مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۲ شماره ۱/ سال۱۴۰۱/ صفحات ۴۵ تا ۵۶

DOI: 10.22034/AS.2022.42497.1586

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی، پارامترهای تجزیه‌پذیری و تولید گاز ماده حاصل از تبدیل زیستی ضایعات سیب‌زمینی توسط میکروارگانسیم‌های شکمبه‌ای با مکمل‌سازی سطوح مختلف نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش

سعید نریمانی قراجه[۱]، جمال سیف دواتی*[۲]، حسین عبدی بنمار[۲]، عبدالفتاح محمد سالم[۳] و رضا سید شریفی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۹/۸/٦ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۱

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

[۲] دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

[۳] استاد پژوهشگر گروه تغذیه دام، دانشکده دامپزشکی دانشگاه مستقل ایالت مکزیکو تولوکا ، اودو دو مکزیکو ، مکزیک

* مسئول مکاتبه: Email: jseifdavati@uma.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: ضایعات سیب‌زمینی محصول شرایط محیطی و برداشت نامناسب، تغییرات فیزیولوژیکی، آسیب توسط آفات و غیره است. ضایعات تازه سیب‌زمینی یک سوبسترای ایده‌آل برای تولیدات بیوهیدروژن بوده و طی روند تخمیر ساده با مایع شکمبه صاف‌شده حاصل از ضایعات کشتارگاهی و افزودن منبعی از نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش، می‌تواند یک محصول فرعی باارزش پروتئینه استفاده شود. **هدف:** بخش اول این مطالعه تولید ماده زیستی با استفاده از پتانسیل میکروارگانسیم‌های مایع شکمبه به همراه منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش برای تبدیل زیستی ضایعات سیب‌زمینی بوده و بخش دوم آزمایش‌ها روند تولید گاز، قابلیت هضم پروتئین خام و کل دستگاه گوارش بخش جامد حاصل از محیط کشت تخمیری به روش آزمایشگاهی هولدن را ارزیابی نمود. **روش کار:** مایع شکمبه از کشتارگاه تهیه‌شده و پس از صاف کردن با مقدار ثابت ٤۰۰ میلی‌لیتر عاری از بافر به ضایعات سیب‌زمینی با مقدار ثابت ۲۰۰ گرم همراه با سطوح مختلف (۱/۵، ۳ و ٤/۵) گرم نیتروژن از منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش داخل مخزن‌های ۲ لیتری دستگاه Daisy در چهار تکرار اضافه‌شده و به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوبه شد. بعد از اتمام انکوباسیون pH محتویات اندازه‌گیری و جهت جداسازی بخش جامد از مایع، با توری چهار لایه صاف گردید. داده‌ها با طرح کاملاً تصادفی آنالیز شد. **نتایج:** عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی محصول در سطح ۱/۵ گرم نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش بالاترین میزان را نشان داد. میزان پروتئین بخش جامد حاصل از انکوباسیون در گروه‌های آزمایشی بیشتر از گروه کنترل بود (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان مربوط به سطح ۳ گرم نیتروژن از منبع نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش (۲۷/۲۳٪) بود. در حضور میکروارگانسیم‌های شکمبه پس از تخمیر، ضایعات سیب‌زمینی همراه با ۱/۵ گرم نیتروژن از منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش بیشترین تجزیه‌پذیری (۸۱/۳۳٪) را طی ۲٤ ساعت انکوباسیون داشتند (P<۰/۰۵). pH محیط کشت تخمیری گروه‌های آزمایشی از ٤/٦۰ گروه ضایعات سیب‌زمینی به همراه میکروارگانسیم‌های شکمبه تا ۷/٤۳ سطح ٤/۵ گرم نیتروژن از منبع نیتروزا نوسان داشت (P<۰/۰۵). **نتیجه‌گیری نهایی:**

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، میکروارگانسیم‌های مایع شکمبه به همراه یک منبع نیتروژن غیر پروتئینی می‌تواند در تبدیل زیستی ضایعات سیب‌زمینی جهت افزایش ارزش غذایی و تولید ماده خوراکی جدید پروتئینی مورداستفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اکوسیستم شکمبه، ضایعات سیب‌زمینی، مایع شکمبه، نیتروزا

مقدمه

کمبود مواد خوراکی و همچنین تخصیص بیش از ۷۵ درصد از هزینه های پرورشی دام در تغذیه آن، چالش‌هایی را در راستای تأمین پروتئین حیوانی موردنیاز جامعه به وجود آورده است لذا برآورد صحیح ارزش تغذیه‌ای مواد خوراکی دامی به‌ویژه استفاده از ضایعات کشاورزی به‌عنوان منبع جدیدی از تأمین ماده خوراکی می‌تواند گام مهمی در تأمین احتیاجات دام و کاهش هزینه‌های پرورشی به شمار آید (قربانی و همکاران ۱۳۹۵) .

گیاه سیب‌زمینی با سطح زیر کشت در حدود بیش از ۲۲ میلیون هکتار در جهان و تولید۳۷۶ میلیون تن در رده اول محصولات غده‌ای قرار دارد (فائو ۲۰۱۶). در حال حاضر در سطح جهانی مقدار زیادی از محصول سیب‌زمینی به تغذیه دام اختصاص داده می شود، تقریباً ۳۵ در صد از کل محصول سیب‌زمینی در طی فرآوری به‌عنوان ضایعات به هدر می‌رود (گزارش کشاورزی ۱۳۸۸). این ضایعات اگر به‌درستی مصرف نشود به مشکلات زیست‌محیطی افزوده می شود. تبدیل زیستی ضایعات و پسمانده‌های کشاورزی نسبت به سایر روش‌های فرآوری، میزان ارزش غذایی ترکیبات را افزایش داده و کمترین آلودگی را برای انسان، دام و محیط‌زیست به همراه دارد. از سوی دیگر هزینه کمتری نسبت به سایر روش‌ها دارد (نیکخواه و امانلو ۱۳۷۱).

روزانه مقادیر زیادی محتویات شکمبه به‌عنوان ضایعات در کشتارگاه‌ها تولید می‌شوند (فتح اله و همکاران ۲۰۱۵) و به‌عنوان مواد آلوده‌کننده محیط‌زیست در نظر گرفته می‌شوند (صادقی و همکاران ۱۳۹۵؛ ابوحیف و همکاران ۱۹۹۹) که هزینه بالا جهت حذف این ضایعات، یک تجدیدنظر در مدیریت محصولات جانبی کشتارگاهی را ذیاز دارد (ریوس ریکون و همکاران ۲۰۱۰) ازاین‌رو تبدیل ضایعات به خوراک نشخوارکنندگان امکان تنظیم کردن جیره های غذایی جدید را فراهم نموده و آلودگی محیطی را کاهش می‌دهد (چردتانگ و همکاران ۲۰۱٤).

پروتئین از مهم‌ترین عوامل محدودکننده مصرف خوراک برای نشخوارکنندگان است (ماپاتو و همکاران ۲۰۱۰). امروزه از منابع گیاهی مختلف (کنجاله دانه‌های روغنی)، منابع حیوانی (پودر گوشت) و فرآورده های دریایی (پودر ماهی) و نیتروژن غیر پروتئینی (اوره و اوره آهسته رهش) برای تأمین پروتئین موردنیاز دام ها استفاده می‌شود (سیف دواتی و همکاران ۱۳۹۹). بهره‌گیری از منابع نیتروژن غیر پروتئینی سبب کاهش هزینه خوراک مصرفی در تغذیه دام و بهبود راندمان تولید در نشخوارکنندگان می‌شود (هورن و همکاران ۱۹۷۹؛ هری سالدنا و هابر ۱۹۸۹؛ ,گادو و همکاران۱۹۹۸؛ هولدن ۱۹۹۹؛ وانگ وو و همکاران ۲۰۱۰).

برای بهبود استفاده از آمونیاک آزادشده ، جهت ارتقا دسترسی مداوم به آموذیاک، منابعی که در طول مدت‌زمان طولانی به‌آرامی آزاد می شود، طراحی شده‌اند (تایلور ادوارد و همکاران ۲۰۰۹). محصولات نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش سبب بهبود بازده ساخت پروتئین میکروبی می‌شوند (تیکافوسکی و هاریسون ۲۰۰٦). از مزایای استفاده از منابع نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش در جیره می‌توان مواردی مانند افزایش زمان حضور نیتروژن در شکمبه برای افزایش بهره‌وری میکروبی، کاهش قیمت جیره، افزایش هضم

الیاف، افزایش جذب نیتروژن در شکمبه، کاهش انتشار نیتروژن آمونیاکی، کاهش خطر ابتلا به مسمومیت و بهبود خوش‌خوراکی را نام برد (کرتر ۲۰۱۰).

نیتروژن به شکل نیتروژن آمونیاکی جهت سنتز پروتئین میکروبی به مصرف باکتری‌های شکمبه می‌رسد. آمونیاک به‌عنوان یک متابولیت بسیار مهم برای نشخوارکنندگان است. نیتروزا با آزادسازی آهسته آمونیاک محیط شکمبه را برای هماهنگ نمودن و تولید همزمان پروتئین و انرژی جهت افزایش تولید پروتئین میکروبی مهیا می‌سازد. با استفاده از نیتروزا و بهبود مصرف کل نیتروژن در شکمبه می‌توان نسبت به کاهش منابع تأمین‌کننده پروتئین تجزیه پذیر (RDP) مثل کنجاله سویا، کنجاله کلزا و... در جیره اقدام نمود. نیتروزا می‌تواند در تبدیل مقادیر بیشتری از نیتروژن به پروتئین میکروبی کمک کند. هدف از اجرای تحقیق در راستای پاک کردن محیط از آلاینده های زیستی (ضایعات سیب‌زمینی، مایع شکمبه) و استفاده بهینه و تبدیل زیستی آن‌ها به ماده باارزش غذایی بالا و معرفی آن برای استفاده از ماده زیستی تولیدشده در جیره نشخوارکنندگان بود. بنابراین آزمایش حاضر به‌منظور اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی، پارامترهای تجزیه‌پذیری و تولید گاز ماده حاصل از تبدیل زیستی ضایعات سیب‌زمینی توسط میکروارگانسیم‌های شکمبه‌ای با مکمل‌سازی سطوح مختلف نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تهیه ضایعات سیب‌زمینی و گروه‌های آزمایشی

پس از جمع‌آوری سیب‌زمینی ضایعاتی تازه (غیر قابل‌استفاده برای مصرف انسانی) و پاک سازی مواد زائد (گل و سنگریزه) موجود در میان آن‌ها، ضایعات سیب‌زمینی جمع‌آوری‌شده آب‌پز و بعد از آب‌پزشدن رنده گردید. مایع شکمبه موردنیاز از کشتارگاه تهیه و در فلاسک آب گرم در دمای ۳۹ درجه سلسیوس به آزمایشگاه منتقل شد. بعد از صاف نمودن مایع شکمبه، مایع حاصل بر روی مقدار ثابت ضایعات سیب‌زمینی و سطوح مختلف نیتروزا که قبلاً داخل مخزن‌های ۲ لیتر شیشه‌ای ریخته شده بودند اضافه گردید و به کمک CO_2 با ایجاد محیط کاملاً بی‌هوازی در مخزن های دستگاه دیزی سریعاً به دستگاه انتقال و به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوبه شد. قابل‌ذکر است که مایع شکمبه کشتارگاهی بدون ترکیب با بافر مورداستفاده قرار گرفت. ضمن این‌که سعی شد میزان ماده خشک سیب‌زمینی ضایعاتی موردا ستفاده در مخزن‌ها با همگن ساختن توسط رنده نمودن و انجام تست‌های اندازه‌گیری ماده خشک قبل از انکوباسیون، یکسان بوده یا اختلاف معنی‌داری نداشته باشند. میزان ماده خشک سیب‌زمینی ضایعاتی آب‌پز شده مورداستفاده ۲۰/۲۰ درصد بود.

منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش مورداستفاده در این آزمایش بانام تجاری نیتروزا حاوی ٤۰ درصد ازت معادل ۲۵۰ درصد پروتئین خام می‌باشد.

گروه‌های آزمایشی شامل:

۱) ٤۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه + ۲۰۰ گرم سیب‌زمینی ضایعاتی (شاهد) (Rf+pw)

۲) ٤۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه + ۲۰۰ گرم سیب‌زمینی ضایعاتی+ ۱/۵ گرم نیتروژن از منبع نیتروزا (N1.5)

۳) ٤۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه + ۲۰۰ گرم سیب‌زمینی ضایعاتی+ ۳ گرم نیتروژن از منبع نیتروزا (N3)

٤) ٤۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه + ۲۰۰ گرم سیب‌زمینی ضایعاتی+ ٤/۵ گرم نیتروژن از منبع نیتروزا (N4.5)

بعد از اتمام زمان انکوباسیون، نمونه‌ها از دستگاه خارج و پس از صاف کردن نمونه‌ها توسط توری چهار لایه و جدا کردن بخش های جامد و مایع از یکدیگر جهت آنالیزهای بعدی مورداستفاده قرار گرفت. بخش جامد حاصل‌شده که به‌عنوان ماده زیستی حاصل از انکوباسیون که فرض و هدف آزمایش، تولید این ماده جهت معرفی جایگزینی در جیره نشخوارکنندگان

می باشد، پس از قرار گرفتن تحت دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت در آون جهت محاسبه میزان تجزیه پذیری ضایعات سیب‌زمینی بعد از انکوباسیون ۲۴ساعته در گروه‌های آزمایشی و آنالیزهای تقریبی شامل پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام بر اساس روش‌های AOAC (۱۹۹۰) و دیواره سلولی با روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) برای تمامی گروه‌های آزمایشی از الک ۱ میلی‌متری عبور داده شد.

گاز تولیدی ضایعات سیب‌زمینی و گروه‌های آزمایشی

به‌منظور تعیین قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم، گاز تولیدی و فراسنجه‌های تخمیری بخش جامد حاصل (ماده تولیدشده) از تکنیک تولید گاز در آزمایشگاه طبق روش فدوراک و هرودی (۱۹۸۳) استفاده گردید. در این روش جابجایی مایع در داخل لوله‌های آزمایش مدرج که تو سط فشار گاز تولیدی در شیشه‌های حاوی مایع شکمبه و نمونه خوراک صورت می‌گیرد، معرف میزان تولید گاز در نظر گرفته می‌شود. برای انجام این آزمایش مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم از هر ماده خوراکی که از قبل با آسیابی دارای منافذی به قطر ۲ میلی‌متر، آسیاب شده بود را به‌دقت توزین و درون ویال‌های شیشه‌ای استریل ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. برای هر نمونه ۵ تکرار در نظر گرفته شد. مایع شکمبه دو ساعت بعد از وعده خوراک صبحگاهی از دو رأس گوسفند دارای فیستوله که به مدت دو هفته با جیره حاوی کنسانتره و یونجه تغذیه‌شده بودند، تهیه گردید. مایع شکمبه به‌دست‌آمده پس از صاف شدن با توری چهار لایه در داخل فلاسک حاوی CO_2 و درجه حرارت ۳۹ درجه سلسیوس به آزمایشگاه منتقل شد. مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر مک‌دوگال (۱۹۴۸) به نسبت یک‌به‌دو (یک قسمت مایع شکمبه و دو قسمت بافر) از ارلنی که بر روی اجاقک ۳۹ درجه سلسیوس بوده و تحت جریان مداوم گاز CO_2 قرار داشت، برداشته و داخل ویال‌های شیشه‌ای ریخته شد. ویال‌های شیشه‌ای جهت جلوگیری از شوک دمایی قبلاً به دمای موردنظر رسانده شده بودند. پس از بی‌هوازی نمودن ویال‌های شیشه‌ای حاوی گروه‌های آزمایشی توسط گاز CO_2، درپوش پلاستیکی و درپوش آلومینیومی به صورتی محکم و غیرقابل نفوذ توسط هوا پرچ شد. جهت تصحیح گاز تولیدی با منشأ مایع شکمبه تعداد پنج عدد شیشه بدون ماده خوراکی و فقط حاوی مایع شکمبه و بافر در نظر گرفته شد. تمامی ویال‌های آماده‌شده، به داخل دستگاه انکوباتور شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه و دمای ۳۹ درجه سلسیوس انتقال داده شد. ثبت میزان گاز تولیدی در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ بعد از انکوباسیون انجام شد. به‌منظور تعیین فراسنجه‌های تولید گاز از معادله ارسکف و مک‌دونالد (۱۹۷۹) استفاده شد.

بدین‌جهت از معادله $P=A\ (1-e^{-ct})$ برای تطبیق داده‌های حاصل از تولید گاز استفاده شد، که P تولید گاز در زمان t و A تولید گاز، نرخ تولید گاز و t زمان تخمیر است. به گزارش گتاچیو و همکاران (۲۰۰۲) میزان انرژی متابولیسمی خوراک‌ها با استفاده از میزان گاز تولیدی در آزمایشگاه و ترکیب شیمیایی هرکدام می‌توان به دست آورد. رابطه پیشنهادی برای مواد خوراکی به‌صورت زیر است:

$$ME(MJ/kgDM)=1.06+(0.157\times GP)+(0.084\times CP)+(0.22\times CF)-0.081\times CA$$

همچنین میزان ماده آلی قابل تخمیر[1] (DOM) از طریق فرمول پیشنهادی منک و استینگس(۱۹۸۸):

$$DOM\ (g/100\ g\ DM) = (0.9991 \times GP) + (0.0595 \times CP) + (0.0181\times CA+9$$

میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از رابطه

$$SCFA=0.0222\times GP-0.00425$$

و انرژی خالص شیردهی با استفاده از رابطه

[1] - Digestible Organic Matter (DOM)

NE_L (MJ / kgDM) = –0.36 + (0.1149 × GP) + (0.0054 × CP) + (0.0139 × CF) + (0.0054 × CA)

محاسبه شد.

در این معادلات GP میلی‌لیتر گاز تولیدی از ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک ماده خوراکی CP مقدار پروتئین خام برحسب در صد ماده خشک CF میزان چربی خام به‌صورت درصد ماده خشک وCA مقدار خاکستر خام به‌صورت درصد ماده خشک است.

اندازه‌گیری میزان قابلیت هضم *ضایعات سیب‌زمینی و گروه‌های آزمایشی به روش هولدن*

آزمایش دیگری که روی ماده جامد حاصل‌شده بعد از انکوباسیون به‌منظور شبیه‌سازی مقدار ناپدید شدن روده‌ای ماده زیستی تولیدی بود، اندازه‌گیری میزان قابلیت هضم کل دستگاه گوارش، مطابق روش هولدن (۱۹۹۹) و با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز هضم Daisy بود. جهت انجام این آزمایش ابتدا مواد خوراکی مورد آزمایش که قبلاً توسط آون در دمای ۵۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شده بود، با الک ۲ میلی‌متری آسیاب شد. خوراک‌ها در کیسه‌های بدون نیتروژن و بدون خاکستر ریخته و سپس درب کیسه‌ها دوخته شد. در این روش برای تهیه بافر موردنیاز از دو محلول A (۱۰ گرم KH_2PO_4، ۰/۵ گرم $MgSO_4$ ۷ آبه، ۰/۵ گرم NaCl، ۰/۱ $CaCl_2$ یک آبه و ۱ گرم اوره که به حجم یک لیتر رسیده است) و محلول B (۱۵ گرم Na_2CO_3 و ۱ گرم Na_2S ۹ آبه که به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسیده است) استفاده شد که ۲۰ میلی‌لیتر از محلول B به ۱ لیتر محلول A اضافه شد به دمای ۳۹ درجه سلسیوس رسید. از ٤ تکرار برای هر نمونه خوراکی استفاده شد. کیسه‌ها به همراه ۱٤۰۰ میلی‌لیتر بافر و ٤۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه در داخل مخازن قرار گرفت و برای مدت ٤۸ ساعت در دمای ۳۸ درجه سلسیوس انکوبه گردید. پس از ٤۸ ساعت ٤۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ٦ نرمال به همراه ۸ گرم پپسین به داخل مخازن اضافه شد و برای ۲٤ ساعت دیگر در همان دما انکوبه گردید. در انتها کیسه‌های حاوی نمونه خوراکی و کیسه‌های خالی (جهت تخمین آلودگی میکروبی) در آون ۱۰۰ درجه سلسیوس خشک و محاسبات لازم جهت تعیین قابلیت هضم آزمایشگاهی به روش هولدنی صورت گرفت.

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از روش تولید گاز در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش اندازه‌گیری مکرر و قابلیت هضم هولدنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) با رویه Mixed موردبررسی قرار گرفت. مدل مورداستفاده در این رویه یک مدل مختلط شامل اثر تیمار (ماده خوراکی)، اثر زمان انکوباسیون و اثر متقابل بین تیمار و زمان به‌عنوان اثرات ثابت و اثر تکرار درون هر تیمار به‌عنوان اثر تصادفی بود. میانگین‌ها به‌صورت حداقل مربعات (LSMEAN) به همراه خطای استاندارد و مقایسات میانگین در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نمایش داده شدند. مدل‌های آماری به‌صورت زیر:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$
$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

می‌باشد، که در آن μ = میانگین، α_i = اثر تیمار iام، β_j= اثر زمان jام، $\alpha\beta_{ij}$= اثر متقابل تیمار و زمان، و e_{ijk} خطای باقیمانده می‌باشد.

نتایج

ترکیبات شیمیایی ماده تولیدی (بخش جامد) بعد از انکوباسیون گروه‌های آزمایشی در جدول شماره ۱ گزارش‌شده است. لازم به ذکر است که در مورد (Pw) ترکیبات شیمیایی ضایعات سیب‌زمینی بدون انکوباسیون می‌باشد. آن‌گونه که از نتایج مشخص است اعمال تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی داشت. عصاره اتری و فیبر غیرمحلول در شوینده اسیدی ماده حاصل‌شده تحت تأثیر سطح نیتروژن نیتروزا قرار گرفت و در سطح ۱/۵ گرم نیتروژن نیتروزا

(N1.5) بالاترین میزان عصاره اتری و فیبر غیرمحلول در شوینده اسیدی را نشان داد (P<۰/۰۵). میزان پروتئین خام ضایعات سیب‌زمینی (Pw) انکوبه شده با میکروارگانیسم‌های شکمبه در سطوح مختلف نیتروژن از منبع نیتروزا نسبت به خود ضایعات سیب‌زمینی افزایش قابل‌توجهی نشان داد (P<۰/۰۵)، و سطح ۳ گرم نیتروژن از نیتروزا (N3) افزایش حدود ۳ برابری میزان پروتئین خام نسبت به ضایعات سیب‌زمینی نشان داد (جدول۱). در تائید نتایج تحقیق حاضر اونی ایمبا و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کرده‌اند که تیمار کردن میکروبی سیب‌زمینی شیرین با آسپرژیلوس ساکارومایسس سرویسیا نتایج چشمگیری در افزایش مقدار پروتئین خام چربی و انرژی حاصل شد. همچنین وانگ و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای روی پالپ سیب‌زمینی تخمیر شده در فاز جامد به‌عنوان خوراک طیور نتیجه گرفتند که تخمیر پالپ سیب‌زمینی با باکتری زئوتریکوم کندیدوم ،باکتری‌های تولیدکننده لاکتیک اسید و مخمر سبب افزایش محتوای پروتئین خام و چربی می‌گردد. احتمالاً این افزایش پروتئین سوبسترا نتیجه سنتز پروتئین از مواد ساده توسط میکروارگانیسم‌ها و از طرفی هم‌زمانی تخمیر منابع کربوهیدراته و منابع نیتروژن غیرپروتئینه سبب افزایش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها بر روی ضایعات کشاورزی شده و تولید پروتئین میکروبی بنماید (عزیز ۲۰۰۰). البته کم بودن میزان پروتئین خام در ماده حاصل‌شده از انکوباسیون در گروه آزمایشی مکمل شده با ٤/٥ گرم نیتروژن نسبت به سطح ۳ گرم نیتروژن احتمال می‌رود درنتیجه بیش‌بود نیتروزا بیش از سطح تحمل میکروارگانیسم‌های موجود باشد که سبب کاهش کلنی‌های میکروبی گردیده و میزان فعالیت میکروبی کاهش‌یافته و به‌تبع آن میزان پروتئین خام ماده تولیدی از انکوباسیون سطح ٤/٥ گرم نیتروژن نسبت به سطح ۳ گرم کاهش عددی نشان داد.

Table 1- Chemical composition of feed resulting from incubation of experimental groups

Experimental groups	CP	EE	ASH	ADF
Pw	10.46^{e}	1.67^{e}	5.15^{e}	4.37^{c}
Rf+pw	20.93^{d}	1.76^{d}	8.40^{d}	11.27^{b}
Rf+pw+N1.5	24.99^{c}	3.27^{a}	8.80^{c}	15.47^{a}
Rf+pw+N3	27.23^{a}	2.47^{c}	9.77^{b}	13.97^{a}
Rf+pw+N4.5	25.84^{b}	2.97^{b}	10.36^{a}	13.60^{a}
SEM	0.069	0.109	0.021	1.100
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1) Fresh potato waste (Pw)
2) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes (control) (Rf + pw)
3) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 1.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N1.5)
4) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 3 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N3)
5) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 4.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N4.5)
^{a,b,c} Means in a same row with different superscripts are significantly different (P <0.05).

نتایج مربوط به تولید گاز در گروه‌های آزمایشی به همراه مشخصه‌های تولید گاز در جدول ۲ ارائه‌شده است. نتایج ارائه‌شده نشان می‌دهد که تا ساعت ۲ انکوباسیون میزان گاز تولیدی در همه گروه‌های آزمایشی به‌جز گروه مکمل شده با ۱/٥ گرم نیتروژن نیتروزا تفاوت معنی‌داری نداشتند. درحالی‌که از ساعت ٤ بعد از انکوباسیون تفاوت‌ها در میزان گاز تولیدی ظاهر شدند که ضایعات سیب‌زمینی تا ساعت ٣٦ بعد از انکوباسیون میزان گاز تولیدی بیشتری داشتند و تولید گاز نیز در بقیه گروه‌های آزمایشی از روندی خاص تبعیت کرد و گروه‌های سطح (N1.5)- سطح (N3) - (Rf+pw) – سطح (N4.5) و ضایعات سیب‌زمینی (Pw) به ترتیب کمترین تا بیشترین میزان تولید گاز را داشتند. از ساعت ٤٨ تا آخر انکوباسیون شرایط دیگری حاکم شد ولی در مورد

کمترین و بیشترین میزان گاز تولیدی رویه قبلی پابرجا بود. حجم گاز تولیدی که منعکس‌کننده تخمیر مواد خوراکی به اسیدهای چرب فرار است می‌تواند برآوردی از قابلیت هضم ظاهری باشد. همان‌گونه که داده‌های تولید گاز در ساعات مختلف انکوباسیون نشان داد. پتانسیل تولید گاز در گروه آزمایشی دارای سیب‌زمینی ضایعاتی بیش از بقیه گروه‌های آزمایشی بود ولی با گروه مکمل شده با ٤/٥ گرم نیتروژن از منبع نیتروزا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در مورد نرخ تولید گاز ازلحاظ عددی نیز ضایعات سیب‌زمینی دارای بیشترین نرخ تولید گاز و تفاوت معنی‌داری با گروه‌های آزمایشی دیگر نشان داد. مقادیر برآورده شده برای انرژی قابل متابولیسم (ME، مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) و انرژی خالص شیردهی (NE_L، مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA، میلی مول) ماده آلی قابل‌هضم (DOM، درصد ماده خشک) از تولید گاز گروه‌های آزمایشی در جدول ۳ ارائه‌شده است. ضایعات سیب‌زمینی در تمامی پارامترها بیشترین مقدار را نشان داد و پارامترها تحت تأثیر مکمل سازی‌ها قرار گرفت که نتایج بیانگر متأثر شدن پارامترها از میزان نیتروزای استفاده‌شده بود. درصد ناپدیدشده ضایعات سیب‌زمینی آب‌پزشده بعد از انکوباسیون ٢٤ ساعته با سطوح مختلف نیتروژن از منبع نیتروزا توسط و تحت تأثیر میکروارگانسیم‌های شکمبه در جدول ٤ ارائه‌شده است.

Table 2- Gas production amount (ml per gram of dry matter) and gas production characteristics of experimental groups at different incubation hours

Treat	2h	4h	6h	8h	12h	24h	48h	72h	96h	120h	A	C
Pw	57^{a}	97^{a}	127^{a}	149^{a}	185^{a}	241^{a}	278^{a}	294^{a}	302^{a}	308^{a}	298.6^{a}	0.074^{a}
Rf+pw	57^{a}	82^{b}	106^{b}	125^{b}	151^{bc}	197^{b}	232^{c}	260^{b}	272^{bc}	279^{c}	271.1^{c}	0.053^{b}
N1.5	49^{b}	72^{c}	93^{c}	108^{c}	124^{d}	156^{d}	200^{d}	237^{c}	259^{c}	272^{c}	277.7^{bc}	0.032^{d}
N3	56^{a}	80^{b}	104^{b}	122^{b}	145^{c}	183^{c}	235^{c}	263^{b}	277^{b}	284^{bc}	281.4^{abc}	0.043^{c}
N4.5	57^{a}	84^{b}	109^{b}	130^{b}	160^{b}	208^{b}	257^{b}	284^{a}	295^{a}	301^{ab}	295.1^{ab}	0.054^{b}
SEM	1.14	1.50	2.22	3.08	3.60	4.02	4.85	5.31	5.46	5.75	5.75	0.001
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1) Fresh potato waste (Pw)
2) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes (control) (Rf + pw)
3) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 1.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N1.5)
4) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 3 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N3)
5) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 4.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N4.5)
[a,b,c] Means in a same row with different superscripts are significantly different (P <0.05).

Table 3- Estimated nutritional parameters of gas production (percent of dry matter)

Treat	ME	NE_L	DOM	SCFA
Pw	9.50^{a}	5.25^{a}	58.06^{a}	1.08^{a}
Rf+pw	8.70^{b}	4.26^{c}	49.81^{c}	0.87^{b}
Rf+pw+N 1.5	8.08^{c}	3.37^{d}	41.90^{d}	0.69^{d}
Rf+pw+N 3	8.87^{b}	3.99^{c}	47.50^{c}	0.81^{c}
Rf+pw+N 4.5	9.60^{a}	4.57^{b}	52.48^{b}	0.92^{b}
SEM	0.126	0.092	0.804	0.017
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1) Fresh potato waste (Pw)
2) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes (control) (Rf + pw)
3) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 1.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N1.5)
4) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 3 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N3)
5) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 4.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N4.5)
[a,b,c] Means in a same row with different superscripts are significantly different (P <0.05).

سطح منبع نیتروزا بر میزان ناپدیدشدن ماده خشک ضایعات سیب‌زمینی تأثیر گذاشته و مقادیر عددی مختلفی از ناپدیدشدن ماده خشک در گروه‌های آزمایشی حاصل شد که سطح ۱/۵ گرم نیتروژن از نیتروزا بیشترین تجزیه-پذیری ماده خشک ضایعات سیب‌زمینی را نشان داد (P<۰/۰۵). در مورد pH نمونه‌ها بعد از انکوباسیون ۲٤ ساعته می‌توان گفت که با افزایش سطوح نیتروژن از منبع نیتروزا، مقدارpH افزایش یافت که این افزایش مقدار pH بر مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک اثر گذاشت و رابطه معکوسی بین pH و میزان تجزیه‌پذیری نشان داد.

نتایج سوینبجرنسون و همکاران (۲۰۰۷) حاکی از غیرقابل تجزیه ماندن بیش از نصف سیب‌زمینی خام بعد از ۵ ساعت انکوبه کردن با مایع شکمبه بود. درحالی‌که در سیب‌زمینی پخته‌شده بعد از ۲۸ ساعت انکوباسیون تجزیه‌پذیری کاملی مشاهده کردند که تائید کننده نتایج آزمایشگاهی ما می‌باشد. تاویلا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که ناپدید شدن آزمایشگاهی ماده خشک و مواد آلی ضایعات پوست سیب‌زمینی ۸۵/۳۸ و ۸۸/۷۰ درصد بود و محتمل است که این نتایج وابستگی کمی به فیبر خام دارد (هورن و همکاران ۱۹۷۹) و نرخ هضم بیشتر مربوط به نشاسته می‌باشد (گادو و همکاران ۱۹۹۸). البته تجزیه‌پذیری بیشتر در سطح ۱/۵ گرم نیتروژن از نیتروزا شاید مربوط به تأمین آمونیاک کافی از نیتروزا باشد و قابلیت هضم را افزایش دهد.

Table 4- Degradability of dry matter after 24 hours of incubation of experimental groups

Experimental groups	Rf+pw	Rf+pw+N1.5	Rf+pw+N3	Rf+pw+N4.5	SEM	P-value
24h DM deg %	68.79^{b}	81.33^{a}	74.16^{ab}	68.34^{b}	3.026	<0.01
pH	4.60^{d}	5.05^{c}	6.53^{b}	7.44^{b}	0.031	<0.01

1) Fresh potato waste (Pw)
2) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes (control) (Rf + pw)
3) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 1.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N1.5)
4) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 3 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N3)
5) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 4.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N4.5)
^{a,b,c} Means in a same row with different superscripts are significantly different (P <0.05).

Table 5- Digestibility of the total digestive tract of feed obtained from incubation using Holden method

Experimental groups	Pw	Rf+pw	Rf+pw+N1.5	Rf+pw+N3	Rf+pw+N4.5	SEM	P-value
Digestibility	90.55^{a}	70.90^{c}	71.32^{c}	76.90^{bc}	79.90^{b}	1.94	<0.01

1) Fresh potato waste (Pw)
2) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes (control) (Rf + pw)
3) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 1.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N1.5)
4) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 3 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N3)
5) 400 ml of ruminal fluid + 200 g of waste potatoes + 4.5 g of nitrogen from nitrogen source (Rf + pw + N4.5)
^{a,b,c} Means in a same row with different superscripts are significantly different (P <0.05).

نتایج حاصل از بررسی میزان هضم ماده تولیدی (بخش جامد) از گروه‌های آزمایشی بعد انکوباسیون با استفاده از روش هولدن (۱۹۹۹) در جدول ۵ گزارش‌شده است. بر اساس نتایج افزودن منابع مختلف نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش بر قابلیت هضم ماده خوراکی تولیدی گروه‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری داشته است (P<۰/۰۵). افزایش میزان هضم در فرآورده حاصل از ترکیب با سطح بالاتر نیتروزا می‌تواند به میزان هضم در انکوباسیون ۲٤ ساعته مربوط شود. در انکوباسیون ۲٤ ساعته، تجزیه‌پذیری ماده خشک رابطه عکسی با میزان نیتروزای کاربردی داشت و با افزایش محتوای نیتروزا بخش بیشتری از کربوهیدرات‌های ساختاری و غیر ساختاری و پروتئین مورد تجزیه میکروارگانیسم‌ها قرار نگرفته است که درروش هولدن به کار بردن کلریدریک اسید سبب شکستن ساختار کربوهیدراتی شده و پپسین باعث شکستن ساختار پروتئینی می‌گردد. درنتیجه در

فرآورده حاصل از سطح بالاتر نیتروزا قابلیت هضم بیشتری نشان داد که می‌تواند به محتوای کربوهیدراتی و پروتئینی تجزیه نشده در انکوباسیون ۲٤ ساعته مربوط باشد.

نتیجه‌گیری کلی:نتایج نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از میکروارگانیسم‌های شکمبه برای تبدیل زیستی ضایعات سیب‌زمینی به همراه مکمل سازی با سطوح مختلف منابع نیتروژن غیرپروتئینی ازجمله نیتروزا ارزش غذایی ضایعات سیب‌زمینی را بهبود بخشید، که با چنین تحقیقاتی می‌توان علاوه بر استفاده از منابع مختلف نیتروژن غیرپروتئینی از ضایعات کشاورزی که هیچ‌گونه بازارپسندی ندارد و دفع آن به محیط‌زیست مشکلات زیادی به وجود می‌آورد، و ضایعات کشتارگاهی که آلوده‌کننده محیط‌زیست می‌باشند استفاده نموده و ماده حاصل را در تغذیه نشخوارکنندگان توصیه نمود.

منابع مورد استفاده

Abouhief M, Kraidees MS and Al-Selbood BA, 1999. The utilization of rumen content-barley meal in diets of growing lambs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 12: 1234-1240.

Agricultural Statistics of 1388, Report of the Ministry of Agriculture, 1388.Agricultural Statistics, Vol 1. Crops - Crop year 89-88, Agricultural Jihad Statistics and Information Technology Office, Iran.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington vol, A.

Aziz NH, 2000. Single-cell protein from acid-treated potato starch effluent by F. moniliforme and S. cerevisiae. The 10th International Conference on Environmental Protection Is a Must. Alexandria University, Alexandria, Egypt, pp: 225–232.

Cherdthong A, Wanapat M, Saenkamsorn A, Waraphila N, Khota W, Rakwongrit D, Anantasook N and Gunun P, 2014. Effects of replacing soybean meal with dried rumen digesta on feed intake, digestibility of nutrients, rumen fermentation and nitrogen use efficiency in Thai cattle fed on rice straw. Livestock Science 169: 71-77.

FAO F, 2016. Agriculture Organization, 2014. Livestock Primary. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fathalla SI, Abou Elkhair RM, Shawky SM, Abdelrahman HA and Elfeki MA, 2015. Impact of feeding dried rumen content and olive pulp with or without enzymes on growth performance, carcass characteristics and some blood parameters of molar ducks. International Journal of Agriculture Innovations and Research 4: 2319-2473.

Fedorak PM, Hrudey SE, 1983. A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. Environmental Technology 4: 425-432.

Gado H, Mansour AM, Metwally HM, El–Ashry MA, 1998. The effect of partial replacing concentrate by potato processing waste on performance of growing Baladi goats. Egyptian Journal of Nutrition and Feeds 1: 123-129.

Getachew G, Makkar HPS and Becker K, 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. The Journal of Agricultural Science 139: 341-352.

Ghorbani B, Taymoori Yanesari A and Jafari Sayyadi A, 2016. Effects of replacement of sesame meal with soybean meal on intake, digestibility, rumen characteristics, chewing activity, performance, and carcass composition of lambs. Journal of Ruminant Research 4:145 -170.

Herrera-Saldana R and Huber J, 1989. Influence of Varying Protein and Starch Degradabilities on Performance of Lactating Cows1. Journal of Dairy Science 72: 1477-1483.

Holden L, 1999. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. Journal of Dairy Science 82: 1791-1794.

Horn F, Telford JP, Mc Croskey JE, Stephens DF, Whiteman JV and Totusk R,1979. Relationship of animal performance and dry matter intake to chemical constituents of grazed forage. Journal of Animal Science 49: 1051-1058.

Kertz AF, 2010. Urea feeding to dairy cattle: A historical perspective and review. The Professional Animal Scientist 26: 257-272.

Mapato C, Wanapat M and Cherdthong A, 2010. Effects of urea treatment of straw and dietary level of vegetable oil on lactating dairy cows. Tropical animal health and production 42(8): 1635-1642.

McDougall E, 1948. The composition and output of sheep's saliva. The Biochemical Journal 43: 99-109.

Menke HH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-55.

Nikkhah A and Amanloo H, 1992.Translation of the principles of feeding and feeding livestock. Zanjan University Jihad Publications, Iran page 728

Onyimba IA, Ogbonna CIC, Chukwu COO, Ogbonna AI, Odu CE and Akueshi CO, 2014. Selection of suitable starter cultures for nutrient composition enhancement of spent sorghum grains and sweet potato leaves. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology 8: 19-22.

Ørskov ER and McDonald P, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science 92: 499-503.

Rios-Rincon FG, Bermduez-Hurtado RM, Estrada-Angulo A, Juarez-Reyes AS and Pujol-Manriquez C, 2010. Dried ruminal contents as a substitute for alfalfa hay in growing-finishing diets for feedlot cattle. Journal of Animal and Veterinary Advances 9: 1526-1530.

Sadeghi K, Tagizadeh A, Alijani S and Parnian F, 2015. Determination of chemical compositions and nutritive values of the vermicompost produced by the rumen content supplementing with cattle dung, oyster mushroom (Pleurotus pulmonarius) and vegetable waste. Journal of Animal Science Researches 26: 105-117.

Seifdavati J, Yalchi T, Seyed Sharifi R and Abdi Benemar H, 2019. Evaluation of the use of plastic syringes instead of glass syringes in the gas production technique for evaluating some feedstuffs. Journal of Animal Science Researches 30: 45-56.

Sveinbjornsson J, Murphy M and Uden P, 2007. In vitro evaluation of starch degradation from feeds with or without various heat treatments. Animal Feed Science and Technology 132: 171-185.

Tawila MA, Omer HAA and Gad SM, 2008. Partial replacing of concentrate feed mixture by potato processing waste in sheep rations. American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science 4: 156-164.

Taylor-Edwards CC, Elam NA, Kitts SE, McLeod KR, Axe DE, Vanzant ES, Kristensen NB and Harmon DL, 2009. Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. Journal of Animal Science 87: 209-221.

Tikofsky J and Harrison G, 2006. Optigen® II: Improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow. Nutritional biotechnology in the feed and food industries: Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium, Lexington, Kentucky, USA, 23-26 April 2006, Alltech UK.

Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

Wang TY, Wu YH, Jiang CY and Liu Y, 2010. Solid state fermented potato pulp can be used as poultry feed. British Poultry Science 51: 229-234.

In-vitro bioconversion of potato byproduct by rumen microorganisms

S Narimani Garajeh[1], J Seifdavati[2*], H Abdi Benemar[2], A Z M Salem[3] and R Seyed Sharifi[2]

Received: October 27, 2020 Accepted: January 30, 2021

[1]PhD Student, Department of Animal science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran
[2]Associate Professor, Department of Animal science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran
[3]Professor-Researcher Department of Animal Nutrition School of Veterinary Medicine and Zootechnics Autonomous University of the State of Mexico Toluca, Edo de México, México
*Corresponding author: Email: jseifdavati@uma.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research

Journal of Animal Science/vol.31 No.4/ 2022/pp 45-56

https://animalscience.tabrizu.ac.ir

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2022.42497.1586

Introduction: Feed insecurity as well as high feed cost have directed many studies towards the reuse of food process discards and/or agricultural waste rich in nutritious compounds. The byproducts have been successfully utilized as feedstuff in order to meet the needs of livestock while reducing breeding costs (Ghorbani et al. 2016). Potato with a cultivated area of more than 22 million hectares in the world and production of 376 million tons is the number one tuber crop (FAO 2016). At present, a large amount of potato crop is allocated to animal feed worldwide. Approximately 35% of the total potato crop is wasted during processing and would be end up in landfills if not added value to (Agricultural Report 2009). Biotransformation of agricultural wastes and process discards compared to other processing methods increases the nutritional value of the compounds and causes the least pollution to humans, livestock, and the environment. Biotransformation is a cost-efficient method (Nikkhah and Amanloo1992). Large amounts of ruminal contents are produced daily as wastes in slaughterhouses (Fathalla et al., 2015) and are considered environmental pollutants. Abouhief et al. (1999) that the high cost of disposing of these wastes requires a revision of slaughterhouse by-product management (Rincon, Bermudez-Hurtado et al. 2010). A decrease in protein (Cherdthong et al. 2014) is one of the most important factors limiting feed intake for ruminants (Mapato et al. 2010). Today, various plant sources (oilseed meal), animal sources (meat powder) and seafood (fish meal) and non-protein nitrogen (urea and slow-release urea) are used to provide the protein needed by livestock. Utilization of non-nitrogen protein sources reduces the cost of feed consumed in animal feed and improves production efficiency in ruminants (Horn et al. 1979; Herrera-Saldana and Huber 1989; Gado et al. 1998, Holden 1999; Wang et al. 2010). Nitroza is a slow-release non-protein nitrogen source for ruminants containing 40% nitrogen, equivalent to 250% crude protein. Nitrogen is a compound with a special structure that causes the slow release of ammonia in the rumen. Fiber-digesting bacteria need a constant amount of ammonia throughout the day (equivalent to 10-15 mg/dL) for their proper growth and function. This amount of ammonia could meet the nutritional requirements of the ruminal flora plying important role in fiber digestion. In normal diets, ammonia imbalance occurs in the rumen. Therefore, ammonia deficiency is observed in the rumen during significant hours of the day, but sometimes excess ammonia is also seen. Improper environmental conditions, improper harvesting, physiological changes, insect and pest damage, etc. are among the

reasons for potato waste. Potato waste, an ideal substrate for biohydrogen products, could be treated by simple fermentation using rumen fluid (a byproduct of slaughterhouse) and slow-release urea (Nitroza) to produce a high protein value added product. This study aimed to investigate the potential of using rumen liquid microorganisms with slow-release non-protein nitrogen source for bioconversion of potato waste to value-added product. In this study we investigated the compositional characteristics and nutritional value of the final product by measuring CP, N-NH3, VFA, pH, digestibility, and nutrient composition.

Material and methods: Rumen fluid was obtained from the slaughterhouse (400 mL) and added to potato waste (200 g) along with different levels (1.5, 3 and 4.5 g) of nitrogen from the Nitroza source and incubated for 24 h at 39°C. Data was analyzed in a completely randomized design (CRD).

Results and discussion: Protein content in experimental treatments was significantly ($P<0.05$) higher than the control group, and the highest level was related to 3 g nitrogen level (27.22). In the presence of rumen microorganisms, potato waste with 1.5 g Nitroza had the highest digestibility (81.33) during 24 h incubation ($P<0.05$). The pH of fermentation medium of the experimental groups ranged from 4.60 to 7.43 for potato waste along with rumen microorganisms' group to the added levels of 4.5 g Nitroza, respectively ($P<0.05$). In general, based on our results, rumen liquid microorganisms along with Nitroza as a non-protein nitrogen source can be used in bioconversion of potato waste to increase nutritional value and nutrient composition. The results of Swingersren et al. (2007) showed that more than half of the raw potatoes remained non-degradable after 5 h of incubation with ruminal fluid. In-vitro disappearance of dry matter and organic matter of potato, skin lesions were reported to be 85.4% and 88.7%. These results are probably slightly dependent on crude fiber (Horn et al. 1979) while digestion rate depends on starch amount (Gado et al. 1998). One gram of nitrogen produced may be associated with sufficient nitrogen-induced Nitroza ammonia origin and increase digestion. The results of the study of the effect of various additives including nitrogen on the disappearance of dry matter using the Holden method are reported in Table 5.

Conclusion: Based on the results, adding different sources of nitrogen had a significant effect on food digestibility. According to the results of the present study, ruminal fluid microorganisms along with a non-protein nitrogen source can be used in the bioconversion of potato waste to increase the nutritional value and production of new protein nutrients.

Keywords: Nitroza, Potato waste, Rumen ecosystem, Rumen fluid