دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

بررسی ارزش تغذیه‌ای بقایای باقلای عمل‌آوری شده با برخی ترکیبات شیمیایی با استفاده از روش‌های برون‌تنی و تکنیک کیسه‌های نایلونی

آذین علایی[۱]، فرزاد قنبری[۲]، جواد بیات کوهسار[۳] و فریبا فریور[۳]

۱ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، (نویسنده مسوول:farzadghanbari@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۲
صفحه: ۱۹ تا ۲۹

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی ارزش تغذیه‌ای بقایای باقلای عمل‌آوری شده با برخی ترکیبات شیمیایی با استفاده از روش‌های برون‌تنی و تکنیک کیسه‌های نایلونی انجام شد. تیمارها شامل بقایای باقلای عمل‌آوری نشده (شاهد) و عمل‌آوری شده با آب (۲/۵ لیتر به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک)، اکسید کلسیم (۱۶۰ گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک)، پراکسید هیدروژن (۵۷ میلی‌لیتر به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک) و هیدروکسید سدیم (۵۰ گرم به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک) بودند. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد. آزمایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای با استفاده از تکنیک کیسه‌های نایلونی انجام شد. قابلیت هضم برون‌تنی نمونه‌ها با استفاده از روش کشت بسته تعیین شد. عمل‌آوری بر ترکیب شیمیایی بقایای باقلا موثر بود. به‌جز آب، سایر تیمارها باعث افزایش خاکستر و کاهش ماده آلی شدند (p=۰/۰۰۰۱). تیمار اکسید کلسیم بیشترین تاثیر را بر صفات مورد اشاره داشت. مقدار پروتئین خام در همه تیمارها کاهش یافت (p=۰/۰۰۰۱). کمترین مقدار در تیمارهای اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم مشاهده شد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در تیمارهای اکسید کلسیم و پراکسید هیدروژن بیشتر از سایر تیمارها بود (p=۰/۰۰۱۷). به‌جز اکسید کلسیم و آب، سایر تیمارها باعث افزایش تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ‌های عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت در بقایای باقلا شدند (p<۰/۰۰۰۱). تیمار پراکسید هیدروژن بیشترین تأثیر را در افزایش مقدار تجزیه‌پذیری موثر داشت. تیمار هیدروکسید سدیم مقدار قابلیت هضم ماده خشک (p=۰/۰۰۰۱) و ماده آلی (p=۰/۰۰۲۹) را افزایش داد. همچنین تیمارهای اکسید کلسیم و پراکسید هیدروژن باعث افزایش بازده تولید میکروبی شدند (p=۰/۰۰۱۶). به‌طورکلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بیشترین تأثیر را در بهبود ارزش تغذیه‌ای بقایای باقلا داشتند.

واژه‌های کلیدی: عمل‌آوری، ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم، تجزیه پذیری شکمبه‌ای، بقایای باقلا

مقدمه

امروزه با توجه به کمبود منابع خوراکی اصلی و هزینه بالای جیره، توجه ویژه‌ای به استفاده از بقایای حاصل از برداشت محصولات زراعی به‌عنوان اقلام خوراکی ارزان قیمت و جایگزین در تغذیه دام شده است. این ترکیبات که عمدتاً شامل برگ‌ها، غلاف دانه‌ها و ساقه هستند، به‌عنوان منابع مهم کربوهیدرات و انرژی در جیره نشخوارکنندگان قابل استفاده‌اند (۲). اما کارایی استفاده از بقایای زراعی به‌دلیل ساختار بیولوژیکی پیچیده و مقدار کم پروتئین محدود است. ترکیبات لیگنوسلولزی بخش مهمی از دیواره سلولی بقایای زراعی را تشکیل می‌دهند. در این ترکیبات، وجود پیوندهای قوی فیزیکی و شیمیایی بین لیگنین و سلولز، ارزش تغذیه‌ای آن‌ها را کاهش می‌دهد. لیگنین به‌صورت مانعی سلولز را در برابر تجزیه میکروبی محفوظ نگه می‌دارد (۲۷).

ارزش تغذیه ای مواد خوراکی لیگنوسلولزی را می‌توان با روش‌های عمل‌آوری فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بهبود بخشید (۵). روش‌های شیمیایی در عمل‌آوری محصولات فرعی زراعی را می‌توان به سه دسته قلیاها، عوامل اکسیداتیو و اسیدها تقسیم کرد. از بین عوامل شیمیایی، قلیاها از نظر کاربردی بیشتر مورد قبول واحدهای دامپروری قرار گرفته‌اند. مواد قلیایی به‌داخل دیواره سلولی جذب می‌شوند. بدین ترتیب از نظر فیزیکی ساختمان الیاف را متورم کرده و از لحاظ شیمیایی نیز پیوند استری بین لیگنین با سلولز را می‌شکنند. این فرایند، حمله‌ی میکروارگانیسم‌های شکمبه به کربوهیدرات‌های ساختاری را آسان‌تر نموده و در نتیجه تجزیه‌پذیری و خوش‌خوراکی محصول را افزایش می‌دهد. معمول‌ترین مواد قلیایی مورد استفاده در عمل‌آوری هیدروکسید سدیم، آمونیاک و اوره می‌باشند. در مزارع، انجام عمل‌آوری شیمیایی کاربردی‌تر بوده و روش استفاده از آن‌ها نسبتاً ساده و مقرون به‌صرفه‌تر است. هرچند این مواد مضر نیستند، ولی احتیاط کردن برای استفاده از آن‌ها ضروری است (۳۲). مطالعات انجام گرفته با استفاده از تکنیک‌های پراش پرتو ایکس[۱] و اشعه مادون قرمز تبدیل فوریه[۲] نشان از کاهش بلورینگی سلولز و حذف لیگنین و همی‌سلولز در بقایای زراعی بوده است (۸).

بابایی و همکاران (۷) مشاهده کردند که عمل‌آوری با پراکسید هیدروژن سبب افزایش خاکستر، کاهش ماده آلی، افزایش پروتئین خام و کاهش الیاف خام بقایای ماش شد. در یک آزمایش، هیدرکسیدسدیم باعث بهبود فراسنجه‌های تخمیری و گوارش‌پذیری بقایای سویا شد (۶). اکسید کلسیم (آهک)، به‌دلیل مزایای زیادی که دارد، برای عمل‌آوری مواد لیگنوسلولزی پیشنهاد شده‌است. این ترکیب در مقایسه با

1- X-Ray diffraction
2- Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

هیدروکسید سدیم ارزان‌تر و سالم‌تر بوده و ماده شیمیایی ضعیف‌تری نسبت به آن است. بنابراین استفاده از آن نیاز به وسایل ایمنی خاصی ندارد (۹). کلسیم باقی‌مانده در بقایای عمل‌آوری شده با اکسید کلسیم، نه‌تنها مشکل‌ساز نیست، بلکه نیاز به مکمل کلسیم در جیره را نیز کاهش می‌دهد (۵). یکی از روش‌های عمل‌آوری که به‌طور سنتی در واحدهای دامپروری مورد استفاده قرار می‌گیرد، خیساندن نمونه است (۱۸). قربانی (۱۹) مشاهده کرد که خیساندن کاه گندم به‌مدت ۲۴ ساعت قبل از خوراک‌دهی، تاثیر مثبتی بر تجزیه‌پذیری و خوش خوراکی آن داشت. افضل‌زاده و همکاران (۱) استفاده از کاه جو خیسانده را تا سطح ۱۲ درصد در جیره گاوهای متوسط تولید پیشنهاد کردند.

حبوبات گروه مهمی از محصولات زراعی بوده که در الگوی کاشت بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران وجود دارند. بقایای حاصل از حبوبات مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی کمتر، و در مقابل نسبت محتوی سلولی قابل هضم بیشتری نسبت به بقایای غلات دارند. به‌همین دلیل قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم آن‌ها بیشتر از بقایای غلات می‌باشد (۳۵).

باقلا[1] به‌عنوان یکی از حبوبات اصلی، در بسیاری از کشورهای دنیا در سطح وسیعی کشت می‌شود. سطح زیر کشت این محصول در ایران بیش از ۳۵۰۰۰ هکتار است که ۳۶ درصد آن در استان گلستان کشت می‌شود. دانه باقلا به‌عنوان محصول اصلی برای مصارف انسانی مورد استفاده قرار گرفته و بقایای آن که شامل بوته سبز به‌همراه غلاف‌های نارس آن می‌باشند، به‌عنوان فراورده‌های فرعی در تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳۱). در مقایسه با سایر بقایای زراعی، مطالعات صورت گرفته در خصوص ارزش تغذیه‌ای بقایای باقلا محدود است.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی ارزش تغذیه‌ای بقایای باقلای عمل‌آوری شده با آب، هیدروکسید سدیم، پراکسید هیدروژن و اکسید کلسیم بر ترکیب شیمیایی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم برون تنی بقایای باقلا بود.

مواد و روش‌ها

بقایای باقلا از مزارع شهرستان علی آباد استان گلستان جمع‌آوری و آماده‌سازی شدند. عمل‌آوری شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از تیمارهای اکسید کلسیم، پراکسید هیدروژن، آب و هیدروکسید سدیم انجام گرفت. یک نمونه هم بدون عمل‌آوری و به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. به‌منظور عمل‌آوری با اکسید کلسیم، ابتدا هر کیلوگرم از بقایا با ۲ لیتر آب مخلوط شد. سپس ۱۶۰ گرم اکسید کلسیم به‌صورت پودر روی بقایای خیسانده شده پاشیده شده و به‌مدت ۱ ساعت کاملاً مخلوط شد. سپس نمونه‌ها درون کیسه‌های پلاستیکی ۲ لایه ریخته شده و به‌خوبی فشرده شدند. کیسه‌ها به‌مدت ۱۴ روز در شرایط بی‌هوازی نگهداری شدند. در عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم، ۵۰ گرم از این ماده در یک لیتر آب مقطر حل شده و بر روی یک کیلوگرم ماده خشک بقایای باقلا اسپری شد. این مخلوط به‌خوبی هم زده شد. سپس درون کیسه‌های پلاستیکی ریخته شده و به‌مدت ۷۲ ساعت در شرایط بی‌هوازی نگهداری شدند (۱۵). برای عمل‌آوری با پراکسید هیدروژن، ابتدا نمونه‌های بقایا با هیدروکسید سدیم پیش تیمار شدند. بدین‌صورت که ۱۰۰ گرم هیدروکسید سدیم در ۰/۵ لیتر آب حل شد. سپس این محلول به ۴ لیترآب افزوده و روی ۲ کیلوگرم از بقایا اضافه شد. نیم ساعت بعد، ۱۱۴ میلی‌لیتر آب اکسیژنه با درجه خلوص ۳۵ درصد در نیم لیتر آب حل شده و به این مخلوط اضافه شد. این مخلوط به‌خوبی هم زده شد. بقایا درون کیسه‌های پلاستیکی و به‌مدت ۱۸ روز در شرایط بی‌هوازی نگهداری شدند. به‌منظور عمل‌آوری با آب، مقدار ۲ کیلوگرم از بقایا با ۵ لیتر آب مخلوط شد. سپس به‌مدت ۲۴ ساعت درون کیسه‌های پلاستیکی و در شرایط بی‌هوازی نگهداری شدند (۱۸). پس از طی مدت زمان عمل‌آوری، کیسه‌های حاوی نمونه‌های مختلف باز شده و در معرض هوا خشک شدند. سپس نمونه‌گیری از آن‌ها جهت انجام آزمایش‌های مورد نظر انجام گرفت (۵).

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها مطابق روش استاندارد AOAC (۴) تعیین شد. ماده خشک به‌وسیله قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی برآورد شد. مقدار چربی خام با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اتوکلدال تعیین شد (نیتروژن×۶/۲۵). اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با استفاده از دستگاه فایبرتک[2] و بر اساس روش ون سوست (۴۳) انجام شد.

اندازه‌گیری قابلیت هضم تیمارهای مختلف بر اساس روش کشت بسته[3] انجام شد (۴۲). بدین‌منظور، ابتدا نمونه‌ها به اندازه یک میلی‌متر آسیاب و سپس خشک شدند. مایع شکمبه قبل از خوراک‌دهی صبح از چهار رأس گوسفند نر نژاد دالاق (۲/۵± ۴۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای جمع‌آوری شد. سپس این مایع به‌وسیله پارچه مخصوص صاف، و در یک ارلن درب‌دار ریخته شد. بزاق مصنوعی نیز در شرایط بی‌هوازی تهیه شد و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. داخل هریک از ویال‌های شیشه‌ای، ۵۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه ریخته شده و ۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط بزاق مصنوعی و مایع شکمبه به‌نسبت ۲ به ۱ به‌داخل هر ویال اضافه شد. سپس به‌مدت ۱۰ ثانیه به داخل هر ویال شیشه‌ای گاز دی‌اکسیدکربن وارد شده و درب آن به‌کمک درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی بسته شد. سپس ویال‌ها درون حمام آب گرم در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، تمامی ویال‌ها از حمام آب گرم خارج شده و به ظرف حاوی یخ منتقل شدند. نمونه‌های موجود در هر ویال، با استفاده از پارچه مخصوص صاف شده و محتویات هضم نشده از فاز مایع جدا شدند. سپس pH فاز مایع نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. پس از صاف کردن محتویات کشت ۲۴ ساعته، نمونه‌های حاصل به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس قابلیت هضم ظاهری نمونه‌ها محاسبه شد.

1- Faba bean (ViciaFaba)
2- Fibertic, Tecator, 1010, Denmark
3- Batch

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

مقدار نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل- هیپوکلریت تعیین شد (۱۲). بدین‌منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر جهت قرائت جذب نوری استفاده شد. محاسبه توده میکروبی تولید شده با استفاده از رابطه ۱ انجام شد (۲۴).

رابطه (۱)

$$MB = GP \times (PF - ۲/۲)$$

در این رابطه، MB: تولید توده میکروبی (میلی‌گرم)، GP: مقدار تولید گاز خالص بعد از ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر) و PF: عامل تفکیک (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) می‌باشند. عامل تفکیک برابر با نسبت میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده برمیلی‌لیتر حجم گاز خالص تولیدی می‌باشد. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروبی تولید شده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲۴ ساعت) محاسبه شد.

آزمایش تجزیه‌پذیری با استفاده از تکنیک کیسه‌های نایلونی انجام گرفت (۲۶). بدین‌منظور از ۳ راس گوسفند نر نژاد دالاق دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. دام‌ها مطابق استاندارد تکنیک کیسه‌های نایلونی، در سطح نگهداری تغذیه شدند. نمونه‌های بقایای باقلای عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده توسط آسیاب چکشی آزمایشگاهی دارای غربال ۳ میلی‌متری آسیاب شدند. سپس ۳ گرم از هر نمونه داخل کیسه‌های نایلونی از جنس داکرون (ابعاد ۲۰×۱۰ سانتی‌متر و قطر منافذ ۴۵ تا ۵۰ میکرون) قرار داده شد. زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به‌منظور انکوباسیون کیسه‌های نایلونی حاوی نمونه‌ها در شکمبه در نظر گرفته شدند. پس از پایان یافتن هر زمان انکوباسیون، کیسه‌های حاوی مواد باقی‌مانده از طریق فیستولا از شکمبه خارج شده و به‌مدت ۳۰ دقیقه در ماشین لباسشویی با آب سرد شسته شدند. در ضمن برای برآورد مقدار ناپدید شدن مواد خوراکی در زمان صفر یا مقدار مواد محلول در آب، کیسه‌های حاوی نمونه‌های مواد خوراکی بدون انکوباسیون شکمبه‌ای، شستشو شدند. پس از شستشو، کیسه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۵ درجه خشک شدند. در نهایت با تعیین مقدار نمونه باقی‌مانده در کیسه‌ها، درصد تجزیه‌پذیری ماده خشک محاسبه شد. برآورد فرآسنجه‌های مختلف تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک بقایای باقلا با استفاده از روابط غیرخطی ارسکوف و مکدونالد (۲۹) انجام شد (رابطه‌های ۲ و ۳). بدین‌منظور از نرم‌افزار *Fit curve* استفاده شد.

رابطه (۲)

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

در این رابطه P: پتانسیل تجزیه پذیری ماده خشک، *a*: بخش سریع تجزیه، *b*: بخش کند تجزیه، e: عدد نپر، *c*: ثابت نرخ تجزیه و t: مدت زمان قرار دادن نمونه در شکمبه می‌باشند.

رابطه (۳)

$$ERD = a + \left[\frac{b \times c}{c \times k}\right]$$

در این رابطه ERD: تجزیه‌پذیری موثر و k: نرخ عبور می‌باشند. بخش‌های *a*، *b* و *c* در رابطه قبلی معرفی شدند. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم برون‌تنی در قالب طرح کاملاً تصادفی و داده‌های حاصل از آزمایش تجزیه‌پذیری با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۳۳) و رویه GLM انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار[1] استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

تأثیر تیمارهای اکسید کلسیم، پراکسید هیدروژن، هیدروکسید سدیم و آب بر ترکیب شیمیایی بقایای باقلا در جدول ۱ نشان داده شده است. مقایسه میانگین‌ها حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بود (p=۰/۰۰۰۱ و p=۰/۰۰۱۷). مقدار ماده خشک در تیمار شاهد ۹۶/۳۶ درصد به‌دست آمد. تیمار اکسید کلسیم مقدار این صفت را افزایش و تیمارهای پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم مقدار آن را کاهش دادند (به‌ترتیب ۹۷/۱۷، ۹۵/۳۷، ۹۵/۳۹ درصد). مشابه با این نتایج، در یک پژوهش عمل‌آوری با اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم به‌ترتیب باعث افزایش و کاهش ماده خشک کاه سویا شد (۵). در یک پژوهش دیگر، تیمار پراکسید هیدروژن باعث کاهش مقدار ماده خشک بقایای ماش شد (۷). محلولیت اکسید کلسیم در آب کم بوده و در مقایسه با سایر ترکیبات شیمیایی مانند هیدروکسید سدیم نیاز به مقدار بیشتری از این ماده برای عمل‌آوری است. به‌همین دلیل رسوب باقی‌مانده حل نشده اکسید کلسیم بر روی نمونه‌ها، باعث افزایش مقدار ماده خشک آن شده است (۱۳).

مقدار خاکستر و ماده آلی در تیمار شاهد به‌ترتیب ۹ و ۹۱ درصد ماده خشک به‌دست آمد. به‌جز آب، سایر تیمارها باعث افزایش مقدار خاکستر و کاهش ماده آلی شدند. تیمار اکسید کلسیم دارای بیشترین مقدار خاکستر و کمترین مقدار ماده آلی بود (به‌ترتیب ۲۵ و ۷۵ درصد ماده خشک). همسو با نتایج این پژوهش، خوروش و همکاران (۲۳) در بررسی تأثیر غلظت‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک اکسید کلسیم بر ترکیب شیمیایی کاه سویا، گزارش کردند که محتوای ماده آلی و خاکستر با افزایش مقدار اکسید کلسیم به‌ترتیب کاهش و افزایش یافت. دلیل این افزایش ورود کلسیم به نمونه عمل‌آوری شده عنوان شده است. همچنین سلطانی و همکاران (۳۶) افزایش قابل توجه خاکستر را در بقایای نخود زراعی عمل‌آوری شده با تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مشاهده کردند.

قیاسوند و همکاران (۱۸) گزارش کردند در کاه کلزای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم، درصد ماده آلی کاهش و درصد خاکستر افزایش یافت. با توجه به ماهیت شیمیایی هیدروکسید سدیم، افزایش مقدار خاکستر در تیمارهای عمل‌آوری شده با این ترکیب دور از انتظار نیست. از آن جایی‌که عمل‌آوری با پراکسید هیدروژن نیاز به‌مقدار قابل توجهی هیدروکسید سدیم به‌منظور حفظ pH در محدوده‌ی

1- Least Significant Difference (LSD)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

۱۱/۵ دارد، در نتیجه افزودن هیدروکسید سدیم به کاه به‌علت اثرات باقی‌مانده این ماده، منجر به افزایش درصد خاکستر خام آن می‌شود (۱۸).

مقدار پروتئین خام در بقایای باقلای شاهد ۱۰/۵۰ درصد ماده خشک به‌دست آمد. تمام تیمارها باعث کاهش مقدار پروتئین خام شدند. کمترین مقدار این صفت در تیمارهای پراکسید هیدروژن و اکسید کلسیم مشاهده شد (به‌ترتیب ۶/۷۴ و ۷/۱۷ درصد ماده خشک). بر خلاف پژوهش حاضر، در مطالعه سلطانی و همکاران (۳۶) تیمارهای آب، پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم مقدار پروتئین خام را افزایش دادند. مطابق با پژوهش حاضر، قیاسوند و همکاران (۱۸) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف عمل‌آوری بر ترکیب شیمیایی کاه کلزا مشاهده کردند که کاه کلزای عمل‌آوری شده با هیدروکسید سدیم و هیدروکسید سدیم+ پراکسید هیدروژن، درصد پروتئین خام کمتری نسبت به شاهد داشتند. افزودن هیدروکسید سدیم به کاه باعث افزایش درصد خاکستر خام آن شده و این خود می‌تواند باعث کاهش درصد پروتئین خام (به‌علت کاهش مواد آلی) شود. اصلانیان (۵) در بررسی اثرات عمل‌آوری اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم بر کاه سویا گزارش کرد که عمل‌آوری با این تیمارها باعث کاهش مقدار پروتئین خام در کاه سویا شد. خوروش و همکاران (۲۳) با بررسی تأثیر اکسید کلسیم بر روی ترکیب شیمیایی کاه سویا، کاهش در محتوای پروتئین خام را به‌دلیل جدا شدن نیتروژن از اجزای تشکیل‌دهنده کاه بیان داشتند.

در این پژوهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در میان تیمارهای مختلف یکسان بود (p=۰/۰۶۷۰). هر چند که در تیمارهای اکسید کلسیم و آب مقدار آن از لحاظ عددی کمتر از شاهد بود (به‌ترتیب ۵۵/۳۳ و ۵۴/۶۶ درصد ماده خشک در برابر ۵۸/۶۶ درصد ماده خشک). مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در تیمارهای اکسید کلسیم و پراکسید هیدروژن نسبت به شاهد افزایش یافت (به‌ترتیب ۵۴ و ۵۹/۳۳ درصد ماده خشک در برابر ۴۲ درصد ماده خشک). قیاسوند و همکاران (۱۸) گزارش کردند که عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم تأثیری بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نداشت. در یک مطالعه تیمار هیدروکسید سدیم تاثیر بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاه سویا نداشت. اما اکسید کلسیم مقدار آن را افزایش داد (۵). افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی می‌تواند به این دلیل باشد که ابتدا اجزایی از کاه که به‌سرعت حل می‌شوند، برای استفاده در تولید توده زیستی مورد متابولیسم قرار می‌گیرند (۳۶). برخلاف نتایج این تحقیق، در یک پژوهش تیمار پراکسید هیدروژن باعث کاهش مقدار الیاف خام در بقایای ماش شد که دلیل آن حذف بخش عمده لیگنین و مقادیر کمی از همی‌سلولز در طول عمل‌آوری شیمیایی بیان شد (۷). در یک پژوهش استفاده از ۱۰ درصد هیدروکسید سدیم به‌عنوان پیش تیمار قلیایی، مقدار لیگنین و همی‌سلولز را در بقایای نخل به‌ترتیب به‌میزان ۴۷/۳۱ و ۶۸/۰۷ درصد کاهش داد (۸).

جدول ۱- تأثیر اکسید کلسیم، پراکسید هیدروژن، هیدروکسید سدیم و آب بر ترکیب شیمیایی بقایای باقلا (درصد ماده خشک)

Table 1. Effect of calcium oxide, hydrogen peroxide, sodium hydroxide and water on chemical composition of *vicia faba residues* (% DM)

تیمارها	ماده خشک	خاکستر	ماده آلی	پروتئین خام	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی
شاهد	۹۶/۳۶^{b}	۹/۰۰^{d}	۹۱/۰۰^{a}	۱۰/۵۰^{a}	۵۸/۶۶^{ab}	۴۲/۰۰^{b}
اکسید کلسیم	۹۷/۱۷^{a}	۲۵/۰۰^{a}	۷۵/۰۰^{d}	۷/۷۰^{cd}	۵۵/۳۳^{b}	۵۴/۰۰^{a}
پراکسید هیدروژن	۹۵/۳۷^{c}	۲۱/۰۸^{b}	۷۸/۹۱^{c}	۶/۷۴^{d}	۶۰/۰۰^{a}	۵۹/۳۳^{a}
آب	۹۶/۶۲^{ab}	۹/۰۸^{d}	۹۰/۹۱^{a}	۹/۲۸^{b}	۵۴/۶۶^{b}	۴۴/۰۰^{b}
هیدروکسید سدیم	۹۵/۳۹^{c}	۱۵/۰۰^{c}	۸۵/۰۰^{b}	۷/۸۸^{c}	۶۰/۰۰^{a}	۴۶/۰۰^{b}
اشتباه معیار میانگین	۰/۲۰۰	۰/۹۲۰	۰/۹۲۰	۰/۲۴۰	۱/۶۴۰	۲/۳۲۰
اختلاف معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۷۰	۰/۰۰۱۷

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵).

تجزیه‌پذیری

میانگین حداقل مربعات تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای باقلای عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری با مواد شیمیایی در زمان‌های مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای (جدول ۲) نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد (p=۰/۰۱۰۰، p=۰/۰۰۰۱، p=۰/۰۰۳۹، p<۰/۰۰۰۱، p=۰/۰۰۰۷، p=۰/۰۴۵۳ و p=۰/۰,۰۰۵۴ به‌ترتیب برای زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت انکوباسیون).

تیمار پراکسید هیدروژن باعث افزایش تجزیه‌پذیری در زمان‌های ۳ تا ۹۶ ساعت انکوباسیون نسبت به شاهد شد. اما اکسید کلسیم در زمان‌های مورد اشاره مقدار این صفت را کاهش داد. مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک در تیمار عمل‌آوری شده با آب در زمان‌های ۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون کمتر از شاهد بود. ضمن این‌که در سایر زمان‌ها اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد دیده نشد. تجزیه‌پذیری ماده خشک در تیمارهای هیدروکسید سدیم و شاهد اختلاف معنی‌داری با هم نداشت.

فراسنجه‌های مختلف تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک تیمارهای مختلف در جدول ۳ گزارش شده‌اند. نتایج نشان داد که عمل‌آوری شیمیایی علیرغم عدم تاثیر بر بخش‌های سریع تجزیه (p=۰/۳۸۶۰)، کند تجزیه (p=۰/۴۶۹۰)، پتانسیل تجزیه‌پذیری (p=۰/۶۷۶۰) و ثابت نرخ تجزیه (p=۰/۷۰۵۰)، بر تجزیه پذیری موثر ماده خشک بقایای باقلا موثر بود (p<۰/۰۰۰۱). بیشترین مقدار تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ‌های عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

در تیمار پراکسید هیدروژن، و کمترین مقدار آن در تیمار اکسید کلسیم مشاهده شد.

در مواد لیگنوسلولزی، سلولز یک پلیمر خطی از گلوکز بوده که با همی‌سلولز پیوند برقرار کرده و توسط لیگنین احاطه شده است. لیگنین یک کمپلکس سه بعدی از ماتریکس پلی آروماتیک بوده که از دسترسی آنزیم‌ها به برخی از نقاط پلیمر سلولز جلوگیری می‌کند. عمل‌آوری مواد لیگنوسلولزی در درجه اول به‌منظور افزایش دسترسی به سطح سلولز و تبدیل سلولز به گلوکز صورت می‌گیرد. عمل‌آوری مواد الیافی با ترکیبات شیمیایی، موجب متورم شدن دیواره سلولی، کاهش بلورینگی و انسجام سلولز می‌شود. چنین موادی موجب می‌شوند که عوامل هیدروکسیل واحدهای کلوگز موجود در مولکول سلولز، در معرض واکنش قرار گرفته و شدت بلورینگی در سلولز پایین آید. این امر اثر پوشانندگی موادی مثل لیگنین و سیلیس را بر سلولز کاهش می‌دهد. بدین ترتیب آمادگی دیواره سلولی را برای هیدرولیز افزایش می‌دهند (۲۰). به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که عمل‌آوری شیمیایی مواد لیگنوسلولزی برخی از بازدارنده‌های شیمیایی و فیزیکی هضم از جمله پیوند لیگنوسلولزی را از بین می‌برد. به‌عبارت دیگر مواد قلیایی سبب برداشت موانع فیزیکی می‌شوند که در نتیجه مواد حاوی انرژی مثل سلولز و همی‌سلولز از لیگنین آزاد شده و به‌عبارت دیگر سطح تماس الیاف لیگنوسلولزی با آنزیم‌های میکروبی افزایش می‌یابد (۴۱). چوداری (۱۵) با بررسی اثرات اکسید کلسیم، هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای کاه گندم گزارش کرد که در همه زمان‌های انکوباسیون مقدار ناپدید شدن ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در کاه‌های عمل‌آوری شده به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر از شاهد بود. تیمار پراکسید هیدروژن بیش‌ترین ناپدیدی ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی را داشت. در این پژوهش بیان شد که تیمارهای شیمیایی از طریق تغییر ترکیبات شیمیایی دیواره سلولی کاه گندم، تجزیه‌پذیری آن را افزایش دادند. همچنین مقدار این افزایش به نوع ماده شیمیایی استفاده شده بستگی داشت. سلیم و همکاران (۳۴) بیان کردند که در اثر ورود عوامل الکلی به‌داخل دیواره سلولی و شکستن پیوندهای استری میان لیگنین و همی‌سلولز و سلولز، توانایی میکروارگانیسم‌های شکمبه برای حمله به ساختار کربوهیدرات‌ها بیشتر شده و تجزیه‌پذیری ماده خشک کاه افزایش می‌یابد. در این پژوهش، تیمار آب باعث کاهش مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک در بقایای باقلا شد. نتایج این پژوهش با مطالعه توسلی‌نیا و همکاران (۴۰) که تأثیر تیمارهای هیدروکسید سدیم، اوره و آب را بر کاه کلزا بررسی کردند، مطابقت دارد. علت آن شاید با پایین بودن مقدار استفاده شده و کوتاه بودن مدت عمل‌آوری شده مرتبط باشد. افزودن ترکیبات قلیایی (هیدروکسید سدیم) به بقایا باعث صابونی شدن پیوندهای استری بین اسیدهای فنولیک و پلی ساکاریدهای باند شده با لیگنین می‌شود. این باعث افزایش قابلیت‌هضم دیواره سلولی می‌شود که درنتیجه آن بخشی از پیوندها شکسته می‌شود (۲۱). قیاسوند و همکاران (۱۸) نشان دادند که بخش‌های کند تجزیه، ثابت نرخ تجزیه، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک و ماده آلی کاه کلزا در اثر عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم + پراکسید هیدروژن و نیز آب نسبت به شاهد افزایش یافت. یون‌های هیدروکسیل باعث متورم شدن سلولز، شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین سلولز و همی‌سلولز و هیدرولیز پیوندهای استری پلی ساکاریدهای دیواره سلولی شده و در نتیجه منجر به محلولیت لیگنین و همی‌سلولز می‌شوند (۲۲). بابایی و همکاران (۷) گزارش کردند که تیمار پراکسید هیدروژن تاثیری بر مقدار تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک در نرخ‌های عبور ۲، ۵ و ۸ درصد بقایای ماش نداشت. اصلانیان (۵) افزایش در تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک کاه سویا را در اثر عمل‌آور با تیمارهای هیدروکسید سدیم و اکسید کلسیم مشاهده کرد. کان و همکاران (۱۶) گزارش کردند که تیمارهای شیمیایی، تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک ترکیبات لیگنوسلولزی را افزایش می‌دهند. محلول‌های قلیایی پلی ساکاریدها را در دمای معمولی تجزیه می‌کنند و همچنین باعث شکسته شدن پیوند لیگنین با سلولز می‌شوند. آن‌ها همچنین نسبت سلولز نامنظم را به سلولز کریستاله افزایش داده و چون سلولز بخشی از ماده خشک است، بدین نحو باعث افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک می‌شوند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

جدول ۲- تأثیر اکسید کلسیم، پراکسید هیدروژن، هیدروکسید سدیم و آب بر روند تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای باقلا در زمان‌های مختلف انکوباسیون (درصد)

Table 2. Effect of calcium oxide, hydrogen peroxide, sodium hydroxide and water on dry matter degradability trend *of vicia faba* residues at different times of incubation (percent)

تیمارها	زمان انکوباسیون(ساعت)							
	صفر	۳	۶	۱۲	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
شاهد	۲۱/۲۷^{a}	۲۷/۱۴^{ab}	۳۰/۳۵^{b}	۳۴/۷۲^{b}	۳۶/۵۳^{b}	۳۸/۶۸^{b}	۳۹/۷۸^{ab}	۴۰/۸۴^{cb}
اکسیدکلسیم	۱۷/۳۱^{a}	۱۹/۱۹^{c}	۱۸/۰۵^{d}	۲۴/۳۲^{c}	۲۵/۱۲^{d}	۲۳/۱۸^{d}	۲۶/۰۶^{c}	۲۹/۷۴^{ed}
پراکسیدهیدروژن	۲۳/۲۴^{a}	۳۰/۵۶^{a}	۳۵/۴۴^{a}	۴۶/۷۰^{a}	۴۴/۱۴^{a}	۴۶/۷۲^{a}	۵۲/۴۱^{a}	۵۱/۴۵^{a}
آب	۲۱/۹۳^{a}	۲۳/۷۸^{cb}	۲۵/۵۰^{c}	۲۷/۷۰^{cb}	۳۰/۵۴^{c}	۳۲/۱۹^{c}	۳۶/۳۵^{cb}	۳۸/۰۸^{c}
هیدروکسیدسدیم	۲۲/۶۸^{a}	۲۸/۲۵^{ab}	۳۰/۶۹^{b}	۳۴/۱۷^{b}	۳۷/۸۹^{b}	۳۹/۷۴^{b}	۴۰/۰۹^{ab}	۴۶/۷۳^{ab}
اشتباه معیار میانگین	۳/۴۶۱	۱/۴۳۴	۱/۱۳۸	۲/۴۱۶	۰/۸۸۲	۱/۹۵۸	۴/۰۶۴	۲/۴۴۳
اختلاف معنی‌داری	۰/۴۸۰۰	۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۴۵۳	۰/۰۰۵۴

در هر ستون اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵).

جدول ۳- تأثیر اکسید کلسیم، پراکسید هیدروژن، هیدروکسید سدیم و آب بر فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثرماده خشک بقایای باقلا

Table 3. Effect of calcium oxide, hydrogen peroxide, sodium hydroxide and water on degradability parameters and dry matter effective degradability of *vicia faba* residues

تیمارها	بخش سریع تجزیه (درصد)	بخش کند تجزیه (درصد)	پتانسیل تجزیه‌پذیری (درصد)	ثابت نرخ تجزیه (درصد درساعت)	تجزیه‌پذیری مؤثر (درصد) در نرخ عبور (درصددرساعت)		
					۲	۵	۸
شاهد	۲۱/۷۹	۱۸/۲۸	۰/۱۰	۴۰/۰۸	۳۶/۶۰b	۳۳/۵۶b	۳۱/۷۰b
اکسیدکلسیم	۱۷/۵۱	۱۷/۵۵	۰/۰۷	۳۵/۰۷	۲۴/۶۳d	۲۲/۱۰d	۲۱/۱۰d
پراکسیدهیدروژن	۲۲/۶۳	۲۷/۸۳	۰/۱۲	۵۰/۴۷	۴۵/۶۶a	۴۱/۴۳a	۳۸/۷۳a
آب	۲۲/۰۴	۲۰/۸۱	۰/۰۴	۴۲/۸۵	۳۱/۹۳c	۲۸/۳۶c	۲۶/۸۶c
هیدروکسیدسدیم	۲۴/۲۸	۱۹/۷۱	۰/۰۶	۴۴/۰۰	۳۸/۱۰b	۳۴/۱۳b	۳۲/۰۶b
اشتباه معیار میانگین	۳/۱۴۰	۵/۴۸۶	۰/۰۴۲	۶/۲۷۲	۱/۱۶۷	۰/۷۶۳	۰/۷۲۹
اختلاف معنی‌داری	۰/۳۸۶۰	۰/۴۶۹۰	۰/۶۷۶۰	۰/۷۰۵۰	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵).

فراسنجه‌های تخمیری

تأثیر عمل‌آوری شیمیایی بر قابلیت هضم، pH، نیتروژون آمونیاکی و فراسنجه‌های تخمیری بقایای باقلا در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس مقایسات میانگین، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک (p=۰/۰۰۰۱) و ماده آلی (p=۰/۰۰۲۹) نسبت به شاهد شد (به‌ترتیب ۵۶/۰۰ درصد در برابر ۵۱/۰۰ درصد، و ۵۷/۰۰ درصد در برابر ۴۷/۰۰ درصد). تیمار پراکسید هیدروژن قابلیت هضم ماده خشک را افزایش داد (۵۶/۰۰ درصد)، اما تاثیری بر قابلیت هضم ماده آلی نداشت (۴۷/۰۰ درصد). این صفات در تیمار آب اختلافی با شاهد نداشتند (به‌ترتیب ۴۹/۰۰ و ۴۷/۰۰ درصد)، اما در تیمار اکسید کلیم نسبت به شاهد کاهش پیدا کردند (به‌ترتیب ۴۰/۰۰ و ۳۹/۰۰ درصد).

عمل‌آوری مواد الیافی با ترکیبات شیمیایی، موجب تورم دیواره سلولی، کاهش بلورینگی و انسجام سلولز می‌شود. چنین موادی عوامل هیدروکسیل واحدهای گلوکز در مولکول سلولز را در معرض واکنش قرار داده و شدت بلورینگی سلولز را کاهش می‌دهند. این امر اثر پوشانندگی موادی مثل لیگنین و سیلیس را بر سلولز کاهش داده و آمادگی دیواره سلولی را برای هیدرولیز افزایش می‌دهد (۱۴). همچنین اثر بازدارندگی اسیدهای فنلی نیز در هضم کربوهیدرات‌های ساختمانی به‌وسیله ترکیبات شیمیایی حذف یا محدود می‌شود. بیان شده است که ترکیبات شیمیایی، گروه‌های استیل و اورونیک‌اسید را از روی همی‌سلولز جدا می‌کنند. این گروه‌ها دسترسی آنزیم به همی‌سلولز و سلولز را کاهش می‌دهند. بنابراین با حذف آن‌ها طی عمل‌آوری شیمیایی، انتظار می‌رود که میزان هیدرولیز آنزیمی افزایش یابد (۱۳). به‌همین دلیل بهبود چشمگیری در قابلیت هضم سلولز در کاه عمل‌آوری شده با مواد شیمیایی صورت می‌گیرد. هیدروکسید سدیم باعث شکسته شدن پیوندهای بین لیگنین و کربوهیدرات‌های دیواره سلولی شده و قابلیت استفاده از آن‌ها را برای باکتری‌های هضم کننده بیشتر می‌نماید. این امر باعث افزایش قابلیت هضم می‌شود (۴۷). همسو با نتایج این پژوهش، در یک مطالعه تیمارهای هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن باعث افزایش قابلیت هضم برون تنی ماده خشک و ماده آلی بقایای نخود زراعی شدند (۳۶). ساندستوت (۳۹) گزارش کرد که استفاده از هیدروکسید سدیم قابلیت هضم ماده آلی کاه چاودار را در شرایط برون‌تنی از ۴۶۰ گرم در کیلوگرم به ۷۶۰ گرم در کیلوگرم افزایش داد. در مطالعه آل- مسری (۳) و یلچی و همکاران (۴۷)، افزایش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در نتیجه استفاده از هیدروکسید سدیم گزارش شده‌است. اما در مطالعه دانش‌مسگران و همکاران (۱۷)، بهبودی در قابلیت هضم ماده آلی در اثر افزودن هیدروکسید

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

سدیم حاصل نشد. همچنین یلچی و همکاران (۴۷) گزارش کردند که عمل‌آوری کاه سویا با هیدروکسید سدیم، در بالا بردن قابلیت هضم آن مؤثر است. این محققین بیان کردند که هیدروکسید سدیم باعث شکسته شدن پیوندهای بین لیگنین و کربوهیدرات‌های دیواره سلولی شده و قابلیت استفاده از آن‌ها را برای باکتری‌های هضم‌کننده بیش‌تر می‌کند. این امر باعث افزایش قابلیت هضم می‌شود. چوداری (۱۴) بیان کرد که عمل‌آوری کاه گندم با پراکسید هیدروژن، قابلیت هضم ماده خشک آن را افزایش داد. این پژوهشگر علت افزایش قابلیت هضم را ناشی از افزایش نرخ و مقدار تجزیه‌پذیری کاه گندم توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه بیان کرد. پراکسید هیدروژن باعث شکافتن پیوندهای استری بین لیگنین و همی‌سلولز از دیواره سلولی می‌شود. بنابراین کاه به ذرات کوچک تبدیل شده و محتویات الیاف از هم پاشیده و به‌صورت معلق در می‌آیند. سان و همکاران (۳۸) گزارش کردند که علت تغییر در ساختار سلولز در اثر تیمار پراکسید هیدروژن را به کاهش درصد بلورینگی آن نسبت داد. در رابطه با تأثیر اکسید کلسیم بر مواد الیافی، شرایط عمل‌آوری (حرارت، رطوبت، زمان و ...) بسیار مهم است (۴۳). شرایط مناسب برای عمل‌آوری با آهک هنوز به‌درستی شناخته نشده‌است. استفاده از اکسید کلسیم برای عمل‌آوری با وجود مزایای فراوانی که دارد، در عمل با محدودیت‌های فراوانی نیز همراه است. اکسید کلسیم ماده شیمیایی ضعیف‌تری نسبت به هیدروکسید سدیم بوده و تأثیر آن بر دیواره سلولی کمتر است. محلولیت اکسید کلسیم در آب کم بوده و در مقایسه با هیدروکسید سدیم مدت بیشتری برای عمل‌آوری با آن لازم است (۳۰). در این پژوهش، پایین‌ترین مقدار قابلیت هضم ماده آلی و ماده خشک در بقایای باقلا در تیمار اکسیدکلسیم مشاهده شد. مطابق آن‌چه در شرایط آزمایش مشاهده شد، محلول اکسید کلسیم بر روی بقایا باقی ماند که به‌دلیل ماهیت نامحلول بودن، سبب رقیق نشدن مواد مغذی و تأثیر بر قابلیت هضم و دیگر فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری شد. خوروش و همکاران (۲۳) تأثیر اکسید کلسیم و هیدروکسید کلسیم را بر قابلیت هضم برون‌تنی کاه سویا بررسی کردند. در نتایج مشاهده شد که تیمارهای اعمال شده علی‌رغم این‌که دیواره سلولی کاه سویا را کاهش دادند، اما تأثیری بر قابلیت هضم برون‌تنی آن نداشتند.

تمامی تیمارها سبب افزایش pH محیط کشت بقایای باقلا شدند (p<۰/۰۰۰۱). به‌عبارتی تیمارها pH محیط شکمبه را به سمت قلیایی شدن پیش بردند. مطابق با این نتایج، اصلانیان (۵) مشاهده کرد که تمامی تیمارهای شیمیایی (اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم)، pH محیط کشت را افزایش دادند. زمان استفاده از اکسید کلسیم، ذرات آن بر روی بقایا رسوب کرده و به‌دلیل ماهیت قلیایی همانند بافر در مقابل pH پایین محیط کشت مقاومت می‌کند. تراچ و همکاران (۴۴) بیان کردند زمانی که اکسید کلسیم طی عمل‌آوری با آب ترکیب می‌شود، سریعاً به هیدروکسید کلسیم تبدیل می‌شود. ون‌سوست (۴۵) بیان کرد که عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم باعث ترکیب سدیم با کربن‌های دیواره کاه و تشکیل کربنات سدیم شده و در نتیجه pH کاه افزایش می‌یابد. pH مایع شکمبه، تعادلی از غلظت اسیدهای چرب فرار عمده در شکمبه (استات، پروپیونات، بوتیرات و لاکتات)، آمونیاک، بافر و بزاق است. هرچه مقدار تخمیر شکمبه‌ای افزایش یابد، محصولات فرعی حاصل از آن یعنی اسیدهای چرب فرار نیز افزایش یافته که این باعث کاهش pH شکمبه می‌گردد. در نتیجه pH شکمبه شاخصی از مقدار تخمیر شکمبه است (۴۶).

غلظت نیتروژن آمونیاکی یکی از مؤلفه‌های مهم در تخمین مصرف ماده خشک و قابلیت هضم الیاف می‌باشد. در این پژوهش، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در تیمارهای اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم (به‌ترتیب ۲/۱۷ و ۲/۴۳ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) نسبت به شاهد (۳/۰۹ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) کاهش یافت (p=۰/۰۰۰۴). مطابق با نتایج این مطالعه، اصلانیان و همکارن (۶) گزارش کردند که استفاده از اکسید کلسیم و هیدروکسید سدیم مقدار نیتروژن آمونیاکی را در کاه سویا کاهش داد.

مقدار عامل تفکیک در بقایای باقلای شاهد ۳/۴۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. تیمارهای اکسید کلسیم (۴/۴۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و پراکسید هیدروژن (۴/۹۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) باعث افزایش مقدار این صفت شدند (p =۰/۰۰۱۴).

در پژوهش حاضر، عامل تفکیک بقایای باقلا در محدوده‌ی ۳/۱۱–۴/۹۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. بلومل و همکاران (۱۱) مقدار عامل تفکیک را در خوراک‌های متعارف درمحدوده ۴/۴۱–۲/۷۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش کردند. بالاتر بودن عامل تفکیک از محدوده متعارف، نشان دهنده وجود عامل ضد تغذیه‌ای در نمونه خوراکی است. دلیل افزایش عامل تفکیک در اثر حضور عوامل ضد تغذیه‌ای آن است که این مواد ممکن است در جریان تخمیر و هضم از نمونه خوراکی شسته شده و در ناپدید شدن ماده خشک سهیم شوند، بدون آن‌که در فرآیند تولید گاز نقش داشته باشند. یا این‌که این عوامل ممکن است سبب جلوگیری از حلالیت سایر ترکیبات به‌خصوص پروتئین‌ها شده باشند. این در واقع سبب رقیق شدگی مواد مغذی شده و در ازای قابلیت هضم به‌دست آمده، تولید گاز و تولید پروتئین میکروبی شکل نگرفته است (۲۵).

بازده گاز تولیدی پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در تیمار شاهد ۲۴۷/۸۸ میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. به‌جز آب (۲۸۶/۰۰ میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک)، سایر تیمارها سبب کاهش مقدار این صفت شدند (p<۰/۰۰۰۱).

تکنیک‌هایی مانند تولید گاز به‌طور غیر مستقیم وضعیت کلی تخمیر را نشان می‌دهند. مقدار گاز تولیدی وابسته به ترکیبات شیمیایی آن ماده غذایی می‌باشد. محققان گزارش کرده‌اند که بین الیاف نامحلول در شوینده خنثی واسیدی، و نرخ و حجم گاز تولیدی همبستگی منفی وجود دارد (۳۷). منابع خوراکی با الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بالا، دارای پتانسیل تولید گاز کمتری هستند. با افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، نسبت کربوهیدرات‌های

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

محلول کاهش یافته، در نتیجه هضم‌پذیری، تخمیر و تولید گاز نیز کاهش می‌یابد. مواد شیمیایی می‌توانند با نفوذ در دیواره سلولی، پیوندهای استری بین لیگنین، سلولز و همی‌سلولز را شکسته و به‌طور فیزیکی ساختار الیاف را متورم سازند این فرآیندها حمله میکروارگانیسم‌های شکمبه را به کربوهیدرات‌ها آسان‌تر کرده و در نتیجه فرآیند آنزیمی سریع‌تر پیش می‌رود (۳۴). در این پژوهش، به‌جز آب، سایر تیمارها باعث کاهش مقدار گاز تولیدی پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در بقایای باقلا شدند.

مقدار توده‌ی میکروبی تولید شده در تیمار شاهد ۷۸/۲۶ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. تیمارهای پراکسید هیدروژن (۱۰۵/۲۲ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) و هیدروکسید سدیم (۱۱۱/۳۰ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) مقدار آن را افزایش دادند (p=۰/۰۶۹۰). توده میکروبی تولید شده در تیمارهای اکسید کلیم و آب اختلافی با شاهد نداشت (به‌ترتیب ۷۵/۰۰ و ۶۳/۵۹ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک). مقدار بازده‌ی توده میکروبی تولید شده در پایان ۲۴ ساعت انکوباسیون در تیمار شاهد ۰/۳۶ به‌دست آمد. تیمارهای اکسید کلسیم (۰/۵۰) و پراکسید هیدروژن (۰/۵۵) باعث افزایش این صفت شدند (p=۰/۰۰۱۶). اختلاف سایر تیمارها با شاهد معنی‌دار نبود. در پژوهش سلطانی و همکاران (۳۶)، تیمارهای آب، پراکسید هیدروژن و هیدروبرومیک اسید مقدار توده میکروبی تولید شده و بازده آن را افزایش دادند.

همبستگی منفی بین تولید گاز و تولید توده میکروبی مشاهده شده است (۳۶) که کاهش بازده گاز تولیدی همراه با افزایش توده میکروبی تولید شده و بازده آن در پژوهش حاضر موید همین نکته است. تخمیر سوبسترا توسط میکرو ارگانیسم‌های شکمبه، تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، گاز و پروتئین میکروبی را در پی دارد. پروتئین میکروبی تولید شده به‌عنوان منبع پروتئین و بازده پروتئین میکروبی تولید شده در تغذیه نشخوارکنندگان اهمیت زیادی دارد. عواملی از جمله پروتئین خام و محتویات کربوهیدرات‌های خوراک، مقدار پروتئین میکروبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۰).

بر اساس نتاج حاصل از این پژوهش، عمل‌آوری با تیمارهای هیدروکسد سدیم و پراکسید هیدروژن باعث بهبود فراسنجه‌های تجزیه پذیری و قابلیت هضم برون‌تنی بقایای باقلا شد. پیشنهاد می‌شود که تاثیر این تیمارها از طریق آزمایش‌های عملکردی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۴- تأثیر تیمارهای اکسید کلسیم، پراکسیدهیدروژن، هیدروکسید سدیم و آب بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، نیتروژن آمونیاکی، pH و فراسنجه‌های تخمینی بقایای باقلا

Table 4. Effect of calcium oxide, hydrogen peroxide, sodium hydroxide and water treatments on dry matter and organic matter digestibility, ammoniacal nitrogen, pH and estimated parameters of *vicia faba residues*

تیمارها	قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	نیتروژن آمونیاکی محیط کشت (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	pH محیط کشت	عامل تفکیک (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	بازده تولید گاز در پایان ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک)	توده میکروبی تولید شده در پایان ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)	بازده توده میکروبی تولید شده در پایان ۲۴ ساعت انکوباسیون
شاهد	۵۱/۰۰^{b}	۴۷/۰۰^{b}	۳/۰۹^{b}	۶/۷۲^{c}	۳/۴۴^{cd}	۲۴۷/۸۸^{b}	۷۸/۲۶^{b}	۰/۳۶^{cb}
اکسیدکلسیم	۴۰/۰۰^{c}	۳۹/۰۰^{c}	۲/۱۷^{d}	۶/۸۴^{a}	۴/۴۵^{ab}	۱۶۶/۹۹^{d}	۷۵/۰۰^{b}	۰/۵۰^{a}
پراکسیدهیدروژن	۵۶/۰۰^{a}	۴۷/۰۰^{b}	۳/۸۴^{a}	۶/۸۵^{a}	۴/۹۷^{a}	۱۳۶/۱۰^{d}	۱۰۵/۲۲^{a}	۰/۵۵^{a}
آب	۴۹/۰۰^{b}	۴۷/۰۰^{b}	۲/۷۸^{cb}	۶/۷۸^{b}	۳/۱۱^{d}	۲۸۶/۰۰^{a}	۶۳/۵۹^{b}	۰/۲۹^{c}
هیدروکسیدسدیم	۵۶/۰۰^{a}	۵۷/۰۰^{a}	۲/۴۳^{cd}	۶/۸۷^{a}	۴/۱۲^{cb}	۲۱۰/۰۳^{c}	۱۱۱/۳۰^{a}	۰/۴۵^{ab}
اشتباه معیار میانگین	۱/۵۰۱	۲/۱۹۰	۰/۱۷۰	۰/۰۱۰	۰/۲۳۰	۱۰/۰۷۰	۱۱/۷۷۰	۰/۰۳۳
اختلاف معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۰۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۹۰	۰/۰۰۱۶

در هر ستون اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

منابع

1. Afzalzade, A., H. Ghorbani, M. DaneshMesgaran and A. Khadem. 2010. Soaked straw and alfalfa utilization in dairy cattle ration. Journal of Animal production, 12: 37-50 (In Persian).
2. Alemu, T., P. Chairatanyuth, P. Vijchulata and S. Tudsri. 2006. Production and Utilization of crop residue in three agro ecological zones of Eastern Shoa Zone, Ethiopia. Kasetsart Journal, 40: 643-651.
3. Al-Masri, M.R. 2005. Nutritive value of some agricultural wastes as affected by relatively low gamma irradiation levels and chemical treatments. Animal Feed Science and Technology, 96: 1737-1741.
4. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
5. Aslanian, A. 2014. Effects of processing with gamma ray, calcium oxide and sodium hydroxide on nutritional value of soybean straw. MSc Thesis. Gonbad Kavous Uiversity. 115 pp (In Persian).
6. Aslanian, A., F. Ghanbari, J. Bayat Kouhsar and B. Karimi Shahraki. 2015. Effects of processing with gamma ray, sodium hydroxide and calcium oxide on gas production parameters and digestibility of soybean straw. Journal of Animal Production, 2: 235-248 (In Persian).
7. Babayi, M., F. Ghanbari, A. M. Gharehbash and J. Bayat Kouhsar. 2016. Effects of processing with electron beam, hydrogen peroxide and hydrobromic acid on the nutritional value of vetch wastes. Iranian Journal of Animal Science Research, 8: 441-454 (In Persian).
8. Barlianti, V., D. Dahnum, H. Hendarsyah and H. Abimanyu. 2015. Effect of alkaline pretreatment on properties of lignocellulosic oil palm waste. Procedia Chemistry, 16: 195-201.
9. Basiri, Sh. 2007. Processing and enrichment of fruit and vegetables wastes.Islamic Azad University, Shabestar branch, 159 pp (In Persian).
10. Blummel, M. and E.R. Orskov. 1993. Composition of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40: 109-119.
11. Blummel, M., H. Steingass and K. Becker. 1997. The relationship between gas production, microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. British Journal of Nutrition, 77: 911-921.
12. Broderick, G.A. and J.H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Animal Science, 63: 64-75.
13. Chang, V.S. and M.T. Holtzapple. 2000. Fundamental factors affecting biomass enzymatic reactivity. Applied Biochemistry and Biotechnology- part A. Enzyme Engineering and Biotechnology, 86: 5-37.
14. Chaudhry, A.S. 1998. Nutrient composition, digestion and rumen fermentation in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and alkaline hydrogen peroxide. Animal Feed Science and Technology, 74: 315-328.
15. Chaudhry, A.S. 2000. Rumen degradation *in sacco* in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and sodium hydroxide plus hydrogen peroxide Animal Feed Science and. Technology, 83: 313-323.
16. Cone, J.W., W. Cline Theil, A. Malestein and A.T. VantKlooster. 1989. Degradation of starch by incubation with rumen fluid. A comparison of different starch sources. Journal of the Science of Food and Agriculture, 49: 173-183.
17. Danesh Mesgaran, M., M. Malakkhahi, B. Heravi Moussavi, A.R. Vakili and A. Tahmasbi. 2010. *In situ* ruminal degradation and *in vitro* gas production of chemically treated sesame stover. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9: 2256-2260.
18. Ghiasvand, M., K. Rezayazdi and M. Dehghan Banadaki. 2011. The effects of different processing methods on chemical composition and ruminal degradability of canola straw and its effect on fattening performance of male Holstein calves. Journal of Animal Science Researches (Agricultural Science), 22: 93-104 (In Persian).
19. Ghorbani, H. 2007. Study of replacing part of alfalfa hay with straw treated by soaking in dairy cattle ration. MSc Thesis. University of Tehran (In Persian).
20. Harmsen, P., W. Huijgen, L. Bermudez and R. Bakker. 2010. A review of physical and chemical pretreatment processes for lignocellulosic biomass. Food and Biobased Research, 1184: 1-54.
21. Hidenori, A.B.E. and Y. Masaaki. 2000. Effects of ammonation on dry matter digestibility of grasses and legums. Journal of Animal Science, 9: 7-21.
22. Izdorczyk, M.S., L.J. Macri and A.W. MacGregor. 1998. Structural and physicochemical properties of barley non-starch polysaccharides. Alkali extractable β-glucans and arabinoxylans. Carbohydrate Polymers, 35: 259-269.
23. Khorvash, M., S. Kargar, T. Yalchi and G.R. Ghorbani. 2010. Effect of calcium oxide and calcium hydroxide on the chemical composition and *in vitro* digestibility of soybean straw. Journal of Food Agricalture and Environment, 8: 356-359.
24. Makkar H.P.S. 2010. "*In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis" in "*In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies". Springer, Dordrecht, 107-144.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

25. Makkar, H.P.S., M. Blummel and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glysols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. British Journal of Nutrition, 73: 897-913.
26. Mehrez, A.Z. and E.R. Orskov. 1997. A study of the artificial bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. Journal of Agricaltural Science, 88: 645-650.
27. Mosir, N., C. Wyman, B. Dale, R. Elander, Y.Y. lee, M. Holtzapple and M. ladisch. 2005. Feature of promising technologies for pretreatement of lignocellulosic biomass. Bioresoure Technology, 96: 673-686.
28. Nigus, A., M. Yusuf and J. Animut. 2014. Subtitution effect of faba bean (*Vicia Faba L.*) hull to wheat bran on body weight change and carcass characteristics of Afar sheep fed hay as basal diet. Agricultural Science, Engineering and Technology, 2: 1-11.
29. Orskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science, 92: 499-503.
30. Owen, E., T. Klopfenstan and N.A. Urio. 1984. Treatement with other chemicals in straw and other fibrous by-product as feed. Sundstol and Owened. Elsevier Science publishers, Amesterdam, 248-273.
31. Pasandi, M. 2014. Determination of digestibility and utilization of ensiled broad bean stover on performance of fattening lambs. Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 17-24 (In Persian).
32. Sarnklong, C., J.W. Cone, W. Pellikaan and W.H. Hendriks. 2010. Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: A Review. Asian- Australian. Journal of Animal Science, 23: 680-692.
33. SAS. 2003. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
34. Selim, A.S.M., J. Pan, T. Takano, T. Suzuki, S. Koike, Y. Kobayashi and K. Tanaka. 2004. Effect of ammonia treatment on physical strength of rice straw, distribution of straw particles and particle associated bacteria in sheep rumen. Animal Feed Science and Technology, 115: 117-128.
35. Sherasia, P.L., M.R. Garg and B.M. Bhanderi. 2017. Pulses and their by-products in animal feed. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 222 pp.
36. SoltaniNaseri, K., F. Ghanbari, J. Bayatkouhsar and F. Taliey. 2018. Effect of chemical and biological processing methods on chemical composition, gas production parameters and *in vitro* digestibility of *cicer Arietinum* wastes. Research on Animal production, 9: 72-82.
37. Sommart, K., D.S. Parker, P. Rowlinson and M. Wanapat. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an *in vitro* system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 13: 1084-1093.
38. Sun, R.C., J. Tomkinson, Y.X. Wang and B. Xiao. 2000. Physico- chemical and structural characterization of hemicellulose from wheat straw by alkaline proxideextraction. Polymer, 41: 47-57.
39. Sundstut, F. 1988. Straw and other fibrous by-products as feed. Livestock Production Science, 19: 137-157.
40. TavasoliNia, A.R., R. Valizadeh, R. Vakili and S. Sobhani Rad. 2008. Effect of canola straw processed with different levels of sodium hydroxide and urea on performance of Kordish male lambs. 3th Iranian Animal Science Congress, 1-4 (In Persian).
41. Teymouri Chamebon, A., A. Teymori Yanesari, Y. Chashnidel and A. Gafary Sayadi. 2017. Study of chemical composition, quality and ruminal degradability parameters of silaged orange pulp with wheat straw and urea. Research on Animal production, 8: 84-95.
42. Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 48: 185-97.
43. Trach, N. X. 2000. Treatment and supplementation of rice straw for ruminant feeding in Vietnam. Doctor Scientarium Thesis. Agricultural University of Norway. As, Norway.174 pp.
44. Trach, N.X., M. Mo and C. Xuan Dan. 2001. Effects of treatment of rice straw with lime and urea on its chemical composition, gas production and *in sacco* degradation characteristics. Livestock Research for Rural Development, 13: 117-134.
45. Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornel University Press, Ithaca, New York, 374 pp.
46. Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O&B Books, Corvallis, OR.
47. Yalchi, T., Sh. Kargar, M. Khorvash and G.R. Ghorbani. 2012. Effect of sodium hydroxide on chemical composition and *in vitro* digestibility of soybean straw. 3th Iranian Animal Science Congress, 1069-1073.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]

Evaluation of Nutritional Value of *Vicia Faba* Residues Processed With Some Chemical Compounds Using *In Vitro* and Nylon Bag Techniques

Azin Alaei[1], Farzad Ghanbari[2], Javad Bayat Kouhsar[3] and Fariba Farivar[3]

1 and 3- Graduated M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University (Corresponding author: farzadghanbari@yahoo.com)
Received: July 25, 2019 Accepted: October 14, 2019

Abstract

This research was conducted to evaluate the nutritional value of *vicia faba* residues processed with some chemical compounds using *in vitro* and nylon bag techniques. Treatments included unprocessed *vicia faba* residues (control) and processed with water (2.5 lit/kg DM), calcium oxide (160 g/kg DM), hydrogen peroxide (57 ml/kg DM) and sodium hydroxide (50 g/kg DM). The chemical compositions of the samples were identified using the standard methods. Ruminal degradability trial was performed using the nylon bag technique. *In vitro* digestibility of samples was determined by the batch culture method. Processing was effective on the chemical composition of *vicia faba* residues. Except for water, the other treatments increased Ash and decreased organic matter (p=0.0001). Calcium oxide had the highest effect on the mentioned traits. Crude protein amount was decreased in all treatments (p=0.0001). The lowest amount was observed in calcium oxide and sodium hydroxide treatments. The amount of acid detergent fiber in calcium oxide and hydrogen peroxide treatments was higher than other treatments (p=0.0017). Except for calcium oxide and water, the other treatments increased effective rumen degradability of *vicia faba* residues at rumen outflow rates of 2, 5 and 8 percent/hour (p<0.0001). The hydrogen peroxide had the greatest effect on increase of effective rumen degradability. Sodium hydroxide treatment increased dry matter (p=0.0001) and organic matter (p= 0.0029) digestibility. Also, calcium oxide and hydrogen peroxide increased the efficiency of microbial yield (p=0.0016). Totally, the results of this research showed that the sodium hydroxide and hydrogen peroxide treatments had the greatest effect on improving the nutritional value of *vicia faba* residues.

Keywords: Processing, Chemical Compounds, Digestibility, Ruminal Degradability, *Vicia Faba* Residues

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/rap.10.26.19]