیل می‌شوند که آنزیم‌های پپسین، کیموتریپسین و تریپسین مهم‌ترین پروتئازهای دستگاه گوارش هستند. از طرف دیگر، مصرف خوراک‌های حاوی ترکیبات پلی فنولی مانند تانن‌ها، از طریق تشکیل کمپلکس با پروتئین‌ها و آنزیم‌های گوارشی باعث اختلال در فعالیت آنزیم‌ها می‌شود (Siebert et al. 1996; Koo and Noh 2007) به‌طوری‌که این نقش بازدارندگی ارتباط مستقیمی با مقدار و نوع ترکیبات پلی فنولی موجود در مواد خوراکی دارد (Santos-Buelga and Scalbert 2000). از این رو، با توجه به نقش بازدارندگی تانن بر فعالیت آنزیم‌های دستگاه گوارش، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تانن بر بیان ژن کیموتریپسین پانکراس در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف میوه بلوط در مقایسه با جوجه‌های شاهد و تغذیه شده با جیره‌های فاقد تانن می‌باشد.



[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تعداد ۱۳۲ قطعه جوجه یک روزه گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار برای یک دور ۴۲ روزه پرورش داده شدند. در تیمار اول، جوجه‌ها از جیره کنترل تغذیه شدند (فاقد بلوط)، در حالی‌که جوجه‌های تیمارهای ۲ و ۳ به‌ترتیب از جیره‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد میوه بلوط تغذیه شدند. جیره‌های غذایی مورد استفاده در آزمایش براساس توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات (NRC 1994) تنظیم شدند. در پایان هر یک از مراحل آغازین و رشد دوره، یعنی در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی، تعداد ۱۸ جوجه (۶ جوجه از هر تیمار) از سالن مرغداری دانشگاه یاسوج انتخاب شدند و پس از وزن‌کشی و کشتار، لوزالمعده آن‌ها از بدن خارج، توزین و به سرعت درون تانک ازت انتقال داده شد. سپس با استفاده از کیت استخراج (ترایزول) و بر پایه دستور العمل شرکت سازنده، RNA کل از هر نمونه لوزالمعده استخراج شد. کمیت و کیفیت RNA استخراج شده با استفاده از ژل الکتروفورز و همچنین با روش طیف سنجی توسط اسپکتوفتومتری در طول موج‌های ۲۶۰ و ۲۸۰ نانومتر تعیین شد. به‌منظور از بین بردن DNAی احتمالی در نمونه‌های RNA و بهتر شدن کیفیت RNA قبل از واکنش نسخه‌برداری معکوس، نمونه‌ها در معرض آنزیم DNase قرار گرفتند. مرحله نسخه‌برداری معکوس و سنتز cDNA توسط کیت لیوفیلیزه بایونیر شرکت تکاپوزیست انجام گرفت. برای این منظور، مقدار ۱۰ پیکومول از آغازگرهای تصادفی هگزامر به‌همراه ۵ میکروگرم RNA استخراج شده به میکروتیوب‌های حاوی مستر میکس لیوفلیزه اضافه شد و در نهایت حجم نهایی مواد افزوده شده به تیوب توسط آب عاری از DNase به ۲۰ میکرولیتر رسانده شد. سپس از برنامه حرارتی زیر جهت سنتز cDNA استفاده شد: دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه، دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه و دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه. همچنین کیفیت cDNA سنتز شده با استفاده از ژل آگارز ۱ درصد تعیین شد. برای بررسی بیان ژن کیوتریپسین با استفاده از برنامه Primer3plus و توالی این ژن در بانک اطلاعات، آغازگرهای اختصاصی طراحی شدند (جدول ۱).

اندازه‌گیری بیان ژن‌ها از روش تکثیر ژن طی واکنش Real Time PCR در دستگاه Bio Rad مدل CFX 96 و با استفاده از مستر میکس *HotTaq EvaGreen qPCR kit* شرکت سینا ژن صورت گرفت. در این واکنش، برای هر نمونه در هر تیوب ۵ میکرولیتر مستر میکس سایبرگرین، ۰/۵ میکرولیتر از هر آغازگر رفت و برگشت با غلظت ۱۰ پیکومول، ۵۰ نانوگرم cDNA سنتز شده و ۳ میکرولیتر آب عاری از DNase اضافه شد به‌طوری که حجم نهایی هر واکنش به ۱۰ میکرولیتر رسید. برای هر نمونه نیز دو تکرار در نظر گرفته شد. برنامه گرمایی استفاده شده در واکنش Real Time PCR جهت تکثیر قطعات مورد نظر شامل دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه، دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه، دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه و مرحله اتصال در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه بود که دو مرحله آخر به تعداد ۴۰ بار تکرار شد. در انتهای واکنش RT-PCR، نرم‌افزار دستگاه به‌طور خودکار خط آستانه را رسم و نتایج را به‌صورت چرخه آستانه (Ct) گزارش می‌کند.

جدول۱- توالی، شماره دسترسی و طول قطعات تکثیر شده

| Primer | Sequence | Size bp | Accession No. | References |
|---|---|---|---|---|
| Chymotrypsin | F: 5′- TGTGGAGGAACCCTCATTTC -3′ | 155 | NM_001277917.2 | Designed by |
| | R:5′- TCGTGCACAACGATCTTCTC -3′ | | | Primer3plus |
| β-actin | F:5′- CTGTGCCCATCTATGAAGGCTA-3′ | 139 | NM_205518 | (Yang et al. |
| | R: 5′-ATTTCTCTCTCGGCTGTGGTG-3′ | | | 2013) |



[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]

در تحقیق حاضر تغییرات نسبی بیان ژن کیموتریپسین نسبت به ژن β-Actin نرمال شد. برای مقایسه بیان ژن کیموتریپسین در تیمارهای حاوی آرد میوه بلوط نسبت به گروه شاهد از نرم‌افزار REST 2009 ( REST, http://rest.gene-quantification.info) و برای بررسی ارتباط وزن نسبی پانکراس با تیمارهای مختلف از رویه ANOVA نرم‌افزار آماری SAS 9.1 استفاده شد.

## نتایج

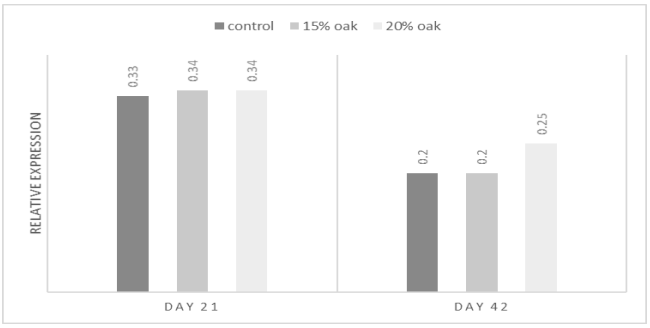
بر اساس نتایج آماری، وزن نسبی پانکراس در سن ۲۱ روزگی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر مشاهده نشد (p>۰/۰۵)، در حالی‌که وزن نسبی پانکراس در تیمار ۲۰ درصد آرد میوه بلوط در سن ۴۲ روزگی افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای ۱۵ درصد آرد میوه بلوط و کنترل نشان داد (p<۰/۰۵) که در شکل ۱ مقادیر وزن نسبی در هر تیمار آمده است. البته در سن ۴۲ روزگی، اختلاف معنی‌داری در وزن نسبی پانکراس بین تیمار شاهد و ۱۵ درصد آرد بلوط مشاهده نشد (شکل ۱).

پس از تکثیر موفق قطعه‌های مورد نظر از ژن‌های کیموتریپسین و بتااکتین توسط آغازگرها اختصاصی، مشاهده محصولات در ژل آگارز همراه با نشانگر، درستی اندازه قطعه‌های مورد نظر را تأیید می‌کند (شکل۲). همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود اندازه قطعات تکثیر شده برای ژن‌های کیموتریپسین و بتا اکتین به‌ترتیب ۱۵۴ و ۱۳۹ جفت‌باز است.

در سن ۲۱ روزگی، بیان ژن کیموترپسین پانکراس جوجه‌های گوشتی بین تیمارهای حاوی بلوط نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی‌که در سن ۴۲ روزگی، بیان این ژن در تیمارهای حای ۱۵ و ۲۰ درصد آرد میوه بلوط، افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نسبت به گروه شاهد آشکار شد (جدول ۲). میزان بیان ژن کیموتریپسین در سن ۴۲ روزگی برای تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد آرد میوه بلوط، به‌ترتیب ۴/۹۳ و ۸/۸۷ برابر میزان بیان این ژن در گروه شاهد بود (جدول۲).

## بحث

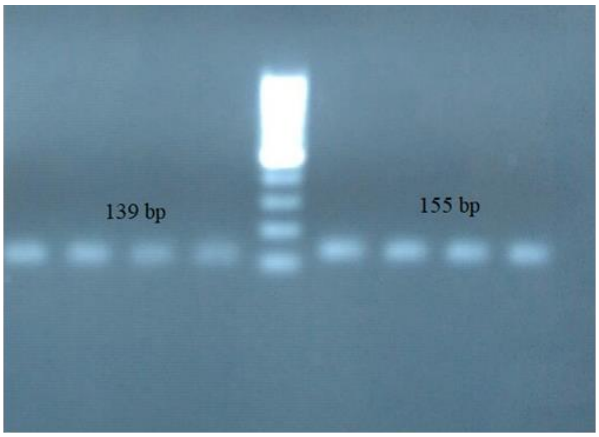
تانن‌ها مواد سمی بالقوه ای برای حیوانات تک معده‌ای محسوب می‌شوند (Santos-Buelgaand Scalbert 2000) و گنجاندن آن‌ها در جیره غذایی طیور می‌تواند منجر به کاهش مصرف خوراک، افزایش وزن و کارایی استفاده از خوراک شود. برای مثال، تانن باقلا (Longstaffand McNab 1991)) و دانه‌های سورگوم (Mitaru et al. 1983) باعث کاهش قابلیت هضم اسیدهای آمینه، نشاسته و لیپیدها در تغذیه جوجه‌های جوان و خروس های بالغ شده است. تأثیر تانن‌ها بر قابلیت هضم پروتئین نتیجه اتصال فنولیک‌ها به پروتئین‌های رژیم غذایی از یک طرف و اتصال آن‌ها به پروتئین‌های درون‌زا مانند آنزیم‌های گوارشی، پروتئین‌های بزاق، مخاط معده و روده و سایر پروتئین‌های درون‌زا در دستگاه گوارش است ( Mahmoodand Smithard 1993; Siebert et al. 1996; Kooand Noh 2007). درجه تشکیل کمپلکس تانن-پروتئین به نسبت تانن به پروتئین بستگی دارد ( Schaffert et al. 1974)، به‌طوری که در نسبت ۱:۱، تانن به‌صورت کامل به پروتیین جیره متصل می‌شود (Feenyand Bostock 1968).




شکل ۱- وزن نسبی پانکراس در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف در دو سن ۲۱ و ۴۲ روزگی



[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]




شکل ۲- قطعه‌های تکثیرشده توسط آغازگرها همراه با نشانگر لدر ۱۰۰ جفت‌باز.سمت چپ) قطعه تکثیر شده از ژن بتا اکتین به طول ۱۳۹ جفت‌باز. سمت راست) قطعه تکثیر شده از ژن کیموتریپسین به طول با ۱۵۵ جفت‌باز

جدول ۲- بیان ژن کیموتریپسین پانکراس در جوجه گوشتی در سن ۲۱ روزگی

| Chymotrypsin | Treatment | Expression rate | P value | Results |
|---|---|---|---|---|
| Day 21 | 15% oak acorn | 0.77 | 0.80 | - |
| | 20% oak acorn | 0.61 | 0.73 | - |
| Day 42 | 15% oak acorn | 4.93 | 0.02 | Up regulation |
| | 20% oak acorn | 8.87 | 0.01 | Up regulation |

شرایط واکنش مانند pH و دما نیز می‌توانند اتصال و برهمکنش بین پلی‌فنل‌ها و پروتئین‌ها را تغییر دهند ( Helal et al. 2014; Cai et al. 2015). از آن‌جایی که واکنش ترکیبات فنلی در مکان‌های مختلف آنزیم (گروه‌های آمینه و تیول، زنجیره‌های جانبی تریپتوفان) انجام می‌شود، ساختار آنزیم (ترکیب مولکول) و در نتیجه فعالیت آنزیم تغییر می‌کند( Rohn et al. 2002; Kooand Noh 2007; Thieleckeand Boschmann 2009). فعالیت بازدارندگی آنزیم‌ها توسط ترکیبات فنولی، به نوع آن‌ها نیز بستگی دارد. برای مثال، فعالیت بازدارندگی بالاتر فلاونوئیدها در مقایسه با اسیدهای فنولیک، به‌نظر می‌رسد با پیچیدگی ساختار فلاونوئیدها در تعامل با آنزیم مرتبط باشد. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد ارتباط مستقیمی بین ساختار پیچیده پلی‌فنول‌ها و میل ترکیبی آن‌ها با آنزیم ها وجود دارد ( Sergent et al. 2012; You et al. 2012). در مطالعات متعددی، تأثیر ترکیبات فنولی بر فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها، از جمله پروتئازهای گوارشی مانند پپسین، تریپسین، کیموتریپسین و الاستاز گزارش شده است (Rawel et al. 2002; Taylor et al. 2007; Gan et al. 2016). در این تحقیق، افزایش وزن پانکراس در سن ۴۲ روزگی برای تیمار ۲۰ درصد آرد میوه بلوط، می‌تواند ناشی از غیر فعال شدن آنزیم کیموتریپسین توسط اتصال با تانن جیره بوده که این پدیده منجر به کمبود آنزیم کیموتریپسین و نهایتاً افزایش فعالیت پانکراس جهت جبران آن می‌باشد. همچنین، در این سن، بیان ژن کیموتریپسین در هر دو تیمار حاوی آرد میوه بلوط افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد. به‌طوری کلی تنظیم سنتز آنزیم‌های پانکراس توسط ترکیب رژیم غذایی مشخص شده است (Brannon 1990). همچنین، افزایش اندازه پانکراس در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی (هایپرتروفی) به وجود تانن‌ها نسبت داده شده است (Mahmoodand Smithard 1993). علاوه بر این، فرآوری کنجاله سالسید با ماده قلیایی باعث کاهش هایپرتروفی پانکراس در جوجه‌های گوشتی شد ( Mahmood et



[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]

al. 1997). این محققین نشان دادند فعالیت کیموتریپسینوژن و آلفا-آمیلاز به‌طور معنی‌داری توسط تانن‌های جیره کاهش یافت اما فعالیت تریپسین تحت تأثیر قرار نگرفت و فرآوری با قلیا، اسید و آب به‌طور معنی‌داری فعالیت کیموتریپسینوژن و آلفا-آمیلاز پانکراس جوجه‌های گوشتی را بهبود داد که این افزایش کارایی در فعالیت آنزیم‌های پانکراس (کیموتریپسین و تریپسین) احتمالاً به‌دلیل کاهش تشکیل کمپلکس تانن-آنزیم در دستگاه گوارش اتفاق می‌افتد (Mahmood et al. 1997).

کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در سطوح بالای تانن در مقایسه با سطح پایین تانن در جوجه‌گوشتی (Ahmed et al. 1991)، خوک (Buraczewska et al. 1989)، و موش (Horigome et al. 1988) گزارش شده است. گلیکوزیدهای فنیل پروپانوئید، از ترکیبات پلی فنولی مهم در چای تلخ کودینگچا، می توانند فعالیت آنزیم‌های گوارشی را با الگوی غیر رقابتی مهار کنند. همچنین، این ترکیبات ممکن است اثر اتصالی بر روی آنزیم‌های گوارشی پپسین، تریپسین و کیموتریپسین داشته باشند، قطبیت و ساختار آنزیم‌ها را تغییر داده و منجر به کاهش فعالیت آنزیم شوند (Wu et al. 2013). از طرف دیگر، بررسی ترکیبات فنلی مختلف بر فعالیت آنزیم آلفا-کیموتریپسین در شرایط آزمایشگاهی، تأثیر منفی ترکیبات فنولی را بر هضم پروتئولیتیکی پروتیین‌های غذا توسط کیموتریپسین را تأیید کرد (Rohn et al. 2001). همچنین، اپی گالوکاتچین گالات، پلی فنول چای، قادر به اتصال کیموتریپسین با میل ترکیبی بالا بوده و با تثبیت ساختار کیموتریپسین، فعالیت پروتئازی این آنزیم را مهار می‌کند (Bonfili et al. 2008; Yang et al. 2011).

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که اثرات مضر تانن‌ها زمانی آشکارتر می‌شود که در سطوح بالایی در جیره موجود باشند و این افزایش سطح تانن با واکنش با پروتئین‌های جیره و پروتئازهای گوارشی، نه تنها قابلیت هضم پروتیین‌ها و اسیدهای آمینه را سرکوب می‌کند، بلکه بیان ژن‌های کدکننده آنزیم‌های گوارشی مانند کیموتریپسین را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

## تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه یاسوج به‌خاطر پشتیبانی مالی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

Ahmed A, Smithard R., Ellis M (1991) Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. British Journal of Nutrition 65:189-97.

Bonfili L, Cecarini V, Amici M, Cuccioloni M, Angeletti M, Keller J.N, Eleuteri AM (2008) Natural polyphenols as proteasome modulators and their role as anti-cancer compounds. The FEBS journal 275:5512-26.

Brannon P (1990) Adaptation of the exocrine pancreas to diet. Annual review of nutrition 10:85-105.

Buraczewska L, Gdala J, Grala W (1989) Ileal digestibility of protein in pigs fed diets with peas of variable content of protein and tannins. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds (pp. 181-4. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

Cai X, Yu J, Xu L, Liu R, Yang J (2015) The mechanism study in the interactions of sorghum procyanidins trimer with porcine pancreatic α-amylase. Food chemistry 174:291-8.

Fani Maleki F (1998) Application of oak fruit in broiler diets. Master Thesis in Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Khorasgan Branch (Isfahan).(In Farsi).

Feeny P, Bostock H (1968) Seasonal changes in the tannin content of oak leaves. Phytochemistry 7:871-880.

Gan J, Chen H, Liu J, Wang Y, Nirasawa S, Cheng Y (2016) Interactions of β-Conglycinin (7S) with Different Phenolic Acids—Impact on Structural Characteristics and Proteolytic Degradation of Proteins. International journal of molecular sciences 17:1671.

Helal A, Tagliazucchi D, Verzelloni E, Conte A. (2014) Bioaccessibility of polyphenols and cinnamaldehyde in cinnamon beverages subjected to in vitro gastro-pancreatic digestion. Journal of Functional Foods 7:506-16.

Hidayat C, Irawan A Jayanegara A, Sholikin MM, Prihambodo TR, Yanza YR, Wina E, Sadarman S, Krisnan R, Isbandi I (2021) Effect of dietary tannins on the performance, lymphoid organ weight, and amino acid ileal digestibility of broiler chickens: A meta-analysis. Veterinary World 14:1405.

Horigome T, Kumar R, Okamoto K (1988) Effects of condensed tannins prepared from leaves of fodder plants



[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]

on digestive enzymes in vitro and in the intestine of rats. British Journal of Nutrition 60:275-85.
Khandelwal S, Udipi SA, Ghugre P (2010) Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking. Food research international 43:526-530.
Koo SI, Noh SK (2007) Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. The Journal of nutritional biochemistry 18:179-183.
Kumari M, Jain S (2012) Tannins: An antinutrient with positive effect to manage diabetes. Research Journal of Recent Sciences 2277:2502.
Longstaff M, McNab J (1991) The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba L.*) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. British Journal of Nutrition 65:199-216.
Mahmood S, Smithard R (1993) A comparison of effects of body weight and feed intake on digestion in broiler cockerels with effects of tannins. British Journal of Nutrition 70:701-709.
Mahmood S, Smithard R, Sarwar M (1997) Effects of salseed (Shorea robusta) tannins, restricted feed intake and age on relative pancreas weight and activity of digestive enzymes in male broilers. Animal feed science and technology 65:215-30.
Mitaru BN, Reichert RD, Blair R (1983) Improvement of the nutritive value of high tannin sorghums for broiler chickens by high moisture storage (reconstitution). Poultry Science 62:2065-2072.
Nam S, Smith DM, Dou QP (2001) Tannic acid potently inhibits tumor cell proteasome activity, increases p27 and Bax expression, and induces G1 arrest and apoptosis. Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers 10:1083-1088.
Nobakht E, Muhaghegh Dolatabady M (2019) Effect of Feeding Oak Acorn on Expression of IL-2, IL-13 and IFN-γ Genes in Bursa Fabricius Tissue of Broiler Chickens. Poultry Science Journal 7:95-100.
Rajablu M (2010) The use of oak fruit in animal feed. nternal newsletter of Golestan Agricultural Jihad Organization, 4. (In Farsi).
Rawel HM, Czajka D, Rohn S, Kroll J (2002) Interactions of different phenolic acids and flavonoids with soy proteins. International Journal of Biological Macromolecules 30:137-150.
Rohn S, Rawel HM, Kroll J (2002) Inhibitory effects of plant phenols on the activity of selected enzymes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50:3566-71.
Rohn S, Rawel HM, Pietruschinski N, Kroll J (2001) In vitro inhibition of α-chymotryptic activity by phenolic compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture 81:1512-1521.
Santos-Buelga C, Scalbert A (2000) Proanthocyanidins and tannin-like compounds–nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. Journal of the Science of Food and Agriculture 80:1094-1117.
Schaffert R, Lechtenberg V, Oswalt D, Axtell J, Pickett R, Rhykerd C (1974) Effect of Tannin on In Vitro Dry Matter and Protein Disappearance in Sorghum Grain 1. Crop Science 14:640-643.
Sergent T, Vanderstraeten J, Winand J, Beguin P, Schneider YJ (2012) Phenolic compounds and plant extracts as potential natural anti-obesity substances. Food chemistry 135:68-73.
Siebert KJ, Troukhanova NV, Lynn PY (1996) Nature of polyphenol− protein interactions. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44:80-85.
Tanner CC, Clayton JS, Upsdell MP (1995) Effect of loading rate and planting on treatment of dairy farm wastewaters in constructed wetlands—I. Removal of oxygen demand, suspended solids and faecal coliforms. Water Research 29:17-26.
Taylor J, Bean SR, Ioerger BP, Taylor JR (2007) Preferential binding of sorghum tannins with γ-kafirin and the influence of tannin binding on kafirin digestibility and biodegradation. Journal of Cereal Science 46:22-31.
Thielecke F, Boschmann M (2009) The potential role of green tea catechins in the prevention of the metabolic syndrome–a review. Phytochemistry 70:11-24.
Varmaghani S.A, A. Y., Gharahdaghi A. A.and H J. (2006) Usage Of Detannificated Oak Kernel (Dok) In Broiler Diets. Pajouhesh-va-Sazandegi 19. (In Farsi).
Woyengo T, Nyachoti C (2012) Ileal digestibility of amino acids for zero-tannin faba bean (V*icia faba L.*) fed to broiler chicks. Poultry Science 91:439-43.
Wu X, Wang W, Zhu T, Liang T, Lu F, He W, Zhang H, Liu Z, He S, Gao K (2013) Phenylpropanoid glycoside inhibition of pepsin, trypsin and α-chymotrypsin enzyme activity in Kudingcha leaves from Ligustrum purpurascens. Food research international 54:1376-1382.
Yang F, Lei X, Rodriguez-Palacios A, Tang C, Yue H (2013) Selection of reference genes for quantitative real-time PCR analysis in chicken embryo fibroblasts infected with avian leukosis virus subgroup J. BMC research notes 6:1-5.
Yang H, Landis-Piwowar KH, Chan T, Dou Q. (2011) Green tea polyphenols as proteasome inhibitors: implication in chemoprevention. Current cancer drug targets 11:296-306.
You Q, Chen F, Wang X, Jiang Y, Lin S (2012) Anti-diabetic activities of phenolic compounds in muscadine against alpha-glucosidase and pancreatic lipase. LWT-Food science and technology 46:164-8.



[ Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-19 ]