دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

# بررسی ارزش تغذیه‌ای پوست موز و اثر سطوح مختلف آن بر هضم‌پذیری و فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی

ایوب عزیزی[۱]، علی کیانی[۲] و زهرا امینی‌فرد[۳]

۱- استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه لرستان، (نویسنده مسوول: azizi.ay@lu.ac.ir)
۲ و ۳- دانشیار و دانشجوی دکتری تغذیه دام ، گروه علوم دامی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۲۳
صفحه ۵۲ تا ۶۰

**چکیده**

**هدف از انجام پژوهش حاضر ابتدا تعیین ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی پوست موز در مقایسه با کاه گندم و یونجه بود. سپس، اثرات جایگزینی بخش علوفه‌ای جیره غذایی با سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم پوست موز در کیلوگرم ماده خشک بر فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی بررسی شد. نتایج نشان داد که محتوای پروتئین خام پوست موز از کاه گندم بیشتر بوده، اما نسبت به یونجه کمتر بود (p<۰/۰۵). هرچند، پوست موز حاوی مقدار کمتری از الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و لیگنین نسبت به کاه گندم و یونجه بود (p<۰/۰۵). محتوای چربی خام و کربوهیدرات‌های غیر الیافی پوست موز بیشتر از سایر خوراک‌های آزمایشی بود (p<۰/۰۵). پتانسیل تولید گاز (ضریب a + b) و گوارش‌پذیری ماده آلی پوست موز در مقایسه با یونجه کمتر بوده، اما بیشتر از کاه گندم بود. از نظر کل حجم گاز تولیدی و گوارش‌پذیری ماده خشک بین یونجه و پوست موز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون پوست موز به‌طور قابل توجهی بیشتر از کاه گندم و یونجه بود (p<۰/۰۵). گوارش‌پذیری شکمبه‌ای-شیردانی ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در پوست موز کمتر از یونجه بود (p<۰/۰۵)، اما هضم الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی آنها مشابه بود. با افزایش سطح پوست موز در جیره غلظت نیتروژن آمونیاکی به‌طور خطی کاهش یافت (p<۰/۰۵)، ولی سنتز پروتئین میکروبی و ضریب تفکیک به طور خطی روند افزایشی نشان داد (p<۰/۰۵). سایر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر و هضم‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی تحت تأثیر سطح پوست موز در جیره غذایی قرار نگرفت. در کل، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پوست موز ارزش تغذیه‌ای مطلوب‌تری در مقایسه با کاه گندم داشته و با یونجه قابل مقایسه است. همچنین، استفاده از آن تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک جیره غذایی تأثیر منفی بر فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی نداشت.**

**واژه‌های کلیدی: ارزش تغذیه‌ای، پوست موز، تخمیر، تولید گاز، نشخوارکنندگان**

## مقدمه

در کشورهای در حال توسعه، استفاده از دانه‌ها در جیره دام‌ها عمدتاً به دلیل گرانی و اولویت جهت مصارف انسانی دارای محدودیت است (۲۹). لذا یافتن منابع خوراکی جایگزین که علاوه بر ارزان بودن، در رقابت غذایی با انسان نیز نباشند می‌تواند در رفع این محدودیت مؤثر باشد. سالانه میلیون‌ها تن پسماندهای کشاورزی و باغی و صنعتی در دنیا تولید شده و بخش زیادی از آنها دور ریخته می‌شود (۳۶،۳۹). طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی (۲)، میزان تولید محصولات زراعی و باغبانی کشور حدود ۱۰۴ میلیون تن بوده است که ۳۸ درصد آن به تولید میوه‌های نیمه‌گرمسیری و ۲۰ درصد به تولید سبزیجات اختصاص دارد. در ایران سالانه ۳۵ تا ۴۰ درصد ضایعات میوه و سبزیجات در میادین میوه و تره‌بار انباشته شده و دور ریخته می‌شوند (۴۱). این ضایعات منابع غنی از مواد مغذی هستند که می‌توانند بخشی از کمبود خوراک دام در کشور را مرتفع نمایند.

موز[۱] گیاهی از خانواده *Musaceae* است. میوه موز بعد از مرکبات بیشترین میوه تولید شده (۱۶ درصد) در جهان است (۲۱). بر اساس آمار موجود سالانه حدود ۱۰۰ میلیون تن میوه موز در جهان تولید می‌شود که حدود ۳۰ تا ۴۰ میلیون تن آن را ضایعات آن شامل می‌شود (۳۴). در کشور ایران حدود ۱۳۰ هزار تن موز مصرف می‌شود که از این مقدار حدود ۴۰ هزار تن پوست موز تولید می‌شود (۲). پوست موز حاوی ۶ تا ۱۱ درصد پروتئین خام، ۴۹-۴۳ درصد فیبر، ۱۱-۳ درصد چربی خام، ۱۳ درصد قند محلول و ۴/۸ درصد کل ترکیبات فنولی بر حسب ماده خشک است (۱۵،۲۸،۳۴). پوست موز همچنین منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید لینولئیک و آلفا لینولنیک)، اسیدهای آمینه ضروری (لوسین، والین، فنیل آلانین و ترئونین) و مواد معدنی (کلسیم، فسفر، پتاسیم و منیزیم) است (۲۸). در مطالعه‌ای میزان کلسیم و فسفر پوست موز به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۱ درصد و محتوای انرژی قابل هضم آن ۱۲۷۹۰ کیلوژول در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (۱). مقادیر پتاسیم، کلسیم، سدیم، آهن، منگنز و بروم پوست موز به‌ترتیب ۷۸، ۱۹، ۲۴، ۰/۶، ۷۶ و ۰/۰۴ میلی‌گرم در گرم ماده خشک گزارش شده است (۴). پوست موز دارای ۷-۹ درصد پروتئین خام، ۱۲-۶ درصد لیگنین، ۲۱-۱۰ درصد پکتین، ۶/۹-۷/۶ درصد سلولز و ۹/۴-۶/۴ درصد همی‌سلولز بر حسب ماده خشک بوده و نیز غنی از مواد معدنی کمیاب مانند مس، روی و آهن می‌باشد (۲۸). مطالعات نشان داده است که پوست موز حاوی ترکیبات فنولی بوده که ترکیبات مذکور دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی هستند (۵،۱۹). حدود ۴۰ نوع ترکیب فنولی در پوست موز شناسایی شده است که عمدتاً شامل اسید فرولیک، سیناپیک اسید، فلاوان، کوئرستین و کامپفرول هستند (۴۴،۴۶). اخیراً پوست موز در تغذیه گاوهای شیری (۲۸) و گوسفند (۸) استفاده شده است. استفاده از پوست موز به جای سیلاژ ذرت سبب کاهش مدت زمان تغذیه و همچنین بهبود بهره‌وری از ماده خشک و حفظ تولید شیر شده است (۳۳). با این حال، تاکنون تاثیر

1- *Musa sapientum*

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

مصرف پوست موز بر اکوسیستم شکمبه و فراسنجه‌های هضم و تخمیر در شرایط آزمایشگاهی مطالعه نشده است. با توجه به حجم زیاد پوست موز، ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای مطلوب آن، در این مطالعه ابتدا ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای پوست موز با دو ماده خوراکی مرسوم (کاه گندم و یونجه) مقایسه شد. سپس، بر اساس نتایج حاصله، سطح مطلوب پوست موز در جیره غذایی به‌عنوان جایگزین بخش علوفه‌ای جیره غذایی تعیین شد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر شامل سه مرحله به شرح زیر بود: ابتدا ترکیب شیمیایی پوست موز تعیین شده و با یونجه و کاه گندم مقایسه شد. سپس، توسط تکنیک تولید گاز برون‌تنی مقایسه‌ای بین پوست موز، یونجه و کاه گندم انجام گرفت. در نهایت، جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف پوست موز که جایگزین بخش علوفه‌ای جیره شده بود، توسط تکنیک تولید گاز انکوبه و مقایسه شدند.

### آماده‌سازی نمونه‌ها و تعیین ترکیبات شیمیایی آنها

پژوهش حاضر در زمستان ۱۳۹۶ در مزرعه دامپروری و آزمایشگاه تغذیه دام تکمیلی دانشگاه لرستان انجام شد. نمونه‌های پوست موز، کاه گندم و یونجه در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد (۶). میزان خاکستر خام در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴ ساعت تعیین شد. میزان ماده آلی از اختلاف بین وزن ماده خشک نمونه اولیه با وزن خاکستر محاسبه گردید (۶). میزان الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی (ADF)[1]، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (NDF)[2] و چربی خام بر اساس روش‌های (۶) AOAC تعیین شد. تعیین عناصر معدنی پوست موز با استفاده از دستگاه جذب اتمی آزمایشگاه مرکزی دانشگاه لرستان ( Atomic absorption specterometer – agilent company, AA240FS) انجام گرفت.

از دو رأس گوسفند فیستولاگذاری شده به‌عنوان دهنده مایع شکمبه برای انجام آزمون تولید گاز استفاده گردید. محتویات شکمبه از دام‌های مذکور که حداقل به مدت دو هفته با جیره غذایی حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره تغذیه شده بودند، قبل از خوراک‌دهی وعده صبح توسط پمپ خلاء جمع‌آوری شد. جیره آزمایشی گوسفندان حاوی ۴۰ درصد کاه گندم، ۱۰ درصد سیلاژ ذرت، ۱۰ درصد یونجه خشک، ۲۷ درصد بلغورذرت،۱۱ درصد سبوس گندم، ۰/۹ درصد اوره، ۰/۵۵ درصد کربنات کلسیم، ۰/۲۵ درصد مکمل مواد معدنی و ویتامین و ۰/۲۵ درصد نمک بر حسب ماده خشک بود که بر اساس جداول احتیاجات تغذیه‌ای تهیه شد (۳۰). محتویات شکمبه‌ای اخذ شده در هر مرحله در یک فلاسک عایق که از قبل توسط گاز دی‌اکسیدکربن بی‌هوازی شده بود، در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد سریعاً (در کمتر از ۲۰ دقیقه) به آزمایشگاه منتقل گردید. قبل از تزریق به داخل ویال‌های آزمایشی، محتویات شکمبه توسط چهار لایه پارچه متقال صاف گردید. دو مرحله آزمون تولید گاز و هر کدام در سه دوره[3] مجزا انجام شد.

در مرحله اول ارزش تغذیه‌ای پوست موز با کاه گندم و یونجه (سه تیمار آزمایشی، ۱۰ تکرار در هر تیمار) مورد بررسی قرار گرفت. ترکیبات شیمیایی هر سه خوراک آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار ۲۵۰ میلی‌گرم نمونه جیره کاملاً خشک آسیاب شده با اندازه ذرات یک میلی‌متر به داخل هر ویال برای تعیین پارامترهای آزمون تولید گاز قرار داده شد. سپس، هر ویال که از قبل دمای آن با قرار دادن در بن‌ماری به ۳۹ درجه‌سانتی‌گراد رسیده بود، با پنج میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی تلقیح گردید (۲۳). جهت حصول اطمینان از شرایط بی‌هوازی، گاز دی‌اکسیدکربن به شیرابه شکمبه صاف شده و بزاق مصنوعی قبل و پس از تزریق به داخل ویال‌ها نیز تزریق گردید. میزان سه ویال نیز به‌عنوان بلانک (حاوی فقط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) در نظر گرفته شد. سپس درب ویال‌ها بسته شد و در بن‌ماری با دمای حدود ۳۹ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شدند. میزان فشار گاز تولیدی در ویال‌ها (۵ تکرار در هر تیمار) توسط دستگاه فشارسنج در زمان‌های دو، چهار، شش، هشت، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون اندازه‌گیری شد. بر اساس معادله رگرسیون، فشار گاز تولیدی هر ویال به حجم تبدیل شد (۴۲). برای تعیین پارامترهای‌های تولید گاز از رابطه ۱ استفاده گردید (۳۱):

رابطه (۱)

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

که در آن b گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان انکوباسیون بر حسب ساعت و P میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر است. جهت تعیین فراسنجه‌های تخمیر و ناپدید شدن شکمبه‌ای مواد مغذی (۵ ویال در هر تیمار آزمایشی)، پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (۴۵)، ابتدا میزان گاز تولیدی هر ویال ثبت شد. سپس درب ویال‌ها باز گردیده و pH آن‌ها به وسیله دستگاه pH متر (مدل 744؛ شرکت Metrohm سوئیس) ثبت گردید. محتوای هر ویال با ۲۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. بقایای هر ویال جمع‌آوری و خشک شد. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از اختلاف وزن سوبسترای اولیه و وزن بقایا پس از انکوباسیون محاسبه گردید. جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی، نمونه‌های سوپرناتانت (پنج میلی‌لیتر) سریعاً با یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی به ترتیب بر اساس رابطه‌های ۲ و ۳ تخمین زده شد (۲۶):

رابطه (۲)

$$IVOMD = 148.8 + 8.89GP + 0.45CP(g/kg\ DM) + 0.65\ ash\ (g/kg\ DM)$$

رابطه (۳)

$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.20 + 0.136GP + 0.0057CP\ (g/kg\ DM)$$

که در آن IVOMD گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی، GP حجم گاز تولیدی در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون برای ۲۰۰ میلی‌گرم سوبسترا، CP پروتئین خام و ash خاکستر خام

1- Acid Detergent Fibre 2- Neutral detergent fibre 3- Run

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

سوبسترا می‌باشد. تولید پروتئین میکروبی طبق رابطه ۴ محاسبه گردید (۱۱):

رابطه (۴)

$$MP\ (mg/g\ DM) = mg\ ADS - (ml\ gas \times 2.2\ mg/ml)$$

که در آن ADS سوبسترای ظاهری تجزیه شده، gas حجم گاز تولید در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون و ۲/۲ عامل استوکیومتری بر حسب میلی‌گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با طبق رابطه ۵ محاسبه شد (۱۷):

$$SCFA\ (mmol/g\ DM) = 0.0222GP - 0.00425 \quad (۵)$$

که در آن SCFA غلظت اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر و GP حجم گاز تولیدی در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون است.

**هضم دو مرحله‌ای مواد مغذی**

مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه آزمایشی با ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه و ۴۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی درون ویال‌های شیشه‌ای ریخته شد (۲۳). به منظور شبیه‌سازی شرایط شکمبه، ویال‌ها درون حمام آب گرم با دمای ۳۹ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت انکوباسیون شدند. برای هر تیمار ۷ تکرار در نظر گرفته شد. جهت شبیه‌سازی شرایط هضم شیردانی، محلولی متشکل از اسید هیدروکلریدریک- پپسین مرک ۱:۳۳۰۰ (۰/۵ گرم پپسین در ۱۰۰ میلی لیتر اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال) به ویال‌های آزمایشی اضافه شد و به مدت ۴۸ ساعت دیگر انکوباسیون ادامه یافت (۴۳). سپس، ویال‌ها از روند انکوباسیون خارج شده بقایای هر کدام صاف گردید. بقایای به دست آمده در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. در نهایت، گوارش‌پذیری ماده خشک، NDF و ADF از اختلاف آن‌ها در خوراک اولیه و بقایا تعیین گردید.

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف پوست موز برای انکوباسیون آزمایشگاهی

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of experimental diets containing different levels of banana peels for *in vitro* incubation

| | سطح پوست موز در جیره (گرم در کیلوگرم ماده خشک) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اقلام خورکی | صفر | ۵۰ | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | SEM | P-value |
| یونجه | ۱۵۰ | ۱۳۰ | ۱۱۰ | ۹۰ | ۵۰ | | |
| کاه گندم | ۱۰۰ | ۷۰ | ۴۰ | ۱۰ | ۰ | | |
| پوست موز | ۰ | ۵۰ | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | | |
| ذرت آسیاب شده | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | | |
| جو بلغور شده | ۳۵۰ | ۳۵۰ | ۳۵۰ | ۳۵۰ | ۳۵۰ | | |
| کنجاله سویا | ۸۰ | ۸۰ | ۸۰ | ۸۰ | ۸۰ | | |
| سبوس گندم | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | | |
| مکمل مواد معدنی و ویتامین | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | | |
| نمک | ۶/۰ | ۶/۰ | ۶/۰ | ۶/۰ | ۶/۰ | | |
| جوش شیرین | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | | |
| دی کلسیم فسفات | ۴/۰ | ۴/۰ | ۴/۰ | ۴/۰ | ۴/۰ | | |
| ماده خشک | ۹۲۱[a] | ۸۷۸[b] | ۸۳۶[c] | ۷۹۳[d] | ۷۵۱[e] | ۸/۶۶۷ | ۰/۰۰۱۷ |
| ماده آلی | ۹۲۱ | ۹۱۹ | ۹۱۹ | ۹۱۸ | ۹۱۷ | ۶/۸۷۹ | ۰/۵۴۶۷ |
| پروتئین خام | ۱۳۵ | ۱۳۵ | ۱۳۴ | ۱۳۳ | ۱۳۳ | ۴/۵۶۷ | ۰/۷۶۴۵ |
| الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی | ۳۳۷[a] | ۳۲۵[ab] | ۳۱۴[bc] | ۳۰۲[cd] | ۲۹۶[d] | ۵/۵۶۷ | ۰/۰۱۲۶ |
| الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی | ۱۶۲[a] | ۱۵۴[ab] | ۱۴۶[bc] | ۱۳۸[cd] | ۱۳۳[d] | ۴/۲۳۵ | ۰/۰۱۶۲ |
| انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم) | ۲/۵۱ | ۲/۵۳ | ۲/۵۲ | ۲/۵۶ | ۲/۵۷ | ۰/۰۷۶ | ۰/۳۴۵۶ |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، P-value: احتمال معنی‌داری، حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

در سری دوم آزمون تولید گاز اثر سطوح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم پوست موز در کیلوگرم ماده خشک که جایگزین بخش علوفه‌ای (کاه گندم و یونجه) جیره غذایی بره پرواری شده بود، بررسی شد (جدول ۱).

آزمون تولید گاز و گوارش‌پذیری دو مرحله‌ای در این مرحله مشابه با مرحله اول بود با این تفاوت که به‌دلیل کنسانتره‌ای بودن جیره‌های غذایی (۴۵). فراسنجه‌های تخمیر در زمان ۱۶ ساعت پس از آغاز انکوباسیون تعیین شدند. میزان نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از معرف‌های فنول و هیپوکلریت اندازه‌گیری شد (۱۲).

**طرح آماری**

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تولید گاز، تخمیر و گوارش‌پذیری نمونه‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و توسط نرم‌افزار آماری SAS (۳۵) با استفاده از رابطه ۶ انجام شد:

رابطه (۶)

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + e_{ijk}$$

در این مدل $Y_{ijk}$، $\mu$، $T_i$، $R_j$ و $e_{ijk}$ به ترتیب رکورد مشاهده شده، میانگین کل، اثر تیمار آزمایشی iام، اثر دوره آزمایش jام و اثر خطای آزمایشی بود. در بخش اول تحقیق یعنی مقایسه پوست موز با سایر اقلام خوراکی، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. از مقایسات ارتوگونال برای تعیین اثرات خطی و غیر خطی جایگزینی پوست موز استفاده شد.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

## نتایج و بحث

### ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیری تیمارهای آزمایشی

پوست موز در مقایسه با کاه گندم و یونجه حاوی ماده خشک کمتری (P = ۰/۰۱۴۱) بود (جدول ۲). محتوای پروتئین خام پوست موز از کاه گندم بیشتر، اما نسبت به یونجه کمتر بود (P = ۰/۰۱۱۳). کمترین میزان NDF (P = ۰/۰۱۱۵)، ADF (P = ۰/۰۱۲۲) و لیگنین (P = ۰/۰۱۹۱) در پوست موز و بیشترین میزان آن‌ها در کاه گندم به‌دست آمد. محتوای چربی خام (P = ۰/۰۱۵۴) و کربوهیدراتهای غیر الیافی (P = ۰/۰۱۲۸) پوست موز بیشتر از سایر خوراک‌های آزمایشی به‌دست آمد. بر اساس مطالعات انجام شده، ارزش غذایی پوست موز با کاساوا یا تفاله مرکبات قابل مقایسه است (۱۶،۴۰)، که این امر ارزش بالقوه پوست موز را به‌عنوان یک ماده خوراکی در جیره نشخوارکنندگان نشان می‌دهد. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، میزان پروتئین خام پوست موز ۷۸/۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک که با نتایج سایر مطالعات که پروتئین خام پوست موز را بین ۶۰ تا ۱۱۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند (۹،۱۵) مطابقت داشت. در آزمایش حاضر مقدار NDF و ADF به ترتیب ۳۵۸ و ۲۵۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد که با نتایج دیگر محققین مطابقت داشت (۲۵).

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک) و مواد معدنی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک ) پوست موز، یونجه و کاه گندم

Table 2. Chemical composition (g/kg DM) and mineral content (mg/kg DM) of banana peel, alfalfa hay and wheat straw

| | پوست موز | یونجه | کاه گندم | SEM | P-value |
|---|---|---|---|---|---|
| ماده خشک | ۹۴/۳$^{b}$ | ۹۳۶$^{a}$ | ۹۴۶$^{a}$ | ۵/۸۵۱ | ۰/۰۱۴۱ |
| ماده آلی | ۸۸۹ | ۹۰۲ | ۹۰۴ | ۷/۰۱۲ | ۰/۳۱۲۱ |
| پروتئین خام | ۷۹/۲$^{b}$ | ۱۴۶$^{a}$ | ۳۲/۳$^{c}$ | ۳/۱۱۳ | ۰/۰۱۱۳ |
| چربی خام | ۴۴/۲$^{a}$ | ۲۶/۵$^{b}$ | ۱۵/۵$^{c}$ | ۳/۲۵۵ | ۰/۰۱۵۴ |
| الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی | ۳۵۸$^{c}$ | ۴۰۸$^{b}$ | ۷۱۷$^{a}$ | ۷/۶۲۴ | ۰/۰۱۱۵ |
| الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی | ۲۵۳$^{c}$ | ۳۳۴$^{b}$ | ۴۶۳$^{a}$ | ۱۱/۳۳۲ | ۰/۰۱۲۲ |
| کربوهیدراتهای غیر الیافی (NFC)[۱] | ۴۰۸$^{a}$ | ۳۲۲$^{b}$ | ۱۳۹$^{c}$ | ۹/۸۹۱ | ۰/۰۱۲۸ |
| لیگنین | ۶۵/۲$^{c}$ | ۷۹/۱$^{b}$ | ۷۸/۲$^{a}$ | ۲/۱۲۳ | ۰/۰۱۹۱ |
| خاکستر خام | ۱۱۱ | ۹۸/۲ | ۹۶/۱ | ۳/۶۳۸ | ۰/۰۹۱۷ |
| مواد معدنی | | | | | |
| کلسیم | ۳۹/۹ | – | – | – | – |
| منیزیم | ۷۹/۳ | – | – | – | – |
| سدیم | ۱۸/۴ | – | – | – | – |
| پتاسیم | ۸۶۵ | – | – | – | – |
| منگنز | ۰/۶۹۶ | – | – | – | – |
| آهن | ۱/۵۱ | – | – | – | – |
| مس | ۰/۱۰ | – | – | - | - |
| روی | ۰/۳۶۶ | – | – | - | - |

۱- محاسبه شده توسط معادله (McDonald et al., 2011): NFC (%) = 100 – [NDF (%) + CP (%) + EE (%) + Ash (%)]

هر کدام از اعداد جدول میانگین ۴ تکرار می‌باشد؛ SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، P-value: احتمال معنی‌داری، حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

پوست موز نسبت به یونجه و کاه گندم میزان فیبر و لیگنین کمتری داشت، که این ممکن است میزان هضم‌پذیری و قابلیت استفاده از پوست موز را توسط میکروب‌های شکمبه افزایش دهد. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان‌داد که پوست موز یک ماده خوراکی غنی از مواد معدنی بویژه، پتاسیم (۵۵ تا ۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) است (۱۵).

از نظر تولید گاز بین یونجه و پوست موز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بیشترین میزان گاز تولیدی (P = ۰/۰۱۱۲) و پتانسیل تولید گاز از بخش قابل تخمیر (ضریب b) (P = ۰/۰۱۲۳) پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون در یونجه و کمترین میزان آن در کاه گندم به‌دست آمد. از نظر نرخ تولید گاز (c)، پوست موز بیشترین میزان را نشان‌داد (P = ۰/۰۱۴۵). بیشترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک، گوارش‌پذیری ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با انکوباسیون یونجه و کمترین میزان آن در کاه گندم مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$) و بین یونجه و پوست موز از نظر گوارش‌پذیری ماده خشک اختلافی وجود نداشت. این در حالی است که بیشترین میزان سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون پوست موز به‌دست آمد (p = ۰/۰۱۳۲).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

جدول ۳- فراسنجه‌های تولید گاز، تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی پوست موز، یونجه و کاه گندم

Table 3. *In vitro* gas production and fermentation parameters and nutrient digestibility of banana peel, alfalfa and wheat straw

| | پوست موز | یونجه | کاه گندم | SEM | P-value |
|---|---|---|---|---|---|
| گاز تولید شده در زمان ۹۶ ساعت (b، میلی‌لیتر) | ۵۹/۷[a] | ۶۵/۷[a] | ۴۲/۱[b] | ۱۲/۷۶۱ | ۰/۰۱۱۲ |
| پتانسیل تولید گاز (a + b، میلی‌لیتر) | ۶۵/۳[b] | ۷۱/۳[a] | ۴۸/۱[c] | ۱۳/۵۸۳ | ۰/۰۱۲۳ |
| نرخ تولید گاز (c، میلی‌لیتر در ساعت) | ۰/۰۷۵[a] | ۰/۰۵۷[b] | ۰/۰۴۴[c] | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۴۵ |
| گوارش‌پذیری ماده خشک (درصد) | ۵۸/۷[a] | ۶۳/۷[a] | ۳۸/۳[b] | ۱/۸۱۲ | ۰/۰۱۰۱ |
| گوارش‌پذیری ماده آلی (درصد) | ۵۵/۴[b] | ۶۲/۹[a] | ۳۶/۷[c] | ۱/۳۴۵ | ۰/۰۱۲۷ |
| انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) | ۱/۷۱[b] | ۱/۸۹[a] | ۱/۳۴[c] | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۱۷۶ |
| pH | ۶/۳۳ | ۶/۲۳ | ۶/۳۴ | ۰/۰۳۷ | ۰/۲۱۲۳ |
| نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم/دسی لیتر) | ۱۴/۱[b] | ۱۸/۵[a] | ۱۱/۴[c] | ۰/۵۵۱ | ۰/۰۱۰۱ |
| اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر (میلی مول/گرم ماده خشک) | ۱/۵۵[b] | ۲/۰۶[a] | ۰/۹۶[c] | ۰/۰۴۷ | ۰/۰۱۰۲ |
| سنتز پروتئین میکروبی (میلی‌گرم/گرم ماده خشک) | ۱۳۸[a] | ۱۲۲[b] | ۹۴/۶[c] | ۴/۵۱۲ | ۰/۰۱۳۲ |
| گوارش‌پذیری دو مرحله‌ای مواد مغذی | | | | | |
| ماده خشک | ۶۲/۵[b] | ۶۸/۹[a] | ۴۱/۸[c] | ۱/۲۱۳ | ۰/۰۱۰۴ |
| الیاف نامحلول در شوینده خنثی | ۴۷/۷[a] | ۴۹/۹[a] | ۳۱/۸[b] | ۱/۸۴۲ | ۰/۰۱۳۲ |
| الیاف نامحلول در شوینده اسیدی | ۳۱/۴[b] | ۳۶/۸[a] | ۲۵/۵[c] | ۱/۵۰۱ | ۰/۰۱۰۷ |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، P-value: احتمال معنی‌داری، حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

خوراک‌های آزمایشی تأثیر قابل توجهی بر میزان pH داخل ویالها نداشتند. در بحث هضم دو مرحله‌ای (جدول ۳)، بیشترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک، NDF و ADF با انکوباسیون یونجه و کمترین میزان در کاه گندم به‌دست آمد ($p<۰/۰۵$) و از نظر گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی بین یونجه و پوست موز اختلافی وجود نداشت. افزایش گوارش‌پذیری مواد مغذی در محیط کشت یا گوارش‌پذیری دو مرحله‌ای مواد مغذی با انکوباسیون یونجه احتمالاً به خاطر گاز تولیدی بیشتر بوده است. پوست موز میزان فیبر کمتری نسبت به سایر خوراک‌های آزمایشی داشت که انتظار بر این بود که تولید گاز و هضم‌پذیری شکمبه‌ای آن افزایش یابد. کاهش حجم گاز تولیدی و گوارش‌پذیری مواد مغذی با انکوباسیون پوست موز در مقایسه با یونجه ممکن است به دلیل تشکیل کمپلکس تاننهای پوست موز با دیگر مواد مغذی آن مانند پروتئین‌ها، مواد معدنی و کربوهیدرات‌ها، غشای سلولی باکتری و آنزیم‌های هضم کننده پروتئین و کربوهیدرات‌ها و دسترسی کمتر میکروارگانیسم‌های شکمبه جهت تجزیه سوبسترا باشد (۳۲،۱۴). فعالیت ضد میکروبی تانن‌ها مربوط به تداخل با آنزیم‌های خارج سلولی ترشح شده و دیواره سلولی باکتری‌ها و اثر مستقیم بر متابولیسم میکروبی از طریق مهار چرخه فسفوریلاسیون- اکسیداتیو بوده و تانن‌ها با محدود کردن سوبسترا جهت رشد میکروبی و باند کردن کاتیون‌ها، فراهمی آن‌ها را برای میکروب‌ها کاهش می‌دهد (۳۸،۱۴). افزایش سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون پوست موز احتمالاً مرتبط با وجود ترکیبات فنولی این پسماند می‌باشد. زیرا مشخص شده است که در نشخوارکنندگان تانن‌ها در غلظت کم (کمتر از ۴ درصد ماده خشک جیره) با تعدیل کردن شرایط تخمیر شکمبه از طریق کند کردن آزادسازی نیتروژن، ممکن است سبب بهبود سنتز پروتئین میکروبی بهبود متابولیسم نیتروژن شود (۲۲). در مطالعه‌ای میزان کل ترکیبات فنولی و تانن پوست موز به‌ترتیب ۶/۵ و ۱/۱ درصد ماده خشک گزارش شده است (۳). افزایش تولید توده میکروبی با انکوباسیون پوست موز هم راستا با کاهش تولید نیتروژن آمونیاکی رخ داد. علت این امر احتمالاً تخمیر شکمبه‌ای بیشتر پوست موز و به تبع آن، تأمین انرژی بیشتر برای میکروب‌های شکمبه بوده است که با افزایش مصرف میزان آمونیاک جهت تولید توده میکروبی، غلظت آن کاهش یافته است. غلظت نیتروژن آمونیاکی شاخصی برای سنتز پروتئین میکروبی است (۱۳). افزودن تانن به کنجاله سویا سبب کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین و کاهش تولید آمونیاک در شکمبه شد (۱۸). کاهش تولید نیتروژن آمونیاکی ممکن است ناشی از کاهش فعالیت پروتئولیتیکی شکمبه در حیوانات تغذیه شده با گیاهان حاوی تانن باشد (۳۷). نتایج مشابهی نیز با تغذیه گیاه لوتوس کورنیکولاتوس[1] (یک منبع غنی از تانن) به گوسفند گزارش شده است (۲۷). کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه گوسفند تغذیه شده با گیاه تانن‌دار سانیفوئین[2] (دارای ۳۸ گرم تانن متراکم در کیلوگرم ماده خشک) نیز گزارش شده است (۱۰).

**اثر سطوح مختلف جایگزینی پوست موز بر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر شکمبه‌ای**

با افزایش سطح پوست موز در جیره غلظت نیتروژن آمونیاکی به طور خطی کاهش یافت ($P = ۰/۰۱۰۱$، جدول ۴)، ولی سنتز پروتئین میکروبی ($P = ۰/۰۱۲۱$) و ضریب تفکیک ($P = ۰/۰۱۱۲$) به‌طور خطی روند افزایشی نشان دادند. سایر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر و هضم‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی تحت تأثیر سطح پوست موز در جیره غذایی قرار نگرفت. گوارش‌پذیری دو مرحله‌ای مواد مغذی نیز با افزایش سطح پوست موز در جیره تحت تأثیر قرار نگرفت. نتایج آزمایش حاضر نشان‌داد که استفاده از پوست موز در جیره غذایی نشخوارکنندگان تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک نتایج منفی در بر نداشت لذا استفاده از پوست موز تا ۲۰ درصد ماده خشک در جیره نشخوارکنندگان قابل توصیه است.

1- *Lotus corniculatus*

2- Sainfoin

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

جدول ۴- فراسنجه‌های تولید گاز، تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف پوست موز

Table 4. *In vitro* gas production and fermentation parameters and nutrient digestibility of experimental diets containing different levels of banana peel

| | سطح پوست موز در جیره (گرم در کیلوگرم ماده خشک) | | | | | SEM | Contrast | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | ۵۰ | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | | خطی | غیر خطی |
| گاز تولید شده در زمان ۹۶ ساعت (b، میلی‌لیتر) | ۸۴/۳ | ۸۳/۶ | ۷۹/۸ | ۷۹/۷ | ۷۹/۱ | ۳/۲۸۲ | ۰/۲۰۵۲ | ۰/۷۵۲۱ |
| پتانسیل تولید گاز (a + b، میلی‌لیتر) | ۸۵/۳ | ۸۵/۱ | ۸۱/۸ | ۸۱/۴ | ۸۰/۷ | ۳/۴۲۴ | ۰/۲۶۹۱ | ۰/۸۸۳۱ |
| نرخ تولید گاز (c، میلی‌لیتر در ساعت) | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۵۱ | ۰/۰۵۲ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۲۷۲ | ۰/۹۵۱۱ |
| گوارش‌پذیری ماده خشک (درصد) | ۶۵/۱ | ۶۴/۵ | ۶۴/۳ | ۶۲/۶ | ۶۱/۴ | ۲/۲۳۲ | ۰/۲۲۵۳ | ۰/۷۶۲۳ |
| گوارش‌پذیری ماده آلی (درصد) | ۶۳/۸ | ۶۲/۸ | ۶۳/۱ | ۶۱/۶ | ۶۰/۸ | ۲/۳۹۱ | ۰/۳۷۲۱ | ۰/۸۶۴۱ |
| pH | ۵/۹۹ | ۵/۹۸ | ۶/۰۷ | ۶/۰۷ | ۶/۰۹ | ۰/۰۵۷ | ۰/۱۲۳۲ | ۰/۰۷۵۳ |
| نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم/دسی لیتر) | ۱۶/۲[a] | ۱۵/۸[ab] | ۱۵/۷[ab] | ۱۵/۵[b] | ۱۴/۶[c] | ۰/۲۳۹ | ۰/۰۱۰۱ | ۰/۲۴۳۳ |
| اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر (میلی مول/گرم ماده خشک) | ۳/۲۷ | ۳/۱۹ | ۳/۱۸ | ۲/۹۴ | ۲/۹۶ | ۰/۱۶۵ | ۰/۱۲۱۵ | ۰/۹۷۶۵ |
| سنتز پروتئین میکروبی (میلی گرم/گرم ماده خشک) | ۱۶۶[c] | ۱۹۷[b] | ۱۹۶[b] | ۲۵۳[a] | ۲۵۸[a] | ۷/۳۲۱ | ۰/۰۱۲۱ | ۰/۸۳۴۳ |
| ضریب تفکیک (PF) | ۳/۴۵[d] | ۴/۱۰[c] | ۴/۱۱[c] | ۴/۳۴[b] | ۴/۷۴[a] | ۰/۰۵۱ | ۰/۰۱۱۲ | ۰/۶۳۲۱ |
| گوارش‌پذیری دو مرحله‌ای مواد مغذی | | | | | | | | |
| ماده خشک | ۷۳/۱ | ۷۳/۴ | ۷۲/۶ | ۷۲/۴ | ۷۲/۲ | ۲/۰۲۶ | ۰/۶۸۱۲ | ۰/۹۴۲۳ |
| الیاف نامحلول در شوینده خنثی | ۵۷/۱ | ۵۶/۵ | ۵۶/۲ | ۵۶/۱ | ۵۵/۶ | ۳/۴۲۱ | ۰/۷۶۴۵ | ۰/۹۸۶۱ |
| الیاف نامحلول در شوینده اسیدی | ۴۲/۳ | ۴۲/۵ | ۴۱/۲ | ۴۰/۷ | ۴۰/۴ | ۲/۲۶۴ | ۰/۴۴۲۳ | ۰/۹۵۴۳ |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، P-value: احتمال معنی‌داری، حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی و افزایش تولید توده میکروبی همزمان با افزایش سطح پوست موز در جیره احتمالاً به‌دلیل وجود ترکیبات فنولی موجود در پوست موز باشد. این ترکیبات سبب کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین و بهبود متابولیسم نیتروژن شده‌اند. در این تحقیق هرچند میزان ترکیبات فنولی پوست موز تعیین نگردیده است، اما میزان ترکیبات فنولی پوست موز ۴۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (۹). استفاده از پوست موز به میزان ۱۵ تا ۳۰ درصد ماده خشک جیره غذایی گاوهای زبو، بدون اثر منفی بر سلامت دام‌ها و خوشخوراکی جیره، سبب بهبود افزایش وزن شد (۲۰). جایگزینی کامل ذرت با پوست موز در جیره بزها تأثیر منفی بر عملکرد بزها نداشت (۷).

نتیجه کلی اینکه با توجه نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای پوست موز به مراتب بهتر از کاه گندم بود. مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از این پسماند تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک جیره غذایی دارای هیچ تأثیر منفی بر فراسنجه‌های تخمیر نداشت، لذا مصرف پوست موز در جیره نشخوارکنندگان قابل توصیه است، هرچند، انجام مطالعات روی دام زنده جهت تأیید یافته‌های حاضر ضروری به‌نظر می‌رسد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان از مسوولین دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان برای فراهم آوردن زمینه انجام آزمایش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## منابع


1. Adlin, N.M.D.Y. 2008. Correlation between total phenolics and mineral content with antioxidant activity and determination of bioactive compounds in various local bananas (Musa sp.). Ph.D. Thesis, Universitas Diponegoro. Semarang.
2. Agricultural Statistics. 2016. Ministry of Agriculture Jahad, 401 pp (In Persian).
3. Alfredo, E. and S. Santacruz. 2017. Phenolic compounds from the peel of *Musa cavendish*, *Musa acuminata* and *Musa cavandanaish*. Revista Politécnica, 38: 24-29.
4. Anhwange, B.A., T.J. Ugye and T.D. Nyiaatagher. 2009. Chemical composition of Musa sepientum (Banana) peels. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8(6): 437-442.
5. Anjum, S., S. Sundaram and G. Rai. 2014. Nutraceutical application and value addition of banana (*Musa paradisica* L. Variety, "Bhusawal Keli") peel: A review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(10): 81-85.
6. AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists. Edited by kenneth Helrich. 15th ed. USA.
7. Aregheore, E.M. 1998. A note on the nutritive value of dry ripe plantain peels as a replacement of maize for goats. Journal of Animal and Feed Sciences, 7: 55-62.
8. Astuti, T. 2015. Digestibility of ration based on banana peel bioprocessed with local microorganism. International Seminar on Promoting Local Resources for Food and Health, 12-13 October, Bengkulu, Indonesia.


[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

9. Bakshi, M.P.S. and M. Wadhwa. 2013. Evaluation of cannery and fruit wastes as livestock feed. Indian Journal of Animal Sciences, 83(11): 1198-1202.
10. Bermingham, E.N., K.D. Hutchinson, D.K. Revell, I.M. Brooks and W.C. McNabb. 2001. The effect of condensed tannic in sainfoin and sulla on the digestion of amino acids in sheep. New Zealand Society of Animal Production, 61: 116-119.
11. Blümmel, M., H. Steingss and K. Becker. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and $15^N$ incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. British Journal of Nutrition, 77: 911-921.
12. Broderick, G. and J.H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science, 63: 64-75.
13. Chamberlain, D.G. and P.C. Thomas. 1983. The effect of supplemental methionine and inorganic sulphate on the ruminal digestion of grass silage in sheep. Journal of Science of Food and Agriculture, 34: 440-446.
14. Chung, K.T., Z. Lu and M.W. Chou. 1998. Mechanism of inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. Food and Chemical Toxicology, 36: 1053-1060.
15. Emaga, T.H., R.H. Andrianaivo, B.W.J.T. Tchango and M. Paquot. 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. Food Chemistry, 103: 590-600.
16. FAO. 2013. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products, 57 pp.
17. Getachew, G., H.P.S. Makkar and K. Becker. 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. Journal of Agricultural Science, 139: 341-352.
18. González, S., M.L. Pabon and J. Carulla. 2005. Effects of tannins on *in vitro* ammonia release and dry matter degradation of soybean meal. Archivos latinoamericanos de nutrición, 10(2): 97-101.
19. Hang, T., B. Vua, J.S. Christopher and V.V. Quan. 2018. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. Journal of Functional Foods, 40: 238-248.
20. Hernan Botero, J., J. Enrique Toro and B. Rios. 2000. Technical-economic evaluation of the use of banana peel as a supplement for cattle feed. Postcosecha agroindustria del platano en el Eje Cafetero de Colombia, 23: 257-265.
21. Latika, B. and P. Shirish. 2010. Banana peel waste as substrate for ethanol production. International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research, 1(2): 213-218.
22. 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.
23. Marten, G.C. and R.F. Barnes. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzymes systems. In: Pidgen, W.J., C.C. Balch and M. Graham. (Eds), Standardization of analytical methodology for feeds. International Development Research Center, Ottawa, 61-71.
24. 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.
25. Mekasha, Y., A. Tegegne, A. Yamic and N.N. Umunna. 2002. Evaluation of non-conventional agro-industrial by-products as supplementary feeds for ruminants: in vitro and metabolism study with sheep. Small Ruminant Research, 44: 25-35.
26. Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7-55.
27. Min, B.R., G.T. Attwood, K. Reilly, W. Sun, J.S. Peters, T.N. Barry and W.C. McNabb. 2002. Lotus corniculatus condensed tannins decrease *in vivo* populations of proteolytic bacteria and affect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. Canadian Journal of Microbiology, 48: 911-921.
28. Mohapatra, D., S. Mishra and N. Sutar. 2010. Banana and its by-product utilization: an overview, Journal of Scientific & Industrial Research, 69: 323-329.
29. Negesse, T., H.P.S. Makkar and K. Becker. 2009. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an *in vitro* gas method. Animal Feed Science and Technology, 154: 204-217.
30. NRC. 2007. National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.
31. Orskov, E.R. and P. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. Journal of Agriculture Science, 92: 499-503.
32. Patra, A.K. 2012. Dietary Phytochemicals and Microbes. Springer Science and Business Media.
33. Pimentel, P.R.S., V.R.R. Júnior, M.T.P. Melo, J.C.P. Ramos, L.G. Cardoso and J.J.P. Silva. 2016. Feeding behavior of F1 Holstein x Zebu lactating cows fed increasing levels of banana peel. Acta Scientiarum, 38: 431-437.
34. Pranav, D., S.A.M. Pathak and D.K. Bhaskar. 2017. Fruit peel waste: characterization and its potential uses. Current Science, 113: 1-13.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

35. SAS. 2005. User's Guide: Statistics, Version 9.0 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
36. Sharifi, A., M. Chaji and V. Seyyed Alireza. 2018. Effect of processing recycled poultry bedding with tannin extract of pomegranate peel on its intestinal-ruminal digestibility. Research on Animal Production, 9: 62-72 (In Persian).
37. Singh, B., L.C. Chaudhary, N. Agarwal and D.N. Kamra. 2011. Effect of feeding *Ficus infectoria* leaves on rumen microbial profile and nutrient utilization in goats. Asian-Australian Journal of Animal Science, 24(6): 810-817.
38. Smith, A.H., E.G. Zoetendal and R.I. Mackie. 2005. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins. Microbial Ecology, 50: 197-205.
39. Soltani Naseri, K., F. Ghanbari, J. Bayat Koohsar and F. Talei. 2018. Effect of chemical and biological processing methods on chemical composition, gas production parameters and in vitro digestibility of *Cicer Arietinum* wastes. Research on Animal Production, 9: 72-82 (In Persian).
40. Tartrakoon, T., N. Chalearmsan, T. Vearasilp and U. Meulen. 1999. The nutritive value of banana peel (*Musa sapieutum* L.) in growing pigs. Paper presented at the proceedings of the Deutscher Tropentag.
41. Teymournezhad, N., M. Zahedifar, A. Nikkha and H. Fazaeli. 2006. Nutritive value of fruit and vegetable wastes in ruminants. Pajouhesh & sazandegi, 76: 168-173 (In Persian).
42. Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 48: 185-197.
43. Tilley, J.M.A. and R.T. Terry. 1963. A two stage technique for the indigestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, 18: 104-111.
44. Tsamo, C.V., M.F. Herent, K. Tomekpe, T. Emaga, J. Quetin-Leclercq, H. Rogez and C. Andre. 2015. Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (Musa sp.). Food Chemistry, 167: 197–204.
45. Vercoe, P.E., H.P.S. Makkar and A.C. Schlink. 2010. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies. Springer Verlag Gmbh.
46. Waghmare, J.S. and A.H. Kurhade. 2014. GC-MS analysis of bioactive compound from banana peel (Musa sapientum peel). European Journal of Experimental Biology, 4(5): 10-15.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]

# Evaluation of the Nutritional Value of Banana Peel and Effect of Its Different Levels on Digestibility and *In Vitro* Fermentation Parameters

**Ayoub Azizi[1], Ali Kiani[2] and Zahra Aminifard[3]**

1- Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Lorestan University
(Corresponding author: azizi.ay@lu.ac.ir)
2 and 3- Associate Professor and Ph.D. Student in Animal Nutrition, Department of Animal Sciences, Lorestan University
Received: October 16, 2018 Accepted: September 14, 2019

## Abstract

Primarily the purpose of this study was to determine the chemical composition and the *in vitro* fermentation parameters of banana peel (BP) in comparison with wheat straw and alfalfa hay. Then, substitutional effects of BP with levels of 0, 50, 100, 150, and 200 g/kg in dry matter (DM) In Vitro Fermentation Parameters were investigated. Results showed that BP had higher crude protein (CP) content compared to wheat straw, but it was lower than alfalfa (P<0.05). However, neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and lignin content of BP were lower compared to other experimental feeds (P<0.05). Greater ether extract and non-fibre carbohydrate contents were observed in BP compared to other experimental feeds (P<0.05). Potential of GP (b coefficient) and ruminal organic matter disappearance of BP were greater than wheat straw, but they were lower compared to alfalfa (P<0.05). Alfalfa and BP had similar total GP (TGP) and DM disappearance (P>0.05). Microbial protein production (MPP) increased with BP incubation compared other feeds (P<0.05). Two-stage DM and ADF digestibility were lower in BP than alfalfa (P<0.05), while their NDF digestibility was not significant (P>0.05). A linear reduction in ammonia-N concentration and a linear increase in MPP and partitioning factor were observed as BP dietary level was elevated (P<0.05). Other fermentation parameters and ruminal DM and OM digestibility were similar among experimental diets (P>0.05). In conclusion, results of present study indicated that banana peel has a better nutritive value in comparison with wheat straw and is comparable to alfalfa. In addition, it can be used in dry nutrition up to 20 % DM without any negative effects on *in vitro* fermentation parameters.

**Keywords:** Banana peel, Fermentation, Gas production, Nutritive value, Ruminant

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-10-16 ]

[ DOI: 10.29252/rap.10.25.52 ]