

مطالعه قابلیت سیلو شدن علوفه آرتیچوک و اثر افزودن سطوح

مختلف ملاس بر خصوصیات سیلویی آن

- **نادر پاپی** (نویسنده مسئول)
استادیار مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- **فرخ کفیل زاده**
استاد گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
- **حسن فضائی**
استاد مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۶۶۱۴۹۳۱

Email: papinader4@gmail.com

چکیده

در این تحقیق، علوفه آرتیچوک (معروف به سیب‌زمینی ترشی) در مرحله شروع گلدهی درو شد و پس از چا‌پر نمودن با سه سطح صفر، پنج و ۱۰ درصد ملاس (در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و پنج تکرار) در سیلوهای آزمایشگاهی سیلو گردید. پس از گذشت ۶۰ روز، سیلوها باز شدند و ضمن نمونه‌برداری، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی ظاهری علوفه سیلو شده با استفاده از شاخص‌های بو، بافت و رنگ مواد سیلو شده صورت گرفت. بلافاصله پس از نمونه‌برداری، نسبت به تعیین pH و ماده خشک اقدام گردید. نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای آلی و ترکیبات شیمیایی نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری شدند. در ارزیابی ظاهری، بوی تخمیر مناسب، عدم تغییر در ساختمان برگ و ساقه و نداشتن چسبندگی و ثابت ماندن رنگ اصلی گیاه مشاهده گردید. با افزایش سطوح ملاس، میزان pH، نیتروژن آمونیاکی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به صورت خطی کاهش یافتند، اما میزان ماده خشک، ماده آلی و کربوهیدرات‌های محلول در آب به صورت خطی افزایش یافت ($P < 0/01$). با افزایش سطح ملاس غلظت اسید استیک کاهش یافت ($P = 0/01$) اما غلظت اسید لاکتیک و اسید بوتیریک تحت تأثیر قرار نگرفت. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که شاخص‌های اصلی (اسید لاکتیک و pH) در سیلاژهای آزمایشی مشابه و قابل قبول بودند. بنابراین میزان کربوهیدرات محلول در علوفه آرتیچوک، در مرحله گلدهی، برای تخمیر سیلویی کافی بوده و می‌توان از آن سیلاژ قابل قبولی تهیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آرتیچوک، علوفه، سیلاژ، ملاس.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 113 pp: 41-50

Study the silage characteristics of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) fodder using of different levels of molasses

By: N. Papi^{1*}, F. Kafilzadeh², H. Fazaeli¹

¹Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), P.O. Box 1483, 31585, Tehran, Iran.

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Razi university, P.O. Box 6714, 967346, Kermanshah, Iran.

Email: papinader4@gmail.com, Tel: +989126614931

Received: April 2016

Accepted: June 2016

The objective of this study was to evaluate the effect of different levels of molasses on fermentation and chemical composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) fodder (JAF). A complete randomized design with three treatments and five replications was used. The treatments were as follows: JAF silage, JAF silage mixed with 50g molasses/kg fresh forage, and JAF silage mixed with 100g molasses/kg fresh forage. The forage was cut at early flowering stage and chopped in a stationary machine. The chopped fodder was ensiled in experimental silos (12 liter capacity), equipped with nylon for gas escape. The material was compacted manually, placing approximately 10 kg fresh forage in each silo. The silos were open 60 days after closing for apparent evaluation (color, smell and tissue) and sampling. When silos were opened sub-samples of approximately 50 g were collected to analyze for pH, ammonia-N and organic acids (acetic, propionic, butyric, iso-butyric, valeric, iso-valeric lactic acid). Another 50 g sub-sample was used for determining chemical composition (DM, total nitrogen, Ash, water soluble carbohydrate, NDF and ADF). Results showed that pH, ammonia-N, NDF, and ADF were decreased and content of DM, OM and water soluble carbohydrate of silage increased ($P<0.001$) by increasing level of molasses. However, as molasses levels increased, a linear decrease for acetate was observed ($P=0.01$) but lactate and butyrate were not affected. In conclusion, the fodder yield of Jerusalem artichoke had enough quantity of water soluble carbohydrate for reasonable fermentation in silage.

Key words: *Helianthus tuberosus*, fodder, silage, molasses

مقدمه

سال میسر می‌باشد (Kosaric و همکاران، ۱۹۸۴). علوفه خشک این گیاه یک منبع مناسب پروتئین با مقدار لیزین بالا معرفی شده است (Robert و Prabhu، ۱۹۸۵). تحقیقات بر روی آرتیچوک به عنوان یک محصول کشاورزی، عمدتاً در مورد غده صورت گرفته که به عنوان یک ماده غذایی و یا یک محصول خام صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Rakhimov و همکاران، ۲۰۰۳). ولی با توجه به استعداد تولید محصول علوفه این گیاه (Paolini و همکاران، ۱۹۸۸) و نیز پروتئین قابل توجه آن (بین ۸ تا ۱۰/۵ درصد در مرحله گلدهی) و بیش از ۲۰ درصد در برگ‌ها (فضائلی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Seiler، ۱۹۸۸) تمایل برای استفاده از بخش هوایی آن به عنوان علوفه در تغذیه دام بیش‌تر شده است. جایگزینی علف خشک این گیاه با یونجه خشک تا میزان ۴۰ درصد، از نظر قابلیت هضم ماده

آرتیچوک (Jerusalem artichoke) گیاهی است از خانواده Compositae که شباهت بسیار نزدیکی به آفتابگردان خودرو (*Helianthus tuberosus* L.) دارد. گونه‌ی این گیاه از نوع دائمی (پایدار) است که در مناطق گوناگون قادر به رشد بوده و پتانسیل بالایی برای تولید محصول علوفه‌ای یا مواد خام صنایع مختلف دارد (Vakil و Aikhodzhaeva، ۲۰۰۳). رشد این گیاه علفی چندساله به روش تکثیر ساقه‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد. این گیاه با عادت‌پذیری وسیع، در بسیاری از مناطق جغرافیایی مثل اروپا و آمریکای شمالی رشد می‌کند، در مقابل آفات و بیماری‌ها مقاوم بوده و در خاک‌های با حاصلخیزی پایین به خوبی قادر به رشد و نمو می‌باشد و در مقایسه با سایر محصولات مرسوم مثل گندم و ذرت، در مقابل سرما تحمل بیشتری از خود نشان می‌دهد، بنابراین رشد و نمو آن در دامنه وسیع‌تری از فصول

آزمایشگاهی (لوله‌های پی‌وی‌سی با قطر ۱۵ سانتی‌متر و ظرفیت حدود ۱۰ کیلوگرم) استفاده شد. سیلوها به تدریج از علوفه پر گردید و همزمان عمل کوبیدن و فشرده نمودن نیز صورت گرفت و در پایان درب سیلوها توسط پلاستیک بسته شد به طوری که از عدم نفوذ هوا به داخل آن‌ها اطمینان حاصل شد. مقدار pH و درصد ماده خشک علوفه قبل از سیلو نمودن تعیین گردید. پس از گذشت ۶۰ روز، همه سیلوها باز شدند و مورد ارزیابی و نمونه برداری قرار گرفتند (Daniele و همکاران، ۲۰۱۳). ارزیابی ظاهری علوفه سیلو شده با استفاده از شاخص‌های بو، بافت و رنگ مواد سیلو شده صورت گرفت (Karasahin, ۲۰۱۴).

نمونه برداری از عمق ۳۰ سانتی‌متری لوله‌ها صورت گرفت. برای این منظور از هر تکرار دو نمونه برداشته شد. یک نمونه برای عصاره‌گیری و تعیین pH، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای آلی (اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک، اسید ایزوبوتیریک، اسید والریک، اسید ایزو والریک و اسید لاکتیک) و نمونه دیگر برای تعیین ترکیبات شیمیایی (ماده خشک، نیتروژن کل، خاکستر خام، کربوهیدرات‌های محلول در آب، لیاف نامحلول در شونده خنثی و لیاف نامحلول در شونده اسیدی) مورد استفاده قرار گرفت. مقدار ماده خشک نمونه‌ها با استفاده از آن طی مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. خاکستر خام با سوزاندن در کوره الکتریکی و نیتروژن کل با استفاده از روش کجلدال و لیاف نامحلول در شونده تعیین گردید (AOAC, ۲۰۰۰). مقادیر لیاف نامحلول در شونده خنثی بر اساس روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد. مقدار pH با استفاده از pH متر (مدل CG 804-Germany)، نیتروژن کل با استفاده از دستگاه میکروکجلدال، نیتروژن آمونیاکی به روش (AFIA, ۲۰۱۱)، کربوهیدرات‌های محلول در آب با روش فنول-سولفوریک (Dubois و همکاران، ۱۹۵۶)، اسیدهای چرب فرار زنجیر کوتاه با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Stewart و Duncan, ۱۹۸۵) و اسید لاکتیک با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Borker و Sumer son, ۱۹۴۷).

تجزیه آماری

جهت تجزیه آماری داده‌ها، از طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با سه تیمار (سطوح مختلف ملاس) و پنج تکرار استفاده شد و اطلاعات

خشک (۵۶ تا ۶۰ درصد) و ماده آلی (۵۹ تا ۶۰ درصد) مشابه با یونجه خشک ارزیابی شده است (فضانلی و همکاران، ۱۳۸۸).

از گیاه آرتیچوک می‌توان به صورت دو منظوره یعنی تولید علوفه و نیز برداشت غده استفاده نمود. تولید علوفه سبز این گیاه تا ۷۰ تن در هکتار گزارش شده است (Paolini و همکاران، ۱۹۸۸) که اگر در اواخر مرحله رویش برداشت شود، علوفه‌ای با کیفیت بالا به دست خواهد آمد، البته در این صورت میزان غده کم‌تری تولید خواهد شد. با این وجود، زمانی که حجم علوفه تولیدی به حد مطلوب می‌رسد (مرحله گلدهی) ساقه‌های گیاه ضخیم شده که در این صورت اگر به صورت علوفه خشک تهیه شود سبب مشکلاتی در مصرف آن توسط دام‌ها می‌شود. بنا براین، استفاده از بخش هوایی این گیاه به منظور تهیه سیلاژ می‌تواند مورد توجه قرار بگیرد (Hill و Rawate, ۱۹۸۵). بر اساس گزارش Wyse و Wilfahrt (۱۹۸۲)، حداکثر محصول سیلاژ بخش هوایی آرتیچوک در زمان شروع گلدهی یا درست قبل از شروع گلدهی به دست می‌آید. در عین حال در خصوص سیلو نمودن و کیفیت سیلاژ این علوفه اطلاعات چندانی وجود ندارد. این گیاه با نام عرفی سیب‌زمینی‌ترشی، در مناطق محدودی از کشور ایران و از جمله استان اصفهان، جهت تولید غده کشت می‌شود و تاکنون از نظر تولید علوفه مورد توجه قرار نگرفته است. از طرفی با توجه به کمبود و محدودیت‌های تولید علوفه در کشور، لزوم مطالعه، شناسایی و معرفی منابع جدید تولید علوفه‌های سازگار با شرایط اقلیمی کشور، امری ضروری است. بنا براین، پژوهش حاضر برای تعیین قابلیت سیلو شدن، خصوصیات سیلویی و بررسی اثرات سطوح مختلف ملاس بر سیلاژ بخش هوایی آرتیچوک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

علوفه آرتیچوک (بخش هوایی شامل ساقه و برگ) در مرحله‌ی شروع گلدهی گیاه برداشت شد و با استفاده از چابر معمولی به قطعات ۲-۳ سانتی‌متری خرد گردید. علوفه خرد شده در سه تیمار شامل: ۱- علوفه بدون ماده افزودنی، ۲- علوفه آغشته شده با پنج درصد ملاس چغندر قند و ۳- علوفه آغشته شده با ۱۰ درصد ملاس چغندر قند آماده سازی شد و مخلوط تهیه شده مربوط به هر تیمار در پنج تکرار سیلو شد. برای این منظور از سیلوهای

متوسط pH قابل قبول نیز بالاتر خواهد بود (Fondevila و همکاران، ۱۹۹۴). ملاس ماده‌ای غنی از کربوهیدرات‌های قابل تخمیر است که سبب بالابردن سطح ماده خشک و کاهش pH سیلاژ می‌شود.

ترکیب شیمیایی

دامنه تغییرات ماده خشک علوفه سیلوشده بین ۲۸۶ تا ۳۱۸ گرم در کیلوگرم متغیر بود (جدول ۱) به نحوی که با افزودن ملاس میزان ماده خشک در سیلاژها به طور خطی افزایش یافت ($P < 0.01$). افزایش ماده خشک در نتیجه افزودن ملاس به دلیل بالا بودن محتوی ماده خشک ملاس می‌باشد که توسط دیگر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Hay و Offer، ۱۹۹۲؛ Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹). در یک پژوهش (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۳) که به منظور مطالعه اثر اضافه نمودن ملاس به علوفه آفتابگردان (هم خانواده با آرتیچوک) جهت سیلو نمودن انجام شد، نتایجی مشابه یافته‌های پژوهش حاضر گزارش گردید. برای تهیه یک سیلاژ مطلوب، مقدار ماده خشک حدود ۳۵ درصد توصیه شده است (Haigh، ۱۹۹۰؛ Collins و Owens، ۲۰۰۳؛ Kunkle و Hersom، ۲۰۱۱). اما بسته به نوع علوفه و ترکیبات آن و مدیریت سیلاژ، به‌طور کلی میزان ماده خشک در سیلاژ می‌تواند بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ گرم در کیلوگرم باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۵). با توجه به میزان ماده خشک ملاس (حدود ۷۵ درصد) افزایش ماده خشک علوفه سیلو شده که به آن پنج تا ۱۰ درصد ملاس اضافه شده باشد دور از انتظار نبوده و منطقی به نظر می‌رسد.

میانگین ماده آلی سیلاژهای آزمایشی (جدول ۱) با افزایش سطح ملاس به صورت خطی افزایش یافت ($P = 0.01$). به نظر می‌رسد با افزودن ملاس غلظت مواد قندی افزایش یافته و در نتیجه نسبت کم‌تری از کربوهیدرات‌های محلول علوفه مورد تخمیر قرار گرفته باشد که در این صورت، نسبت ماده آلی بیش‌تری در سیلاژ باقی مانده است (Alli و همکاران، ۲۰۰۶؛ Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹).

به دست آمده با استفاده از مدل GLM نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۰) تجزیه گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از مقایسات مستقل چندگانه برای بررسی اثرات خطی و غیرخطی تیمار بر متغیرهای اندازه‌گیری شده استفاده گردید.

مدل آماری:

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

$$Y_{ij} = \text{مقدار هر مشاهده در تیمار } i \text{ در تکرار } j$$

$$\mu = \text{میانگین صفات مورد آزمایش}$$

$$T_i = \text{اثر تیمار } i \quad e_{ij} = \text{اثرات باقیمانده (خطای آزمایشی)}$$

نتایج و بحث

ارزیابی ظاهری

در ارزیابی ظاهری سیلاژهای آزمایشی، در بعضی از واحدهای آزمایشی تا عمق ۱۰ سانتیمتری کپک زدگی مشاهده گردید که می‌تواند به دلیل باقیماندن هوا در قسمت رویی سیلو بوده که سبب مساعد شدن زمینه فعالیت قارچ‌ها و در نتیجه تولید کپک می‌گردد. از عمق ۱۰ سانتیمتری به پایین در هیچ یک از سیلاژها، کپک زدگی مشاهده نگردید. رنگ مواد سیلو شده در تیمار بدون ملاس روشن‌تر از دو گروه دیگر بود و با افزایش سطح ملاس، کمی تیرگی در رنگ مشاهده شد. بوی تخمیر مناسب در سیلاژهای هر سه تیمار آزمایشی قابل تشخیص بود. بافت برگ و ساقه در تمام تیمارها بدون تغییر مانده بود و فاقد چسبندگی بود.

میزان pH

افزودن پنج و ۱۰ درصد ملاس به علوفه آرتیچوک سبب کاهش خطی مقدار pH در سیلاژ به دست آمده شد ($P = 0.005$)، که با نتایج گزارش شده توسط Zubr (۱۹۸۵) همخوانی داشت. Touqir و همکاران (۲۰۰۷) اثر افزودن سطوح مختلف ملاس بر خصوصیات شیدر برسیم و یونجه را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که افزودن ملاس سبب کاهش مقدار pH شد. در همین راستا، Khan و همکاران (۲۰۰۶) با افزودن ملاس در سطوح صفر، دو، چهار و شش درصد ماده خشک به علوفه یولاف، کاهش pH را برای مواد سیلو شده گزارش کردند. تغییرات pH تحت تأثیر درصد ماده خشک مواد سیلو شده قرار می‌گیرد به طوری که در سیلاژ با درصد ماده خشک بیش‌تر، حد

جدول ۱- تغییرات pH و ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد بیان شده) سیلاژهای آزمایشی

P-value	SEM	سطح ملاس در سیلاژ (درصد)			ترکیب شیمیایی
		غیر خطی	خطی	صفر	
					pH
۰/۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۴/۱ ^b	۴/۱ ^b	۴/۲ ^a
۰/۰۰۷	<۰/۰۱	۴/۹	۳۱۸ ^a	۳۱۸ ^a	۲۸۶ ^b
۰/۵۴	۰/۰۱	۱/۶	۸۵۰ ^a	۸۴۸ ^{ab}	۸۴۱ ^b
۰/۰۵	۰/۴۷	۱۰/۶۳	۱۰۳/۱۳	۱۰۸/۱۳	۱۰۴/۳۸
۰/۰۵	۰/۴۷	۱/۷	۱۶/۵	۱۷/۳	۱۶/۷
۰/۷۰	۰/۰۳	۴/۹	۱۰۶ ^b	۱۱۶ ^{ab}	۱۳۳ ^a
					(گرم در کیلوگرم نیتروژن کل)
۰/۴۸	۰/۰۱	۱/۶	۱۵۱	۱۵۴	۱۶۰
۰/۱۴	<۰/۰۱	۰/۸۰	۳۲۸ ^c	۳۶۸ ^b	۳۸۸ ^a
۰/۰۳	<۰/۰۱	۶/۰	۲۶۵ ^b	۳۰۲ ^a	۳۰۳ ^a
۰/۵۳	<۰/۰۱	۸/۵	۱۳۶ ^a	۱۰۰ ^b	۶۷ ^c

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها.

a-c: تفاوت اعداد در هر ردیف با حروف نامشابه معنی دار است (P<۰/۰۵).

پروتئین خام، نیتروژن کل و نیتروژن آمونیاکی

Rezaei و همکاران، (۲۰۰۹). به هر صورت نسبت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از نیتروژن کل قابل قبول می‌باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۵؛ Silveira، ۱۹۷۵)، اگر چه پایین‌تر بودن غلظت آن مطلوب‌تر است. هر چند نیتروژن آمونیاکی شاخص تعیین کننده‌ای از تخمیر ثانویه پروتئین (تجزیه اسیدهای آمینه) محسوب می‌شود اما معیار مناسبی برای تجزیه پروتئین‌ها نیست، لذا ممکن است پروتئولیز بدون افزایش مشخص در نیتروژن آمونیاکی روی دهد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول

در شوینده اسیدی

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و شوینده خنثی، در سیلاژ تحت تأثیر افزودن ملاس قرار گرفت و روند کاهش خطی داشت (P<۰/۰۱) که با نتایج گزارش شده توسط دیگر محققین در خصوص افزودن ملاس در سیلاژ آفتابگردان (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۳) و سیلاژ تاج خروس (Rezaei و همکاران،

میزان پروتئین خام در سیلاژها بین ۱۰۳/۱۳ تا ۱۰۸/۱۳ گرم در کیلوگرم بود که تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱). میزان نیتروژن کل نیز تحت تأثیر افزودن ملاس در سیلاژ قرار نگرفت اما نیتروژن آمونیاکی با افزودن ملاس روند کاهشی خطی را نشان داد (P=۰/۰۳). چنین روندی مورد انتظار بوده است چرا که استفاده از ملاس، با فراهم نمودن مواد قندی بیش‌تر و افزایش نسبت قند به پروتئین، منتج به تقویت فرایند تخمیر و کاهش بیش-تر pH و تثبیت محیط سیلاژ نسبت به تجزیه پروتئین گردیده است (Ford Wool، ۱۹۸۴). دامنه نیتروژن آمونیاکی بین ۱۳۳ گرم در کیلوگرم کل نیتروژن در تیمار بدون ملاس و ۱۰۶ گرم در کیلوگرم در تیمار حاوی ۱۰ درصد ملاس متغیر بود. نتایج مشابهی (۱۰۹ تا ۱۲۳ گرم در کیلوگرم نیتروژن کل) در مورد نیتروژن آمونیاکی سیلاژ گراس‌ها گزارش شده است (Haigh، ۱۹۹۰؛ Rigueira و همکاران، ۲۰۱۳). با این حال گزارشاتای نیز وجود دارد که نسبت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ علوفه را به مراتب کم-تر از پژوهش حاضر اعلام نموده‌اند (Oni، و همکاران، ۲۰۱۴؛

۲۰۰۹) همخوانی دارد.

با این حال افزودن ملاس به علوفه سیلو شده دارای تأثیرات متفاوتی بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بوده است. در آزمایش Valizadeh و همکاران (۲۰۰۹) با افزودن مقادیر مختلف ملاس به سیلاژ محصول فرعی پسته تفاوتی در میزان الیاف مشاهده نشد و در آزمایش دیگری، Touqir و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند افزودن ملاس به علوفه یونجه و شبدر برسیم اثری بر غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در سیلاژها نشان نداد.

Khan و همکاران (۲۰۰۶)، با افزودن ملاس در سطوح مختلف به علوفه یولاف شاهد افزایش دیواره سلولی نسبت به گروه کنترل بودند. Aksu و همکاران (۲۰۰۶) با افزودن ملاس به ذرت علوفه‌ای شاهد کاهش مقدار دیواره سلولی بودند و علت کاهش را به عدم وجود فیبر در ملاس و اثر رقیق‌کنندگی آن نسبت دادند. Islam و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند استفاده از ملاس باعث بهبود تخمیر و کاهش اجزای دیواره سلولی در نوعی از گراس گردید.

آنزیم همی سلولاز موجود در علوفه، همی سلولاز باکتریایی و اسیدهای آلی تولید شده طی فرایند تخمیر را می‌توان از عوامل مؤثر بر تجزیه همی سلولز دانست (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). هرچند روند کاهش میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در طی عمل سیلو کردن شبیه روند کاهش در میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی است ولی شدت کاهش در میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی بیش‌تر می‌باشد. از طرفی افزودن ملاس به دلیل داشتن قندهای قابل تخمیر سبب کاهش pH و در نتیجه افزایش احتمالی هیدرولیز همی سلولز به کربوهیدرات محلول شده و در نتیجه همی سلولز بیش‌تری از دست رفته و توده باقیمانده از میزان بیش‌تری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی برخوردار شده است (Liu و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین غلظت پایین الیاف در ملاس و اثر رقیق‌کنندگی آن بر میزان الیاف علوفه سیلوشده آرتیچوک می‌تواند از دیگر دلایل کاهش خطی الیاف نامحلول

در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی باشد.

کربوهیدرات‌های محلول در آب

کربوهیدرات‌های محلول در آب در سیلاژهای آزمایشی با افزودن سطوح مختلف ملاس، روند افزایشی خطی نشان داد ($P < 0.01$). کربوهیدرات‌های محلول در آب یکی از ترکیبات ضروری و تعیین‌کننده فرایند تخمیر جهت سیلو نمودن علوفه محسوب می‌شود (Downing و همکاران، ۲۰۰۸). لذا میزان کربوهیدرات محلول در آب در هر علوفه‌ای، شاخص مناسبی برای تعیین نیاز احتمالی آن به مواد افزودنی جهت تقویت فرایند تخمیر سیلویی می‌باشد. Smith (۱۹۶۸) حداقل مقدار کربوهیدرات محلول در آب مورد نیاز برای سیلو شدن یک علوفه را ۷-۶ درصد در ماده خشک ذکر نمود. ملاس چغندر قند دارای ۷۰۰ تا ۷۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک بوده که از این مقدار حدود ۶۵۰ گرم در کیلوگرم را کربوهیدرات‌های محلول در آب تشکیل می‌دهند (McDonald و همکاران، ۱۹۹۵)، لذا جهت افزایش سطح کربوهیدرات در سیلو کردن علوفه‌هایی که از این نظر ضعیف هستند، همواره ملاس مورد استفاده قرار گرفته است. در همین راستا Carpintero و همکاران (۱۹۶۹) طی مطالعه‌ای با افزودن ۴۰ گرم ملاس در کیلوگرم یونجه، مقدار قند محلول آن را از ۷۰ گرم در کیلوگرم (قبل از سیلو کردن) به ۱۹۰ گرم در کیلوگرم برحسب ماده خشک افزایش دادند.

اسیدهای آلی

گرچه روند تغییر غلظت اسید لاکتیک سیلاژهای آزمایشی با اضافه شدن سطوح ملاس، به صورت خطی تمایل به افزایش نشان داد، اما اختلاف بین میانگین تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). اسید لاکتیک، اصلی‌ترین اسید حاصل از فرایند تخمیر در علوفه سیلوشده می‌باشد و نشانه انجام تخمیر مطلوب است. این اسید، قوی‌ترین اسید در سیلاژ بوده که عمدتاً توسط باکتری‌های مقاوم به اسید تولید می‌شود لذا رابطه عکس با مقدار pH دارد. مقدار اسید لاکتیک از ۲۰ گرم در کیلوگرم در علوفه سیلوشده با ماده خشک بالا و تخمیر محدود و یا مواد سیلویی که بر اثر نگهداری در شرایط نامناسب، اسید لاکتیک آن‌ها به سایر اسیدها

می‌شود (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). اما در پژوهش حاضر علی‌رغم تفاوت در کربوهیدرات‌های محلول، بین تیمارها از نظر تولید اسید لاکتیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ممکن است دلیل آن را بتوان به رسیدن pH سیلاژها به سطح مناسب و تثبیت کننده محیط سیلاژ مربوط دانست به نحوی که بعد از آن فعالیت تخمیرکنندگی باکتری‌های لاکتیکی متوقف شده باشند (Adesogan و همکاران، ۲۰۰۴؛ Downing و همکاران، ۲۰۰۸).

اثر سطوح ملاس بر تولید اسید استیک در سیلاژهای آزمایشی روند نامشخصی را نشان داد به طوری که هم اثرات خطی و هم اثرات غیرخطی مشاهده گردید (جدول ۲). با این حال در تأیید نتایج پژوهش حاضر، Hay و Offer (۱۹۹۲) غلظت اسید استیک سیلاژ علوفه آرتیچوک را ۱۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش نمودند ولی برخلاف این نتایج، افزودن ملاس به سیلاژ آفتابگردان سبب افزایش غلظت اسید استیک گردید (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین گزارش شده است که افزودن پنج درصد ملاس به سیلاژ ذرت، سبب کاهش غلظت اسید استیک می‌گردد (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶).

تبدیل می‌شود تا ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک در علوفه سیلو شده با رطوبت بالا و تخمیر شدید متغیر است. میزان معمول آن در مواد سیلویی ذخیره شده در شرایط مطلوب، با ۲۰ تا ۳۰ درصد ماده خشک، ۸۰ تا ۱۲۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد (Chamberlain و Wilkinson، ۲۰۰۰). با توجه به این گزارشات، ارقام به دست آمده در پژوهش حاضر (۷۴/۵ تا ۷۸/۳ گرم در کیلوگرم) در دامنه مناسبی قرار دارد. در خصوص تأثیر افزودنی‌های محرک تخمیر (مانند ملاس) به مواد سیلویی بر غلظت اسید لاکتیک گزارشات متفاوتی بیان شده است. در یک پژوهش اضافه کردن ملاس به علوفه آفتابگردان (هم خانواده آرتیچوک) در موقع سیلو کردن، سبب کاهش غلظت اسید لاکتیک شد (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۳) و در گزارش دیگری با افزودن ملاس به علوفه چاودار غلظت اسید لاکتیک افزایش یافت (Islam و همکاران، ۲۰۰۱). Adesogan و همکاران (۲۰۰۴)، با افزودن ملاس به علف برموداگراس گزارش دادند که اسید لاکتیک تولید شده در سیلاژ تحت تأثیر افزودن ملاس قرار نگرفت. به دلیل مصرف کربوهیدرات‌های محلول طی فرایند تخمیر، میزان آن در سیلاژ نسبت به علوفه تازه کاهش می‌یابد و به مخلوطی از اسیدهای آلی که عمده آن اسید لاکتیک است تبدیل

جدول ۲- اثر سطوح مختلف ملاس بر غلظت اسیدهای آلی سیلاژ آرتیچوک (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

P-value	SEM	سطح ملاس در سیلاژ (درصد)			نوع اسید آلی
		صفر	۵	۱۰	
خطی	خطی	۷۴/۵	۷۶/۸	۷۸/۳	اسید لاکتیک
غیرخطی	غیرخطی	۰/۷۴	۰/۹۶	۱/۱۷	اسید بوتیریک
۰/۸۵	۰/۱۲	۱۳/۱ ^a	۹/۹ ^b	۱۱/۰ ^b	اسید استیک
۰/۹۹	۰/۰۷	۰/۶۲	۰/۴۹	۰/۴۴	اسید پروپیونیک
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۳۱	اسید والریک
۰/۶۶	۰/۱۳	۰/۳۵ ^b	۰/۳۳ ^b	۰/۴۲ ^a	اسید ایزو والریک
۰/۹۶	۰/۰۶	۰/۳۶ ^b	۰/۳۰ ^c	۰/۴۱ ^a	اسید ایزوبوتیریک
۰/۰۵	۰/۰۲				
۰/۰۰۲	۰/۰۴				

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها.

a-c: تفاوت اعداد در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

فضائلی، ح.، عرب نصرت آبادی، م.، کرکودی، ک.، و میرهادی، س.ا. (۱۳۸۸). بررسی ارزش غذایی سطوح مختلف علوفه سیب‌زمینی ترشی و یونجه با روش‌های برون تنی و درون تنی (گوسفند). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۳، شماره ۴۶، صص. ۱۷۳-۱۶۳.

- Adesogan, A.T., Krueger, N., Salawu, M.B., Dean, D.B., and Staples, C.R. (2004). The Influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of Bermuda grass. *J. Dairy Sci.* 87: 3407-3416.
- AFIA. (2011). Laboratory Methods Manual. Australian Fodder Industry Association. Inc. Publication No. 03/001.
- Aikhodzhaeva, N., and Vakil, M.M. (2003). Carbohydrates and proteins from *Helianthus tuberosus*. *Chem. Nut. Comp.* 39(3): 312-313.
- Aksu, T., Baytok, E., Karsli, A., and Muruz, H. (2006). Effects of formic acid, molasses and inoculants additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in ship. *Small Rumin. Res.* 61:29-33.
- Alli, I., Fairbairn, R., Noroozi, E., and Baker, B.E. (2006). The effects of molasses on the fermentation of chopped whole-plant leucaena. *J. Sci. Food Agric.* 35: 285-289.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
- Borker, S.B., and Sumerson, W.H. (1947). The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138:535-554.
- Carpintero, M.C., Holding, A.J., and McDonald, P. (1969). Fermentation studies on lucerne. *J. Sci. Food Agric.* 20:677-681.
- Chamberlain, A.T., and Wilkinson, J.M. (2000). Feeding the dairy cow. 2nd Edition. Chalcombe publication, Lincoln, UK.

با افزودن ملاس، میزان اسید بوتیریک در سیلاژها تمایل به افزایش خطی داشت ($P=0/07$)، ولی اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۲). با توجه به اطلاعات منتشر شده، به نظر می‌رسد غلظت اسید بوتیریک در سیلاژهای مورد بررسی در پژوهش حاضر از دامنه مناسبی برخوردار باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۵). باکتری‌های غیرهوازی مضر در سیلاژ عمدتاً شامل کلاستریدیوم‌ها بوده که برخی از این باکتری‌ها اسید لاکتیک و قندها را به اسید بوتیریک تبدیل می‌کنند (Daniele و همکاران، ۲۰۱۳). این مسیر تخمیر سبب اتلاف قابل توجهی در انرژی و ماده خشک می‌شود. تخمیر غیرلاکتیکی سبب تبدیل اسید لاکتیک به اسید بوتیریک می‌شود که منجر به افزایش pH خواهد شد که منتج به فعال شدن تخمیر پروتئولیتیکی و توسعه آمین‌ها و اسید بوتیریک می‌شود (Liu و همکاران، ۲۰۱۲). چنانچه علوفه سیلو شده حاوی مقدار کافی کربوهیدرات محلول در آب باشد، تولید اسید بوتیریک به حداقل خواهد رسید (Jones و همکاران، ۲۰۰۴). تولید مقادیر نسبتاً پایین اسید بوتیریک در آزمایش حاضر می‌تواند به دلیل وجود مقادیر کافی کربوهیدرات محلول در آب سیلاژ علوفه آرتیچوک باشد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، میزان کربوهیدرات محلول در آب بخش هوایی علوفه آرتیچوک، برداشت شده در مرحله گل‌دهی، برای تخمیر سیلویی کافی به نظر می‌رسد. سیلاژ تولید شده از علوفه مزبور دارای ویژگی‌های مناسب (pH، اسید-های آلی و ماده خشک) بوده و این علوفه بدون مواد افزودنی حاوی مواد قندی مانند ملاس، قابلیت سیلو شدن مناسبی دارد.

منابع

علیخانی، م.، اسدی، ع.، قربانی، غ.ر.، و صادقی، ن. (۱۳۸۳). اثر ملاس، اوره و تلقیح باکتریایی بر ترکیب شیمیایی و تجزیه-پذیری آفتابگردان سیلو شده. مجموعه مقالات اولین کنگره علوم دامی و آبزیان کشور. دانشگاه تهران، دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی. جلد اول: ۱۲۷-۱۲۴.

- Collins M., and Owens, V.N. (2003). Preservation of forage as hay and silage. In: Barnes RF, et al., editors. Forages: An Introduction to Grassland Agriculture. 6th Ed. Vol. 1. Iowa State Press; Ames, IA, USA: 2003. pp. 443–471.
- Daniele de J.F., Rogério de P.L., Anderson de M.Z., Edson, M.S., Cristina, M.V., Guilherme A.R. (2001). Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated with rumen strains of *Streptococcus bovis*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 183:22-28.
- Downing, T.W., Buyserie, A., Gamroth, M., and French, P. (2008). Effect of water soluble carbohydrates on fermentation characteristics of ensiled perennial ryegrass. *Prof. Anim. Sci.* 24:3539.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical chem.* 25:350-356.
- Fondevila, M., Guada, J.A., Gasa, J., and Castrillo, C. (1994). Tomato pomos as protein supplement for growing lambs. *Small Rumin. Res.* 13:117-128.
- Haigh, P.M., (1990). Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *G. F. Sci.* 45:263–271.
- Hay, R.K.M., and Offer, N.W. (1992). *Helianthus tuberosus* as an alternative forage crop for cool maritime regions: A preliminary study of the yield and nutritional quality of shoot tissues from perennial stands. *J. Sci. Food Agric.* 60:213-221.
- Hersom, M., and Kunkle, W.E. (2011). Harvesting, storing, and feeding forages as round bale silage. University of Florida, IFAS Extension; Gainesville, FL, USA: 2011. Publication No: AN145.
- Islam, M., Enishi, O., Purnomoadi, A., Higuchi, K., Takusari, N., and Terada, T. (2001). Energy and protein utilization by goats fed Italian ryegrass silage treated with molasses, urea, cellulase or cellulase + lactic acid bacteria. *Small Rumin. Res.* 42:49-60.
- Jones, C.M., Heinrichs, A.J., Roth, G.W., and Ishler, V.A. (2004). Extension associate from harvest to feed: Understanding silage management. The Pennsylvania state university.
- Karasahin, M., (2014). Effects of different irrigation methods and plant densities on silage quality parameters of PR 31Y43 hybrid corn cultivar (*Zea mays* L. var. *indentata* [Sturtev.] L.H. Bailey). *Chil. J. Agric. Res.* 74(1):105-110.
- Khan, M. A., Sarwar, M., Nisa, M., Iqbal, Z., Khan, M.S., Lee, W.S., Lee, H.J., and Kim, H.S. (2006). Chemical composition, in situ digestion kinetics and feeding value of oat grass (*Avena sativa*) ensiled with molasses for Nili-Ravi Buffaloes. *A. Aust. J. Anim. Sci.* 19:1127-1133.
- Kosaric, N., Cosentino, G.P., Wieczorek, A., and Duvnjak, Z. (1984). The Jerusalem artichoke as an agricultural crop. *Biomass.* 5:1-36.
- Kosaric, N., Wieczorek, A., Cosentin, G.P., and Duvnjak, Z. (1985). Industrial processing and products from the Jerusalem artichoke. *Adv. Biochem. Eng. Biotech.* 32:1-24.
- Liu, Q., Chen, M., Zhang, J., Shi, S., and Cai, Y. (2012). Characteristics of isolated lactic acid bacteria and their effectiveness to improve stylo (*Stylosanthes guianensis* Sw.) silage quality at various temperatures. *Anim. Sci. J.* 83:128-135.
- McDonald, P., Henderson, A.R., and Heren, S.J.E. (1991). The biochemistry of silage. 2nd ed. chalconbePub. Abersyth. U K.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A. (1995). *Anim. Nutr.* Fifth Edition. Longman scientific and technical, New York. USA.
- Oni, A.O., Sowande, O.S., Oni, O.O., Aderinboye, R.Y., Dele, P.A., Ojo, V.O.A., Arigbede, O.M., and Onwuka, C.F.I. (2014). Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of vest African awarf goats. *Archive Zootec.* 63 (243):449-459.

- Paolini, R., Principi, M., Del Puglia, S., and Rocchi, C. (1998). The effect of harvest time and mechanical weed control on the yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Ital. J. Agron.* 2(2): 91-99.
- Prabhu, D.R., and Robert, M.H. (1985). Extraction of a high-protein isolate from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tops and evaluation of its nutrition potential. *J. Agric. Food Chem.* 33:31-33.
- Rakhimov, D.A., Arifkhodzhaev, A.O., Mezhlumyan, O.M., Yuldashev, L.G., and Rozikova, U.A. (2003). Carbohydrates and protein from *Helianthus tuberosus*. *Chem. Natur. Comp.* 39(3):312-313.
- Rawate, P.D., and Hill, R.M. (1985). Extraction of a high-potential from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tops and evaluation of its nutrition potential. *J. Agric. Food Chem.* 33:29-31.
- Rezaei, J., Rouzbehan, Y., and Fazaeli, H. (2009). Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 151(1-2):153-160.
- Rigueira, J.P.S., Pereira, O.G., Ribeiro, K.G., Mantovani, H.C., and Agarussi, M.C.N. (2013). The chemical composition, fermentation profile, and microbial populations in tropical grass silages. *Rev. Brasi. Zootec.* 42(9):612-621.
- SAS. (2000). Statistical Analysis Systems/SAS, *STAT User's guide Statistics*. Version 9.1. Cary, Institute: USA.
- Seiler, G.J., (1988). Nitrogen and mineral content of selected wild and cultivated genotypes of Jerusalem artichoke. *Agron. J.* 80:681-687.
- Silveira, A.C., (1975). Técnica para produção de silagem. Simpósio sobre manejo de pastagens, Anais. FEALQ. Piracicaba. pp. 156-186.
- Smith, D., (1968). Forage management physiology meeting. P. 54.univ, Illinois, Urbana.
- Stewart, C.S., and Duncan, S.H. (1985). The effect of avoparcin on cellulolytic bacteria of the ovine rumen. *J. Gen. microbiol.* 131:427-435.
- Touqir, N.A., Ajmal Khan, M., Sarwar, M., Nisa, M., Lee, W.S., Lee, H.J., and Kim, H.S. (2007). Feeding value of jumbo grass silage and mott grass silage for lactating buffaloes. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 20:887-893.
- Valizadeh, R., Naserian A.A., and Vahmani, P. (2009). Influence of drying and ensiling pistachio by-products with urea and molasses on their chemical composition, tannin content and rumen degradability parameters. *J. Anim. Vet. Adv.* 8(11):2363-2368.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Wool Ford, M., (1984). The silage fermentation. Marcel Dekker Inc. 350p.
- Wyse, D.L., and Wilfahrt, L. (1982). Today's weed: Jerusalem artichoke. *Weeds Today.* Spring. 14-16.
- Zubr, J., (1985). Biogas-energy potentials of energy crops and crop residues, in proceedings of bioenergy 84, Vol. III, Biomass Conversion, Gothenburg, Sweden. pp. 295-300.

♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦