نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۲-۱۱

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 11-22

ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای ورمی‌کمپوست مکمل شده با مقادیر محتویات شکمبه‌ای، ضایعات میوه و سبزیجات و ضایعات قارچ صدفی

کیان صادقی[1*] - اکبر تقی زاده[2] - حسین جانمحمدی[2] - غلامعلی مقدم[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۸

چکیده

در این تحقیق پتانسیل نرخ تجزیه پذیری ورمی‌کمپوست حاصل از محتویات شکمبه به صورت مکمل شده با ضایعات میوه و سبزیجات و ضایعات قارچ صدفی مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی عبارت بودند از: تیمار ۱ یا تیمار شاهد، حاوی ۱۰۰ درصد محتویات شکمبه، تیمار ۲، حاوی ۶۰ درصد محتویات شکمبه + ۴۰ درصد ضایعات میوه و سبزیجات، تیمار ۳، حاوی ۶۰ درصد محتویات شکمبه + ۴۰ درصد ضایعات قارچ صدفی و تیمار ۴، حاوی ۶۰ درصد محتویات شکمبه + ۲۰ درصد ضایعات میوه و سبزیجات + ۲۰ درصد ضایعات قارچ صدفی، که هر کدام از تیمارها در سه تکرار انجام شدند. بیشترین و کمترین بازده ورمی‌کمپوست به ترتیب مربوط به تیمار ۴ و ۱ بود. بعلاوه تیمار ۴ بیشترین درصد پروتئین خام و چربی و کمترین درصد الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر را در بین تیمارها داشت. نتایج حاصل از کیسه‌های نایلونی نشان داد که کنیتیک هضم تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی بوده، بطوری که بیشترین مقدار تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک با نرخ عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت، با بیشترین میزان نیز مربوط به تیمار ۴ بترتیب برابر ۶۲/۹۰ ، ۴۶/۴۵ و ۳۸/۱۰ درصد بود و تجزیه پذیری موثر پروتئین خام، با همان نرخ عبور بترتیب برابر ۶۲/۳۷ ، ۴۱/۲۵ و ۳۵/۱۲ درصد گزارش شد. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان با مخلوطی از مقادیر مناسب از ضایعات آلی (منبع سلولزی) به همراه محتویات شکمبه در جهت تولید ورمی‌کمپوستی با ارزش غذایی مناسب (انرژی و پروتئین بالا) بعنوان خوراک دام اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: ضایعات و پسماندها، کیسه‌های نایلونی، محتویات شکمبه، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

امروزه تحقیقات بسیاری در خصوص شناسایی و استفاده از منابع آلی غیر متعارف در دسترس از جمله حشرات و کرم خاکی بعنوان خوراک دام و طیور صورت می‌پذیرد. اگرچه، در گذشته نیز تا حدودی منابع غیر معمول به لحاظ دارا بودن قابلیت‌های مناسب، جهت تغذیه در خوراک دام و طیور، خصوصا نشخوارکنندگان، مورد توجه قرار گرفته اند (۱۶، ۱۸، ۲۹ و ۳۱). یکی از این روش‌ها که به تازگی مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از خوراک بیولوژیک ورمی‌کمپوست و استفاده از کرم‌های خاکی است (۲۰و ۲۲) که از این طریق می‌توان مواد زائد کشاورزی را به مواد سودمند تبدیل کرد (۶). روش بیولوژیک ورمی‌کمپوست، فناوری استفاده از کرم خاکی است که طی آن کرم‌ها مواد آلی (معمولاً ضایعات و پسماندها) را که ممکن است آلوده کننده محیط زیست نیز باشند، به موادی شبیه هوموس تبدیل می‌کنند که بعنوان ورمی‌کمپوست شناخته می‌شود (۵ و ۸). بعلاوه، سریع و پر بازده بودن این فرآیند بسیار مورد توجه است (۷،۱۰ و ۲۶). عملیات فرآوری ورمی‌کمپوست می‌تواند بعنوان یک تکنولوژی مناسب و کارا در امر تغییر شکل مواد لجنی به محصولات با ارزش مورد استفاده قرار گیرد (۱۱). در کرم‌های خاکی به دلیل نداشتن دندان، بیشتر عملیات هضم و جذب مواد غذایی در روده و با آنزیم‌های روده‌ای (شامل لیپاز، پروتئاز، سلولاز، کتیناز و آمیلاز و ...) صورت می‌گیرد که در pH حدود خنثی فعالیت بیشتری دارند. منابع تولید این آنزیم‌ها اغلب موجودات ذره بینی (باکتریها و پروتوزوآها) در لوله گوارش

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته غذا و تغذیه دام، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز،
۲- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
(*- نویسنده مسئول: Email: kian.sadeghi@ut.ac.ir)
DOI: 10.22067/ijasr.v1397i1.61200

کرم‌های خاکی هستند. لذا تغذیه کرم‌ها مربوط به فرآیندی است که در آن مواد غذایی از قسمت دهان بلعیده شده و طی عبور از لوله گوارشی دچار عمل هضم میکروبی و آنزیمی قرار می‌گیرد و در نهایت فرآورده نهایی که مواد دفعی کرم‌ها می‌باشد غنی از مواد غذایی هضم شده و آغشته به شیره معده که آن هم غنی از مواد مغذی و ویتامین‌های گروه B می‌باشند که اصطلاحاً آن را "ورمی‌کمپوست " می‌گویند (۹ و ۱۰).

ورمی‌کمپوست کردن پسماندهای مختلف دام‌ها شامل گاو (۹، ۱۴ و ۲۴)؛ اسب (۱۷)؛ بز (۱۹)؛ بوقلمون (۹) و مرغ و سایر طیور (۱۳) گزارش شده است. همچنین تقریباً ۷۶ درصد از زباله‌های تولیدی یک شهر را مواد زاید آلی تشکیل می‌دهند، چند مورد از این مواد زاید آلی، ضایعات میوه‌جات و سبزیجات و ضایعات قارچ خوراکی (دکمه‌ای و صدفی) می‌باشد. بخصوص در فصل گرم سال روزانه در حجم زیادی تولید می‌شوند و به منظور جلوگیری از ایجاد مشکلات زیست محیطی نیازمند مدیریت صحیح می‌باشند (۱۲). استفاده از فرآیند ورمی‌کمپوست برای بازیافت ضایعات میوه و سبزیجات و قارچ صدفی (۳۵) به منظور تولید خوراک دام می‌تواند ارزشمند باشد. لذا احتمالاً می‌توان با فرآوری ضایعات میوه و سبزیجات و گنجاندن آن در جیره، از مواد مغذی موجود در آن (نیتروژن، کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی) جهت تغذیه حیوانات، خصوصاً نشخوارکنندگان، استفاده نمود (۲۱). ورمی‌کمپوست سازی می‌تواند بطور بالقوه به ارزش ضایعات آلی از طریق تثبیت ریزمغذی‌های و مواد آلی بیافزاید (۲۵). همچنین پروتئین کرم خاکی بدست آمده از این گونه به احتمال زیاد قابل دسترس و برای جیره‌های غذایی دام قابل استفاده خواهد بود (۳۴). از طرف دیگر حجم انبوهی از محتویات شکمبه گاوها (دارای کربوهیدرات بالا) در کشتارگاه‌ها حاصل می‌شود که مشکلات دفع آنها وجود دارد. لذا طرح حاضر با هدف ارزیابی ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی ورمی‌کمپوست تهیه شده از مخلوط محتویات شکمبه و ضایعات میوه و سبزیجات و ضایعات قارچ صدفی، جهت استفاده در تغذیه دام انجام شده است تا امکان تولید خوراکی جدید با ارزش غذایی مناسب برای دام‌های نشخوارکننده مطالعه گردد.

مواد و روش‌ها

تهیه ورمی‌کمپوست

در این تحقیق از محتویات شکمبه و ضایعات میوه و سبزیجات و ضایعات قارچ صدفی (بستر باقی مانده پس از برداشت قارچ خوراکی صدفی) برای تهیه ورمی‌کمپوست استفاده شد، که برخی آنالیز تقریبی ضایعات مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. محتویات شکمبه‌ای از کشتارگاه بزرگ صنعتی تبریز و ضایعات میوه و سبزیجات از میادین بزرگ شهر تبریز و ضایعات قارچ صدفی از واحد خصوصی پرورش قارچ خوراکی صدفی مستقر در خسروشهر تهیه گردید. محتویات شکمبه‌ای جمع آوری شده ابتدا در یک تانک ۲۵۰ کیلویی سربسته ریخته، فشرده و به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند تا طی فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی و هوازی مفید، عمل میکروب‌زدایی در آن رخ دهد. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار ۱ یا تیمار شاهد که حاوی ۱۰۰ درصد محتویات شکمبه بود، تیمار ۲ حاوی ۶۰ درصد محتویات شکمبه + ۴۰ درصد ضایعات میوه و سبزیجات، تیمار ۳ حاوی ۶۰ درصد محتویات شکمبه + ۴۰ درصد ضایعات قارچ صدفی و تیمار ۴ حاوی ۶۰ درصد محتویات شکمبه + ۲۰ درصد ضایعات میوه و سبزیجات + ۲۰ درصد ضایعات قارچ صدفی بودند. جهت مخلوط و همگن کردن تیمارها از مخلوط کن برقی مورد استفاده در تهیه ملات ساختمانی، استفاده گردید. اجزای هریک از تیمارها بر اساس درصد-های مورد نظر برای هر تیمار در جعبه‌های بسته بندی سیب تهیه شده از میدان بزرگ تره بار به تعداد ۱۲عدد هر کدام با ابعاد ۳۰×۳۵×۶۵ سانتی‌متر در ۳ تکرار توزین شدند، بطوری که وزن نهایی محتویات هر سبد آزمایشی قبل از اجرای آزمایش با رطوبت ۳۰ درصد ۸ کیلوگرم بود. محفظه‌های نگهداری در طول مدت آزمایش (۷۵ روز) در کانکس واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی که اختصاص به این طرح داشت، قرار داده و با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ثابت ۶۵ تا درصد نگه‌داری شدند (۳۰). آبیاری جعبه‌ها نیز در اوایل آزمایش جهت شست‌وشو ترکیبات داخل تیمارها و تنظیم pH در ۵ نوبت انجام گرفت، ولی با گذشت عمل ورمی‌کمپوست سازی به ۲ الی ۳ نوبت کاهش یافت چرا که مدفوع کرم‌ها قادر به ذخیره رطوبت در خود بوده و مصرف آب را کاهش می‌دهد (۱۰). عمل افزودن کرم‌های خاکی در دو مرحله یکی در زمان ساخت تیمارها و دیگری پس از پشت سر گذاشتن مرحله کمپوست اولیه (به مدت ۱۴ روز)، با اضافه کردن ۲۰۰ عدد کرم خاکی بالغ (آیزینیا فوتیدا[1]) با وزن تقریبی هر کدام ۴۰۰ میلی‌گرم به هر سبد، انجام شد. بعد از عمل ورمی‌کمپوست سازی به منظور کاهش رطوبت موجود تا هنگام نمونه برداری، آبیاری تیمارها قطع گردید و تمامی کرم‌های موجود در سبدها جمع آوری و بعد از گذشت حدود یک هفته بعد از قطع آبیاری نسبت به نمونه برداری از تیمارهای آزمایشی اقدام گردید. به این منظور ۳ کیلو از ۳ تکرار مختلف هر تیمار جمع‌آوری شده و به مدت ۳ روز در هوای آزاد خشکانده شدند. نمونه‌ها بعد از ۳ روز داخل ظرف‌های مخصوص قرار گرفته و به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون خشک و نمونه‌هایی از آنها آنالیز شیمیایی شدند. برای محاسبه بازده ورمی‌کمپوست که همان درصد خلوص ورمی‌کمپوست سازی است از معادله‌های زیر استفاده شد (۲۸).

1- Eisenia fetida

معادله (۱) $FR = (Nw - Iw) / t$

که FR نرخ باروری نسبی بسترهای آزمایشی، Nw وزن تودهٔ زنده کرم خاکی نهایی، Iw وزن تودهٔ زنده کرم خاکی اولیه و t مدت زمان ورمی کمپوست سازی می باشد.

معادله (۲) $Vermicomposting\ \% = (A - B)* FR / A$

که A وزن ماده خشک محصول اولیه، B وزن ماده خشک محصول نهایی، FR نرخ باروری نسبی است.

جدول ۱- آنالیز تقریبی ضایعات مورد استفاده در پژوهش حاضر

Table 1- Some waste chemical analysis used in this study

ضایعات Wastes	ماده خشک DM[1]	پروتین خام CP[2]	چربی خام EE[3]	الیاف خام CF[4]	خاکستر Ash	pH
محتویات شکمبه (Rumen Content)	87	12.20	3.10	28.70	7.28	6.20
ضایعات میوه و سبزیجات (Vegetables Wastes)	76	14.06	5.60	25.40	6.03	5.50
ضایعات قارچ صدفی (Mushroom Wastes)	93	8.91	3.50	39.51	7.30	8.10

[1]DM: Dry Matter
[2]CP: Crud Protein
[3]EE: Ether Extract
[4]CF: Crude

آنالیز شیمیایی

تجزیه تقریبی مواد غذایی شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام براساس روش‌های پیشنهادی AOAC (2005) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) به ترتیب با روش ون سوست (۳۹) و ون سوست و همکاران (۴۰) آنالیز شدند.

اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ورمی‌کمپوست با روش کیسه‌های نایلونی

به منظور تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بلوک غذایی ورمی‌کمپوست و بررسی کنیتیک هضم آن، از ۲ راس گوسفند نر نژاد آرخار- مرینوس استفاده شد. هریک از این گوسفندها در یک باکس انفرادی قرار گرفته و در طی مراقبت، جیره غذایی در حد نگهداری و طبق پیشنهاد کمیته تحقیقات ملی آمریکا (۲۷) حاوی علوفه و کنسانتره به نسبت ۶۰:۴۰ به طوری که قادر به تامین احتیاجات نگهداری باشند، دریافت کردند. جیره ها دو بار در روز به دامها تغذیه شدند. برای تهیه کیسه‌ها، مواد خوراکی با آسیاب دارای الک ۲ میلی‌متری آسیاب شده و به مقدار ۵ گرم در کیسه‌هایی از جنس الیاف پلی‌استر مصنوعی، به ابعاد ۱۲×۶ سانتی‌متر مربع قرار داده شدند. برای هر تیمار در هر ساعت ۴ تکرار تهیه شد به طوریکه برای هر ساعت انکوباسیون، درون شکمبه هر گوسفند ۲ کیسه قرار داده شد. پس از زمان‌های ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون درون شکمبه از آن خارج و جهت جلوگیری از فعالیت میکروبی بلافاصله با آب سرد شسته شد. عمل شستشو تا آنجا که آب خروجی از کیسه‌ها کاملاً زلال و شفاف شود، ادامه یافت. کیسه‌های شسته شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند. کیسه‌ها بعد از خروج از آون توزین شدند (۳۷).

تجزیه پذیری بالقوه با استفاده از مدل $P=a+b(1-e^{-ct})$ محاسبه گردید. در این رابطه P پتانسیل تجزیه‌پذیری در زمان t، a بخش سریع تجزیه، b بخش دارای پتانسیل تجزیه در طول زمان یا کند، c نرخ تجزیه پذیری بخش b در زمان t و e عدد ثابت نپرین (۲/۷۱۸) می‌باشد. تجزیه پذیری موثر ماده خشک و پروتئین خام خوراک مورد نظر از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

معادله (۳) $ED = a + bc/(c+k)$

k نرخ عبور شکمبه‌ای می‌باشد که برای این تحقیق در محاسبه تجزیه پذیری موثر، از نرخ های ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت استفاده شد.

مدل آماری

داده‌های آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی آنالیز شدند. مقایسات تیمارها با استفاده از روش حداقل مربعات (LS Means) انجام شد. اثرات تیمارها با رویه مدل عمومی خطی نرم افزار آماری SAS ۹/۱ و طبق معادله زیر مورد تجزیه آماری قرار گرفت:

معادله (۴) $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

که در این معادله Y_{ij} صفت مورد مشاهده، μ میانگین کل، T_i اثر

تیمار و e_{ij} خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج و بحث

بازدهی تولید ورمی کمپوست

نتایج مربوط به جدول (۲) نشان می‌دهد که با اضافه کردن نسبت‌های مساوی از ضایعات میوه و سبزیجات و ضایعات قارچ صدفی به محتویات شکمبه، بازده ورمی‌کمپوست نسبت به جیره شاهد افزایش پیدا کرد (P<۰/۰۱) چرا که وزن توده زنده کرم در پایان آزمایش در این تیمارها بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۱). هرچه بازده ورمی‌کمپوست که همان فعالیت کرم خاکی در بستر است افزایش یابد، سوبستراهای اولیه موجود در بستر بیشتر تحت تجزیه کرم‌های خاکی قرار می‌گیرند و در نتیجه کیفیت بستر حاصله بسیار مطلوب خواهد بود (۶). در محیط‌هایی که جمعیت کرم خاکی تراکم بیشتری دارند، مقدار لاشه‌های برجا مانده از آنها در بستر و کوکون‌های (لاروها) نارس نیز بیشتر است (۶). بستر تیمار چهارم که در آن محتویات شکمبه با مقادیر مساوی از ضایعات میوه و سبزیجات (۲۰ درصد) و ضایعات قارچ صدفی (۲۰ درصد) مکمل شده است، برای کشت کرم خاکی نسبت به سایر تیمارها بالاترین بازدهی را دارا بود. با این حال بازدهی ورمی‌کمپوست در همه تیمارهای مورد آزمایش نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (P <۰/۰۱). احتمالاً کاهش بازده ورمی‌کمپوست در زمان استفاده از محتویات شکمبه به تنهایی (تیمار شاهد) به دلیل مناسب نبودن پارامترهای pH، دما و رطوبت بستر برای تکثیر و رشد کرم‌های خاکی باشد (۱۲).

جدول ۲- وزن توده زنده کرم‌خاکی و بازده تولید ورمی‌کمپوست در پایان آزمایش[۱]

Table 2- Earthworm biomass yield and vermicomposting efficiency at the end of the experiment[1]

تیمارها **Treatments**	مقدار تزریق کرم در بستر (گرم) **Worms application (g)**	وزن توده زنده کرم پایان آزمایش (گرم) **Live weight of worms at the end of the experiment (g)**	بازده ورمی‌کمپوست (درصد) **Vermicomposting efficiency (%)**
T_1	80	273^{d}	53^{d}
T_2	80	319^{c}	59^{c}
T_3	80	409^{b}	63^{b}
T_4	80	495^{a}	86^{a}
SEM [2]	-	4.362	3.518
P-value	-	0.0001	0.0012

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۱).

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.01).

T_1: 100% Rumen Content

T_2:60% Rumen Content + 40% Vegetables and fruits Wastes

T_3: 60% Rumen Content + 40% Mushroom Wastes

T_4: 60% Rumen Content + 20% Vegetables and fruits Wastes + 20% Mushroom Wastes

[2] Standard Error of Means

نتایج تجزیه تقریبی ورمی‌کمپوست‌های بدست آمده جدول ۳ نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی، الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، خاکستر و pH بین تیمارهای مورد آزمایش می‌باشد. اختلاط ضایعات میوه و سبزیجات به محتویات شکمبه، غلظت پروتئین خام و چربی خام در ورمی‌کمپوست‌ها را افزایش داد، اما غلظت مادهٔ خشک، خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و pH نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (P<۰/۰۱). این امر نشان دهنده ارزش غذائی بالای ضایعات میوه و سبزیجات است (۲۱). همچنین نتایج اشاره می‌کنند که با اختلاط هر دو ضایعات میوه و سبزیجات و ضایعات قارچ صدفی به محتویات شکمبه و در نتیجه افزایش غلظت پروتئین خام و کاهش غلظت الیاف، بازده بالاتر ورمی‌کمپوست را خواهیم داشت که در نتیجه آن محتویات بستر به خوبی و به طور مناسب تری به بیومس کرم‌های خاکی تبدیل شده و در نهایت موجب افزایش وزن توده کرم‌های مرده در ورمی‌کمپوست فرآوری شده می‌گردد. بالاتر بودن پروتئین خام و کمتر بودن الیاف در ورمی کمپوست حاصله می تواند از لحاظ تغذیه دام نیز مورد توجه باشد. بنابراین در نتیجه فعالیت بیشتر کرم‌ها، کاهش غلظت الیاف خام محتویات بستر و افزایش پروتئین و چربی خام (از منشا کرم‌های خاکی) در ورمی‌کمپوست دیده می‌شود. اما وقتی از محتویات شکمبه بصورت مجزا بعنوان بستر برای پرورش کرم‌های خاکی استفاده شد غلظت الیاف خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در ورمی‌کمپوست‌ها بالاتر بود (P <۰/۰۱) که نشان از عدم فعالیت کرم‌های خاکی بدلیل نامناسب بودن این بستر است. لذا

در این تیمار محتویات بستر کمتر به ورمی‌کمپوست تبدیل شده و لذا الیاف خام موجود در محتویات شکمبه بصورت دست نخورده باقی مانده است.

تیمار چهارم همچنین دارای کمترین مقدار خاکستر و در نتیجه بیشترین مقدار ماده آلی بود (P<۰/۰۱). شرمن (۳۵) گزارش کرد که محدوده بهینه pH مواد بستر برای اکثر گونه‌های کرم خاکی ۶/۸ تا ۷/۲ می‌باشد. میانگین pH تیمارها بین ۶/۱۵ الی ۷/۵۵ بود که در این بین تیمار چهارم در دامنه pH بهینه قرار داشت (P<۰/۰۱) که نشان دهنده فعالیت مناسب کرم‌ها جهت فرآهم کردن شرایط بهینه رشد برای خود است. لذا مطلوب بودن pH در تیمار چهارم نشان می‌دهد که این تیمار بهترین شرایط را برای فعالیت کرمهای خاکی داشته و کرمها محیط مناسبی را برای فعالیت و رشد خود ایجاد کرده‌اند.

جدول ۳- اثرات استفاده از مقادیر مختلف ضایعات آلی بر ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک) ورمی‌کمپوست حاصل از محتویات شکمبه[۱]

Table 3- The effects of application rate of organic wastes on the chemical composition (% of dry matter) of vermicompost produced from rumen contents[1]

تیمارها Treatments	ماده خشک DM[2]	پروتین خام CP[3]	چربی خام EE[4]	الیاف خام CF[5]	خاکستر Ash	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF[6]	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF[7]	pH
T_1	86^{ab}	16.50^{c}	4.10	32.73^{a}	8.82^{a}	41.50^{a}	27.33^{b}	6.76^{b}
T_2	81^{c}	17.44^{b}	4.80	28.13^{c}	7.67^{b}	40.18^{b}	26.11^{bc}	6.15^{c}
T_3	88^{a}	17.05^{bc}	4.34	30.52^{b}	8.16^{ab}	41.42^{a}	28.64^{a}	7.55^{a}
T_4	84^{bc}	18.45^{a}	4.71	28.53^{bc}	7.66^{b}	38.87^{c}	26.00^{c}	7.02^{ab}
SEM[8]	1.2	0.416	0.077	0.336	0.054	0.514	0.111	0.029
P-value	0.0015	0.0002	0.0005	0.0037	0.0006	0.0019	0.0011	0.0003

[۱]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۱).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.01).
T_1: 100% Rumen Content
T_2:60% Rumen Content + 40% Vegetables and fruits Wastes
T_3: 60% Rumen Content + 40% Mushroom Wastes
T_4: 60% Rumen Content + 20% Vegetables and fruits Wastes + 20% Mushroom Wastes
[2]Dry Matter ،[3]Crud Protein ،[4]Ether Extract ،[5]Crude Fiber ، [6]Neutral Detergent Fiber ،[7]Acid Detergent Fiber
[8]Standard Error of Means

تیمارها (بسترها) شامل: ۱- محتویات شکمبه ۶۰٪ + ضایعات میوه و سبزیجات۲۰٪ + ضایعات قارچ صدفی۲۰٪، ۲- محتویات شکمبه ۶۰٪ + ضایعات میوه وسبزیجات ۲۰٪ + فضولات گاوی۲۰٪، ۳- محتویات شکمبه۶۰٪ + ضایعات قارچ صدفی۲۰٪ + فضولات گاوی۲۰٪ و شاهد۱۰۰٪ محتویات شکمبه می‌باشد

تجزیه پذیری شکمبه‌ای مادهٔ خشک ورمی‌کمپوست

نتایج مربوط به ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک (ورمی‌کمپوست‌های به دست آمده) در جدول ۴ نشان داده شده است. همچنین منحنی مربوط به ناپدید شدن ماده خشک در شکل (۱) نشان داده شده است. تعداد ۹ بازه زمانی برای بررسی روند ناپدید شدن ماده خشک خوراک‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. در تمامی ساعات انکوباسیون درصد ناپدید شدن مادهٔ خشک در تیمار چهارم با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (P <۰/۰۱). در بخش محلول ماده خشک (a) یا سریع تجزیه بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۱). از لحاظ عددی بیشترین بخش سریع الهضم (بخشa) مادهٔ خشک در تیمار چهارم مشاهده شد (۱۲/۶۳ درصد) که حاوی ۲۰ درصد ضایعات میوه و سبزیجات + ۲۰ درصد ضایعات قارچ صدفی بهمراه محتویات شکمبه بود (P<۰/۰۱).

مقدار ناپدید شدن مادهٔ خشک در زمان ۲۴ ساعت بین تیمار شاهد و تیمار T3 اختلاف معنی دار نبود اما بین ۲ تیمار دوم و چهارم تفاوت معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۱). بیشترین میزان ماده خشک نامحلول با قابلیت تجزیه پذیری بالقوه (b) برای تیمار چهارم ۷۴/۴۲ درصد بود. البته افزایش ۶/۳۶ واحدی برای تجزیه پذیری ماده خشک در آزمایش حاضر نسبت به نتایج حامدی و همکاران (۱۵) که فقط از ضایعات فرآوری خشک شده استفاده کردند (۱۵)، می‌تواند ناشی از تاثیر سویه کرم مورد استفاده باشد (۳۰). بعلاوه، مواد قابل تخمیر یا قابلیت بالقوه تجزیه پذیری (بخشb) تیمار چهارم با تیمار شاهد نیز اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۱). بنظر می‌رسد بالا بودن تجزیه پذیری مادهٔ خشک در تیمار چهارم به دلیل بالا بودن پروتئین و پائین

تر بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول شوینده اسیدی نسبت به تیمار شاهد که در نتیجه عمل تجزیه کرم‌های خاکی می‌باشد (۷). به گزارش تقی زاده و همکاران (۳۷) میزان ضرایب تجزیه‌پذیری مادهٔ خشک به عوامل مختلفی از جمله مواد معدنی، پروتیئن و ... بستگی دارد که در اینجا داده‌های حاصل از بسترهای ورمی‌کمپوست نشان دادند که در تیمارهایی که مقدار پروتیئن خام بیشتری داشتند بخش (a+b) بیشتر بود (۳۷). حامدی و همکاران (۱۵) گزارش کردند میزان ناپدید شدن مادهٔ خشک ضایعات سبزیجات خشک شده برابر ۶۸/۵۸ درصد است، اما در این تحقیق افزایش ۱۷/۳۳ درصدی در میزان ناپدید شدن ماده خشک تیماری که حاوی ضایعات سبزیجات بود مشاهده شد، دلیل این افزایش علاوه بر تاثیر کرم‌ها روی مواد غذایی، اثر متقابل بین اجزای مخلوط و میزان رطوبت در تیمارهای آزمایشی نیز می‌باشد. نتایج بدست آمده برای نرخ ثابت تجزیه بخش نامحلول ماده خشک (c) برای تیمار چهارم و شاهد به ترتیب برابر ۰/۰۴۱ و ۰/۰۳۹ بود و تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۱). در تحقیق حاضر ماده خشک با تجزیه پذیری بالقوه (بخش a+b) برای تیمارهای دو و چهار بیشترین مقدار مشاهده شد، کمترین مقدار برای تیمار دوم بود. لذا بنظر می‌رسد عمل ورمی-کمپوست با افزایش قابلیت تجزیه و گوارش پذیری مواد مغذی، تاثیر مثبتی روی قابلیت تخمیر و دسترسی کربوهیدرات های الیافی برای میکروارگانیسم‌ها دارد (۳۰)، در تجزیه پذیری موثر ماده خشک بین تیمارها با نرخ ۵ درصد در ساعت اختلاف معنی‌دار نبود (P<۰/۰۱)، اما تیمار چهار نسبت به تیمار شاهد ۸/۶ واحد افزایش داشت که این می‌تواند به دلیل تاثیر بالاتر کرم‌های خاکی روی مادهٔ آلی بستر تیمار چهارم باشد که موجب افزایش توان تجزیه ورمی کمپوست در شکمبه می گردد. یوسفی و همکاران (۴۲) نیز نشان دادند که کرم‌های خاکی با ترشح آنزیم‌ها و شکست پیوندها در ترکیبات الیافی، مواد آلی بسترها را بطور معنی‌داری افزایش می‌دهند که می تواند موجب افزایش نرخ هضم گردد. البته این افزایش در بسترهای مختلف متفاوت می‌باشد (۴۲). به هر حال تیمار سوم کمترین میزان تجزیه پذیری را در بین تیمارها نشان داد که دلیل آن به ترکیب مواد مغذی این تیمار (پروتئین، الیاف، و...) بر می‌گردد. تفاوت بین تیمارها ناشی از تنوع کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی محلول و غیر محلول در آب، میزان پروتئین خام، پروتئین متصل به دیوارهٔ سلولی منهای همی‌سلولز (۳۷) و فعالیت کرمها بستگی دارد (۱۲).

جدول ٤- اثرات استفاده از مقادیر مختلف ضایعات آلی بر پارامترهای تجزیه پذیری شکمبه‌ای مادهٔ خشک ورمی‌کمپوست حاصل از محتویات شکمبه[۱]

Table 4- the effects of application rate of organic wastes on DM rumen degradability parameters of vermicompost produced from rumen contents[1]

تیمارها Treatments**	زمان ۲٤ انکوباسیون Incubation time (24h)	فراسنجه‌های تجزیه پذیری[۲] Degradability Parameters[2]				تجزیه پذیری (٪) با نرخ عبور[۳] Degradability (%) by passing rate[3]		
		a (%)	b (%)	c (%/h)	a+b (%)	2 (%)	5 (%)	8 (%)
T_1	46.30[b]	12.27	58.23[b]	0.039	70.50[b]	50.77[bc]	37.85	31.45[b]
T_2	53.29[a]	11.01	69.09[a]	0.037	80.10[a]	56.87[ab]	41.45	33/87[b]
T_3	44.61[b]	11.88	57.67[b]	0.04	69.55[b]	49.42[c]	36.67	30.27[b]
T_4	57.71[a]	12.63	74.42[a]	0.041	87.05[a]	62.90[a]	46.45	38.10[a]
SEM[4]	2.230	0.785	2.390	0.002	2.410	2.020	1.600	1.330
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۱).

[۲] a: مواد محلولی است که سریعاً از کیسه های نایلونی ناپدید می شود b: مواد نامحلولی است که به طور بالقوه قابلیت تجزیه پذیری دارند c: سرعت تجزیه بخش b که واحد آن درصد در ساعت است.

[۳] تجزیه پذیری موثر ماده خشک خوراک مورد آزمایش (ورمی‌کمپوست) در سرعت‌های عبور (k) ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت.

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.01).

[2] a: Solutions that quickly disappears bags, b: Insoluble materials that are potentially degradability, c: The rate of degradability b.

[3] The effective degradability of dry matter feed tested (vermicompost) in pass rates (K) 2, 5 and 8 percent per hour.

T_1: 100% Rumen Content

T_2:60% Rumen Content + 40% Vegetables and fruits Wastes

T_3: 60% Rumen Content + 40% Mushroom Wastes

T_4: 60% Rumen Content + 20% Vegetables and fruits Wastes + 20% Mushroom Wastes

[4] Standard Error of Means

تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین ورمی‌کمپوست: نتایج مربوط به ناپدید شدن شکمبه‌ای پروتئین خام (ورمی‌کمپوست‌های حاصل شده) در جدول (۵) نشان داده شده است. همچنین منحنی مربوط به ناپدید شدن پروتئین خام نیز در شکل (۲) نشان داده شده است. برای درصد

تجزیه پذیری پروتئین خام در زمان ۲۴ ساعت برای تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر ۳۹/۲۰، ۳۹/۸۰، ۳۵/۵۴ و ۴۷/۴۳ بود که بیشترین مقدار مربوط به تیمار چهارم و کمترین مقدار مربوط به تیمار سوم بود (P<۰/۰۱). بطور که در مطالعه‌ای که حامدی و همکاران (۱۵) بر روی ضایعات میوه و سبزیجات داشتند میزان ناپدید شدن پروتئین خام برای زمان ۲۴ ساعت عددی برابر ۳۳/۶۰ درصد بدست آورده بودند که اختلاف عددی بین تحقیق حاضر با نتایج محققین دیگر می‌تواند بخاطر پروتئین محلول بخش a که عمل ورمی‌کمپوست سازی در ترکیب شیمیایی ضایعات آلی و محتویات شکمبه تاثیر بالایی می‌تواند بگذارد که داده‌های جدول (۳) این موضوع را تایید می‌کند (۳۱)، البته به میزان ناپدید شدن ماده خوراکی نیز بستگی دارد (۳۷). پتانسیل تجزیه پذیری پروتئین خام برای تیمار چهارم برابر ۸۰/۹۳ درصد مادهٔ خشک بود دلیل این امر می‌تواند مربوط به محتوای پروتئین خام محتویات این تیمار (میزان پروتئین حقیقی، عبوری بودن یا قابل تجزیه بودن در شکمبه، سرعت تجزیه بخش های مختلف پروتئین و ...) باشد. که در جدول (۳) آورده شده است. با توجه به منحنی شکل (۲) تجزیه پذیری پروتئین خام خوراک‌های آزمایشی از زمان ۱۲ ساعت بعد از انکوباسیون تحت تاثیر ماهیت تیمارها قرار گرفت. تیمارهای که ترکیبات شیمیایی آنها دارای مواد سهل الهضم می‌باشد بخش محلول بالایی دارند که در نتیجه تجزیه پذیری بالاتری نشان می دهند (۳). ضایعات قارچ صدفی بدلیل مواد لیگنوسلولزی بالایی که نسبت به سایر ضایعات استفاده شده در این آزمایش دارد، می‌تواند در بازده تولید ورمی‌کمپوست نقش داشته باشد (۳۱). در تیمار چهارم بخش سریع التجزیه (a) بیشتر از تیمار سوم بود ولی با بقیه تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (P<۰/۰۱). این می‌تواند بدلیل بازده بالای کرمهای خاکی (طبق جدول ۱) باشد (۲۸) چراکه عمل آوری ضایعات آلی توسط کرمها می‌تواند فراهمی مواد مغذی در شکمبه به منظور سنتز میکروبی را تسهیل بخشیده و آنها را برای تجزیه آماده تر کند. مازاد انرژی می‌تواند به سوی روده تغییر مکان دهد جایی که می‌تواند پیش سازهای گلوکوژنیک را فراهم کند (۳۸). نتایج بدست آمده برای نرخ ثابت تجزیه بخش نامحلول پروتئین خام (*c*) برای تیمار چهار و تیمار شاهد به ترتیب برابر ۰/۰۲۸ و ۰/۰۳۱ بود و تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۱). و این نشان دهنده این است که احتمالاً روش فرآوری ورمی‌کمپوست در افزایش مقدار مواد عبوری از شکمبه موثر می‌باشد.

جدول ۵- اثرات استفاده از مقادیر مختلف ضایعات آلی بر پارامترهای تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام ورمی‌کمپوست حاصل از محتویات شکمبه[۱]

Table 5- the effects of application rate of organic wastes on rumen degradability parameters crud protein of vermicompost produced from rumen contents[1]

تیمارها Treatments	زمان ۲٤ انکوباسیون Incubation time (24h)	فراسنجه‌های تجزیه پذیری[۲] Degradability Parameters[2]				تجزیه پذیری (٪) با نرخ عبور[۳] Degradability (%) by passing rate[3]		
		a (%)	b (%)	c (%/h)	a+b (%)	(2 %)	(5 %)	(8 %)
T_1	39.20^{b}	8.23^{ab}	64.55^{b}	0.031	72.79^{b}	47.82^{c}	35.32^{b}	26.60^{b}
T_2	39.80^{b}	8.45^{ab}	74.02^{ab}	0.027	82.51^{a}	54.20^{b}	37.65^{b}	$27/37^{b}$
T_3	35.54^{c}	7.30^{b}	64.58^{b}	0.030	71.95^{b}	46.40^{c}	33.10^{c}	24.65^{c}
T_4	47.43^{a}	9.79^{a}	80.93^{a}	0.028	90.79^{a}	62.37^{a}	41.25^{a}	35.12^{a}
SEM[4]	0.650	0.532	3.020	0.002	3.125	0.935	0.465	0.339
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۱).

[۲] a: مواد محلولی است که سریعاً از کیسه های نایلونی ناپدید می شود b: مواد نامحلولی است که به طور بالقوه قابلیت تجزیه پذیری دارند c: سرعت تجزیه بخش b که واحد آن درصد در ساعت است.

[۳] تجزیه پذیری موثر پروتئین خام خوراک مورد آزمایش (ورمی‌کمپوست) در سرعت‌های عبور (k) ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت.

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.01).

[2] a: Solutions that quickly disappears bags, b: Insoluble materials that are potentially degradability, c: The rate of degradability b.

[3] The effective degradability of crud protein feed tested (vermicompost) in pass rates (K) 2, 5 and 8 percent per hour.

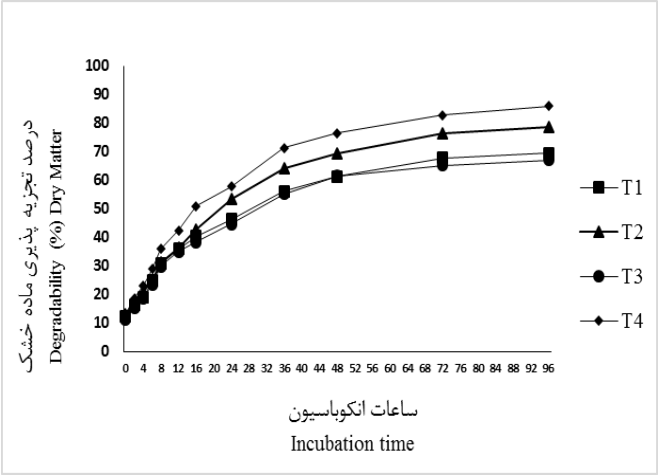
T_1: 100% Rumen Content

T_2:60% Rumen Content + 40% Vegetables and fruits Wastes

T_3: 60% Rumen Content + 40% Mushroom Wastes

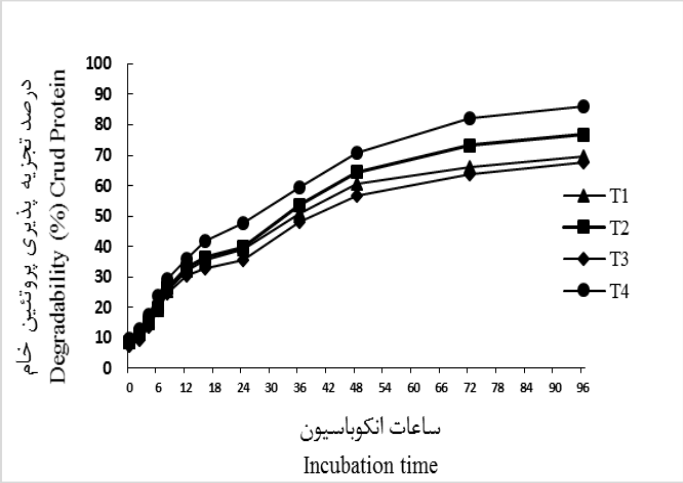
T_4: 60% Rumen Content + 20% Vegetables and fruits Wastes + 20% Mushroom Wastes

[4] Standard Error of Means



شکل ۱- منحنی مربوط به میزان ناپدید شدن مادهٔ خشک ورمی‌کمپوست

Figure 1- Diagram related to the disappearance of dry matter vermicompost



شکل ۲- منحنی مربوط به میزان ناپدید شدن پروتئین خام ورمی‌کمپوست

Figure 2- Diagram related to the disappearance of Crud Protein vermicompost

نتیجه گیری

بعنوان نتیجه کلی از این آزمایش می‌توان اعلام نمود که می‌توان مخلوط محتویات شکمبه با ضایعات آلی (منبع سلولزی) را به طور موفقیت آمیزی با روش‌های بیولوژیکی مانند ورمی‌کمپوست به یک نوع خوراک دام با میزان مناسب مواد مغذی و درصد بالای تجزیه پذیری تبدیل کرد. استفاده از محتویات شکمبه و ضایعات آلی در تولید ورمی‌کمپوست ضمن کاهش آلودگی محیط زیست، می‌تواند این مواد مغذی را به مصرف دام رسانده و خوراکی با ارزش غذائی بالا جهت دام‌های نشخوارکننده تولید نماید. با این حال استفاده مجزا از ضایعات آلی و محتویات شکمبه، بدلیل اثر نامساعد بر رشد و فعالیت کرم‌ها، باعث کمتر شدن بازده ورمی‌کمپوست می‌شود. البته بایستی آزمایشاتی نیز در خصوص خوشخوراکی و قابلیت پذیرش این خوراک توسط حیوان انجام شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی پرسنل و مدیریت ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان و ساختمان شماره ۲ دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به لحاظ مساعدت‌های فراوان در انجام این آزمایش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Agblevor, F. A., S. Beis, S. Kim, R. Tarrant, and N. Mante. 2010. Biocrude oils from the fast pyrolysis of poultry

litter and hardwood. Waste Management, 30:298-307.
2- Aghajanzadeh, A., N. Maheri, A. Mirzai, and A. Baradaran. 2010. Comparison of nutritive value of tomato pomace and brewers grain for ruminants using in vitro gas production technique. Asian Journal of Animal and Veterinary Advance, 5(1): 43-51.
3- Alexandrov, A. N. 1998. Effect of ruminal exposure and subsequent microbial contamination on dry matter and protein degradability of various feedstuffs. Journal of Animal Feed Science and Technology, 71:99-107.
4- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC international. AOAC international. Maryland, USA.
5- Bybordi, A., V. Najafzadeh., and Y. Fateh. 2008. Vermicomposting guide on sustainable agriculture. First Edition, Tehran, Iran. Organic fertilizer manufacturing company Municipality in Tabriz. (In Persian)
6- Carlos, G. G. R., D. Luc, and G. M. F. Antonio. 2008. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (Zea mays L.) forage production. Asian Journal of Plant Science, 7(4):360-367.
7- Domínguez, J., C. A. Edwards, and M. Webster. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm Eisenia andrei. Pedobiologia, 44:24-32.
8- Domínguez, J., R. W. Parmelee, and C. A. Edwards. 2003. Interactions between Eisenia andrei (Oligochaeta) and nematode populations during vermicomposting. Pedobiologia, 47:53-60.
9- Edwards, C. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In Earthworm Ecology (ed., C.A. Edwards). St. Lucie Press: Boca Raton, Florida.
10- Edwards, C. A., and P. J. Bohlen, 1996. Biology and ecology of earthworms. Springer Science & Business Media. Chapman and Hall, London.
11- Elvira, C., M. Goicoechea, L. Sampedro, S. Mato. and R. Nogales. 1996. Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge by earthworms. Bioresource Technology, 57:173-177.
12- Gesari, S., Sh. Danesh, and J. Abedini-Targhabeh. 2009. Applicability of vermicomposting process in recycling of vegetables wastes (case study- vegetables wastes from the city of Mashhad). Journal of Agricultural Science Research. 16(2). 181-188. (In Persian)
13- Ghosh, M., G. Chattopadhyay, and K. Baral. 1999. Transformation of phosphorus during vermicomposting. Bioresource Technology, 69:149-154.
14- Gunadi, B., and C. A. Edwards. 2003. The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) (Lumbricidae). Pedobiologia. 47:321-329.
15- Hamedi, M., A. Taghizadeh, and Y. Mehmannavaz. 2011. The determination of nutritive value of fruit and vegetable wastes using of in situ technique. The 1th International and the 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture in Isfahan, Iran. (In Persian)
16- Boda, K. 1990. Nonconventional feedstuffs in the nutrition of farm animals. Developments in animal and veterinary sciences, Elsevier Science Publishers, Amsterdam. 258 pp.
17- Kamalak, A. 2006. Determination of nutritive value of leaves of a native grown shrub, Glycyrrhiza glabra L. using in vitro and in situ measurements. Small Ruminant Research, 64:268-278.
18- Kardan Moghadam, V., M. H. Fathi-Nasri, R. Valizadeh, and H. Farhangfar. 2015. Growth Nutritive Value of Saffron Residues Harvested at Different Stages by in situ and in vitro (Gas Production) Methods. Iranian Journal of Animal Science Research. 6(1):32-44. (In Persian)
19- Khan, A. A. 2006. Vermicomposting of poultry litter using Eisenia foetida, Oklahoma State University.
20- Loh, T., Y. Lee, J. Liang, and D. Tan. 2005. Vermicomposting of cattle and goat manures by Eisenia foetida and their growth and reproduction performance. Bioresource Technology, 96:111-114.
21- Marino, C. B., B. Hector, P. H. Mazza, L. M. Rodrigues, B. Oliveira, P. Marques, E. J. Meyer, D. S. Alves, and E. R. Ørskov, 2010. Characterization of vegetables and fruits potential as ruminant feed by in vitro gas production technique. Livestock Research for Rural Development. 22(9):48-56.
22- Mehrdadfar, M. 1988. Breeding earthworms. Journal of agriculture (olive), 73:28-36. (In Persian)
23- Men, B. X., B. Ogle, and T. R. Preston, 2007. Recycling organic wastes to produce earthworms as a protein supplement in diets for poultry and fish .MEKARN Regional Conference: Matching Livestock Systems with Available Resources.
24- Mitchell, A. 1997. Production of Eisenia fetida and vermicompost from feed-lot cattle manure. Soil Biology and Biochemistrym, 29:763-766.
25- Natarajan, N., and K. S. N. Devi. 2014. The use of earthworm Eudrilus eugeniae in the breakdown and management of poultry waste. Growth 3: 40-43.
26- Ndegwa, P. M., and S. Thompson. 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. Bioresource Technology, 75:7-12.
27- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep, 6th Revised Edition, book chapter7.
28- Recycled Organics Unit 2007. Second Edition, the University of New South Wales Sydney Australia 1466.
29- Roeper, H., S. Khan, I. Koerner, and R. Stegmann. 2005. Low-tech options for chicken manure treatment and

application possibilities in agriculture, Proceedings Sardinia, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, pp. 3-7.
30- Rostami, R., A. Nabaey, A. Eslami. 2008. Survey of Optimal Temperature and Moisture for Worms Growth and Operating Vermicompost Production of Food Wastes. Iranian Journal of Health and Environment, (Issue 2). (In Persian)
31- Sadeghi, K., A. Taghizadeh., S. Alijani., and F. Pranian. 2016. 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 using in vitro gas production technique. Iranian Journal of Animal Science Research. 26(1):106-117. (In Persian)
32- Samavat, S. 2002. How vermicompost production of agricultural and urban waste. Research Institute of the Water and Soil. Organization of research, education and promoting agriculture, Agriculture. [In Persian]
33- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User's Guide: Version 9.1th edn. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
34- Satchell, J. 2012. Earthworm ecology: from Darwin to vermiculture. Springer Science & Business Media. Chapman & Hall. London.
35- Sherman, R. 2003. Raising earthworms successfully. North Carolina Extension Service, North Carolina State University USA.
36- Stolina, M. 1976. Pleurotus ostreatus (jacqu). Zbornik prednasek z technologickych seminaru o houbach. (Proceeding of seminars on mushrooms). pp. 67-77.
37- Taghizadeh, A., H. Janmohammadi, and M. Besharati. 2012. Estimation of degradability and fermentation characteristics of some feedstuffs using in vitro and in situ techniques. Iranian Journal of Animal Science Research. 22(4):1-16. [In Persian]
38- Theurer, C. B., J. T. Huber, A. D. Elorduy, and R. Wanderley. 1999. Invited review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 82:1950– 1959.
39- Van-Soest, P. J. 1973. Collaborative study of acid detergent fiber and lignin. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 56:781-784.
40- Van-Soest, P. J., J. Robertson, and B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74:3583-3597.
41- Van-Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant, 2nd ed. Cornell Univ. Press. Ithaca, NY, USA.
42- Yousefi, Z., A. I. Amouei, H. Asgharnia, A. Nemati, and M. Vaezzadeh. 2011. Compost Production from Household Solid Wastes by Earthworms. Journal of Babol University in Medical Science, 14(1):30-35. (In Persian)

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 11-22

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۲-۱۱

Effects of Application of Vegetable and Mushroom Waste on Chemical Composition and in situ Degradability of Rumen Content in Vermicomposting

K. Sadeghi[1]*- A. Taghizadeh[2]- H. Janmohammadi[2] – G. A. Moghadam[2]

Received: 22-12-2016
Accepted: 29-05-2017

Introduction Vermicomposting is the process of composting organic materials using various worms to decomposing vegetable, food waste, bedding materials and many organic waste materials. Many wastes and residues have been used to produce vermicompost. Using variety of left over products such as vegetable cuttings, food wastes and manure from cattle and chickens for vermicomposting can inhibit environmental pollution while producing valuable vermicompost. However, worms require specific conditions for activity and composting. Vermicast (worm manure) is the end product of the breakdown of organic matter by earthworms which usually applies as an organic and natural fertilizer. Due to appropriate protein and organic matter of vermicast or vermicompost, it is maybe possible to use vermicompost as a feedstuff in ruminant animals such as low producing cattle, sheep and goats. Then, the aim of the current research was to investigate the possibility of using rumen content which has been enriched with organic wastes (fruits and vegetables waste, oyster mushroom wastes) as a decomposing material for worms and nutritive value of the produced vermicompost for ruminants.

Materials and Methods Experimental treatments were T_1: rumen contents (control), T_2: 60% rumen contents + 40% fruits & vegetables wastes, T_3: 60% rumen contents + 40% oyster mushroom wastes, T_4: 60% rumen contents + 20% fruits & vegetables wastes + 20% oyster mushroom wastes. Three boxes (65×35×30 cm) were made for each treatment and 8 kg of materials and 80 grams of worms (200 worms) were added to one of them. The boxes were kept for 75 days in a room with 25^{o}C temperature and 65-70% of relative humidity. After 75 d, a sample of each replicated was chosen for pH and dry matter analysis. Another sample from each replicated was grounded and analyzed for chemical composition (crude protein, ash, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber) and gas production measurement. Gas volume was recorded at 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36, 48, 72 and 96 h of incubation. The kinetics of in situ was estimated using model: $P=a+b\ (1-e^{-ct})$. The effective degradability of dry matter and crude protein to feed was calculated by the following equation ED = a+bc/(c+k). Rumen rate of passage k which to calculated effective degradability of this study, from rate of 2, 5 and 8 percent per hour was used.

Results and Discussion Vermicomposting efficiency was lower in T_4 and higher in T_2 and T_3 treatments when compared with T_1. The highest and lowest vermicomposting efficiency was in T_3 and T_4 treatments, respectively. Moreover, T_3 treatment showed the highest crude protein and crude fat concentrations among the treatments. T_3 treatment also had the lowest ash, crude fiber, neutral detergent fiber and acid detergent fiber concentrations among the treatments. The values of pH after 75 days were 6.76, 6.15, 7.55 and 7.02, respectively. The concentrations of crude protein for T_1 to T_4 were 16.50, 17.44, 17.05 and 18.45%, respectively. Also, the concentrations of neutral detergent fiber for T_1 to T_4 were 41.5, 40.18, 41.42 and 38.87%, respectively. Moreover, the concentrations of acid detergent fiber for T_1 to T_4 were 27.33, 26.11, 28.64 and 26%, respectively. The results of effective degradability of dry matter with a pass rate 0.02, 0.05 and 0.08 with the highest in the T4, 62.90, 46.45 and 38.10 percent respectively, And reported effective degradability of crude protein, with same pass rate, 62.37, 41.25 and 35.12 percentage respectively ($P<0.01$). The results showed that by mixing appropriate amounts of organic wastes (cellulosic resources) with the contents of the rumen to produce

1- MSc Graduated of Ruminant Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Professor Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
(*Corresponding Author Email: kian.sadeghi@ut.ac.ir)

vermicompost with good nutritional value (energy and high protein) can be used as animal feed.

Conclusion The results of this study show that using up to 20% fruits & vegetables wastes + 20% oyster mushroom wastes in vermicomposting rumen content can produce vermicompost with great nutritive value (higher protein and lower fiber concentration) and high digestibility and energy content, which can be used in ruminants nutrition.

Keywords: In Situ, Rumen content, Vermicompost, Wastes residues.