بررسی خصوصیات تجزیه پذیری شکمبه ای و روده ای، ساختارگرانول‌های نشاسته و میزان آسیب دیدگی آن در ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و ارقام مختلف ذرت وارداتی

عطیه رحیمی[۱]، عباسعلی ناصریان[۲]، رضا ولی زاده[۲]، عبدالمنصور طهماسبی[۲]، حسام دهقانی[۳]
۱. دانشجوی دکتری تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲. استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد گروه بیوتکنولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد
* ایمیل نویسنده مسئول: atiehrahimi.um@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات تجزیه‌پذیری شکمبه ای، روده ای و کل دستگاه گوارش، ساختار گرانول‌های نشاسته و میزان آسیب دیدگی آن در ذرت ایرانی (رقم سینگل کراس ۷۰۲) و ارقام مختلف ذرت تجاری اکراین، روس و برزیل است که عمده ذرت دانه‌ای دامی استفاده شده طی سالهای اخیر را تشکیل می‌دهند. تجزیه پذیری شکمبه ای و روده ای ماده خشک، پروتئین و نشاسته با استفاده از دو گاو نر مجهز به فیستولای شکمبه و کانولای روده‌ای تعیین گردید. میزان آسیب دیدگی نشاسته با استفاده از دستگاه اس دی ماتیک و ساختار گرانول‌های نشاسته با میکروسکوپ الکترونی تعیین شدند. داده‌های آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS 9.1 (۲۰۰۹) مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و ذرت روسی نسبت به ذرت اکراین و برزیل میزان تجزیه پذیری شکمبه ای ماده خشک و نشاسته بالاتری داشت ($P<0/05$). شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته ذرت ایرانی و روسی در مقایسه با ذرت اکراین و برزیل بالاتر بود. همچنین تصاویر SEM نشان داد که اندازه گرانول‌های نشاسته در ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ نسبت به سایر ذرتها کوچکتر است. ذرت اکراین شبکه ماتریکس پروتئینی منسجم و منظمی داشت و ذرت برزیل دارای گرانول‌های نشاسته غیر یکنواخت بود. به طور کلی ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و روسی خصوصیاتی شبیه به هم داشته و هر دو آنها تجزیه پذیری نشاسته بیشتری در شکمبه داشتند.

واژه‌های کلیدی: ذرت ایرانی، ذرت وارداتی، تجزیه پذیری نشاسته، آسیب دیدگی نشاسته، ساختار گرانول‌های نشاسته.

مقدمه

در سالهای اخیر به دلیل کم آبی، شرایط آب و هوایی نامساعد و واردات بی رویه، کشت ذرت در ایران کمتر شده است و عمده دانه ذرت مورد نیاز گاوهای شیری از کشورهای مختلف وارد می شود. بر اساس تازه ترین آمار سازمان جهاد کشاورزی و اداره گمرک ایران در طی سال ۱۳۹۶ میزان ۶/۵ میلیون تن ذرت دامی به عنوان ذرت تجاری از کشورهای روسیه، اکراین و برزیل وارد کشور شده است و این درحالی است که ورود این حجم ذرت بر اساس شاخصهای کیفیتی و ارزش تغذیه ای نیست. ذرت بخش اصلی کنسانتره را در گاوهای شیری در برمی‌گیرد و منبع اصلی نشاسته در جیره است. میزان مواد مغذی به خصوص نشاسته در ذرت و مقدار استفاده از نشاسته آن در دستگاه گوارش، در ارقام مختلف دانه ذرت توسط محققان بسیاری بررسی شده است (راموس و همکاران، ۲۰۰۹؛ فیلیپو و همکاران، ۱۹۹۹ a,b). اما تاکنون مطالعه‌ای در خصوص مقایسه ارقام داخلی ذرت با ذرتهای تجاری که وارد کشور می‌شوند انجام نشده و اطلاعات درمورد ساختار گرانول‌های نشاسته، ماتریکس پروتئینی و محل و میزان هضم نشاسته آن‌ها در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان محدود است. در آزمایش اول محققین این مقاله (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ هنوز منتشر نشده است)، ترکیب شیمیایی و فرآسنجه‌های تخمیری تولید گاز ذرت داخلی (سینگل کراس ۷۰۲) و ارقام مختلف ذرت وارداتی اکراین، روس و برزیل که عمده ذرت دانه‌ای دامی در سال‌های

اخیر را تشکیل می‌دهند مطالعه شده است، اما در این مطالعه ارقام مختلف ذرت از لحاظ تجزیه پذیری نشاسته در شکمبه و قابلیت هضم آن در روده و کل دستگاه گوارش، میزان آسیب دیدگی نشاسته و ساختار گرانول‌های آن بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این آزمایش یک نمونه ذرت ایرانی رقم سینگل کراس ۷۰۲ که عمده ذرت قابل کشت در ایران در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ بود، از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی و سه نمونه ذرت تجاری وارداتی شامل ذرت اکراین، روس و برزیل از اتحادیه دامداران و گاوداران خراسان رضوی دریافت شد. میزان تجزیه پذیری شکمبه ای و روده ای بر اساس روش کیسه های نایلونی متحرک و با استفاده از دو رأس گاو نر مجهز به فیستولای شکمبه و کانولای روده اندازه گیری شد (سوبو و همکاران، ۱۹۹۶). قبل از کیسه گذاری گاوها به مدت دو هفته با یک جیره استاندارد تغذیه شدند. نمونه های مورد نظر با آسیاب حاوی توری ۲ میلیمتر آسیاب شده و ۵ گرم نمونه درون کسیه های نایلونی(اندازه ۹×۱۷ سانتیمتر، روزنه ۵۰ میکرومتر) قرار داده شد. ۱۶ کیسه به ازای هر نمونه تهیه و همه کیسه ها همزمان قبل از تغذیه صبحگاهی درون شکمبه وارد شده و به مدت ۱۲ انکوبه شدند. سپس کیسه ها خارج شده و با ماشین لباسشویی به مدت ۵ دقیقه شستشو و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. از بخش باقیمانده و خشک شده، ، مقدار ۱ گرم درون کیسه های نایلونی (اندازه ۳×۶ سانتیمتر و روزنه ۵۲ میکرومتر) با ۸ تکرار قرار داده شدند. در فاصله هر نیم ساعت یک کیسه از طریق کانولای روده ای درون دئودنوم قرار داده شد. سپس کیسه ها ی خارج شده از مدفوع جمع آوری، شسته و در آون خشک گردید. مقدار ماده خشک (AOAC، ۲۰۱۲)، پروتئین خام (کلدال، ۲۳۰۰ فاس) و نشاسته (کیت مگازایم، پروتکل c، ۹/۲۰۱۷) نمونه ها بر اساس روشهای استاندارد اندازه گیری گردید و تجزیه پذیری شکمبه ای، روده ای و کل دستگاه گوارش بر اساس روش سوبوو و همکاران (۱۹۹۶) محاسبه گردید.

پارامترهای آسیب دیدگی نشاسته شامل (درصد جذب ید، میزان آسیب دیدگی نشاسته، میزان آسیب دیدگی نشاسته تصحیح شده بر اساس رطوبت، نشاسته آسیب دیده بر اساس روش استاندارد AACC 76-31 و عدد فاراند به عنوان شاخص ژلاتیناسیون) با استفاده از دستگاه اس دی ماتیک (Chopin, ZI Val de Sein, 92390 VLG, France) با سه تکرار به ازای هر نمونه (نمونه ها برای ورود به دستگاه باید به اندازه ۱۸۰ میکرومتر آسیاب می شدند) در شرکت غله مشهد اندازه گیری گردید (مدکالف و گیلس، ۱۹۶۵).

تصاویر مربوط به گرانول‌های نشاسته و ماتریکس پروتئینی دانه ها با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی (LEO 1450 VP, USA scanning electron microscope) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. دانه کامل ذرت در بهترین سطح خود با استفاده ار نیتروژن مایع از وسط به دو نیم تقسیم، سپس روی استابهای مخصوص قرار داده شده و یک شب در آون خلاء قرار گرفت. سپس با لایه ای طلا-پولادیوم پوشش داده شد و با استفاده از دستگاه SEM با بزرگنمایی ۲۵۰۰ تصویربرداری شد.

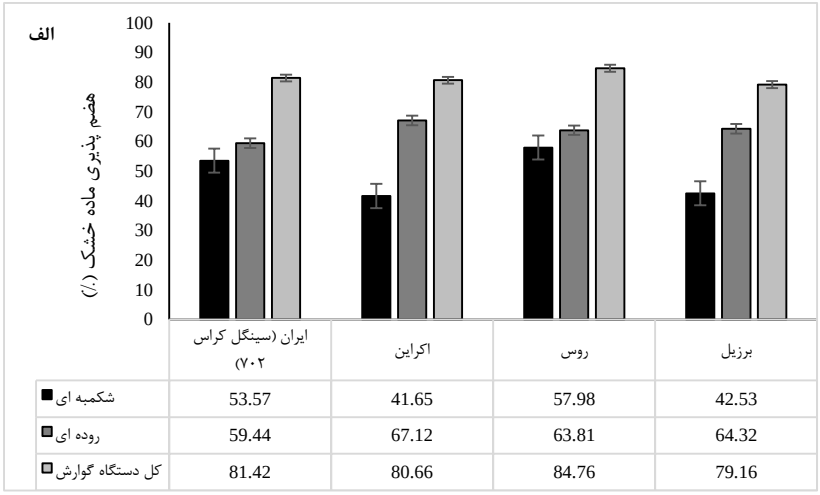
داده های آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS 9.1 (۲۰۰۹) مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

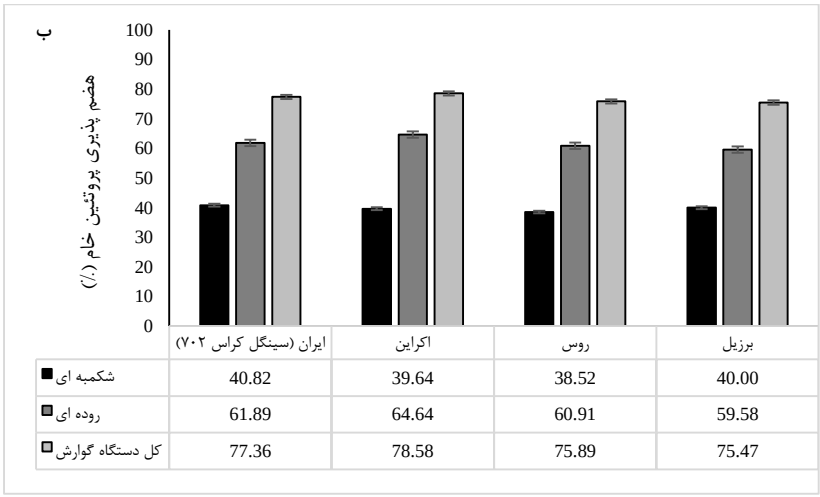
نتایج نشان داد که تجزیه پذیری ماده خشک و نشاسته ذرت ایرانی و روسی در شکمبه و کل دستگاه گوارش نسبت به ذرت اکراین و برزیل به طور معنی‌داری بالاتر، اما تجزیه پذیری روده ای ماده خشک و نشاسته در ذرت ایرانی و روسی نسبت به ذرت اکراین و برزیل به طور معنی‌داری پایین تر بود ($P<۰/۰۵$). تجزیه پذیری شکمبه ای، روده ای و کل دستگاه گوارش برای پروتئین خام تفاوت معنی‌داری بین انواع مختلف ذرت مطالعه شده نشان نداد ($P>۰/۰۵$). راموس و همکاران (۱۹۹۹) اختلاف در میزان و محل هضم نشاسته در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان را در انواع مختلف ژنوتایپ ذرت، به ساختار گرانول‌های نشاسته و میزان ماتریکس پروتئینی بین گرانول‌ها نسبت دادند. به عقیده این محققین، وجود ماتریکس پروتئینی بالا در برخی ژنوتایپ‌های ذرت مانع تجزیه بیشتر نشاسته در شکمبه توسط میکروارگانیسمها می‌شود. میزان شیشه ای بودن (vitreousness) نشاسته و وجود سهم بیشتر آمیلوز در نشاسته ذرت نیز از عوامل کاهش

هضم نشاسته در شکمبه هستند. گزارش شده است بعد از ورود نشاسته به روده به دلیل وجود آنزیمهای آمیلاز ترشح شده از روده باریک پیوندهای گیکوزیدی بین مولکولهای نشاسته شکسته شده و نشاسته در روده باریک هضم می شود. نتایج این مطالعه نشان می دهد که ذرت برزیل و اکراین کمتر در شکمبه تجزیه شده و نشاسته آنها به روده باریک منتقل و در روده به مقدار بیشتری نسبت به ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و ذرت روسی هضم می شود. این نتایج با مطالعات انجام شده در تعیین میزان و نرخ تولید گاز که توسط نویسندگان این مقاله انجام شده است، هم خوانی دارد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ منتشر نشده است). به نظر می رسد ساختار نشاسته ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و ذرت روسی و همچنین ذرت اکراین و برزیل مشابه هم هستند. نیاز به مطالعه بیشتر برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد ویژگی‌های نشاسته این ارقام ذرت است

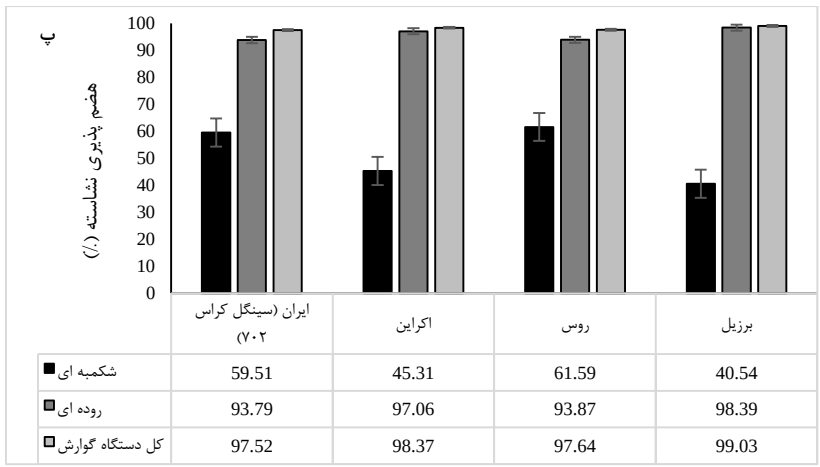
در بررسی نشاسته آسیب دیده ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و ارقام وارداتی ذرت مشاهده شد که شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته نظیر درصد جذب ید، میزان نشاسته آسیب دیده و میزان نشاسته آسیب دیده تصحیح شده بر اساس رطوبت دانه و عدد فاراند به عنوان شاخص ژلاتینه شدن نشاسته در صورت وجود رطوبت و حرارت، در ذرتهای سینگل کراس ۷۰۲ و روسی نسبت به ذرتهای اکراین و برزیل به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<0/05$). نشان داده شده است، ذرت‌هایی که نشاسته آنها در اثر آسیاب کردن بیشتر دچار آسیب دیدگی می شوند و در محیط آزمایش ید بیشتری به خود جذب می کنند، هنگام قرار گیری در معرض تجزیه میکروبی در شکمبه بیشتر هضم می شوند. عوامل متعددی در آسیب دیدگی نشاسته مؤثر هستند که احتمالا ماتریکس پروتئینی ضعیف و وجود نشاسته آردی در مقابل شیشه ای و همچنین درصد آمیلوز کمتر در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و ذرت روسی نسبت به ذرت اکراین و برزیل سبب افزایش شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته شده اند. همانطور که در تصاویر SEM مشاهده می شود (شکل ۲)، میانگین مساحت دور هر گرانول، قطر طولی و عرضی و میانگین اندازه گرانول‌های نشاسته ذرت سینگل کراس ۷۰۲ نسبت به سایر ذرتها کمتر است. همچنین یک لایه ای از ماتریکس پروتئینی بسیار نازک در تصویر (الف) از ذرت سینگل کراس ۷۰۲ به چشم می خورد. از تصویر (الف) مشخص می‌شود که به هم پیوستگی و نظم گرانول‌های نشاسته در ذرت ایرانی کمتر از سایر ذرت‌ها است که ممکن است به دلیل ضعیف بودن ماتریکس پروتئینی آن باشد. تصویر (ب) ذرت روسی را نشان می دهد که اندازه گرانول‌های نشاسته آن بزرگتر از ذرت ایرانی و حتی ذرت برزیل است. اما از لحاظ اندازه و مساحت گرانول‌های نشاسته مشابه با ذرت اکراین است و ماتریکس پروتئینی آن ضخامت کمتری نسبت به ذرت اکراین دارد. در تصویر (پ) مشاهده می‌شود که ذرت اکراین نسبت به سایر ذرتها ماتریکس پروتئینی قوی‌تر، به هم پیوستگی بیشتر گرانول‌ها و یکنواختی در اندازه گرانول‌ها را دارد. همچنین در تصویر (ت) مشخص می شود که اندازه گرانول‌های نشاسته در ذرت برزیلی دارای عدم یکنواختی است و نسبت به ذرت روسی و اکراین میانگین مساحت، قطر طولی و عرضی گرانول‌های نشاسته آن کوچکتر است. شبکه ماتریکس پروتئینی منسجم و مرتبی در آن دیده نمی‌شود، اما به نظر می آید مولکول‌های پروتئینی به صورت تفکیک شده و غیر منسجم در لابلای گرانول‌های نشاسته وجود دارد. در این ذرت غیریکنواختی سطح گرانول‌های نشاسته نیز به خوبی به چشم می خورد که به نظر می‌آید نشان دهنده حالت خاصی از گرانول‌ها شاید هم شیشه ای بودن گرانول‌ها در آن باشد، در حالی که در ذرت سینگل کراس ۷۰۲، روسی و حتی اکراین سطح گرانول‌های نشاسته یکنواختی دارد و شاید این نشان دهنده آردی بودن اندوسپرم نشاسته ای آنها باشد. در این خصوص نیاز به مطالعه وضعیت آردی یا شیشه ای بودن اندوسپرم دانه های ذرت مورد بررسی است تا با قطعیت بیشتری در مورد آن نظر داد. اطلاعات با چنین جزئیاتی در مورد ذرتهای دانه ای دامی مورد استفاده در کشور ایران بسیار ناچیز است و مطالعات بیشتری نیاز است تا تفاوتهای بین ارقام مختلف ذرت دامی موجود و ذرتهای وارداتی مشخص شود. ممکن است نتایج این مطالعات به کارخانجات خوراک دام که در زمینه فرآوری ذرت کار می کنند، بسیار مناسب باشد.



	ایران (سینگل کراس ۷۰۲)	اکراین	روس	برزیل
شکمبه ای	53.57	41.65	57.98	42.53
روده ای	59.44	67.12	63.81	64.32
کل دستگاه گوارش	81.42	80.66	84.76	79.16



	ایران (سینگل کراس ۷۰۲)	اکراین	روس	برزیل
شکمبه ای	40.82	39.64	38.52	40.00
روده ای	61.89	64.64	60.91	59.58
کل دستگاه گوارش	77.36	78.58	75.89	75.47



	ایران (سینگل کراس ۷۰۲)	اکراین	روس	برزیل
شکمبه ای	59.51	45.31	61.59	40.54
روده ای	93.79	97.06	93.87	98.39
کل دستگاه گوارش	97.52	98.37	97.64	99.03

شکل ۱- تجزیه پذیری شکمبه و قابلیت هضم روده و کل دستگاه گوارش ماده خشک (الف)، پروتئین خام (ب) و نشاسته (پ) در ذرت ایرانی و ارقام مختلف ذرت وارداتی

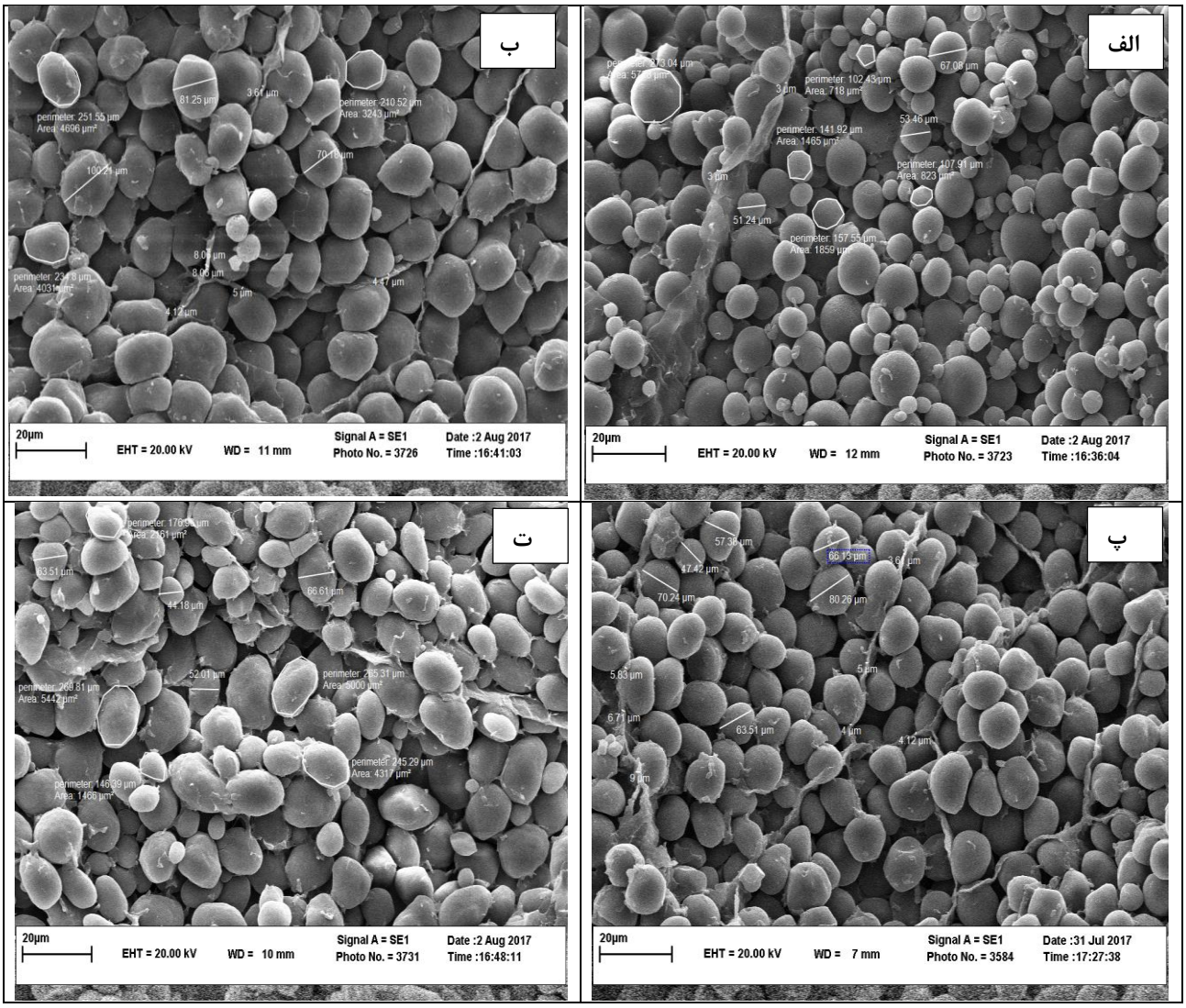
نتیجه گیری کلی

به طور کلی این مطالعه نشان می دهد که بین ذرت داخلی سینگل کراس ۷۰۲ و ذرتهای دامی وارداتی به کشور اختلافاتی وجود دارد. ذرت روسی از لحاظ تجزیه پذیری نشاسته در شکمبه و قابلیت هضم آن در روده و کل دستگاه گوارش و همچنین به لحاظ میزان آسیب دیدگی و ساختار گرانول‌های نشاسته بیشتر شبیه به ذرت داخلی سینگل کراس ۷۰۲ است. اما ذرت برزیل و اکراین مقدار تجزیه شدن شکمبه ای کمتری برای نشاسته دارند، درحالیکه قابلیت هضم روده ای و کل دستگاه گوارش آن‌ها بیشتر از ذرت داخلی و روسی است. ساختار گرانول‌های نشاسته و ماتریکس پروتئینی متفاوت نشان می دهد که هضم نشاسته ارقام مختلف ذرتی که در کشور در حال استفاده است با هم متفاوت است و نیاز به مطالعات بیشتر برای تأثیر این تفاوت‌ها در سطح درون تنی است. همچنین مطالعات بیشتری نیاز است تا به کارخانجات خوراک دام که در زمینه فرآوری ذرت کار می کنند، در انتخاب شاخصهای مناسب فرآوری مثل زمان حرارت دادن، میزان حرارت، میزان رطوبت و درجه ژلاتینه شدن نشاسته کمک کرد

جدول ۱- شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته ذرت ایرانی در مقایسه با ذرتهای وارداتی هنگام آسیاب کردن

ترکیب مواد مغذی	ارقام ذرت				SEM	P-Value
	ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲)	اکراین	روس	برزیل		
درصد جذب ید	۹۳/۹۸ a	۹۱/۵۶ c	۹۳/۷۵ a	۹۲/۶۰ b	۰/۲۹۴	<۰/۰۰۰۱
نشاسته آسیب دیده	۲۰/۷۸ a	۱۴/۴۰ c	۲۰/۲۷ a	۱۷/۱۷ b	۰/۷۸۱	<۰/۰۰۰۱
نشاسته آسیب دیده تصحیح شده بر اساس رطوبت	۲۱/۳۶ a	۱۴/۷۹ c	۲۰/۷۱ a	۱۷/۵۱ b	۰/۸۰۰	<۰/۰۰۰۱
میزان نشاسته آسیب دیده بر اساس روش AACC 76-31 کیت مگازایم	۵/۹۶ a	۴/۱۸ c	۵/۷۶ a	۴/۸۳ b	۰/۲۱۸	<۰/۰۰۰۱
عدد فاراند (شاخص ژلاتیناسیون نشاسته)	۲۴/۸۹ a	۱۰/۴۵ c	۲۲/۹۴ a	۱۵/۳۱ b	۱/۷۷۲	<۰/۰۰۰۱

میانگین های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<0.05$).



شکل ۲- تصاویر گرانول‌های نشاسته ذرت با استفاده از اسکن الکترونی در بزرگنمایی * ۲۵۰۰ (الف: ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲، ب: ذرت روسی، پ: ذرت اکراین و ت: ذرت برزیل)

منابع

AOAC, 1999. Official Methods of Analysis, 16th ed. (930.15). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 2012.

Subuh, AMH; Rowan, TG and Lawrence, TLJ (1996). Effect of heat or formaldehyde treatment on the rumen degradability and intestinal tract apparent digestibility of protein in soya-bean meal and in rapeseed meals of different glucosinolate content. Anim. Feed Sci. Technol., 57: 139-152.

Medcalf, D. and Gilles, K. 1965. Determination of starch damage by rate of. iodine absorption. Cereal Chem. 42:546-557.

Ramosa, B.M.O., M. Championb, C. Poncet a, I.Y. Mizubuti c, P. Nozi`ere. 2009. Effects of vitreousness and particle size of maize grain on ruminal and intestinal in sacco degradation of dry matter, starch and nitrogen. Animal Feed Science and Technology 148 (2009) 253–266.

Philippeau, C., Le Deschault de Monredon, F., Michalet-Doreau, B., 1999a. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. J. Anim. Sci. 77, 238–243.

Philippeau, C., Martin, C., Michalet-Doreau, B., 1999b. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. J. Anim. Sci. 77, 1587–1596.

Laboratory and in situ study of starch in Iranian (single crass 702) and imported corn grain, ruminal degradability, intestinal digestibility, starch damage and starch granule structure

Atieh Rahimi[1], Abasali Naserian[2], Reza Valizadeh[2], Abdolmansour Tahmasebi[2], Hesam Dehghani[3]
1. PhD Student of animal nutrition, department of animal science, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Professor of animal nutrition, department of animal science, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Professor of animal biotechnology, department of veterinary, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran
Corresponding Author's Email: atiehrahimi.um@gmail.com

Abstract

The Objective of this study was to evaluate ruminal degradability and intestinal digestibility of DM, starch and protein, starch damage and structure of starch granules in Iranian corn (Single Cross 702) and imported ones (Ukraine, Russia and Brazil). The ruminal and intestinal in situ degradation of dry matter, starch and protein was measured using two Holstein steer, fitted with ruminal fistula and duodenum cannula, fed ad libitum maize silage twice a day. Starch damage parameters were measured with iodometric or amperometric method by SDmatic. The starch granules and protein matrix were observed by scanning electron microscopy. Results showed that in Iranian (Single Cross 702) and Russia corn rumen degradability of DM and starch were higher than Ukraine and Brazil corn, significantly ($P<0.05$). Also, starch damage parameters were higher in Single Cross 702 and Russia corn than to two other corns. In the SEM picture of starch granules and protein matrix this study is illustrated that area and size of starch granules in Single Cross 702 was lower than other corns and Ukraine corn had a thickness and regular protein matrix network and Brazil had a non-uniform granule. In conclusion, Single Cross 702 and Russia corn had a similar property and both of them had a more starch digestibility in the rumen.

Keywords: Single Cross 702, Imported corns, Starch degradability, Starch damage, Structure of starch granules.