

اثر سورفاکتانت‌ها (مواد فعال سطحی) بر قابلیت هضم پذیری مواد مغذی دانه ذرت فرآوری شده با

روش بخارپز-پولکی

فرزانه محمدی^۱، محسن دانش مسگران^{۲*}، سید علیرضا وکیلی^۳، عبدالمنصور طهماسبی^۴ امیر هنرمند^۵

^۱ دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد^۲، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد^۳، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی

مشهد^۴، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد^۵، دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد

(نویسنده مسئول: danesh@um.ac.ir)

چکیده

مقدمه: دانه ذرت یکی از منابع تامین انرژی در جیره گاوهای شیری است. قابلیت هضم نشاسته دانه غلات در نشخوارکنندگان به هنگام اعمال گرما، رطوبت و فشار در طی فرآوری پولکی کردن با بخار تا حدود ۱۰ درصد افزایش پیدا می‌کند. سورفاکتانت‌ها (مواد فعال کننده سطحی) با خاصیت تشکیل کف می‌توانند جذب آب به درون دانه را افزایش و متعاقب آن هضم پذیری را در دانه‌های عمل‌آوری شده افزایش دهند. مهم‌ترین خاصیت سورفاکتانت‌ها کاهش کشش سطحی است. کاهش کشش سطحی در مایع شکمبه می‌تواند هضم پذیری را افزایش دهد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر افزودن انواع سورفاکتانت در مرحله پخت با بخار در فرآوری پولکی کردن بر گوارش پذیری مواد مغذی دانه ذرت است.

مواد و روش‌ها: تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: (۱) دانه ذرت پولکی خام، (۲) دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با عصاره گیاه برگ بو، (۳) دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با توئین ۸۰، (۴) دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات و (۵) دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با آلوم. سورفاکتانت‌ها به هنگام پخت با بخار به دانه‌های ذرت اضافه شدند. با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی متحرک (In-situ mobile bag technique)، قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش ماده خشک، پروتئین خام و نشاسته در تیمارهای آزمایشی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث: عمل‌آوری با سورفاکتانت‌ها قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش مواد مغذی تحت تاثیر قرار داد ($P < 0.05$). بیشترین قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش ماده خشک در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات مشاهده شد و کمترین قابلیت هضم پذیر مایع شکمبه مربوط به تیمار دانه ذرت خام پولکی شده بود. استفاده از عصاره برگ بو در عمل‌آوری دانه ذرت موجب افزایش قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین خام شد (۰/۳۴۱). بیشترین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش پروتئین خام (به ترتیب ۰/۸۲۳ و ۰/۸۵۸) و شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای نشاسته (به ترتیب ۰/۶۵۵ و ۰/۹۳۵) در هنگام عمل‌آوری دانه ذرت با سدیم دودسیل سولفات مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج نشان داد که افزودن سورفاکتانت‌ها به هنگام پخت با بخار دانه ذرت و سپس پولکی کردن قابلیت هضم مواد مغذی را تاثیر قرار داد. عمل‌آوری دانه ذرت پولکی با سورفاکتانت سدیم دودسیل سولفات به جز قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین، بیشترین مقدار را در قابلیت هضم را در شکمبه، پس از شکمبه و کل دستگاه گوارش مواد مغذی را به خود اختصاص داد.

واژگان کلیدی: پولکی کردن، دانه ذرت، سورفاکتانت، هضم پذیری

مقدمه

تراکم بالای انرژی قابل متابولیسم در دانه غلات سبب توجه تولیدکنندگان شیر و گوشت به آن‌ها شده است و در این بین دانه ذرت به لحاظ تراکم انرژی قابل متابولیسم مطلوب، اهمیت بالایی دارد (۱۱). فرآوری‌های فیزیکی همچون بخارپز-پولکی می‌تواند سبب تغییر محل هضم نشاسته از شکمبه به روده باریک شود و هضم آن در روده را افزایش دهد. به دنبال این تغییر در محل هضم، افزایش جذب گلوکز از دیواره روده باریک اتفاق افتاده، که می‌تواند تاثیر مثبت بر عملکرد تولیدی حیوان داشته باشد (۸). استفاده از بخار در روش بخارپز-پولکی نیازمند مصرف انرژی است بنابراین برای بهره‌وری حداکثری از انرژی باید نرخ جذب بخار افزایش و مدت زمان پخت با آن کاهش یابد. استفاده از سورفاکتانت‌ها (مواد فعال سطحی) می‌تواند در این امر راهگشا باشد (۵ و ۹). استفاده از



سورفاکتانت ها در عمل آوری غلات سبب کاهش کشش سطحی آب و نفوذ بهتر آن به درون دانه می شود و یکنواختی پراکنش رطوبت و کاهش زمان پخت را به دنبال دارد (۲) مطالعات نشان داده است که سورفاکتانت ها می توانند با تغییر در نفوذپذیری سلولی میکروارگانیسم های شکمبه، سبب تحریک در تولید آنزیم توسط آن ها شوند (۶). چرا که بین رشد و فعالیت باکتری های شکمبه و کشش سطحی مایع شکمبه ارتباط وجود دارد. استفاده از سورفاکتانت ها در روش بخارپز-پولکی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در دانه ذرت را منجر شده و قابلیت هضم ماده خشک و نشاسته را بهبود می دهد (۴). فرض ما بر آن بود که استفاده از انواع سورفاکتانت در فرآوری بخارپز-پولکی دانه ذرت می تواند بر هضم پذیری مواد مغذی آن اثرگذار باشد. هدف از انجام این آزمایش استفاده از انواع سورفاکتانت ها در مرحله پخت با بخار در طی فرآوری بخارپز-پولکی دانه ذرت بر قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و نشاسته آن با استفاده تکنیک کیسه گذاری متحرک بود.

مواد و روش ها

در این آزمایش از انواع سورفاکتانت شامل سنتتیک، شیمیایی و یا آلی استفاده شد. سورفاکتانت سنتتیک توئین ۸۰ (TW80)، و سورفاکتانت های سدیم دودسیل سولفات (Merck KGaA 64271 Darmstadt, SD) و آلوم (AL) یا زاج سفید با فرمول شیمیایی (Double sulphate of aluminium and potassium) به عنوان سورفاکتانت های غیر آلی و از عصاره برگ گیاه برگ بو به عنوان سورفاکتانت آلی بودند. برای تهیه عصاره برگ گیاه برگ بو، به ۱۰۰ گرم برگ آسیاب شده مقدار ۵۰۰ میلی لیتر محلول حاوی آب دو بار تقطیر و اتانول ۹۶ درصد (نسبت ۴ به ۱) افزوده شد، سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق بر روی دستگاه همزن (GFL, Orbital shaker 3005) قرار داده شد. با استفاده از کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) بخش محلول از مخلوط تهیه شده، جدا شد. محلول به دست آمده برای حذف اتانول با استفاده از دستگاه چرخنده تبخیر (Rotary evaporators LABOROTA4000) غلیظ شد. پس از قرار گرفتن دانه های خام ذرت در مخزن بخار، مرحله پخت بدون استفاده از سورفاکتانت ها و یا با استفاده از آنها انجام شد. انواع سورفاکتانت ها به میزان یک درصد وزن دانه استفاده شد. دانه های ذرت بدون سورفاکتانت ها و یا با آن به مدت ۵۰ دقیقه مورد پخت با بخار قرار گرفتند (بخار اشباع و دمای ۹۶ درجه سلسیوس، فشار یک اتمسفر). دانه ها پس از خروج از محفظه پخت با بخار، بلافاصله وارد دستگاه فلیکر شده و پولکی شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) دانه ذرت پولکی خام، (۲) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با عصاره برگ گیاه برگ بو، (۳) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با توئین ۸۰، (۴) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با سدیم دودسیل سولفات و (۵) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با آلوم بود. با استفاده از روش کیسه های نایلونی متحرک براساس روش پیشنهادی (۵)، قابلیت هضم شکمبه ای، پس از شکمبه ای و کل دستگاه گوارش ماده خشک، پروتئین خام و نشاسته در تیمارهای آزمایشی اندازه گیری شد. سه رأس گاو شیرده دارای فیستوله شکمبه ای و کانولای روده ای نژاد هلشتاین (وزن زنده 645 ± 17 کیلوگرم و روزهای شیردهی 170 ± 11) که جیره ای با نسبت علوفه به کنسانتره ۴۵ به ۵۵ تغذیه می شدند، استفاده شد. جیره گاوها توسط نرم افزار NRC (۲۰۰۱) تنظیم شدند که شامل ۹ کیلوگرم علوفه (۲/۷ کیلوگرم علوفه خشک یونجه و ۶/۳ کیلوگرم درصد سیلاژ ذرت) و ۱۱ کیلوگرم کنسانتره بود و می توانست احتیاجات حیوان را برای تولید ۲۵ کیلوگرم شیر تامین کند. پس از آسیاب شدن (توسط آسیاب سنگی) نمونه ها، ۶ گرم (براساس ماده خشک) از هر نمونه در درون کیسه های پلی استر (با ابعاد 17×12 سانتی متر با قطر منافذ ۵۰ میکرومتر، ۶ کیسه برای هر تیمار) ریخته و بوسیله بست کمربندی پلاستیکی بسته و وزن کشی شدند. جهت حرکت آزادانه کیسه ها در داخل شکمبه، کیسه ها به صورت خوشه ای به نخ پلاستیکی با طول ۶۰ سانتی متری بسته شدند. قبل از خوراک دهی صبح به صورت همزمان کیسه ها از طریق فیستوله در داخل شکمبه قرار گرفتند. پس از گذشت ۱۲ ساعت از قرار گرفتن در شکمبه تمام کیسه ها به طور همزمان از شکمبه خارج شده و تا زمان خروج آب زلال از آن ها با آب سرد شسته شدند. سپس، در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و سپس توزین شدند. از باقیمانده هر کیسه پس از قرارگیری در شکمبه ای، مقدار ۱ گرم از محتویات خشک شده آن به درون کیسه های پلی استر (با ابعاد 6×3 سانتی متر با قطر منافذ ۵۲ میکرومتر، ۶ کیسه برای هر تیمار) ریخته شد و با فاصله زمانی هر ۳۰ دقیقه یک کیسه از طریق کانولای روده ای T شکل در بخش ابتدایی روده باریک قرار گرفتند. پس از ۱۲ تا ۳۶ ساعت کیسه ها از مدفوع جمع آوری و همانند مرحله قبل با آب سرد تا زمان خروج آب زلال از آن ها، شسته شدند. کیسه ها در آون در طی ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک و توزین شدند. غلظت پروتئین خام نمونه ها با استفاده از دستگاه کلدال (Kjeltec 2300 Autoanalyser, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden) و غلظت نشاسته بر اساس روش آنترن- سولفوریک اسید (۷) اندازه گیری شدند. داده های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی با رویه GLM و با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۴ مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین ها از آزمون توکی و در سطح خطای پنج درصد استفاده شد.



نتایج و بحث

داده‌های مربوط به قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و نشاسته دانه‌های ذرت عمل‌آوری شده با انواع سورفاکتانت‌ها همراه با فرآوری پولکی-بخاری با استفاده از روش کیسه نایلونی متحرک در شکمبه، پس از شکمبه و کل دستگاه گوارش در جدول ۱ گزارش شده است. عمل‌آوری با سورفاکتانت قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک را نسبت به دانه خام ذرت افزایش داد ($P < 0.05$). بیشترین مقدار قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین خام در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با آلوم (0.314) و کمترین آن مربوط به تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات بود (0.197). بیشترین مقدار قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.655) و کمترین آن مربوط به تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.734) مشاهده شد و کمترین آن مربوط به تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.639) بود. بیشترین مقدار قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای پروتئین خام در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.823) و کمترین آن در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با آلوم (0.672) مشاهده شد. بیشترین مقدار قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای نشاسته در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.935) و کمترین آن مربوط به تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با توئین ۸۰ بود (0.911). بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.866) مشاهده شد و کمترین آن مربوط به تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با آلوم (0.802) بود. بیشترین مقدار قابلیت هضم پروتئین خام در کل دستگاه گوارش در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با سدیم دودسیل سولفات (0.858) و کمترین آن در تیمار دانه ذرت پولکی عمل‌آوری شده با آلوم (0.739) به دلیل تأثیری که سدیم دودسیل سولفات بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و چربی خام (به دلیل خاصیت شویندگی)، احتمال یکی از دلایل افزایش هضم پذیری ماده خشک در دانه‌های ذرت عمل‌آوری شده با آن باشد. نیز می‌تواند ناشی از پتانسیل شویندگی این سورفاکتانت باشد (۳). عصاره برگ بو به دلیل داشتن ترکیبات نیتروژنه (10) و نیز خاصیت کاهش کشش سطحی و افزایش نفوذ آب به دانه (افزایش محلولیت پروتئین) سبب افزایش هضم پذیری پروتئین خام در شکمبه شده است. سدیم دودسیل سولفات با کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، سبب افزایش تولید ATP در شکمبه و توده میکروبی شده، که این می‌تواند دلیلی بر افزایش هضم پذیری مواد مغذی در شکمبه و افزایش نرخ ورود آن‌ها به بخش‌های بعدی دستگاه گوارش به هنگام عمل‌آوری با آن باشد (۱).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن انواع سورفاکتانت در محفظه بخار به دانه ذرت و انجام فرآوری فیزیکی پولکی کردن نسبت به دانه خام ذرت موجب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی دانه‌ها می‌شوند. در میان انواع سورفاکتانت، سدیم دودسیل سولفات بیشترین تأثیر را در افزایش قابلیت هضم پذیری ماده خشک، پروتئین خام و نشاسته داشت.

جدول ۱. تاثیر انواع سورفاکتانت همراه با فرآوری بخاریز- پولکی دانه ذرت بر قابلیت هضم شکمبه ای، پس از شکمبه ای و کل دستگاه گوارش مواد مغذی

Table 1- The effect of various surfactants of steam-flacking corn grain on ruminal, post ruminal and total tract digestibility of nutrients

فراسنجه Parameters	(۱) ^۱ (1)	(۲) (2)	(۳) (3)	(۴) (4)	(۵) (5)	میانگین خطای استاندارد SEM	سطح معنی داری P-Value
ماده خشک Dry matter							
شکمبه ای Ruminal	0.451 ^b	0.483 ^a	0.493 ^a	0.495 ^a	0.479 ^a	0.0197	0.0374
پس از شکمبه Post- ruminal	0.639 ^b	0.727 ^a	0.713 ^a	0.734 ^a	0.666 ^b	0.0189	0.0256
کل دستگاه گوارش Total tract	0.802 ^b	0.859 ^a	0.854 ^a	0.866 ^a	0.826 ^b	0.012	0.0311
پروتئین خام Crude protein							
شکمبه ای Ruminal	0.303 ^{ab}	0.341 ^a	0.274 ^b	0.197 ^c	0.206 ^{bc}	0.0252	0.002
پس از شکمبه Post- ruminal	0.795 ^a	0.755 ^b	0.726 ^b	0.823 ^a	0.672 ^c	0.0167	0.008
کل دستگاه گوارش Total tract	0.857 ^a	0.840 ^a	0.801 ^b	0.858 ^a	0.739 ^c	0.0161	0.0210
نشاسته Starch							
شکمبه ای Ruminal	0.614 ^b	0.633 ^{ab}	0.640 ^a	0.655 ^a	0.630 ^{ab}	0.0124	0.009
پس از شکمبه Post- ruminal	0.924 ^{ab}	0.912 ^b	0.911 ^b	0.935 ^a	0.915 ^b	0.008	0.017
کل دستگاه گوارش Total tract	0.970	0.968	0.969	0.977	0.969	0.013	0.103

Fourth National Congress on advanced Research in Animal Science (Environment Stress)



رئوس هیات علمی
چهارمین همایش ملی
محیط زیست دامی



۱- (۱) دانه ذرت پولکی شده خام، (۲) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با عصاره برگ بو، (۳) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با توئین، (۴) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با سدیم دودسیل سولفات، (۵) دانه ذرت پولکی عمل آوری شده با آلوم. ۲- میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی داری می‌باشند ($P < 0.05$).

1- (1) steam-flaking of corn grain, (2) steam-flaking of corn grain treated with extract of *Laurus nobilis*, (3) steam-flaking of corn grain treated with Tween80, (4) steam flaking of corn grain treated with sodium dodecyl sulfate, (4) steam flaking of corn grain treated with Alum. 2- Means with different superscript letters in each row indicate significant different ($P < 0.05$).

منابع

1. Abdal-Rahman, M. A., Sawiress, F. A. R., & AM, A. E. A. (2010). Effect of sodium lauryl sulfate-fumaric acid coupled addition on the in vitro rumen fermentation with special regard to methanogenesis. *Veterinary Medicine International*, 2010.
2. Bell, L. N., & Labuza, T. P. (2000). Moisture sorption: practical aspects of isotherm measurement and use. American association of cereal chemists. 2nd Edition, 33-36.
3. Crison, J. R., Weiner, N. D., & Amidon, G. L. (1997). Dissolution media for in vitro testing of water-insoluble drugs: Effect of surfactant purity and electrolyte on in vitro dissolution of carbamazepine in aqueous solutions of sodium lauryl sulfate. *Journal of pharmaceutical sciences*, 86(3), 384-388.
4. Hristov, A. N., Zaman, S., VanderPol, M., Szasz, P., Huber, K., & Greer, D. (2007). Effect of a saponin-based surfactant and aging time on ruminal degradability of flaked corn grain dry matter and starch. *Journal of animal science*, 85(6), 1459-1466.
5. Kheirandish, P., Danesh Mesgaran, M., Javadmanesh, A., Mohri, M., Khafipour, E., & Vakili, S. A. (2022). Effect of Processed Barley Grain on in vitro Rumen Fermentation and Fate of Nitrogen Metabolism. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 12(4), 663-675.
6. Kokić, B., Dokić, L., Pezo, L., Jovanović, R., Spasevski, N., Kojić, J., & Hadnađev, M. (2022). Physicochemical Changes of Heat-Treated Corn Grain Used in Ruminant Nutrition. *Animals*, 12(17), 2234.
7. Liu, Y., Ran, T., Tan, Z., Tang, S., & Wang, P. (2013). Effects of surface tension and specific surface areas on in vitro fermentation of fiber. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 44, 901-910.
8. Rose, R., Rose, C. L., Omi, S. K., Forry, K. R., Durall, D. M., & Bigg, W. L. (1991). Starch determination by perchloric acid vs enzymes: evaluating the accuracy and precision of six colorimetric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(1), 2-11.
9. Safaei, K., & Yang, W. (2017). Effects of grain processing with focus on grinding and steam-flaking on dairy cow performance. In *Herbivores*. IntechOpen.
10. Song, X., Zuo, G., & Chen, F. (2018). Effect of essential oil and surfactant on the physical and antimicrobial properties of corn and wheat starch films. *International journal of biological macromolecules*, 107, 1302-1309.

11. Stefanova, G., Girova, T., Gochev, V., Stoyanova, M., Petkova, Z., Stoyanova, A., & Zheljazkov, V. D. (2020). Comparative study on the chemical composition of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves from Greece and Georgia and the antibacterial activity of their essential oil. *Heliyon*, 6(12).
12. Wulff, D., Chan, A., Liu, Q., Gu, F. X., & Aucoin, M. G. (2020). Characterizing internal cavity modulation of corn starch microcapsules. *Heliyon*, 6(10).

Effect of chemically processed corn grain through steam-flaking on nutrients digestibility using the in-situ mobile bag technique

F. Mohammady¹, M. Danesh Mesgaran^{*2}, A. Vakili³, A.M. Tahmasebi⁴, A. Honarmand

1. PhD. Candidate, Ferdowsi University of Mashhad 2. Professor, Ferdowsi University of Mashhad 3. Professor, Ferdowsi University of Mashhad 4. Professor, Ferdowsi University of Mashhad 5. PhD. Candidate, Ferdowsi University of Mashhad
(*Corresponding author: danesh@um.ac.ir)

Abstract

Introduction: One of the primary energy sources in the diets of dairy cows is corn grain. Cereal starch digestibility in ruminants is improved by an average of 10% through the application of heat, moisture and pressure during the steam flaking process. Surfactants (surface-active agents) with foam-forming properties can increase water penetration and, consequently, the digestibility of processed grain. The most significant physicochemical property of surfactants is their ability to reduce surface tension. Low surface tension in rumen fluid may expedite digestibility. The aim of the present study is to investigate the effect of adding different types of surfactants during steaming in the flaking process on the digestibility of nutrients in corn grains.

Materials and Methods: Experimental treatments were: (1) steam-flaking of corn grain, (2) steam-flaking of corn grain treated with extract of *Laurus nobilis*, (3) steam-flaking of corn grain treated with Tween80, (4) steam flaking of corn grain treated with sodium dodecyl sulfate, (5) steam flaking of corn grain treated with alum. All surfactants were mixed with the grains during steaming. The in situ mobile nylon bag technique was used to determine ruminal, post-ruminal, and total tract DM, CP, and starch digestibility.

Results and Discussion: Processed corn grain using surfactants had an influence on ruminal, post-ruminal, and total tract digestibility of nutrients ($P < 0.05$). The highest ruminal, post-ruminal, and total tract digestibility of dry matter (DM) was seen in steam flaking of corn grain treated with sodium dodecyl sulfate, and the lowest was observed for steam-flaking of corn grain. Using an extract of *Laurus nobilis* to process corn grain caused an increase in ruminal digestibility of crude protein (CP, 0.341). The highest post-ruminal and total tract digestibility of CP (0.823 and 0.858, respectively), and, ruminal and post-ruminal digestibility of starch (0.755 and 0.978, respectively) was observed in steam flaking of corn grain treated with sodium dodecyl sulfate.

Fourth National Congress on advanced
Research in Animal Science
(Environment Stress)



رؤیای نوین در علوم دامی
چهارمین همایش ملی
با محوریت تنش های محیطی



Conclusion: Results showed that addition of surfactants during steaming in corn grain and then flaking affected nutrients digestibility. Steam flaking of corn grain treated with sodium dodecyl sulfate, expect ruminal digestibility of CP, had the highest ruminal, post-ruminal and total tract digestibility of nutrients.

Keywords: Corn grain, Digestibility, Steam flaking, Surfactant.