

## مباحث بروز شده استفاده از نشاسته توسط گاوهای شیری (ارائه: دکتر رندی شیور - ترجمه: د. دانشور)

در ابتدا برای درک اهمیت موضوع مورد بحث، مروری از تغذیه نشاسته خواهیم داشت. دانه غلات و سیلاژ از اجرای پرانرژی جیره هستند که ۵۰ تا ۷۵ درصد این انرژی از محتوای نشاسته آنها منشا می گیرد. همچنین از لحاظ منابع کربوهیدرات برای گاوهای شیرده اهمیت دارند که بر مصرف ماده خشک، تولید شیر و ترکیبات آن و نیز بر بازده غذایی تاثیر گذارند. میزان نشاسته جیره در گله های پر تولید از ۲۵ تا ۳۰ درصد (بر اساس ماده خشک جیره) متفاوت است. در مطالعه مروری (متاآنالیز) فرارتو و همکاران (۲۰۱۳) که داده های مربوط به سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ را مورد ارزیابی قرار دادند، مشخص شد مصرف ماده خشک متأثر از میزان نشاسته جیره نیست ولی تولید شیر به ازای هر درصد افزایش در میزان نشاسته، ۰/۸ کیلوگرم در روز، افزایش یافته است. با این حال، بازده غذایی بدون تغییر بود. قیمت متغیر شیر و اجزای آن از دیگر دلایل افزایش توجه به نشاسته بوده است، به عبارت دیگر نشاسته در بهبود درآمد به ازای هزینه خوراک نقش دارد. از سویی، افزایش قیمت ذرت در طول دهه اخیر موجب شده تا تحقیقات به سمت کاهش میزان نشاسته جیره بدون افت تولید شیر رود. در مطالعات متعددی مشخص شده است، جایگزینی ذرت با محصولات فرعی پرفیبر و کم نشاسته از لحاظ اقتصادی امکان پذیر بوده است. بسیاری از محصولات فرعی مانند تفاله ها، دارای میزان فیبر بالا و گوارش پذیر و محتوای نشاسته کم هستند. در مطالعه گنکوگلو و همکاران (۲۰۱۰)، بر اثر جایگزینی ذرت آسیاب شده با پوسته سویا، تولید شیر، شیر تصحیح شده بر اساس چربی و مصرف خوراک بالاتری گزارش شد، اگرچه بازده غذایی تمایل به کاهش داشت. با این تفاسیر، موضوعات مورد بحث شامل:

محصولات فرعی پرفیبر (ذرت و جایگزینی فیبر علوفه ای، آمیلاز با منشا خارجی و ...)

هضم نشاسته در گاوهای شیری (مکان هضم، عوامل اولیه تاثیر گذار بر هضم و نشاسته مدفوع)

می باشد. طبق روال گذشته، بحث را با یک نظر سنجی شروع می کنیم.

کدام یک از مواد جایگزین ذرت آسیا شده، بیشتر منجر به کاهش بازده غذایی می شوند؟

مکمل چربی، مکمل قندی، مونسین، محصولات فرعی پرفیبر، دانه ذرت مرطوب

با نگاهی به نتایج در میابیم که بیشترین رای مربوط به محصولات فرعی پرفیبر داده شده (۵۱ درصد) و بعد از آن مکمل چربی (۳۲ درصد). دلیل عمده کاهش بازده غذایی، کاهش قابلیت هضم نشاسته در این اقلام بوده است.

جدول ۱ به برخی از آزمایشات مربوط به جایگزینی محصولات فرعی پرفیبر و کم نشاسته با ذرت اشاره دارد. در ۳ مطالعه، بخشی از ذرت جیره بوسیله پوسته سویا (SH) و در یک مطالعه ترکیبی از گندم

(WM) و پنبه دانه (WCS) جایگزین شدند. هر چهار مطالعه در اواسط دوره شیردهی انجام شده با نسبت علوفه به کنسانتره ۵۰:۵۰، NDF علوفه ای جیره در حدود ۲۰ تا ۲۱ درصد و میزان کاهش نشاسته از ۵ تا ۱۰ درصد بود (میزان نشاسته در جیره های عادی ۲۰ تا ۲۷ درصد و در جیره های کاهش یافته ۲۰ تا ۲۲ درصد بود).

نتایج نشان داد، بر اثر کاهش میزان نشاسته جیره، بازده غذایی خالص ۲ تا ۱۲ درصد و بازده غذایی تولید شیر تصحیح شده بر اساس انرژی ۱ تا ۱۱ درصد کاهش یافت. همچنین، هزینه خوراک به ازای هر واحد ماده خشک ۱ تا ۸ درصد کاهش داشته اما در دو مطالعه هزینه خوراک به ازای هر گاو در روز ۳ تا ۸ درصد افزایش و در دو مطالعه دیگر این هزینه ۱ تا ۲ درصد کاهش یافته بود. به طور کلی درآمد به ازای هزینه خوراک در ۳ مطالعه، ۴ تا ۷ درصد کاهش یافته بود و تنها در یک مطالعه بدون تغییر بود. بنابراین ما برای کاهش هزینه خوراک و محتوای نشاسته جیره، محصولات فرعی را جایگزین می کنیم که در واقع با این کار، درآمد کلی را، کاهش داده ایم (چون بازده غذایی کاهش یافته بود)

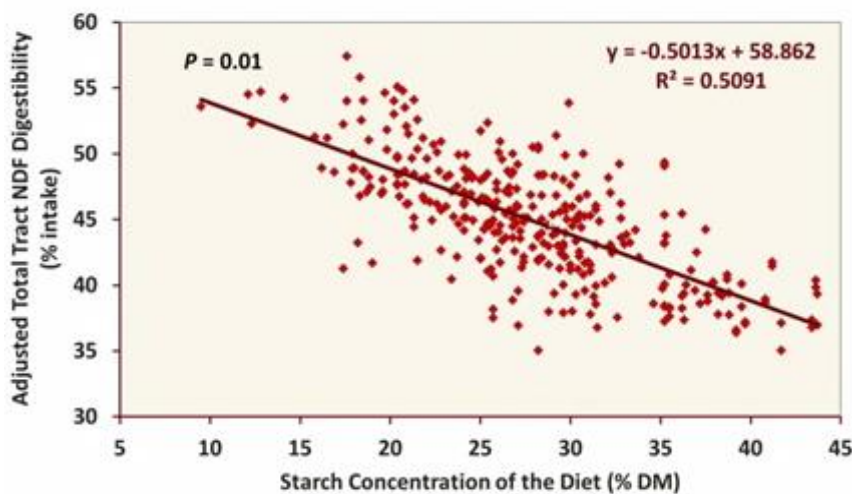
جدول ۱. اثر جایگزینی محصولات فرعی با محتوای نشاسته کم و فیبر بالا به منظور کاهش میزان نشاسته جیره

	DIM at Trial Start-Up	Weeks on Trial	Dietary Forage NDF	Diet Starch NS - RS	Partial Corn Replacers
<b>UW I</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>21%</b>	<b>5%</b>	<b>SH</b>
<b>UW II</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	<b>20%</b>	<b>5%</b>	<b>WM, WCS</b>
<b>UW III</b>	<b>114</b>	<b>14</b>	<b>21%</b>	<b>10%</b>	<b>SH</b>
<b>UW IV</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>21%</b>	<b>6%</b>	<b>SH</b>

اگر به مباحث تخمیر نشاسته نگاهی بیاندازیم، پی می بریم محصول نهایی حاصل از تخمیر نشاسته در شکمبه، پروپیونات است که تاثیر زیادی بر تولید شیر و اجزای آن، مصرف ماده خشک و بازده شیردهی دارد. در همین راستا، برای کاهش میزان نشاسته در مزرعه ما باید راهکار هایی داشته باشیم. گروه بندی گاوهای شیری با جیره های چندگانه برای بکارگیری موثر میزان نشاسته مناسب بسیار مهم است. به طوری که گاوهای پرتولید از جیره پرنشاسته و گاوهای کم تولید از جیره های کم نشاسته تغذیه شوند. برای کاهش محتوای نشاسته جیره، جایگزین کردن محصولات فرعی پرفیبر با ذرت یا سیلاژ ذرت، راهکاری موثر در تنظیم جیره گاو شیری است (هرچند در گاوداری های که مقدار زیادی سیلاژ ذرت استفاده می

کنند راهکاری مشکل است با این حال برای حفظ درآمد به ازای هزینه خوراک، جایگزینی محصولات فرعی بهتر است).

هرچه میزان نشاسته جیره افزایش یابد همسو با آن، قابلیت هضم NDF نیز کاهش می یابد. به عبارت دیگر، بین قابلیت هضم NDF و میزان نشاسته جیره رابطه معکوس برقرار است (شکل ۱). بنابراین، اگر جای بخشی از فیبر جیره (مثلا سیلاژ ذرت)، محصولات فرعی پر فیبر، در جیره بکار ببریم، قابلیت هضم فیبر بهبود می یابد. چراکه فیبر حاصل از محصولات فرعی، قابلیت هضم خوبی دارند، از طرفی با جایگزین نمودن محصولات پرفیبر با نشاسته ذرت در جیره های پر نشاسته می توان از طریق بهبود pH شکمبه و کاهش پروبیونات، هضم فیبر و مصرف خوراک را افزایش داد.



شکل ۱. رابطه قابلیت هضم NDF با میزان نشاسته جیره

### افزودنی آنزیمی (آمیلاز)

چندین مطالعه نیز به بررسی اثرات کاهش نشاسته جیره و افزودن آنزیم آمیلاز در زمان تغذیه جیره کاملاً مخلوط پرداختند (جدول ۲). دو مطالعه اول، محصولات فرعی پرفیبر را به جای غله جو جایگزین کردند و مطالعه سوم کاهش نشاسته جیره بوسیله جایگزینی NDF پوسته سویا به جای NDF سیلاژ ذرت انجام شده است.

جدول ۲. کاهش نشاسته جیره با محصولات فرعی پر فیبر همراه با افزودنی آمیلاز (آنزیم)

	DIM at Trial Start-Up	Weeks on Trial	Diet	Amylase	Target Dosage
UW I	51	14	Reduced Starch	DSM, Novozymes RumiStar	300 KNU/kg DM
UW II	68	12	Reduced Starch	DSM, Novozymes RumiStar	300 KNU/kg DM
OARDC	74	16	Reduced Starch	DSM, Novozymes RumiStar	300 KNU/kg DM

در شکل ۲، بازده غذایی (بر اساس شیر تصحیح شده بر مبنای مواد جامد) برای جیره های با محتوای کاهش یافته نشاسته همراه یا بدون افزودنی آمیلاز نشان داده شده است. همانطور که مشخص شده است، جیره های با محتوای کاهش یافته نشاسته همراه با افزودنی آمیلاز بازده غذایی بالاتری در هر سه مطالعه داشتند. در مطالعه سوم بهبود ناشی از افزودنی ناچیز بوده که به دلیل محدودیت برای دریافت خوراک بر اثر پرشدگی شکمبه بوده است. از لحاظ قیمت این افزودنی ها هم به دلیل گران بودن هم به دلیل کاهش مصرف خوراک و در نتیجه کاهش تولید شیر به صرفه نبوده اند.



شکل ۲. بهبود بازده غذایی (محور عمودی) بر اثر افزودن آمیلاز به جیره های با محتوای کاهش یافته نشاسته

#### تأثیر رومنسین Rumensin (مونسین) بر جیره گاو شیری با محتوای متفاوت نشاسته:

طبق مطالعه آکینس و همکاران (۲۰۱۴)، ۱۶ جایگاه متشکل از ۸ گاو (۱۲۸ گاو هلشتاین یا هلشتاین×جرسی، با روز شیردهی حدود ۹۰ روز) برای بررسی اثر رومنسین تحت چهار تیمار زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۱. جیره با میزان عادی نشاسته و ۱۸ گرم رومنسین به ازای هر تن خوراک
۲. جیره با میزان عادی نشاسته (۲۷ درصد)، بدون رومنسین
۳. جیره با میزان نشاسته کاهش یافته (۲۰ درصد) و ۱۸ گرم رومنسین به ازای هر تن خوراک
۴. جیره با میزان نشاسته کاهش یافته (۲۰ درصد)، بدون رومنسین

نتایج این مطالعه نشان می دهد، با وجود مصرف یکسان ماده خشک، جیره حاوی ۱۸ گرم رومنسین در تن، باعث بهبود تولید شیر و بازده غذایی شده است (جدول ۳). با وجود اینکه همواره بر سر کاهش چربی شیر نگرانی هایی موجود است اما مشاهده می کنید که بازده غذایی شیر بر اساس چربی یا انرژی تصحیح شده بهبود یافته است.

جدول ۳. پاسخ تولید و بازده غذایی بر اساس اجزای شیر گاوهای شیری بر اثر افزودن رومنسین

سطح معنی داری	۱۸ گرم	صفر	
۰/۳۳	۵۹/۲	۵۹/۸	مصرف ماده خشک
۰/۰۱	۹۳/۵	۹۰/۶	تولید شیر (پوند در روز)
۰/۰۱	۱/۵۸	۱/۵۲	بازده غذایی
۰/۰۴	۱/۶۶	۱/۶۱	بازده غذایی بر اساس FCM
۰/۰۳	۱/۶۴	۱/۵۹	بازده غذایی بر اساس ECM
۰/۰۵	۱/۵۳	۱/۴۹	بازده غذایی بر اساس SCM <sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> شیر تصحیح شده بر اساس مواد جامد

در این مطالعه هر واحد NEL از طریق فرمول زیر محاسبه شده بود:

**مصرف ماده خشک / انرژی موجود در شیر + انرژی مورد نیاز برای نگهداری + انرژی لازم برای افزایش وزن**

بنابر فرمول ذکر شده، هر واحد NEL برای جیره حاوی ۱۸ گرم رومنسین برابر با ۰/۷۵ Mcal/Kg DM و برای جیره بدون رومنسین ۰/۷۳ Mcal/Kg DM بود. این تفاوت در NEL بین دو جیره از لحاظ آماری معنی دار بود ( $P < 0.01$ ). ۰/۰۲ بهبود در NEL تخمینی جیره، از نظر معادل انرژی، می تواند برابر با ۱/۵ پوند شیر در روز به ازای هر گاو باشد (معادل تغذیه ذرت کمتر). بنابراین با توجه به قیمت در حال افزایش ذرت و نیز از نظر کاهش هزینه خوراک افزودن رومنسین می تواند در هر دو سطح نشاسته جیره، سودمند باشد. اما این نکته را در نظر داشته باشید که از نظر بازده غذایی بر اساس شیر کامل، افزودن رومنسین به جیره های معمولی (۲۷ درصد نشاسته) بیشتر از جیره های با محتوای نشاسته کاهش یافته (۲۰ درصد)، می تواند موثر باشد.

دو حقیقت دیگر در رابطه با تنظیم جیره و میزان نشاسته موجود است. استفاده از افزودنی های قندی و افزودنی چربی!

برای جایگزینی نشاسته جیره، دو مطالعه خوب انجام شده است. در تحقیق برودریک و رادلوف (۲۰۰۴)، ملاس مایع یا خشک شده با نشاسته ناشی از ذرت مرطوب جایگزین شد. در تحقیق برودریک و همکاران (۲۰۰۸)، شکر جایگزین نشاسته ذرت شد. بر اساس این مطالعات، مقدار مطلوب قند در جیره کاملاً مخلوط ۵ تا ۷ درصد بر اساس ماده خشک بود (توجه شود میزان نشاسته جیره در این مطالعات ۲۳ تا ۲۵ درصد بود). اگر بیش از ۷ درصد یا شاید ۹ درصد قند در جیره لحاظ شود، مصرف ماده خشک و به همان نسبت تولید شیر کاهش می یابد. اینها همه اثر کوادریک (یعنی تا حدی می توان تاثیر مثبت دید که

بعد از آن محدوده، اثر تیمار به صورت منفی خواهد بود) افزودن شکر و قند به جیره را یادآوری می‌کنند. دیگر گزینه‌ها برای جایگزینی با نشاسته ذرت عبارت‌اند از لاکتوز، آب پنیر، نان خشک یا مواد اتلافی نانوائی‌ها و تفاله چغندر یا مرکبات هستند. برای اطلاعات بیشتر، گزارش بسیار سودمندی از افزودن آب پنیر به جیره در کار Cotanch et al., (2006) در نسخه اینترنتی آورده شده (Miner Inst. Report).

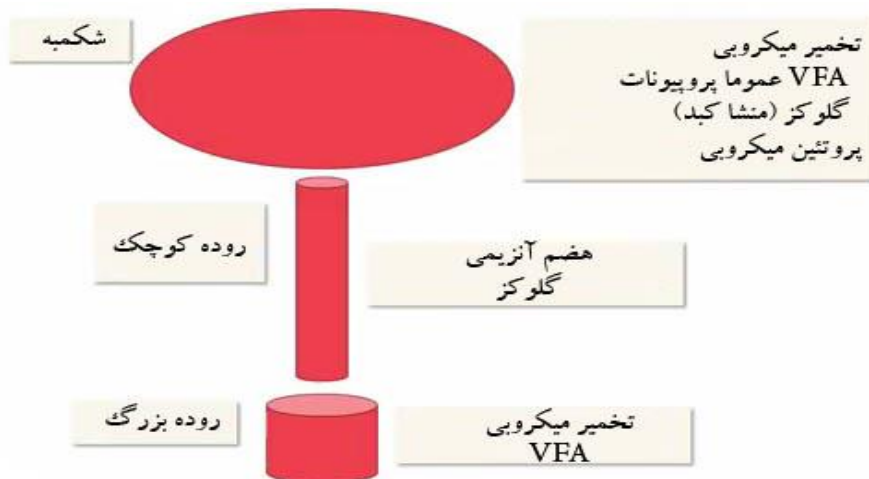
افزودنی چربی:

چربی‌ها، ۲/۵ تا ۳ برابر محتوای انرژی بیشتری نسبت به ذرت دارند. باوجود هزینه بالای ذرت (نشاسته)، برای افزودنی چربی، تاثیر بر بازده غذایی و هزینه افزودن چربی را دوباره محاسبه و در نظر داشته باشید. آیا همسو و پیوسته با کاهش نشاسته جیره هستند؟ انرژی برای شکمبه چطور؟ این نکته را در نظر داشته باشید که افزودنی چربی، انرژی برای میکروب‌های شکمبه مهیا نمی‌کند (در نتیجه کاهش پروپیونات و نیز ساخت پروتئین میکروبی). ترکیب اسیدهای چرب و خنثی بودن در شکمبه را برای مکمل چربی در نظر داشته باشید.

خب، به سوال نظرسنجی دیگری می‌رسیم، کدام یک از این موارد، بر قابلیت هضم نشاسته ذرت مرطوب تاثیر گذار است؟

۱. محتوای ماده خشک
۲. مدت زمان سیلوشدن قبل از تغذیه به دام
۳. ماتریکس پروتئینی در برگیرنده نشاسته اندوسپرم
۴. اندازه ذرات
۵. تمام موارد بالا

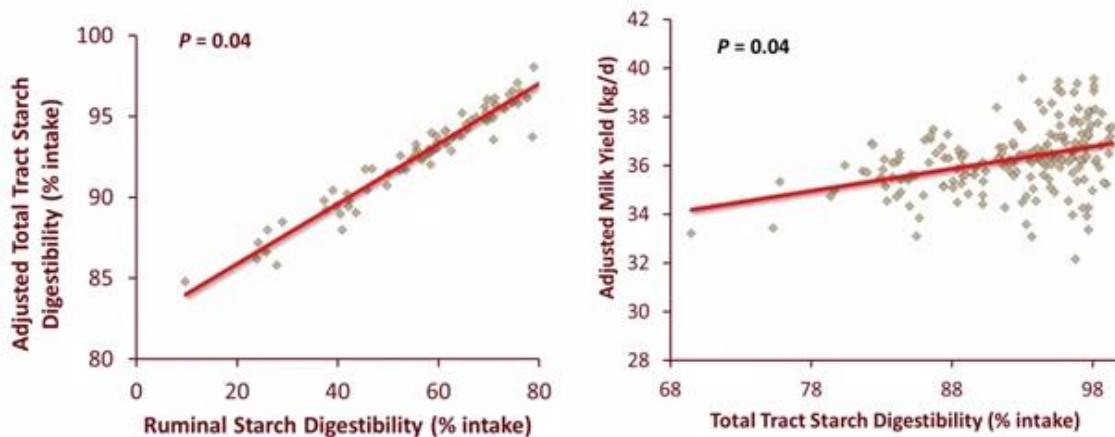
اکثر افراد، گزینه ۵ را انتخاب کردند. همانطور که مشخص است تمام گزینه‌ها بر قابلیت هضم تاثیر گذار بوده و حتی بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند. با این نظر سنجی، بحث قابلیت هضم را شروع می‌کنیم. از ۲۰ تا ۳۰ سال پیش مطالعات زیادی بر روی گاو‌های گوشتی در رابطه با گوارش پذیری جیره‌های پرکنسانتره انجام گرفته است. مکان‌های گوارش نشاسته در گاو شیری در شکل ۳، نشان داده شده است.



شکل ۳. گوارش پذیری نشاسته در طول دستگاه گوارش

شکمبه از مهمترین نواحی هضم نشاسته در طول دستگاه گوارش است به دو دلیل، بر اثر تجزیه و تخمیر نشاسته در شکمبه، اسیدهای چرب فرار، غالباً پروپیونات تولید می شود که در مرحله بعدی در کبد، به گلوکز تبدیل شده. گلوکز مهمترین منبع انرژی برای تولید لاکتوز، تولید شیر و بهبود بازده غذایی بوده است. مورد دیگر، منبع انرژی برای رشد و توسعه جمعیت میکروبی و تولید پروتئین میکروبی است. اگر نشاسته بیش از حد تغذیه شود، مشکلاتی مانند اسیدوز و التهاب سم به دنبال خواهد داشت. به طور معمول، ۵۵ تا ۸۵ درصد از نشاسته در شکمبه گاو شیری گوارش می شود. قسمت بعدی، یعنی روده کوچک، محل گوارش آنزیمی نشاسته عبوری به گلوکز بوده است که در گاو های شیرده در اواسط شیردهی، این قسمت نقش مهمی در افزایش بافت چربی بدن داشته است، اما به طور کلی انرژی بدست آمده در این قسمت منجر به بهبود راندمان استفاده از انرژی نشده است. آنچه از فرآیندهای قبلی باقی مانده در روده بزرگ مورد تخمیر میکروبی قرار گرفته و برخی VFA تولید شده و تمام پروتئین میکروبی در این قسمت از دسترس دام خارج است. بنابراین مکان کارآمدی برای گوارش به حساب نمی آید. همچنین، این قسمت می تواند از نظر سندروم هموراجیک روده، بسیار خطرناک باشد، چراکه در این وضعیت، میزان بالایی نشاسته فرار کرده از گوارش و تخمیر به روده بزرگ رسیدند.

در گاو شیری، ۸۰ تا ۱۰۰ درصد نشاسته جیره در این ناحیه گوارش می شود. هرچه گوارش پذیری نشاسته در شکمبه افزایش یابد، گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش هم بیشتر شده است. این مورد (افزایش گوارش پذیری در کل دستگاه گوارش از ۸۰ درصد به ۹۸ درصد) منجر به بهبود تولید شیر تصحیح شده (حدوداً ۲ کیلوگرم در روز) می شود (شکل ۴).



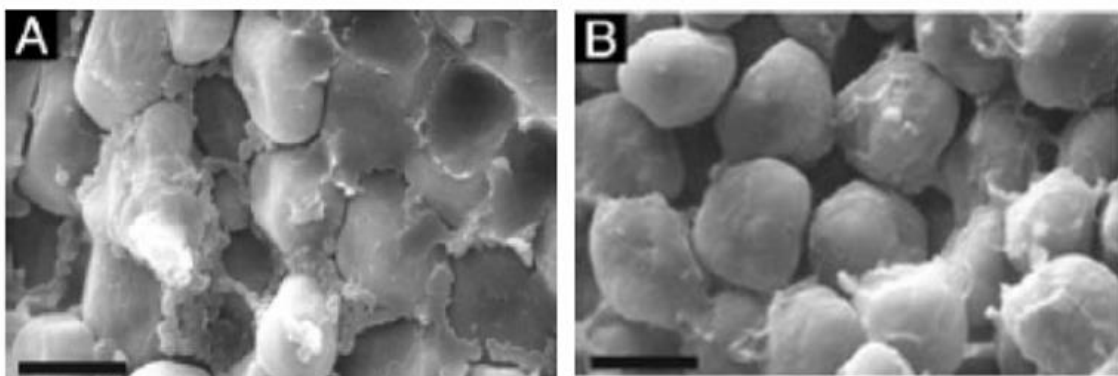
شکل ۴. رابطه بین گوارش پذیری نشاسته در شکمبه با کل دستگاه گوارش و نیز تولید شیر تصحیح شده

### عوامل اصلی موثر بر گوارش پذیری نشاسته در غله ذرت

۱. فرایند: شامل اندازه ذرات و بخار دادن
۲. نحوه برداشت یا نگهداری: مانند خشک یا مرطوب بودن، ماده خشک ذرت مرطوب، بلوغ، زمان سیلو و تخمیر
۳. نوع اندوسپرم: مانند پرولامین، ماتریکس نشاسته-پرولامین، درجه سختی و تراکم (شکل ۵).

Vitreous Endosperm

Floury Endosperm

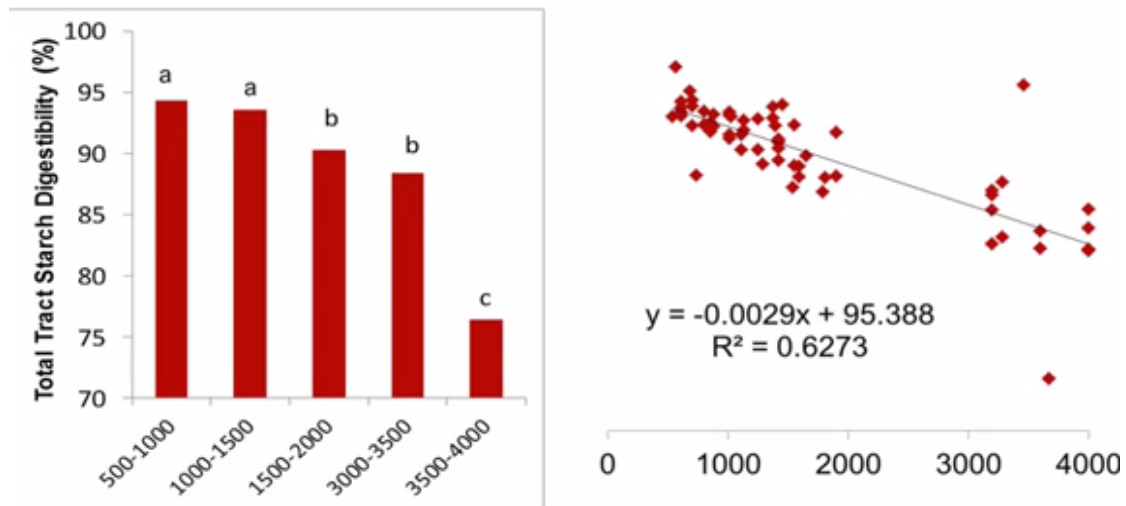


شکل ۵. در تصویر سمت چپ، اندوسپرم سخت تری را مشاهده می کنید که بوسیله زئین (پروتئین دانه ذرت) با نشاسته ذرت به طور متراکم در هم متصل شدند. درست راست، اندوسپرم پودری را مشاهده می کنید که دارای فضای خالی بسیاری است (فضای بیشتر به میکروارگانیزم ها برای گوارش نشاسته)

اندوسپرم ۷۵ تا ۸۰ درصد دانه ذرت را تشکیل می دهد. اما نشاسته تنها چیزی نیست که در اندوسپرم حضور داشته باشد بلکه پروتئین پرولامین یا زئین به صورت ماتریکس با نشاسته در اندوسپرم موجود است. این ماتریکس پروتئینی به طور طبیعی در آب یا مایع شکمبه نامحلول بوده و مانع از دسترسی

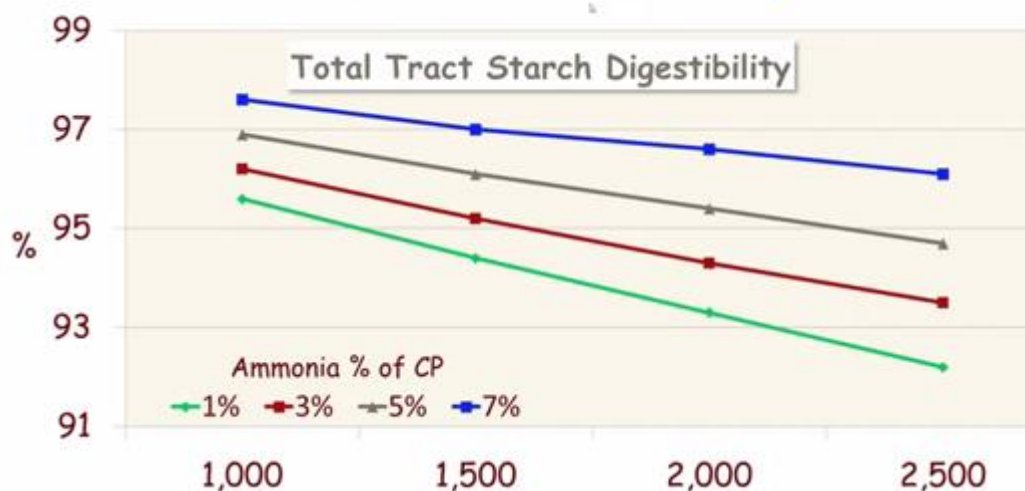


آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها به نشاسته می‌شوند. سیلو نمودن موجب کاهش میزان پروتئین زئین (۱۰ تا ۴۰ درصد) در دانه‌های ذرت می‌شود.



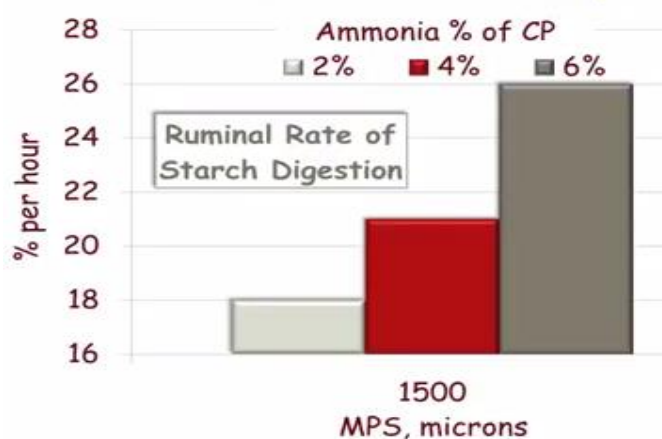
شکل ۶. رابطه اندازه ذرات دانه ذرت با گوارش پذیری در کل دستگاه گوارش

زمانی که میانگین هندسی اندازه ذرات دانه ذرت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرومتر باشد، بیشترین گوارش پذیری گزارش شده است. در شکل ۶ سمت راست نیز، این رابطه به صورت خطی نشان داده شده است. در رابطه با گوارش پذیری دانه مرطوب ذرت، درصد ماده خشک و pH نقش مهمی دارند. به صورتی که هر چه pH بالاتر رود، میزان گوارش پذیری ۷ ساعته نشاسته در آزمایشگاه، کاهش یافته است (بیشترین گوارش پذیری در حدود pH ۴ تا ۴/۶ رخ داد). از طرفی، هر چه درصد ماده خشک دانه ذرت بیشتر شده است (بیشتر از ۷۰ درصد)، گوارش پذیری درون آزمایشگاه کاهش نشان داده است. از نظر شرایط تخمیری نیز، هرچه نیتروژن آمونیاکی و یا پروتئین خام محلول در شکمبه افزایش داشته، گوارش پذیری نشاسته بیشتر بوده است. بر اثر شبیه سازی شرایط تخمیری، ۴ غلظت آمونیاک (درصدی از پروتئین خام) از نظر تغییر در اندازه ذرات دانه ذرت و تاثیر آن بر گوارش پذیری، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد هرچه میانگین هندسی بیشتر شود، گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش در هر ۴ غلظت آمونیاک، کاهش می‌یابد، اما شیب کاهشی گوارش پذیری زمانی که ۷ درصد پروتئین خام، از آمونیاک تشکیل شده باشد، کمتر از زمانی است که ۱ درصد پروتئین خام از آمونیاک باشد (شکل ۷).



شکل ۷. تاثیر غلظت های متفاوت از آمونیاک و اندازه ذرات دانه ذرت بر گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش

اما در رابطه گوارش پذیری در شکمبه، این تفاوت ها، بیشتر خود را نشان می دهند. به طوری که زمانی ۷ درصد پروتئین خام جیره از آمونیاک تامین شود، گوارش پذیری بیشتری نسبت به تیمار های دیگر مشاهده شده است. در این مرحله باید مشکلات قبلی را مدنظر داشت. یعنی اگر گوارش پذیری در شکمبه بالا باشد پیامد هایی همچون اسیدوز و کاهش چربی شیر و اگر گوارش پذیری پایین باشد، هضم و جذب ناکارآمد نشاسته و تولید ناکافی پروپیونات رخ می دهد. هرچه میزان آمونیاک بیشتر باشد، میزان گوارش نشاسته بالاتر خواهد بود (شکل ۸). این یکی از مهمترین عوامل در تغذیه دانه ذرت مرطوب می باشد (استفاده از منابع پروتئینی با محتوای آمونیاکی کمتر).



شکل ۸. میزان گوارش نشاسته دانه ذرت مرطوب (با اندازه ذرات ۱۵۰۰ میکرون) در غلظت های متفاوت از آمونیاک (درصدی از پروتئین خام)

### سیلاژ ذرت:

سیلاژ ذرت از ۴۰ تا ۴۵ درصد دانه به عنوان منبع نشاسته سیلاژ (نشاسته کل سیلاژ حدودا ۳۰ درصد است) و ۵۰ تا ۶۰ درصد علوفه (محتوای NDF ۴۲ درصد) تشکیل شده است (البته این اعداد و ارقام مربوط به علوفه ذرت در ایالات متحده می باشد). بخش زرد یا دانه، شامل دانه های ذرت با میزان نشاسته ۸۰ تا ۹۸ درصد است که مسائل قابل بحثی همچون اندازه ذرات، مدت زمان تخمیر سیلاژ، بلوغ دانه، خصوصیات اندوسپرم و افزودنی ها را با خود به دنبال دارد.

### امتیاز فرایند شدن دانه:

این امتیاز دهی بوسیله دستگاه Ro-Top Shaker انجام می شود. این دستگاه شامل ۹ الک (با قطر منفذ ۰/۶ تا ۱۹ میلی متر) و یک سینی است. برای ارزیابی نشاسته از الک مساوی یا بزرگتر از ۴/۷۵ میلی متر استفاده می شود. اگر درصد نشاسته در این الک ها بیشتر از ۷۰ درصد بود، امتیاز فرآیند شدن عالی بوده است. به همین ترتیب، ۵۰ تا ۷۰ درصد: مناسب و زیر ۵۰ درصد: ناکافی و ضعیف (شکل ۹ و جدول ۴). همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، در اغلب موارد، فرآیند شدن دانه های ذرت مناسب بوده است اما نه عالی! اختلاف در این نتایج به اندازه ۲ پوند شیر یا ۲ پوند ذرت خواهد بود. به طوری که تغذیه دانه های ذرت فرآیند شده عالی موجب تولید ۲ پوند شیر بیشتر نسبت به دانه های مناسب یا ضعیف شده است. شکل ۱۰، ارزش فرآیند شدن مناسب را بر خصوصیات ظاهری دانه ذرت حاصل از سیلاژ ذرت، نشان می دهد. در سیلاژی که  $60 \pm 3/9$  درصد نشاسته از الک ۴/۷۵ میلی متر عبور کرده اند (KP)، دانه ها در تصویر قابل تفکیک هستند در صورتی که سیلاژی که دارای  $70 \pm 3/3$  درصد نشاسته عبور کرده از الک ۴/۷۵ میلی متری داشتند (Shred)، به سختی می توان دانه ها را از هم تفکیک نمود.



شکل ۹. دستگاه ارزیابی امتیاز فرآیند شدن دانه (در سیلاژ ذرت)

جدول ۴. وضعیت امتیاز فرآیند شدن دانه (در سیلاژ ذرت)

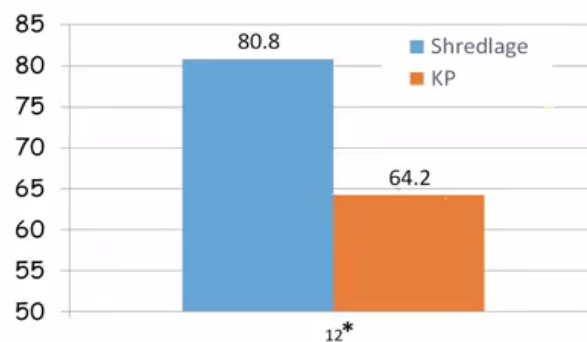
آزمایشگاه	مطالعه میدانی			مطالعه میدانی	آزمایش ۴		مطالعه میدانی
	آزمایش ۱	آزمایش ۲	آزمایش ۳		آزمایش ۴	آزمایش ۵	
آزمایشگاه	Dairyland				Rock River		Cumberland Valley
سال	2005 - 2007			2011	2011 - 2012	2010 - 2012	2010 - 2011
تعداد نمونه	252	55	29	258	64	311	1,131
امتیاز فرآیند	درصدی از نمونه ها بوسیله امتیاز فرآیند						
عالی	10%	8%	10%	17%	17%	16%	7%
کافی	48%	76%	55%	68%	61%	62%	51%
ضعیف	42%	16%	35%	15%	22%	22%	42%



شکل ۱۰. اثر فرآیند شدن مناسب دانه ذرت در سیلاژ بر خصوصیات ظاهری

## بخش دوم

گوارش پذیری نشاسته دانه های درسته و مرطوب برای تیمار Shred بیشتر از KP بود (شکل ۱۱). در رابطه با گوارش پذیری در کل دستگاه گوارش نیز، تیمار Shred مقادیر بالاتری به خود اختصاص داد.



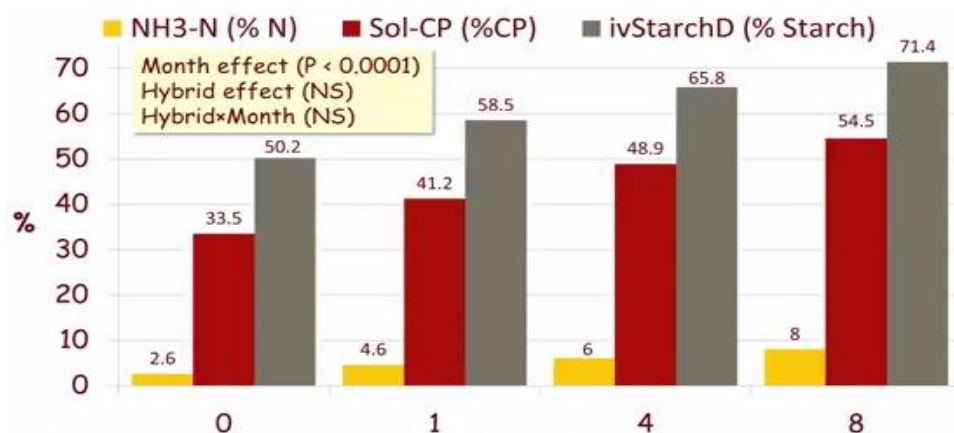
شکل ۱۱. اثر فرآیند شدن مناسب دانه ذرت در سیلاژ بر گوارش پذیری نشاسته In Situ

در ادامه جدول ۵، برخی داده های مربوط به افزایش توجه صنایع به فرآیند سازی مناسب سیلاژ ذرت را در طول سال های اخیر نشان می دهد. این تغییرات منجر به بهبود گوارش پذیری نشاسته و عملکرد تولید شیر در گاوهای شیری شده است.

جدول ۵. تغییرات فرآیند دانه موجود در سیلاژ ذرت طی ۶ سال اخیر

سال برداشت	تعداد	میانگین	درصد فرآیند مناسب	درصد فرآیند ضعیف
2006	97	52.8	8.2	43.3
2007	272	52.3	9.2	37.9
2008	250	54.6	5.2	34.8
2009	244	51.1	6.1	48.0
2010	373	51.4	5.9	43.4
2011	726	55.5	12.3	33.1
2012	871	60.8	14.8	19.9
2013	2,658	64.6	36.0	12.9

تخمیر سیلاژ ذرت نیز بر گوارش پذیری نشاسته موثر است. در مطالعه ای برجسته ( Ferraretto et al., 2014)، اثر مدت زمان سیلو کردن علوفه ذرت بر برخی خصوصیات آن از جمله گوارش پذیری نشاسته مورد بررسی قرار گرفت. علوفه ذرت از هیبرید های متفاوتی (گیاه دورگه) تهیه شده بود. مدت زمان های سیلو کردن شامل روز صفر، ۱ ماه، ۴ ماه و ۸ ماه بود. نتایج نشان داد هرچه زمان سیلو شدن افزایش یابد (مخصوصا در رابطه با ذرت مرطوب)، میزان پروتئین خام محلول، نیتروژن آمونیاکی و نیز گوارش پذیری نشاسته بیشتر شده است (شکل ۱۲).

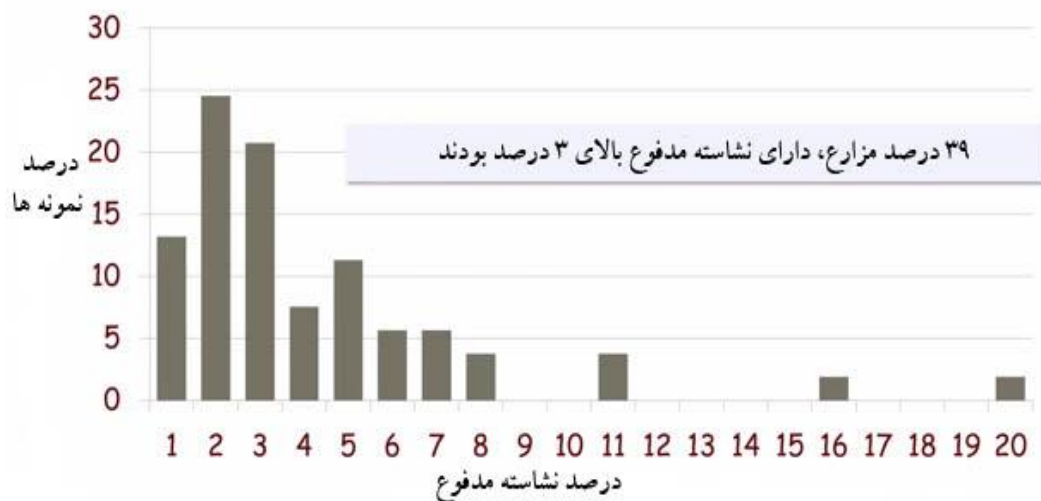


شکل ۱۲. اثر زمان سیلو کردن علوفه ذرت بر گوارش پذیری نشاسته (ستون خاکستری)، پروتئین محلول (ستون تیره) و نیتروژن آمونیاکی (ستون روشن). اثر نوع گیاه هیبرید و اثر متقابل آن با زمان سیلو نمودن، از لحاظ آماری معنی دار نشده است.

در این مطالعه نیز رابطه مثبت بین گوارش پذیری نشاسته با میزان پروتئین محلول و نیتروژن آمونیاکی سیلاژذرت یافت شد.

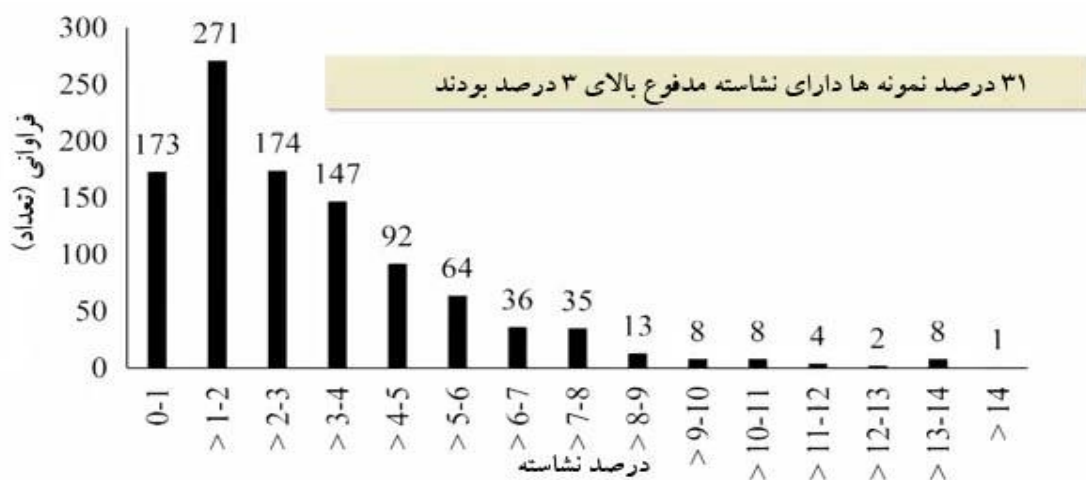
#### نشاسته مدفوع: ابزاری تشخیصی برای گاوداری

طبق مطالعه ای (Huibregtse et al., 2013)، از ۳۰ مزرعه داده های مربوط به گوارش پذیری نشاسته از پاییز تا بهار جمع آوری شد. همانطور که در شکل ۱۳ مشخص شده، ۳۹ درصد مزارع، بیش از ۳ درصد نشاسته در مدفوع دام هایشان موجود بود. به عبارت دیگر، ۶۱ درصد مزارع نیز، میزان نشاسته مدفوع کمتر از ۳ درصد داشتند.



شکل ۱۳. بررسی میزان نشاسته مدفوع از گاوهای شیری ۳۰ مزرعه مختلف

اما در مطالعه ای دیگر (Fredin et al., 2014)، توزیع فراوانی میزان نشاسته مدفوع از حدود هزار نمونه، طی چندین سال استخراج شد. شکل کلی نمودار ها شبیه نمودار گزارش شده در مطالعه قبلی بود، به طوری که حدود ۷۰ درصد نمونه ها دارای میزان نشاسته کمتر از ۳ درصد بودند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. فراوانی درصد نشاسته مدفوع گاوهای شیری از تعداد تقریبی ۱۰۰۰ نمونه

در ادامه، رابطه ای قوی و منفی بین میزان نشاسته مدفوع و گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش گزارش شد (از لیگنین و NDF قابل هضم به عنوان نشانگر هضم استفاده شد). به طوری که هرچه میزان نشاسته مدفوع افزایش یابد، نشان از گوارش پذیری کمتر نشاسته بوده است. فرمول پیشنهادی برای این رابطه:

$$\text{(درصد نشاسته مدفوع} \times 1/25) - 100 = \text{گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش}$$

مهمترین کاربرد نشاسته مدفوع، محاسبه گوارش پذیری کل دستگاه گوارش است (فرمول بالا). به همین دلیل نظارت بر میزان نشاسته مدفوع امری ضروری به نظر می رسد. توجه شود اطلاعات که ارزیابی نشاسته مدفوع به ما می دهد، مربوط به جیره کامل است نه یک ماده خوراکی خاص. اگر در مدفوع گروهی از گاوهای مزرعه، کمتر از ۳ درصد نشاسته موجود باشد، نیازی به بازبینی خوراک و جیره نیست اما در صورتی که این میزان بالای ۳ درصد بود باید بر مواد خوراکی خصوصاً مواد پرنشاسته بازبینی و نظارت بیشتری شود (اندازه ذرات و محتوای نیتروژن دانه ذرت، سیلاژ ذرت، دانه ذرت مرطوب و ...).

### سوال و جواب

حداکثر نشاسته در جیره چقدر می باشد؟

ما جیره هایی در مقالات داشتیم با میزان نشاسته ۳۲ درصد و من بیش از آن را در مقالات ندیدم و در عمل هم من جیره های با این مقادیر بالا را نمی پسندم و حتی زمانی که قیمت ذرت رو به افزایش گذاشت، میزان ۲۷ درصد به صورت همان مقدار نرمال در جیره ها باقی ماند. در صورتی که از فیبر گوارش پذیر و میزان پایین قند در جیره استفاده شود می تواند میزان نشاسته به ۳۰ درصد افزایش یابد. البته این افزایش در صورتی مجاز است که NDF علوفه ای جیره تامین شود. بخاطر اینکه ما جیره هایمان را غنی از نشاسته سهل الهضم در شکمبه می کنیم در صورتی که از PeNDF و NDF علوفه ای غافل هستیم. بنابراین در چنین جیره هایی باید میزان ملایم یا کم نشاسته در جیره لحاظ شود.

در مطالعه مربوط به اثر مونسین و نشاسته جیره بر عملکرد تولیدی گاو شیری، آیا اثر متقابلی بین مونسین و میزان نشاسته جیره موجود بود؟

تنها اثر متقابل برای بازده غذایی موجود بود (آن هم تمایل به معنی داری داشت) و بر خلاف انتظارمان، پاسخ افزودن مونسین در جیره های با میزان نرمال نشاسته (۲۷ درصد) بهتر از جیره با میزان نشاسته کاهش یافته (۲۰ درصد) بود.

شما در مورد فرآیند دانه مرطوب ذرت صحبت کردید، در مورد دانه خشک ذرت و امتیاز فرآیند های خشک، وضعیت چطور است؟

ابتدا در مورد دانه مرطوب ذرت این نکته را یادآوری کنم، این نوع دانه ها ابتدا باید خشک شوند تا در آزمایشگاه برای اندازه ذرات مورد بررسی قرار بگیرند. اگر این کار انجام نشود، مقادیر بسیاری از نشاسته های پودری دانه ذرت در الک های بالاتر باقی خواهند ماند و شما به صورت ناخواسته اندازه ذرات را بیشتر از آنچه که هست گزارش خواهید کرد! از طرفی دستگاه Ro Top Shaker، میزان نشاسته را بر اساس مقادیر بالاتر و پایین تر از الک ۴/۷۵ میلی متری اندازه گیری می کند. بنابراین امتیاز فرآیند شدن دانه ذرت برابر است با درصد نشاسته ای که بالا یا پایین این الک قرار بگیرد، نه درصد ماده خشک! بنابراین نباید در مورد وضعیت رطوبت دانه ها برای امتیاز دهی نگران بود چرا که از اول این نوع دانه ها باید به صورت کاملا خشک باشند.

آیا ممکن است مقدار ترشح آمیلاز پانکراس، عامل محدود کننده ای در گوارش پذیری نشاسته عبور کرده از شکمبه به روده گاو شیری باشد؟

در سالها قبل مطالعه ای در این باره بر روی گاو گوشتی تغذیه شده با جیره پرنشاسته انجام شد و نتیجه منفی بود! یعنی اینکه آمیلاز پانکراس عامل محدود کننده ای بر هضم نشاسته نیست (البته احتمالا). در گاو شیری هم با وجود تغذیه مقادیر کمتر نشاسته و نرخ عبور بالا، فکر نکنم در این شرایط آمیلاز عامل محدود کننده ای باشد.

مقادیر بالای آمونیاک بر اثر تغذیه سیلاژ ذرت و ذرت مرطوب، به نظر خوب است یا بر عکس، نشانه تخمیر ضعیف است (در زمانی که آمونیاک اضافی در شکمبه موجود است)؟

میزان آمونیاک مایع شکمبه از شاخص های تخمیر میکروبی در شکمبه است. اما در رابطه با تغذیه علوفه های با محتوای پایین آمونیاک مانند سیلاژ ذرت، هنوز سوالاتی باقیمانده است مانند: آیا بالا بودن میزان آمونیاک، نشانه تخمیر ضعیف است یا خیر؟ یا آیا آمونیاک بیشتر خوب است یا مقادیر کمتر آن؟ به طور معمول میزان آمونیاک ذرت مرطوب صفر تا ۷ درصد است، میزان صفر زمانی است که علوفه برداشت شده و میزان ۷ درصد مربوط به ذرت مرطوبی است که ۹ تا ۱۲ ماه سیلو شده است. وجود مقادیری از آمونیاک در سیلو مرطوب نشان دهنده انجام تخمیر میکروبی و تجزیه اسید های آمینه بوسیله باکتری ها است (از جمله پروتئین زئین و قضاایای ماتریکس پروتئینی). بنابراین این حالت شاید نشان از گوارش پذیری بالای نشاسته باشد و شاید نشانه ای خوب برای جیره های با محتوای نشاسته کاهش یافته. اما می توانم بگویم، میزان آمونیاک کاملا نشان دهنده این است که چه اتفاقی بر سر نشاسته یا بر سیلو آمده



است. با این تفاسیر، نیاز به داده های بیشتری در رابطه با سیلاژ ذرت داریم. به عنوان مثال ۴ تا ۷ درصد میزان مطلوبی است اما محدوده تغییرات از ۲ تا ۳ درصد تا ۱۲ تا ۱۵ درصد در آزمایشگاه گزارش شده است (بسته به آزمایشگاه و زمان سیلوشدن متفاوت بوده). اگر میزان آمونیاک کمتر از ۲ درصد باشد نشاندهنده ناکافی بودن تخمیر میکروبی و عدم آزاد شدن ماتریکس پروتئینی از نشاسته است. از طرفی در سیلاژ های گراس یا یونجه، میزان آمونیاک بالا می تواند نشاندهنده اتلاف پروتئین محلول باشد.

آیا تنش گرمایی بر گوارش پذیری نشاسته تاثیر گذار است؟

به نظرم شاید از طریق کاهش مصرف خوراک و کاهش نرخ عبور، تاثیر غیر مستقیم داشته باشد. شاید در زمان باز نمودن سیلو و تغذیه، سیلاژ یا ذرت مرطوب دچار تغییراتی شود که در فصول گرم شدت می یابد مثلا از اوایل تابستان یا اواخر آن، نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ افزایش یافته است و همینطور گوارش پذیری نیز بهبود داشته است! ما در دو مطالعه خودمان این وضعیت را تجربه کردیم. اینکه در کیسه های سیلاژ (Silage Bags) یا در مورد حیوان چه اتفاقاتی افتاده است من مطمئن نیستم که بخواهم نظری بدهم.

پاسخ شما برای دامدارانی که می خواهند تمام ذرت آسیاب شده جیره را با سیلاژ ذرت (با فرض محتوای برابر از نشاسته) جایگزین کنند، چیست؟

طبق مطالعه میدانی که از چندین گاوداری داشتیم، مشخص شد برخی گاوداری ها کاملا جیره را بر پایه سیلاژ ذرت می بندند و نیز برخی دیگر در کنار تغذیه جیره هایی با سطوح پایین نشاسته و NDF علوفه ای، از محصولات فرعی پرفیبر به مقدار زیادی استفاده می کنند. به نظرم مشکل از اوایل بهار و شروع تابستان ایجاد می شود، چراکه نشاسته حاصل از سیلاژ ذرت بسیار گوارش پذیر بوده و اگر جیره با محصولات پرفیبر رقیق نشود، ممکن است نشاسته زیاد در شکمبه مشکلاتی ایجاد نماید اما این حالت در پاییز و زمستان انچنان مشکل آفرین نیست.

در حال حاضر در جیره هایی که ذرت مرطوب جایگزین سیلاژ شده، به طور معمول ۷ درصد نشاسته در مدفوع گزارش شده! چه پیشنهادی برای کاهش این میزان دارید؟

ابتدا بحث اندازه ذرات مطرح است، فرآوری دانه های سیلاژ ذرت مشکل است اما دانه ذرت مرطوب به راحتی فرآیند می شود. موارد دیگر شامل نرخ عبور و تشکیل سفره شکمبه می شود. نشاسته باید در میان این سفره الیافی گیر کند و گرنه به همراه با فاز مایع از شکمبه عبور خواهد کرد. در برخی شرایط استفاده از آنزیم ها قبل از تغذیه چاره ساز خواهند بود اما اخیرا چندین گاوداری با استفاده آمیلاز مشکل داشتند.

در اصل فراوری مناسب دانه های سیلاژ ذرت و نیز تشکیل سفره بادوام در شکمبه بوسیله علوفه های خشبی تر، راهکاری عملی تر از افزودن آنزیم می باشد.

نظرتون راجع به ذرت مرطوب در مقابل ذرت خشک چیست؟

(سخن مترجم: مقادیر NEL ذرت مرطوب، ۵ تا ۱۰ درصد بالاتر از NEL ذرت خشک است (در اندازه ذرات و منشا زراعی یکسان). امتیاز اصلی ذرت مرطوب، گوارش پذیری بالاتر این محصول نسبت به ذرت خشک است (منجر به بود تولید شیر می شود). سیلو نمودن، موجب تغییر جایگاه گوارش نشاسته می شود. اکثر نشاسته حاصل از ذرت مرطوب در شکمبه هضم می شود (۶۵ تا ۸۵ درصد) اما این مقادیر برای دانه خشک ذرت ۵۰ درصد می باشد و بقیه در روده کوچک مورد گوارش قرار می گیرد. همچنین نرخ هضم نشاسته ذرت مرطوب بیشتر از ذرت خشک است که اغلب باعث کاهش pH شکمبه، مصرف خوراک و درصد چربی شیر می شود)

بسته به شرایط برداشت، ذرت مرطوب با کیفیت دارای میزان نشاسته ۵۵ تا ۶۰ درصد بوده و محتوای NDF اندکی داشته، انگیزه ای برای صنایع برداشت محصول است چرا که با سرعت دادن به برداشت، زودتر از دست زمین زراعی خلاص شده و دیگر لازم نیست تا برای افزایش ماده خشک محصول ذرت شان صبر کنند، ذرت مرطوب می تواند غلطک بخورد و فرآیند شود تا برای سیلو شدن آماده شود. چالش اصلی در هنگام اواخر بهار و شروع فصل تابستان است که رطوبت جیره را افزایش می دهیم و نوعی منجر به تخمیر گسترده نشاسته می شود و در نتیجه گوارش پذیری نشاسته افزایش می یابد و ممکن است منجر به تغییرات نامطلوب در میزان چربی شیر شود. در این حالت باید مخلوطی از دانه ذرت خشک به جای ذرت مرطوب در جیره استفاده شود. اما از دیدگاه سهولت برداشت من واقعا ذرت مرطوب را ترجیح می دهم اما از لحاظ تخمیر پذیری بالا مخصوصا در فصول گرم باید با احتیاط در جیره لحاظ شود.