Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

The estimation of fecal starch using dietary variables in high-producing Holstein cows

Ayub Mohammadi[1], Farhang Fatehi[2], Kamran reza-yazdi[3], Farhad Parnian-khajehdizaj[4], Ali Sadeghi-Sefidmazgi[5]

[1] PhD student, Department of Animal Science, University college of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj

[2] Assistant Professor, Department of Animal Science, University college of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Email: fatehif@ut.ac.ir

[3] Professor, Department of Animal Science, University college of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj

[4] Assistant Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, East Azerbaijan, Iran

[5] Associate Professor, Department of Animal Science, University college of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received:
Revised:
Accepted:

Keywords:
Daily starch intake
Dietary variables
Fecal Starch
High-Producing Holstein Cows

ABSTRACT

Background and Objective: One of the most important goals in the dairy industry is to increase milk production and quality, which requires the use of high-quality feedstuff with a high concentration of nutrients, especially for high-producing cows. Consequently, the proportion of concentrate in the diet of high-producing cows has reached its maximum, and improving nutrient digestibility and reducing nutrient loss through feces has become critically important. Starch is one of the most important nutrients affecting milk production. Therefore, the aim of this study was to investigate the relationship between feed parameters and their effect on fecal starch excretion, which is one of the most important nutrients in high-producing Holstein cows at the herd level in the country.

Materials and Methods: The current study was conducted in 76 Holstein dairy herds. In each herd, one pen of high-producing Holstein cows was selected as the index pen based on milk yield, days in milk, and parity. From the selected index pen, 10 cows were chosen with a body condition score of 3 ± 0.25, days in milk of 80 ± 10, a milk yield of 47 ± 2.5, and a parity of 2.5 ± 0.5. For three consecutive days, samples were collected from the total mixed ration, feed ingredients, and cow feces. During this period, data such as dry matter intake (DMI), concentrate intake (CI, kg/day), and forage intake (alfalfa and corn silage) were measured. Finally, the collected data were used to estimate fecal starch excretionusing single and multi-variable linear regression models. The priority of each parameter's effects was determined using the coefficient of determination.

Findings: The results of the current study, based on single-variable regression analysis, showed that starch intake (kg/day) had the highest impact on fecal starch excretion (R^2=0.56), followed by CI

(R^2=0.50), feed starch percentage (R^2=0.43), and forage-to-concentrate ratio (R^2=0.38). Additionally, the multi-variable regression analysis demonstrated that the equation including CI, feed starch percentage, and DMI (kg/day) provided the highest estimation of fecal starch percentage, with a coefficient of determination of 0.84. The second estimated model, with the next highest coefficient of determination, included DMI, starch intake, and silage starch (R^2= 0.67), while the third estimated model included DMI and CI (R^2= 0.65).

Conclusion: The current study revealed that fecal starch concentration in high-producing cows was significantly high (average 11.6% based on fecal dry matter) and that the amount of fecal starch can be predicted with high accuracy and precision using dietary variables such as CI, starch ratio in the diet, and DMI.

Cite this article: Mohammadi, A., Fatehi, F., Reza-yazdi, K., Parnian-khajehdizaj, F., Sadeghi-Sefidmazgi, A. (2025). The estimation of fecal starch using dietary variables in high-producing Holstein cows. *Journal of Ruminant Research*, 13(3),

© The Author(s)
DOI:
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

برآورد نشاسته دفعی با استفاده از متغیرهای خوراک در گاوهای پرتولید هلشتاین

ایوب محمدی[۱]، فرهنگ فاتحی[۲]، کامران رضایزدی[۳]، فرهاد پرنیان خواجه دیزج[۴]، علی صادقی سفید مزگی[۵]

[۱] دانشجوی دوره دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
[۲] استادیار گروه علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران کرج
[۳] استاد گروه علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران کرج
[۴] بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز
[۵] دانشیار گروه علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران کرج

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالـــه کامـــل علمـــی- پژوهشی

تاریخ دریافت:
تاریخ ویرایش:
تاریخ پذیرش:

واژه‌های کلیدی:
گاوهلشتاین پرتولید
نشاسته مصرفی روزانه
نشاسته مدفوعی
متغیرهای خوراک

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مهمترین اهداف در صنعت گاوشیری، افزایش تولید و کیفیت شیر است. دستیابی به این هدف مستلزم استفاده از جیره‌های باکیفیت و حاوی مواد مغذی مناسب، به‌ویژه در گاوهای پرتولید می‌باشد. لذا سهم کنسانتره در جیره گاوهای پرتولید به حداکثر خود رسیده و درنتیجه، بهبود هضم مواد مغذی و کاهش هدررفت مواد مغذی از طریق مدفوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نشاسته یکی از مهمترین مواد مغذی مؤثر بر تولید شیر است. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، بررسی ارتباط فراسنجه‌های خوراک و اثر آن‌ها بر دفع نشاسته مدفوعی، به‌عنوان یکی از پرکاربردترین و مهمترین ماده مغذی در گاوهای پرتولید هلشتاین در سطح گله‌های کشور است.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر در ۷۶ گله گاو شیری هلشتاین انجام شد. در هر گله، یک بهاربند از گاوهای پرتولید هلشتاین به‌عنوان بهاربند شاخص و براساس میانگین تولید شیر، میانگین روزهای شیردهی، و میانگین زایش انتخاب شد و از گاوهای بهاربند ۱۰ گاو با نمره بدنی ۰/۲۵±۳، روزهای شیردهی ۱۰±۸۰، تولید شیر ۲/۵±۴۷ و تعداد شکم زایش ۰/۵±۲/۵ انتخاب شد و برای سه روز متوالی از جیره کاملاً مخلوط، اقلام خوراکی و مدفوع گاوها نمونه‌گیری انجام گرفت. در این سه روز داده‌هایی چون ماده خشک مصرفی، مقدار مصرف کنسانتره ، مقدار مصرف علوفه (یونجه و سیلاژ ذرت) اندازه گیری شد. در نهایت از داده‌های حاصل برای برآورد نشاسته دفعی از طریق مدفوع با استفاده از مدل رگرسیون خطی تک و چند متغیره استفاده شد. معیار اولویت بندی اثرات هر کدام از فراسنجه‌ها با استفاده از ضریب تبیین صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر براساس اولویت‌بندی تک متغیره نشان داد که مقدار نشاسته مصرفی، بالاترین تأثیر را بر دفع نشاسته مدفوعی داشته است (R^2 = ۰/۵۶)، پس از آن، مقدار کنسانتره مصرفی (R^2 = ۰/۵۰)، درصد نشاسته خوراک (R^2 = ۰/۴۳) و نسبت علوفه یا کنسانتره (R^2 = ۰/۳۸) به‌ترتیب بیشترین تأثیر را بر دفع نشاسته مدفوعی داشتند. همچنین، براساس مدل چندمتغیره،

مشخص شد که در صورت گنجاندن مقدار کنسانتره مصرفی، درصد نشاسته خوراک و ماده خشک مصرفی در معادله مدل، با ضریب تبیین ۰/۸٤، بالاترین برآورد درصد نشاسته مدفوعی به‌دست می‌آید. لازم به ذکر است اولویت‌های بعدی طبق این معادله، به‌ترتیب شامل ماده خشک مصرفی به‌همراه مقدار نشاسته مصرفی و مقدار نشاسته سیلاژ (R^2 = ۰/٦۷) و همچنین برای ماده خشک مصرفی و کنسانتره مصرفی (R^2 = ۰/٦٥) بود.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که غلظت نشاسته دفعی از طریق مدفوع در گاوهای پرتولید کشور به‌طور قابل توجهی بالا است (میانگین ۱۱/٦ درصد بر اساس ماده خشک مدفوع). همچنین نتایج حاکی از آن است که پیش‌بینی مقدار نشاسته دفعی از طریق مدفوع با استفاده از متغیرهای جیره‌ای نظیر مقدار کنسانتره مصرفی، نسبت نشاسته در جیره و همچنین ماده خشک مصرفی با دقت و صحت بالا امکان‌پذیر است.

استناد: محمدی، ایوب؛ فاتحی، فرهنگ؛ رضایزدی، کامران؛ پرنیان خواجه دیزج، فرهاد؛ صادقی سفید مزگی، علی. (۱٤۰٤). برآورد نشاسته دفعی با استفاده از متغیرهای خوراک در گاوهای پرتولید هلشتاین. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۳)،

DOI:

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

با نوسانات و افزایش روزافزون قیمت جهانی غلات و نیاز به مصرف این اقلام در گله‌های گاو شیری، علاقه به افزایش هضم غلات در دستگاه گوارش گاوهای شیرده و کاهش مقدار غلات دفعی از طریق مدفوع به‌طور چشمگیری طی سال‌های اخیر افزایش یافته است. مطالعات گذشته نشان داده است که افزایش گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش گاو شیرده منجر به افزایش تولید شیر، پروتئین شیر و به‌دنبال افزایش بازدهی خوراک می‌گردد (Firkins، ۲۰۱۰). بررسی‌ها نشان می‌دهد که گوارش پذیری نشاسته غلات در گاوهای شیری در دامنه ۷۰ تا ۱۰۰ درصد متغیر بوده (Firkins و همکاران، ۲۰۱۰؛ Ferraretto و همکاران، ۲۰۱۳) و مقدار آن، تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله اندازه ذرات علوفه، کیفیت علوفه مصرفی، اندازه ذرات غلات، عمل آوری غلات، بخش‌های پروتئین، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF[1])، سطح پروتئین محلول جیره و غیره قرار می‌گیرد (Franco و همکاران، ۲۰۲۱).

همچنین در مطالعات گذشته (Taniguchi و همکاران، ۱۹۹۵) عنوان شد که میزان جذب نشاسته در گاوهای شیرده با افزایش جریان نشاسته از شکمبه به روده کوچک چندان مشخص نیست، زیرا اطلاعات کمی در رابطه با ظرفیت روده کوچک در گاوهای شیرده برای هضم نشاسته وجود دارد. از جمله عوامل محدودکنندهٔ هضم روده‌ای نشاسته، شامل ساختار فیزیکی نشاسته، ظرفیت آنزیم، جذب گلوکز و غیره می‌باشد (Taniguchi و همکاران، ۱۹۹۵)، بدین ترتیب، با توجه به محدودیت گوارش پذیری روده‌ای نشاسته، ورود مقادیر بیشتر نشاسته از شکمبه به قسمت‌های پایین‌تر دستگاه گوارش ممکن است باعث شود بخشی از نشاسته‌ای که به روده کوچک می‌رسد، از هضم در این ناحیه فرار کرده و به قسمت‌های انتهایی دستگاه گوارش منتقل شود. در نتیجه، میزان کربوهیدرات تخمیرشده در روده بزرگ و راست روده افزایش خواهد یافت (Elliot، ۱۹۷۶). در راستای این موضوع مطالعات مختلفی، گوارش پذیری نشاسته پس از شکمبه در گاوهای شیرده را مورد بررسی قرار دادند (Firkins، ۲۰۱۰)، محققان مشاهده کردند با افزایش جریان نشاسته از شکمبه به روده کوچک از یک طرف هضم نشاسته در روده کوچک کاهش و از طرف دیگر مقدار نشاسته دفعی از طریق مدفوع افزایش یافت (Firkins و همکاران، ۲۰۱۰؛ Nocek و Tamminga، ۱۹۹۱)، همچنین محققین گزارش کردند که حتی وجود درصد کمتر نشاسته در مدفوع می‌تواند ناشی از تخمیر بیش از حد نشاسته در روده بزرگ باشد که در نتیجه «اسیدوز روده خلفی» را به وجود خواهد آورد که از پیامدهای آن می‌تواند اثرات منفی بر سلامت و تولید گاو و همچنین افزایش دفع پروتئین میکروبی و دفع نیتروژن از طریق مدفوع اعلام داشت (Firkins و همکاران، ۲۰۰۱؛ Nocek و Tamminga، ۱۹۹۱؛ Reynolds، ۲۰۰۶؛ Mills و همکاران، ۲۰۰۱).

طی مطالعه‌ای که توسط فریدین و همکاران (۲۰۱٤) انجام شد، گزارش گردید که علاوه بر غلظت نشاسته، عوامل دیگری نیز در قابلیت هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش مؤثر هستند. از جمله این عوامل می‌توان به جریان بیشتر NDF به روده و قسمت‌های انتهایی دستگاه گوارش اشاره کرد. بنابراین، با ورود NDF به روده بزرگ و تخمیر نشاسته در انتهای دستگاه گوارش، قابلیت هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش بیشتر از حد برآورد می‌شود. نتایج این مطالعه اینگونه تفسیر گردید که این اثرات ممکن است به‌دلیل رقیق شدن نشاسته مدفوع[2] (FS) به‌سبب محتوای بیشتر NDF در رژیم غذایی، قابلیت هضم کمتر NDF

[1] Neutral Detergent Fiber (NDF)

[2] Fecal Starch (FS

و یا هر دوی این عوامل باشد (Fredin و همکاران ۲۰۱٤). گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد زمانی که نشاسته بیشتری از شکمبه به قسمت‌های پس از شکمبه منتقل می‌شود، افزایش هضم نشاسته پس از شکمبه با افزایش تخمیر در انتهای دستگاه گوارش همراه است و این وضعیت با افزایش دفع پروتئین و NDF از طریق مدفوع نیز مرتبط است (Reynolds، ۲۰۰٦). به‌طور کلی نشان داده شده است که قابلیت هضم نشاسته در شکمبه تحت تأثیر منبع و مقدار نشاسته مصرفی است، در حالی‌که در روده کوچک عمدتاً تحت تأثیر منبع نشاسته و محدودیت‌های آنزیمی در روده بزرگ تحت تأثیر مقدار نشاسته رسیده به روده بزرگ قرار دارد (Moharrery و همکاران ۲۰۱٤). با توجه به مطالعات مذکور، برای برآورد میزان نشاسته دفعی از طریق مدفوع، علاوه بر منبع غلات به‌عنوان منبع نشاسته، عواملی مانند ماده خشک مصرفی، کیلوگرم کنسانتره مصرفی، نوع علوفه مصرفی و کیلوگرم علوفه مصرفی (یونجه و سیلاژ ذرت) و به‌طور کلی نسبت علوفه به کنسانتره در خوراک کاملاً مخلوط، احتمالاً تأثیرگذار خواهند بود. بنابراین، بررسی عوامل موثر بر میزان دفع نشاسته از طریق مدفوع در گله‌های گاو شیری یکی از مسائل کلیدی در بازدهی خوراک در گله محسوب می‌باشد.

نکته قابل توجه دیگر این است که عمده غله ذرت مصرفی در کشور وارداتی بوده و براساس آمارنامه کشاورزی ۱٤۰۲، مقدار ۱۰ میلیون تن دانه ذرت به کشور وارد شده و برای واردات این مقدار، در حدود ۱/۵ میلیارد دلار ارز از کشور خارج شده است (آمارنامه کشاورزی ۱٤۰۲). براساس بررسی‌های انجام شده، عمده فرآوری انجام گرفته بر روی دانه ذرت مصرفی در گله‌های گاو شیری، آسیاب کردن می‌باشد. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که میزان تخمیرپذیری شکمبه‌ای دانه ذرت آسیاب شده در مقایسه با سایر روش‌های فرآوری‌ها (غلتک خورده، پولکی شده با بخار و...) به‌طور معنی‌داری کمتر است و همین امر می‌تواند عبور نشاسته به بخش‌های پایین‌تر دستگاه گوارش (روده کوچک و روده بزرگ) را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد (Owens و همکاران، ۲۰۱٦؛ Shipandeni و همکاران، ۲۰۲۳). اما تاکنون مطالعه‌ای که به پیش بینی مقدار نشاسته دفع شده از طریق مدفوع با استفاده از متغیرهای جیره‌ای پرداخته باشد، انجام نگرفته است. از این‌رو هدف از مطالعه حاضر بررسی عوامل موثر بر دفع نشاسته از طریق مدفوع در گله‌های گاو شیری و اولویت بندی آن‌ها و در نهایت برآورد مقدار نشاسته دفعی با استفاده از مدل‌سازی رگرسیون تک و چند متغیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از ۷٦ گله گاو شیری صنعتی کشور، طی سه مرحله انجام گرفت که مرحله اول مربوط به جمع‌آوری اطلاعات و نمونه‌های مورد نیاز در گله‌های گاو شیری سطح کشور بود و مرحله دوم آن شامل آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه و تهیه بانک اطلاعاتی مورد نیاز برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری بود. در مرحله بعد، داده‌های دسته بندی شده با استفاده از مدل‌های آماری با هدف پیش‌بینی غلظت نشاسته دفعی در مدفوع مورد بررسی قرار گرفتند.

الف) مرحله جمع‌آوری نمونه‌ها: در این مرحله ابتدا از هر گله گاو شیری یک بهاربند پرتولید به‌عنوان نماینده بهاربندهای پرتولید (بهاربند شاخص) براساس میزان تولید، اسکور بدنی و روزهای آبستنی انتخاب شد. سپس با مراجعه به گله مذکور اطلاعات و نمونه‌های مورد نیاز جمع آوری شد (جدول ۱):

اطلاعات انفرادی گاوهای مورد مطالعه در هر گله شامل روزهای شیردهی گاوها، تعداد زایش، روزهای آبستنی، اسکور بدنی و ۲ رکورد قبلی تولید شیر بهاربند، فرمول جیره مصرفی، میزان تولید شیر، نسبتی از خوراک که در هر وعده به گاوهای پرتولید عرضه می‌شود، مقدار خوراک مصرفی روزانه، نمونه گیری از علوفه مورد استفاده در جیره (ذرت سیلو شده و یونجه)، نمونه گیری از غلات مورد استفاده در جیره (دانه جو و ذرت)، نمونه‌گیری از خوراک کاملاً مخلوط، نمونه‌گیری از خوراک باقی‌مانده، نمونه‌گیری از مدفوع گاوها و نمونه‌گیری از کنسانتره مصرفی بود. لازم به ذکر است که نمونه‌گیری در هر گله طی سه روز متوالی انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- جدول زمانی مربوط به اجرای مزرعه‌ای طرح آزمایشی

Table 1- Timeline for the Implementation of the experimental farm project

فراسنجه‌ها Parameters	زمان نمونه‌برداری Sampling time	روزها Days ۱	۲	۳	توضیحات Description
ثبت رکورد شیر Milk recording	سه روز متوالی Three days	*	*	*	
نمونه‌گیری از شیر برای تعیین ترکیبات Sampling of milk for composition analysis	سه روز متوالی Three days	*	*	*	
ثبت مقدار خوراک مصرفی روزانه Recording Daily Feed Intake	سه روز متوالی Three days	*	*	*	
نمونه‌گیری از علوفه‌ها Sampling of forages (corn silage and alfalfa)	یک روز One day	*			
نمونه‌گیریاز خوراک کاملاً مخلوط (TMR) Sampling of total mixed ration	سه روز متوالی Three days	*	*	*	از تمام وعده‌ها نمونه برداری انجام شد
نمونه‌گیری از پسمانده‌های خوراک Sampling of ort	سه روز متوالی Three days	*	*	*	
نمونه‌گیریاز مدفوع گاوها Sampling of cow feces	سه روز متوالی هر روز دو وعده صبح و عصر Three days (two times per day)	*	*	*	از ۱۰ گاو در هر بهاربند نمونه‌گیری شد
نمونه‌گیریاز کنسانتره مصرفی Sampling of the used concentrate	یک روز One day	*			

از بین بهاربند گاوهای پرتولید یک بهاربند به‌عنوان بهاربند شاخص انتخاب شد. انتخاب بهاربند براساس وضعیت تولید، اسکور بدنی، روزهای آبستنی و ترکیبات شیر بود. در بهاربند شاخص، ۱۰ راس گاو از کل گاوهای بهاربند به‌عنوان ماده آزمایشی لحاظ گردید (برای یکنواختی و مقایسه بهتر گاوها در گله‌های مختلف، معیار انتخاب ۱۰ گاو براساس وضعیت نمره بدنی ۰/۲۵±۳ (براساس نمره ۱ تا ۵ با استفاده از روش Wildman و همکاران ۱۹۸۲)، روزهای شیردهی ۱۰±۸۰، تولید شیر ۲/۵±۴۷ و تعداد شکم زایش ۰/۵±۲/۵) بدین‌ترتیب که طی سه روز متوالی و هر روز دو بار (صبح و عصر) از رکتوم این گاوها نمونه مدفوع جمع آوری گردید بدین صورت که نمونه صبح و عصر هر گاو در هر روز با هم مخلوط شد و در نهایت پس از سه روز، از ٦ نمونه مدفوع مربوط به هر گاو سه نمونه تهیه شده

(یک نمونه در هر روز) و در ظرف جداگانه نگهداری شدند (با استفاده از روش Fredin و همکاران ۲۰۱٤). همزمان در روز جمع‌آوری نمونه‌های مدفوعی از نمونه خوراک کاملاً مخلوط شده و همچنین اقلام خوراکی و علوفه‌های مورد استفاده در تهیه جیره‌ها نیز نمونه گیری انجام گرفت.

ب) مرحله آنالیزهای شیمیایی نمونه‌های جمع‌آوری شده و تهیه بانک اطلاعاتی: تمامی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده مدفوع، جیره کاملاً مخلوط و اقلام خوراکی با استفاده از فلاکس حاوی یخ خشک به آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه تهران منتقل و تا زمان انجام آنالیز در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. پس از یخ‌گشایی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده مدفوع و جیره کاملاً مخلوط، فراسنجه نشاسته مدفوع و خوراک و سیلاژ ذرت با استفاده از روش Hall (۲۰۰۹) انجام گرفت. بطور خلاصه در ابتدا، قندهای محلول موجود در نمونه ها با استفاده از اتانول ۸۰ درصد حذف گردیده و در مرحله بعد نشاسته موجود در نمونه ها با استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت به مالتودکسترین تبدیل می شود و سپس با استفاده از آنزیم آمیلوگلوکوزیداز، مالتودکسترین ها تبدیل به دی گلوکز می شوند. در مرحله بعدی دی گلوکز با استفاده از آنزیم گلوکز اکسیداز تبدیل به دی گلوکونات و یک مولکول پراکسید هیدروژن (H_2O_2) می شوند که پارا هیدروکسی بنزوئیک اسید و آمینو آنتی پیرین تحت حضور آنزیم پراکسیداز با پراکسید هیدروژن واکنش داده و تولید ماده رنگی کوینون ایمین می نمایند که در نهایت شدت رنگ ماده مذکور با استفاده از اسپکتوفتومتر که ارتباط مستقیمی با غلظت نشاسته در نمونه دارد اندازه گیری می شود. همچنین فراسنجه‌های ماده خشک (با استفاده از آون ٦٥ درجه برای نمونه‌های خوراک ٤٨ ساعت و برای نمونه‌های مدفوع ۷۲ ساعت) (AOAC، ۲۰۱۲)، سپس نمونه‌های خشک شده با توری یک میلی‌متری آسیاب شده و برای اندازه گیری پروتئین خام (با استفاده از دستگاه کلدال) و خاکستر خوراک و مدفوع بر اساس روش AOAC (۲۰۱۲) و غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از روش van Soest (۱۹۹۱) با استفاده از دستگاه آنکوم اندازه گیری شد.

ج) مرحله تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی: با توجه به بانک اطلاعاتی حاصل، متغیرهای مستقل شامل ماده خشک مصرفی، کنسانتره مصرفی، سیلاژ ذرت مصرفی، یونجه مصرفی، نسبت علوفه در جیره، نسبت کنسانتره در جیره، نشاسته خوراک و نشاسته سیلاژ ذرت می‌باشد. این متغیرها در درجه اول براساس عوامل اولیه تغییر دهنده صفات با استفاده از رویه GLM در نرم افزار SAS (نسخه ۹/٤) تصحیح شدند (مدل ۱). عوامل اولیه تغییر دهنده صفات شامل اثرات گله و سن (شکم دام) به‌عنوان عامل کوواریت می‌باشند. سپس تمام متغییرها با استفاده از رویه Univariate نرمال سازی شدند. در نهایت داده‌های تصحیح شده با استفاده از بسته‌های نرم افزاری SAS (نسخه ۹/٤) و به کمک مدل رگرسیون خطی تک و چند متغیره، برازش مدل گردید (مدل ۲) و در نهایت، انتخاب بهترین مدل با استفاده از معیارهای ضریب تبیین، میانگین مربعات مانده‌ها، و معیار اطلاع آکایک انجام گرفت.

مدل ۱: $Y_{ijk} = \mu + H_i + A_j + e_{ijk}$

که در مدل مذکور: Y_{ijk}: متغیر وابسته (غلظت نشاسته مدفوعی)؛ μ: میانگین کل؛ H_i: اثر i امین گله؛ A_j: اثر شکم زایش؛ e_{ijk}: اثر اشتباه آزمایشی می‌باشد.

مدل ۲: $Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_i X_i + \beta_j X_j + \ldots + \beta_n X_n + e_{ijk}$

که در مدل مذکور: Y_{ijk}: متغیر وابسته (غلظت نشاسته مدفوعی)؛ β_0: عرض از مبدا؛ β_i، β_j، ...، β_n: پارامترهای رگرسیون i امین تا n امین متغیر مستقل؛ X_i، X_j، ...،

X_n: اثر i امین تا n امین متغیر مستقل؛ e_{ijk}: اثر اشتباه آزمایشی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج مرتبط با آمار توصیفی متغیرهای مورد بررسی شامل حداقل، حداکثر و میانگین در جدول ۲ آورده شده است. میانگین دفع نشاسته از طریق مدفوع ۱۱/۵۳ درصد بود و فاصله زیادی با مقدار توصیه شده (۵ درصد براساس ماده خشک) دارد (Hutjens، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر هر گاو به‌طور متوسط روزانه ۰/۹۸ کیلوگرم نشاسته از طریق مدفوع دفع می‌نماید که با عنایت به وارداتی بودن غله ذرت و خروج ارز از کشور می‌تواند به‌عنوان یک ضرر اقتصادی جدی مورد توجه قرار گیرد (جدول ۲). هاتجینز (۲۰۱۱) گزارش کردند که غلظت نشاسته در مدفوع گاوهای شیرده می‌تواند در دامنه ۲۲/٤-۲/۳ درصد (بر اساس ماده خشک) متغییر باشد. این محققان نشان دادند در صورتی‌که غلظت نشاسته مدفوع در حد ۵ درصد (بر اساس ماده خشک) باشد، این میزان معادل ۹۰ درصد گوارش پذیری نشاسته در دستگاه گوارش می‌باشد و بیان نمودند که غلظت نشاسته در مدفوع بیش از ۵ درصد به معنی زنگ خطری برای اتلاف مواد مغذی از طریق مدفوع خواهد بود. همچنین محققان مذکور گزارش کردند به‌ازای هر یک درصد کاهش در غلظت نشاسته مدفوعی مقدار شیر تولیدی، نیم لیتر افزایش می‌یابد (Hutjens، ۲۰۱۱). در مجموع میانگین درصد نشاسته دفعی در گله‌های مورد مطالعه بیانگر دفع نشاسته بیش از مقادیر توصیه شده می‌باشد.

نتایج نشان دادند که در گله‌های مورد مطالعه هر گاو پرتولید روزانه ۲۵/۸۹ کیلوگرم ماده خشک مصرف می‌نماید که از مقدار مذکور، ۱٦/٦۳ کیلوگرم آن را کنسانتره و ۹/۲٦ کیلوگرم آن را علوفه تشکیل می‌دهد و نسبت کنسانتره در جیره‌های مصرفی بطور متوسط ٦۲/۵ درصد از ماده خشک مصرفی روزانه را تشکیل می‌دهد و بیانگر بالابودن سهم کنسانتره در جیره گاوهای پرتولید کشور می‌باشد. نتایج نشان داد که هر گاو پرتولید روزانه ٦/۷۸ کیلوگرم نشاسته مصرف می‌نماید و از این مقدار ۰/٦۳ کیلوگرم آن (معادل ۹/۲ درصد از کل نشاسته مصرفی روزانه) از منبع سیلاژ ذرت تامین شده است که علت آن نیز پایین بودن غلظت نشاسته در سیلاژ ذرت مصرفی در کشور می‌باشد. به‌طوریکه در مطالعه حاضر نشان داده شده است که میانگین غلظت نشاسته در سیلاژ ذرت مصرفی در گله‌های گاو شیری کشور از ۱۰ درصد کمتر می‌باشد (۹/٦۹ درصد) و این در حالی است که غلظت نشاسته در سیلاژ ذرت نابالغ آمریکا، ۳۰/۲ و غلظت آن در سیلاژ ذرت بالغ ۳۵/۵ درصد می‌باشد (NASEM، ۲۰۲۱) و تمامی این واقعیت‌ها بیانگر این است که سیلاژ ذرت تولیدی در کشور از لحاظ نشاسته و به طبع آن، غلظت انرژی خالص شیردهی محدودیت داشته و یکی از دلایل استفاده از سطوح بالای کنسانتره (غله) برای تامین انرژی موردنیاز گاوهای پرتولید در کشور ناشی از همین ضعف سیلاژ ذرت تولید داخل کشور از لحاظ تامین انرژی به‌دلیل محتوای پایین نشاسته آن می‌باشد که نیازمند بازنگری کلی در واریته‌های ذرت علوفه‌ای در حال کشت در کشور می‌باشد. با عنایت به میانگین تولید شیر در بهاربندهای مورد مطالعه (٤۵/۹ کیلوگرم در روز)، مقدار مصرف کنسانتره چه به لحاظ درصد در جیره (٦۲/۵ درصد) و چه به لحاظ کیلوگرم کنسانتره مصرفی (۱٦/٦۳ کیلوگرم) قابل توجه بوده است. از طرف دیگر مقادیر بیشتر کنسانتره با افزایش در مقدار نشاسته مصرفی (به ترتیب ۲٦/۵ درصد جیره و ٦/۷۸ کیلوگرم در روز) و دفع بیشتر نشاسته از طریق مدفوع همراه می‌باشد. نتایج آنالیز تابعیت یک متغییره بیانگر

این است که متغیرهای مقدار نشاسته مصرفی روزانه (بر حسب کیلوگرم)، مقدار کنسانتره مصرفی، نسبت نشاسته جیره (بر حسب درصد)، نسبت علوفه جیره (بر حسب درصد) و مقدار ماده خشک مصرفی (بر حسب کیلوگرم) به‌ترتیب با ضریب تبیین ٥٦، ٥٠، ٤٣، ٣٨ و ٣٤ درصد بیشترین تاثیر را روی غلظت نشاسته دفعی از طریق مدفوع (بر حسب درصدی از ماده خشک مدفوع) دارند. مطالعات گذشته نیز بیانگر همین واقعیت می‌باشد که یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر غلظت نشاسته دفعی از طریق مدفوع، سطح نشاسته جیره و به‌دنبال آن مقدار نشاسته مصرفی روزانه (بر حسب کیلوگرم) می‌باشد. در مطالعه پاتون و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده شد که برآورد گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش (بر حسب کیلوگرم در روز) تنها با استفاده از متغییر مقدار نشاسته مصرفی (کیلوگرم در روز) با ضریب تبیین ٦٤ درصد قابل پیش‌بینی می‌باشد (Patton و همکاران، ۲۰۱۲).

جدول ۲- آمار توصیفی وضعیت نشاسته دفعی و فراسمجه های مرتبط در مطالعه حاضر

Table 2- Descriptive Statistics s of Fecal starch and feed parameters (TMR)

حداکثر Max	حداقل Min	انحراف استاندارد SD	میانگین Mean	تعداد Number	واحد Unit	متغیرها Items	
20.79	7.23	3.16	11.53	76	%	Fecal Starch Percentage	درصد نشاسته مدفوعی
1.96	0.39	0.36	0.98	76	Kg	Fecal Starch	مقدار نشاسته دفعی از طریق مدفوعی
31.1	19.3	2.16	25.89	68	Kg	Dry matter intake	مقدار ماده خشک مصرفی
18.6	14.2	0.99	16.63	68	Kg	Concentrate Intake	مقدار کنسانتره مصرفی
6.5	1.5	1.01	3.73	68	Kg	Alfalfa Intake	مقدار یونجه مصرفی
10.44	4.1	1.27	6.4	63	Kg	Corn silage Intake	مقدار سیلاژ ذرت مصرفی
19.5	3.5	2.7	9.69	45	%	Corn silage Starch Percentage	درصد نشاسته در سیلاژ ذرت
1.37	0.14	0.25	0.63	45	Kg	Corn silage Starch intake	مصرف نشاسته سیلاژ ذرت
35.7	21.68	3	26.55	68	%	Diet Starch Percentage	درصد نشاسته خوراک
8.82	4.34	0.96	6.78	68	Kg	Starch Intake	مقدار نشاسته مصرفی
48	28.5	3.85	37.5	76	%	Diet Forage Percentage	درصد علوفه جیره
71.5	52	3.85	62.5	76	%	Diet Concentrate Percentage	درصد کنسانتره جیره
0.92	0.40	0.10	0.61	76		Forage: Concentrate Percentage	درصد علوفه به کنسانتره در جیره
54.5	35.4	4.83	45.9	76	kg	Raw Milk yield	شیر خام تولیدی
48.1	32.2	4.61	42.8	76	kg	FPCM[1]	شیر تصحیح شده بر اساس چربی و پروتئین
3.72	1.81	0.62	2.86	76	%	Milk fat Percentage	درصد چربی شیر تولیدی
3.22	2.51	0.21	2.93	76	%	Milk Protein Percentage	درصد پروتئین شیر تولیدی
1.79	0.89	0.33	1.36	76	kg	Milk Fat Yield	مقدار چربی شیر تولیدی
1.62	1.15	0.121	1.42	76	kg	Milk Protein Yield	مقدار پروتئین شیر تولیدی
2.22	1.39	0.141	1.75	76		FE_{RMY}[1]	بازدهی خوراک بر اساس شیر خام تولیدی
1.88	1.41	0.142	1.64	76		FE_{FPCM}[1]	بازدهی خوراک بر اساس شیر تصحیح شده با چربی و پروتئین

۱- شیر تصحیح شده بر اساس چربی و پروتئین (FPCM)، بازدهی خوراک بر اساس شیر خام تولیدی (Feed Efficiency$_{RMY}$)، بازدهی خوراک بر اساس شیر تصحیح شده براساس چربی و پروتئین(Feed Efficency$_{FPCM}$)

1- Fat Protein Corrected Milk (FPCM), Feed Efficiency Raw Milk Yield (FE_{RMY}), Feed Efficency Fat Protein Corrected Milk (FE_{FPCM})

جدول ۳- مدل آماری پیشنهادی برای برآورد نشاسته مدفوعی با استفاده از فراسنجه‌های خوراک در گاوهای هلشتاین پرتولید براساس معادلات رگرسیون خطی تک متغیره[1]

Table 3- Proposed statistical model for estimating fecal starch using feed parameters in high-yielding Holstein cows based on Simple Linear Regression[1]

R^2	RMSE	p-value	مدل درصد نشاسته مدفوع = Fecal Starch % =	تعداد number	واحد unit	متغیرها[2] Items[2]
0.56	1.49	0.001	-0.41 +1.71 StI	68	Kg	مقدار نشاسته مصرفی Starch Intake (StI)
0.50	2.17	0.001	-24.71 +2.17 CONI	68	Kg	مقدار کنسانتره مصرفی Concentrate Intake (CONI)
0.43	1.89	0.001	-2.98 +0.54 StP	68	%	درصد نشاسته جیره Diet Starch Percentage (StP)
0.38	2.09	0.001	27.45 -0.42 ForP	76	%	درصد علوفه جیره Diet Forage Percentage (ForP)
0.38	2.09	0.001	-14.76 +0.42 CONP	76	%	درصد کنسانتره جیره Diet Concentrate Percentage (CONP)
0.35	2.14	0.001	20.93 -15.36 For/CONP	68	٪	نسبت علوفه به کنسانتره Forage: Concentrate ratio (For/CONP)
0.34	1.96	0.003	-5.43 +0.64 DMI	68	Kg	مقدار ماده خشک مصرفی Dry matter intake (DMI)
0.34	2.47	0.001	4.99 +0.65 CSSP	45	%	درصد نشاسته سیلاژ ذرت Corn silage Starch Percentage (CSSP)
0.32	2.53	0.001	6.97 +6.97 CSSI	45	Kg	مقدار نشاسته مصرفی از منبع سیلاژ ذرت Corn silage Starch Intake (CSSI)
0.17	1.99	0.001	13.86 -0.79ALFI	76	Kg	مقدار یونجه مصرفی Alfalfa Intake (ALFI)
0.13	2.48	0.004	6.3 +0.74 CSI	63	Kg	مقدار سیلاژ ذرت مصرفی Corn silage Intake (CSI)

[1] معادلات رگرسیون خطی تک متغیره: معادله مدل برای درصد نشاسته مدفوعی براساس متغیر و خطای آزمایشی به‌صورت مستقل بود.

[2] مقدار نشاسته مصرفی (StI)، مقدار کنسانتره مصرفی (CONI)، درصد نشاسته جیره (StP)، درصد علوفه جیره (ForP)، درصد کنسانتره جیره (CONP)، نسبت علوفه به کنسانتره (For/CONP)، ماده خشک مصرفی (DMI)، درصد نشاسته سیلو ذرت (CSSP)، مقدار نشاسته مصرفی از منبع سیلو ذرت (CSSI)، مقدار یونجه مصرفی (ALFI)، مقدار سیلو ذرت مصرفی (CSI)

[1] Univariate linear regression equations: The model equation for fecal starch percentage was based on the independent variable and experimental error.

[2] Starch Intake (StI), Concentrate Intake (CONI), Diet Starch Percentage (StP), Diet Forage Percentage (ForP), Diet Concentrate Percentage (CONP), Forage: Concentrate ratio (For/CONP), Dry matter intake (DMI), Corn silage Starch Percentage (CSSP), Corn silage Starch Intake (CSSI), Alfalfa Intake (ALFI), Corn silage Intake (CSI)

همچنین زین و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای به برآورد گوارش پذیری نشاسته با استفاده از فراسنجه‌های تغذیه‌ای پرداختند و گزارش کردند که غلظت نشاسته جیره‌ای یکی از مهم‌ترین متغییرهای موثر بر سطح نشاسته مدفوعی و به‌دنبال آن گوارش پذیری نشاسته می‌باشد (Zinn و همکاران، ۲۰۰۷). از بین متغییرهای موثر مذکور روی درصد نشاسته مدفوعی همگی دارای ارتباط مثبت بودند به غیر از نسبت علوفه جیره که شیب خط آن منفی بوده است و بیانگر ارتباط عکس بین نشاسته مدفوعی و نسبت

علوفه در جیره می‌باشد همچنین مطالعات گذشته نیز نشان داده‌اند که افزایش سطح علوفه جیره باعث کاهش دفع نشاسته مدفوعی به‌واسطه اثرات مثبت الیاف موثر فیزیکی و تشکیل توده الیافی شکمبه‌ای می‌باشد (NRC, 2001).

در نهایت به‌منظور اولویت بندی متغیرهایی که بیشترین تاثیر را بر دفع نشاسته مدفوعی دارند، آنالیز تابعیت چندگانه انجام گرفت و بهترین مدل‌ها در جدول ٤ آورده شده است. نتایج حاصله نشان دادن که مدل پیشنهادی حاوی سه متغییر مقدار کنسانتره مصرف، درصد نشاسته خوراک و ماده خشک مصرفی با ضریب تبیین ۰/۸٤ به‌عنوان بهترین مدل ارایه گردیده است و نتایج مذکور بیانگر این است که غلظت نشاسته دفعی از طریق مدفوع تنها با استفاده از سه متغییر مقدار کنسانتره مصرفی، درصد نشاسته خوراک و ماده خشک مصرفی به خوبی قابل پیش بینی می‌باشد.

جدول ٤- مدل آماری پیشنهادی برای برآورد نشاسته مدفوعی با استفاده از فراسنجه‌های خوراک در گاوهای هلشتاین پرتولید براساس معادلات رگرسیون خطی چند متغیره[1]

Table 4- Proposed statistical model for estimating faecal starch using feed parameters in high-yielding Holstein cows based on Multiple Linear Regression[1]

متغیرها[3] Items[3]	واحد unit	تعداد number	مدل درصد نشاسته مدفوع = Fecal Starch % =	p-value	RMSE	R^2[2]
مقدار کنسانتره مصرفی، درصد نشاسته جیره و مقدار ماده خشک مصرفی CONI, StP, DMI	چند متغیره	68	-36.93 +2.47CONI +0.12StP +0.15DMI	0.001	0.69	0.84
ماده خشک مصرفی، مقدار نشاسته مصرفی از منبع سیلاژ ذرت و مقدار نشاسته مصرفی DMI, CSSI, StI	چند متغیره	45	-4.12 +0.46DMI +2.89 CSSI +0.34 StI	0.001	1.05	0.67
مقدار کنسانتره مصرفی و ماده خشک مصرفی CONI,DMI	چند متغیره	68	-18.02 +1.36CONI +0.25DMI	0.001	1.29	0.65
مقدار کنسانتره مصرفی، مقدار نشاسته مصرفی و مقدار نشاسته مصرفی از منبع سیلاژ ذرت CONI, StI, CSSI	چند متغیره	45	-13.76 +1.59CONI +0.93 StI +8.91 CSSI	0.002	1.84	0.61
ماده خشک مصرفی و درصد علوفه جیره DMI, ForP	چند متغیره	68	8.64 +.36 DMI –0.18 ForP	0.001	1.43	0.44

[1] معادلات رگرسیون خطی چند متغیره: متغیرهای مستقل به صورت عامل پیش رونده در معادله مدل برای درصد نشاسته مدفوعی قرار داده شد.

[2] معیار انتخاب بهترین مدل ضریب تبیین بود.

[3] مقدار نشاسته مصرفی (StI)، مقدار کنسانتره مصرفی (CONI)، درصد نشاسته جیره (StP)، درصد علوفه جیره (ForP)، ماده خشک مصرفی (DMI)، مقدار نشاسته مصرفی از منبع سیلو ذرت (CSSI)

[1] Multivariate linear regression equations: Independent variables were entered forward factors into the model equation to estimate the percentage of fecal starch.

[2] The criterion for selecting the best model was the coefficient of explanation (R^2).

[3] Starch Intake (StI), Concentrate Intake (CONI), Diet Starch Percentage (StP), Diet Forage Percentage (ForP), Dry matter intake (DMI), Corn silage Starch Intake (CSSI)

شاید یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در همبستگی بالای سطح نشاسته جیره و غلظت نشاسته مدفوعی را بتوان در نوع فرآوری غلات (دانه جو و ذرت) مصرفی در گاوداری‌های کشور جستجو نمود. همان‌طور که در قسمت قبل اشاره گردید، به‌دلیل ضعیف بودن سیلاژ ذرت مصرفی در گاوداری‌های

کشور از لحاظ سطح نشاسته بنابراین منابع عمده تامین کننده نشاسته (و به‌طبع انرژی) در جیره گاوهای پرتولید، غلات جو و ذرت می‌باشند و عمده‌ترین فرآوری که در مورد غلات مذکور صورت می‌گیرد آسیاب کردن می‌باشد. مطالعات گذشته به وضوح نشان داده‌اند که میزان گوارش پذیری شکمبه‌ای ذرت آسیاب شده در مقایسه با سایر فرآوری‌ها (غلتک خشک، پرک شده با بخار و پرک شده خشک و...) - بطور معنی‌داری پایین‌تر می‌باشد و همین امر باعث عبور مقدار قابل توجهی نشاسته از شکمبه به بخش‌های پایین‌تر دستگاه گوارش گاو شیرده و متعاقبا ورود آن به روده بزرگ و مدفوع می‌گردد. به‌عنوان مثال هانتینگتون (۱۹۹۷) در یک مطالعه مروری، درصد تخمیر شکمبه‌ای نشاسته از منابع ذرت آسیاب شده، غلتک خشک، پرک شده با بخار، پرک شده خشک و دانه ذرت حاوی رطوبت بالا را به‌ترتیب ٤٩/٥، ٧٦/٢، ٤٨/٨، ٧٢/١ و ٨٩/٩ درصد گزارش کردند (Huntington، ۱۹۹۷). همچنین، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش مقدار کنسانتره در جیره و کاهش مقدار علوفه، مقدار نشاسته مصرفی نیز افزایش پیدا می‌کند، کاهش در مقدار علوفه مصرفی با تشکیل توده الیافی شکمبه‌ای ضعیف و کاهش میزان به تله افتادن ذرات غلات و کنسانتره و به‌دنبال آن عبور مقادیر بیشتری از نشاسته مصرفی به روده می‌گردد، که با توجه به محدودیت هضم نشاسته در روده کوچک نشخوارکنندگان (Harmon و همکاران، ٢٠٠٤؛ Huhtanen و همکاران، ٢٠١٦)، درصد بیشتری از نشاسته در مدفوع ظاهر می‌گردد. در جدول ۳ نیز نشان داده شده است که مدل مربوط به نسبت علوفه و همچنین مقدار یونجه مصرفی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۳۸ و ۰/۱۷ از متغییرهای تاثیرگذار در پیش بینی دقع نشاسته از طریق مدفوع می‌باشند.

همچنین طی مطالعه‌ای اثر نوع عمل‌آوری نشاسته (آسیاب شده، غلطک خورده، پرک شده و غلات با رطوبت بالا) روی گوارش پذیری نشاسته در دستگاه گوارش مورد بررسی قرار گرفت و گزارش گردید که کاهش گوارش پذیری شکمبه‌ای نشاسته، هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش را نیز کاهش می‌دهد (Owens و همکاران، ٢٠١٦) و علت کاهش گوارش پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش را به محدود بودن ظرفیت هضم نشاسته در روده کوچک مرتبط دانستند و همچنین گزارش کردند که افزایش مقدار ورودی نشاسته از شکمبه به روده (جریان بیشتر نشاسته از شکمبه به قسمت‌های بعدی دستگاه گوارش) باعث افزایش دفع نشاسته بیشتر از طریق مدفوع می‌گردد.

همچنین در خلاصه‌ای از داده‌های منتشر شده از گاوهای غیرشیرده نیز گزارش گردید که با افزایش جریان نشاسته به روده کوچک (از ۲۵۰ تا ۱۸۰۰ گرم در روز)، گوارش پذیری نشاسته در روده کوچک از ۸۰۰ به ۵۰۰ گرم در کیلوگرم کاهش یافت (Matth'e و همکاران، ٢٠٠٤).

طی مطالعه‌ای که روی مقدار مصرف نشاسته و گوارش پذیری آن و سایر مواد مغذی صورت گرفت گزارش کردند که همبستگی مثبتی بین مقدار مصرف نشاسته با ماده خشک مصرفی وجود دارد هرچند که باعث کاهش گوارش پذیری مواد مغذی شد (Larsen و همکاران، ۲۰۰۹) به‌طوری که در توافق با این موضوع فیرکینز و همکاران (۲۰۰۱) کاهش ۱۲ گرم بر کیلوگرم را در گوارش پذیری کربوهیدات‌های غیرالیافی به ازای هر کیلوگرم در افزایش ماده خشک مصرفی را گزارش کردند (Firkins و همکاران، ۲۰۰۱)، که علت این موضوع را افزایش نرخ عبور از شکمبه با افزایش ماده خشک مصرفی بیان کردند. همچنین محققان گزارش کردند که با افزایش سرعت

عبور انتظار می‌رود که گوارش پذیری نشاسته در شکمبه کاهش یابد (Chen و همکاران، ۲۰۲۴). بااین‌وجود افنیر و ساوونت (۲۰۰۴) دریافتند که محاسبه دقیق ماده خشک مصرفی صحت پیش‌بینی گوارش پذیری شکمبه‌ای نشاسته را بسیار افزایش می‌دهد (Offner و Sauvant، ۲۰۰۴). اما در مقابل پاتون و همکاران (۲۰۱۲) نشانه‌ای از تاثیر ماده خشک مصرفی بر قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته را گزارش نکردند اما بااین‌حال افزایش مصرف نشاسته باعث کاهش گوارش پذیری شکمبه‌ای نشاسته از ۷۵۰ به ۶۰۰ گرم در کیلوگرم به ازای مصرف نشاسته بالاتر از ٤ کیلوگرم در روز شد (patton و همکاران، ۲۰۱۲).

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که غلظت نشاسته دفعی از طریق مدفوع در گاوهای پرتولید کشور به طور قابل توجهی بالا می‌باشد (میانگین ۱۱/٦ درصد بر اساس ماده خشک مدفوع). همچنین نتایج نشان داد که پیش‌بینی مقدار نشاسته دفعی از طریق مدفوع بوسیله متغییرهای جیره‌ای، از جمله مقدار کنسانتره مصرفی (کیلوگرم در روز)، نسبت نشاسته در جیره (بر حسب درصدی از ماده خشک جیره) و همچنین ماده خشک مصرفی (بر حسب کیلوگرم در روز) با دقت و صحت بالا امکان‌پذیر است.

References

AOAC. (2012). Official methods of analysis. *Association of Official Analytical Chemists*, 881-82.

Chen, P., Li, Y., Wang, M., Shen, Y., Liu, M., Xu, H., ... & Li, J. (2024). Optimizing dietary rumen-degradable starch to rumen-degradable protein ratio improves lactation performance and nitrogen utilization efficiency in mid-lactating Holstein dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, *11*, 1330876. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1330876.

Elliot, J. M. (1976). The glucose economy of the lactating dairy cow. In *Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, 59-66.

Ferraretto, L. F., Crump, P. M., & Shaver, R. D. (2013). Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of dairy science*, *96*(1), 533-550. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5932.

Firkins, J. L. (2010). Addition of sugars to dairy rations. In *Proceedings of the 19th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Grand Wayne Center, Fort Wayne, USA,* 96(2), 91-105.

Firkins, J. L., Eastridge, M. L., St-Pierre, N. R., & Noftsger, S. M. (2001). Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *Journal of animal science*, *79*(suppl E), E218-E238. https://doi.org/10.2527/jas2001.79E-SupplE218x.

Fredin, S. M., Ferraretto, L. F., Akins, M. S., Hoffman, P. C., & Shaver, R. D. (2014). Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, *97*(3), 1862-1871. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7395.

Franco, M. O., Detmann, E., Batista, E. D., Rufino, L. M., Paulino, M. F., & Valadares Filho, S. C. (2021). Nutritional performance and metabolic characteristics of cattle fed tropical forages with protein and starch supplementation. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *93*(3), e20190487.

Hall, M. B. (2009). Determination of starch, including maltooligosaccharides, in animal feeds: Comparison of methods and a method recommended for AOAC collaborative study. *Journal of AOAC International*, *92*(1), 42-49. https://doi.org/10.1093/jaoac/92.1.42.

Harmon, D. L., Yamka, R. M., & Elam, N. A. (2004). Factors affecting intestinal starch digestion in ruminants: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, *84*(3), 309-318. https://doi.org/10.4141/A03-077.

Huhtanen, P., Detmann, E., & Krizsan, S. J. (2016). Prediction of rumen fiber pool in cattle from dietary, fecal, and animal variables. *Journal of dairy science*, *99*(7), 5345-5357. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10842.

Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of animal science*, *75*(3), 852-867. https://doi.org/10.2527/1997.753852x.

Hutjens, M. F. (2011). More efficient rations are headed our way-Researchers focused on more effectively feeding starch, minerals, protein, and forages to improve efficiency and health without compromising production. *Hoard's Dairyman*, *156*(16), 593.

Larsen, M., Lund, P., Weisbjerg, M. R., & Hvelplund, T. (2009). Digestion site of starch from cereals and legumes in lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, *153*(3-4), 236-248. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.06.017.

Matthé, A., Lebzien, P., Hric, I., Flachowsky, G., & Sommer, A. (2001). Effect of starch application into the proximal duodenum of ruminants on starch digestibility in the small and total intestine. *Archives of Animal Nutrition*, *55*(4), 351-369. https://doi.org/10.1080/17450390109386202.

Mills, J. A. N., France, J., & Dijkstra, J. (1999). A review of starch digestion in the lactating dairy cow and proposals for a mechanistic model: 1. Dietary starch characterisation and ruminal starch digestion. *J. Anim. Feed Sci*, *8*(3), 219-340.

Moharrery, A., Larsen, M. O. G. E. N. S., & Weisbjerg, M. R. (2014). Starch digestion in the rumen, small intestine, and hind gut of dairy cows–A meta-analysis. *Animal Feed Science and Technology*, *192*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.03.001.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (NASEM) (2021). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. cd. *Natl. Acad. Sci., Washington, DC*.

National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. National Academies Press.

Nocek, J. E., & Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of dairy science*, *74*(10), 3598-3629. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78552-4.

Offner, A., & Sauvant, D. (2004). Prediction of in vivo starch digestion in cattle from in situ data. *Animal Feed Science and Technology*, *111*(1-4), 41-56. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00216-5.

Owens, C. E., Zinn, R. A., Hassen, A., & Owens, F. N. (2016). Mathematical linkage of total-tract digestion of starch and neutral detergent fiber to their fecal concentrations and the effect of site of starch digestion on extent of digestion and energetic efficiency of cattle. *The Professional Animal Scientist*, *32*(5), 531-549. https://doi.org/10.15232/pas.2016-01510.

Patton, R. A., Patton, J. R., & Boucher, S. E. (2012). Defining ruminal and total-tract starch degradation for adult dairy cattle using in vivo data. *Journal of dairy science*, *95*(2), 765-782. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4183.

Reynolds, C. K. (2006). Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*, *130*(1-2), 78-94. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.019.

SAS Institute. (2019). *SAS Certified Professional Prep Guide: Advanced Programming Using SAS 9.4*. SAS institute.

Shipandeni, M. N., Paula, E. M., Esposito, G., Faciola, A. P., & Raffrenato, E. (2023). Effects of starch sources varying in particle sizes on ruminal fermentation, nutrient flow, starch digestibility, and lactation performance of dairy cows. *Journal of Animal Science*, *101*, skad147. https://doi.org/10.1093/jas/skad147.

Taniguchi, K., Huntington, G. B., & Glenn, B. P. (1995). Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. *Journal of Animal Science*, *73*(1), 236-249. https://doi.org/10.2527/1995.731236x.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, *74*(10), 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt Jr, H. F., & Lesch, T. N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected

production characteristics. *Journal of dairy science*, *65*(3), 495-501. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (82)82223-6.

Zinn, R. A., Barreras, A., Corona, L., Owens, F. N., & Ware, R. A. (2007). Starch digestion by feedlot cattle: Predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. *Journal of animal science*, *85*(7), 1727-1730. https://doi.org/10.2527/jas.2006-556.

در دست انتشار