دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تخمین ارزش غذایی دانه‌ی سویای اکسترود شده و برشته شده در گاوهای شیرده و در شرایط برون تنی

استاد راهنما:

دکتر عبدالمنصور طهماسبی

استادان مشاور:

دکتر عباسعلی ناصریان

دکتر محسن دانش مسگرا

رضا میرسیدی عنبران

خرداد ۱۳۹۰

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱ اهداف ۲
فصل دوم: بررسی منابع ۵
۲-۱ اهمیت معده نشخوار کنندگان ۵
۲-۲ تخمیر منابع ازتی در شکمبه ۹
۲-۳ پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (RUP) ۱۱
۲-۴ پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP) ۱۴
۲-۴-۱ نرخ تجزیه پذیری منابع پروتئینی در شکمبه ۱۶
۲-۴-۲ عوامل تأثیرگذار بر تجزیه میکروبی ۱۹
۲-۵ سنتز پروتئین میکروبی ۲۹
۲-۶ نقش دانه سویا و فرآورده‌های آن به عنوان خوراک دام ۳۳
۲-۷ کنجاله سویا (لوبیای روغنی) : ۳۳
۲-۸ بررسی روش‌های فرآوری و ارزش مواد غذایی ۳۵
۲-۹ فرآیند اکسترود کردن ۳۶
۲-۹-۱ مفهوم و طبقه بندی اکسترود کننده ۳۶
۲-۹-۲ مزایای اکسترود کننده ۳۷
۲-۱۰ برشته (روست) کردن ۳۸
۲-۱۱ هدف از انجام آزمایش ۴۰
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۴۱
۳-۱ محل اجرای طرح ۴۱
۳-۲ مراحل اجرای طرح ۴۱
۳-۳ نحوه‌ی نگهداری دام‌های آزمایش ۴۲
۳-۴ انتخاب دام‌های آزمایش ۴۲
۳-۵ تیمارهای آزمایشی ۴۳
۳-۶ مدت اجرای طرح و نحوه اعمال تیمارها ۴۵
۳-۷ تهیه جیره‌های آزمایش ۴۵
۳-۸ کنترل اعمال مدیریتی ۴۵
۳-۹ نمونه برداری و ثبت نتایج ۴۶

۳-۹-۱ خوراک و باقی‌مانده آن ۴۶
۳-۹-۲ شیر ۴۷
۳-۹-۳ مایع شکمبه ۴۷
۳-۹-۴ خون ۴۷
۳-۹-۵ توزین دام‌ها ۴۸
۳-۱۰ تجزیه آزمایشگاهی مواد ۴۸
۳-۱۰-۱ ماده خشک ۴۸
۳-۱۰-۲ ماده آلی ۴۸
۳-۱۰-۳ چربی خام ۴۹
۳-۱۰-۴ الیاف غیر محلول در شوینده خنثی (NDF) ۴۹
۳-۱۰-۵ الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی (ADF) ۵۰
۳-۱۰-۶ پروتئین ۵۱
۳-۱۰-۷ نیتروژن آمونیاکی ۵۲
۳-۱۰-۸ pH ۵۳
۳-۱۰-۹ متابولیت های خون ۵۳
۳-۱۰-۱۰ اندازه گیری تولید گاز ۵۳
۳-۱۱ تجزیه و تحلیل آماری ۵۴
فصل چهارم: نتایج و بحث ۵۵
۴-۱ مصرف ماده خشک و وزن بدن ۵۵
۴-۲ تولید شیر و ترکیبات آن ۵۷
۴-۳ فاکتورهای تخمیری شکمبه ۵۸
۴-۴ متابولیت های پلاسما ۶۰
۴-۵ تولید گاز ۶۱
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۳
فصل ششم: منابع ۶۷

فهرست جداول

جدول ۳—۱: خصوصیات گاوهای مورد استفاده در طرح آزمایشی..... ۴۳
جدول ٤—۱: اثر تیمار های آزمایشی بر روی میزان مصرف ماده خشک و فعالیت‌های تغذیه‌ای..... ۵۶
جدول ٤—۲: اثر تیمار های آزمایشی بر روی تولید و ترکیب شیر..... ۵۷
جدول ٤—۳: اثر تیمار های آزمایشی بر روی غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه ۵۹
جدول ٤—٤: تأثیر تیمار های آزمایشی بر متابولیت های پلاسما..... ۶۱

فهرست اشکال

شکل ۲-۱: متابولیسم پروتئین در شکمبه ۹
شکل ۲-۲: متابولیسم اسید های آمینه مختلف در شکمبه..... ۲۳
شکل ۲-۳: دستگاه اکسترود کننده ۳۶
شکل ۴-۱: حجم گاز تولیدی سویای اکسترود شده و برشته شده در زمان‌های مختلف..... ۶۱

فصل اول

مقدمه

جهان امروز با مشکلات فراوانی چون فقر غذایی بخش عظیمی از مردم، تغییرات آب و هوایی و آلودگی‌های زیست محیطی رو به رو می‌باشد. در راستای تأمین مواد غذایی ؛ تلاش‌های فراوانی جهت بالا بردن عملکرد تولیدات کشاورزی و دام‌پروری صورت گرفته که می‌توان اصلاحات ژنتیکی را بخشی از این تلاش‌ها دانست. با توجه به این که در اصلاح نژاد دام به بهبود ژنتیکی حیوان در جهت افزایش تولید توجه ویژه‌ای شده است و حیوانات در راستای بهبود کمی و کیفی محصولات تولید شده اصلاح شده‌اند ؛ مبحث « نیاز به مواد مغذی جهت تأمین احتیاجات حیوان » هنوز تحقیقات گسترده‌ای نیاز دارد تا بتوان حد اکثر پتانسیل تولیدی حیوان را فراهم نمود. در همین راستا فرآوری مواد غذایی از جمله سویا ، برای استفاده هر چه بهتر دام و کاهش دفع مواد غذایی مطرح گردیده و مورد توجه محققین بسیاری قرار گرفته است.

فرآوری یا عمل آوری خوراک شامل اعمالی است که برای افزایش دادن بهره برداری از مواد غذایی انجام می‌شود . این اعمال اثراتی در ماده غذایی ایجاد می‌کند تا هضم و جذب بهبود یابد . به طور کلی

عمل آوری باعث خنثی کردن مواد سمی خوراک یا افزایش بازده مصرف و افزایش خوش‌خوراکی و در نهایت کاهش اتلاف می‌گردد.

در بین روش‌های مکانیکی فرآوری ، روش اکسترود کردن و برشته کردن مورد استقبال ویژه‌ای قرار گرفته است.

عمده دلیل توجه به تولیدات دامی، برخورداری آن‌ها از محتوای مناسب اسیدهای آمینه و سایر موارد موثر در رشد و سلامت انسان است. تولیدات دامی چون شیر و گوشت حاوی مقادیر قابل توجهی پروتئین هستند که اساساً باید از طریق خوراک یا فرآیند تخمیر حاصل شود. افزودن پروتئین خام به جیره فراهمی ازت را برای میکروارگانیسم‌های شکمبه افزایش می‌دهد و این در حالی است که به طور هم‌زمان سطح اوره خون را نیز می‌تواند بالا رود. این حالت بیشتر در مواقعی بروز می‌کند که تناسب انرژی و پروتئین مصرفی بهم بخورد و متناسب با نیازهای دام و میکرو ارگانیسم‌ها نباشد. بخش اعظم نیتروژن اضافی بدن دام‌ها از طریق ادرار (بیش از ۷۰ درصد) خارج می‌شود.در بیشتر تحقیقات گزارش شده اثر سطوح پروتئین خام و جیره‌های فراهم کننده مقادیر مختلف پروتئین قابل متابولیسم[۱] (MP)، پروتئین قابل تجزیه در شکمبه[۲] (RDP)، پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه[۳] (RUP) مورد مطالعه قرار گرفته است.

۱-۱ اهداف

اهداف اصلی این پژوهش به شرح زیر بود:

۱) بررسی خصوصیات و ویژگی‌های سویای اکسترود و برشته شده

[1]Metabolizable protein

[2]Rumen degradable protein

[3]Rumen undegradable protein

۲) بررسی تأثیر خوراک‌های حاوی دانه‌ی سویا فرآوری (اکسترود و برشته) شده در مقایسه با کنجاله سویا بر ویژگی‌های متابولیسمی و تولیدی گاوهای تازه‌زای هولشتاین

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ اهمیت معده نشخوار کنندگان

وجود یک معده پیچیده در نشخوار کنندگان نشان دهنده یکی از مراحل بالای توسعه سیر تکامل پستانداران می‌باشد. معده نشخوار کنندگان دارای چهار بخش اصلی است (شکمبه، نگاری، هزارلا و شیردان) که به لحاظ منشأ جنینی با معده غیر نشخوار کنندگان همسان می‌باشد. بهرحال در نشخوار کنندگان فقط آخرین بخش یعنی شیردان به لحاظ آناتومیکی و فعالیت مشابه با معده غده‌ای در گونه‌های تک معده‌ای است. شکمبه، نگاری و هزارلا بخش‌های توسعه یافته معده پستانداران می‌باشند و در مجموع به عنوان پیش معده در نشخوار کنندگان شناخته می‌شوند.

پیش معده نشخوار کنندگان به لحاظ عملکرد دارای نقش‌های گوناگونی است. یکی از عملکردهای اساسی و مهم آن ذخیره غذا و به تأخیر انداختن عبور مواد غذایی وارد شده به شکمبه می‌باشد. حجم بالای شکمبه و زمان ماندگاری طولانی مواد غذایی در پیش معده به عنوان دو عامل مهم در انجام این نقش انجام وظیفه می‌کنند. ظرفیت دو بخش شکمبه و نگاری روی هم رفته نزدیک به ۶۰ تا ۱۰۰ لیتر

است (چرچ، ۱۹۶۰) و محتوای پیش معده تقریباً ۱۵ تا ۲۰ درصد کل وزن بدن نشخوار کنندگان را تشکیل می‌دهد (گیه سک و گیلسویک، ۱۹۷۵). میانگین زمان ماندگاری مایعات در دستگاه گوارش گاو ، گوسفند و بز که از جیره‌های علوفه ای تغذیه می‌کنند تقریباً ۱۰ ساعت است. ذرات مدت زمان بیشتری را در داخل شکمبه سپری می‌کنند و این زمان بین گونه‌ها متفاوت است و تقریباً ۲۸ ساعت برای گاو و ۲۰ ساعت برای گوسفند و بز می‌باشد (لنچر و همکاران، ۱۹۹۱). به خاطر ظرفیت بالای شکمبه و ماندگاری انتخابی ذرات در داخل آن ، نشخوار کنندگان توانایی نگه‌داشتن مواد غذایی برای زمان‌های طولانی به منظور تسهیل در امر نشخوار، تخمیر و جذب مواد مغذی را دارا می‌باشند.

پیش معده جایگاه جمعیت‌های میکروبی متنوعی از باکتری‌ها، پروتوزوآها و قارچ‌ها است (ارپین و جوپلین، ۱۹۹۸). باکتری‌ها گروه میکروبی غالباً در شکمبه هستند و (10^{10} در هر میلی لیتر) و این میکرو ارگانیسم‌ها برای عملکرد طبیعی شکمبه ضروری به نظر می‌رسند. جمعیت پروتوزوآها خیلی کمتر از باکتری‌ها است (10^{6} در هر میلی لیتر). اما پروتوزوآها حدوداً ۴۰ تا ۶۰ درصد کل توده میکروبی در شکمبه را تشکیل می‌دهند که این به خاطر اندازه نسبتاً بزرگ آن‌ها می‌باشد. (لنگ و نولان، ۱۹۸۴). قارچ‌ها را می‌توان در حدود ۸ درصد از توده میکروبی در شکمبه حیواناتی که از جیره‌های حاوی فیبر لیگنینی شده استفاده می‌کنند، بر آورد کرد (سیترون و همکاران، ۱۹۸۷). اما هنگامی که از جیره‌های غنی از مواد متراکم استفاده می‌شود، تعداد آن‌ها بسیار کاهش می‌یابد (فونتی و همکاران، ۱۹۸۷).

فضای شکمبه – نگاری[1] محیطی مناسب برای رشد و حیات میکروبی به شمار می‌رود. مواد مغذی به طور مداوم از طریق مصرف غذا تأمین می‌شوند. برخی مواد مغذی از طریق بزاق یا از طریق انتشار از

[1] Reticulo-rumen

اپیتلیوم شکمبه به محیط افزوده می‌شوند. شرایط درون شکمبه شدیداً بی هوازی است و پتانسیل اکسیداسیون– احیاء آن بین ۳۰۰ - تا ۳۵۰ - میلی ولت می‌باشد(مک دونالد و همکاران، ۱۹۸۲). به طور میانگین رطوبت محتویات شکمبه به خاطر رقیق شدن غذا با بزاق در حین عمل جویدن و بلع معمولاً در حدود ۸۵ تا ۹۳ درصد است. میزان تولید بزاق در حالت کلی در گاو ۱۵۰ لیتر و در گوسفند ۱۰ لیتر در روز می‌باشد (مک دونالد و همکاران، ۱۹۸۲). شرایط بی هوازی و مرطوب برای حیات و رشد میکروارگانیسم‌ها بسیار مطلوب است. به خاطر ظرفیت بافری بزاق و جذب سریع اسیدهای چرب فرار(VFA)، الکترولیت‌ها و آمونیاک از طریق دیواره شکمبه، pH شکمبه اغلب بین ۵/۵ تا ۷ نگه داشته می‌شود. درجه حرارت هم برای فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها در حد بهینه (۳۹ تا ۴۱ درجه سانتی‌گراد) است و به وسیله حرارت تولید شده در حین فرآیند تخمیر و مکانیسم هموترمیک حیوان کنترل و تنظیم می‌شود.

انقباضات مداوم شکمبه باعث تماس میکروارگانیسم‌ها با مواد غذایی که تازه وارد شکمبه شده‌اند، می‌شود. محصولات نهایی عمل تخمیر به منظور جلوگیری از بروز ایجاد شرایط نامناسب برای رشد به طور مداوم از طریق جذب از محیط برداشته شده یا از معده به خارج آن انتقال داده می‌شود (چرچ، ۱۹۶۰).

تجزیه ساختار مواد غذایی به ترکیبات ساده‌تر از طریق میکروارگانیسم‌ها به عنوان مهم‌ترین نقش پیش معده محسوب می‌شود. توانایی میکروارگانیسم‌های موجود در دستگاه گوارش نشخوار کنندگان در هضم کربوهیدرات‌های دارای پیوند بتا در دیواره سلولی این حیوانات را قادر ساخته است تا از محدوده وسیعی از مواد غذایی با منشاء گیاهی استفاده کنند. کربوهیدرات‌ها به منظور تأمین پیروات ، لاکتات و VFA (استات، پروپیونات و بوتیرات) و CO_2 هضم می‌شوند (ون سوست، ۱۹۸۲). پروتئین‌ها به پپتیدها ، آمینواسیدها (AA) و آمونیاک تجزیه می‌شوند (آنیسون، ۱۹۵۶). لیپیدهای جیره

هم به اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول هیدرولیزمی گردند (هافمن، ۱۹۷۳). این میکروارگانیسم‌ها از شکمبه به شیردان و سپس به روده کوچک منتقل و در آنجا به منظور تأمین پروتئین مورد نیاز حیوان به مصرف می‌رسند.

در پیش معده چندین ترکیب هم سنتز می‌شود. سنتز پروتئین میکروبی از پروتئین جیره و منابع نیتروژنی غیر پروتئینی[1] (NPN)، مهم‌ترین محصول متابولیسم نیتروژن در نشخوار کنندگان می‌باشد (لنگ و نولان، ۱۹۸۴). میکروب‌های شکمبه هنگامی به منابع کربوهیدراتی و آمونیاک دسترسی داشته باشند قادر به سنتز تمام آمینواسیدهای ضروری[2] هستند(لوسلی، ۱۹۴۹). میکروب‌های شکمبه قادرند تمامی ویتامین‌های گروه B و ویتامین K را سنتز کنند (چرچ و پوند، ۱۹۸۸). بعلاوه چربی‌های غیر اشباع[3] در شکمبه به چربی‌های اشباع تبدیل می‌شوند(یرکین، ۱۹۹۳).

میکروارگانیسم‌های شکمبه قادرند چندین ترکیب سمی را به مواد بی ضرر تبدیل کنند. این ترکیبات سمی در بسیاری از غذاها یافت می‌شوند که از این میان می‌توان به عنوان مثال به ترکیب ضد تغذیه‌ای میموزین در گیاه لوسنا (سینگ، ۱۹۹۰) یا ساپونین در سویا(لینر، ۱۹۶۹)، سیانید هیدروژن در کاساوا (سینگ،۱۹۹۰) و گوسیپول در کنجاله تخم پنبه (کورنگای و همکاران، ۱۹۶۱) اشاره کرد. دادن مقادیر زیاد از این مواد غذایی به حیوانات تک معده‌ای می‌تواند باعث بروز مشکلاتی شود اما نشخوار کنندگان به خاطر انجام عمل سم زدایی توسط میکروارگانیسم‌ها از بروز علائم بیماری و اثرات آن جلوگیری می‌کنند.

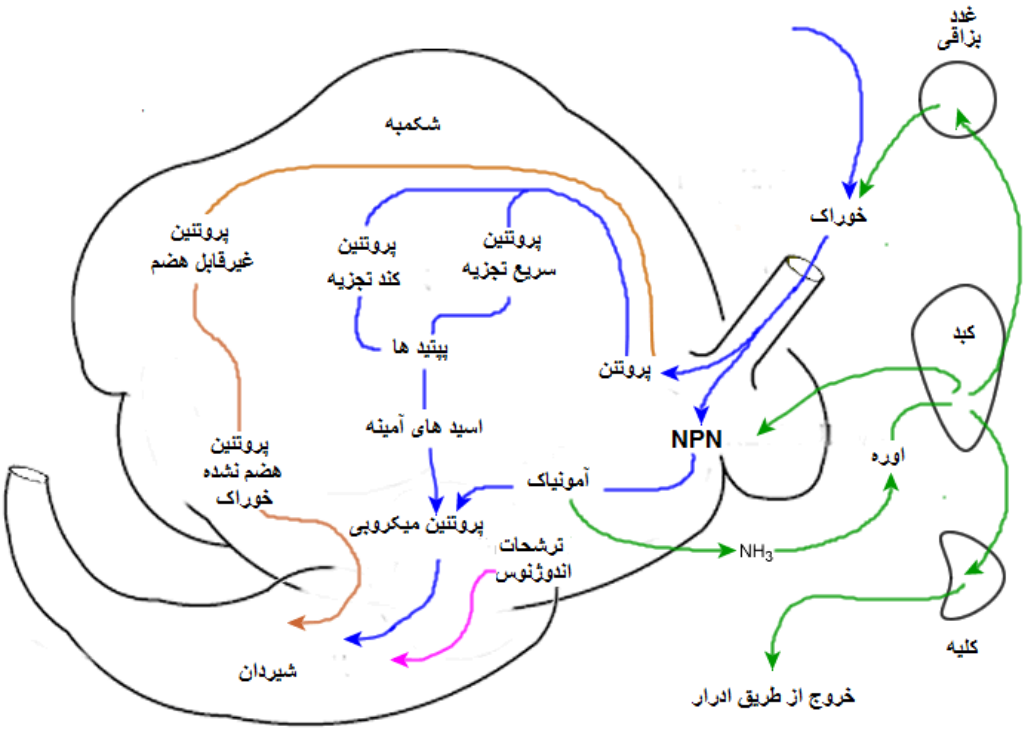
[1] Non protein nitrogen

[2] Essentional amino acid

[3] Unsaturated fatty acid

۲-۲ تخمیر منابع ازتی در شکمبه

بسیاری از محققان و متخصصین تغذیه بر پیچیدگی متابولیسم نیتروژن در نشخوار کنندگان صحه گذاشته‌اند. آناتومی پیچیده معده نشخوار کنندگان و رابطه بسیار نزدیک میکروارگانیسم‌های شکمبه و حیوان میزبان در پروسه هضم می‌تواند دلیلی براین پیچیدگی باشد. مهم‌ترین مسیرهای متابولیسم نیتروژن در شکل (۲-۱) به تصویر کشیده شده است.



شکل ۲-۱: متابولیسم پروتئین در شکمبه

پروتئین به عنوان مهم‌ترین ماده حاوی نیتروژن در جیره‌های نشخوار کنندگان به شمار می‌رود. منابع NPN هم به صورت پپتیدها، آمینو اسیدهای آزاد، آمیدها، آمین ها، نوکلئوتیدها، اوره، اسید

اوریک و نیترات به میزان متنوعی یافت می‌شوند. معمولاً میزان پروتئین حقیقی[1] (TP) در اغلب گیاهان علوفه ای و دانه‌ها ۷۵ تا ۹۵ درصد از کل نیتروژن جیره را تشکیل داده است (ساتر و رافلر، ۱۹۷۵). مدل‌های تغذیه گاوهای شیری با پروتئین شامل CP، (NRC, 1987; ARC, 1980) که مدلی ساده است و مدل‌های پیچیده‌تری مثل RDP و RUP ، (NRC,1985-1989; NRC, 2001; AFRC,1992; INRA, 1988) می‌باشد. ساختار کلی تمام این مدل‌ها مشابه یکدیگر و در برگیرنده نیتروژن ورودی توسط جیره ، نیتروژن دوباره برگردانده شده و نیتروژن اندوژنوس است.

پیشرفت در فهم تغذیه پروتئین گاوهای شیری در ویرایش‌های NRC بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ قابل توجه است. برای سال‌های متمادی CP برای بالانس کردن جیره‌های گاو شیری مورد استفاده قرار می‌گرفت .در گذشته تغذیه بیش از حد منابع پروتئینی و سطوح بالای CP سبب تأمین نیتروژن مازاد بر احتیاج میکروارگانیسم‌ها برای رسیدن به حداکثر رشد می‌گردید. این مسئله باعث عدم تجزیه بخشی از پروتئین در شکمبه و جذب آن در روده باریک برای تأمین و بالانس احتیاجات پروتئین حیوان می‌شود (جایاواردنا، ۲۰۰۰). دانشمندان گمان می‌کردند که پروتئین با کیفیت که توسط میکروارگانیسم‌ها در شکمبه سنتز می‌شود می‌تواند کیفیت پایین پروتئین جیره را که از تخمیر فرار کرده است را تصحیح کند (چیک، ۲۰۰۵). در دهه ۱۹۸۰ متخصصین تغذیه گاوهای شیری دریافتند که پروتئین میکروبی نمی‌تواند تمام آمینواسیدهای مورد نیاز گاوهای شیری پر تولید را تأمین کند.اخیراً متخصصین تغذیه شروع به شناسایی و تعریف منابع پروتئین جدیدی کردند که بخشی از آن‌ها در شکمبه قابل تجزیه نیستند و فراهمی آمینواسیدهای قابل متابولیسم را برای حیوان افزایش می‌دهند (جایاواردنا، ۲۰۰۰). به همین خاطر استفاده از سیستم RUP-RDP رواج بیشتری یافت (چیک، ۲۰۰۵). در این حالت کیفیت

[1] True protein

پروتئین ورودی به روده باریک بسیار مهم است و فاکتور اثر گذار بر کیفیت پروتئین ، قابلیت هضم آن در دوره باریک است که به صورت ساختار آمینواسیدی آن پروتئین شناخته می‌شود (سانتوز و همکاران، ۱۹۹۸؛ کالسامیگلیا و همکاران، ۱۹۹۵). پروتئین جیره به دو بخش RUP وRDP تقسیم می‌شود. RDP از دو بخش TP وNPN تشکیل شده است. بخش TP به پپتیدها و آمینواسیدها تجزیه و سرانجام به آمونیاک تبدیل می‌شود که آمونیاک در سنتز پروتئین میکروبی بکار گرفته می‌شود. بخش NPN هم شامل نیتروژن موجود در DNA، RNA، آمونیاک ، آمینواسیدها و پپتیدهای کوچک می‌باشد که به همراه نیتروژن موجود در پپتیدها و آمنیواسیدها و آمونیاک در رشد میکروبی استفاده می‌شود.

۲-۳ پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (RUP)

پروتئین میکروبی، پروتئینی با کیفیت و بسیار عالی است. در حیوانات کم تولید احتیاجات پروتئین قابل متابولیسم می‌تواند از طریق پروتئین میکروبی تأمین شود، متأسفانه هنگامی که تولید افزایش می‌یابد (رشد سریع ، تولید پشم و شیر) پروتئین از طریق RDP به میزان کافی برای تأمین احتیاجات حیوانات پر تولید فراهم نمی‌شود. شکمبه در یک دوره شیرواری فقط پروتئین ۴۵۰۰ کیلوگرم شیر را می‌تواند از طریق پروتئین میکروبی تأمین کند؛ این در صورتی است که امروزه گاو های اصلاح نژاد شده در یک دوره شیرواری ۱۴ تن شیر تولید می‌کنند. بخش اعظم پروفایل آمینواسیدهای ورودی به روده باریک، مربوط به پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه است و سهم پروتئین غذا در این میان بسیار ناچیز است. استفاده از مکمل‌های پروتئینی می‌تواند پروفایل آمینواسیدی با منشأ پروتئین میکروبی را به پروفایل آمینواسیدی با منشاء مخلوطی از پروتئین جیره و پروتئین میکروبی تغییر دهد (مرچن و تیتجمیر، ۱۹۹۲).

از روش‌های استفاده از مکمل‌های پروتئین افزایش سطح پروتئین خام در جیره است که باعث افزایش آمینواسیدهای ورودی به شکمبه می‌شود. راه دوم استفاده از مکمل‌های پروتئینی تأمین کننده RUP در جیره است که باعث افزایش تعداد آمینواسیدهای رسیده به شیردان می‌شود. بنا بر این باید از منابع RUP استفاده گردد تا خلاء ایجاد شده بین آنچه که حیوان نیاز دارد و آنچه که پروتئین میکروبی تأمین می‌کند پر شود و کمبود جیره مکمل شده با پروتئین میکروبی با استفاده از منابع RUP رفع گردد (ریچاردل، ۲۰۰۴). منابع RUP به عنوان دومین منبع مهم آمینواسیدهای قابل جذب در حیوان مطرح هستند و استفاده از آن‌ها ممکن است سبب فراهمی آمینواسیدهای محدود کننده برای روده کوچک به صورت مستقیم گردد. این نوع از پروتئین در مقابل هضم میکروبی درون شکمبه از خود مقاومت نشان می‌دهد و به صورت دست نخورده وارد شیردان می‌شود (مرچن و تیتجمیر، ۱۹۹۲). مکمل‌های پروتئینی‌ای که به لحاظ RUP غنی هستند و عمدتاً در تغذیه نشخوار کنندگان استفاده می‌شوند عبارتند از: پودر ماهی، پودر پر، پودر خون، پودر گلوتن ذرت، پسمانده خشک دانه‌های صنایع تقطیری، سویای برشته شده و کنجاله سویای حرارت داده شده (سانتوز و همکاران، ۱۹۹۸). به خاطر مقاومت این منابع پروتئین در مقابل عمل تجزیه بخش اعظم پروفایل آمینواسیدی فراهم شده برای جذب را مکمل‌های RUP تشکیل می‌دهند.

توانایی غذاها در تأمین RUP با هم متفاوت است و کیفیت آن‌ها با توجه به قابلیت هضم و ترکیب آمینواسیدها تغییر می‌کند (استاللینگ، ۲۰۰۱). برخی منابع پروتئینی RUP در ترکیب آمینواسیدی خود دارای تفاوت‌های می‌باشند (مرچن و تیتجمیر، ۱۹۹۲). این منابع ممکن است سبب فراهمی و افزایش MP شوند اما در تأمین برخی از آمینواسیدها ناموفق هستند. به عنوان مثال پودر گوشت و استخوان یکی از منابع خوب RUP به شمار می‌آید اما به لحاظ متیونین که آمنیواسید محدود کننده رشد در نشخوار کنندگان است دارای کمبود می‌باشد (کلمسروده و همکاران، ۲۰۰۰).

پودر خون هم یکی از منابع عالی RUP شناخته می‌شود اما ممکن است به لحاظ آمنیواسیدهای گوگردی دچار کمبود باشد. بهرحال اضافه کردن پودر پر به جیره گوساله‌های در حال رشد سبب بهبود افزایش وزن روزانه و بازده پروتئین می‌گردد (گودکن، ۱۹۹۰).

فراهمی پروفایل آمینواسیدی برای جذب از روی پروفایل آمینواسیدی RUP تشخیص داده می‌شود. اگر RUP غیر قابل جذب باشد یا به لحاظ ترکیب آمینواسیدی ضعیف باشد ارزش کمتری برای حیوان دارد. مکمل کردن جیره نشخوار کنندگان با RUP می‌تواند جریان نیتروژن و آمینواسیدها را به روده باریک افزایش دهد (تِتجمیر و همکاران، ۱۹۸۹؛ زین و همکاران، ۱۹۸۱؛ بوهرت و همکاران، ۲۰۰۷)، در نتیجه باعث بهبود در رشد و بازده استفاده از نیتروژن می‌شود. همچنین استفاده از منابع RUP باعث بهبود عملکرد حیوان از طریق تغییر نسبت پروتئین به انرژی می‌گردد (گودکن و همکاران، ۱۹۹۰؛ استاک و همکاران، ۱۹۸۱؛ بوهرت و همکاران، ۲۰۰۲). با وجود اینکه تعداد بسیاری از محققان افزایش در عملکرد نشخوار کنندگان را با اضافه کردن منابع RUP مشاهده کردند ، تعداد زیادی هم با تغذیه RUP هیچ پاسخی دریافت نکرده‌اند. جریان نیتروژن به روده کوچک کاهش یافته و کاهش سنتز پروتئین میکروبی رخ داده است (لادن و همکاران، ۱۹۹۸؛ لورچ و برگر، ۱۹۸۳، پلگ و همکاران، ۱۹۸۳).

برای پاسخ به این سوال که چرا افزایش RUP بر جیره اثر معنی داری در آزمایشات این محققان ایجاد نکرده است دلایل بسیار زیادی وجود دارد. یک دلیل می‌تواند این باشد که در نوشتن سطوح واقعی RUP در منابع پروتئین از داده‌های منتشر شده استفاده گردیده است (تیتجمیر و همکاران، ۱۹۸۹؛ لاردی و همکاران، ۱۹۹۳؛ اراسموس و همکاران، ۱۹۸۸). همچنین در مقایسه با منابع RDP استفاده از مقادیر بسیار زیاد RUP می‌تواند باعث کاهش راندمان سنتز پروتئین میکروبی و جریان آمینواسیدها به روده باریک شود. (سه ساوه و همکاران، ۱۹۹۱؛ سیدون و همکاران، ۱۹۸۵). دلیل دیگر

ممکن است غلظت کمتر محصولات نهایی تجزیه پروتئین نظیر نیتروژن آمونیاکی، آمنیواسیدها و اسیدهای چرب فرار شاخه دار[1] باشد که ممکن است باعث کاهش سنتز پروتئین میکروبی هنگامی که جیره دارای سطوح بسیار زیاد پروتئین غیر قابل تجزیه می‌باشد گردد (سه ساوه و همکاران، ۱۹۹۳).

۲-٤ پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP)

پروتئین قابل تجزیه در شکمبه توسط میکرو ارگانیسم‌های شکمبه در هنگام تبدیل مواد غذایی به پروتئین میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. RDP می‌تواند به دو فرم NPN یا TP باشد. RDP تأمین کننده آمونیاک، آمینواسیدها و پپتیدها برای میکروب‌های شکمبه است. این ماده مغذی توسط میکروب‌ها برای حمایت و نگهداری از فرایند تخمیر میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کمبود RDP کاهش هضم کربوهیدرات‌ها ، VFA و کاهش در تولید پروتئین میکروبی را به دنبال خواهد داشت. این مسئله باعث کاهش عملکرد حیوان می‌گردد. اگر میزان RDP تغذیه شده پایین‌تر از احتیاجات برای حداکثر رشد میکروارگانیسم‌ها در شکمبه باشد این موضوع می‌تواند میزان تولید پروتئین میکروبی ، هضم شکمبه‌ای و فراهمی انرژی و پروتئین برای گاو را با افت رو به رو کند (استاکس و همکاران، ۱۹۹۱؛ کلارک و همکاران، ۱۹۹۲). بنابراین تعیین سطح RDP مورد نیاز به منظور بهینه کردن استفاده میکروب‌های شکمبه از نیتروژن اجازه کاهش سطح CP در جیره بدون کاهش در تولید شیر را به ما خواهد داد که متعاقب آن هزینه‌های تأمین غذا و دفع نیتروژن در محیط کاهش می‌یابد.

نشخوار کنندگان می‌توانند علاوه بر پروتئین جیره از منابع NPN هم استفاده کنند. بر اساس میزان و نرخ تجزیه در شکمبه، منابع NPN نظیر اوره و نمک‌های آمونیوم کاملاً در داخل شکمبه تجزیه

[1] Branch chain VFA

می‌شوند (NRC, 2001). جایگزینی پروتئین طبیعی با NPN سبب کاهش هزینه پروتئین جیره و افزایش پاسخ تولید می‌شود (اوونز و زین، ۱۹۹۳). در هنگام استفاده از NPN چندین نکته مهم را همیشه باید به خاطر داشت (اوونز و زین، ۱۹۹۳). اول ، منابع NPN فقط در تأمین آمونیاک برای باکتری‌های شکمبه مورد استفاده قرار می‌گیرند و مانند منابع پروتئین حیوانی و گیاهی در تأمین انرژی و مواد معدنی برای حیوان نقشی ندارند. دوم ، گاوهای شیری پر تولید از پروتئین طبیعی با راندمان بهتری نسبت به NPN استفاده می‌کنند زیرا احتیاجات پروتئینی گاو شیری در اوایل شیردهی در مقایسه با مقدار پروتئین تأمین شده از طریق میکروارگانیسم‌های شکمبه بیشتر است. سوم ، منابع NPN سریع‌تر و کامل‌تر نسبت به پروتئین طبیعی در شکمبه تجزیه می‌شود. اگر بخش اعظم RDP جیره توسط NPN تأمین شود، مقدار زیادی نیتروژن سریع الهضم در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرد و نیتروژن اضافی احتمال دارد شکمبه را به صورت آمونیاک ترک کند قبل از اینکه بتواند در ساخت و سنتز پروتئین میکروبی شرکت نماید. اما اگر بخش اعظم RDP توسط پروتئین‌های طبیعی تأمین شود پروتئین اضافی می‌تواند از تجزیه در شکمبه فرار یا عبور کند و در قسمت‌های پایین‌تر مورد استفاده قرار گیرد. چهارم ، استفاده از NPN تنها در اواسط یا اواخر دوره شیردهی توصیه می‌شود زمانی که احتیاجات پروتئینی حیوان در این زمان کمتر است.

خروجی شکمبه شامل نیتروژن آمونیاکی ، پروتئین تجزیه نشده (خوراکی یا اندوژنوس) و پروتئین میکروبی می‌باشد. هنگامی که RDP خوراک مازاد بر احتیاجات میکروارگانیسم‌های شکمبه باشد پروتئین به آمونیاک تجزیه می‌گردد، جذب می‌شود و در کبد به اوره متابولیزه و توسط ادرار دفع می‌شود. پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه بخش اعظم پروتئین ورودی به روده باریک را شامل می‌شود به طوری که ۵۰ تا ۸۰ درصد از کل پروتئین قابل جذب در روده باریک مربوط به پروتئین میکروبی می‌باشد (استورم و ارسکوف، ۱۹۸۳). میزان کل پروتئین میکروبی راه یافته به روده باریک