



تأثیر عمل‌آوری کود مرغی با سطوح مختلف تانن استخراج شده از پوست انار بر قابلیت هضم شکمبه‌ای و روده‌ای آن

افروز شریفی^۱, مرتضی چاجی^۲ و سید علیرضا وکیلی^۳

۱- دانش آموخته دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، (نویسنده مسؤول: chaji@ramin.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۶ تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۲۲

چکیده

به منظور بررسی اثر عمل‌آوری کود مرغی با تانن استخراج شده از پوست انار بر قابلیت هضم شکمبه‌ای و روده‌ای آن، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر (تیمار شاهد) و هضم روده‌ای مواد مغذی تیمار بهای آزمایشی به کود مرغی بود. برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و هضم روده‌ای مواد مغذی تیمار بهای آزمایشی به ترتیب به روش کیسه‌های نایلونی و هضم سه مرحله‌ای اندازه‌گیری شد. نتایج مربوط به درصد و روند هضم ماده خشک و پروتئین خام و نیز فرانسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام نشان داد که با افزایش سطح عصاره تانن در کود مرغی بخش سریع تجزیه کاهش و بخش کند تجزیه افزایش یافت ($p=0.001$). ثابت نرخ تجزیه و پتانسیل تجزیه پذیری تحت تأثیر سطوح مختلف فرا-آوری قرار نگرفت. تجزیه‌پذیری موثر در تیمار حاوی ۵ درصد عصاره تاننی در کود مرغی بالاترین مقدار و در تیمار حاوی ۱۵ درصد کمترین مقدار بود ($p=0.001$). بیشترین درصد پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در تیمار شاهد و کمترین مقدار در جیره حاوی ۳۵ درصد عصاره تاننی مشاهده شد ($p=0.0013$). بیشترین درصد هضم روده‌ای پروتئین ($p=0.0021$) و قابلیت هضم ظاهری روده‌ای پروتئین ($p=0.0031$) در جیره حاوی ۲۵ درصد عصاره تاننی و کمترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۳۵ درصد عصاره تاننی بود. بیشترین مقدار پروتئین عبوری ($p=0.0072$) و درصد هضم کل ($p=0.0051$) درستگاه آوارش در جیره حاوی ۲۵ درصد عصاره تاننی و کمترین مقدار مربوط به جیره شاهد بود. در کل، نتایج این پژوهش نشان داد که سطح بهینه تانن مورد استفاده برای عمل‌آوری کود مرغی ۲۵ درصد ماده خشک بود، زیرا تجزیه‌پذیری پروتئین خام در شکمبه را کاهش داده و سبب افزایش جریان پروتئین عبوری به روده و افزایش هضم در روده گردید.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای، عصاره تاننی، کود مرغی، متabolیسم نیتروژن، هضم روده‌ای

است (۷). بنابراین کاهش دادن میزان پروتئین تجزیه شده در شکمبه و نیز عبور دادن بخشی از پروتئین حقیقی آن به روده جهت جذب به صورت اسید آمینه، می‌تواند در تغذیه نشخوارکنندگان مفید باشد. بخش عمد نیتروژن دفعی در نشخوارکنندگان از طریق ادرار است که این اتفاق به طور عمد ناشی از تجزیه نامطلوب شکمبه‌ای نیتروژن به ویژه بخش محلول آن است. این در حالی است که طی شرایط تغذیه‌ای مختلف میزان نیتروژن دفعی مدفوع تقریباً ثابت است (۱۰). در طی ۲۵ سال گذشته تلاش‌های زیادی توسط متخصصین تغذیه به منظور رسیدن به حد بهینه تولید با دستکاری جیره نشخوارکنندگان برای بالا بردن بازده استفاده از نیتروژن و تعادل بهینه از پروتئین قابل تجزیه و غیر قابل تجزیه در شکمبه صورت گرفته است. به منظور کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین مصرفی و اسیدهای آمینه در جیره، فعالیت‌های مختلفی صورت گرفته است که محافظت از منابع پروتئینی و اسیدهای آمینه به وسیله روش‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین استفاده از منابع پروتئینی که به طور طبیعی و در طی عمل‌آوری آن‌ها وضعیت خوبی از نظر عبور از شکمبه پیدا کرده‌اند از قبیل گلوتن ذرت، پودر ماهی، پودر گوشت، پودر خون و غیره می‌باشند (۲۰). محافظت پروتئین‌ها به وسیله روش‌های فیزیکی و شیمیایی، پر هزینه است. در ضمن قابلیت تجزیه‌پذیری پروتئین‌های محافظت شده بسته به شرایط و شدت اعمال روش متغیر است و ممکن است

مقدمه

كمبود خوراک دام، در بسياري از مناطق جهان، موجب شده است تا تغذیه دام بخش قابل توجهی از هزینه‌های دامپروری را به خود اختصاص دهد. بنابراین، توجه به منابع خوراکی ارزان قیمت، از جمله بقایای کشاورزی و دامپروری اين هزینه‌ها را کاهش خواهد داد؛ کود مرغی يكی از همین بقایا است. يكی از منابعی که در کشور ايران سالانه بيش از ۱/۳ ميليون تن تولید می‌شود، کود خشک جوجه گوشته است (۳۰). ارزش تغذیه‌ای کود مرغی به عنوان خوراک دام بیشتر به دليل محتوای پروتئین خام و مواد معدنی آن است (۱۷، ۲۹). همچنین استفاده از اين بقایا در تغذیه دام، هزینه جيره را کاهش داده و سبب کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از ذخیره‌سازی يا رهاسازی کود مرغی در محیط نیز می‌شود (۱۵). هر چند، وجود عوامل بیماری‌زا و باقیمانده‌های دارویی در کود مرغی يك محدودیت برای مصرف آن به صورت خام در نشخوارکنندگان است. با اين حال روش‌های مناسب فرآوری پیش از تغذیه، عوامل بیماری‌زا را به طور قابل توجهی کاهش و كيفيت آن را افزایش می‌دهد (۳۳). میزان پروتئین خام کود مرغی را در دامنه ۱۰ تا ۳۵ درصد گزارش کرده‌اند (۷). حدود نیمی (۴۵ درصد) از پروتئین خام کود مرغی با منبع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) است که به سرعت در شکمبه توسط ميكروorganisimsها تجزیه می‌شود و سایر محتوای آن ۵۵ درصد پروتئین خام پروتئین حقیقی

حدود ۱۲۲ هزار تن است (۲۱). این پسماند حاوی مقداری زیادی متابولیت‌های ثانویه مانند تانن، ساپونین و ترکیبات فنولیک (عمدتاً پونیکالاجن و الچیتان) با خواص متنوعی از قبیل اثرات ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و تحریک کنندگی سیستم ایمنی هستند (۲).

تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تاثیر ترکیبات فنلی استخراج شده از پوست انار بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و سرنوشت هضم پروتئین کود مرغی در روده انجام نشده است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر برسی سطوح متفاوت عصاره پوست انار به عنوان منبع تانن با هدف تعیین سطح بهینه مورد استفاده به منظور بهبود قابلیت هضم روده‌ای پروتئین کود مرغی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام شد. کود مرغی عمل‌آوری شده به صورت آسیاب و بسته‌بندی شده از کارخانه عمل‌آوری کننده تهیه شد. به منظور کاهش بار میکروبی و سالم‌سازی، کود مرغی در کارخانه با فرآیند حرارتی ویژه‌ای، شامل حدود ۲۳ درصد رطوبت‌دهی و سپس پخت توسط فشار بخار آب در دیگ‌های مخصوص در درجه حرارت ۸۵-۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه عمل‌آوری شده بود.

پوست انار تازه نیز به مقدار موردنیاز از استان خوزستان (شهرستان باغملک) تهیه شد. روش عصاره‌گیری ترکیبات فنولیک پوست انار به این صورت بود که ابتدا پوست انار خشک شده در آفتاب، توسط آسیاب دارای الکهای با اندازه منافذ ۰/۵ میلی‌متری آسیاب شد و به مدت ۲۴ ساعت با نسبت یک به ۱۰ (پوست انار به آب) در آب خیسانده شد. به منظور جداسازی پوست انار، عصاره به دست آمده از دو لایه پارچه متقابل عبور داده شد. در مرحله دوم، به منظور افزایش غلظت تانن در عصاره فیلتر شده، عصاره تحت حرارت ۹۵ درجه سلسیوس قرار گرفت (۸). کل ترکیبات فنولیک و کل تانن عصاره و کود مرغی (جدول ۱) اندازه‌گیری شد (۱۹).

قابلیت هضم پروتئین در روده باریک را نیز کاهش دهنده (۱۱). مطالعات مختلفی در زمینه استفاده از تانن‌ها به عنوان افزودنی خوارکی جهت کاهش تجزیه‌پذیری مواد پروتئینی در شکمبه و بهبود بازده استفاده از پروتئین در شکمبه صورت گرفته است (۹، ۱۴، ۱۸). تانن‌ها متبلور نبوده و فاقد نیتروژن هستند ولی دارای عوامل فنول و گلوكز در ساختمان خود هستند. در حالت خالص توده‌ای بی‌شک، بی‌رنگ، با مزه‌ای تلخ و گس‌می باشند (۱۸). تانن‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: تانن‌های قابل هیدرولیز و تانن‌های متراکم یا پروآنتوسیناید، تانن‌های متراکم دارای توسعه بیشتری در گیاهان آلی هستند (۱۸). تانن‌ها بسته به غلاظت و ماهیت آن‌ها و نیز گونه‌های حیوانی، وضعیت فیزیولوژیکی حیوان و ترکیب جیره دارای اثرات مفید و مضری می‌باشند (۱۹). تانن‌های قابل هیدرولیز معمولاً توسط آنزیم‌های میکروفلورای شکمبه تجزیه می‌شوند. تانن‌های متراکم بسیار گستردۀ هستند و نسبت به تانن‌های قابل هیدرولیز کمتر مستعد هیدرولیز می‌باشند. گیاهان و علوفه‌هایی که حاوی مقدار متوسطی از تانن متراکم هستند (۲ تا ۴ درصد ماده خشک) می‌توانند اثرات مفیدی بر متابولیسم پروتئین در گوسفند داشته باشند. علاوه بر این سبب تجزیه آهسته پروتئین جیره و تبدیل آن به آمونیاک شده و سبب افزایش خروج پروتئین از شکمبه می‌شوند. در نتیجه سبب بهبود و افزایش جذب اسیدهای آمینه در روده باریک خواهد شد (۳۲). اخیراً گزارش شده است که تانن‌ها قابلیت باند شدن با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی را دارا هستند (۴). کورتز و همکاران (۱۲) تأثیر تانن متراکم خالص استخراج شده از سه منبع گیاهی مختلف را بر قابلیت تجزیه شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای کنجاله سویا در شرایط برونشی برسی کردند. با افزودن تانن متراکم تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک نسبت به تیمار کنترل (بدون تانن) کاهش یافت. همچنین با افزودن تانن متراکم کاهش ۲۵ تا ۶۳ درصدی در تجزیه پروتئین خام در شکمبه در مقایسه با تیمار بدون تانن مشاهده شد.

پوست انار یکی از محصولات فرعی کارخانه‌های آب میوه‌گیری در ایران می‌باشد که میزان تولید سالانه آن در

جدول ۱- ترکیب شیمیایی کود مرغی و عصاره تاننی استخراج شده از پوست انار^۱

Table 1. The chemical composition of recycled poultry bedding (RPB) and pomegranate peel extract (PPE)

ترکیب شیمیایی	عصاره تاننی	کود مرغی
ماده خشک (درصد)	۸۷/۵۱±۰/۳۴۶	۹۰/۰۰±۰/۵۵۱
ماده آبی (درصد)	۷۴/۷۲±۰/۲۵۸	۸۵/۳۱±۰/۳۶۲
پروتئین خام (درصد)	۲۰/۳۱±۰/۸۹۹	۲۲/۴۲±۰/۹۶۶
نیتروژن غیر پروتئینی (گرم در کیلوگرم نیتروژن)	-	۴۰/۲±۲/۷۷
پروتئین حقیقی (گرم در کیلوگرم پروتئین خام)	-	۵۹/۸±۳/۸۱
الاف نامحلول در شوینده خشی (درصد)	۷/۵۰±۰/۲۳۱	۳۵/۰۰±۰/۷۹۶
الاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۵/۷۵±۰/۱۹۸	۱۹/۵±۰/۵۳۴
کربوهیدرات غیر الافی (درصد)	۴۶/۲۰±۰/۸۲۱	۲۶/۱۱±۰/۶۶۴
کل ترکیبات فنولیک (درصد)	۱۵/۱۰±۰/۴۳۳	۲/۱۱±۰/۰۷۵
کل تانن (درصد)	۱۱/۱۰±۰/۳۲۰	۰/۷۵±۰/۰۲۲

۱- اعداد موجود در جدول، میانگین‌های محاسبه شده برای چهار تکرار می‌باشد.

از شکمبه خارج نموده و جهت توقف سریعتر تخمیر میکروبی، کیسه‌ها بالا فاصله در آب سرد قرار داده شد، سپس تا زمان خروج آب زلال کیسه‌ها زیر شیر آب سرد شستشو داده شد و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک گردیدند و نسبت ناپدید شدن ماده خشک یا پروتئین خام نمونه‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری زمان صفر، کیسه‌های حاوی نمونه خوارکی، به مدت حدود پانزده دقیقه در آب و لرم خیسانده شدند، سپس زیر شیر آب سرد قرار داده شد و تا زمان خروج آب زلال کیسه‌ها شستشو داده شد، سپس در آون با دمای مذکور خشک گردیدند. با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ناپدید شدن مواد در زمان t و همچنین فراستجههای تجزیه پذیری (a)، b، c و PD بر اساس رابطه ارسکوف و مکدونالد (۲۵) به دست آمد:

$$P = a + b(1 - e^{-ct}) \quad (1)$$

که در آن P نشان دهنده تجزیه‌پذیری ماده خشک (درصد) در واحد زمان a بخش سریع تجزیه (درصد)، b بخش کند تجزیه (درصد)، c سرعت تجزیه (درصد در ساعت)، ED (a+b) بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد) است. مقدار ED یا تجزیه‌پذیری مؤثر از رابطه زیر محاسبه شد (۲۵، ۲۰) رابطه (۲)

$$ED = a + [(b \times c) / (c + r)] \quad (2)$$

r = سرعت عبور مواد از شکمبه که در آزمایش حاضر به دلیل تقذیه گاوهای دارای فیستولا با جیره غذایی در حد نگهداری از سطح ۰/۰۲ استفاده گردید (۵). ضرایب a، b و c با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌گردند.

کود مرغی مورد آزمایش با سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۵ درصد ماده خشک با عصاره تاننی عمل آوری شد. برای این منظور، به دلیل زیاد بودن ماده خشک عصاره تاننی، نحوه افزودن سطوح مختلف آن به کود مرغی به این صورت بود که ابتدا مقدار موردنیاز عصاره با حجم مشابهی از آب مخلوط شده تا رقیق گردد و به میزان کود مرغی موردنظر اضافه گردد.

اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری شکمبهای ماده خشک و پروتئین خام در کیسه‌های نایلونی

کود مرغی حاوی عصاره در آون (به مدت ۴۸ ساعت در آون تحت حرارت ۴۰ درجه سلسیوس) قرار داده شد تا از خشک شدن آن اطمینان حاصل گردد. نمونه‌ها با آسیاب مخصوص و با غربال یک میلی‌متری آسیاب شد، مقدار ۵ گرم از نمونه آزمایشی در هر کیسه نایلونی (به ابعاد $21 \times 10 \times 5$ متر، با قطر منافذ بین ۴۵ تا ۵۰ میکرومتر) ریخته و درب کیسه‌ها توسط نخ پلاستیکی بسته شد. کیسه‌های نایلونی محتوی نمونه‌های خوارک به لوله‌های لاستیکی به قطر ۰/۵ و طول ۵۰ سانتی‌متر بسته و از طریق فیستولای شکمبهای در داخل شکمبه دو راس جوانه هلشتاین، غوطه‌ور شد (۴). برای هر زمان در هر دام ۵ تکرار (کیسه) در نظر گرفته شد. جیره دام دارای فیستولا شامل جیره‌های حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره (۲۴) بود که با نرم افزار NRC نوشته شده بود (جدول ۳).

کیسه‌های حاوی هر ماده خوارکی را در فواصل زمانی صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون

جدول ۲- اقلام خوارکی و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی تقدیم شده به جوانه دارای فیستولای شکمبهای (بر حسب درصد یا واحد ذکر شده)
Table 2. Feed ingredients and chemical composition of experimental diet fed to rumen fistulated steer (% of DM or as stated)

درصد	اقلام خوارکی
۴۰/۰	کاه گندم
۱۰/۰	سیلانز ذرت
۱۰/۰	پونجه خشک
۲۷/۰	دانه ذرت
۱۱/۰	سیبوس گندم
۰/۹۰	اوره
۰/۵۵	کربنات کلسیم
۰/۳۰	ویتامین و مواد معدنی
۰/۲۵	نمک
۸/۷	ترکیب شیمیایی
۹۲/۶	ماده خشک
۱۰/۸	ماده آلی
۵۳/۱	پروتئین خام
۱۱/۱	الایف نامحلول در شوینده خنثی
۰/۶۰	کربوهیدرات غیر الایفی
۰/۳۵	کلسیم
۸/۷۸	فسفر
	انرژی قابل متابولیسم (مگازول در کیلوگرم ماده خشک)

سطوح بیشتر تانن، بیشترین مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک را داشتند که احتمالاً به دلیل کمتر بودن بخش محلول در تیمارهای مذکور به واسطه کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین کود مرغی در نتیجه باند شدن آن با تانن عصاره پوست انار می‌باشد (۱۲). نتایج نشان داد که با افزایش سطح عصاره تاننی در کود مرغی بخش سریع تجزیه کاهش و بخش کند تجزیه افزایش یافت ($p=0.001$). بالاتر بودن بخش سریع تجزیه در تیمار شاهد به این علت است که حدود نیمی (۴۵ درصد) از پروتئین خام کود مرغی با منبع نیتروژن غیر پروتئینی است که به سرعت در شکمبه توسط میکرووارگانیسم‌ها تجزیه می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش بخش سریع تجزیه ماده خشک با افزایش سطح عصاره تاننی احتمالاً به علت کاهش بخش محلول پروتئین می‌باشد (۳۱). موفق با نتایج آزمایش حاضر، استفاده از تانن پوسته انار و پسته برای عمل آوری کنجاله سویا یا کنجد، سبب کاهش بخش محلول و افزایش بخش کند تجزیه شد (۳۱). در پژوهشی دیگر با هدف بررسی اثر منابع مختلف تانن مترافق استخراج شده از تعدادی از گیاهان لگومی بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای کنجاله سویا (۱۲)، کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین گزارش شد.

ثابت نرخ تجزیه و پتانسیل تجزیه‌پذیری (حاصل جمع $a+b$) تحت تأثیر سطوح مختلف فراوری قرار نگرفت. تجزیه‌پذیری مؤثر در تیمار حاوی ۵ درصد عصاره تاننی در کود مرغی بالاترین مقدار و تیمار حاوی ۱۵ درصد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند ($p=0.001$). همچنین تجزیه‌پذیری مؤثر در تیمار حاوی ۳۵ درصد عصاره تاننی تفاوت معنی‌داری با تیمار حاوی ۱۵ درصد نداشت.

تعیین هضم‌پذیری روده‌ای پروتئین کود مرغی عمل‌آوری شده با سطوح متفاوت عصاره تاننی پوست انار با روش هضم سه مرحله‌ای آنزیمی به منظور بررسی گوارش‌پذیری شکمبه‌ای-روده‌ای کود مرغی عمل‌آوری شده با سطوح متفاوت عصاره تاننی پوست انار از روش هضم سه مرحله‌ای آنزیمی استفاده شد. در این روش میزان ناپدید شدن شکمبه‌ای، شیردانی و روده‌ای تعیین گردید (۱۳).

طرح آزمایشی و تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده با استفاده از رویه GLM و توسط نرم‌افزار SAS (۲۸)، در قالب طرح کاملاً تصادفی (با ۸ تیمار و ۵ تکرار در هر زمان) انجام گرفت. مدل آماری طرح آزمایشی به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود که در این مدل Y_{ij} ، μ ، T_i ، e_{ij} به ترتیب رکورد مشاهده شده، میانگین کل، اثر تیمار آزمایشی T_i و اثر خطای آزمایشی بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک کود مرغی فرآوری شده با سطوح مختلف تانن استخراج شده از پوست انار

براساس نتایج (جدول ۴) در ساعات اولیه انکوباسیون (زمان‌های ۰، ۲، ۴، ۸ و ۲۴ ساعت) مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک در تیمارهای حاوی سطوح کمتر تانن، بیشتر بود که احتمالاً به دلیل بالاتر بودن بخش محلول پروتئین در تیمارهای مذکور می‌باشد. در صورتی که در ساعات پایانی انکوباسیون (۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) تیمارهای حاوی

جدول ۳- درصد و روند تجزیه‌پذیری شکمبهای ماده خشک در تیمارهای آزمایشی

Table 3. Percentage and trend of ruminal dry matter disappearance in experimental treatments

تیمار	ساعت انکوباسیون														
	فراستجه‌های تجزیه‌پذیری					ساعت انکوباسیون									
ED	PD	c	b	a	۹۶	۷۲	۴۸	۳۶	۲۴	۱۶	۸	۴	۲	۰	
۵۹/۰۰ ^{bc}	۸۵/۴۴	۰/۰۴۱	۳۸/۸۰ ^d	۴۶/۵۰ ^a	۸۲/۵۰	۸۲/۵۰ ^{bc}	۸۲/۰۰	۷۵/۵۱ ^{cd}	۶۴/۱۳ ^{abc}	۷۰/۲۳ ^{ab}	۶۰/۲۳ ^a	۵۳/۱۱ ^{ab}	۴۶/۶۲ ^a	۴۶/۵۰ ^a	شاهد
۷۰/۶۱ ^a	۸۴/۲۰	۰/۰۵۶	۳۸/۸۷ ^d	۴۵/۳۲ ^{ab}	۸۲/۲۲	۸۲/۲۱ ^{bc}	۸۰/۳۱	۸۲/۲۲ ^{ab}	۷۱/۲۲ ^a	۶۸/۲۱ ^{abc}	۵۸/۸ ^{1a}	۵۵/۷۰ ^a	۴۷/۲۰ ^a	۴۵/۶۱ ^a	۵
۶۹/۱۱ ^{bc}	۸۳/۱۰	۰/۰۵۴	۳۹/۲۲ ^d	۴۳/۱۸ ^{bc}	۸۰/۵۹	۸۰/۶۷ ^c	۷۹/۷۹	۸۰/۹۱ ^{abc}	۶۹/۹۱ ^a	۶۵/۷۲ ^{bcd}	۵۹/۰۰ ^a	۵۴/۴۳ ^a	۴۳/۸۰ ^b	۴۵/۱۱ ^a	۱۰
۶۵/۴۴ ^e	۸۶/۸۰	۰/۰۳۳	۴۴/۷۹ ^c	۴۱/۸۶ ^c	۸۱/۷۸	۸۱/۷۷ ^{bc}	۷۹/۸۹	۷۰/۵۰ ^d	۶۰/۲۵ ^{bc}	۶۵/۴۲ ^{bcd}	۵۴/۸۱ ^c	۵۱/۱۳ ^{bc}	۴۲/۳۱ ^{bc}	۳۹/۳۰ ^b	۱۵
۶۷/۲۲ ^d	۸۴/۰۰	۰/۰۵۸	۴۶/۸۰ ^{bc}	۳۷/۲۱ ^{de}	۷۹/۱۲	۷۹/۱۱ ^c	۷۹/۶۱	۷۸/۹۰ ^{abc}	۷۱/۱۳ ^a	۶۱/۳۵ ^d	۵۷/۹۲ ^{ab}	۴۸/۳۲ ^{cd}	۳۹/۶۲ ^c	۳۷/۱۲ ^c	۲۰
۶۹/۷۱ ^{ab}	۸۶/۷۱	۰/۰۵۶	۴۸/۲۰ ^b	۳۸/۵۱ ^d	۸۶/۵۳	۸۶/۵۲ ^a	۸۳/۶۷	۸۵/۰۰ ^a	۵۹/۰۰ ^c	۷۲/۸۱ ^a	۶۰/۴۴ ^a	۵۰/۹۱ ^{bc}	۴۰/۸۰ ^c	۳۶/۹۴ ^c	۲۵
۶۷/۵۰ ^{dc}	۸۴/۵۵	۰/۰۵۷	۴۷/۶۱ ^b	۳۶/۷۸ ^{de}	۸۲/۷۰	۸۲/۶۶ ^{bc}	۸۰/۸۶	۷۷/۵۲ ^{bc}	۶۸/۳۴ ^{abc}	۶۶/۳۲ ^{bc}	۵۵/۱۰ ^{bc}	۵۰/۳۱ ^{bc}	۴۰/۰۰ ^c	۳۵/۲۲ ^c	۳۰
۶۶/۲۰ ^{de}	۸۶/۰	۰/۰۴۸	۵۱/۲۱ ^a	۳۴/۷۹ ^e	۸۵/۱۰	۸۵/۱۲ ^{ab}	۷۵/۶۸	۷۸/۵۲ ^{abc}	۶۸/۶۱ ^{ab}	۶۴/۹۱ ^{cd}	۴۹/۷۲ ^d	۴۷/۴۵ ^d	۳۴/۴۱ ^d	۳۶/۷۲ ^c	۳۵
۰/۴۷	۱/۱۱۰	۰/۰۰۷	۰/۷۷۰	۰/۸۱۲	۱/۰۷۱	۱/۰۷۳	۲/۰۳۲	۲/۰۱۱	۲/۹۱۱	۱/۵۳۰	۰/۹۳۵	۰/۹۱۳	۰/۹۲۳	۰/۸۱۴	SEM
۰/۰۰۱	۰/۰۵۰	۰/۱۶۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۷۴۳	۰/۰۰۶	۰/۳۲۳	۰/۰۰۶	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	P-Value

تیمار شاهد، کود مرغی عمل آوری نشده؛ تیمارهای ۵ تا ۳۵، به ترتیب کود مرغی عمل آوری شده با ۵ تا ۳۵ درصد عصاره تانی.

ab: بخش سریع تجزیه، b: بخش آگسته تجزیه، c: سرعت تجزیه، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری، ED: پتانسیل تجزیه‌پذیری مؤثر (برای نزخ عبور ۰/۰۲ به دلیل تغذیه دامها در سطح نگهداری).

ستون‌هایی که دارای حروف مشابه نیستند، در هر مورد دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($p < 0/05$).

به کنجاله سویا فرآوری شده در سطح ۱۰ درصد و برای کنجاله کلزا در سطح ۵ درصد گزارش گردید. مطابق با نتایج آزمایش حاضر، کورتس و همکاران (۱۲) گزارش دادند که تانن‌ها قابلیت هضم پروتئین را کاهش می‌دهند. به نظر می‌رسد تانن‌ها با پروتئین تشکیل کمپلکس داده و نیتروژن را از دسترس میکرووارگانیسم‌های شکمبه خارج می‌کنند که در نهایت باعث کاهش هضم پروتئین شده است. همچنین، مکسوینی و همکاران (۲۱) نشان دادند که مقادیر تانن متراکم تا میزان ۴ درصد دارای اثرات مفیدی است زیرا تانن‌ها پروتئین جبره را از تجزیه شکمبهای محافظت کرده و در نتیجه می‌توانند با افزایش پروتئین عبوری با بازده بیشتری مورد استفاده قرار گیرند و سبب بهبود عملکرد نشخوارکنندگان شوند. پوست انار سرشار از تانن است و تانن‌های قابل هیدرولیز در انار شامل پونیکالین، اسید الایک، اسید گالیک و پونیکالاجین هستند که ۵۰ درصد از طرفیت آنتی اکسیدانی آب انار را شامل می‌شوند (۱۶). غلظت بالای تانن قابل هیدرولیز ممکن است قابلیت هضم پروتئین را از طریق اثرات منفی تانن را بر قابلیت هضم مواد محققین مختلفی نیز تاثیر منفی تانن را بر قابلیت هضم مواد منفذی گزارش کرده‌اند و نشان دادند که تانن موجود در خوراک (بیش از ۵ درصد) باعث کاهش قابلیت هضم پروتئین می‌شود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (۹).

ثابت نرخ تجزیه و پتانسیل تجزیه‌پذیری (حاصل جمع $a+b$) تحت تأثیر سطوح مختلف فرآوری قرار نگرفت. یکی از نکات قابل توجه در آزمایش حاضر این است که افزودن عصاره تانن دار در تیماری که باعث کاهش ضریب a شده است در مقابل ضریب b آن را افزایش داده است، به عبارت دیگر تنها زمان تجزیه تعییر کرده و با تأخیر همراه شده است، اما کل توان یا پتانسیل تجزیه برای همه تیمارها یکسان است. تجزیه‌پذیری مؤثر در تیمار حاوی ۲۵ درصد عصاره تاننی در کود مرغی بالاترین مقدار و تیمار حاوی ۱۵ درصد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند ($p=0.001$).

تجزیه‌پذیری شکمبهای پروتئین خام کود مرغی فرآوری شده با سطوح مختلف تانن استخراج شده از پوست انار در ساعات اولیه انکوباسیون (زمان‌های ۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت) مقدار تجزیه‌پذیری پروتئین خام در تیمارهای حاوی سطوح کمتر تانن، بیشتر بود (جدول ۵) که احتمالاً به دلیل تانن کمتر، محلولیت پروتئین‌ها یا بخش محلول پروتئین در تیمارهای مذکور بیشتر می‌باشد. در صورتی که در ساعات پایانی انکوباسیون (۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) تیمارهای حاوی سطوح بیشتر تانن، بیشترین مقدار تجزیه‌پذیری پروتئین خام را داشتند که احتمالاً به دلیل کمتر بودن بخش محلول در تیمارهای مذکور در نتیجه باند شدن آن با تانن عصاره پوست انار می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش سطح عصاره تاننی در کود مرغی بخش سریع تجزیه کاهش و بخش کند تجزیه افزایش یافت ($P=0.001$). مطابق با نتایج پژوهش حاضر، مطالعه‌ای به منظور بررسی تأثیر نوع و سطح تانن مصرفی بر هضم شکمبهای پروتئین در قالب دو آزمایش انجام شد (۳۱). در آزمایش اول ترکیب تانن پوست انار-پوست پسته به منظور فرآوری کنجاله سویا (شاهد، ۱۰ و ۱۵ درصد از ماده خشک کنجاله) و کنجاله کلزا (شاهد، ۵ و ۱۰ درصد از ماده خشک کنجاله) استفاده شد. در آزمایش دوم ترکیب تانن‌های مختلف (پوست انار-پسته، برگ پوست چای-پسته و پوست انار) به میزان ۱۰ درصد از ماده خشک کنجاله‌ها برای فرآوری هر یک از کنجاله‌ها استفاده گردید. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که استفاده از بودر تانن می‌تواند سبب کاهش بخش محلول پروتئین شود. همه فرآوری‌ها به صورت معنی‌داری سبب کاهش نیتروژن محلول (بخش A و B1) شدند و بخش نامحلول را افزایش دادند. در میان فرآوری‌های کنجاله سویا با انواع تانن، تانن پوست انار-پسته توانست سبب کاهش قابل توجهی در میزان نیتروژن محلول نسبت به تانن چای-پسته شود. بخش محلول پروتئین که به سرعت در شکمبه تجزیه می‌شود شامل مجموع بخش‌های A و B1 است. بین سطوح مختلف مصرفی تانن پوست انار-پسته در کنجاله سویا بیشترین میزان نیتروژن نامحلول مربوط

جدول ۴- درصد و روند تجزیه‌پذیری و قابلیت هضم شکمدهای پروتئین خام در تیمارهای آزمایشی

Table 4. Percentage and trend of ruminal crude protein digestibility in experimental treatments

تیمار	ساعت انکوباسیون														
	فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری														
تیمار	ED	PD	c	b	a	۹۶	۷۲	۴۸	۳۶	۲۴	۱۶	۸	۴	۲	۰
شاهد	۵۹/۰۰ ^b	۷۳/۷۱	۰/۰۳۹	۳۶/۷۸ ^d	۰/۳۶/۸۷	۷۵/۸۰	۷۲/۱۸ ^{cd}	۷۲/۳۱	۶۵/۱۲ ^{cd}	۵۴/۳۱ ^{abc}	۶۰/۴ ^{lab}	۵۲/۱۱ ^a	۴۶/۶۵ ^a	۳۸/۸۹ ^a	۳۶/۶۶ ^a
۵	۶۱/۴۹ ^a	۷۱/۴۱	۰/۰۵۳	۳۵/۳۹ ^d	۳۶/۱۱ ^a	۷۵/۷۰	۷۳/۱۰ ^{cd}	۷۱/۲۲	۷۳/۱۲ ^{ab}	۶۳/۱۰ ^a	۵۹/۱۱ ^b	۴۹/۶۸ ^{ab}	۴۳/۳۰ ^b	۳۶/۱۱ ^a	۳۶/۴۱ ^a
۱۰	۶۰/۱۰ ^b	۷۲/۱۰	۰/۰۵۰	۳۷/۲۲ ^d	۳۴/۸۵ ^{ab}	۷۴/۶۱	۷۱/۷۰ ^{cd}	۷۰/۷۴	۷۱/۹۰ ^{abc}	۶۰/۸۰ ^{ab}	۵۶/۳۴ ^{bc}	۴۹/۹۰ ^{ab}	۴۵/۳۵ ^{ab}	۳۵/۴۰ ^{ab}	۳۶/۱۱ ^a
۱۵	۵۶/۸۸ ^c	۷۵/۱۱	۰/۰۳۹	۴۱/۵۱ ^c	۳۳/۵۵ ^b	۷۷/۴۱	۷۳/۳۱ ^{cd}	۷۱/۴۴	۶۲/۲۲ ^d	۵۱/۷۰ ^{bc}	۵۷/۲۴ ^{bc}	۴۶/۳۰ ^c	۴۲/۵۶ ^{bc}	۳۳/۸۱ ^{bc}	۳۰/۷۸ ^b
۲۰	۵۸/۸۷ ^b	۷۳/۱۰	۰/۰۵۵	۴۴/۲۱ ^{bc}	۲۸/۹۰ ^{cd}	۷۷/۳۱	۷۰/۶۸ ^d	۷/۲۹	۷۰/۶۳ ^{abc}	۶۲/۷۰ ^a	۵۲/۷۷ ^c	۴۹/۶۱ ^{ab}	۴۰/۰۰ ^c	۳۱/۳۲ ^c	۲۸/۷۹ ^{cd}
۲۵	۶۱/۷۷ ^a	۷۶/۲۲	۰/۰۵۲	۴۵/۷۰ ^b	۳۰/۵۰ ^c	۷۸/۵۵	۷۸/۵۱ ^a	۷۵/۶۸	۷۷/۰۰ ^a	۵۰/۹۰ ^c	۶۴/۷۷ ^a	۵۱/۴۲ ^a	۴۲/۸۵ ^{bc}	۳۲/۸۰ ^{bc}	۲۸/۸۸ ^{bcd}
۳۰	۵۹/۸۲ ^b	۷۵/۳۵	۰/۰۵۳	۴۶/۱۱ ^b	۲۹/۱۱ ^{cd}	۷۸/۱۲	۷۴/۷۷ ^{bc}	۷۲/۴۱	۶۹/۶۵ ^{bc}	۶۰/۵۴ ^{ab}	۵۸/۵۱ ^b	۴۷/۲۳ ^{bc}	۴۲/۴۹ ^{bc}	۳۲/۱۲ ^c	۲۷/۳۲ ^d
۳۵	۵۸/۸۰ ^b	۷۵/۸۱	۰/۰۴۲	۴۸/۵۱ ^{ab}	۳۷/۴۴ ^d	۷۹/۶۲	۷۷/۷۹ ^{ab}	۶۸/۴۱	۷۱/۲۱ ^{abc}	۶۱/۲۵ ^{ab}	۵۷/۵۳ ^{bc}	۴۲/۳۳ ^d	۴۰/۰۰ ^{gc}	۲۷/۱۱ ^d	۲۹/۳۳ ^{bc}
SEM	-/۴۵۹	۱/۱۳۰	۰/۰۰۷	-/۷۶۶	-/۸۱۴	۱/۳۴۰	۱/۰۹۴	۲/۰۶۳	۱/۹۹۰	۲/۹۳۱	۱/۴۷۹	۱/۰۱۰	-/۸۷۷	-/۹۲۸	-/۶۰۳
P-Value	-/۰۰۱	-/۰۶۵	-/۱۶۰	-/۰۰۱	-/۰۰۱	-/۲۳۵	-/۰۰۱	-/۴۷۳	-/۰۰۳	-/۰۳۵	-/۰۰۱	-/۰۰۱	-/۰۰۱	-/۰۰۶	-/۰۰۱

تیمار شاهد، کود مرغی عمل اوری نشده؛ تیمارهای ۵ تا ۳۵، به ترتیب کود مرغی عمل اوری شده با ۵ تا ۳۵ درصد عصارة تانی.

a: بخش سریع تجزیه، b: بخش آگسته تجزیه، c: سرعت تجزیه، ED: تجزیه‌پذیری مؤثر (برای نرخ عبور ۰/۰ به دلیل تغذیه دامها در سطح نگهداری).

ستون‌هایی که دارای حروف مشابه نیستند، در هر مورد دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($p < 0/05$).

افزایش داده و سبب جذب بیشتر اسیدهای آمینه پس از شکمبه می‌شوند (۲۶). تانن‌ها همچنین ممکن است با مهار رشد باکتری‌های پروتولوئیک، میزان پروتولیز در شکمبه را کاهش دهند. این امر جریان نیتروژن غیر آمونیاکی برای جذب در روده را افزایش می‌دهد (۲۶). مشابه با تحقیق حاضر، علیپور و روزبهان (۶) گزارش دادند که با افزودن ۴ سطح تانن متراکم تفاله انگور (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ گرم به کیلوگرم ماده خشک) به کنجاله سویا، قابلیت هضم روده‌ای کنجاله سویا، با افزایش مقدار تانن متراکم، افزایش یافت. در آزمایش دیگری نیز افزایش مقدار قابلیت هضم روده‌ای پروتئین با استفاده از سطوح افزایشی عصاره تفاله انگور گزارش گردید (۱).

در جیره‌های حاوی سطوح ۳۰ و ۳۵ درصد عصاره تاننی پوست انار، تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه و میزان پروتئین عبوری و درصد هضم روده‌ای کاهش یافت (جدول ۵) که این کاهش در شکمبه احتمالاً ناشی از اثر منفی تانن بر میکروارگانیسم‌های شکمبه به علت غلظت پیشتر تانن بوده است و علت این کاهش در روده نیز به دلیل آزاد نشدن بخش زیادی از باند تانن با پروتئین کود مرغی و در نتیجه دفع آن از طریق مدفعه بوده است (۱۸). موافق با نتایج آزمایش حاضر، کورتس و همکاران (۱۲) گزارش دادند که با افزایش مقدار عصاره تانن متراکم، قابلیت هضم روده‌ای پروتئین کاهش یافت.

قابلیت هضم شکمبه‌ای-روده‌ای پروتئین تیمارهای آزمایشی

بیشترین درصد پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP) در تیمار شاهد و کمترین مقدار در جیره حاوی ۳۵ درصد عصاره تانن مشاهده گردید ($p=0.013$). بیشترین درصد هضم روده‌ای پروتئین (۶) در جیره حاوی ۲۵ درصد عصاره تاننی و کمترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۳۵ درصد عصاره تاننی بود. بیشترین مقدار پروتئین عبوری (RUP) (۶) در جیره حاوی ۰۰۵۱ ($p=0.0051$) و درصد هضم کل (۱) در جیره حاوی ۰۰۷۲ ($p=0.0072$) و درصد هضم روده‌ای پروتئین (۱) در جیره حاوی ۰۰۴۱ ($p=0.0041$) بود. تیمار شاهد و تیمار حاوی ۳۵ درصد عصاره تاننی به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پروتئین مصرفی را به خود اختصاص دادند (۶). همان‌طور که ملاحظه می‌شود تا سطح ۲۵ درصد عصاره تاننی در کود مرغی، تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه کاهش و میزان پروتئین عبوری و درصد هضم روده‌ای افزایش می‌یابد. این افزایش نشان دهنده عبور بیشتر پروتئین از شکمبه در حضور عصاره حاوی تانن می‌باشد. زیرا مشخص شده است که تانن‌ها عمدتاً از طریق پیوند هیدروژنی به پروتئین‌ها متصل شده و کمپلکس‌های تانن-پروتئین تشکیل می‌دهند. این کمپلکس‌ها از تجزیه پروتئین در شکمبه جلوگیری کرده و در نتیجه قابلیت دسترسی پروتئین‌های خوارک را برای هضم

جدول ۵-قابلیت هضم شکمبه‌ای-روده‌ای پروتئین کود مرغی عمل آوری شده با سطوح مختلف تانن استخراج شده از پوست انار
Table 5. Ruminal- intestinal digestibility of protein content of recycled poultry bedding processed with different levels of pomegranate peel extract

تیمار (درصد عصاره در جیره)	درصد هضم روده‌ای	قابلیت هضم ظاهری روده‌ای پروتئین (درصد)	قابلیت هضم تجزیه در شکمبه (درصد)	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (درصد)	غیر قابل تجزیه در شکمبه (درصد)	هضم کل شکمبه+روده (درصد)	مقدار پروتئین صرفی (گرم)	ضریب تغییرات
.	۱۰/۴۱ ^{bcd}	۱/۷۳ ^c	۸۳/۵۱ ^a	۱۶/۵۵ ^d	۸۰/۲۲ ^d	۱۱۲ ^a	۶/۴۷	
۵	۱۲/۲۱ ^{ab}	۲/۵۳ ^{abc}	۷۹/۲۱ ^{bed}	۲۰/۶۷ ^{abc}	۸۱/۷۸ ^{bc}	۱۰.۶ ^{ab}	۵/۶۶	
۱۰	۱۱/۱۰ ^{abc}	۲/۰۹ ^{abcd}	۸۱/۱۰ ^{abc}	۱۹/۰۰ ^{bcde}	۸۳/۱۰ ^{abc}	۱۰.۶ ^{ab}	۹/۸۹	
۱۵	۱۱/۵۶ ^{ab}	۲/۶۰ ^{ab}	۷۷/۷۸ ^{cd}	۱۷/۱۱ ^d	۸۰/۷۰ ^{cd}	۱۰.۵ ^{ab}	۱۶/۷۰	
۲۰	۱۰/۲۲ ^{bc}	۱/۸۸ ^{bed}	۸۱/۷۶ ^{ab}	۱۸/۲۴ ^{cd}	۸۳/۷۰ ^{ab}	۱۰.۴ ^{ab}	۱۷/۲۰	
۲۵	۱۲/۷۸ ^a	۲/۸۹ ^a	۷۷/۵۷ ^d	۲۲/۴۴ ^a	۸۵/۳۳ ^a	۱۰.۴ ^{ab}	۵/۰۸	
۳۰	۹/۸۸ ^{bc}	۱/۸۴ ^{bcde}	۸۱/۴۲ ^{ab}	۱۸/۶۴ ^{cd}	۸۳/۳۵ ^{abc}	۱۰.۱ ^b	۱۱/۸۱	
۳۵	۹/.۰ ^c	۱/۰۵ ^d	۷۵/۸۰ ^d	۲۲/۲۱ ^{ab}	۸۴/۴۱ ^{ab}	۹۸/۵۱ ^b	۱۰/۵۱	
SEM	۰/۷۲۰	۰/۲۵۶	۱/۰۲۱	۰/۷۹۳	۰/۵۳۲	۲/۵۳۲	۰	
P-value	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۱۱	۰	

تیمار شاهد، کود مرغی عمل آوری نشده؛ تیمارهای ۵ تا ۳۵، به ترتیب کود مرغی عمل آوری شده با ۵ تا ۳۵ درصد عصاره تانن. ستون‌هایی که دارای حروف مشابه نیستند، در هر مورد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<0.05$).

داده و به ساعت‌های انتهایی منتقل کرده است. با افزودن عصاره تاننی به کود مرغی تا سطح ۲۵ درصد مقدار پروتئین عبوری و قابلیت هضم روده‌ای پروتئین افزایش یافت. بنابراین، می‌توان تا سطح ۲۵ درصد، بدون وجود اثرات منفی از عصاره تاننی پوسته اثار در جیره استفاده کرده اگر چه انجام مطالعاتی با دام برای بررسی اثرات این نوع عمل آوری بر هضم، تخمیر، بازده نیتروژن و عملکرد پرواری دام مورد نیاز است.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فرآوری کود مرغی با تانن استخراج شده از پوست انار می‌تواند سبب کاهش بخش سریع تجزیه پروتئین (a) و ماده خشک شده و در مقابل، ضریب کند تجزیه (b) آن را افزایش دهد. هرچند، پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تحت تاثیر قرار نگرفت. به عبارت دیگر مفهوم آن این است که عصاره تاننی به سبب باند کردن پروتئین‌های کود مرغی به ویژه نوع محلول آن تنها زمان تجزیه را از ساعت‌های ابتدایی تغییر

منابع

1. Abarghuei, M.J., Y. Rouzbehani, A.Z.M. Salem and M.J. Zamiri. 2013. Nutrient digestion, ruminal fermentation and performance of dairy cows fed pomegranate-peel extract. *Livestock Science*, 157: 452-461.
2. Adams, L.S., N.P. Seeram, B.B. Aggarwal, Y. Takada, D. Sand and D. Heber. 2006. Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 980-985.
3. Adamczyk, B., J. Simon, V. Kitunen, S. Adamczyk and A. Smolander. 2017. Tannins and their complex interaction with different organic nitrogen compounds and enzymes. *Chemistry Open*, 6: 610-614.
4. AFR. 1992. Nutrient requirement of ruminant animals. Protein. Technical committee on response to nutrients. Report No. 9. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B. 62: 787-835.
5. AFRC. 1993. Energy and Protein requirement of ruminants an advisory manual prepared by the AFRC technical committee on response to nutrients. CAB International, Wallingford, UK.
6. Alipour, D. and Y. Rouzbehani. 2010. Effects of several levels of extracted tannin from grape pomace on intestinal digestibility of soybean meal. *Livestock Science*, 128: 78-91.
7. Azizi-Shotorkhoft, A., Y. Rouzbehani and H. Fazaeli. 2012. The influence of the different carbohydrate sources on utilization efficiency of processed broiler litter in sheep. *Livestock Science*, 148: 249-254.
8. Capparucci, C., F. Gironi and V. Piemonte. 2011. Tannins extraction from walnuts residues. *Chemical Engineering Transactions*, 24: 469-474.
9. Carulla, J., M. Kreuzer, A. Machmüller and H. Hess. 2005. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Crop and Pasture Science*, 56: 961-970.
10. Castillo, A.R., E. Kebreab, D.E. Beever, J.H. Barbi, J.D. Sutton, H.C. Kirby and J. France. 2001. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Animal Science*, 79: 247.
11. Chase, L.E., A.N. Pell, T.R. Overton and J.B. Russel. 2003. The net carbohydrate and protein system for evaluation herd nutrition and nutrient excretion. Cornell University, USA. 236 pp.
12. Cortés, J., B. Moreno, M. Pabón, P. Avila, M. Kreuzer, H. Hess and J. Carulla. 2009. Effects of purified condensed tannins extracted from Calliandra, Flemingia and Leucaena on ruminal and postruminal degradation of soybean meal as estimated *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 151: 194-204.
13. Danesh Mesgaran, M. and H. Nasiri Moghadam. 2005. Estimation of ruminal disappearance and intestinal protein digestibility of some feed ingredients using nylon bags and three-step digestion. *Agricultural Sciences and Technology Journal*, 19(2) (In Persian).
14. Dentinho, M., O. Moreira, M. Pereira and R. Bessa. 2007. The use of a tannin crude extract from *Cistus ladanifer* L. to protect soya-bean protein from degradation in the rumen. *Animal*, 1(5): 645-650.
15. Elemam, M.B., A.M. Fadelelseed and A.M. Salih. 2009. Growth performance, digestibility, N-balance and rumen fermentation of lambs fed different levels of deep-stack broiler litter. *Research Journal of Animal and Veterinary Science*, 4: 9-16.
16. Gil, M.I., F.A. Tomas-Barberan, B. Hess-Pierce, D.M. Holcroft and A.A. Kader. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4581-4589.
17. Jordaan, J.D. 2004. The influence of bedding material and collecting period on the feeding value of broiler and layer litter. Department of Animal, Game and Grassland Science, University of the Free State, South Africa.
18. Makkar, H. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49: 241-256.
19. Makkar, H.P.S. 2000. Quantification of tannins in tree foliage. A Laboratory Manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on Use of Nuclear and Related techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage. Joint FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-programme, FAO/IAEA Working Document. IAEA, Vienna, Austria.
20. McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, C.A. Morgan, L.A. Sinclair and R.G. Willkenson. 2011. *Animal Nutrition* 7th ed. Longman publisher, UK. 693 pp.
21. McSweeney, C., B. Palmer, D. McNeill and D. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91: 83-93.
22. Mirzaei-Aghsaghali, A., N. Maher-Sis, H. Mansouri, M.E. Razeghi, A. Mirza-Aghazadeh, H. Cheraghi and A. Aghajanzadeh-Golshani. 2011. Evaluating potential nutritive value of pomegranate processing by-products for ruminants using *in vitro* gas production technique. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 6: 45-51.
23. Ngodigha, E.M. and O.J. Owen. 2009. Evaluation of the bacteriological characteristics of poultry litter as feedstuff for cattle. *Scientific Research and Essays*, 4(3): 188-190.
24. NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*, 2001. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9825>.
25. Orskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science, (Camb.)* 92: 499-503.

- ۷۱
26. Patra, A.K. 2012. Dietary phytochemicals and microbes. Springer Science and Business Media, Chapter, 7: 237-256.
 27. Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. Journal of Animal Science, 73: 1516-1528.
 28. SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.0. SAS Institute, Cary, NC, USA, 956 pp.
 29. Sharifi, A., M. Chaji and A. Vakili. 2017. Effect of processing broiler litter with phenolic compounds extracted from pomegranate peel on gas production parameters, rumen fermentation, nutrient digestibility and rumen fungi and bacteria growth. Journal of Animal Production, 19(2): 321-336 (In Persian).
 30. Statistical Centre of Iran. 2013. Selected census results of the broiler chicken farms, the Year 1391 (March/21/2012 to March/20/2013). Vice-Presidency for Strategic Planning & Supervision, Statistical Centre of Iran, 34 (In Persian).
 31. Vahdani, N., M. Dehghan Banadaky, K. Rezayazdi and F. Khalighi-Sigaroodi. 2016. Effects of semi-pure tannin usage, on crude protein fractions of soybean meal and canola meal by CNCPS. Iranian Journal of Animal Science, 47(2) (In Persian).
 32. Waghorn, G. and I. Shelton. 1997. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. The Journal of Agricultural Science, 128: 365-372.

Effect of Processing Recycled Poultry Bedding with Tannin Extract of Pomegranate Peel on Its Intestinal- Ruminal Digestibility

Afrooz Sharifi¹, Morteza Chaji² and Seyyed Alireza Vakili³

1- Graduated Ph.D. Student, Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

2- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology,

Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan (Corresponding author: chaji@ramin.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: December 13, 2017

Accepted: August 28, 2018

Abstract

In order to study the effect of processing recycled poultry bedding (RPB) with tannin extracted from pomegranate peel (PPE) on the its ruminal and intestinal digestibility, an experiment was conducted as completely randomized design in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Experimental treatments consisted of zero (control treatment), 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35% PPE in RPB. For each treatment, five repeat were considered. Rumen degradability and nutrients intestinal digestion were measured using nylon bags and three-step digestion methods, respectively. The results related to the percentage and trend of dry matter (DM) and crude protein (CP) digestion as well as degradability parameters of DM and CP showed that increasing level of PPE in RPB reduced rapidly degradable fraction (a) of DM and CP and increased their slowly degradable fraction (b) ($P=0.001$). Constant of degradation rate and degradability potential were not affected by different levels of PPE. Highest and lowest effective degradability (ED) of DM and CP were observed in RPB containing 5 and 15% PPE, respectively ($P=0.001$). Highest and lowest percentage of rumen degradable protein (RDP) was observed in control treatment and RPB containing 35% PPE respectively ($P=0.0013$). The highest and lowest percentage of intestinal protein digestion were observed in RPB containing 25 and 35% PPE respectively ($P=0.0021$). RBP containing 25% PPE increased rumen un-degradable protein (RUP) ($P=0.0072$) and total CP digestibility ($P=0.0051$) compared to control diet. In general, results of nylon bag and three-step digestibility studies showed that using 25% PPE was optimum level for processing RPB due to reduction of crude protein degradability and increasing the flow of protein to the intestine.

Keywords: Intestinal digestion, Nitrogen metabolism, Recycled poultry bedding, Rumen Degradability, Tannin extract