Archive of SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Silage characterization, fermentability, digestibility, metabolizable energy, and protein on forages silage of three new cultivars of *Amaranthus hypochondriacus*

Amirreza Safaei[1*], Alireza Aghashahi[2], Mohammadtaghi Feyzbakhsh[3]

[1]Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran, Email: a.safaei@areeo.ac.ir
[2]Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Corn and Forage Plants, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 11/06/2022
Revised: 12/25/2022
Accepted: 12/26/2022

Keywords:
Amaranthus silage
Characterization silage
Gas production
Digestibility

ABSTRACT

Background and Objectives: One of the destructive effects of climate change is the reduction of precipitation and global warming which is leading to the shortage of water resources. Therefore, it seems necessary to introduce water-resistant plants that are resistant to heat and drought (as sources of new forage plants). In this regard, the cultivation of dehydrated and drought-resistant forage (such as new cultivars of amaranth) was on the agenda. There is little information about the silage formation and nutritional value of forage of new *Amaranth* cultivars (in hot and humid Golestan province). The aim of this study was to determine the characteristics of silage, fermentability, digestibility, metabolizable energy and protein of three new cultivars of *Amaranth* cultivated in Golestan province.

Materials and Methods: Forages of three new *Amaranth* cultivars, including Laura, Sim, and Kharkovsky were grown on a research farm Arqi-mahaleh in Golestan province and harvested at the blooming stage. These forages were chopped into pieces of two to four centimeters and mixed with a weight ratio of five percent molasses and five percent wheat straw. They were stored in silage in 10kg buckets. After 45 days (in the laboratory of the Animal Science Research Institute), the silos were reopened. Sensory evaluation and silage properties of experimental treatments were measured. Then chemical compounds including dry matter (field and silage), crude protein, crude ash, crude fat, and soluble sugar were analyzed. Gas production tests (by Menke and Steingass method) using ruminal leachate of three cows (by ruminal fistulation) and at different fermentation times, including 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72, and 96 hours were done. Digestibility, determination of energy, and metabolizable protein (in a completely randomized design with six treatments in three replications) were performed. Finally, metabolizable energy and protein were obtained in addition to the daily dietary intake of experimental treatments.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Results: Dry matter, crude protein, crude fat, crude ash, neutral detergent fiber, water soluble carbohydrates, and non-fibrous carbohydrates in forage silage of Laura cultivar were 23.0, 18.8, 0.97, 21.2, 30.5, 2.5, and 28.6 percent, respectively. In Laura forage silage, total sensory evaluation, Flieg's point, ammonia nitrogen (mg), acetic acid (mg), lactic acid (mg), and propionic acid were 15.8, 7.78, 4.4, 18.4, 0.45, and 1.15, respectively. Gas production in silos of Laura, Sim, and Kharkovsky cultivars (during 24 hours of rumen fermentation per 200 mg) were 45.3, 43.9, and 42.1 ml, respectively. Dry matter and organic matter digestibility in the forage silage of the Laura cultivar was 66.5 and 70.2 percent, respectively. The amounts of digestible energy, metabolizable energy, net energy, and digestibility (dry matter, organic matter, and organic matter in dry matter) of fodder and silage of the Laura cultivar were higher than the other two cultivars. Relative forage value, relative nutritional quality, and feed ratio (g/day/kg body weight during maintenance) in *Amaranthus* silage (Laura cultivar) were 122.3, 108.0, and 43.8, respectively.

Conclusion: Laura forage silage has better silage characteristics and crude protein, gas production, higher digestibility, higher protein, and metabolizable energy, as well as relative forage value, relative feed quality, and better-feed intake. This silage had a better quality for ruminant nutrition than other silage experimental treatments.

Cite this article: Safaei, A.R., Aghashahi, A.R., Feyzbakhsh, M.T. (2023). Silage characterization, fermentability, digestibility, metabolizable energy and protein on forages silage of three new cultivars of *Amaranthus hypochondriacus*. *Journal of Ruminant Research*, 11 (1), 55-74.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2023.20396.1856
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

خصوصیات سیلویی، تخمیرپذیری، قابلیت هضم، انرژی و پروتئین قابل متابولیسم سیلاژ علوفه سه رقم جدید آمارانت (*Amaranthus hypochondriacus*)

امیررضا صفایی[1*]، علیرضا آقاشاهی[2]، محمدتقی فیض‌بخش[3]

[1]استادیار بخش تحقیقات تغذیه دام و طیور، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، رایانامه:a.safaei@areeo.ac.ir
[2]دانشیار بخش تحقیقات تغذیه دام و طیور، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
[3]استادیار بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۰/۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۵

واژه‌های کلیدی:
آمارانت
تولیدگاز
خصوصیات سیلویی
قابلیت هضم

چکیده

سابقه و هدف: کاهش نزولات جوی، گرم‌تر شدن زمین و کمبود منابع آبی از جمله آثار مخرب تغییرات اقلیمی می‌باشد لذا معرفی گیاهان کم آب‌بر و مقاوم به گرما و خشکی به‌عنوان منابع گیاهان علوفه‌ای جدید، ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، کشت علوفه کم آب‌بر و مقاوم به خشکی مانند ارقام جدید گیاه آمارانت، در دستور کار قرار گرفت. البته اطلاعات اندکی از نحوه سیلوسازی و ارزش تغذیه‌ای علوفه ارقام جدید آمارانت کشت‌شده در استان گرم و مرطوب گلستان، موجود می‌باشد که هدف این پژوهش، تعیین خصوصیات سیلویی، تخمیرپذیری، قابلیت هضم، انرژی و پروتئین قابل‌متابولیسم علوفه سه رقم جدید آمارانت کشت‌شده در استان گلستان، بود.

مواد و روش پژوهش: علوفه سه رقم جدید آمارانت شامل لورآ، سیم و خارکفسکی، در مزرعه تحقیقاتی عراقی‌محله در استان گلستان کشت و در زمان گلدهی برداشت شدند. علوفه‌ها به قطعات دو الی چهار سانتی‌متر خرد و با نسبت وزنی پنج درصد ملاس و نیز پنج درصد کاه گندم مخلوط شده و در ظرف‌های ده کیلوگرمی سیلو شدند. پس از گذشت ۴۵ روز، در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سیلوها بازگشایی‌شده و ارزیابی ظاهری-حسی و خصوصیات سیلویی تیمارهای آزمایشی انجام شد. سپس ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک (مزرعه‌ای و سیلویی)، پروتئین خام، خاکستر خام، چربی خام و قند محلول در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. آزمایش‌های تولید گاز با استفاده از شیرابه شکمبه سه رأس گاو تالشی فیستول‌گذاری شده شکمبه (در زمان‌های مختلف تخمیر شامل ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت)، قابلیت هضم، تعیین انرژی و پروتئین قابل متابولیسم (در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار در سه تکرار) انجام شد. درنهایت، انرژی و پروتئین قابل متابولیسم و نیز خوراک مصرفی روزانه تیمارهای آزمایشی به دست آمدند.

یافته‌ها: ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، قند محلول و کربوهیدرات غیر فیبری سیلوی علوفه رقم لورآ به ترتیب ۲۳/۰، ۱۸/۸، ۰/۹۷،

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۲۱/۲، ۳۰/۵، ۲/۵ و ۲۸/۶ درصد ماده خشک شد. مجموع ارزیابی ظاهری–حسی، نقطه فلیگ، نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم)، اسیداستیک (میلی‌گرم)، اسیدلاکتیک (میلی‌گرم)، اسیدپروپیونیک در سیلوی علوفه رقم لورآ به ترتیب ۱۵/۸، ۷۸/۷، ۴/۴، ۱۸/۴، ۴۵/۰ و ۱۵/۱ شدند. تولید گاز سیلوی رقم‌های لورآ، سیم و خارکفسکی (در زمان ۲۴ ساعت تخمیر شکمبه‌ای به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم) به ترتیب ۴۵/۳، ۴۳/۹ و ۴۲/۱ میلی‌لیتر بود. قابلیت هضم ماده خشک , ماده آلی در سیلوی علوفه رقم لورآ به‌ترتیب ۶۶/۵ و ۷۰/۲ درصد شد. مقادیر انرژی قابل‌هضم، انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص و قابلیت هضم (ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک) علوفه و سیلاژ رقم لورا بیشتر از دو رقم دیگر بود. ارزش نسبی علوفه‌ای، کیفیت نسبی تغذیه‌ای و ضریب خوراک مصرفی (گرم در روز به ازای کیلوگرم وزن زنده در شرایط نگهداری) در علوفه سیلوی شده آمارانت (رقم لورآ) به ترتیب ۱۲۲/۳، ۱۰۸/۰ و ۴۳/۸ شد.

نتیجه‌گیری کلی: سیلوی علوفه رقم لورآ به دلیل داشتن خصوصیات سیلویی بهتر و پروتئین خام، تولید گاز، قابلیت هضم بیشتر و پروتئین و انرژی قابل متابولیسم بالاتر و نیز ارزش نسبی علوفه‌ای، کیفیت نسبی تغذیه‌ای و خوراک مصرفی مناسب‌تر نسبت به بقیه تیمارهای آزمایشی، دارای کیفیت بهتری برای تغذیه نشخوارکنندگان بود.

استناد: صفایی، ا.ر.، آقاشاهی، ع.ر.، فیض‌بخش، م.ت. (۱۴۰۲). خصوصیات سیلویی، تخمیرپذیری، قابلیت هضم، انرژی و پروتئین قابل متابولیسم سیلاژ علوفه سه رقم جدید آمارانت (*Amaranthus hypochondriacus*). *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۱)، ۷۴-۵۵

DOI: 10.22069/ejrr.2023.20396.1856

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

تاج‌خروس از دیرباز در تغذیه انسان‌ها کاربرد داشته و بوعلی سینا در کتاب قانون جلد سوم، خوردن دانه آن را برای افراد نحیف، توصیه نموده است. متأسفانه تاج‌خروس را بیشتر به‌عنوان گیاه زینتی و علف هرز شناسایی می‌نمایند. امروزه با اصلاح نژاد در گیاه تاج‌خروس علوفه‌ای و پر محصول، آن را آمارانت نامیده و در کشت، تولید و کاربرد آن تأکید شده است. کاهش نزولات جوی، گرم‌تر شدن زمین و درنتیجه کمبود منابع آبی از جمله آثار مخرب تغییرات اقلیمی محسوب می‌شود. لذا معرفی گیاهان کم آب‌بر و مقاوم به گرما و خشکی به‌عنوان منابع گیاهان علوفه‌ای جدید، ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به کمبود مواد خوراکی برای نشخوارکنندگان، لازم است منابع جدید علوفه‌ای شناسایی‌شده و روش صحیح نگهداری آن‌ها، بررسی شود (Aynehband و همکاران، ۲۰۰۷). آمارانت (شبه غله چهار کربنی) دارای ۶۰ رقم بوده که نه رقم آن در ایران وجود دارد. البته کشت ارقام جدید وارداتی و اصلاح‌شده از جمله خارکفسکی، سیم و لورآ نیز در ایران، شروع‌شده و مقدار برداشت علوفه تازه آمارانت در حدود ۱۰۰ تن در هکتار بوده و نیاز آبی آن در حدود ۷۵ درصد ذرت علوفه‌ای است که بر اساس این خصوصیات کمی و کیفی و نیز ارزش اقتصادی این علوفه، چند برابر می‌گردد (Aynehband و همکاران، ۲۰۰۷). چندین مطالعه نشان داده که کیفیت تغذیه‌ای آمارانت از غلات معمول و محصولات علوفه‌ای بالاتر است (Sanchez، ۱۹۹۰؛ Church، ۱۹۹۱) رشد بره‌های تغذیه‌شده با آمارانت مشابه یونجه بوده است (Pond و Lehman، ۱۹۸۹). ارزش تغذیه‌ای علوفه آمارانت معمولاً از لحاظ دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی‌سلولز، لیگنین، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، از علوفه‌های معمول بهتر می‌باشد (Castelan و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات تغذیه‌ای با گوساله‌ها و گوسفند به ترتیب نشان داده که برگ‌های آمارانت، عملکرد رشد را در مقایسه با آنچه که از علف یولاف و یونجه به‌دست‌آمده، بیشتر افزایش داده است (Pond و همکاران، ۱۹۹۱؛ Weber و همکاران، ۲۰۱۲). در دنیا سیلونمودن علوفه‌ها، روش مناسبی برای نگهداری طولانی‌مدت علوفه به شمار می‌رود (Khorvash و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین در کشورهای اروپایی دامداران به‌صورت میانگین ۵۰ الی ۶۰ درصد علوفه مصرفی نشخوارکنندگان با علوفه‌های سیلویی جایگزین می‌شود. از جمله مزایای سیلو نمودن علوفه، افزایش ماندگاری و نیز کاهش سموم باقیمانده و متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشد (Svirskis، ۲۰۰۳). البته که با تعلیف علوفه سیلویی مقادیر قابل‌توجهی آب در اختیار حیوان قرارگرفته و هزینه تولید خوراک کاهش می‌یابد. در ضمن با سیلو نمودن علوفه‌ها از تلفات جابجایی، نگهداری و مخلوط نمودن خوراک (افت از تولید تا آخور) به‌شدت کاهش می‌یابد (به‌خصوص در مورد گیاه پهن برگ مانند آمارانت). هرچند که سیلو نمودن علوفه‌ها منجر به افزایش خوش‌خوراکی و حفظ ویتامین‌ها می‌گردد. عوامل متعددی بر روی کمیت و کیفیت مواد سیلوی تأثیرگذار می‌باشد. در مطالعه‌ای آمده است که برای بررسی کنتیک تخمیر شکمبه‌ای خوراک نشخوارکنندگان، می‌توان از روش تولید گاز (در شرایط برون تنی) استفاده نمود (Zaboli و Maleki، ۲۰۱۶). در پژوهشی، تعداد ۵۰ رأس بره نر مغانی با میانگین ۲۸ کیلوگرم به مدت ۹۸ روز پرواربندی استفاده شد. سطوح کاربردی سیلاژ آمارانت به جای سیلاژ ذرت به ترتیب صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک بود. خوراک‌دهی به‌صورت روزانه و نیز در دو وعده انجام می‌شده که با

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

افزایش سطوح سیلاژ آمارانت مقادیر خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و اسید بوتیریک شکمبه افزایش نشان داده است (Rouzbehan و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین در تحقیقاتی اثر زمان برداشت و مقدار کود نیتروژنه را برای روی خصوصیات علوفه‌ای آمارانت بررسی شد. در نتایج آن‌ها آمده است که تولید گاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم)، قابلیت هضم ماده آلی (گرم در کیلوگرم) و انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم) علوفه آمارانت در برداشت ۴۰ روزگی (با مصرف کود نیتروژنه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۲۴/۳، ۴/۶ و ۸/۷ بودند که با افزایش مقدار کود نیتروژنه، تولید گاز و انرژی قابل متابولیسم نیز افزایش داشته ولی با افزایش سن گیاه مقدار آن‌ها کاهش نشان داده است (Sarmadi و همکاران، ۲۰۱۶). با افزایش مقدار مصرف کود تولید گاز متان (از ۲۹/۱ به ۲۶/۷ میلی‌لیتر در گرم نمونه) نیز کاهش داشته است. در پژوهشی آمارانت رقم ماریا در ظروف پلاستیکی سیلو شده و پس از ۶۰ روز بازگشایی شدند. آزمایش آن‌ها تخمیرپذیری برون‌تنی و کیسه‌های نایلونی بوده که انرژی و پروتئین قابل متابولیسم را به دست آوردند (Shadi و همکاران، ۲۰۱۸). با توجه به پتانسیل‌های بالقوه سیلاژ آمارانت در تغذیه نشخوارکنندگان، انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد و هدف آن، تعیین خصوصیات سیلویی، تخمیرپذیری، قابلیت هضم، انرژی و پروتئین قابل‌متابولیسم علوفه سه رقم جدید آمارانت کشت‌شده در استان گلستان، بود.

مواد و روش‌ها

تهیه علوفه و سیلوسازی آمارانت: علوفه سه رقم جدید و اصلاح‌شده آمارانت شامل خارکفسکی (Kharkovsky)، لوراً (Laura) و سیم (Sim)، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی‌محله) وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان کشت و در مرحله گلدهی برداشت شد. سپس در ظرف‌های درب‌دار ۱۰ کیلوگرمی با پنج درصد وزنی ملاس و نیز پنج درصد وزنی کاه گندم، مخلوط و سیلو شدند. سیلوسازی با استفاده از فشار و کوبیدن علوفه‌ها و تخلیه هوای سیلوها، انجام شد. در ادامه ظرف‌های سیلویی به موسسه تحقیقات علوم دامی واقع در کرج منتقل و بعد از گشت ۴۵ روز، بازگشایی شدند. سپس توسط محققین، ارزیابی ظاهری-حسی (شامل بو، رنگ، استحکام بافت و کپک‌زدگی ظاهری) صورت گرفت. در آزمایشگاه مذکور ماده خشک، pH، امتیاز فلیگ، اسیدهای آلی چرب کوتاه زنجیر سیلاژها (شامل اسید استیک، اسیدلاکتیک، اسیدپروپیونیک با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی طیف‌سنجی) و نیتروژن آمونیاکی اندازه‌گیری شدند (Kilic، ۱۹۸۶). ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی (با سه تکرار) شامل پروتئین خام، چربی خام، خاکستر به‌روش تجزیه تقریبی و براساس روش انجمن رسمی شیمی‌دانان کشاورزی انجام شدند (AOAC، ۲۰۰۵)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین‌خام اندازه‌گیری شدند (VanSoest، ۱۹۶۷ ; VanSoest، ۱۹۹۴). همچنین سلولز خام، همی‌سلولز (Czerkawski، ۱۹۸۶) و کربوهیدرات غیر فیبری بر اساس روش انجمن تحقیقات ملی (NRC، ۲۰۲۱) محاسبه شدند.

آزمایش تولید گاز با استفاده از دام‌های فیستول‌گذاری شده: ابتدا شیرابه شکمبه از سه رأس گاو نرتالشی (دارای فیستول شکمبه) به وزن ۲۰±۳۵۰ کیلوگرم (Safaei و همکاران، ۲۰۰۷)، که به‌صورت انفرادی و درحد نگهداری تغذیه می‌شدند (طبق جدول ۱)، انجام گرفت (NRC، ۲۰۲۱). سپس در سرنگ‌های مدرج ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه و ۲۰ میلی‌لیتر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بزاق مصنوعی بهمراه ۱۰ میلی‌لیتر شیرابه شکمبه ریخته شده و در دستگاه گرمخانه چرخنده (در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد) در زمان‌های مختلف تخمیر شامل ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت قرائت انجام شد (Menke و Steingass، ۱۹۸۸). سپس فراسنجه‌های تولید گاز، با نرم‌افزار کمکی فیت‌کرو (Fit-curve) سال ۱۹۹۵، پردازش شدند (Chen، ۱۹۹۵). معادله‌های مورداستفاده عبارت‌اند از (Makkar، ۲۰۰۵ ; McDonald و همکاران، ۲۰۱۰ ; Tisserand و Valls، ۲۰۰۴؛ Givens و همکاران، ۲۰۰۰؛ Menke و Steingass، ۱۹۸۸؛ Czerkawski، ۱۹۸۶؛ Gao و همکاران، ۲۰۲۱):

$$Y= b\ (1-e^{ct})$$

کربوهیدرات‌های غیر فیبری(%DM) = 100-CP-NDF-EE-Ash

همی‌سلولز(%DM) = NDF-ADF

سلولزخام(%DM) = ADF-ADL

نقطه فلیگ (Flieg's Point) = (220 + ((2*DM%) - 15) - (40*pH))

اسیدهای چرب (mmol) = $0.0222\ Gas_{24h} - 0.00245$ فرار کوتاه زنجیر

پروتئین قابل متابولیسم (g/Kg) = 19.3×OMD

انرژی قابل متابولیسم (MJ/Kg) = $2.2 + 0.136\ Gas_{24h} + 0.057\ CP + 0.00286\ EE^2$

انرژی قابل هضم (MJ/Kg) = $4.22 - (0.11\times ADF) + (0.332\times CP) + (0.00112\times ADF^2)$

انرژی خالص(MJ/Kg) = $0.096 Gas_{24h} + 0.038\ CP + 0.00173\ EE2 + 0.54$

ضریب خوراک مصرفی روزانه در حد نگهداری ($g/KgW^{0.75}$) = 2.6+0.49 (a+b) +339(c)+0.17 (CP)

ارزش نسبی تغذیه‌ای (RFV) = $-875.540 + 25.109 Gas_{24h}$

کیفیت نسبی علوفه‌ای (RFQ)=1.1446 RFV- 32.224

Y : توانایی تولید گاز(میلی‌لیتر)، e : عدد نپرین، Gas_{24h} := تولید گاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک طی ۲۴ ساعت تخمیر شکمبه‌ای)، a، b و c: به ترتیب حجم گاز بخش زود تخمیر (میلی‌لیتر)، بخش دیرتخمیر (میلی‌لیتر) و نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)، (a+b) : حداکثر پتانسیل تولید گاز یا مجموع گاز بخش زود تخمیر و دیرتخمیر (میلی‌لیتر)، t: زمان‌های تولید گاز(ساعت)، CP: پروتئین خام(درصد)، EE : چربی خام(درصد)، Ash: خاکسترخام(درصد)، NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی(درصد)، ADF : الیاف نامحلول در شوینده اسیدی(درصد)، ADL: لیگنین‌خام(درصد)، OMD: قابلیت هضم ماده آلی(گرم بر کیلوگرم)، RFV : ارزش نسبی تغذیه‌ای (بدون واحد اندازه‌گیری)، RFQ : کیفیت نسبی علوفه‌ای (بدون واحد اندازه‌گیری).

آزمایش قابلیت هضم مواد مغذی: قابلیت هضم دومرحله‌ای تیلی و تری (Tilley و Terry، ۱۹۶۳) برای ماده آلی، ماده خشک و ماده آلی در ماده خشک تیمارهای آزمایشی (سیلو شده و نشده)، با استفاده از مخلوط شیرابه صاف‌شده شکمبه سه رأس گاو نرتالشی فیستولاگذاری شده مذکور (تغذیه انفرادی شده در شرایط نگهداری)، در ارلن‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری طی شرایط انکوباسیون شکمبه‌ای به‌مدت ۴۸ ساعت، بر روی نمونه‌های آزمایشی صورت گرفت. محتویات ارلن‌ها شامل ۵۰۰ میلی‌گرم تیمار آزمایشی، دو میلی‌لیتر آب مقطر، ۵۰ میلی‌لیتر مخلوط شیرابه شکمبه و بزاق مصنوعی (به نسبت یک به چهار) بودند (هضم میکروبی). در مرحله بعد به همه نمونه‌ها شش میلی‌لیتر محلول اسیدکلریدریک شش مولار (۲۰ درصد) و دو میلی‌لیتر محلول پپسین (۲۰ درصد) اضافه شدند (هضم شیمیایی). سپس محتویات ارلن‌ها با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۴۱ (بدون پمپ خلأ) صاف‌شده و ماده خشک و نیز خاکستر خام آن‌ها با نمونه اولیه مقایسه شدند و درنهایت قابلیت هضم تیمارهای آزمایشی به دست آمد. همچنین ارزش نسبی تغذیه‌ای، کیفیت نسبی علوفه‌ای و نیز خوراک مصرفی در شرایط نگهداری (معادل یک کیلوگرم وزن زنده متابولیکی) محاسبه شد (Kilic، ۱۹۸۶؛ Tisserand و Valls، ۲۰۰۴).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول۱- درصد مواد خوراک گاوها (ترکیب شیمیایی و انرژی جیره مصرفی)

Table 1. Ingredients and chemical composition of the cow's diets

اجزاء جیره (Ingredients)	درصد در جیره (Diet%)
یونجه (Alfalfa)	30.0
کاه گندم (Wheat straw)	40.0
کنجاله سویا (Soybean meal)	8.0
دانه جو (Corn grain)	16.0
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	0.5
سبوس گندم (Wheat bran)	4.15
بی‌کربنات سدیم (sodium bicarbonate)	0.15
مکمل معدنی+ویتامینی (Premix Mineral + Vitamin)*	0.5
دی کلسیم فسفات (Di-calcium phosphate)	0.15
نمک (Salt)	0.55
ترکیبات شیمیایی جیره (Chemical composition of diet)	
پروتئین‌خام (CP) 13.5 %	انرژی قابل‌متابولیسم (ME) 2.5 (MCal/Kg)
کلسیم (Ca) 0.8 %	پروتئین قابل‌متابولیسم (MP) 110 (g/Kg)
فسفر (P) 0.4 %	پروتئین تجزیه پذیر مؤثر (ERDP) 48 %
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)% 28	پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه (RUP) 25 %

*ترکیبات مخلوط معدنی – ویتامینه: ویتامین A ۵۰۰۰۰۰ IU بر کیلوگرم، ویتامین D_3 ۱۰۰۰۰۰ IU بر کیلوگرم، ویتامین E ۱ گرم بر کیلوگرم، کلسیم ۱۸۰ گرم بر کیلوگرم، فسفر ۹۰ گرم بر کیلوگرم، منیزیم ۲۰ گرم بر کیلوگرم، سدیم ۶۰ گرم بر کیلوگرم، منگنز ۲ گرم بر کیلوگرم، روی ۳ گرم بر کیلوگرم، کبالت ۱ گرم بر کیلوگرم، سلنیوم ۱ گرم بر کیلوگرم، ید ۱ گرم بر کیلوگرم، آنتی‌اکسیدانت‌ها ۳ گرم بر کیلوگرم.

*Mineral-vitamin mix compositions: 500,000 IU/kg of vitamin A; 100,000 IU/kg of vitamin D_3; 1.0 g/kg of vitamin E;180 g/kg of Ca; 90 g/kg of P; 20 g/kg of Mg; 60 g/kg of Na; 2.0 g/kg of Mn; 3.0 g/kg of Zn; 1.0 g/kg of Co; 1.0 g/kg of Se; 1.0 g/kg of I; 3.0 g/kg of Antioxidants (NRC, 2021).

تجزیه‌وتحلیل آماری: این پژوهش با شش تیمار آزمایشی (شامل سه رقم جدید علوفه آمارانت سیلو شده و سیلو نشده لورآ، خارکفسکی و سیم) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد (با سه تکرار) انجام شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری R نسخه ۴.۲.۰ سال ۲۰۲۲ تجزیه‌وتحلیل شدند (R، ۲۰۲۲). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و سطح خطای پنج درصد، انجام شد.

مدل آماری طرح کاملاً تصادفی:

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

Y_{ik} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین صفت مورد آزمایش، T_i : اثر نوع ماده خوراکی، e_{ik} : اثر خطای آزمایشی (باقیمانده).

نتایج و بحث

در جدول ۲، ترکیبات شیمیایی (شاخص‌های تجزیه تقریبی) تیمارهای آزمایشی گزارش‌شده که ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام در علوفه رقم لورآ و نیز در علوفه سیلویی رقم لورآ به‌صورت معنی‌داری بیشتر از بقیه علوفه‌های آمارانت (سیلو شده و نشده) بود (P<۰/۰۱). البته در مقادیر ماده آلی، خاکسترخام و چربی خام علوفه‌های سیلو شده و نشده آمارانت، اختلاف معنی‌داری بین رقم‌های جدید مشاهده نشد (P>۰/۰۱).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی (درصد ماده خشک) ارقام مختلف *آمارانت* (علوفه و سیلاژ)

Table 2. Chemical composition (%DM) of *Amaranthus* different cultivars (forage and silgae)

Approximate analysis تجزیه‌تقریبی						تیمارها Treatments
NFC کربوهیدرات غیر فیبری	Ash خاکسترخام	EE چربی خام	CP پروتئین خام	OM ماده آلی	DM ماده خشک	
27.7^{ab}	20.7	0.93	22.4^{a}	79.3	17.6^{b}	علوفه لورآ Laura forage
26.2^{b}	21.8	1.13	20.1^{b}	78.3	16.0^{c}	علوفه خارکفسکی Kharkovsky forage
27.5^{ab}	21.8	0.85	18.7^{c}	78.2	16.0^{c}	علوفه سیم Sim forage
1.6	1.1	0.2	1.7	1.1	1.8	SEM (Forages)
S	NS	NS	HS	NS	S	SIG (Forages)
28.6^{a}	21.2	0.97	18.8^{c}	78.8	23.0^{a}	سیلوی لورآ Laura silage
26.4^{b}	21.6	1.28	17.0^{d}	78.4	22.0^{a}	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
28.7^{a}	22.2	0.93	17.1^{d}	77.8	19.9^{b}	سیلوی سیم Sim silage
1.5	1.0	0.3	1.9	0.9	0.9	SEM (Silages)
S	NS	NS	S	NS	HS	SIG (Silages)
1.5	1.0	0.2	2.0	1.0	2.8	SEM (Total)
S	NS	NS	S	NS	HS	SIG (Total)

حروف متفاوت در هر ستون، نشانه معنی‌داری بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری. DM: ماده خشک. OM: ماده آلی. CP : پروتئین خام. EE : چربی خام. Ash: خاکسترخام. NFC: قندهای غیر فیبری.

Different letters in each column, indicated significantly different means (P<0.05). HS: High Signifcant (P<0.01). S: Low Signifcant (P<0.05). NS: Non-Signifcant (P>0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Signifcantly. DM: Dry Matter. OM: Organic Matter. CP: Crude Protein. EE: Ether Extract. Ash: Crude Ash. NFC: Non-Fiber Carbohydrate.

تمامی شاخص‌های دیواره سلولی شامل الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و نیز شوینده اسیدی، لینگین خام، قند محلول، همی سلولز و سلولزخام (گزارش‌شده در جدول۳) دارای تفاوت معنی‌داری در بین علوفه‌های سیلو شده و سیلو نشده آمارانت (رقم-های لورا، خارکفسکی و سیم) بودند (P<۰/۰۱) که علوفه آمارانت سیلو نشده و سیلو شده (رقم خارکفسکی) برای شاخص‌های دیواره سلولی گیاهی از جمله الیاف نامحلول در شوینده خنثی و شوینده اسیدی و نیز سلولز خام بیشترین و در قند محلول و لیگنین‌خام کمتر از بقیه تیمارهای آزمایشی شد. البته در علوفه رقم سیم مقدار لیگنین‌خام بیشتر از همه علوفه‌های آزمایشی (سیلو نشده و سیلونشده) شد که ارتباط مستقیمی با نژاد و رقم کشت‌شده آمارانت دارد (VanSoest و همکاران، ۱۹۹۱).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول۳- ترکیبات دیواره سلولی (درصد ماده خشک) ارقام مختلف *آمارانت* (علوفه و سیلاژ)

Table 3. Chemical of cell wall (%DM) of *Amaranthus* different cultivars (forage and silgae)

VanSost index شاخص ونسوست						تیمارها Treatments
CC سلولز خام	HC همی‌سلولز	WSC قند محلول در آب	ADL لیگنین خام	ADF الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	NDF الیاف نامحلول در شوینده خنثی	
14.4^{d}	9.1^{c}	5.8^{a}	4.8^{e}	19.2^{c}	28.3^{d}	علوفه لورآ Laura forage
15.5^{b}	10.3^{b}	5.4^{b}	5.0^{d}	20.5^{b}	30.8^{c}	علوفه خارکفسکی Kharkovsky forage
14.8^{d}	10.5^{b}	5.8^{a}	5.9^{a}	20.7^{b}	31.2^{b}	علوفه سیم Sim forage
1.0	1.0	0.3	1.0	1.6	2.4	SEM $_{(Forages)}$
NS	S	S	NS	S	S	SIG $_{(Forages)}$
15.3^{b}	10.1^{b}	2.5^{c}	5.1^{c}	20.4^{b}	30.5^{c}	سیلوی لورآ Laura silage
16.6^{a}	11.8^{a}	2.4^{d}	5.3^{b}	21.9^{a}	33.7^{a}	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
15.0^{c}	10.2^{b}	2.5^{c}	5.9^{a}	20.9^{b}	31.1^{b}	سیلوی سیم Sim silage
1.2	1.1	0.2	0.7	0.7	1.8	SEM $_{(Silages)}$
S	S	S	S	S	S	SIG $_{(Silages)}$
7.7	1.5	7.7	7.7	1.3	2.2	SEM (Total)
S	S	HS	S	S	S	SIG (Total)

حروف متفاوت در هر ستون، نشانه معنی‌داری بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری. NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی. ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی. ADL: لیگنین خام. WSC: قند محلول در آب. Hemi: همی سلولز. CF: سلولز خام.

Different letters in each column, indicated significantly different means (P<0.05). HS: High Signifcant (P<0.01). S: Low Signifcant (P<0.05). NS: Non-Signifcant (P>0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Signifcantly. NDF: Natural Detergent Fiber. ADF: Acide Detergent Fiber. ADL: Crude Lignin. WSC: Water Solubel Carbohydrate. HC: Hemi Cellulose. CC: Crude Cellulose.

خصوصیات سیلویی (ارزیابی ظاهری-حسی شامل رنگ، بو، استحکام و عدم کپک‌زدگی)، pH و نقطه فلیگ علوفه‌های سیلو شده آمارانت در جدول۴ گزارش‌شده است. در بین علوفه‌های سیلو شده آمارانت، رقم لورآ دارای کمترین مقدار pH و نیز بیشترین مقادیر نقطه فلیگ بود. همچنین امتیاز مجموع ارزیابی ظاهری-حسی در رقم لورآ به‌صورت معنی‌داری از بقیه رقم‌های سیلاژ آمارانت، بیشتر شد (P<۰/۰۱).

نتایج اسیدهای آلی سیلویی (شامل اسیدلاکتیک، اسیداستیک و اسیدپروپیونیک)، نیتروژن آمونیاکی علوفه‌های سیلو شده آمارانت در جدول۵ ارائه‌شده است. همه اسیدهای آلی و نیز نسبت اسیدلاکتیک به اسیداستیک و مجموع اسیدهای آلی در علوفه سیلو شده آمارانت رقم لورآ بیشتر از بقیه علوفه‌های سیلوی بود (P<۰/۰۱). البته فقط نیتروژن آمونیاکی این رقم از بقیه تیمارهای سیلویی کمتر شد که نشانه عدم تخریب مواد سیلوی در فرآیند سیلو شدن، است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول۴-ارزیابی علوفه سیلویی ارقام مختلف *آمارانت*

Table 4. Evaluation of silage forages of *Amaranthus* different cultivars

SES امتیاز کل ارزیابی	SS_4 استحکام بافت	SS_3 بوی اسیدی	SS_2 رنگ گیاه	SS_1 بدون کپک زدگی	FP نقطه فلیگ	pH پی اچ	تیمارها Treatments
15.8^a	4.4	3.5	4.0^a	3.8^a	78.7^a	4.4^b	سیلوی لورآ Laura silage
14.4^b	3.9	2.8	3.8^b	3.9^a	72.2^b	4.5^b	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
13.2^c	3.2	2.9	3.7^b	3.4^b	61.5^c	5.0^a	سیلوی سیم Sim silage
1.2	0.6	0.6	0.4	0.4	7.7	0.3	SEM
HS	NS	NS	S	S	HS	S	SIG

حروف متفاوت در هر ستون، نشانه معنی‌داری بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری. pH: قدرت اسیدی. FP: نقطه فلیگ. SS_1: بدون کپک‌زدگی. SS_2: رنگ گیاه. SS_3 : بوی اسیدی. SS_4: استحکام بافت. SES: امتیاز کل ارزیابی.

Different letters in each column, indicated significantly different means (P<0.05). HS: High Signifcant (P<0.01). S: Low Signifcant (P<0.05). NS: Non-Signifcant (P>0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Significantly. pH: Acid power. SS_1: Non-Moldy. SS_2: Plant Color. SS_3: Acid smell. SS_4: Tissue strength. SES: Sensory Evaluation Score ($SES=SS_1+SS_2+SS_3+SS_4$). FP: Flieg Pointe (220+((2*DM%)-15) -(40*pH)).

جدول۵- اسیدهای آلی و نیتروژن آمونیاکی (درصد ماده خشک) علوفه سیلویی ارقام مختلف *آمارانت*

Table 5. Organic acids and N-NH_3 of silage forages (%DM) of *Amaranthus* different cultivars

VFA اسیدهای آلی	N-NH_3 نیتروژن آمونیاکی	LA/AA نسبت اسید لاکتیک/استیک	PA اسیدپروپیونیک	AA اسیداستیک	LA اسیدلاکتیک	تیمارها Treatments
78.5^a	4.4^c	2.5^a	15.1^b	18.4^a	45.0^a	سیلوی لورآ Laura silage
67.9^b	5.0^b	2.4^b	12.9^b	16.1^b	38.8^b	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
58.3^c	5.9^a	2.5^a	10.9^c	13.5^c	33.8^c	سیلوی سیم Sim silage
8.7	0.4	0.1	2.7	1.3	4.5	SEM
HS	HS	S	HS	HS	HS	SIG

حروف متفاوت در هر ستون، نشانه معنی‌داری بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری. LA: اسیدلاکتیک. AA: اسید استیک. PA: اسید پروپیونیک. LA/AA: نسبت اسیدلاکتیک به اسید استیک. N-NH3 : نیتروژن آمونیاکی. VFA: اسیدهای آلی.

Different letters in each column, indicated significantly different means (P<0.05). HS: High Signifcant (P<0.01). S: Low Signifcant (P<0.05). NS: Non-Signifcant (P>0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Signifcantly. LA: Lacitic Acid. AA: Acetic Asid. PA: Propionic Acid. N-NH_3: Nitrogen of Amonia. VFA: Organic Acids.

یافته‌های تولید گاز در ساعت‌های مختلف تخمیر شکمبه‌ای شش علوفه آزمایشی آمارانت (سیلو نشده و سیلوشده)، در جدول۶ آورده شده است. در بین علوفه‌های سیلو نشده و سیلو شده آمارنت، رقم لورآ بیشترین (P<۰/۰۱) مقدار تولید گاز در ۲۴ ساعت تخمیر را داشت. اما در بین علوفه‌های سیلو شده آمارنت در زمان‌های بین ۷۲ و ۹۶ ساعت تخمیر شکمبه‌ای، هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۱). یکی از دلایل افزایش تولید گاز در رقم لورآ، بالا بودن مقدار پروتئین خام در این رقم می‌باشد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۶- تولید گاز (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم) علوفه سیلو شده ارقام مختلف *آمارانت*

Table 6. Gas production (%DM) on silaged forages of *Amaranthus* different cultivars

Deferent times of fermentation (h) زمان‌های مختلف تخمیر (ساعت)									تیمارها Treatments
96	72	48	24	12	8	6	4	2	
64.8	59.5	56.2	46.0	33.4	23.3	16.5	11.0	7.5	علوفه لورآ Laura forage
58.5	58.5	54.8	44.3	32.9	22.0	16.0	10.5	6.9	علوفه خارکفسکی Kharkovsky forage
57.0	57.0	52.8	42.3	32.4	21.1	14.6	9.9	6.3	علوفه سیم Sim forage
1.2	1.2	1.5	1.6	0.8	1.0	0.9	0.7	0.6	SEM (Forages)
HS	HS	HS	HS	HS	S	S	S	S	SIG (Forages)
51.4	51.4	48.6	45.3	32.2	22.3	14.8	10.8	7.4	سیلوی لورآ Laura silage
50.7	50.7	48.4	43.9	30.2	18.3	14.5	9.7	6.5	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
50.3	50.3	47.8	42.1	29.0	17.7	13.3	9.3	6.1	سیلوی سیم Sim silage
0.6	0.8	0.7	1.4	1.5	2.2	0.8	0.8	0.6	SEM (Silages)
NS	NS	S	HS	S	HS	HS	S	S	SIG (Silages)
4.4	4.0	3.5	1.5	1.7	2.2	1.1	0.8	0.6	SEM (Total)
HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	SIG (Total)

HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری.

HS: High Signifcant (P<0.01). S: Low Signifcant (P<0.05). NS: Non-Signifcant (P>0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Signifcantly.

در جدول ۷، نتایج فراسنجه‌های تولید گاز (شامل گاز بخش نامحلول در آب و کند تخمیر، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شکمبه‌ای) و نیز ارزش نسبی علوفه‌ای و تغذیه‌ای، پروتئین قابل متابولیسم و ضریب خوراک مصرفی روزانه گزارش‌شده که در همه صفات مذکور در علوفه آمارانت رقم لورا (سیلو شده و سیلو نشده) به‌صورت معنی‌داری بیشتر از بقیه رقم‌ها بود (P<۰/۰۱). البته فقط در رقم سیم (علوفه سیلو شده و نشده) برای ثابت نرخ تولید گاز بیشترین مقدار شد (P<۰/۰۱). افزایش خوراک مصرفی روزانه، ارتباط مستقیم با افزایش قابلیت هضم و نیز انرژی و پروتئین قابل متابولیسم در رقم لورآ دارد.

نتایج انرژی هضمی، قابل متابولیسم و خالص (شیردهی) و نیز قابلیت‌هضم (شامل ماده آلی، ماده خشک و ماده آلی در ماده خشک) در جدول ۸ ارائه‌شده است. علوفه آمارانت رقم لورآ، در بین علوفه‌های سیلو شده و نشده دارای بیشترین مقدار انرژی هضمی، قابل متابولیسم و خالص (شیردهی) و همچنین در همه انواع قابلیت هضم نیز بیشترین مقدار شده (P<۰/۰۱) و البته در رقم سیم کمترین مقدار به دست آمد (P<۰/۰۱) برتری مقدار انرژی قابل متابولیسم و نیز قابلیت هضم در سیلاژ علوفه آمارانت (رقم لورآ) به دلیل افزایش پروتئین خام و تولید گاز بیشتر در این رقم است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۷- فراسنجه‌های تولید گاز، ارزش نسبی علوفه‌ای و کیفیت نسبی تغذیه‌ای علوفه سیلو شده ارقام مختلف *آمارانت*

Table 7. Parameters gas, RFV and RFQ on silaged forage of *Amaranthus* different cultivars

RFQ and RFV ارزش نسبی علوفه‌ای و تغذیه‌ای				Gas Parameters فراسنجه‌های تولید گاز			تیمارها Treatments
DMI ماده خشک مصرفی	RFQ کیفیت نسبی علوفه‌ای	RFV ارزش نسبی تغذیه‌ای	MP پروتئین قابل متابولیسم	SCFA اسیدهای چرب کوتاه زنجیر	C نرخ ثابت تولید گاز	B گاز بخش آهسته تخمیر	
50.0[a]	110.0[a]	124.3[a]	142.5[a]	1.02[a]	0.05[c]	62.7[a]	علوفه لورآ Laura forage
48.5[b]	105.2[c]	120.1[c]	136.5[c]	0.98[c]	0.06[c]	61.5[a]	علوفه خارکفسکی Kharkovsky forage
47.3[b]	99.5[d]	116.8[d]	133.1[d]	0.94[d]	0.06[c]	60.6[b]	علوفه سیم Sim forage
1.4	4.6	4.0	4.2	0.04	0.003	1.0	SEM (Forages)
HS	HS	HS	HS	HS	S	S	SIG (Forages)
46.8[c]	108.0[b]	122.3[b]	138.2[b]	1.00[b]	0.07[b]	60.6[b]	سیلوی لورآ Laura silage
45.0[d]	104.1[c]	119.7[c]	134.4[d]	0.97[c]	0.08[a]	53.4[c]	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
43.7[e]	98.7[e]	115.1[e]	131.5[e]	0.93[e]	0.08[a]	52.1[c]	سیلوی سیم Sim silage
1.1	4.1	3.6	3.1	0.03	0.004	1.1	SEM (Silages)
S	HS	HS	HS	HS	S	S	SIG (Silages)
2.2	4.3	3.7	3.9	0.22	0.01	4.9	SEM (Total)
HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	SIG (Total)

حروف متفاوت در هر ستون، نشانه معنی‌داری بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری. B: گاز آهسته تخمیر ناشی از بخش نامحلول در آب (میلی‌لیتر). C: نرخ ثابت تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت). SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول). MP: پروتئین قابل متابولیسم (گرم بر کیلوگرم). RFQ: کیفیت نسبی علوفه‌ای. RFV: ارزش نسبی تغذیه‌ای. DMI: ماده خشک مصرفی (گرم بر کیلوگرم وزن متابولیکی در روز).

Different letters in each column, indicated significantly different means (P<0.05). HS: High Signifcant (P<0.01). S: Low Signifcant (P<0.05). NS: Non-Signifcant (P>0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Signifcantly. B: The gas production from the slowly-soluble fraction (mL). C: Gas production rate (mL/h). SCFA: Short chain fatty acids (mmol). MP: Metabolizable Protein (g/Kg). RFQ: Relative Forage Quality, RFV: Relative Feed Value. DMI: Dry Matter Intake (g/Kg, $W^{0.75}$ body weight/in day).

در پژوهشی (Fazaeli و Safaei، ۲۰۰۷) آمده است که میزان ماده خشک سیلاژ آمارانت (برداشت‌شده در مراحل بذر دهی) ۲۵/۳ درصد و pH آن نیز ۴/۱۱ بوده و نیز پروتئین‌خام ، خاکسترخام ، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، کلسیم، فسفر، پتاسیم و منیزیم آن به ترتیب برابر با ۱۲/۹، ۱۳/۷، ۴۴/۵، ۱/۹، ۰/۲۶، ۳/۷، ۰/۶۸ درصد در ماده خشک می‌باشد و نیز قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی ، ماده آلی در ماده خشک پروتئین خام، الیاف خام و انرژی‌ام که با روش جمع‌آوری مدفوع، به ترتیب ۵۵/۴، ۵۸/۳، ۴۷/۸، ۵۵/۶، ۴۹/۰ و ۵۵/۹ درصد به دست آوردند که با نتایج تحقیقات حاضر متفاوت بوده و دلیل اصلی عدم این تطابق، مربوط به کشت و کاربرد علوفه رقم قدیمی (خارکف) آمارانت و نیز مرحله برداشت، در پژوهش آن‌ها می‌باشد. در پژوهش حاضر علوفه آمارانت رقم‌های لورآ (به رنگ قرمزتیره)، خارکفسکی (به رنگ سبزتیره) و سیم (به رنگ ابلق) اصلاح نژاد شده‌اند لذا اگزالات و نیترات تجمعی آن‌ها بسیار پایین بوده و کیفیت مواد مغذی بالایی دارند (Rahnama و Safaei، ۲۰۱۷).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۸- انرژی و قابلیت هضم علوفه سیلو شده و سیلو نشده ارقام مختلف *آمارانت*

Table 8. Digestibility and energy values on silage and forage of *Amaranthus* different cultivars

Digestability index(%DM) قابلیت هضم			Energy index (MJ/Kg) شاخص انرژی			
DMD قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک	DOMD قابلیت هضم ماده خشک	OMD قابلیت هضم ماده آلی	NE_L انرژی خالص	ME انرژی قابل متابولیسم	DE انرژی قابل‌هضم	تیمارها Treatments
71.6[a]	74.7[a]	79.8[a]	5.8[a]	9.7[a]	11.5[a]	علوفه لورآ Laura forage
69.7[b]	73.5[b]	76.7[b]	5.6[b]	9.3[c]	11.1[b]	علوفه خارکفسکی Kharkovsky forage
67.9[c]	72.3[b]	75.3[c]	5.3[d]	9.0[e]	10.7[c]	علوفه سیم Sim forage
2.8	2.5	2.2	0.2	0.3	0.4	SEM (Forages)
HS	HS	HS	S	HS	S	SIG (Forages)
66.5[d]	70.2[c]	73.8[d]	5.6[b]	9.4[b]	11.1[b]	سیلوی لورآ Laura silage
62.5[e]	66.9[d]	71.3[e]	5.4[c]	9.2[d]	10.8[c]	سیلوی خارکفسکی Kharkovsky silage
60.4[f]	64.6[e]	68.9[f]	5.2[e]	8.9[f]	10.5[d]	سیلوی سیم Sim silage
2.3	1.3	1.9	0.2	0.2	0.3	SEM (Silages)
HS	HS	HS	HS	HS	HS	SIG (Silages)
7.7	3.7	2.0	0.2	0.3	0.3	SEM (Total)
HS	HS	HS	HS	HS	HS	SIG (Total)

حروف متفاوت در هر ستون، نشانه معنی‌داری بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵). HS: بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱). S: معنی‌دار (P<۰/۰۵). NS: عدم معنی‌داری (P>۰/۰۱). SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها. SIG: سطح معنی‌داری. DE: انرژی قابل‌هضم (مگاژول بر کیلوگرم). ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم). NE_L: انرژی خالص (مگاژول بر کیلوگرم). OMD: قابلیت هضم ماده آلی. DMD: قابلیت هضم ماده خشک.DOMD : قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک.

Different letters in each column, indicated significantly different means (P< 0.05). HS: High Signifcant (P< 0.01). S: Low Signifcant (P< 0.05). NS: Non-Signifcant (P> 0.05). SEM: Standard Error of Means, SIG: Signifcantly. DE: Digestible Energy. ME: Metabolizable Energy. NE_L: Net Energy for Lactation. DMD: Dry Matter Digestibility. OMD: Organic Matter Digestibility, DOMD: Digestible Organic Matter in the Dry Matter.

در تحقیقاتی بیان شد که با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژنه، تولید گاز متان در شکمبه (از ۲۹/۱ به ۲۶/۷ میلی‌لیتر در گرم نمونه) نیز کاهش داشته است (Sarmadi و همکاران، ۲۰۱۸). پروتئین بالا و وجود مواد قندی سهل‌الهضم در علوفه منجر به بهبود تخمیر در شکمبه می‌گردد (Zarei و همکاران، ۲۰۲۲) لذا قابلیت هضم افزایش‌یافته و خوراک مصرفی نیز بیشتر می‌شود (VanSoest، ۱۹۹۱).

در تأیید پتانسیل بالای آمارانت برای مصرف در نشخوارکنندگان آمده است که علف‌های خودرو از جمله آمارانت، جزء منابع خوراکی غیرمتعارف بوده و با غذای انسان نیز رقابت نمی‌کنند. ضمن اینکه بسیاری از آن‌ها جزء گیاهان دارویی محسوب شده و به دلیل داشتن اسانس یا عصاره از ارزش بالایی برخوردار هستند (Bayat-Kohsar و همکاران، ۲۰۲۰). رشد در شرایط خشکی و شرایط کم‌آبی،

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

سازگاری در زمین‌های با خاک‌ها و اقلیم‌های متفاوت باعث تمایز آن‌ها نسبت به گیاهان زراعی مرسوم، شده است. همچنین این گیاهان در مقایسه با گیاهان زراعی، از منابع غذایی خاک، با کارایی بهتری استفاده می‌کنند (Di-Tomasa، ۱۹۹۵). از این‌رو، علف‌های خودرو می‌توانند با بهره‌گیری از این ویژگی، رشد بیشتری داشته باشند.

در برخی کشورها با توجه به ویژگی‌های (Blummel و Bullerdieck، ۱۹۹۷) علف‌های خودرو مانند آمارانت، توجه ویژه‌ای به آن‌ها در زمینه کشت و استفاده از آن در تغذیه دام شده است. همچنین در برخی از دیگر کشورها از جمله کنیا، کشاورزان در مناطق با بارندگی کم، آمارانت را به ذرت ترجیح می‌دهند و نیز نشان داده‌شده است که در بیابان‌های ساحلی پرو، آمارانت (Weber و همکاران، ۱۹۸۸) به نصف میزان آبیاری ذرت نیاز دارد. آمارانت با توجه به تولید حجم زیادی توده زیستی در یک دوره زمانی کوتاه‌مدت، می‌تواند به‌عنوان علوفه در تغذیه دام‌های اهلی استفاده شود. در کشور چین آمارانت را برای تغذیه گاو کشت می‌کنند و در کشور پرو در یک فصل از چند چین علوفه آن استفاده می‌نمایند. در مناطق معتدل مکزیک از پتانسیل این علف‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان در تمام طول سال استفاده می‌شود و به دلیل هزینه پایین تولید، استفاده از آن‌ها برای دامدار مقرون‌به‌صرفه خواهد بود (Blummel و Bullerdieck، ۱۹۹۷).

در مطالعه دیگری (Rezaei و همکاران، ۲۰۱۴)، سیلوی آمارانت و ذرت علوفه‌ای را مورد ارزیابی قراردادند که نتایج آن‌ها حاکی از آن است که ماده خشک ذرت علوفه‌ای و آمارانت (سیلو نشده و سیلو شده) به ترتیب ۲۱/۱، ۲۲/۰، ۲۱/۷ و ۲۳/۵ درصد، ماده آلی به ترتیب ۹۳/۶، ۹۲/۳، ۹۰/۸ و ۸۹/۰ درصد، پروتئین‌خام به ترتیب ۸/۷، ۷۷/، ۱۳/۴ و ۱۲/۲ درصد، لیگنین‌خام به ترتیب ۴/۵، ۴/۵، ۳/۵ و ۳/۵ درصد، چربی خام به ترتیب ۳/۴، ۳/۳، ۲/۵ و ۲/۴ درصد، کربوهیدرات غیر فیبری به ترتیب ۳۰/۶، ۳۳/۲، ۲۰/۹ و ۳۰/۴ درصد، کلسیم به ترتیب ۲/۲، ۲/۳، ۱۷/۹ و ۱۷/۸ درصد، فسفر به ترتیب ۲/۱، ۲/۲، ۲/۷ و ۲/۶ درصد، انرژی قابل متابولیسم به ترتیب ۱۰/۸، ۱۰/۱، ۹/۵ و ۹/۲ مگاژول بر کیلوگرم بود. البته pH، نشاسته، نیتروژن آمونیاکی، اسیدلاکتیک، اسیداستیک، اسید پروپیونیک و اسید بوتریک در سیلوی آمارانت به ترتیب ۳/۹، ۱۰/۱، ۶۹/۳، ۸۱/۸، ۱۷/۳، ۱/۱ و ۱۴/۶ گرم در کیلوگرم و نیز در سیلوی ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۴/۰، ۲۱/۳، ۵۱/۱، ۷۶/۷، ۱۹/۲، ۳/۱ و ۰/۹ گرم در کیلوگرم به دست آمد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

در تحقیق دیگری آمده است که با مصرف ۳۰۰ گرم در کیلوگرم سیلوی علوفه آمارانت در بره‌ها، ضریب خوراک مصرف روزانه آن‌ها ۷۶/۶ گرم در کیلوگرم وزن زنده بود (Rezaei و همکاران، ۲۰۱۳). در مطالعه‌ای اثر زمان برداشت و مقدار کود نیتروژنه را برای روی ارزش تغذیه‌ای علوفه آمارانت بررسی نمودند (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۲). گزارشات آن‌ها بیان می‌کند که پروتئین خام، چربی خام، قند محلول، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، لیگنین خام، خاکستر خام، کلسیم، فسفر، سدیم و پتاسیم علوفه آمارانت در برداشت ۴۰ روزگی (با مصرف کود نیتروژنه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۲۴/۳، ۴/۶، ۸/۷، ۳۵/۱، ۲۰/۷، ۲/۵، ۱۷/۸، ۲/۶، ۰/۶، ۰/۸ و ۴/۶ درصد بودند که با افزایش مقدار کود نیتروژنه، پروتئین خام نیز افزایش داشته ولی با افزایش سن گیاه مقدار پروتئین خام کاهش نشان داده است.

همچنین در گزارشی آمارانت (رقم ماریا) در ظروف پلاستیکی سیلو شده و پس از ۶۰ روز بازگشایی شدند (Shadi و همکاران، ۲۰۱۸). آزمایش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

آن‌ها تخمیرپذیری به روش‌های برون تنی و کیسه‌های نایلونی بوده که انرژی و پروتئین قابل متابولیسم را به دست آوردند. پروتئین خام آمارانت سیلو نشده و سیلو شده به ترتیب ۱۹۹ و ۱۸۰ گرم در کیلوگرم بوده و همچنین pH آن‌ها به ترتیب ۳/۸ و ۴/۱ به دست آمد. آن‌ها نتیجه گرفتند که گیاه آمارانت رقم ماریا ازنظر ترکیبات مواد مغذی و فراسنجه‌های تخمیرپذیری با ذرت علوفه‌ای قابل مقایسه می‌باشد و نیز دارای پروتئین خام بیشتری است. سیلاژ آمارانت برای تغذیه دام‌ها در مناطق کم آب مناسب می‌باشد که مشابه نتایج پژوهش حاضر است.

در پژوهش دیگری، تعداد ۵۰ رأس بره نر مغانی با میانگین ۲۸ کیلوگرم به مدت ۹۸ روز پروار شدند. سطوح استفاده از سیلاژ آمارانت جایگزین سیلاژ ذرت به ترتیب صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک بود. خوراک‌دهی به‌صورت روزانه و نیز در دو وعده انجام می‌شده که با افزایش سطوح سیلاژ آمارانت مقادیر خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و اسید بوتیریک شکمبه افزایش نشان داده شد. تغذیه با سیلاژ حاصل از ارقام اصلاح‌شده آمارانت آن‌ها تا سطح ۳۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک در جیره بره‌های پرواری مغانی، عملکرد رشد مطلوبی داشت. همچنین غلظت سطح بوتیرات تولیدشده در شکمبه با افزایش مصرف سیلاژ آمارانت افزایش نشان داد (Rouzbehan و همکاران، ۲۰۱۳). در کل افزودن قندهای غیر فیبری (از جمله ملاس و پسماند ذرت) و مواد جاذب رطوبت (مانند کاه گندم) به سیلوی علوفه‌های دارای پروتئین زیاد، لازم و ضروری می‌باشد (Toghdori و همکاران، ۲۰۱۸). البته کیفیت سیلو به روش تهیه و نحوه نگهداری آن نیز بستگی دارد. از عوامل تأثیرگذار در کیفیت سیلو نیز می‌توان به رقم گیاه کشت‌شده در شرایط محیطی خاص اشاره نمود. این ارقام علاوه بر افزایش در تولید، کیفیت تغذیه بالایی را نیز ایجاد می‌نمایند. آزمایشی بر روی سیلو مخلوط دو رقم آمارانت (خارکفسکی و سیم) با ذرت علوفه‌ای انجام شد (Karimi-Rahjerdi و همکاران، ۲۰۱۵) که نتایج آنها با نتایج پژوهش حاضر نسبتاً مشابه بود ولی عدم تشابه این نتایج مربوط به مخلوط نمودن ذرت علوفه‌ای با علوفه آمارانت است. البته درجه خلوص بذر رقم‌های آمارانت در تحقیق آن‌ها، بیشتر از پژوهش حاضر بود. به نقل از پژوهشگران مرتبط، اشاره‌شده که یکی از این ارقام، آمارانت سبز (آمارانتوس هیپوکوندر یاسوس) می‌باشد که اخیراً به‌منظور کشت علوفه و نیز تولید سیلاژ از خارج از کشور وارد الگوی زراعی ایران شده است (Aliarabi و همکاران، ۲۰۱۷) زیرا ازیک‌طرف دارای استعداد خوبی از نظر تحمل شرایط نامناسب مانند خاک فقیر، محدوده تحمل دمایی زیاد، مقاومت به خشکی و نیاز آبی اندک بوده و از طرف دیگر دارای سرعت رشد بالا است (Aynehband و همکاران، ۲۰۰۷). از دیگر خصوصیات این گیاه تولید بیش از ۷۰ تن علوفه تازه در هکتار است (Saricicek و Kilic، ۲۰۰۹). گزارش‌شده است که علوفه آمارانت حاوی پروتئین بالا، سلولز پایین و قابلیت هضم مناسبی است که سبب شده است تا این گیاه، پس از تحقیقات بیشتر، یک جایگزین مناسب برای علوفه‌های مرسوم مانند یونجه و سیلاژ ذرت مطرح شود (Henderson و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین ارزش تغذیه‌ای آمارانت هم‌تراز با علوفه غلات و سایر محصولات علوفه‌ای است و از نظر خصوصیات کیفی سیلو، در ردیف علوفه با کیفیت خوب تا عالی قرار دارد و می‌توان آن را به‌عنوان سیلاژ خوب، مصرف نمود (Sleugh و همکاران، ۲۰۰۱ ; Fazaeli و Safaei، ۲۰۰۷). لذا علوفه آمارانت (سیلو شده و نیز سیلو نشده) برای تغذیه نشخوارکنندگان بسیار مفید است. این علوفه

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

(سیلو شده و نشده) دارای منابع سرشار پروتئین بوده و با مصرف سیلوی آن علاوه بر مواد مغذی تازه، آب کافی نیز در اختیار دام نیز قرار می‌گیرد. البته عملیات سیلوسازی علوفه آمارانت بدون افزودنی مواد قندی سهل‌الهضم و نیز عدم کاهش رطوبت، به دلیل فساد میکروبی و تجزیه شدن نامناسب پروتئین در سیلو در هوای گرم امکان‌پذیر نیست (Teymournejad، ۲۰۰۱ ; Saricicek و Kilic، ۲۰۰۹). ازنظر اقتصادی و با توجه به قیمت‌های نهاده‌های دامی در اوایل تابستان ۱۴۰۱ (کنجاله سویا و علوفه یونجه به ترتیب ۱۶۵۰۰ و ۷۰۰۰ تومان) کاربرد سیلوی ارقام مختلف آمارانت در تغذیه نشخوارکنندگان می‌تواند در کاهش ۱۰ درصدی کنجاله سویا و نیز ۵۰ الی ۷۵ درصدی منابع علوفه‌ای خشک، صرفه‌جویی نمود. البته مصرف سیلوی ارقام مختلف آمارانت در تغذیه نشخوارکنندگان، به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالاتر نسبت به یونجه، می‌تواند بازده و بهره‌وری استفاده از خوراک را در نشخوارکنندگان افزایش دهد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به مناسب بودن خصوصیات سیلویی، مقدار تولید گاز، قابلیت هضم و نیز شاخص‌های انرژی و پروتئین قابل متابولیسم سیلاژ رقم لورآ به نظر می‌رسد که این سیلو برای تغذیه دام‌ها، نسبت به بقیه تیمارهای آزمایشی، مفید می‌باشد. درمجموع دام‌پروران، با کاربرد سیلو آمارانت می‌توانند هزینه‌های تولید خوراک را در پرورش نشخوارکنندگان، کاهش دهند.

توصیه‌های کاربردی: ۱- هرگز مواد سیلوی با پروتئین بالا را بدون مواد افزودنی از جمله کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم، سیلو نشود. ۲- گیاهان با پروتئین بالا به دلیل دارا بودن رطوبت زیاد و ساقه توخالی به سرعت در مجاورت هوا به رنگ سیاه درآمده و دچار کپک‌زدگی می‌شوند لذا باید پس از برداشت در حداقل زمان ممکن در سیلو ذخیره شوند. ۳- در هنگام سیلو کردن باید مواد جاذب رطوبت از جمله کاه غلات، به‌منظور کاهش رطوبت و تخمیر مناسب، به سیلاژ اضافه شود. ۴- آمارانت جزء لگوم‌ها بوده و مدت زمان بیشتری جهت تخمیر لاکتیکی نیاز دارد. لذا باید حداقل زمان بازگشایی ۴۵ روز باشد.

منابع

Abbasi, D., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. 2012. Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*A. hypochondriacus*). Journal of Animal Feed Science and Technology. 171, 6–13.

Aliarabi, H., Rabbani, H., Mirhadi, S.A., Fazaeli, H. and Zaboli, K. 2017. Comparison of nutritional value and ruminal fermentation characteristics of ensiled green amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) with corn silag. Journal of Ruminant Research. 5(2): 101-116. (In Persian).

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 14th Ed. Washington, DC.

Aynehband, A., Aghasizadez, V. and Meskarbashi, M. 2007. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of amaranth cultivars in different planting dates. Iranian Journal of Field Crops Research. 5: 221-228. (In Persian).

Bayat-Kohsar, J., Maghsoudlo, F. and Khojeh, A.M. 2020. Determination of nutritive value, *in vitro* gas production parameters and digestibility of different kinds of weed plants. Journal of Animal Environment. 12(3): 51-59. (In Persian).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Blummel, M. and Bullerdieck, P. 1997. The need to complement gas production measurements with residue determination from *in Sacco* degradability to improve the prediction of voluntary intake of hays. Journal of Animal Science. 64: 71-75.

Castelán, O.J. Estrada, L. Carretero, A. Vieira, N. Martinez, S. and Cárdenas, C. 2003. Degradation characteristics of maize weeds used as forage in smallholder maize-livestock production systems of central México in different growing periods. Journal of Tropical and Subtropical Agroecosystems. 3:115-119.

Chen, X.B. 1995. "Fitcurve" macro. IFRU. The Macaulay Institute, Aberdeen, UK.

Church, D.C. 1991. *Livestock feeds and Feeding*. Prentice-Hall. International, Inc.350. (3ed.) pp. 97-99.

Czerkawski, J.W. 1986. An introduction to rumen studies. Pergamum Press, Oxford, UK.

Di-Tomasa, J.M. 1995. Approach for improvement crop competition through the manipulation of fertilization strategies. Journal of Weed Science. 43: 491-497.

Fazaeli, H. and Safaei, A.R. 2007. Digestibility and voluntary intake of amaranth forage silage in sheep. In proceedings of the second congress of animal and aquatic sciences of the country. pp: 726-729. Animal Science Research Institute. Karaj. Iran. (In Persian).

Gao, R., Wang, B., Jia, T., Luo, Y. and Yu, Z. 2021. Effects of different carbohydrate sources on alfalfa silage quality at different ensiling days. Journal of Agriculture. (11) 58:1-13.

Givens, D.I., Owen, E., Oxford, R.F.E. and Omed, H.M. 2000. *Forage Evaluation Ruminant Nutrition.*CAB International, Wallingford, U.K. pp. 282-286.

Henderson, T., Johnson, B. and Schneiter, A. 2000. Row spacing, plant population and cultivar effects on grain amaranth in the Northern Great Plains. Agronomy Journal. 92: 329-336.

Karimi-Rahjerdi, N., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Rezaei, J. 2015. Chemical composition, fermentation characteristics, digestibility, and degradability of silages from two amaranth varieties (Kharkovsky and Sem), corn, and an amaranth–corn combination. Journal of Animal Science. 93, 5781–5790.

Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K.A., Ghorbani, G.R. and Samei, A. 2005. Use of absorbents and inoculants to enhance the quality of corn silage. Canadian Journal of Animal Science. 86:97-107.

Kilic, A. 1986. Silo feed (Instruction, education and application proposals). Bilgehan. Press: Izmir. Turkey.

Makkar, H.P.S. 2005. *In-vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. Journal of Animal Feed Science and Technology. 123(1):291-302.

McDonald, P., Edwards, R.A, Greenhalgh, J.F.D, and Morgan, C.A. 2010. *Animal nutrition* (7th Ed.). USA: Longman Scientific and Technical.

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

National Research Council (NRC). 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. Washington. The National Academies Press.

Pond, W.G. and Lehman. J.W. 1989. Nutritive value of vegetable amaranth cultivar for growing Lambs. Journal of Animal Science. 67:3036-3039.

Pond, W.G., Lehman, J.W., Elmore, R., Husby, F., Calvert, C.C., Newman, C.W., Lewis, B., Harrold, R.L. and Froseth, J. 1991. Feeding value of raw or heated grain amaranth germplasm. Journal of Animal Feed Science and Technology. 33:221-236.

R statistical software. 2022. R 4.2.0. (www.r-project.org). The R Journal.

Rahnama, A.A. and Safaei, A.R. 2017. Performance comparison of three varieties of Amaranth *(Amaranthus Hypochondriacus L.*) at different harvest time. Journal of Asian Scientific Research. 7(6): 224-230.

Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Zahedifar, M. 2013. Carcass characteristics, non-carcass components and blood parameters of fattening lambs fed on diets containing amaranth silage substituted for corn silage. Journal of Small Ruminant Research. 114, 225–232.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Zahedifar, M. 2014. Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. Animal Feed Science and Technology. 192: 29–38.

Rouzbehan, Y., Rezaei, J., Fazaeli, H., Zahedifar, M. and Maghsoudinejad, G. 2013. Effect of replacing corn silage by amaranth silage on weight gain, rumen fermentation and blood parameters in fattening Moghani lambs. Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 104(3): 39-54. (In Persian).

Sanchez, J.M.C. 1990. Amaranth (*Amaranthus spp*.) as a forage. In: Proc. Fourth Amaranth Confrence, Minnesota Ext. Serv., Minnesota Agricultuer University. Minnesota, St Paul.

Safaei, A.R., Fazaeli, H., Zahedifar, M., Mansouri, H. and Mirhadi, S.A. 2007. The developmental process of rumen fistulation in Iranian native ruminants. The 58th annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP). Dublin. Ireland. p. 395.

Saricicek, Z. and Kilic, A. 2009. The effects of different additives on silage gas production, fermentation kinetics and silage quality. Journal of Applied Sciences. 62: 11-18.

Shadi, H., Rouzbehan, Y., Rezaei, J. and Fazaeli, H. 2018. Nutritve value of amaranth (var. Maria) silage in comparison with corn silage. Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 121(4): 303-316. (In Persian).

Sarmadi, B., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. 2016. Influences of growth stage and nitrogen fertilizer on chemical composition, phenolics, *in situ* degradability and *in vitro* ruminal variables in amaranth forage. Journal of Animal Feed Science and Technology. 215, 73–84.

Sleugh, B.B., Moore, K.J., Brummer, E.C., Knapp, A.D., Russel, J. and Gibson, L. 2001. Forage nutritive value of various amaranth species at different harvest dates. Crop Science. 41: 466–472.

Svirskis, A. 2003. Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania. Agronomy Research. 1: 253–264.

Teymournejad, N. 2001. Determination of nutritive value of fruit and vegetable wastes using *in vivo*, *in vitro* and *in situ* techniques in ruminants. Thesis of MSc of Islamic Azad University of Branche Karaj. (In Persian).

Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A Two-Stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of grass and forage Science. 18(2): 104-l11.

Tisserand, J.I. and Valls, M. 2004. Evaluation of the Nutritive Value of Mediterranean Roughages. Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza (IAMZ): International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM).

Toghdory, A., Ghoorchi, T., Asadi, M. and Kamali, R. 2018. The effect of different levels of maize bran on performance, nutrient digestibility and rumination behavior of *Dalagh* ewes. Journal of Ruminant Research. 6(3): 71-80. (In Persian).

VanSoest, P.J. 1967. New chemical procedures for evaluation forages. Journal of Animal Science. 23: 838-847.

VanSoest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca. N.Y.

VanSoest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides (NSP) in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583–3597.

Weber, S.P., Summers, A.F., Meyer, T.L. and Funston, R.N. 2012. Impact of post-weaning beef heifer development system on average daily gain, reproduction, and feed efficiency. Beef cattle report at Nebraska University. P 39.

Weber, L. Ehubbard-Putnam, D. Nelson, L. and Lehman, J. 1988. Amaranth grain Production guide Rodale Pres Inc Emmaus. pH and American Amaranth Institute, Bricelyn, M. N. *In vitro* gas production using rumen fluid. Journal of Animal Research and Development. 28: 7-55.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Zaboli, K. and Maleki, M. 2016. Prediction of ruminal fermentation kinetic of corn silage using some models by *in vitro* method. Journal of Ruminant Research. 4(3): 117-134. (In Persian).

Zarei, J., Abdolhakim Toghdory, A. and Ghoorchi, T. 2022. Effect of conditioning concentrate and type of ration cereal on performance, nutrient digestibility, ruminal and blood parameters of *Dalagh* fattening lambs. Journal of Ruminant Research. 10(2): 63-78. (In Persian).

Archive of SID.ir