

## تخمین ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری و فراسنجه های تخمیری تفاله مرکبات با استفاده روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز

سامان لشکری<sup>۱</sup> و اکبر تقی‌زاده<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۳

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه Email: ataghius@yahoo.com

### چکیده

تحقیق حاضر به منظور تعیین فراسنجه های تخمیری و تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام در تفاله مرکبات شامل تفاله پرتقال، تفاله لیموترش، تفاله لیموآمانی، تفاله گریپ فروت، تفاله لیموشیرین، تفاله نارنج، تفاله ترنج و تفاله نارنگی با استفاده از روش‌های کیسه‌های نایلونی و تولید گاز انجام شد. برای این منظور از سه راس گوسفند قزل فیستوله گذاری استفاده شد. کیسه‌های نایلونی (۶ × ۱۲ سانتیمتری) حاوی ۵ گرم از ماده خوراکی در سه تکرار برای ساعات ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ در شکمبه انکوباسیون شدند. در روش تولید گاز، میزان تولید گاز در ساعات ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ اندازه گیری شد. داده‌های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه قرار گرفتند. پس از ساعت ۴۸ انکوباسیون در شکمبه میزان تجزیه پذیری ماده خشک در تفاله پرتقال (۹۲/۳۰٪)، تفاله لیموآمانی (۹۰/۷۷٪) و تفاله گریپ فروت (۹۰/۱۵٪) به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) بیشتر از دیگر تفاله‌ها بود. همچنین در این مدت تجزیه پذیری پروتئین خام تفاله پرتقال (۸۰/۰۳٪) در مقایسه با سایر تفاله‌ها بیشتر بود ( $P < 0/05$ ). میزان گاز تولیدی پس از ساعت ۴۸ انکوباسیون در تفاله‌های لیموترش و ترنج به ترتیب بیشترین و کمترین بود ( $P < 0/05$ ). نتایج این مطالعه نشان داد که تفاله مرکبات یک منبع مناسب انرژی برای نشخوارکنندگان می‌باشند. همچنین این نتایج نشان داد که تفاله مرکبات را می‌توان به عنوان یک فیبر غیر علوفه‌ای با قابلیت تجزیه پذیری بالا در جیره‌های نشخوارکنندگان بکار برد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه پذیری، تفاله مرکبات، تولید گاز، کیسه‌های نایلونی

## Estimating of chemical composition, degradability, and fermentation parameters of citrus by- products using *in situ* and gas production techniques

S Iashkari<sup>1</sup> and A Taghizadeh<sup>2\*</sup>

Received: December 11, 2011 Accepted: May 12, 2012

<sup>1</sup>Msc Student of, Department of Animal Science, University of Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Animal Science, University of Tabriz, Iran

\*Corresponding author: Email: ataghius@yahoo.com

### Abstract

This study was carried out to determine of fermentation characteristics and degradability of dry matter and crude protein of citrus by- products (orange pulp, lime pulp, lemon pulp, grapefruit pulp, sweet lemon pulp, bitter lemon pulp, bergamot pulp and tangerine pulp) using *in situ* and *in vitro* gas production techniques. Three rumen- fistulated *Ghezel* sheep were used. The ruminal incubation of nylon bags (6 × 12 cm) containing 5 g of test feeds with three replicates were conducted at 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36 and 48 h. The gas production was recorded after 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36, 48, 72 and 96 h of incubation. The data was analyzed using a completely randomized design. Dry matter degradability values of orange pulp (94.63%), lemon pulp (90.77%) and grapefruit pulp (90.15%) were significantly ( $P < 0.05$ ) higher than those of other citrus pulps. Also at the same time orange pulp had a higher ( $p < 0.5$ ) crude protein degradability (80.03%) in comparison with the other citrus pulp by-products. The highest and lowest gas production values at 48 h after incubation, were recorded for lime pulp and bitter lemon pulp, respectively ( $P < 0.05$ ). The results of this study indicated that citrus pulp is a potentially appropriate source of the energy for ruminant nutrition. Also this result showed that the citrus pulp can be used as a high degradable non- forage fiber source in ruminant nutrition.

**Keywords:** Degradability, Citrus by- product, Gas production, In situ

### مقدمه

مهم است: ۱) باعث کاهش وابستگی خوراک‌های دامی به دانه غلات شده و موجب بازگشت این مواد خوراکی به چیره غذایی انسان می‌شود و ۲) باعث کاهش هزینه‌های مربوط به برنامه‌های مدیریت ضایعات می‌شود (بامپیدیس و رابینسون ۲۰۰۶). با توجه به محدودیت منابع خوراک دامی و فراوانی پسماندهای کشاورزی، همچنین پیش بینی‌های انجام شده در برنامه‌های توسعه کشور مبنی بر افزایش سرانه مصرف پروتئین حیوانی، تأمین قسمتی از نیاز خوراک دام از پسماندهای یاد شده ضروری به نظر می‌رسد.

ضایعات مرکبات در ایران شامل ضایعات برداشت، حمل و نقل، نگهداری و تبدیلی است که ضایعات تبدیلی سالانه

در ایران یکی از مهمترین مشکلات در صنعت دام و طیور، کمبود خوراک دام است. در طی سال‌های برنامه دوم توسعه به طور میانگین در هر سال میزان ۱۳۸۸ هزار تن از خوراک‌های وارداتی جهت خوراک دام به مصرف رسیده است. یکی از راه کارهای مهم جهت جبران این کمبود، استفاده از ضایعات صنایع غذایی در تغذیه دام می‌باشد (ناظم و همکاران ۱۳۸۷). بقایای حاصل از عمل آوری و تبدیل محصولات کشاورزی دسته وسیعی از مواد آلی را شامل می‌گردد که عمدتاً مورد استفاده قرار نگرفته و در محیط زیست رها می‌شوند. استفاده از ضایعات دارای دو برتری بسیار

همکاران ۱۹۹۴). بنابراین تلاش‌های زیادی جهت پیشگویی میزان مصرف خوراک و قابلیت هضم با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی<sup>۲</sup> انجام گرفت. یکی از مهمترین روش‌های مورد استفاده آزمایشات هضمی استفاده از روش کیسه‌های نایلونی جهت برآورد میزان و سرعت ناپیدی اجزا خوراکی‌ها می‌باشد (مهرز و همکاران ۱۹۷۷). این روش اطلاعات مفیدی در رابطه با نرخ تجزیه پذیری مواد و اجزا تشکیل دهنده آن را فراهم می‌کند. همبستگی نزدیک میان تخمیر شکمبه‌ایی و تولید گاز از مدت‌ها اثبات شده است (مارستون ۱۹۴۸). بعد از گزارشات منکی و همکاران (۱۹۷۹) مبنی بر همبستگی بالای میان تولید گاز و قابلیت هضم ظاهری برون تنی، اندازه گیری میزان تولید گاز به صورت معمول رواج یافت.

هدف از انجام این تحقیق تعیین ارزش انواع تفاله مرکبات شامل تفاله پرتقال، لیموآمانی، لیموشیرین، لیموترش، گریپ فروت، نارنگی، ترنج و نارنج با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و تکنیک تولید گاز بود.

### مواد و روش‌ها

#### خوراک و محل آزمایش

آزمایش کیسه‌های نایلونی در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشگاه تبریز و آزمایش تولید گاز در آزمایشگاه تغذیه و هضم پیشرفته واقع در ساختمان تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. نمونه‌های تفاله مرکبات شامل تفاله پرتقال، لیموآمانی، گریپ فروت، لیموشیرین، لیموترش، نارنگی، نارنج و ترنج بعد از آبیگری از کارخانجات تولید آبمیوه در شهر تبریز و حومه آن جمع آوری شده و مورد استفاده قرار گرفتند.

#### آنالیز شیمیایی

حدود ۹۰۰ هزار تن می‌باشد (ناظم و همکاران ۱۳۸۷). استفاده از باقی مانده محصولات کشاورزی و ضایعات کارخانه‌های صنایع غذایی از گذشته مورد توجه محققان بوده است. تفاله مرکبات باقیمانده حاصل از کارخانه‌های آبمیوه گیری یا کمپوت سازی بوده که در کشورهای مدیترانه‌ای به مقدار زیاد تولید می‌شود. ایران نیز از کشورهای عمده تولید کننده مرکبات در جهان است که سالانه مقدار زیادی از انواع مرکبات تولید می‌کند. بر طبق آمار منتشر شده توسط سازمان FAO (۱۹۹۷) ایران با تولید ۳/۵ درصد از کل مرکبات دنیا مقام ششم را دارا می‌باشد.

تفاله مرکبات از محصولات عمده حاصل از فرآوری صنعتی است که به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. تفاله مرکبات شامل پوست و تکه‌های داخلی میوه‌های جمع آوری شده از خانواده مرکبات (مانند پرتقال، لیمو و گریپ فروت) می‌باشد. تفاله مرکبات غنی از پکتین می‌باشد که دارای انرژی بالا، پروتئین و دیواره سلولی پایین است (هریس ۱۹۹۱). بدلیل ظرفیت بالای تخمیر خوراک‌های فیبری، بسیاری از ضایعات حاصل از تفاله مرکبات برای استفاده در جیره‌های نشخوارکنندگان مناسب می‌باشد (گراسر و همکاران ۱۹۹۵). از این رو از مدت‌ها پیش تفاله مرکبات به عنوان یک خوراک غنی از انرژی به منظور تامین احتیاجات رشد و شیرواری حیوانات نشخوار کننده مورد توجه واقع شده است (سولومون و همکاران ۲۰۰۰).

میزان تولید شیر و رشد نشخوارکنندگان به طور قابل ملاحظه‌ایی بوسیله کیفیت خوراک که نشان دهنده میزان قابلیت هضم و مصرف خوراک می‌باشد محدود می‌گردد (مینسون ۱۹۹۰). اهمیت این موضوع در تغذیه دام از مدت‌ها پیش اثبات شده است. تعیین میزان مصرف خوراک و قابلیت هضم خوراکی‌ها بوسیله روش درون تنی<sup>۱</sup> مستلزم صرف هزینه بالا، نیروی کارگری بالا، و همچنین مصرف مقادیر بالایی از خوراک است (کارو و

<sup>2</sup> In vitro

<sup>1</sup> In vivo

تولید گاز در زمان  $t$  و  $A$  تولید گاز بخش محلول و غیر محلول و  $C$  نرخ تولید گاز و  $t$  زمان تخمیر است. انرژی قابل متابولیسم ( $ME$ )، انرژی ویژه شیردهی ( $NE_L$ ) و درصد ماده آلی قابل هضم با استفاده از معادلات منکی و همکاران (۱۹۷۹) و منکی و استینگس (۱۹۸۸) محاسبه گردید. همچنین میزان اسیدهای چرب کوتاه رنجیر ( $SCFA$ ) با استفاده از معادلات گتاچیو و همکاران (۲۰۰۲) محاسبه گردید.

$$ME \text{ (MJ/Kg DM)} = 1/0.6 + 0/107 GP + 0/0.84 CP + 0/0.22 CF - 0/0.81 CA \quad (n=200, r^2=0/94)$$

$$NE_L \text{ (MJ/Kg DM)} = -0/36 + 0/1149 GP + 0/0.054 CP + 0/0.139 CF + 0/0.054 CA \quad (n=200, r^2=0/93)$$

$$DOMD \text{ (\% DM)} = 14/88 + 0/889 GP + 0/45 CP + 0/0.651 CA \quad (n=200, r^2=0/92)$$

$$SCFA \text{ (m mol/200 mg}^{-1} \text{ DM)} = -0/0.0425 + 0/0.222 GP$$

که در این روابط  $GP$  تولید گاز (میلی لیتر در ۲۰۰ میلی گرم در ماده خشک)؛  $CP$ ،  $CF$  و  $CA$  به ترتیب پروتئین خام، چربی خام و خاکستر (% ماده خشک) می‌باشند. پروتئین میکروبی ( $MP$ ) نیز به صورت  $19/3$  گرم نیتروژن به ازای هر گرم ماده آلی قابل هضم محاسبه گردید (چرکاو سکی ۱۹۸۶).

#### برآورد تجزیه پذیری به روش کیسه‌های نایلونی

جهت انجام آزمایش کیسه‌های نایلونی سه رأس میش نژاد قزل به وزن  $1/3 \pm 35$  کیلوگرم و دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. میش‌های مورد استفاده در این آزمایش در حد نگهداری با جیره‌های شامل کنسانتره و علوفه دو بار در روز تغذیه شدند. مقدار ۵ گرم از هر ماده خوراکی داخل کیسه‌های نایلونی از جنس الیاف پلی استر مصنوعی به ابعاد  $12 \times 6$  سانتی‌متر و قطر منافذ ۵۰ میکرومتر قرار داده شدند. برای تعیین تجزیه پذیری در زمان صفر کیسه‌های حاوی نمونه به مدت ۱۵ دقیقه در مسیر آب لوله شسته شدند. زمان‌های انکوباسیون شامل ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ بود. برای هر

تجزیه تقریبی مواد غذایی شامل میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام بر اساس روش‌های پیشنهادی AOAC (۲۰۰۵) صورت گرفت. دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی‌سلولز با استفاده از دستگاه انکوم و بر طبق توصیه‌های شرکت سازنده انجام شد (ریاسی و همکاران ۱۳۸۸).

#### اندازه‌گیری تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

به منظور اندازه‌گیری میزان گاز تولیدی از روش فدوراک و هرودی (۱۹۸۳) استفاده شد. در این روش میزان جابجایی مایع در داخل لوله‌های آزمایشی مدرج که در ارتباط با شیشه‌های حاوی مایع شکمبه و نمونه خوراک می‌باشند، معرف میزان تولید گاز می‌باشد. مقدار ۳۰۰ میلی گرم از هر ماده خوراکی آسیاب شده با دقت توزین و به داخل شیشه‌های سرم استریل ۵۰ میلی لیتری منتقل گردید. برای هر نمونه ماده غذایی ۶ تکرار در نظر گرفته شد. جهت جمع‌آوری مایع شکمبه ۲ ساعت بعد از وعده خوراک صبحگاهی، از سه رأس میش فیستولا گذاری شده در شکمبه استفاده شد. این حیوانات به مدت یک ماه با جیره غذایی در سطح نگهداری شامل ۴۰ درصد مواد غذایی متراکم و ۶۰ درصد علوفه تغذیه شدند. مایع شکمبه جمع‌آوری شده با پارچه توری چهار لایه صاف شد و در داخل فلاسک حاوی گاز دی‌اکسید کربن، سریعاً به آزمایشگاه منتقل شد. قبل از انتقال مایع شکمبه به داخل شیشه‌های سرم، مایع شکمبه با بافر تهیه شده به روش مکدوگال (۱۹۴۸) به نسبت ۲ به ۱ (۲ قسمت بافر و یک قسمت مایع شکمبه) مخلوط شد. بخش‌های مربوط به آماده‌سازی شیشه‌های سرم بر اساس توصیه‌های پرنیان خواجه‌دیزج و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد. ثبت میزان گاز تولیدی ناشی از تخمیر مواد غذایی به در ساعات ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از انکوباسیون انجام گرفت.

جهت تعیین فراسنجه‌های تولید گاز از معادله مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد. برای این منظور از معادله  $P=A(1-e^{-ct})$  برای تطبیق داده‌های تولید گاز استفاده شد، که  $P$

گزارش شده NRC (۲۰۰۱) بود. مقادیر ماده خشک و پروتئین خام تفاله لیمو امانی در بررسی حاضر با نتایج مارتینز و کارمونا (۱۹۸۰) مطابقت داشت. ترکیب شیمیایی تفاله نارنج به استثنا دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با نتایج بامپیدیس و رابینسون (۲۰۰۶) مطابقت داشت. مقدار پروتئین خام و خاکستر تفاله گریپ فروت گزارش شده در مطالعه اسکرا و همکاران (۱۹۹۹) مشابه با یافته‌های تحقیق حاضر بود. لازم به ذکر است اطلاعاتی در مورد سایر تفاله‌های مورد بررسی گزارش نشده است.

نتایج حاصل از تجزیه پذیری ماده خشک خوراکی‌های مورد آزمایش بعد از انکوباسیون شکمبه در ساعات مختلف در جدول ۲ گزارش شده است. در ساعت صفر بیشترین مقدار ناپدید شدن ماده خشک از کیسه‌ها مربوط به تفاله‌های گریپ فروت، نارنج و پرتقال به ترتیب با ۳۰/۷۷٪، ۳۰/۷۰٪ و ۲۹/۶۲٪ بود ( $P < 0/05$ ). در ساعت ۲۴ بعد از انکوباسیون میزان ناپدید شدن در تفاله پرتقال ۶۵/۴۱٪ بود که به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) بیشتر از میزان تجزیه پذیری ماده خشک در سایر تفاله‌ها بود. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در شکمبه میزان ناپدید شدن ماده خشک در تفاله پرتقال، نارنجی، لیموامانی، لیموترش و نارنجی بیش از سایر تفاله‌ها بود ( $P < 0/05$ ). در ساعت ۴۸ بعد از انکوباسیون مقدار تجزیه پذیری ماده خشک، تفاله پرتقال (۹۲/۳۰٪)، تفاله لیموامانی (۹۰/۷۷٪) و تفاله گریپ فروت (۹۰/۱۵٪) به حداکثر خود رسید که از لحاظ آماری بیشتر از سایر تفاله‌ها بود ( $P < 0/05$ ). همچنین در تفاله‌های ترنج و لیموشیرین کمترین میزان تجزیه پذیری در ساعت مشابه انکوباسیون مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

مشخصات تجزیه پذیری ماده خشک تفاله مرکبات در جدول ۳ ذکر شده است. بخش a (بخش محلول) تفاله پرتقال (۳۷/۰۹٪) و تفاله گریپ فروت (۳۶/۴۷٪) در مقایسه با سایر تفاله‌ها بیشتر بود ( $P < 0/05$ ). در میان تفاله‌های مورد مطالعه بیشترین میزان بخش غیر محلول

تیمار در هر ساعت ۳ تکرار تهیه شد به طوریکه برای هر ماده خوراکی درون شکمبه هر گوسفند ۱ کیسه قرار داده شدند. پس از هر ساعت انکوباسیون، کیسه‌ها از شکمبه خارج شده و کیسه‌ها در معرض آب سرد قرار گرفتند تا زمانی که آب خارج شده کاملاً شفاف گردید. پس از شستشو، کیسه‌های نایلونی به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۶۵ سانتی‌گراد جهت خشک شدن کامل در آون قرار داده شدند.

پارامترهای تجزیه‌پذیری با استفاده از مدل ارسکف و مکدونالد (۱۹۷۹)  $P = a + b(1 - e^{-ct})$ ، توسط نرم افزار Naway محاسبه گردید. در این رابطه P درصد تجزیه پذیری در زمان t، عرض از مبدأ در زمان صفر، b ماده خشک غیرمحلول با پتانسیل قابل تجزیه، c نرخ تجزیه-پذیری بخش b در زمان t و e عدد ثابت نپیرین (۲/۷۱۸) می‌باشد. تجزیه پذیری موثر از طریق معادله  $ED = a + (b \times c) / (c + k)$  مورد محاسبه قرار گرفت. در این معادله k نرخ عبور می‌باشد که در این مطالعه ۰/۰۳ و ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

#### مدل آماری

داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه GLM مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از مدل آماری ذیل آنالیز شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = مقدار هر مشاهده،  $\mu$  = میانگین کل،  $T_i$  = اثر تیمار و  $e_{ij}$  = خطای آزمایشی می‌باشد.

#### نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی تفاله‌های مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است. میزان پروتئین خام در تفاله لیمو امانی بیشترین و در تفاله نارنجی کمترین بود. همچنین محتوای دیواره سلولی در تفاله نارنج بیشترین و در تفاله ترنج کمترین بود. محتوای دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و خاکستر تفاله پرتقال کمتر از مقادیر

(b) در تفاله لیموشیرین (۷۴/۱۴) مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). فروت در نرخ‌های عبور ۰/۰۳ و ۰/۰۵ بیشترین مقدار در حالیکه بخش c تفاله لیموترش با ۸/۰۶٪ در ساعت بیشترین مقدار را دارا بود ( $P < 0.05$ ). تجزیه پذیری موثر ماده خشک (EDDM) در تفاله پرتقال و تفاله گریپ

جدول شماره ۱. ترکیب مواد مغذی تفاله مرکبات (بر اساس در صد از ماده خشک)<sup>†</sup>

<sup>††</sup> NFC	<sup>†</sup> HC	ADF	NDF	EE	Ash	CP	DM	
۵۷/۱۲	۲/۷۹	۱۱/۹۵	۱۴/۷۴	۳/۴۴	۵/۵۱	۸/۵۰	۸۹/۳۳	پرتقال
۵۹/۴۳	۱/۹۷	۸/۹۱	۱۰/۸۸	۲/۶۵	۴/۹۴	۷/۸۹	۸۵/۸۲	ترنج
۵۶/۸۷	۳/۵۷	۱۳/۰۸	۱۶/۶۶	۲/۳۸	۵/۸۷	۹/۱۴	۹۰/۹۱	گریپ فروت
۵۱/۹۲	۱/۵۵	۱۵/۱۳	۱۶/۶۸	۳/۴۹	۵/۴۶	۹/۵۴	۸۷/۱۰	لیموامانی
۵۳/۹۹	۲/۹۵	۱۴/۵۳	۱۷/۴۹	۲/۷۴	۸/۱۲	۸/۷۵	۹۰/۵۱	لیموترش
۶۳/۳۳	۱/۸۷	۱۳/۲۴	۱۵/۱۱	۲/۵۷	۵/۷۹	۸/۱۶	۹۵/۵۶	لیموشیرین
۵۴/۵۶	۴/۱۹	۱۷/۰۴	۲۱/۲۳	۲/۶۰	۶/۴۴	۸/۲۵	۹۳/۱۰	نارنج
۶۲/۴۶	۲/۹۰	۸/۴۸	۱۱/۳۹	۲/۶۴	۵/۵۷	۶/۶۴	۸۸/۷۲	نارنگی
۰/۸۱	۰/۲۱	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۶۳	SEM

<sup>†</sup> سه تکرار برای هر خوراک در نظر گرفته شده است.

<sup>††</sup> همی سلولز: HC = NDF - ADF

<sup>††</sup> کربوهیدرات‌های غیر فیبری: NFC = DM - (CP + EE + NDF + ASH)

در تمامی تفاله‌های مورد بررسی در ساعت ۴۸ بعد از انکوباسیون بیش از ۷۶٪ ماده خشک تجزیه شده است که می‌تواند بدلیل قابلیت دسترسی بالای NDF در این خوراکی‌ها باشد (میرون و همکاران ۲۰۰۱). سیلویا و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که ماده خشک تفاله مرکبات دارای پتانسیل تجزیه پذیری بالایی است با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت داشت. این محققین اظهار داشتند که ارزش تغذیه‌ای این خوراکی‌ها در گاوهای شیری مشابه دانه غلات می‌باشد.

ناظم و همکاران (۱۳۸۷) مقادیر a، b و c ماده خشک در تفاله پرتقال را به ترتیب ۴۴/۸، ۴۱/۳ و ۸/۴۲ درصد را گزارش کردند که مقدار a با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشت، در صورتیکه مقادیر b در مطالعه این محققین از مقادیر بررسی حاضر کمتر بود. از آنجایی که

روند تجزیه ماده خشک نمونه‌های خوراک حاکی از آن است که در ۲۴ ساعت اول انکوباسیون بیش از ۶۵٪ ماده خشک قابل تجزیه تفاله‌های مورد مطالعه در شکمبه تجزیه شده است. بررسی حاضر نشان دهنده این است که بیشترین تجزیه پذیری ماده خشک تفاله‌ها در ۲۴ ساعت اول انکوباسیون اتفاق می‌افتد. هریس و همکاران (۱۹۹۱) بالا بودن تجزیه پذیری ماده خشک در تفاله مرکبات را بدلیل دارا بودن مقادیر بالای پکتین و فیبر محلول ذکر کردند. اما با توجه به ماهیت خوراکی‌ها این روند تجزیه پذیری خوراکی‌ها بعد از ساعت ۲۴ انکوباسیون نیز با نرخ کندتر همچنان ادامه می‌یابد. در ساعت بعد از ۴۸ انکوباسیون، تفاله پرتقال (۹۲/۳۰٪)، تفاله لیمو امانی (۹۰/۷۷٪) و تفاله گریپ فروت (۹۰/۱۵٪) دارای بیشترین میزان تجزیه پذیری ماده خشک بودند.

(۱۳۸۷) بود. همچنین مقادیر a و تجزیه پذیری موثر تفاله خشک پرتقال گزارش شده در آزمایش پیرا و گونزالس (۲۰۰۴) با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت اما در رابطه با مقادیر b و c همخوانی وجود نداشت. از دلایل این عدم مطابقت می‌تواند به تغییرات محتوای مواد مغذی تفاله مرکبات اشاره کرد که خود بوسیله چندین فاکتور از جمله نوع میوه و نحوه عمل آوری تحت تاثیر قرار می‌گیرد (امنان و هنری ۱۹۹۱).

آزمایش تعیین تجزیه پذیری کیسه‌های نایلونی در آزمایش ناظم و همکاران (۱۳۸۷) در گاوهای نر دارای فیستوله انجام شده است و در تحقیق حاضر از میش‌های دارای فیستوله استفاده شده است این امر می‌تواند دلیل این اختلافات باشد. گزارش شده است که اختلافاتی در میزان تجزیه پذیری ماده خشک در ساعات ۹ و ۲۴ انکوباسیون بین گوسفند و گاو وجود دارد (ارسکف و همکاران ۱۹۸۳). ثابت تجزیه پذیری ماده خشک نیز در بررسی حاضر بیش از مقادیر گزارش شده توسط سیلویا و همکاران (۱۹۹۷) و ناظم و همکاران

جدول ۲- درصد تجزیه پذیری ماده خشک تفاله مرکبات در زمان‌های مختلف انکوباسیون در شکمبه\*

زمان انکوباسیون (ساعت)										ماده خوراکی
۴۸	۳۶	۲۴	۱۶	۱۲	۸	۶	۴	۲	۰	
۹۲/۳۰ <sup>a</sup>	۸۰/۷۴ <sup>b</sup>	۷۱/۷۷ <sup>a</sup>	۶۷/۹۴ <sup>a</sup>	۶۵/۴۱ <sup>a</sup>	۵۶/۷۹ <sup>a</sup>	۵۲/۸۲ <sup>a</sup>	۴۸/۴۶ <sup>b</sup>	۳۸/۳۷ <sup>a</sup>	۲۹/۶۲ <sup>a</sup>	پرتقال
۷۶/۵۴ <sup>c</sup>	۶۵/۳۷ <sup>g</sup>	۵۸/۳۱ <sup>c</sup>	۵۴/۱۰ <sup>b</sup>	۴۷/۵۳ <sup>e</sup>	۴۲/۶۷ <sup>e</sup>	۳۶/۲۹ <sup>e</sup>	۳۲/۱۷ <sup>e</sup>	۱۹/۷۶ <sup>e</sup>	۱۴/۵۹ <sup>d</sup>	ترنج
۹۰/۱۵ <sup>a</sup>	۸۳/۰۲ <sup>a</sup>	۷۳/۸۳ <sup>a</sup>	۶۷/۶۶ <sup>a</sup>	۶۳/۵۷ <sup>ab</sup>	۵۷/۸۷ <sup>a</sup>	۵۲/۷۲ <sup>a</sup>	۵۰/۷۰ <sup>a</sup>	۳۷/۴۹ <sup>a</sup>	۳۰/۷۷ <sup>a</sup>	گریپ فروت
۹۰/۷۷ <sup>a</sup>	۷۵/۹۷ <sup>d</sup>	۷۱/۴۴ <sup>a</sup>	۶۶/۹۳ <sup>a</sup>	۶۳/۵۲ <sup>ab</sup>	۵۴/۴۷ <sup>b</sup>	۴۹/۳۴ <sup>ab</sup>	۴۳/۴۲ <sup>c</sup>	۳۶/۷۴ <sup>ab</sup>	۲۷/۷۸ <sup>ab</sup>	لیموآمانی
۸۶/۵۲ <sup>b</sup>	۷۸/۴۱ <sup>c</sup>	۷۲/۲۰ <sup>a</sup>	۶۷/۰۹ <sup>a</sup>	۵۹/۹۰ <sup>c</sup>	۵۷/۹۸ <sup>a</sup>	۵۰/۷۵ <sup>cb</sup>	۴۲/۷۴ <sup>cd</sup>	۲۴/۳۱ <sup>c</sup>	۲۳/۰۸ <sup>c</sup>	لیموترش
۷۶/۴۰ <sup>c</sup>	۶۷/۵۸ <sup>f</sup>	۵۰/۲۱ <sup>c</sup>	۴۶/۰۸ <sup>c</sup>	۴۲/۹۷ <sup>f</sup>	۳۸/۰۶ <sup>f</sup>	۳۳/۷۵ <sup>f</sup>	۲۶/۸۶ <sup>f</sup>	۲۲/۷۱ <sup>d</sup>	۱۴/۰۴ <sup>d</sup>	لیموشیرین
۸۶/۹۶ <sup>b</sup>	۷۳/۸۶ <sup>e</sup>	۵۶/۵۴ <sup>b</sup>	۵۵/۵۶ <sup>b</sup>	۵۰/۲۶ <sup>d</sup>	۴۶/۸۳ <sup>d</sup>	۴۲/۹۳ <sup>d</sup>	۴۱/۱۲ <sup>d</sup>	۳۷/۴۴ <sup>a</sup>	۳۰/۷۰ <sup>a</sup>	نارنج
۸۷/۴۸ <sup>b</sup>	۷۸/۰۲ <sup>c</sup>	۷۱/۶۴ <sup>a</sup>	۶۶/۵۶ <sup>a</sup>	۶۲/۳۶ <sup>b</sup>	۵۱/۰۸ <sup>c</sup>	۴۷/۳۲ <sup>c</sup>	۴۱/۵۶ <sup>cd</sup>	۳۴/۶۷ <sup>b</sup>	۲۳/۰۸ <sup>c</sup>	نارنگی
۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۳۴	۱/۶۶	۱/۷۰	۱/۴۸	۱/۴۵	۱/۵۵	۱/۴۲	۱/۳۴	SEM

\* در هر ستون حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در بین تفاله‌ها نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ).

انکوباسیون نشان دهنده تغییرات اندک در میزان تجزیه پروتئین خام می‌باشد.

در جدول شماره ۳ مشخصات تجزیه پذیری پروتئین خام نیز ذکر شده است. بر اساس این نتایج تفاله گریپ فروت (۳۱/۹۱٪) بیشترین میزان بخش محلول (a) در میان تفاله‌های مورد بررسی را دارا بود ( $P < 0.05$ ). تفاله لیموشیرین (۶۶/۱۱٪) و نارنگی (۶۴/۸۸٪) بالاترین بخش غیر محلول (b) را دارا بودند ( $P < 0.05$ ). همچنین بیشترین و کمترین میزان نرخ تجزیه پذیری (c) به ترتیب در تفاله پرتقال (۱۰/۲۴٪) و تفاله لیموترش (۶/۳۷٪) مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان تجزیه پذیری

مقادیر تجزیه پذیری پروتئین خام انواع تفاله مرکبات در زمان‌های مختلف انکوباسیون در جدول ۴ گزارش شده است. در ساعات صفر بیشترین مقدار ناپدید شدن پروتئین خام از کیسه مربوط به تفاله‌های گریپ فروت به میزان ۳۹٪ بود ( $P < 0.05$ ). در تمامی تفاله‌های مورد مطالعه پس از ساعت ۶ انکوباسیون بیش از نصف میزان پروتئین خام موجود در تفاله مرکبات مورد تجزیه واقع شده است. در ساعت ۲۴ انکوباسیون میزان تجزیه پذیری پروتئین خام در تفاله پرتقال بیشترین (۸۲/۴۳) و در تفاله لیموترش کمترین (۷۳/۳۲٪) بود ( $P < 0.05$ ). همچنین داده‌های حاصل از ساعت ۴۸ بعد از

موثر پروتئین خام در نرخ عبور ۰/۰۳ و ۰/۰۵ در تفاله پرتقال مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

جدول ۳- مشخصات تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام تفاله مرکبات

مشخصات تجزیه پذیری پروتئین خام					مشخصات تجزیه پذیری ماده خشک					ماده خوراکی
EDCP (5%)	EDCP (3%)	c	b	a	EDDM (5%)	EDDM (3%)	c	b	a	
۷۱/۰۸ <sup>a</sup>	۷۵/۹۸ <sup>a</sup>	۱۰/۲۴ <sup>a</sup>	۴۸/۲۱ <sup>e</sup>	۳۸/۷۴ <sup>c</sup>	۶۵/۳۳ <sup>a</sup>	۷۲/۷۰ <sup>a</sup>	۴/۶۶ <sup>c</sup>	۵۸/۵۱ <sup>b</sup>	۳۷/۰۹ <sup>a</sup>	پرتقال
۶۵/۸۴ <sup>c</sup>	۷۱/۹۳ <sup>c</sup>	۷/۵۰ <sup>bc</sup>	۵۳/۳۰ <sup>c</sup>	۳۳/۹۱ <sup>c</sup>	۴۹/۲۲ <sup>e</sup>	۵۶/۲۵ <sup>d</sup>	۶/۱۳ <sup>b</sup>	۵۸/۴۱ <sup>b</sup>	۱۷/۲۰ <sup>d</sup>	ترنج
۷۰/۵۷ <sup>a</sup>	۷۵/۷۶ <sup>a</sup>	۷/۶۹ <sup>bc</sup>	۴۵/۷۶ <sup>f</sup>	۴۲/۹۳ <sup>a</sup>	۶۵/۲۷ <sup>a</sup>	۷۲/۲۳ <sup>a</sup>	۵/۳۰ <sup>bc</sup>	۵۶/۲۳ <sup>b</sup>	۳۶/۴۷ <sup>a</sup>	گریپ فروت
۶۵/۸۴ <sup>b</sup>	۷۴/۳۷ <sup>b</sup>	۶/۷۱ <sup>bc</sup>	۵۰/۹۷ <sup>d</sup>	۳۹/۲۳ <sup>b</sup>	۶۲/۵۶ <sup>a</sup>	۶۹/۵۸ <sup>b</sup>	۵/۵۸ <sup>bc</sup>	۵۷/۹۷ <sup>b</sup>	۳۲/۵۵ <sup>b</sup>	لیمومانی
۶۲/۸۰ <sup>d</sup>	۶۹/۰۱ <sup>e</sup>	۶/۳۷ <sup>c</sup>	۵۲/۰۵ <sup>cd</sup>	۳۳/۷۹ <sup>c</sup>	۶۱/۷۰ <sup>bc</sup>	۶۸/۱۵ <sup>b</sup>	۸/۰۶ <sup>a</sup>	۵۷/۸۳ <sup>b</sup>	۲۶/۰۷ <sup>c</sup>	لیموترش
۶۳/۱۵ <sup>d</sup>	۷۰/۵۲ <sup>d</sup>	۸/۰۵ <sup>bc</sup>	۶۶/۱۱ <sup>a</sup>	۲۲/۳۶ <sup>f</sup>	۴۷/۲۴ <sup>f</sup>	۵۶/۸۰ <sup>d</sup>	۳/۰۱ <sup>d</sup>	۷۴/۱۴ <sup>a</sup>	۱۹/۹۶ <sup>d</sup>	لیموشیرین
۶۵/۸۳ <sup>c</sup>	۷۲/۰۷ <sup>c</sup>	۸/۳۱ <sup>b</sup>	۵۶/۵۹ <sup>b</sup>	۳۰/۵۰ <sup>d</sup>	۵۶/۶۳ <sup>d</sup>	۵۶/۵۰ <sup>c</sup>	۲/۸۳ <sup>d</sup>	۵۷/۲۹ <sup>b</sup>	۳۲/۵۲ <sup>b</sup>	نارنج
۶۵/۴۳ <sup>c</sup>	۷۲/۸۷ <sup>c</sup>	۷/۳۶ <sup>bc</sup>	۶۴/۸۸ <sup>a</sup>	۲۶/۷۶ <sup>e</sup>	۶۱/۲۱ <sup>c</sup>	۶۸/۲۸ <sup>b</sup>	۶/۲۶ <sup>b</sup>	۵۸/۹۲ <sup>b</sup>	۲۸/۵۸ <sup>c</sup>	نارنگی
۰/۶۱	۰/۴۸	۰/۲۷	۱/۴۵	۱/۳۶	۱/۳۶	۱/۲۶	۰/۳۶	۱/۳۰	۱/۴۵	SEM

\* در هر ستون حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در بین تفاله‌ها نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ ).

a: بخش محلول، b: بخش با تجزیه پذیری کند، c: ثابت نرخ تجزیه، EDDM: تجزیه پذیری موثر ماده خشک و EDCP: تجزیه پذیری موثر پروتئین خام.

جدول ۴- درصد تجزیه پذیری پروتئین خام تفاله مرکبات در زمان‌های مختلف انکوباسیون در شکمبه\*

زمان انکوباسیون (ساعت)										ماده خوراکی
۴۸	۳۶	۲۴	۱۶	۱۲	۸	۶	۴	۲	۰	
۸۸/۰۳ <sup>b</sup>	۸۴/۳۱ <sup>a</sup>	۸۲/۴۳ <sup>a</sup>	۷۷/۹۱ <sup>a</sup>	۷۱/۸۹ <sup>a</sup>	۶۵/۵۷ <sup>a</sup>	۶۲/۰۷ <sup>a</sup>	۵۰/۰۳ <sup>a</sup>	۴۷/۰۷ <sup>a</sup>	۳۱/۷۳ <sup>b</sup>	پرتقال
۸۷/۸۷ <sup>b</sup>	۸۱/۹۹ <sup>b</sup>	۷۶/۱۶ <sup>d</sup>	۷۲/۹۴ <sup>c</sup>	۶۳/۳۷ <sup>d</sup>	۵۹/۴۲ <sup>c</sup>	۵۳/۸۶ <sup>c</sup>	۴۹/۵۶ <sup>b</sup>	۳۹/۰۸ <sup>c</sup>	۲۷/۰۰ <sup>c</sup>	ترنج
۸۹/۳۸ <sup>ab</sup>	۸۴/۲۰ <sup>a</sup>	۷۹/۶۰ <sup>bc</sup>	۷۶/۳۱ <sup>ab</sup>	۶۹/۴۳ <sup>b</sup>	۶۴/۴۱ <sup>ab</sup>	۶۰/۴۳ <sup>a</sup>	۵۶/۹۱ <sup>a</sup>	۴۷/۴۷ <sup>a</sup>	۳۹/۰۰ <sup>a</sup>	گریپ فروت
۹۰/۹۴ <sup>a</sup>	۸۳/۰۰ <sup>ab</sup>	۷۷/۷۲ <sup>cd</sup>	۷۲/۸۱ <sup>c</sup>	۶۷/۳۲ <sup>c</sup>	۶۳/۰۳ <sup>b</sup>	۵۷/۴۸ <sup>b</sup>	۴۹/۹۳ <sup>b</sup>	۴۴/۵۴ <sup>b</sup>	۳۰/۳۸ <sup>b</sup>	لیمومانی
۸۵/۴۱ <sup>c</sup>	۷۸/۲۱ <sup>c</sup>	۷۳/۳۲ <sup>e</sup>	۶۶/۰۳ <sup>d</sup>	۶۰/۸۳ <sup>e</sup>	۵۶/۹۱ <sup>d</sup>	۵۲/۸۵ <sup>c</sup>	۴۴/۲۷ <sup>d</sup>	۳۸/۴۰ <sup>cd</sup>	۳۰/۸۲ <sup>b</sup>	لیموترش
۸۸/۰۱ <sup>b</sup>	۸۴/۷۱ <sup>a</sup>	۷۷/۵۶ <sup>cd</sup>	۷۱/۳۴ <sup>c</sup>	۶۰/۲۸ <sup>e</sup>	۵۵/۴۸ <sup>de</sup>	۴۹/۶۵ <sup>d</sup>	۴۱/۱۳ <sup>e</sup>	۳۰/۴۸ <sup>e</sup>	۲۲/۶۲ <sup>d</sup>	لیموشیرین
۸۷/۷۹ <sup>b</sup>	۸۳/۸۳ <sup>a</sup>	۷۶/۹۵ <sup>d</sup>	۷۲/۱۳ <sup>c</sup>	۶۴/۹۷ <sup>d</sup>	۶۰/۵۴ <sup>c</sup>	۵۳/۶۱ <sup>c</sup>	۴۷/۱۷ <sup>c</sup>	۳۷/۴۱ <sup>cd</sup>	۲۳/۰۳ <sup>d</sup>	نارنج
۹۰/۰۸ <sup>a</sup>	۸۴/۵۹ <sup>a</sup>	۸۰/۲۷ <sup>b</sup>	۷۵/۶۴ <sup>b</sup>	۶۳/۵۱ <sup>d</sup>	۵۴/۶۴ <sup>e</sup>	۴۸/۴۷ <sup>d</sup>	۴۳/۸۳ <sup>d</sup>	۳۶/۴۷ <sup>d</sup>	۲۳/۳۷ <sup>d</sup>	نارنگی
۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۴	۰/۷۴	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۹۶	۱/۰۹	۱/۱۵	۱/۱۲	SEM

\* در هر ستون حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در بین تفاله‌ها نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ ).

ویژه نیتروژن غیرپروتئینی، پروتئین محلول در بافر باشد. در ساعات ۸ تا ۲۴ ساعت انکوباسیون شکمبه‌ای روند رو به رشدی در میزان تجزیه پذیری پروتئین خام تفاله‌های مورد مطالعه مشاهده شد که می‌تواند به دلیل

در زمان صفر تفاله گریپ فروت بیشترین و تفاله‌های نارنج و نارنگی دارای کمترین میزان تجزیه پذیری بودند ( $P < 0/05$ ) که این تفاوت‌های موجود در بین تفاله‌ها می‌تواند ناشی از تنوع بخش‌های مختلف پروتئین به



یافت. با افزایش نرخ عبور مواد از شکمبه دسترسی میکروارگانیزم‌های شکمبه به مواد خوراکی کاهش می‌یابد (وود و همکاران ۲۰۰۳).

مقادیر تولید گاز حاصل از تفاله‌های مرکبات در جدول شماره ۵ آورده شده است. در تمامی ساعات انکوباسیون به جز ساعت ۴۸ بعد از انکوباسیون بیشترین میزان تولید گاز (میلی لیتر به ازای هر گرم ماده خشک) مربوط به تفاله لیموترش بود ( $P < 0/05$ ). کمترین میزان تولید گاز در ساعت ۲ بعد از انکوباسیون در تفاله‌های پرتقال و ترنج مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). روند کند تولید گاز در ساعت اولیه در تفاله‌های گریپ فروت و لیموآمانی در ساعات ۱۲ بعد از انکوباسیون افزایش یافت و همچنان تا پایان انکوباسیون ادامه یافت و از لحاظ آماری نیز تحت تاثیر قرار گرفت ( $P < 0/05$ ). بامپیدیس و رابینسون (۲۰۰۶) گزارش کردند که تفاله مرکبات حاوی ۲۴/۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک قندهای محلول می‌باشند. همچنین بر اساس گزارشات سان ولد (۱۹۹۵) حدود ۴۵۰ گرم در کیلوگرم دیواره سلولی تفاله مرکبات از پکتین تشکیل شده است که در شکمبه با سرعت بالا و به میزان زیادی تخمیر می‌شود که می‌تواند دلیل مقادیر قابل توجه تولید گاز در ساعات اولیه انکوباسیون باشد. با توجه مقادیر ماده خشک و همچنین میزان بالای بخش محلول (a) پروتئین خام حاصل از آزمایش کیسه‌های نایلونی، همزمانی دسترسی این مواد مغذی برای رشد میکروارگانیزم‌ها می‌تواند دلیل میزان بالای تولید گاز تفاله‌های مرکبات در ساعت اولیه تولید گاز باشد (هنینگ و همکاران ۱۹۹۳).

پارامترهای تخمینی مربوط به تولید گاز انرژی قابل متابولیسم (ME)، انرژی ویژه شیردهی ( $NE_L$ )، ماده آلی قابل هضم (DOM) اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA)، تولید گاز بخش محلول و غیر محلول (A) و نرخ تولید گاز (c) در جدول ۵ آورده شده است. بیشترین میزان تولید گاز در ۲۴ ساعت اول پس از انکوباسیون و پارامترهای تخمینی در تفاله‌های لیموآمانی و لیموترش

تغییرات غلظت باکتری‌های شکمبه در طول تجزیه و افزایش سرعت رشد باکتری در پاسخ به دریافت مواد مغذی جهت رشد و تکثیر این میکروارگانیزم‌ها باشد (بریانت و رابینسون ۱۹۶۸). میزان تجزیه پذیری پروتئین خام در ساعت ۴۸ بعد از انکوباسیون در لیموآمانی و نارنگی بیشترین و در لیموترش کمترین میزان تجزیه پذیری پروتئین خام مشاهده شد. که این اختلافات می‌تواند ناشی از تنوع در بخش‌های مختلف غیر محلول در بافر، پروتئین غیر محلول در بافر خنثی و پروتئین غیر محلول در شوینده اسیدی باشد (تقی‌زاده و همکاران ۱۳۸۲).

مقادیر a و b پروتئین خام تفاله پرتقال گزارش شده توسط انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC) (۲۰۰۱) در مقایسه با نتایج حاصل از این آزمایش بیشتر بود، همچنین ثابت تجزیه پذیری در تحقیق حاضر بیشتر از مقادیر گزارش شده توسط NRC (۲۰۰۱) بود. ناظم و همکاران (۱۳۸۷) مقادیر a، b و c پروتئین خام در تفاله پرتقال را به ترتیب ۳۹/۲، ۴۷/۲ و ۸/۴۲ درصد را گزارش کردند که مقدار a و b با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشت، در صورتیکه مقادیر c در این تحقیق از مقادیر بررسی حاضر کمتر بود که می‌تواند ناشی از اختلاف در وارسته میوه‌های مورد استفاده و همچنین اختلاف در آماده سازی نمونه‌ها پیش از انکوباسیون کیسه‌ها باشد (تارگوت و یانار ۲۰۰۴). پیرا و گونزالس (۲۰۰۴) a، b و c پروتئین خام را به ترتیب ۳۱/۹، ۵۵/۵ و ۵/۹۶ درصد گزارش کردند که مقادیر c با نتایج این تحقیق مشابهت نداشت اما مقادیر a و b گزارش شده مشابهت داشت.

دمارتینس و همکاران (۱۹۹۹) میزان تجزیه پذیری موثر ماده خشک و پروتئین خام تفاله مرکبات در نرخ‌های عبور ۰/۳ به ترتیب مقادیر ۷۹/۸ و ۷۰/۴ گزارش شد که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت نداشت. همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش میزان نرخ عبور از ۰/۳ به ۰/۵ میزان تجزیه پذیری موثر کاهش

تخمینی و میزان تولید گاز نشان دهنده این امر است که در تفاله‌های با تولید گاز بیشتر پارامترهای تخمینی از مقادیر بالاتری برخوردار هستند. منسوری و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی نشان دهنده بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و همچنین ازت قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم می‌باشد. با توجه به پارامترهای تخمینی حاصل از آزمایش تولید گاز، نتایج پژوهش حاضر نیز این موضوع را تأیید می‌کند.

مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). بخش A (بخش محلول و بخش غیرمحلول) لیموامانی و گریپ فروت به ترتیب با ۴۲۷/۵۷ و ۴۲۰/۱۷ در مقایسه با سایر تفاله‌ها بیشترین مقادیر را دارا بودند ( $P < 0.05$ ). همچنین در تفاله‌های لیموترش (۹/۷۲٪) و پرتقال (۵/۶۷٪) به ترتیب بیشترین و کمترین نرخ تولید گاز (c) حاصل شد. مقادیر بالای بخش A می‌تواند به دلیل مقادیر بالای کربوهیدرات‌های محلول (میرون و همکاران ۲۰۰۱) و فیبر محلول (بامپیدیس و رابینسون ۲۰۰۶) در این خوراکی‌ها باشد. پارامترهای

جدول شماره ۵- میزان تولید گاز تفاله مرکبات در زمان‌های انکوباسیون (میلی لیتر در گرم ماده خشک)\*

زمان انکوباسیون (ساعت)									
۴۸	۳۶	۲۴	۱۶	۱۲	۸	۶	۴	۲	
۳۵۶/۸۱ <sup>d</sup>	۳۳۴/۲۰ <sup>e</sup>	۲۹۴/۲۸ <sup>d</sup>	۲۰۰/۷۶ <sup>e</sup>	۲۰۰/۷۶ <sup>e</sup>	۱۵۲/۳۳ <sup>c</sup>	۱۲۸/۴۳ <sup>cd</sup>	۴۷/۸۸ <sup>d</sup>	۲۶/۴۶ <sup>d</sup>	پرتقال
۳۶۱/۰۲ <sup>d</sup>	۳۴۱/۰۸ <sup>cd</sup>	۲۶۹/۶۲ <sup>e</sup>	۲۰۴/۰۹ <sup>de</sup>	۲۰۴/۰۹ <sup>de</sup>	۱۶۳/۱۰ <sup>bc</sup>	۱۲۰/۸۸ <sup>d</sup>	۶۲/۸۸ <sup>d</sup>	۲۶/۵۴ <sup>d</sup>	ترنج
۳۹۷/۲۰ <sup>ab</sup>	۳۷۵/۵۹ <sup>a</sup>	۳۳۲/۶۵ <sup>b</sup>	۲۶۲/۷۶ <sup>b</sup>	۲۶۲/۷۶ <sup>b</sup>	۱۷۳/۵۴ <sup>b</sup>	۱۳۴/۸۷ <sup>bc</sup>	۵۴/۶۵ <sup>cd</sup>	۳۰/۷۶ <sup>bcd</sup>	گریپ فروت
۴۰۵/۵۳ <sup>a</sup>	۳۷۲/۳۸ <sup>ab</sup>	۳۳۴/۱۲ <sup>ab</sup>	۲۴۷/۷۲ <sup>bc</sup>	۲۴۷/۷۲ <sup>bc</sup>	۱۶۶/۴۲ <sup>bc</sup>	۱۳۵/۳۱ <sup>bc</sup>	۴۳/۴۲ <sup>cd</sup>	۲۸/۶۵ <sup>cd</sup>	لیموامانی
۳۹۹/۸۸ <sup>ab</sup>	۳۸۳/۷۰ <sup>a</sup>	۳۵۳/۵۳ <sup>a</sup>	۳۱۵/۰۵ <sup>a</sup>	۳۱۵/۰۵ <sup>a</sup>	۲۱۸/۸۳ <sup>a</sup>	۱۷۷/۹۴ <sup>a</sup>	۱۰۳/۵۴ <sup>a</sup>	۵۸/۱۲ <sup>a</sup>	لیموترش
۳۸۱/۷۷ <sup>bc</sup>	۳۵۹/۳۷ <sup>bc</sup>	۳۳۲/۲۷ <sup>b</sup>	۲۴۴/۲۷ <sup>c</sup>	۲۴۴/۲۷ <sup>c</sup>	۱۷۰/۹۸ <sup>b</sup>	۱۳۹/۴۲ <sup>b</sup>	۵۸/۹۸ <sup>bc</sup>	۲۹/۸۷ <sup>dc</sup>	لیموشیرین
۳۷۲/۵۸ <sup>cd</sup>	۳۵۰/۶۲ <sup>cd</sup>	۳۱۵/۶۸ <sup>bc</sup>	۲۶۰/۶۰ <sup>b</sup>	۲۶۰/۶۰ <sup>b</sup>	۱۶۵/۹۹ <sup>bc</sup>	۱۱۹/۰۲ <sup>d</sup>	۶۲/۲۰ <sup>b</sup>	۳۵/۰۹ <sup>b</sup>	نارنج
۳۶۳/۴۷ <sup>cd</sup>	۳۴۲/۸۵ <sup>ed</sup>	۲۹۷/۳۲ <sup>cd</sup>	۲۱۸/۲۵ <sup>d</sup>	۲۱۸/۲۵ <sup>d</sup>	۱۶۲/۱۱ <sup>bc</sup>	۱۲۶/۹۹ <sup>cd</sup>	۵۰/۵۴ <sup>cd</sup>	۳۵/۰۹ <sup>bc</sup>	نارنگی
۳/۳۱	۲/۹۵	۴/۲۸	۵/۴۰	۴/۴۳	۳/۱۰	۲/۷۷	۲/۶۸	۱/۴۹	SEM

\* در هر ستون حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در بین تفاله‌ها نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ).

پژوهشگران گزارش کردند که با افزایش گاز تولیدی، قابلیت هضم ماده آلی نیز افزایش می‌یابد که نشان دهنده این موضوع است که تولید گاز یک بخش لاینفک از تخمیر مواد خوراکی است. داده‌های حاصل از پژوهش حاضر نیز این موضوع را تأیید می‌نماید. سانولد و همکاران (۱۹۹۵) میزان ناپدید شدن ماده آلی در تفاله مرکبات را به میزان ۶۳۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند که با نتایج حاصل از قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک حاصل از تفاله گریپ فروت مطابقت داشت. جدول ۵ نشان دهنده ارتباط بین تولید گاز و قابلیت هضم ماده آلی می‌باشد.

انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC) (۲۰۰۱) میزان  $NE_L$  تفاله پرتقال خشک را ۷/۳۶ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک گزارش کرد. همچنین بامپیدیس و رابینسون (۲۰۰۶) با بررسی تعدادی از تحقیقات انجام شده میانگین میزان ME تفاله پرتقال را ۱۲/۴۷ گزارش کردند که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت نداشت. در این مطالعه در تفاله‌هایی که مقادیر ME و  $NE_L$  بالاتری را دارا بودند مقادیر DOM بالاتری نیز مشاهده شد. در همین راستا همبستگی مثبتی بین تولید گاز، ME و  $NE_L$  محاسبه شده با قابلیت دسترسی و قابلیت هضم ترکیبات خوراکی، بویژه کربوهیدرات توسط مطرح شده است (آپاتاناکیت و همکاران ۱۹۹۴). همچنین این

همکاران (۲۰۰۱). در این راستا هگفیل و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که تفاله مرکبات با دارا بودن مقادیر بالایی از کربوهیدرات‌های سریع التخمیر در حضور منابع پروتئین با قابلیت دسترسی بالا، افزایش سنتز پروتئین میکروبی را موجب شد. در این مطالعه گزارش شده است که در جیره‌های دارای تفاله مرکبات در مقایسه با جیره‌های در بردارنده ذرت بازده تولید پروتئین میکروبی افزایش یافت.

تفاله‌های لیمومانی و لیموترش بیشترین میزان پروتئین میکروبی (MP) را دارا بود ( $P < 0.05$ ). مقادیر پروتئین میکروبی برآورد شده در تفاله مرکبات از مقادیر گزارش شده در دانه جو (۷۲/۱۹ گرم در کیلوگرم ماده آلی) و دانه ذرت (۷۲/۰۰ گرم در کیلوگرم ماده آلی) گزارش شده توسط پرنیان خواجه دیزج و همکاران (۱۳۹۰) بیشتر می‌باشد. نتایج این مطالعه در راستای افزایش سنتز پروتئین میکروبی با استفاده از تفاله مرکبات با نتایج پژوهشگران قبلی نیز مطابقت داشت (آریزا و

جدول شماره ۶- پارامترهای تخمینی تولید گاز تفاله مرکبات

c	A	GP	MP	SCFA	DOM	NE <sub>l</sub>	ME	پارامترهای تخمینی <sup>†</sup>
۰/۶۷ <sup>g</sup>	۳۸۸/۰۹ <sup>d</sup>	۵۷/۷۰ <sup>d</sup>	۱۲/۹۸ <sup>d</sup>	۱/۲۷ <sup>d</sup>	۶۷/۲۵ <sup>d</sup>	۹/۷۴ <sup>b</sup>	۱۰/۲۲ <sup>d</sup>	پرتقال
۰/۰ <sup>h</sup>	۳۹۶/۳۳ <sup>cd</sup>	۴۹/۶۴ <sup>e</sup>	۱۱/۴۱ <sup>e</sup>	۱/۰۹ <sup>e</sup>	۵۹/۱۵ <sup>e</sup>	۸/۰۲ <sup>c</sup>	۸/۹۳ <sup>e</sup>	ترنج
۶/۸۹ <sup>b</sup>	۴۲۰/۱۷ <sup>ab</sup>	۶۶/۶۲ <sup>ab</sup>	۱۴/۷۱ <sup>ab</sup>	۱/۴۷ <sup>ab</sup>	۷۶/۲۱ <sup>ab</sup>	۹/۷۰ <sup>b</sup>	۱۱/۶۰ <sup>ab</sup>	گریب فروت
۰/۶۲۷ <sup>d</sup>	۴۲۷/۵۷ <sup>a</sup>	۶۸/۲۲ <sup>a</sup>	۱۵/۰۲ <sup>a</sup>	۱/۵۰ <sup>a</sup>	۷۷/۸۳ <sup>a</sup>	۱۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۱/۸۸ <sup>a</sup>	لیمومانی
۰/۹۷۳ <sup>a</sup>	۴۰۷/۹۲ <sup>bc</sup>	۷۰/۸۸ <sup>a</sup>	۱۵/۵۳ <sup>a</sup>	۱/۵۷ <sup>a</sup>	۸۰/۴۵ <sup>a</sup>	۱۰/۵۴ <sup>a</sup>	۱۲/۲۵ <sup>a</sup>	لیموترش
۶/۶۱ <sup>c</sup>	۴۰۸/۶۱ <sup>bc</sup>	۶۳/۴۲ <sup>bc</sup>	۱۴/۰۸ <sup>bc</sup>	۱/۴۰ <sup>bc</sup>	۷۲/۹۸ <sup>bc</sup>	۹/۵۳ <sup>b</sup>	۱۱/۱۰ <sup>bc</sup>	لیموشیرین
۶/۰ <sup>e</sup>	۳۹۶/۳۳ <sup>cd</sup>	۶۲/۵۸ <sup>bc</sup>	۱۳/۹۲ <sup>bc</sup>	۱/۳۸ <sup>bc</sup>	۷۲/۱۲ <sup>bc</sup>	۹/۴۶ <sup>b</sup>	۱۰/۹۶ <sup>bc</sup>	نارنج
۵/۹۰ <sup>f</sup>	۳۹۲/۳۴ <sup>cd</sup>	۵۹/۸۳ <sup>cd</sup>	۱۳/۳۷ <sup>cd</sup>	۱/۳۲ <sup>cd</sup>	۶۹/۲۸ <sup>dc</sup>	۹/۱۸ <sup>c</sup>	۱۰/۵۲ <sup>dc</sup>	نارنگی
۰/۲۶	۳/۱۵	۱/۳۷	۰/۲۶	۰/۰۳	۱/۳۷	۰/۱۸	۰/۲۱	SEM

\* در هر ستون حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در بین تفاله‌ها نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ).

ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، NEL: انرژی ویژه شیردهی (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، DOM: ماده آلی قابل هضم (% ماده خشک) SCFA: میزان اسیدهای چرب کوتاه رنجیر (میلی مول در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، MP: پروتئین میکروبی (گرم در کیلوگرم ماده آلی قابل هضم)، GP: میزان تولید گاز در ساعت ۲۴ بعد از انکوباسیون (میلی لیتر در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، A تولید گاز بخش محلول و غیر محلول و C نرخ تولید گاز (بر اساس درصد).

از آزمایش تولید گاز نشان داد که بطور کلی کربوهیدرات‌های موجود در تفاله مرکبات جز مواد سریع التخمیر هستند. ارسکف و ریل (۱۹۹۰) گزارش کردند که کربوهیدرات‌های با سرعت تخمیر بالا تولید کننده مقادیر بالاتری از پروپیونات بوده و نسبت استات به پروپیونات را کاهش می‌دهند. اما گتاچیو و همکاران (۱۹۹۸) در تفسیر میزان گاز تولیدی در آزمایش تولید گاز بر این باورند که در خوراک‌های همراه با تولید استات بیشتر در فرآیند تخمیر، میزان تولید گاز بالاتر خواهد. ساتون و

بر اساس گزارشات گتاچیو و همکاران (۱۹۹۸) اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، پروتئین میکروبی و گازهای تولید شده (به طور عمده متان و دی اکسید کربن) حاصل تخمیر کربوهیدرات می‌باشند و چربی‌ها و پروتئین نقش اندکی در تولید مواد حاصل از تخمیر دارند. منشا اصلی گاز تولیدی ناشی از تبدیل کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات می‌باشد اما در این بین تبدیل کربوهیدرات به استات و بوتیرات نقش مهمی در میزان گاز تولیدی دارد (بلومل و ارسکف ۱۹۹۳). نتایج حاصل

پی داشت که می‌تواند به دلیل تولید استات بالاتر حاصل از تخمیر تفاله مرکبات باشد.

### نتیجه‌گیری

مقادیر تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام نشان دهنده وجود اختلافاتی در فراسنجه‌های برآورد شده ناشی از اختلاف در ترکیبات مواد مغذی در انواع تفاله مرکبات می‌باشد. با توجه به مقادیر بالای انرژی تفاله مرکبات، از این پسماندها می‌توان به عنوان یک خوراک غنی از انرژی جهت تامین احتیاجات رشد و شیرواری در نشخوارکنندگان استفاده کرد. همچنین با توجه پتانسیل بالای تجزیه پذیری دیواره سلولی در تفاله‌های ذکر شده از این خوراکی‌ها می‌توان به عنوان یک فیبر غیر علوفه‌ای در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده کرد.

همکاران (۱۹۸۷) گزارش کرد که تفاله مرکبات در هنگام تخمیر در مقایسه با خوراکی‌های غنی از نشاسته مقادیر کمتری از پروپیونات و لاکتات را تولید کرده و مشکلات حاصل از خوراکی‌های با نرخ بالای تجزیه پذیری را در بر ندارد. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از گتاچیو و همکاران (۱۹۹۸) و همچنین ساتون و همکاران (۱۹۸۷) می‌توان نتیجه گرفت که در تفاله مرکبات با وجود نرخ بالای تجزیه پذیری مقادیر بالاتری از استات در هنگام تخمیر تولید می‌شود. بالیاسیکس و سیرگوگیانی (۱۹۹۶) تاثیرات جیره‌های شامل تفاله خشک مرکبات بر عملکرد و متابولیت‌های سرم خون و ترکیبات شیر را در ۲۰ گاو شیرده مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند که در جیره‌های حاوی تفاله مرکبات مقدار چربی شیر در مقایسه با جیره‌های شاهد افزایش معنی داری را در

### منابع مورد استفاده

- پرینان خواجه دیزج ف، تقی‌زاده، مقدم غ و جانمحمدی ح، ۱۳۹۰. استفاده از روش تولید گاز جهت بررسی اثرات زمان‌های مختلف پرتوتابی میکروویو بر فراسنجه‌های تغذیه‌ای دانه‌های جو و ذرت. مجله پژوهش‌های علوم دامی، جلد ۲۱، شماره ۱، صفحه‌های ۱۵-۲۷.
- تقی‌زاده، دانش مسگران م، ولی‌زاده ر، افتخار شاهرودی ف، ۱۳۸۲. بررسی مدل‌های هضمی شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام برخی مواد خوراکی با استفاده از کیسه‌های نایلونی متحرک. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۳، شماره ۱، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۱۳.
- ریاسی، اله رسانی ع، نعیمی پور ح و حسن فتحی م، ۱۳۸۸. مقایسه‌ی روش‌های اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در علوفه‌ها و محصولات فرعی خوراک. مجله پژوهش‌های علوم دامی، جلد ۱۹، شماره ۱، صفحه‌های ۹۱-۱۰۳.
- منصوری ه، نیکخواه ع، رضائیان م، مرادی م و میرهادی ا، ۱۳۸۲. تعیین میزان تجزیه پذیری علوفه با استفاده از فن تولید گاز و کیسه‌های نایلونی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۴، شماره ۲، صفحه‌های ۴۹۵-۴۰۷.
- ناظم ک، روزبهان ی، و شجاع‌الساداتی ع، ۱۳۸۷. ارزش غذایی تفاله مرکبات (لیمو و پرتقال) عمل‌آوری شده با قارچ نروسپورا سیتوفیلا. علوم و فنون کشاورزی، شماره ۴۳، صفحه‌های ۴۹۵ تا ۵۰۵.
- Ammennan CB and Henry PR, 1991. Citrus and vegetable products for ruminant animals. Page 103 in Proc. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle St Louis MO.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC international. AOAC international. Maryland, USA.
- Ariza P, Bach A, Stern MD and Hall MB, 2001. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. J Anim Sci 79: 2713-2718.
- Bampidas VA and Robinson PH, 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. Anim Feed Sci Technol 128: 175-217.
- Baryant MP and Robinson M, 1968. Effects of diet, time after feeding and position sample on number of variable bacteria in the bovine rumen. J Dairy Sci 51: 1950-1955.
- Belibasakis NG and Tsirgogianni D, 1996. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. Anim Feed Sci Technol 60: 87-92.

- Blummel M and Orskov ER, 1993. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 40: 109–119.
- Carro MD, Lopez S, Gonzalez JS and Ovejero FJ, 1994. Comparison of laboratory methods for predicting digestibility of hay in sheep. *Small Rumin Res* 14: 9–17.
- Czerkawski JW, 1986. An introduction to rumen studies. Pergamon Press, Oxford, UK.
- De Martins AS, Zeoula LM, Do Prado IN, Martins EN and Loyola VR, 1999. Ruminant in situ degradability of dry matter and crude protein of corn and sorghum silages and some concentrate feeds. *Rev Bras Zootec* 28: 1109–1117.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Website: <http://www.faostat.fao.org>.
- Fedorak PM and Hrudehy SE, 1983. A Simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultuvesin serum bottles. *Environ Technol Lett* 4: 425-435.
- Getachew G, Blummel M, Makkar HPS and Becker K, 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Anim Feed Sci Technol* 72: 261–281.
- Getachew G, Makkar HPS and Becker K, 2002. Tropical browses: content of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and in vitro gas production. *J Agric Sci* 139: 341-352.
- Grasser LA, Fadel JG, Garnett I and DePeters EJ, 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *J Dairy Sci* 78: 962–971.
- Harris B, 1991. Value of high-fiber alternative feedstuffs as extenders of roughage sources. 138 in *Roc. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle*, St. Louis, MO.
- Henning PH, Steyn DG and Meissner HH, 1993. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *J Anim Sci* 71: 2516–2528.
- Highfill BD, Boggs DL, Amos HE and Crickman JG, 1987. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. *J Anim Sci* 65: 224–234.
- Marston HR, 1948. The fermentation of cellulose by organisms from the rumen of sheep. *Biochem J* 42: 564–574.
- Martinez-Pascual J and Fernandez-Carmona J, 1980. Composition of citrus pulp. *Anim Feed Sci Technol* 5: 1–10.
- McDougall EI, 1948. The composition and output of sheep in salvia. *Biochem J* 43: 99-109.
- Mehrez AZ and Orskov ER, 1977. A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J Agric Sci* 88: 645–650.
- Menke KH, Rabb L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, and Schnider W, 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feed stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor In vitro. *J Agr Sci* 93: 217-222.
- Minson DJ, 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, San Diego, CA, 482 pp.
- Miron J, Yosef E and Ben-Ghedalia D, 2001. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. *J Agric Food Chem* 49: 2322–2326.
- National Research Council (NRC), 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Opatpatanakit Y, Kellaway RC, Lean IJ, Annison G and Kirby A, 1994. Microbial fermentation of cereal grains in vitro. *Aust J Agric Res* 45: 1247-1263.
- Orskov ER and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agric Sci* 92: 499–503.
- Orskov ER and Ryle M, 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier, London, 149 pp.
- Orskov ER, Hughes Jones M and Elimam ME, 1983. Studies on degradation and outflow rate of protein supplements in the rumen of sheep and cattle. *Livest Prod Sci* 10: 17–24.
- Pereira JC and González J, 2004. Rumen degradability of dehydrated beet pulp and dehydrated citrus pulp. *Anim Res* 53: 99-110.
- Pinzon FJ and Wing JM, 1975. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. *J Dairy Sci* 59:1100-1109.
- Scerra V, Caridi A, Foti F and Sinatra MC, 1999. Influence of dairy *Penicillium* spp. on nutrient content of citrus fruit peel. *Anim Feed Sci Technol* 78: 169–176.

- Silva AG, Wanderley RC, Pedroso AF and Ashbell G, 1997. Ruminal digestion kinetics of citrus peel. *Anim Feed Sci Technol* 68: 247–257.
- Sunvold GD, Hussein HS, Fahey Jr GC, Merchen NR and Reinhart GA, 1995. In vitro fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. *J Anim Sci* 73: 3639–3648.
- Sutton JD, Bines JA, Morant SV, Napper DJ and Givens DI, 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. *J Agri Sci* 109: 375–386.
- Turgut L and Yanar M, 2004. In situ dry matter and crude protein degradation kinetics of some forages in Eastern Turkey. *Small Rum Res* 52: 217–222.
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74: 3583–3597.
- Van Soest PJ, 1994. *Nutritional Ecology of Ruminants*, 2nd edn. Cornell University.
- Woods VB, Moloney AP and O'Mara FP, 2003. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals Part II: In situ ruminal degradability of crude protein. *Anim Feed Sci Technol* 110: 131–143.