Archi f SID

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد هفتم، شماره دوم، ۱۳۹۸
http://ejrr.gau.ac.ir
۸۳-۹۶

تعیین ارزش غذایی، تخمیرپذیری و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بقایای زراعی دو واریته کینوآ

***پیروز شاکری[۱]، امید دیانی[۲]، محمد اسدی کرم[۳]، حمید نجفی‌نژاد[۴] و علی‌رضا آقاشاهی[۵]**

[۱]استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، [۲]استاد و [۳]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۴]استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
[۵]دانشیار بخش تحقیقات تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۹

چکیده

سابقه و هدف: شبه غله کینوآ (*Chenopodium quinoa* willd.) گیاهی یکساله از خانواده کنوپودیاسه است و با توجه به نیاز آبی پائین، مقاومت به خشکی و شوری و ارزش غذایی بالای دانه مورد توجه جهانی قرار گرفته است. با ورود بذر کینوآ به کشور، کاشت آن در حال گسترش است و همزمان با تولید دانه مقادیر زیادی از بقایای زراعی نیز تولید می‌شود، که اطلاعات در رابطه با ارزش غذایی و گوارش‌پذیری آن بسیار محدود است. این آزمایش با هدف تعیین ارزش غذایی و گوارش‌پذیری بقایای زراعی دو واریته کینوآ انجام شد.

مواد و روش‌ها: برداشت گیاه کامل کینوآ از دو واریته سجاما و سجاما ایرانشهر از یک مزرعه آزمایشی انجام شد. پس از خشک شدن گیاه در سایه، دانه‌ها جدا شدند و از بقایای زراعی جهت تعیین ترکیبات شیمیایی، تخمیرپذیری، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و تعیین میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای استفاده شد.

یافته‌ها: غلظت ترکیبات شیمیایی شامل پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بین دو واریته کینوآ اختلاف معنی‌داری نداشتند. تولید گاز پس از ۲۴ ساعت، پتانسیل تولید گاز (b)، نرخ تولید گاز (c)، غلظت اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و انرژی قابل سوخت‌وساز در بقایای زراعی دو واریته کینوآ برابر و مشابه با یک نمونه علوفه یونجه مورد آزمایش بود. میزان ناپدید شدن ماده خشک در شکمبه و در کل دستگاه گوارش در واریته سجاما از واریته سجاما ایرانشهر کمتر ($P<0/01$) بود، اما میزان ناپدیدشدن پس از شکمبه‌ای ماده خشک در هر دو واریته برابر بود. همچنین غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه بالا (بخش a)، غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه کند (بخش b) و همچنین ثابت نرخ تجزیه (c) در واریته سجاما در مقایسه با واریته سجاما ایرانشهر کمتر ($P<0/05$) بود.

نتیجه‌گیری: غلظت پروتئین خام در بقایای زراعی دو واریته کینوآی مورد مطالعه حدود ۱۳ درصد و به‌طور قابل ملاحظه‌ای از پروتئین خام در کاه غلات و یا سایر بقایای کشاورزی بیشتر بود. از سوی دیگر ضرائب تجزیه‌پذیری مناسب و میزان ناپدید شدن ۵۵ تا ۶۰ درصدی ماده خشک این بقایا در دستگاه گوارش، نشان می‌دهد که بقایای زراعی کینوآ می‌تواند به‌صورت

*نویسنده مسئول: Pirouz_shakeri@yahoo.co.uk

www.SID.ir

Archive of SID

مخلوط با سایر علوفه‌ها در تغذیه دستی و یا حتی به تنهایی به‌صورت استفاده از پس‌چر مزرعه کینوآ خوراک مناسبی برای نشخوارکنندگان باشد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات شیمیایی، تولید گاز، قابلیت هضم، کاه کینوآ، کیسه‌های نایلونی

مقدمه

شبه غله کینوآ (*Chenopodium quinoa* willd.) گیاهی یکساله و پهن برگ است که به خانواده گیاهی کنوپودیاسه تعلق دارد. دانه این گیاه مشابه با غلات مصرف می‌شود و نقش مهمی در تغذیه مردم آمریکای جنوبی دارد (۱۱). برای معرفی گیاه کینوآ به مردم جهان و نقشی که این گیاه می‌تواند در ایجاد امنیت غذایی و افزایش درآمد تولیدکنندگان داشته باشد، با تصویب مجمع عمومی سازمان ملل متحد، سال ۲۰۱۳ به‌عنوان سال بین‌المللی کینوآ نام‌گذاری شده است (۲۶). این گیاه به‌دلیل دارا بودن کیفیت و ارزش غذایی بالا از لحاظ اسیدهای آمینه ضروری (لیزین، متیونین و سیستین)، ویتامین‌های تیامین و C و عناصر معدنی ضروری در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته‌است (۲۲). دانه این گیاه در مقایسه با غلات ارزش غذایی بالاتری دارد و از لحاظ کیفیت پروتئین، انرژی، کلسیم، فسفر، آهن و ویتامین B نسبت به دانه جو، یولاف، برنج، ذرت و گندم غنی‌تر است (۲۷). از سوی دیگر قیمت جهانی کینوآ به‌مراتب از غلات و به‌ویژه گندم بالاتر است و کاشت آن سوددهی بالاتری برای کشاورزان به‌همراه دارد. کاشت این گیاه در مقایسه با گندم به آب، کود و عملیات زراعی کمتری نیاز دارد و به‌دلیل مقاومت بالا به تنش‌های خشکی و شوری، مقاومت بالا به شوری در مقایسه با غلات، تنوع ژنتیکی، تطابق‌پذیری با اقلیم‌های مختلف و ارزش غذایی مطلوب می‌تواند گیاهی مناسب برای کاشت در شرایط کشور باشد (۲۳). در سال‌های اخیر بذر کینوآ وارد کشور شده و بررسی در زمینه سازگاری، بومی‌سازی و جایگزینی کاشت این گیاه با سایر غلات در حال انجام است (۲۶). مشابه سایر گیاهان زراعی، هم‌زمان با تولید دانه کینوآ، مقداری کاه نیز تولید می‌شود که احتمالاً پتانسیل استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان را دارد، هر چند اطلاعات در این زمینه بسیار محدود است.

در یک مطالعه میزان پروتئین خام، فیبرنامحلول در شوینده خنثی[1] و اسیدی[2]، خاکسترخام، کلسیم و فسفر در بقایای زراعی کینوآ به ترتیب ۱۰/٤، ٤۸/۷، ۲۷/۵، ۱۲/۸، ۰/٦٦ و ۰/۱٤ درصد تعیین شده است (۲۱)، که نشان می‌دهد میزان پروتئین خام آن در مقایسه با کاه غلات و سایر محصولات فرعی کشاورزی بالاتر است. علاوه بر این‌که برگ کینوآ حاوی مقادیر متنابهی از ترکیبات فنلی شامل فرولیک (Ferolic)، سیناپینیک (Sinapinic)، اسیدگالیک (Galic Acid)، کامفرول (Kaempferol)، ایزورامنتین (Isorhamnetin) و روتین (Rutin) است، و عصاره شیمیایی و عصاره هضمی برگ آن نشان داده‌اند که تأثیر ممانعت‌کننده بر فعالیت لیپوکسیژنازها (Lipoxygenase) را دارند (۷). در آزمایشی ۲۰ درصد کاه کینوآ یا ۲۰ درصد علوفه یونجه خشک جایگزین علوفه جو در جیره شتر لاما گردید. نتایج نشان داد که مصرف خوراک و قابلیت هضم ماده خشک تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار

1 - Netural Detergent Fiber (NDF)

2 - Acid Detergent Fiber (ADF)

www.SID.ir

Archive of SID

نگرفت، در حالی‌که جیره با کاه کینوآ قابلیت هضم نیتروژن بالاتر و میزان نیتروژن دفعی از طریق ادرار کمتری نسبت به دو جیره دیگر داشت (۲۱).

از آن‌جا که با گسترش کاشت کینوآ در کشور، مقادیر زیادی بقایای زراعی کینوآ نیز تولید می‌شود. هدف از انجام این آزمایش بررسی ارزش غذایی بقایای زراعی دو واریته کینوآ از طریق تعیین ترکیبات شیمیایی، تخمیرپذیری، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و همچنین تعیین میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

برای بررسی عملکرد کمی و کیفی گیاه کینوآ در شهرستان کرمان، دو واریته سجاما و سجاما ایرانشهر از این گیاه در قالب یک آزمایش زراعی کاشت گردید. پس از انجام عملیات کاشت و داشت، برداشت به‌صورت دستی و با داس از پنج سانتی‌متری بالای یقه گیاه انجام شد و گیاهان برداشت شده در سایه خشک شدند. پس از خشک شدن کامل گیاه، دانه‌های آن‌ها با تکاندن بوته‌ها جدا شد و بقایای زراعی ابتدا با خرمنکوب خرد شدند و سپس با آسیاب آزمایشگاهی مجهز به غربال ۱ میلی‌متر آسیاب گردیدند.

ترکیب شیمیایی بقایای زراعی دو واریته کینوآ تعیین شد. برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) از دستگاه تجزیه فیبر (Fibertec 2010, Auto fiber analysis system (Foss Analytical, Denmark) استفاده شد. پروتئین خام با دستگاه میکروکلدال (Kjeldal Vap50 Gerhardt, Germany) و عصاره اتری با دستگاه سوکسله تعیین گردید. خاکستر خام با سوزاندن نمونه‌ها در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی (Shimfan F-47, Iran) تعیین شد (۱).

برای تعیین تخمیرپذیری نمونه‌های بقایای زراعی کینوآ در شرایط آزمایشگاهی تولید گاز، از روش فدوراک و هرودی (٦) استفاده شد. در این روش ۲۵۰ میلی‌گرم از نمونه‌های هر دو واریته کینوآ، یک نمونه کاه گندم و یک نمونه علوفه یونجه (برای مقایسه) با چهار تکرار در داخل شیشه‌های ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و پس از افزودن ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بافری‌شده بر روی آن‌ها، در شیشه‌ها مسدود و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد و با چرخش ۱۲۰ دور در دقیقه گرمخانه‌گذاری شدند. میزان گاز تولیدی حاصل از تخمیر نمونه‌ها در ساعات ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۱۸، ۲٤، ۳٦، ٤۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون ثبت گردید وحجم گاز تولیدی بر اساس نمونه‌های بلانک و وزن نمونه‌ها در هر زمان تصحیح گردید. برای تخمین فراسنجه‌های کنیتیک تولید گاز از معادله $P=b\ (1-e^{-ct})$ استفاده شد (۱۷)، در این معادله: P میزان گاز تولید شده در زمان t، b تولید گاز از بخش نامحلول با پتانسیل تخمیر پس از ۲٤ ساعت، c ثابت نرخ تولید گاز برای بخش b (میلی‌لیتر در ساعت) و t زمان انکوباسیون (ساعت) می‌باشد، که با استفاده از نرم‌افزار Fitcurve محاسبه شد. هم‌چنین از روابط زیر برای برآورد انرژی قابل سوخت‌وساز، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب زنجیر کوتاه استفاده شد (۱۵).

انرژی قابل سوخت‌وساز (علوفه‌ها) (MJ/kgDM) =
$۲/۲۰ + ۰/۱۳٦ \times GP + ۰/۰۵۷ \times CP + ۰/۰۰۲۹ \times CP^2$

قابلیت هضم ماده آلی (g/100gDM) = $۱٤/۸۸ + ۰/۸۸۹ \times GP + ۰/٤۵ \times CP + ۰/۰٦۵۱ \times XA$

اسیدهای چرب شاخه‌دار زنجیر کوتاه (mmol/200mg DM) = $۰/۰۲۲۲ \times GP - ۰/۰۰٤۲۵$

www.SID.ir

Archive of SID

در این روابط GP گاز تولیدشده از ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پس از ۲٤ ساعت انکوباسیون، CP درصد پروتئین خام، درصد چربی خام و XA درصد خاکستر در نمونه ماده خوراکی می‌باشد.

برای انجام آزمایش‌های هضمی از سه رأس گاو نر اخته‌شده نژاد تالشی (با میانگین وزن ۱۰ ± ۲۹۷ کیلوگرم) مجهز به فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. گاوها با جیره مخلوط شامل ۱/۵ کیلوگرم کاه گندم، ٤/۵ کیلوگرم یونجه خشک و سه کیلوگرم مواد متراکم شامل ۸۰ درصد جو، ۱۰ درصد دانه ذرت، پنج درصد سبوس گندم، چهار درصد کنجاله پنبه‌دانه و یک درصد مکمل ویتامینی و مواد معدنی تغذیه شدند. خوراک روزانه در دو نوبت در ساعات ۸/۰۰ و ۱٦/۰۰ در اختیار گاوها قرار گرفت.

برای تعیین میزان ناپدیدن شدن شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک در نمونه‌های آزمایشی، حدود دو گرم از هر نمونه با چهار تکرار در داخل کیسه‌های نایلونی با ابعاد ۱۲× ٦ سانتی‌متر و با منافذ ۵۰ میکرومتر ریخته شد. کیسه‌های حاوی نمونه به‌مدت ۱٦ ساعت در شکمبه گاوها انکوباسیون شدند و پس از خروج، بلافاصله در آب سرد قرار گرفتند. پس از انتقال کیسه‌ها به آزمایشگاه سه مرتبه و هر بار پنج دقیقه در ماشین لباسشویی شستشو و آب‌کشی شدند. محتویات کیسه‌ها به‌مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین گردیدند. پس از تعیین مقدار نمونه باقی‌مانده در کیسه‌ها، از این کیسه‌ها برای تعیین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک استفاده شد (٤).

کیسه‌های انکوباسیون‌شده در شکمبه، به‌مدت ۳۰ دقیقه در محلول ۰/۱ درصد متیل‌سلولز با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در بن‌ماری شیکردار انکوباسیون گردید. کیسه‌ها به‌همراه محتویات، حدود پنج ساعت در هوای آزاد قرار داده شدند و پس‌ازآن به مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک شدند. سپس کیسه‌های حاوی نمونه در دو مرحله شامل: ۱) یک ساعت با دو لیتر محلول ۰/۱ نرمال اسید کلریدریک با pH ۱/۹ و دو گرم پپسین و ۲) ۲٤ ساعت با دو لیتر محلول بافر حاوی ۱۳٦/۱ گرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات، ۰/۱ گرم تیمول و شش گرم پانکراتین در داخل بطری‌های دستگاه شبیه‌ساز هضم $Daisy^{II}$ انکوباسیون گردید (٤)، و برای تعیین قابلیت هضم ماده خشک، وزن باقی‌مانده درون کیسه تعیین شد و با استفاده از روابط مربوط به تعیین قابلیت هضم ماده خشک پس از شکمبه و در کل دستگاه گوارش محاسبه گردید (۱۷).

برای تعیین روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک حدود دو گرم از هر نمونه با سه تکرار (هر کیسه در شکمبه هر یک از گاوها) در داخل کیسه‌های نایلونی با ابعاد ۱۲× ٦ سانتی‌متر با منافذ ۵۰ میکرومتر و از جنس پلی‌استر ریخته شد و به مدت صفر، ۲، ٤، ۸، ۱٦، ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت در شکمبه گاوها قرار داده شد (جمعاً ٤۸ کیسه). کیسه‌ها پس از زمان‌های مذکور از شکمبه خارج شدند و پس از شستشوی سریع با آب سرد، سه مرتبه و هر بار به‌مدت پنج دقیقه در ماشین لباسشویی شستشو و آب‌کشی شدند. محتویات کیسه‌ها به‌مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین گردیدند (۳). فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Fitcurve و از طریق رابطه ۱ برآورد شد (۱۷).

$$(1-e^{-ct})\ P= a + b \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

که در رابطه ۱، P، مقدار ناپدیدشدن در زمان t؛ a، بخش با تجزیه سریع؛ b، بخش با تجزیه کند؛ c، ثابت نرخ تجزیه و t، مدت‌زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) است. همچنین تجزیه‌پذیری مؤثر

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها با استفاده از رابطه ۲ و با در نظر گرفتن نرخ عبور ۰/۰٤، ۰/۰٦ و ۰/۰۸ در ساعت محاسبه شد.

$$ED = a + [(b \times c)/(c + k)] \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در رابطه ۲، ED، تجزیه‌پذیری مؤثر؛ a، بخش با تجزیه سریع؛ b، بخش با تجزیه کند؛ c، ثابت نرخ تجزیه و k، نرخ عبور می‌باشند.

داده‌های حاصل از آزمایش‌های تخمیرپذیری و هضمی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با دو تیمار و چهار یا سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) رویه GLM (مدل ۱) تجزیه آماری شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

$$Y_{ijl} = \mu + t_i + k_{j+} \varepsilon_{ijl} \quad \text{(مدل ۱)}$$

در مدل ۱، Y_{ijl}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ t_i، اثر تیمار؛ kj، اثر تصادفی حیوان آزمایشی و ε_{ijl}، خطای آزمایشی بود. در مدل مورد استفاده برای داده‌های تخمیرپذیری kj وجود نداشت.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی: ترکیبات شیمیایی بقایای زراعی دو واریته کینوآ با کاه گندم و علوفه یونجه در جدول ۱ مقایسه شده است. غلظت ترکیبات شیمیایی شامل پروتئین خام، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بین دو واریته کینوآ اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین مقادیر این ترکیبات در بقایای زراعی هر دو واریته کینوآ مشابه با علوفه یونجه بود، و با کاه گندم تفاوت داشتند ($P < ۰/۰۲$). اطلاعات در خصوص ارزش غذایی بقایای زراعی کینوآ بسیار محدود است و در تنها گزارش به‌دست آمده، مقادیر پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و خاکسترخام در یک نمونه کاه کینوآ از کشور بولیوی به‌ترتیب ۱۰/٤، ٤۸/۷، ۲۷/۵ و ۱۲/۸ درصد تعیین شده است (۲۱)، که صرف‌نظر از تفاوت مختصر در میزان پروتئین خام، با نتایج آزمایش اخیر مطابقت دارد. تفاوت در میزان پروتئین خام می‌تواند مربوط به مرحله‌ی برداشت گیاه، نسبت برگ به ساقه و تفاوت‌های ژنتیکی (۵)، و یا حتی اختلاط بخشی از دانه‌های کینوآ با کاه در آزمایش حاضر باشد. نتایج سایر مطالعات نیز تنوع گسترده‌ای را در ترکیبات شیمیایی به‌ویژه پروتئین خام بین برخی از گیاهان خانواده کنوپودیاسه در مراحل مختلف رشد نشان داده است (۲۰ و ۲۵).

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی بقایای زراعی دو واریته کینوآ، کاه گندم و علوفه خشک یونجه

Table 1. Chemical composition in two genotypes of Quinoa crop residues, wheat straw and alfalfa hay

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments		ترکیبات شیمیایی (درصد) Chemical composition (%)					
		ماده خشک Dry matter	پروتئین خام Crude protein	عصاره اتری Ether extract	خاکستر خام Crude Ash	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	الیاف نامحلول در شوینده خنثی ADF
کینوآ واریته سجاما Quinoa genotypes of Sjama		93.21[b]	12.77[a]	1.82	14.05[a]	46.17[b]	34.82[b]
کینوآ واریته سجاما ایرانشهر Quinoa genotypes of Sjama Iranshahr		93.44[b]	13.45[a]	1.53	13.30[a]	51.43[b]	30.55[b]
کاه گندم	Wheat straw	96.33[a]	3.35[b]	1.44	10.40[b]	70.71[a]	47.75[a]
علوفه خشک یونجه	Alfalfa Hay	95.54[a]	14.45[a]	1.18	12.30[ab]	44.51[b]	31.21[b]

www.SID.ir

Archive of SID

انحراف استاندارد میانگین‌ها	SEM	0.259	0.741	0.287	0.762	2.850	2.130
سطح معنی‌داری	P-Value	<0.01	<0.01	0.43	0.02	<0.01	<0.01

- Means within a column with different subscripts differ (P < 0.05).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بین دو واریته کینوآ مشابه و هم‌سطح با یونجه بود و به‌میزان قابل توجهی نسبت به کاه گندم کمتر (P<۰/۰۱) بودند. محتوای چربی خام در بقایای کینوآ مشابه با سایر علوفه‌ها بود و در تأئید نتایج این آزمایش، محتوای چربی خام در سه گیاه هم خانواده با کینوآ شامل سلمه‌تره، آتریپلکس و کوشیا به‌ترتیب ۱/۰٤، ۰/۹۲ و ۱/۲۵ درصد گزارش شده است (۹ و ۲۰). غلظت بالای خاکستر خام در هر دو واریته کینوآی مورد بررسی می‌تواند ناشی از جذب کاتیون‌ها و تجمع آن‌ها در گیاه باشد، زیرا با افزایش شوری محیط به‌علت جذب و تجمع عناصر معدنی در گیاهان شورزیست مقدار خاکستر خام افزایش می‌یابد (۱٤).

غلظت پروتئین خام در بقایای زراعی دو واریته کینوآی مورد مطالعه به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیش از پروتئین خام در کاه غلات و یا سایر بقایای کشاورزی و قابل مقایسه با یونجه‌های با کیفیت معمولی می‌باشد. وقتی غلظت پروتئین خام در یک علوفه از ۷-٦ درصد کمتر باشد غلظت نیتروژن آمونیاکی به کمتر از ۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر در مایع شکمبه می‌رسد و نیتروژن لازم برای فعالیت مناسب باکتری‌های دستگاه گوارش فراهم نمی‌شود. در این زمان تخمیر میکروبی، سنتز پروتئین میکروبی و هضم ماده خوراکی کاهش یافته و متعاقب آن جذب ماده خشک و عملکرد دام تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۸). بر این اساس حد بحرانی پروتئین خام یک علوفه برای نیاز نگهداری روزانه یک واحد دامی چراکننده در مراتع و پس‌چرها ۷ درصد پروتئین خام تعیین شده است (۲). بنابراین بقایای زراعی کینوآ به‌صورت مخلوط با سایر علوفه‌ها در تغذیه دستی و یا حتی به تنهایی به‌صورت استفاده از پس‌چر مزرعه کینوآ می‌تواند نیاز پروتئینی مورد نیاز گوسفندان داشتی در مناطق مختلف کشور را تأمین نماید.

فراسنجه‌های تخمیرپذیری: میزان تولید گاز و سایر فراسنجه‌های تخمیرپذیری در بقایای زراعی دو واریته کینوآی مورد بررسی در جدول ۲ نشان داده شده و در شرایط مشابه با دو علوفه رایج برای تغذیه دام‌ها شامل کاه گندم و علوفه یونجه مورد مقایسه قرار گرفته است. انکوباسیون نمونه‌ها به‌مدت ۲٤ و ۷۲ ساعت نشان داد که میران تولید گاز بین دو واریته کینوآ یکسان بود و با میزان گاز تولیدی از تخمیر علوفه یونجه مشابه بودند. به‌طور مشابه مقادیر پتانسیل تولید گاز پس از ۲٤ ساعت انکوباسیون (b)، نرخ تولید گاز در هر ساعت (c) و غلظت اسیدهای چرب زنجیر کوتاه در بقایای زراعی دو واریته کینوآ و علوفه یونجه خشک برابر بودند و به‌طور معنی‌داری از مقادیر تعیین شده برای کاه گندم بیشتر (P<۰/۰۱) بودند. انرژی قابل سوخت‌وساز در نمونه‌های دو وارایته کینوآ هم‌سطح و مشابه با علوفه یونجه برآورد گردید، در حالی‌که انرژی قابل سوخت‌وساز در بقایای زراعی هر دو واریته کینوآ بالاتر (P<۰/۰۱) از کاه گندم برآورد شد.

تولید گاز یکسان در اثر تخمیر بقایای زراعی هر دو واریته کینوآ با علوفه یونجه را می‌توان به غلظت مناسب پروتئین خام در آن‌ها نسبت داد. اگرچه تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین‌ها در مقایسه با کربوهیدرات‌ها اندک است (۱٦)، ولی رابطه مثبت بین میزان پروتئین خام و تولید گاز در اثر تخمیر مواد خوراکی تأیید شده است (۱۳). تجزیه پروتئین خام مواد خوراکی سبب آزادسازی نیتروژن آمونیاکی می‌شود و با تأمین نیتروژن مورد نیاز برای رشد و

www.SID.ir

Archive of SID

تکثیر میکروارگانیسم‌های تخمیرکننده دیواره سلولی و سایر مواد مغذی، زمینه مناسبی برای تخمیر و تولید بیشتر گاز فراهم می‌گردد (۱۶).

قابلیت هضم ماده آلی نیز در نمونه‌های هر دو ورایته کینوآ مشابه و برابر با علوفه یونجه برآورد گردید. در تأیید نتایج این آزمایش گزارش شده است که وقتی ۲۰ درصد کاه کینوآ و یا علوفه یونجه جایگزین علوفه قصیل جو در جیره شتر لاما شد، قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های آزمایشی تحت تأثیر قرار نگرفت (۲۱).

جدول ۲: فراسنجه‌های تخمیرپذیری بقایای زراعی دو واریته کینوآ با کاه گندم و علوفه یونجه

Table 2. Ferment ability parameters in two genotypes of Quinoa crop residues, wheat straw and alfalfa hay

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	فراسنجه‌ها[1] parameters[1]						
	تولید گاز Gas production		b	c	DOM	SCFA	ME
	ساعت ۲۴ 24h	ساعت ۷۲ 72h					
کینوآ واریته سجاما Quinoa genotype of Sjama	31.10[a]	36.94[a]	36.19[ab]	0.087[b]	49.76[a]	0.686[a]	1.58[a]
کینوآ واریته سجاما ایرانشهر Quinoa genotype of Sjama Iranshahr	32.34[a]	37.76[a]	37.86[ab]	0.093[ab]	50.61[a]	0.714[a]	1.87[a]
کاه گندم Wheat straw	18.29[b]	32.63[b]	32.31[b]	0.025[c]	33.50[b]	0.402[b]	1.17[b]
علوفه خشک یونجه Alfalfa Hay	31.00[a]	35.72[ab]	41.30[a]	0.097[a]	50.04[a]	0.684[a]	1.87[a]
انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM	1.034	1.023	1.238	0.0029	1.106	0.0484	0.023
سطح معنی‌داری P-Value	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

۱: پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه) پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون و bتولید گاز، پس از ۲۴ و ۷۲ ساعت: میلی‌لیتر گاز تولیدشده به ازای هر ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه، ME: انرژی قابل سوخت‌وساز (مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک).

a– میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (۰/۰۵ > P).

1 Gas production after 24 and 72 h (ml/200mg DM); b: Potential of gas production (ml/200mg DM); c= Rate constant of gas production during incubation (ml/h); DOM: Digestibility of Organic matter (%); SCFA; Short chain fatty acid (mmol/200mg DM) and ME; Metabolisable energy (Mcal/kg).

a – Means within a column with different subscripts differ (P < 0.05).

جدول ۳: میزان ناپدیدشدن ماده خشک بقایای زراعی دو واریته کینوآ در شکمبه، پس از شکمبه و کل دستگاه گوارش

Table 3. Ruminal, post-ruminal and total tract disappearance of dry matter in two genotypes of Quinoa crop residues

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	میزان ناپدید شدن ماده خشک (درصد) Disappearance of dry matter (%)		
	شکمبه‌ای Ruminal	پس از شکمبه Post-Ruminal	کل دستگاه گوارش Total tract
کینوآ واریته سجاما Quinoa genotype of Sjama	51.60[b]	6.61	54.80[b]
کینوآ واریته سجاما ایرانشهر Quinoa genotype of Sjama Iranshahr	57.76[a]	6.90	60.57[a]
انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM	0.466	0.231	0.415
سطح معنی‌داری P-Value	<0.01	0.41	<0.01

a – میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

a – Means within a column with different subscripts differ (P < 0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ناپدیدشدن ماده خشک در شکمبه، پس از شکمبه و کل دستگاه گوارش: میانگین میزان ناپدیدشدن ماده خشک بقایای زراعی دو واریته کینوآ در شکمبه، پس از شکمبه و در کل دستگاه گوارش در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر ناپدید شدن ماده خشک در شکمبه و در کل دستگاه گوارش در بقایای زراعی کینوآی واریته سجاما ایرانشهر از واریته سجاما بیشتر (P<۰/۰۱) بود، در حالی که میزان ناپدیدشدن پس از شکمبه‌ای ماده خشک در هر دو واریته برابر بود.

گزارشی از گوارش‌پذیری کاه کینوآ یافت نشد، اما میزان گوارش‌پذیری برخی از گیاهان شورزیست خانواده کنوپودیاسه که به‌عنوان علوفه در تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرند بین ٦۰ تا ۷٤ درصد گزارش شده است (۱۹). نتایج میزان ناپدیدشدن ماده خشک بقایای زراعی هر دو ورایته کینوآ در آزمایش اخیر نیز کمتر و یا در حاشیه کمترین مقدار گزارش شده برای گیاهان این خانواده است. کمتر بودن این مقادیر در بقایای کینوآ احتمالاً به‌دلیل تفاوت در مرحله رشدی این گیاهان می‌باشد. بقایای کینوآی مورد استفاده در آزمایش مربوط به انتهای مرحله رشد زایشی و سخت شدن دانه کینوآ بودند، در حالی که گیاهان شورزیست در مطالعه مذکور در مرحله رشد رویشی و یا مرحله گلدهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۱۹). شواهد زیادی از کاهش قابلیت هضم علوفه‌ها در شکمبه با افزایش غلظت بخش‌های دیواره سلولی و لیگنینی شدن آن‌ها با افزایش سن گیاه وجود دارد (۲۵ و ۲۸). در این راستا کمالک و همکاران (۱۲) نیز نشان دادند که میزان ADF ارتباط منفی و میزان پروتئین خام ارتباط مثبت با قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک دارد. مقایسه کینوآی واریته سجاما ایرانشهر در مقایسه با واریته سجاما از نظر غلظت پروتئین خام (۱۳/٤۵ در برابر ۱۲/۷۷ درصد) و غلظت ADF (۳۰/۵۵ در برابر ۳٤/۸۲ درصد) می‌تواند میزان ناپدیدشدن ماده خشک بیشتر کینوآی واریته سجاما ایرانشهر در مقایسه با واریته سجاما را در شکمبه و در کل دستگاه گوارش را توجیه نماید.

تجزیه‌پذیری ماده خشک: فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای زراعی دو واریته کینوآ در جدول ٤ نشان داده شده است. غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه بالا (بخش a)، غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه کند (بخش b) و همچنین ثابت نرخ تجزیه (c) در بقایای زراعی کینوآی واریته سجاما در مقایسه با واریته سجاما ایرانشهر کمتر (P<۰/۰۵) بود. همچنین تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک با فرض سرعت عبورهای ۰/۰٤، ۰/۰٦ و ۰/۰۸ در ساعت، در بقایای زراعی کینوآی واریته سجاما نسبت به واریته سجاما ایرانشهر کمتر (P<۰/۰۱) بود.

بالاتر بودن فراسنجه‌های a، b و c در بقایای کینوآی واریته سجاما ایرانشهر نسبت به واریته سجاما در راستای نتایج حاصل از میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای این دو واریته بوده و آن‌ها را تأیید می‌کند. از آن‌جا که غلظت بخش با تجزیه سریع خوراک تحت تأثیر عواملی از قبیل حلالیت، ساختمان فیزیکی خوراک و میزان دیواره سلولی قرار دارد (۱۲)، در تفسیر نتایج می‌توان به تأثیر ADF بیشتر و پروتئین خام کمتر در بقایای زراعی کینوآی واریته سجاما نسبت به واریته سجاما ایرانشهر اشاره کرد. در تأیید نتایج آزمایش اخیر گزارش شده است که میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک با میزان ADF همبستگی منفی و با غلظت پروتئین خام همبستگی مثبت دارد (۸). گزارشی از نتایج تجزیه‌پذیری کاه کینوآ در شکمبه یافت نشد، اما نتایج تعیین تجزیه‌پذیری

www.SID.ir

Archive of SID

شکمبه‌ای ماده خشک گیاه سلمه‌تره که هم جنس با کینوآ می‌باشد نشان می‌دهد که مقادیر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری a، b و c به‌ترتیب ۲۶/۷۴، ۳۴/۰۵ درصد در ساعت و ۰/۱۹۴ در ساعت بوده است (۱۰)، که تا حدودی با نتایج آزمایش اخیر مطابقت دارد. در مطالعه مذکور، این محققین علاوه بر سلمه‌تره، تجزیه‌پذیری ٤ گیاه شورزیست دیگر را نیز مورد بررسی قرار داده و همبستگی منفی و بالایی (R^2=۰/۹۶) را بین میزان تجزیه‌پذیری و غلظت دیواره سلولی در گیاهان شورزیست خانواده کنوپودیاسه گزارش کردند (۱۰).

جدول ٤: فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای زراعی دو واریته کینوآ پس از ۷۲ ساعت انکوباسیون در شکمبه

Table 4. Degradability parameters in two genotypes of Quinoa crop residues after 72h incubation in the rumen

تجزیه‌پذیری مؤثر[۲] Effective degradability[2]			فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری[۱] Degradability parameters[1]			تیمارهای آزمایشی Experimental treatments
ED8	ED6	ED4	c	b	a	
44.04[b]	46.72[b]	50.39[b]	0.071[b]	37.77[b]	26.76[b]	کینوآ واریته سجاما Quinoa genotype of Sjama
48.95[a]	51.73[a]	55.49[a]	0.078[a]	40.20[a]	29.52[a]	کینوآ واریته سجاما ایرانشهر Quinoa genotype of Sjama Iranshahr
0.237	0.234	0.227	0.0023	0.505	0.240	انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM
<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	سطح معنی‌داری P-Value

۱: a= بخش با تجزیه سریع (درصد)، b= بخش با تجزیه کند (درصد) و c= ثابت نرخ تجزیه (در ساعت).

۲: تجزیه‌پذیری مؤثر با فرض سرعت عبورهای ۰/۰٤، ۰/۰٦ و ۰/۰۸ در ساعت.

- میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1] a, rapidly degradable (%); b, slowly degradable (%); c, rate constant of degradation of the b.

[2] Effective degradability; ED4, ED6 and ED8 were calculated were calculated as k= 0.04, 0.06, 0.08/h respectively (k is the ruminal outflow rate).

- Means within a column with different subscripts differ (P < 0.05).

نتیجه‌گیری کلی

بقایای زراعی دو واریته کینوآی مورد مطالعه غلظت بالاتری از پروتئین خام و غلظت کمتری از الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در مقایسه با کاه غلات و یا سایر بقایای کشاورزی دارند. همچنین ضرائب تجزیه‌پذیری مناسب و میزان ناپدید شدن ۵۵ تا ٦۰ درصدی ماده خشک این بقایا در دستگاه گوارش نشان می‌دهد که بقایای زراعی کینوآ می‌توانند جایگزینی مناسب برای بخشی و یا تمام علوفه مورد نیاز در جیره نشخوارکنندگان باشد. اگرچه لازم است این نتایج با تحقیقات بیشتر از طریق آزمایشات درون تنی مورد تأئید قرار گیرند.

سپاسگزاری

تجزیه‌پذیری نمونه‌های این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد. به این وسیله از آن موسسه محترم تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
2. Arzani, H., Motamedi, J., and Zare Chahoki, M.A. 2010. Final report of

www.SID.ir

Archive of SID

national project "Forage quality in Iran rangeland". Forests, Range and Watershed Management Organization. (In Persian)

3. Coblentz, W.K., and Grabber, J.H. 2013. *In situ* protein degradation of alfalfa and birdsfoot trefoil hays and silages as influenced by condensed tannin concentration. J. Dairy. Sci. 96: 3120-3137.
4. Danesh Mesgaran, M., and Stern, M.D. 2005. Ruminal and post-ruminal protein disappearance of various feeds originating from Iranian plats varieties determined by the in situ mobile bag technique and alternative methods. J. Anim. Feed Sci. Techno. 118: 31-46.
5. El-Shatnawi, M.K.J., and Abdullah, A.Y. 2003. Composition changes of *Atriplex nummularia* L. under Mediterranean arid environment. African J. Range. Forage. Sci. 20: 253-257.
6. Fedorak, P.M., and Hurdy, D.E. 1983. A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. J. Environ. Technol. 4: 425-432.
7. Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Sułkowski, M., Dziki, D., Baraniak, B., and Czyż, J. 2013. Antioxidant and anticancer activity vities of Chenopodium quinoa leaves extracts – *In vitro* study. J. Food. Chem. Toxic. 57: 154-160
8. Gurbuz, Y. 2006. Determination of nutritive value of leaves of several *Vitis vinifera* varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using *in vitro* and *in situ* measurements. Small Rum. Res. 71: 59-66.
9. Heidari, H., Bashtani, M., Asghari, M.R., and Naimipour Younesi, H. 2016. Determination of Nutritional value of Fat-hen processed with lime at different times using *in situ* technique. Range Manag. 3 (1): 81-97. (In Persian).
10. Hoseini Nejad, Z., Yoosefollahi, M., and Fazayeli, H. 2012. Nutritive Value of Five Halophytes Determined in Sistan Area. Iranian. J. Anim. Sci. 43 (1): 1-10. (In Persian).
11. James, L.E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Adv. Food. Nutr. Res. 58: 1-31.
12. Kamalak, A., Canbolat, O., and Gurbuz, Y. 2004. Comparison between *in situ* dry matter degradation and *in vitro* gas production of tannin containing leaves from four tree species. South African J. Anim. Sci. 34(4): 524-532.
13. Larbi, A., Smith, J.W., Kurdi, I.O., Adeknle, I.O., Rajj, A.M., and Ladipo. D.O. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. J. Anim. Feed Sci. Technol. 72:81- 96.
14. Masters, D.G., Bennes, S.E. and Norman, H.C., 2007. Biosaline Agriculture for forage and livestock production. Agriculture. J. Ecosyst. Environ. 119: 234-248.
15. Menke, K.H., and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. J. Anim. Res. Dev. 28: 7-55.
16. Norton, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. Forage tree legum. Tropic. Agric. 1-10.
17. Ørskov, E.R., 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.
18. Paterson, J., Funston, R., and Cash, D. 2001. Forage Quality Influences Beef Cow Performance and Reproduction. Presented at the 2001 Intermountain Nutrition Conference. 11Pp.
19. Razzaghi, A., Valizadeh, R., and Tarahimi, M., .2015. Chemical Composition, in situ Ruminal Degradability, and Gas Production of *Atriplex canesences*, *Salsola rigida* and *Aeluropus littoralis*. Iranian J. Anim. Sci. Res. 7(1): 1-11. (In Persian).
20. Riasi, A., Danesh Mesgaran M., Stern, M.D., and Ruiz Moreno, M.J. 2008. Chemical composition, *in situ* ruminal

www.SID.ir

Archive of SID

degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia, Atriplex dimorphostegia, Suaeda arcuata and Gamanthus gamacarpus*. J. Anim. Feed Sci. Techno. 141: 209-219.

21. Robinson, T.F., Roeder, B.L., and Johnston, N.P. 2013. Nitrogen Balance and Blood Metabolites of Llama (*Lama Glama*) Fed Barley Hay Supplemented with Alfalfa and Quinoa Straw in Bolivia. J. Anim. Sci. Advan. 3(8): 386-391.
22. Ruales, J., and Nair, B.M. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa,* Willd) seeds. J. Food Chem. 48: 131-136.
23. Salehi, M., Soltani, V. and Dehghani, F. 2019. Effect of salt stress and seed priming methods on emergence and seedling characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Environ. Stresses Crop. Sci. 11(2): 381-391. (In Persian).
24. SAS. 2003. SAS User's Guide Statistics. Version 9.1 Edition. SAS Inst., Inc., Cary NC.
25. Shakeri, P., and Fazaeli, H. 2004. A survey of nutritive value of Gramineae range species in Kerman province, Iran. Proceeding of the 4th International Iran & Russia Conference. University of Shahrekord, Iran.1044-1047.
26. Tavosi, M., and Lotfali Ayeneh, G.A. 2017. Quinoa Planting. 1st Ed. Agriculture Education Press. Tehran. 32Pp. (In Persian).
27. Valencia-Chamorro, S.A. 2003. Quinoa. In: Caballero B: Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Academic Press, Amsterdam. 8: 4895-4902.
28. Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2th ed. Cornell University Press. Ithaca, NY, 476Pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 7(2), 2019
http://ejrr.gau.ac.ir

Determination of nutritive value, fermentability and degradability in two genotypes of Quinoa crop residues

[*]P. Shakeri[1], O. Dayani[2], M. Asadi Korom[3], H. Najafi Neghad[4] and A.R. Aghashahi[5]

[1]Assistant Prof., Dept. of Animal Sciences Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran, [2]Professor and [3]M.Sc. Graduated, Dept., of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, [4]Assistant Prof., Dept. of Crop and Horticultural Science Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran, [5]Associate Prof., Dept. of Animal nutrition Research, Animal Science Research Institute of Iran, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received: 19/03/2019; Accepted: 19/06/2019

Abstract

Background and objectives: Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) is an annual plant considered as pseudocereals and belongs to the family Chenopodiaceae. Quinoa has excellent properties as low water requirement for growth, resistant to drought and salinity and nutritional good quality, which are the reason for the great interest. With increasing import of Quinoa seeds to IRAN, its planting is under development and soon will be produced a large amount of Quinoa crop residues. There is very limit information about nutritive value and digestibility of Quinoa crop residues. The objective of this study was to determine nutritive value and digestibility in two genotypes of Quinoa crop residues.

Materials and methods: Complete Quinoa plant from two genotypes of Sjama and Sjama Iranshahr were harvested from an experimental farm. The plants were dried in the shade and then the seeds were separated. The sample of two genotypes of Quinoa crop residues were used for determine of chemical composition, fermentabiliy, ruminal degradability, ruminal and post-ruminal dry matter (DM) disappearance.

Results: There is no different in concentration of chemical composition including crude protein (CP), ether extract, crude Ash, neutral detergent fiber and acid detergent fiber between two genotypes of Quinoa crop residues. The gas production after 24 h, potential of gas production (b), rate of gas production (c), metabolisable energy and short chain fatty acid were not different across two genotypes of Quinoa and were similar to values in alfalfa hay. The amounts of ruminal and total tract DM disappearance were lower (P<0.01) for Sjama genotype than Sjama Iranshahr genotype, while the post-ruminal DM disappearance was similar in both genotypes. Furthermore, rapidly degradable DM fraction (a), slowly degradable DM fraction (b) and rate constant of degradation of the b fraction (c) were lower (P<0.01) for Sjama genotype than Sjama Iranshahr genotype.

Conclusion: The concentration of CP in two genotypes of Quinoa crop residues were determined about 13%, which is higher than cereal straw and other residues of agriculture crops. On the other hand, coefficients of DM degradability were suitable and the values of total

[*]Corresponding author: Pirouz_shakeri@yahoo.co.uk

www.SID.ir

Archive of SID

tract DM disappearance were about 55-60%. In general, these findings indicated that Quinoa crop residues can be used as a new feedstuff for provide nutritive requirement of ruminants.

Keywords: Chemical composition, Gas production, Digestibility, Quinoa straw, *in situ*

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir