بررسی خصوصیات شیمیایی برگ و طوقهٔ چغندرقند سیلو شده و ارزش غذایی آن در گوسفند

محمد رئیسیان‌زاده[1]، غلامعلی مقدم[2]، محسن دانش‌مسگران[3] و حسن فضائلی[4]

چکیده

در این آزمایش برگ و طوقه چغندرقند براساس ۱۱ ترکیب مختلف بشرح : ۱ـ برگ و طوقه چغندرقند خرد نشده، ۲ـ برگ و طوقهٔ چغندرقند خردشده، ۳ـ تیمار شماره ۲ +۵٪ ملاس، ٤ـ تیمار شماره ۳ + ۲٪ اوره، ٥ـ تیمار شماره ۲ + ۱۰٪ ملاس، ٦ـ تیمار شماره ٥ + ۲٪ اوره، ۷ـ تیمار شماره ۲ + کاه گندم تا رسیدن به ماده خشک ۳٥٪، ۸ ـ تیمار شماره ۷ + ملاس، ۹ـ تیمار شماره ۸ + ۲٪ اوره، ۱۰ـ تیمار شماره ۲ + کاه گندم تا رسیدن به ماده خشک ٤۰٪ + ۱۰٪ ملاس، ۱۱ـ تیمار شماره ۱۰ + ۲٪ اوره، ۱۲ـ برگ و طوقهٔ چغندرقند خشک شده سیلو گردید. در مرحله اول آزمایش، خصوصیات ظاهری و شیمیایی (pH، ماده خشک، ماده آلی، نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن کل، نیتروژن غیرپروتئینی، نیتروژن پروتئین حقیقی، الیاف غیرمحلول در پاک‌کننده خنثی، الیاف غیرمحلول در پاک‌کننده اسیدی)، در تیمارهای شمارهٔ ۱ تا ۱۲ بررسی و مقایسه شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شده و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گردید. نتایج نشان داد که افزودن ملاس به مواد سیلوئی باعث کاهش معنی‌دار pH شده و ازت غیرپروتئینی را افزایش می‌دهد. افزودن اوره به مواد سیلوئی باعث افزایش معنی‌دار در pH و ازت آمونیاکی گردید. افزایش کاه گندم به مواد سیلویی منجر به افزایش معنی‌داری در ماده خشک و pH شد. در مرحله دوم آزمایش، تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تیمارهای شماره ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، ۸ و ۱۲ به روش کیسه‌های نایلونی، با استفاده از دو رأس گوسفند نر فیستوله شده، تعیین گردید. در این مرحلهٔ آزمایش، اطلاعات حاصله با استفاده از نرم‌افزار Fig.P مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نمودارها و ضرایب a، b و c تعیین گردید. افزودن ملاس و اوره باعث افزایش ضرایب تجزیه‌پذیری سریع (a) مادهٔ خشک و پروتئین خام و کاهش بخش کند تجزیه (b) و افزایش ضریب ثابت سرعت تجزیه (c) در مورد ماده خشک گردید.

واژه‌های کلیدی : برگ و طوقه چغندرقند سیلو شده، تجزیه‌پذیری و خصوصیات شیمیایی .

مقدمه

با توجه به نقش تغذیه در اقتصاد دامپروری، شناسایی ارزش غذایی مواد خوراکی و تعیین احتیاجات غذایی حیوانات مزرعه، توجه متخصصین و پژوهندگان علوم دامی را بخود جلب نموده که منجر به انجام تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه گردیده است.

برای تأمین نیازهای غذایی دام، شناخت ترکیبات شیمیایی اقلام مصرفی در جیره امری ضروری است.

چغندرقند از جمله محصولات زراعی است که فرآورده‌های فرعی آن (تفاله، ملاس، برگ و طوقهٔ چغندرقند و گل صافی) به علت ارزش غذایی مناسب و قیمت کم در تغذیه دام به میزان قابل توجهی مورد مصرف قرار می‌گیرد، علاوه بر این یکی از محصولات زراعی راهبردی به حساب می‌آید،همچنین این گیاه در تناوب زراعی نیز نقش مهمی ایفا می‌کند (٤).

استان خراسان باتوجه به شرایط جغرافیایی خاص خود یکی از مناطق مستعد برای زراعت چغندرقند می‌باشد. در حال حاضر سالانه حدود ۷۲٦۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی استان زیر کشت آن است که با توجه به سطح زیر کشت چغندرقند در کشور (حدود ۱٦۰۳۰۰

*- تاریخ دریافت ۸۱/٤/۹ تاریخ پذیرش ۸۱/۹/۱٦

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۲- عضو هیئت علمی گروه علوم دامی، دانشگاه تبریز.
۳- عضو هیئت علمی گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۴- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

هکتار) حدود ٤٥٪ سطح زیر کشت چغندرقند کشور در این استان واقع شده است (۲ و ٦).

وزن برگ و طوقهٔ چغندرقند حدود ٥٠ تا ٦٠ درصد وزن محصول کل چغندرقند برداشت شده در هر هکتار را تشکیل می‌دهد (۳، ۸، ۱۲ و ۳۰).

میزان برگ و طوقه چغندر قند تولیدی در کشور با توجه به متوسط عملکرد در هر هکتار (۲٥/٦ تن) حدود ۱۰ تا ۱٥ تن علوفهٔ تر در هکتار می‌باشد که حدوداً ۲٤۰٤٥۰۰ تن در سال گزارش شده است (۲ و ٦). برگ و طوقهٔ چغندرقند تولید شده به روشهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند منجمله، پلاساندن، چرای مستقیم دام، جمع‌آوری و خشکاندن و سپس مصرف آن برای دام و برگرداندن آن به خاک به عنوان کود (۳ و ۷).

در برگ و طوقه چغندر حدود ۲/٥ تا ۱۰ درصد اکسالات وجود دارد که سبب بروز اسهال و مسمومیت در گاو و گوسفند می‌گردد. در صورتی که با سیلو شدن آن از بروز عارضه به مقدار زیادی کاسته می‌شود و می‌توان روزانه تا ۱٥ کیلوگرم به تغذیه گاو رساند (۱٦). آلودگی به خاک به هنگام برداشت برگ چغندر قند موجب افزایش سیلیکات‌ها در آن شده که این امر نیز بر روی تخمیرات شبکه اثر منفی گذارده و موجب افزایش بوتیرات و pH مواد سیلویی می‌شود (۱۱).

بهترین روش استفاده از برگ و طوقهٔ چغندرقند در شرایط موجود جمع‌آوری آنها از سطح مزرعه و سیلو کردن آنست. سیلو کردن برگ و طوقه و چغندرقند، امکان مصرف بهینه و تدریجی آن را در تغذیه دام فراهم می‌سازد (۷). همچنین این عمل سبب کاهش اختلالات دستگاه گوارش نشخوارکنندگان نیز می‌شود.

نتایج آزمایشات انجام شده توسط رئیسیان زاده و همکاران (٥) نشان داد که افزایش ماده خشک برگ و طوقهٔ چغندر با افزودن ۱۰٪ کاه گندم به مواد سیلویی (براساس وزن تر برگ و طوقهٔ چغندرقند) سبب بهبود کیفیت سیلو گردیده و امکان تهیه یک ماده سیلویی مناسب از نظر خصوصیات ظاهری و شیمیایی را فراهم می‌آورد.

استفاده از اوره باعث افزایش پروتئین خام در سیلو و کاهش کپک زدگی آن می‌شود.

ملاس بعنوان یک مادهٔ کربوهیدراتی سهل التخمیر سبب افزایش سرعت کاهش pH و رسیدن به نقطه ثبات در مواد سیلویی شده و از سوی دیگر باعث خوش خوراکی بیشتر سیلاژ خواهد شد. همچنین افزودن ملاس به سیلاژ علوفه لگومینه باعث افزایش مصرف مادهٔ خشک شده است (۲٥). نتایج آزمایشات *in vivo* و in *vitro* معمولاً میزان کربوهیدرات را فاکتور اصلی برای کنترل انرژی قابل دسترس برای رشد میکروب‌ها می‌دانند. به علاوه میزان هضم کربوهیدرات ارتباط مستقیم با میزان نشاسته و پکتین و قند آن‌ها دارد (۱٤). محاسبه تجزیه‌پذیری پروتئین مواد خوراکی به روش کیسه‌های نایلونی (*in situ*) برآوردهای سریع و قابل قبولی را برای طیف وسیعی از خوراک‌ها می‌دهد (۲۳).

هدف از انجام این آزمایش بررسی خصوصیات شیمیایی برگ و طوقه چغندرقند سیلو شده و برآورد میزان تجزیه پذیری بعنوان معیاری از ارزش غذایی آن می‌باشد.

مواد و روشها

این آزمایش در دو مرحله صورت پذیرفت، در مرحلهٔ اول برای بررسی خصوصیات سیلوی برگ و طوقه چغندرقند ۱۲ تیمار در نظر گرفته شد. برگ و طوقه چغندرقند با نسبت‌های مختلف ملاس، اوره و کاه عمل‌آوری شده برای هر تیمار از ٦ سطل ۸ لیتری استفاده شد. ابتدا برگ و طوقهٔ چغندرقند با مواد افزودنی (براساس وزن ماده خشک برگ و طوقهٔ چغندرقند) مورد نظر در هر تیمار کاملاً مخلوط شده و سپس در داخل هر سطل ۳ کیلوگرم از مواد سیلویی بصورت فشرده جای

گرفته و درپوش سطل‌ها با استفاده از گچ سفید عایق‌بندی گردید. پس از مدت ۲ ماه درپوش‌ها باز و خصوصیات ظاهری و شیمیایی هر یک از تیمارها بررسی گردید.

تیمارهای آزمایش بشرح زیر می‌باشد:

۱ـ سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند خرد نشده

۲ـ سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند چاپر شده

۳ـ سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند خرد شده + ۵٪ ملاس

٤ـ تیمار شماره ۳+۲٪ اوره

۵ـ سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند خرد شده + ۱۰٪ ملاس

٦ـ سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند خرد شده + ۱۰٪ ملاس + ۲٪ اوره

۷- سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند خرد شده + کاه گندم تا رسیدن به ماده خشک ۳۵٪

۸ـ تیمار شمارهٔ ۷+۱۰٪ ملاس

۹ـ تیمار شمارهٔ ۸+۲٪ اوره

۱۰ـ سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند خرد شده + کاه گندم تا رسیدن به ماده خشک ٤۰٪+۱۰٪ ملاس

۱۱ـ سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند خرد شده + کاه گندم تا رسیدن به ماده خشک ٤۰٪+۱۰٪ ملاس+ ۲٪ اوره

۱۲ـ برگ و طوقه چغندرقند خشک شده (کنترل یا شاهد)

pH مواد سیلویی به روش موک (۱۹) ، اندازه‌گیری گردید. میزان ازت آمونیاکی عصارهٔ حاصله از مواد سیلویی تیمارهای مختلف با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد (۲۳). همچنین خصوصیات شیمیایی برگ و طوقه خشک (تیمار ۱۲) نیز با تیمارهای مختلف مقایسه گردید.

میزان تجزیه پذیری سیلوهای تهیه شده با استفاده از ۲ رأس گوسفند بالغ بلوچی با سن تقریبی بیست و هشت ماه و به وزن ۵۳+۰/۸ کیلوگرم صورت گرفت. گوسفندان مذکور ابتدا فیستوله‌گذاری شده، پس از حدود یک ماه و طی دورهٔ نقاهت برای آزمایش تجزیه‌پذیری استفاده گردیدند. گوسفندان پس از یک هفته از زمان جراحی در باکس‌های انفرادی قرار گرفتند و جیرهٔ مخلوط (حاوی یونجه خشک خرد شده ۵۰٪، بلغور جو ۳۰٪ و تفالهٔ خشک چغندرقند ۲۰٪) که براساس سیستم ARC به میزان ۱/۲۵ برابر احتیاجات نگهداری توصیه شده و به وزن ۵۵۰ گرم و طی دو نوبت صبح و عصر در اختیار دامها قرار گرفت و گوسفندان طی دوره نقاهت با این جیره سازش یافتند (جدول ۱).

از ۱۲ تیمار مواد سیلویی ۷ تیمار که از نظر خصوصیات شیمیایی و ظاهری عملکرد بهتری داشتند (تیمارهای ۱،۲،۳،٤،۵،٦،۸ و تیمار ۱۲) بعنوان مبنای مقایسه انتخاب گردیده ومواد سیلویی مذکور ابتدا در آون ٦۰°C به مدت ٤۸ ساعت خشک شده و سپس با آسیاب چکشی با قطر منافذ ۲mm آسیاب گردید. سپس ۵ گرم از نمونه آسیاب شده را داخل کیسه‌های نایلونی از جنس ابریشم مصنوعی (بامیانگین منافذ ۵۰ میکرومتر و ابعاد ۱۵×۸/۵ سانتی‌متر و ۱۹/٦ میلی‌گرم نمونه در سانتی‌متر مربع) ریخته و سپس سرکیسه‌ها با نخ نایلونی محکم بسته و برای هر یک از نمونه‌ها در هر زمان ٤ تکرار (۲ گوسفند و ۲ تکرار در هر شکمبه) در نظر گرفته شد (۲۹). قبل از قراردادن کیسه‌ها به داخل شکمبه همه کیسه‌های پلاستیکی در آب ۳۹°C به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده می‌شدند تا رطوبتی مشابه حالت جویدن حاصل آید (۱۸). زمانهای انکوباسیون عبارت بود از: ۰، ۲، ٤،۸،۱٦،۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت (۲۹). بلافاصله پس از هر یک از زمانهای مذکور کیسه‌ها را از شکمبه خارج نموده و در داخل آب سرد قرار داده و سپس تک تک کیسه‌ها کاملاً شستشو داده شد. برای زمان صفر، کیسه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در آب ۳۹ درجه سانتیگراد قرار داده شد سپس با آب سرد مطابق با روشی که برای بقیهٔ کیسه‌ها عمل شد شستشو داده شد (۹).

جدول ۱ـ جیره‌های پایه مورد استفاده در آزمایش تجزیه‌پذیری

اقلام جیره	جیره مورد استفاده در مرحله تجزیه‌پذیری (براساس ماده خشک)
یونجه خشک خرد شده (کیلوگرم)	۰/۵۰
جو بلغور شده (کیلوگرم)	۰/۳۰
تفاله خشک ملاس‌دار چغندرقند (کیلوگرم)	۰/۲۰
جمع کل (کیلوگرم)	۱
موادمحاسبه شده :	
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری درکیلوگرم‌ماده‌خشک)	۲/۵
پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۱۵۰/۸
FME x y (g/kgDM) , y = ۹	۹۳/۰۶
ERDP (g/kgDM)	۹۳/۱۶
Ca/P	۲/۸

کیسه‌ها پس از شستشو در آون ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲٤ ساعت قرار داده و مادهٔ خشک و پروتئین خام آنها تعیین گردید (۹).

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش :

کلیه تیمارهای مورد آزمایش براساس فاکتورهای اندازه‌گیری شده در این مرحله در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. آنالیزهای مربوطه با نرم‌افزار SAS (۱۹۸۷) پردازش شده و مقایسات میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد. مدل آماری طرح فوق به شرح زیر است :

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

Y_{ij}= مقدار هر مشاهده μ = میانگین T_i = اثرات تیمار

e_{ij} = خطای آزمایش

پتانسیل تجزیه پذیری پروتئین با استفاده از مدل ارسکورف و مکدونالد (۲۰) محاسبه گردید که این مدل عبارتست از :

$$P = a + b (1- e^{-ct})$$

P – پتانسیل تجزیه پذیری پروتئین پس از زمان t

a - بخش تجزیه پذیر سریع

b - بخش با تجزیه پذیری کند

c – ثابت سرعت تجزیه پذیری

t- زمان انکوباسیون (ساعت)

ضرایب تجزیه‌پذیری a، b و c با نرم‌افزار Fig.P محاسبه گردید.

نتایج و بحث

تـردی، ترشیدگی و رنگ مواد سیلویی، از عوامل مهم در تعیین کیفیت سیلاژ است. استفاده از کاه گندم در تهیه سـیلاژ بـرگ چغندر باعث کاهش فشردگی و نفوذ هوا به لابـلای مـواد سـیلویی شده که در نتیجهٔ آن تخمیر دیرتر آغـاز و مقدار کپک زدگی مواد سیلویی بیشتر شده که در تیمارهای ۱۰ و ۱۱ این مورد بیشتر مشاهده شد.

بـا افـزایش مقدار اوره در سیلوهای آزمایشی کاهش فساد مواد سیلویی در تیمارهای مشابه بویژه در تیمار ٦

نسبت به ۵ مشاهده شد. بنظر میرسد که آمونیاک حاصل از افزودن اوره به مواد سیلویی با اسید لاکتیک تولید لاکتات آمونیم کرده و با ایجاد فشار اسمزی به عنوان یک نگهدارندهٔ مواد سیلویی عمل می‌کند (۲۸)، علیرغم اینکه بوی آمونیاک حاصله می‌تواند در کاهش خوش خوراکی مواد سیلویی مؤثر باشد.

افزودن ملاس نیز باعث بهبود تخمیر و افزایش ترشیدگی و بوی بسیار مطبوع بخصوص در تیمار ۵ گردید که می‌تواند خوش خوراکی مواد سیلویی مذکور را بهبود بخشد. به نظر می‌رسد مدت مورد نیاز برای کامل شدن فرآیندهای تخمیر در سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند خردنشده بدون استفاده از مواد افزودنی، حداقل ۲ الی ۲/۵ ماه باشد (٤).

مقایسات میانگین pH و مواد مغذی اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف آزمایش در جدول ۲ گزارش شده است. افزودن کاه گندم به مواد سیلویی، مانع فشرده شدن مناسب آنها افزایش ضایعات، افزایش pH و مادهٔ خشک مواد سیلویی تیمارها گردید. حال آنکه آزمایشات قبلی نشان داده که با افزودن کاه گندم در مواد سیلویی، بدلیل کاهش نسبت برگ و طوقه چغندرقند در سیلاژ، pH کاهش یافته است (۵ و ۱۱). میانگین pH تیمارهای مختلف تحت تأثیر افزودن اوره قرار گرفت ($P< ۰/۰۵$). این افزایش را می‌توان به افزایش تولید آمونیاک در این مواد سیلویی و همچنین افزایش قدرت بافری حاصل از تولید آن نسبت داد (۲۸).

ملاس بعنوان یک کربوهیدرات سهل الهضم در نظر گرفته شود که به راحتی می‌تواند برای میکروارگانیسم‌های موجود در سیلو مورد استفاده قرار گرفته و انرژی مورد نیاز آنها را تأمین کند. افزودن ملاس باعث افزایش سرعت تخمیر و تولید اسید لاکتیک در سیلو شده که در نتیجهٔ آن pH مواد سیلویی سریعتر کاهش می‌یابد (۲۳). بدین خاطر در سیلوهائی که با ملاس عمل‌آوری شده بود میانگین pH کمتر بود. که در تیمار ۸ در مقایسه با ۷ اختلاف معنی‌دار شد($P< ۰/۰۵$). کمترین ماده خشک مربوط به سیلاژ شماره ٤ و بیشترین آن مربوط به تیمار شماره ۱۰ بود. به نظر می‌رسد که زمان ۳٦ تا ٤۸ ساعت برای پلاساندن علوفه جهت بهبود ماده خشک با در نظر گرفتن حداقل تغییرات در میزان کربوهیدرات و ترکیبات ازته مناسب باشد (۱۷ و ۲۲). با افزایش میزان ماده خشک بوسیله افزودن کاه گندم در سیلوهای آزمایشی ماده آلی موادسیلویی افزایش یافت($P<۰/۰۵$) و در مواد سیلو شده بیشترین مادهٔ آلی مربوط به تیمار ۱۰ بود. ماده آلی برگ و طوقه چغندرقند خشک شده نیز در مقایسه با کلیه تیمارهای سیلاژهای آزمایشی دارای بیشترین مقدار بود($P<۰/۰۵$). همچنین در ابتدای سیلوسازی با شروع تخمیر، مقداری از کربوهیدرات‌های محلول و ساختمانی برگ و طوقهٔ چغندرقند تجزیه شده(۱۷) که احتمالاً باعث کاهش معنی‌دار در میزان ماده آلی سیلاژهای ۱ و ۲ نسبت به تیمار ۱۲ (شاهد) شده است(جدول ۲). از طرفی تغییر در میزان ماده آلی سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند خرد نشده و خردشده نسبت به برگ و طوقه و چغندرقند خشک شده را نیز احتمالاً می‌توان به علت تولید ترکیبات فر□ار اسیدهای چرب و آمونیاک در سیلاژ نسبت داد که در موقع خشک کردن مواد سیلویی از محیط عمل خارج شده و باعث کاهش ماده آلی در ماده خشک سیلاژ مذکور می‌گردند که با نتایج تحقیقات ابراهیمی(۱) همخوانی دارد.

میزان ازت کل در تیمارهای مختلف آزمایش، به استثنای تیمارهای ۳ و ٦ نسبت به تیمار شاهد (تیمار ۱۲) با کاهش همراه بود($P<۰/۰۵$). همچنین، افزودن اوره در مواد سیلویی باعث افزایش ازت کل مواد سیلویی شده است، به طوری که بیشترین میزان ازت کل مربوط به تیمار شماره ۳ بود و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شماره ۱۱ می‌باشد که به علت تجزیه پروتئین در موادسیلویی نسبت به برگ و طوقه چغندرقند خشک شده

جدول ۲ـ مقایسه میانگین‌های pH، ماده خشک (گرم در کیلوگرم ماده تر)، ماده آلی، ازت پروتئین حقیقی، ازت آمونیاکی، ازت غیرپروتئینی، ازت کل، الیاف غیرمحلول در پاک‌کننده خنثی (NDF) و الیاف غیرمحلول در پاک‌کننده اسیدی (ADF) (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در تیمارهای مختلف آزمایش.

تیمارهای آزمایش / صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	خطای معیار آزمایش
pH	٦/۳٤^{cd}	٥/۲۸^{de}	٥/٥۰^{de}	۷/۷٥^{b}	٤/٤۸^{e}	٦/۳٤^{d}	۷/٤۳^{bc}	٥/۹۲^{d}	۸/۱٥^{ab}	۸/۰۷^{ab}	۹/۱۲^{a}	–	۰/۳۸
ماده خشک	۲۷۰/۱۸^{de}	۲۹۷/۸۷^{dc}	۲٤۰/۸۲^{e}	۲۳۱/٤۳^{e}	۲۷۰/۳۳^{de}	۲۸۹/۳۸^{dc}	۳۲۸/۳٦^{bc}	۳۱۷/۷۲^{bc}	۳٤٥/۹٥^{b}	٤۱۱/۷۸^{a}	۳۸٦/٦۳^{a}	۲۷۰/۷٥^{de}	۱۳/۰۱۸
ماده آلی	٦۸٥/۷۹^{g}	۷۱۳/۳۳^{defg}	۷۳٥/۰۹^{bcde}	٦۲۳/٥۱^{b}	٦۹٥/۰۹^{fg}	۷۰٥/۲٦^{efg}	۷۱۷/۹۰^{cdef}	۷٤۷/۸۹^{bc}	۷٤۰/۸۸^{bcd}	۷٥۳/۳٤^{b}	۷۱٦/۳۲^{defg}	۷۹۷/۸٦^{a}	۹/۸۷
ازت‌پروتئین‌حقیقی	۱٦/۲٦^{bc}	۱٤/۱٤^{de}	۱۷/٦۱^{b}	۱٤/۹۱^{cd}	۱۳/۹۸^{de}	۱۳/۸٥^{de}	۱۳/۸^{de}	۱۲/٥۳^{e}	۱۲/٥۱^{e}	۱۱/۸۸^{e}	۱۱/۹۳^{e}	۱۹/۹٦^{a}	۰/۷۰۹
ازت آمونیاکی	۱/۹۲^{d}	۱/۱۷^{d}	۱/۳۸^{d}	۱۳/٦^{a}	۱/۲٦^{d}	۸/٤۸^{c}	۱/۸٥^{d}	۱/۸٦^{d}	۱۱/۳۱^{b}	۲/۱۳^{d}	۱٤/۲۸^{a}	۱/٤٤^{d}	۰/٤٤
ازت غیرپروتئینی	۸/۰۲^{cdef}	٦/٤٥^{ef}	۱۲/٦۹^{a}	٦/۱۲^{ef}	۱۰/٥۲^{abc}	۱۲/۱٤^{ab}	٥/۷۲^{f}	۱۰/۳۹^{abc}	۹/٥۲^{bcd}	۸/۸٦^{cde}	٦/۷^{def}	۸/۷٦^{cde}	۰/۹۱۲
ازت کل	۲٤/۲۸^{cd}	۲۰/٥۹^{efg}	۳۰/۳۲^{a}	۲۰/۷۲^{efg}	۲٤/٤۹^{cd}	۲٦/۰۱^{bc}	۱۹/٥۱^{fg}	۲۲/۸۹^{de}	۲۲/۰٤^{def}	۲۰/۸۸^{efg}	۱۸/٦۳^{g}	۲۸/٤۸^{ab}	۰/۸۸
الیاف‌غیرمحلول‌در پاک‌کننده خنثی	۳۷۰/۹٥^{cd}	۳٤۱/۳٥^{cde}	۲۹٤/٤۲^{e}	۳۱۳/۷۸^{de}	۲۹۸/٦۸^{e}	۳٤٦/۰٥^{de}	٤۲۷/٤۸^{ab}	۳۹۰/٦۸^{bc}	٤٥۹/٤۷^{a}	٤٦۷/۳٥^{a}	٤٦۸^{a}	۳٦۰/۷۷^{cd}	۱۸/٥٥
الیاف غیرمحلول‌در پاک‌کننده اسید	۱۷۹/۹^{e}	۱٦٦/٤۲^{cd}	۱۱۲/۳۹^{e}	۲۲۳/٦۰^{abc}	۱٦۱/۹۳^{de}	۱۸۱/۹۳^{cd}	۱۸۹/۲۳^{cd}	۱۸۱/٥٥^{cd}	۲۱۷/۰٥^{cd}	۲٦٦/۲٥^{ab}	۲۷۳/۹٥^{a}	۱۹۳/۱٥^{cd}	۱۷/۸۱

میانگین‌هایی که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار هستند($P<0/05$).

مـی‌باشـد(۱۷). از طـرفی افـزودن اوره بـاعث افـزایش آمونیـاک در مـواد سیلویی شده و ازت کل را افزایش داد بدیـن طـریق رونـد هماهـنگی در تیمارهای مختلف وجود نداشـت کـه بـه نظـر می‌رسد علت آن، خروج آمونیاک از محیـط عمـل در حیـن خشک کردن مواد سیلویی در آون بـوده باشـد(۲۸). همچنین افزودن ملاس به مواد سیلویی بـه عـلت داشتن کربوهیدرات سهل‌الهضم منجر به کاهش pH شـده کـه تا حدودی باعث مهار تجزیه پروتئین‌ها در مـواد سـیلویی گردیده و به همین خاطر افزایش نیتروژن کـل در تیمـار ۵ در مقایسـه بـا تیمـار ۲ مشـاهده گـردید (P<۰/۰۵). افـزودن اوره بـه مـواد سیلویی باعث افزایش معـــنی‌دار ازت آمونیـــاکی در تیمارهـــای ٤، ٦، ۹ و ۱۱ گـردیده اسـت کـه بیشـترین مقـدار آن مـربوط به سیلاژ تیمـار ۱۱ مـی‌باشـد(P<۰/۰۵). میزان نیتروژن آمونیاکی بـرگ و طوقـه چغندرقـند تازه نسبت به سیلاژ شاهد(۱۲) اخـتلاف معـنی‌داری نداشـت. بـا افـزودن اوره بـه مـواد سـیلویی در تیمارهـــای ۳، ٦، ۹ و ۱۱ میـــزان نیـــتروژن غیرپروتئیـنی در ایـن مـواد سـیلویی افـزایش معنی‌داری یـافت(P<۰/۰۵) و بیشـترین میـزان ازت غیرپروتئینی در تیمارهـای ۳ و ٦ مشـاهده شـد. در تیمارهایی که از اوره استفاده شد، ازت آمونیاکی افزایش معنی‌داری داشت(۰۵ /P<۰)، کـه احتمالاً به علت افزایش تولید آمونیاک حاصل از تجـزیه اوره موجـود در موادسـیلویی مـی‌باشد. اما از آنجا که مواد سیلویی بوسیله آون معمولی (در ٦۰ درجه سانتیگراد) خشک شدند، ترکیبات فرار مثل آمونیاک آزاد و اسـیدهای چرب فرار از محیط عمل خارج می‌شوند(۲۱، ۲٦ و ۲۸) و بـه همیـن عـلت در تیمارهایی که اوره اضافه شـده بود افزایش هماهنگی در ازت غیرپروتئینی مشاهده نگردید.

معـــنی‌دار شـــدن اخـــتلاف ازت غیرپروتئیـــنی و ازت آمونیـاکی در تیمارهـای مختـلف احـتمالاً بـه دلیل میزان متفاوت ملاس (۵٪ و ۱۰٪) در آنها بوده است. در تیمار ٦ بـه دلیـل وجود کربوهیدرات محلول بیشتر، احتمالاً ناشی از کـاهش pH و تقـلیل باکـتری‌هـای تجـزیه‌کنـنده مـواد پروتئیـنی، تجـزیه پروتـئین‌هـا کمـتر صورت گرفت و به همیـن عـلت آمونیـاک کمـتری تولیـد شـده و میـزان ازت غیرپروتئیـنی نیز بیشتر شده است(۲٤). اختلاف معنی‌دار مقـدار ازت غیرپروتئیـنی تیمارهـای ۷ و ۸ نیـز بـه عـلت افزایش مقدار ملاس بود(P<۰/۰۵).

میانگین‌های ازت پروتئین حقیقی در تیمارهای مختلف آزمـایش تحـت تأثیـر روش تهیـه سـیلاژ قـرار گـرفت (P<۰/۰۵)، کـه نشـانه تجزیه پروتئین حقیقی در سیلاژها در مقایسـه بـا عـلوفه خشـک مـی‌باشـد. ولـی تغییـرات پروتئین حقیقی در تیمارهای دیگر در مقایسه با تیمار ۲ (سـیلاژ بـرگ و طوقهٔ چغندرقند خرد شده) معنی‌دار نشد، حال آنکه تیمار ۳ در مقایسه با تیمار ۲ معنی‌دار بود(۰۵/ P<۰). بـه نظـر مـی‌رسد که میزان کربوهیدرات محلول و وجـود در بـرگ و طوقه چغندرقند آنقدر نباشد که بتواند از تجـزیه پروتـئین حقیقـی جلوگیری نماید و باعث تولید کمتر آمونیاک در مواد سیلویی شود.

افـزودن کاه گندم به مواد سیلویی به علت کاهش ازت کـل در سـیلاژهای مذکـور بـاعث کاهش غیرمعنی‌دار در نیتروژن پروتئین حقیقی گردید(P<۰/۰۵).

افـزودن اوره در تیمارهـای مختـلف آزمـایش، بـاعث افـزایش غیرمعنی‌دار الیاف غیرمحلول در پاک‌کننده خنثی گردید. افزایش اوره، ملاس و یا مخلوط اوره و ملاس در تیمارهـای مختـلف آزمـایش اثـری بـر الیـاف محلول در پـاک‌کـنـنده اسـیدی نداشـت. بـا افزودن کاه گندم به مواد سـیلویی در تیمارهـای ۱۰ و ۱۱ افزایش الیاف غیرمحلول در شـوینده اسـیدی نسـبت بـه سـیلاژ بـرگ و طوقـهٔ چغندرقـند خردشـده مشـاهده گـردید(P<۰/۰۵). افزودن مـلاس در مـواد سـیلویی بـا ایـنکه موجـب کـاهش الیاف محـلول در پاک‌کننده اسیدی و الیاف محلول در پاک‌کننده خنـثی شـده بـود و لیکـن اختلاف بین آنها معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵). نـتایج ایـن آزمـایش بـا داده‌هـای آزمایشـات دوهرتی و کروسبای (۱۳) همخوانی دارد.

با توجه به جدول ۳ بخش تجزیه‌پذیر سریع (a) پروتئین خام سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندر خردنشده در مقایسه با برگ و طوقهٔ چغندر خشک شده اختلاف زیادی داشت. تجزیه پروتئین در مدت تخمیر در سیلو میزان ازت غیرپروتئینی را افزایش داده و لذا با ورود به شکمبه در ساعات اولیه آزاد می‌شوند(۱۰) اما تجزیه‌پذیری ماده خشک تغییر چندانی نکرده است. افزودن ملاس در مواد سیلویی به خاطر داشتن کربوهیدرات محلول زیاد باعث افزایش ضریب a در مورد ماده خشک گردیده و از آنجا که قسمت عمدهٔ پروتئین ملاس نیز بصورت ازت غیرپروتئینی است، باعث افزایش ضریب a در تجزیه‌پذیری پروتئین این تیمارها نیز گردید که در تیمار شماره ٥ با ۱۰٪ ملاس این مورد کاملاً مشهود است. افزودن اوره نیز باعث افزایش نیتروژن غیرپروتئینی در مواد سیلویی گردیده است که پس از خشک کردن مواد سیلویی در آون مقداری از آن به صورت گاز متصاعد شده و از محیط عمل خارج گردیده است. به همین علت میزان اوره اضافه شده در نمونه‌های تیمار شماره ٦ نتوانسته است ضریب a را در تجزیه‌پذیری پروتئین در مقابل تیمار شماره ٥ ارتقاء دهد. از طرف دیگر مقداری از نیتروژن موجود در دیواره سلولی نیز در اثر خشک کردن مواد سیلویی بصورت ازت نامحلول در پاک‌کننده اسیدی درمی‌آید که قابل تجزیه در دستگاه گوارش نمی‌باشد که بهمین علت در منحنی تجزیه پذیری پروتئین در واحد زمان تا ۷۲ ساعت از حدود ۰/۹ تجاوز نمی‌کند. میزان تجزیه‌پذیری پروتئین خام و ماده خشک تحت تأثیر روش خشک کردن قرار می‌گیرد(۲۷). حال آنکه کاومون و تویس(۱۵) اختلاف معنی‌داری در تجزیه‌پذیری پروتئین خام در نمونه‌های معنی‌داری در تجزیه‌پذیری پروتئین خام در نمونه‌های علوفه‌ای تحت روشهای مختلف خشک کردن مشاهده نکردند.

از آنجا که میزان ضرایب تجزیه‌پذیری سریع ماده خشک و پروتئین در سیلاژهای برگ و طوقه چغندرقند در این آزمایش نسبتاً بالا بوده، بنابراین در ساعات اولیه قسمت عمده‌ای از مقدار انرژی و پروتئین قابل تجزیه آن در محیط شکمبه آزاد می‌گردد لذا به نظر می‌رسد حدود ۸۰٪ آن در ۱٦ ساعت پس از خوراک دادن تجزیه شده و تا ۲٤ ساعت پس از مصرف خوراک منحنی‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تقریباً به وضعیت ثابتی رسیده‌اند. اما با توجه به منحنی‌های تجزیه‌پذیری به نظر می‌رسد که مقداری عدم هماهنگی و توازن همزمانی آزادسازی انرژی و پروتئین خام، در سیلاژهای آزمایشی دیده می‌شود و منحنی‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک سریعتر از منحنی‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام به وضعیت ثبات خود می‌رسند.

نتایج

۱ـ خصوصیات کیفی و شیمیایی سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند تحت تأثیر میزان مادهٔ خشک و افزودنی‌های اوره و ملاس قرار داشته و اوره موجب کاهش کپک‌زدگی در سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند گردید.

۲ـ با توجه به نتایج آزمایشات انجام شده، بنظر می‌رسد جهت بالا بردن ماده خشک سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندر بهتر است به جای افزودن کاه و دیگر مواد جذب‌کنندهٔ رطوبت، دیگر از روش پلاساندن مواد مذکور به مدت ۳٦ تا ٤۸ ساعت در سطح مزرعه، استفاده نمود.

۳ـ به نظر می‌رسد، تیمارهای شماره ٥ و ٦ به ترتیب (مواد سیلویی با ۱۰٪ ملاس و مواد سیلویی با ۱۰٪ ملاس + ۲٪ اوره)، بهترین عملکرد را از نظر خصوصیات ظاهری و شیمیایی داشته‌اند و در صورتی که از برگ و طوقهٔ پلاسییده و خردشده استفاده شود، می‌توان مواد سیلویی مذکور را، حتی بدون هیچگونه افزودنی به خوبی سیلو نمود.

جدول ۳ـ ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام ± خطای معیار آزمایش برای هر مورد.

تیمارهای آزمایشی	تجزیه‌پذیری ماده خشک (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)			تجزیه‌پذیری پروتئین (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)		
	c	b	a	c	b	a
۱	۰/۸۰±۰/۰۱	۰/۳۵±۰/۲۰	۰/۵۴±۰/۰۲	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۲۹±۰/۰۳	۰/۵۹±۰/۰۲
۲	۰/۰۷±۰/۰۲	۰/۳۳±۰/۰۳	۰/۵۵±۰/۰۲	۰/۰۶±۰/۰۳	۰/۳۱±۰/۰۵	۰/۸۰±۰/۰۱
۳	۰/۱۴±۰/۰۳	۰/۳۲±۰/۰۳	۰/۵۹±۰/۰۲	۰/۱۳±۰/۰۳	۰/۴۰±۰/۰۴	۰/۴۸±۰/۰۴
۴	۰/۰۸±۰/۰۱	۰/۳۵±۰/۰۲	۰/۵۴±۰/۰۲	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۳۵±۰/۰۳	۰/۵۲±۰/۰۲
۵	۰/۱۲±۰/۰۴	۰/۲۶±۰/۰۳	۰/۶۲±۰/۰۳	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۲۶±۰/۰۴	۰/۶۴±۰/۰۲
۶	۰/۰۸±۰/۰۲	۰/۳۱±۰/۰۳	۰/۵۷±۰/۰۲	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۲۵±۰/۰۳	۰/۶۴±۰/۰۲
۸	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۳۳±۰/۰۱	۰/۵۱±۰/۰۱	۰/۸۰±۰/۰۲	۰/۳۸±۰/۰۴	۰/۴۹±۰/۰۳
۱۲	۰/۸۰±۰/۰۲	۰/۳۲±۰/۰۲	۰/۵۳±۰/۰۲	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۳۴±۰/۰۳	۰/۴۳±۰/۰۲

a: بخش دارای تجزیه‌پذیری سریع b: بخش دارای تجزیه‌پذیری کند c: ثابت سرعت تجزیه‌پذیری

٤ـ ضرایب تجزیه‌پذیری سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند تحت تأثیر روشهای سیلوسازی و افزودنی‌ها قرار گرفته و اوره و ملاس باعث افزایش ضرایب تجزیه‌پذیری بخش سریع التجزیه گردید.

۵ـ زیاد بودن ضرایب a و c در کلیهٔ تیمارهای مورد ارزیابی نشان‌دهندهٔ تجزیهٔ سریع بخش ماده خشک و نیتروژن این سیلاژها در شکمبه می‌باشد.

٦ـ بدلیل اینکه مقدار زیادی از محتوای انرژی و به خصوص پروتئین، در سیلاژ برگ و طوقهٔ چغندرقند برخوردار از سرعت تجزیه‌پذیری بالا می‌باشد، در ساعت اولیه تجزیه شده و مقداری از آن به دلیل عدم توازن در همزمانی آزادسازی انرژی و پروتئین از دسترس میکروارگانیسم‌های شکمبه خارج می‌شود. لذا برای بهینه‌سازی عملکرد این موادمغذی، به افزودنی‌هایی نیاز است که بتواند ضریب تجزیه‌پذیری کند (b) و ضریب ثابت سرعت تجزیه (c) را در آنها بهبود بخشد.

منابع مورد استفاده

۱ـ ابراهیمی، سیدهادی- ۱۳۷۸. بررسی خصوصیات شیمیایی و تجزیه‌پذیری سیلاژ یونجه عمل‌آوری شده با اوره و فرم‌آلدئید و تأثیر آن بر قابلیت هضم و تخمیر شکمبه‌ای بره‌های نر بلوچی. پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲ـ بی‌نام- ۱۳۷۸. آمار ۱۰ ساله کشت چغندرقند. انجمن صنفی کارخانجات قند کشور. کارخانه قند چناران.

۳ـ دهقانیان، سیاوش- ۱۳٦۹. آیا استفاده از برگ چغندرقند در پرواربندی گاو اقتصادی است؟ مجله علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ٤، شماره ۱، صفحه ۱۱.

٤- رئیسیان‌زاده، محمد- ۱۳۷۹. بررسی خصوصیات شیمیایی سیلاژ برگ و طوقه چغندرقند و ارزش غذایی آن در گوسفند. پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

٥- رئیسیان‌زاده، محمد، سیامک پارسائی و جعفر باشتینی- ۱۳۷۳. تأثیر روشهای مختلف سیلو نمودن برگ و طوقه چغندرقند و شکر ایران. شماره ۹۷، صفحه ۳۹٤.

٦- سجادی، اکبر- ۱۳۷۱. آمارهای سطح زیر کشت و برداشت و تولیدات جهانی چغندرقند. مجله صنایع قند ایران، سندیکای کارخانه‌های قند و شکر ایران. شماره ۹۷، صفحه ۳۹٤.

۷- نیکپور تهرانی، کریم، عبدالحسین مروارید، محمود شماع و هوشنگ ساعدی- ۱۳٦٦. غذاهای دام و طیور و روشهای نگهداری آنها. (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران.

۸- نیکخواه، علی و پرویز جامعی- ۱۳٦۹. ارزش غذایی برگ چغندرقند مخلوط برگ چغندر و یونجه و یونجه سیلو شده در جیره گاوهای شیری مجله علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. جلد ٤، شماره ۲، صفحه ۱۰۷.

8- Arieli, A., S.J. Mabjeesh, Z. Shabi, I. Bruckental, and Y. Aharoni. 1998. *In situ* assessment of degradability of organic matter in the rumen of the dairy cow. J. Dairy, Sci. 81: 1985-1990.

10- Clark, J.H. 1988. Factors affecting microbial protein passage to small intestine of ruminants. Proc. Distillers Feed Conf. 43.

11- Daugherty, R.E. 1975. Imperial government of Iuran, Ministry of Agriculture and Natural Resources. Livestock Development. 1. 28-30.

12- Dgamei, P. 1966. Untersuchungen zur gewichtesentwicklung undffutteraufu – ahme von milchkuhen gegen ende der graviditat und am anfang der lactation. Diss. Gotingon. pp. 14-22.

13- Doherty, O. and J.V. Crosby. 1996. The effects of feeding grass silage and molassed suger beet pulp either separately or as ensiled mixture on the nutritional status and colostrums production of twinbearing ewes. Irish J. Agric. And Food Res. 32(2), 99-112.

14- Hoover, W.H. and S.R. Stokes. 1991. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. J. Dairy Sci. 74: 3630-3644.

15- Kaumon, M. and A. Thewis. 1990. Influence of the processing method of forage on its chemical composition in vitro organic matter digestibility and *in sacco* nitrogen degradability. Repitali Nutr. Devel. Suppl. 2. pp. 1595-1605.

16- Mc Donald, P. 1996. Animal nutrition. Fifth edition, pp. 290.

17- Mc Donald, P., A.R. Henderson, and S.J.E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. Second edition. Chalcombe publications 13 Higwoods Drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks SL7 3Pu. U.K.

18- Michalet – Doreau, B. and M.Y. Ould – Bah. 1992. *In vitro* and *in sacco* methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen. A Review. Anim. Feed Sci. Technol. 40: 57-86.

19- Muck, R.E. 1987. Dry matter level effects on alfalfa silage quality – Nitrogen transformation – transaction of the ASAE. 30(1). 7-14.

20- Orskov, E.R. and I.Mc Donald. 1988. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.

21- Ould-Bah, M.Y. and B. Michalet-Doreau. 1988. Effect of the preparation of fresh forage sample on the *in sacco* protein degradation in the rumen. Rep. Nut. Devel. 28: Suppl. No. 1. pp. 103-104.

22- Paterson, D.C., T. Yan, and FJ. Gorden. 1996. The effects of wilting of grass prior to ensiling on the response to bacterial inoculation 2. Intake and Performance by dairy cattle over three harvests. Anim. Sci. 62(3): 419-429.

23- Peterwen, S.C., C. Kuen-Jaw, K. Kwen-Sheng, H. Jennchung, and Y. Bi. 1995. Studies on the degradabilities of feed stuffs in Taiwan. Anim. Feed Sci. Technol. 55: 215-226.

24- Sibanda, S. 1997. The effect of level of incision of the legume Desmodium Uninatum and the use of molasses or ground maize as additive on the chimical composition of grass and maize legume silage. Anim. Feed Sci. and Technol. 68(3-4), 295-305.

25- Tjandrat Madja, M. and M.R. Norton. 1993. Effect of the inclusion of tropical tree legumes *Gliricidia Sepium* and *leacaena leucocephala* on nutritive value of silage prepared from tropical grasses. J. Aric. Sci. 120(3), 397-406.

26- Vanhatalo, A. and T. Varvikko, 1989. Influence of sample preparation of grass silage. Asian. Australian. J. Anim. Sci. 2: 413-415.

27- Van Soest, P.J. and S. Mason. 1991. The influence of the maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. Anim. Feed. Sci. and Technol. 32: 45-53.

28- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. Cornell University Press. New York. 14850, U.S.A.

29- Vanzant, E.S., R.S. Cochran, and E.C. Titgemeyer. 1998. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. J. Anim. Sci. 76: 2717-2729.

30- Virtanen, A., M. Becker (Zit. N), and K. Nehring. 1965. Handbuch der futtermittel, Band. I. pp. 559.