بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

بخش علوم دامی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته علوم دامی گرایش تغذیه دام

تاثیرسطوح متفاوت مصرف خوراک بر مقدار پروتئین میکروبی تولید شده در شکمبه گوسفندان نژاد کرمانی با استفاده از روش اندازه گیری میزان مشتقات بازهای پورینی

استاد راهنمای اول :

دکتر امید دیانی

استاد راهنمای دوم :

دکتر رضا طهماسبی

استاد مشاور :

دکتر امین خضری

مؤلف :

علی خطیبی بردسیری

شهریور ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش علوم دامی

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : علی خطیبی بردسیری

استاد راهنمای اول : دکتر امید دیانی

استاد راهنمای دوم : دکتر رضا طهماسبی

استاد مشاور : دکتر امین خضری

داور ۱ : دکتر محسن افشارمنش

داور۲ : دکتر محمد سالار معینی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر شهرام پورسیدی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

خانواده عزیزم که اندیشه های رشد و تعالی را در من شکوفا کردند و زمینه های آموزش را در اختیارم نهادند، آنان که صادقانه پرواز در بیکران سبز زندگی را به من آموختند. روح بلندشان یگانه ترجمان واقعی انسانیت است و وجود پاکشان بهانه ای برای زیستن و شکفتن. آنان که وجودشان برایم همه مهر و وجودم برایشان همه رنج بود، توانشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید شد تا روی سپید بمانم.

تمامی دانش پژوهان بزرگوار که تلاش شان را به کار بستند تا قدمی برای سربلندی دین و میهن عزیزشان بردارند. ولذا امیدوارم که این تحفه کوچک مثمر ثمر واقع شود.

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خداوند یکتا را که توفیق کسب علم و معرفت به من عطا فرمود. خداوند متعال را شاکرم که به من شایستگی علم آموزی نزد اساتیدی بزرگ را در طول زندگی ام عنایت نمود. زحمات فراوان اساتید راهنمای خوبم جناب آقایان دکتر رضا طهماسبی و دکتر امید دیانی مزید امتنان است. امیدوارم قدردان تلاش های جناب آقای دکتر امین خضری که مشاوره این پایان نامه و آقایان دکتر محسن افشارمنش و محمد سالارمعینی که زحمت داوری آن را پذیرفتند باشم. از همکاری اساتید بزرگوار آقایان دکتر اسماعیل زاده، دکتر اسدی، دکتر محمدآبادی، دکتر فرقانی و دیگر اساتید بخش علوم دامی و دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان صمیمانه تشکر می کنم. یاد و خاطره همراهی، همدلی و همفکری ها با دوستان خوب و عزیزم همیشه همراه این پایان نامه خواهد بود. از پرسنل آزمایشگاه تغذیه مرکز تحقیقات واحد کرمان، آزمایشگاه رازی کرمان و آزمایشگاه بیوشیمی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید باهنر کرمان که در انجام برخی آزمایشات مرا یاری نمودند، بسیار سپاسگزارم.

چکیده

یکی از مهمترین منابع تامین نیازهای پروتئینی در نشخوارکنندگان پروتئین میکروبی تولید شده در شکمبه است. در این تحقیق به بررسی تاثیر سطوح مختلف مصرف خوراک بر میزان تولید پروتئین میکروبی شکمبه ای با استفاده از روش تعیین دفع مشتقات پورینی در ادرار بره های نژاد کرمانی پرداخته شده است. به این منظور ۶ راس بره نر نژاد کرمانی در قالب طرح مربع لاتین مکرر در سه گروه تیمار با سطوح مختلف۱۰۵، ۸۵ و ۷۰ درصد از مصرف خوراک اختیاری، در سه دوره آزمایشی مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه های ادرار براساس روش جذب نوری در دستگاه اسپکتوفتومتری مورد آزمایش قرار گرفتند. اطلاعات در نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاهش سطح مصرف خوراک باعث کاهش میزان دفع آلانتوئین، کل مشتقات پورینی و در نهایت پروتئین میکروبی تولید شده در شکمبه شد. همچنین پارامترهای تعادل نیتروژن و شاخص PDC کاهش یافت، اما قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی افزایش پیدا کردند.

فهرست مطالب

عنوان		صفحه
چکیده		ه
فهرست جداول		و
فهرست شکل ها		ط
فهرست لغات		ی
فصل اول) مقدمه		۱
فصل دوم) بررسی منابع		۵
۲-۱	پروتئین	۶
۲-۲	اهمیت پروتئین و انواع پروتئین	۶
۲-۳	میکروب های شکمبه	۷
۲-۴	سنتز پروتئین میکروبی	۸
۲-۵	اندازه گیری میزان تولید پروتئین میکروبی	۱۱
۲-۶	قابلیت هضم و مورد استفاده قرار گرفتن پروتئین	۱۲
۲-۷	ارتباط بین مصرف خوراک و تولید پروتئین میکروبی	۱۳
۲-۸	اسیدهای نوکلئیک و مشتقات پورینی	۱۴
۲-۹	فواید و کاربردهای اندازه گیری مشتقات پورینی	۱۵
۲-۱۰	مشتقات پورینی	۱۶
۲-۱۰-۱	آلانتوئین	۱۸
۲-۱۰-۲	اسید اوریک	۱۹
۲-۱۰-۳	گزانتین و هیپوگزانتین	۲۰
۲-۱۱	تعیین دفع کراتینین	۲۰
۲-۱۲	تولید اوره	۲۱
۲-۱۳	ترشح کلیوی و غیر کلیوی مشتقات پورینی	۲۱
۲-۱۴	عوامل موثر بر دفع مشتقات پورینی	۲۲
۲-۱۵	تخمین نسبت نیتروژن پورینی به کل نیتروژن در میکروب های شکمبه	۲۳
۲-۱۶	روش های نمونه گیری برای اندازه گیری مشتقات پورینی	۲۳
۲-۱۷	فرآیند روش آنالیزی	۲۳
۲-۱۸	تفاوت بین حیوانات در دفع مشتقات پورینی	۲۴
۲-۱۹	مشتقات پورینی اگزوژنوس و آندوژنوس	۲۵
۲-۲۰	ارتباط بین دفع مشتقات پورینی شیر و ادرار	۲۶
۲-۲۱	فرضیات مربوط به مشتقات پورینی	۲۶

۲-۲۲	رابطه بین میزان مصرف خوراک و جریان خروجی از شکمبه	۲۷
۲-۲۳	رابطه بین مصرف خوراک و قابلیت هضم	۲۷
۲-۲۴	ب) رابطه بین مصرف خوراک و تولید مشتقات پورینی	۲۹
۲-۲۵	ج) ارتباط بین مصرف ماده آلی قابل هضم خوراک و دفع مشتقات پورینی	۳۰
۲-۲۶	رابطه بین جذب پورین و دفع مشتقات پورینی	۳۰
۲-۲۷	استفاده از میزان دفع مشتقات پورینی برای محاسبه عرضه پروتئین میکروبی	۳۲
۲-۲۸	ارزیابی تکنیک های کالریمتریکی برای استفاده های غیر مزرعه ای	۳۳
۲-۲۹	شاخص نیتروژن پورینی(PNI)	۳۳
۲-۳۰	شاخص نسبت مشتقات پورینی: کراتینین ″PDC″	۳۴
فصل سوم) مواد و روش ها		۳۵
فصل چهارم) نتایج و بحث		۴۲
۴-۱	ارتباط بین وزن بدن بره ها و میزان مصرف اختیاری ماده خشک	۴۳
۴-۲	اطلاعات مربوط به مصرف خوراک	۴۴
۴-۳	قابلیت هضم	۴۷
۴-۴	مصرف و تعادل نیتروژن	۵۰
۴-۵	ترکیبات موجود در ادرار	۵۴
۴-۶	ارتباط بین مصرف خوراک و میزان دفع مشتقات پورینی	۵۷
۴-۷	میزان جذب پورینی تخمین زده شده و عرضه نیتروژن میکروبی	۶۱
۴-۸	ارتباط بین ماده خشک و ماده آلی قابل هضم مصرفی و کل مشتقات پورینی	۶۳
۴-۹	شاخص نسبت مشتقات پورینی: کراتینین ”PDC“	۶۴
نتیجه گیری		۶۶
منابع و مآخذ		۶۸

فهرست جداول

شماره جدول	عنوان	صفحه
۲-۱	تولید پروتئین میکروبی (gr/MJ FME) بصورت تابعی از سطح خوراک دهی	۱۳
۳-۱	ترکیب شیمیایی و مواد خوراکی موجود در جیره	۳۸
۴-۱	ارتباط بین وزن بدن بره ها و میزان مصرف ماده خشک	۴۳
۴-۲	تغییر در مصرف اجزای خوراک و دفع ماده آلی مدفوع بره های نر نژاد کرمانی در سطوح مختلف مصرف خوراک	۴۴
۴-۳	ارتباط بین سطح مصرف خوراک و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی	۴۸
۴-۴	مصرف، دفع و تعادل روزانه نیتروژن	۵۰
۴-۵	تغییرات ناشی از سطوح مختلف خوراک در دفع کراتینین، اسید اوریک و اوره در ادرار	۵۴
۴-۶	دفع روزانه مشتقات پورینی بره های نر نژاد کرمانی در سطوح مختلف مصرف خوراک	۵۷
۴-۷	نسبت آلانتوئین، اسید اوریک و کراتینین به کل مشتقات پورینی	۶۱
۴-۸	میزان جذب پورین تخمین زده شده و عرضه نیتروژن میکروبی	۶۱
۴-۹	رابطه بین میزان مصرف خوراک و میزان شاخص PDC	۶۴

فهرست شکل ها و نمودارها

شماره شکل	عنوان	صفحه
۲-۱	مسیر هضم و متابولیسم نیتروژن پروتئین خام جیره ای	۱۰
۲-۲	جریان ترکیبات پورین از شکمبه به سوی روده ها و بازچرخ پورین های جذب شده و دفع محصولات نهایی اکسیداسیون در نشخوارکنندگان	۱۸
۲-۳	رابطه بین مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد فیبری در گوسفند	۲۸
۲-۴	رابطه بین مصرف ماده آلی قابل هضم و دفع کل مشتقات پورینی	۳۰
۲-۵	مدل رابطه کمّی بین جذب پورین و دفع مشتقات پورینی در ادرار	۳۱
۴-۱	رابطه بین وزن بدن و میزان مصرف خوراک و ماده خشک	۴۳
۴-۲	رابطه بین سطح مصرف خوراک و میزان مصرف ماده خشک	۴۵
۴-۳	رابطه بین مصرف خوراک و میزان مصرف روزانه انرژی قابل متابولیسم	۴۶
۴-۴	رابطه بین مصرف خوراک و میزان مصرف ماده آلی	۴۶
۴-۵	رابطه بین مصرف خوراک و میزان ماده آلی مدفوع	۴۷
۴-۶	رابطه بین مصرف خوراک و قابلیت هضم ظاهری کل خوراک	۴۹
۴-۷	رابطه بین مصرف خوراک و قابلیت هضم ماده آلی خوراک	۴۹
۴-۸	رابطه بین مصرف خوراک و میزان مصرف نیتروژن	۵۲
۴-۹	رابطه بین مصرف خوراک و میزان نیتروژن دفع شده از طریق مدفوع	۵۲
۴-۱۰	رابطه بین مصرف خوراک و ترشح نیتروژن در ادرار	۵۳
۴-۱۱	رابطه بین مصرف خوراک و تعادل نیتروژن	۵۴
۴-۱۲	رابطه بین مصرف خوراک و میزان دفع اوره ادرار	۵۵
۴-۱۳	رابطه بین مصرف خوراک و میزان دفع اسید اوریک ادرار	۵۶
۴-۱۴	رابطه بین مصرف خوراک و میزان دفع کراتینین ادرار	۵۶
۴-۱۵	رابطه بین مصرف خوراک و میزان دفع روزانه مشتقات پورینی در ادرار	۵۸
۴-۱۶	رابطه بین مصرف خوراک و میزان آلانتوئین دفعی روزانه در ادرار	۵۹
۴-۱۷	رابطه بین مصرف خوراک و میزان کراتینین دفعی روزانه در ادرار	۶۰
۴-۱۸	رابطه بین مصرف خوراک و میزان اسید اوریک دفعی روزانه در ادرار	۶۰
۴-۱۹	رابطه بین مصرف خوراک و میزان جذب پورین تخمین زده شده	۶۲
۴-۲۰	رابطه بین مصرف خوراک و میزان عرضه نیتروژن میکروبی	۶۲
۴-۲۱	رابطه بین مصرف ماده خشک قابل هضم و میزان دفع کل مشتقات پورینی	۶۳
۴-۲۲	رابطه بین ماده آلی مصرفی قابل هضم و میزان دفع مشتقات پورینی	۶۴
۴-۲۳	رابطه بین میزان مصرف خوراک و شاخص PDC	۶۵

فهرست لغات

مخفف	توضیح
ADIN	Acid –Detergent Insoluble
AEPA	2-Aminoethil Phosphoeic Acid
DAPA	2,6-Amino Pemelic Acid
DNA	Deoxyribonucleic Acid
DOMI	Digestible Organic Matter Intake
FME	Fermentable Metabolisable Protein
GFR	Glomerular Filtration Rate
MCP	Microbial Crude Protein
NFC	Non-Fiber Carbohydrate
NPN	Non –Protein Nitrogen
PD	Purine Derivatives
PDC	Purine Derivatives Creatinin
PNI	Purine Nitrogen Index
QDN	Quickly Degradable Nitrogen
RDP	Rumen Degradable Protein
RNA	Ribo-Nucleic Acid
SDN	Slowly Degradable Nitrogen
SDP	Slowly Degradable Protein
SEM	Standard Error Mean
TMR	Total Mixed Ration
UDN	Undegrable Dietary Nitrogen

فصل اول

مقدمه

مقدمه

در نشخوارکنندگان تخمین تولید روزانه پروتئین میکروبی شکمبه به منظور ارزیابی مقدار پروتئین جیره ضروری است. بهترین راهکار در بهبود تولید و حداکثر ساختن عملکرد و بازده استفاده از منابع خوراکی از طریق فراهم آوری شرایط بهینه رشد میکروب ها در شکمبه است و سپس می توان با مکمل سازی جیره، مواد مغذی را برای تکمیل و تنظیم تولیدات فرآیند هضم و تامین احتیاجات تامین کرد.

در حالی که در طی سالیان متمادی اهمیت پروتئین میکروبی برای نشخوارکنندگان به رسمیت شناخته شده ولی تعیین سهم پروتئین میکروبی در تامین احتیاجات تغذیه ای نشخوارکنندگان مشکل است. پروتئین میکروبی یک بخش مهمی از کل پروتئین مورد نیاز نشخوارکنندگان می باشد که وارد روده کوچک می شود[۳]. روش های متفاوتی برای اندازه گیری تولید پروتئین میکروبی استفاده می شود و این روش ها بر اساس ۱) روش های مستقیم و ۲) روش های غیر مستقیم است.

از جمله مشکلات روش مستقیم می توان به شرایط اجرایی دشوار، نیاز به حیوانات فیستوله گذاری شده و پرسنل متخصص اشاره کرد. در این روش برای اندازه گیری میزان تولید پروتئین میکروبی، از محتویات قسمت های مختلف دستگاه گوارش حیوان نمونه گیری انجام می دهند. سپس با اندازه گیری غلظت پروتئین و سایر ترکیبات(مثل ترکیبات معرف و نشانگرها) در محتویات دستگاه گوارش میزان تولید پروتئین میکروبی با استفاده از معادلات خاص محاسبه می شود.

در روش های غیر مستقیم به طور عمده از نشانگر ها استفاده می شود، که ممکن است نشانگرهای ایزوتوپی یا نشانگرهای داخلی باشد. در نشانگرهای ایزوتوپی از مواد یا عناصری استفاده می شود که منشا میکروبی و آندوژنوسی نداشته باشند. مثلا برای تعیین میزان تولید پروتئین میکروبی از عناصر نشانه گذاری شده همچون (^{35}S)، (^{15}N) و (^{32}P) استفاده می شود.

از جمله نشانگرهای داخلی نیز می توان به ۲و۶- دی آمینوپملیک اسید (DAPA)، ۲- آمینواتیل فسفوئیک اسید[1](AEPA)، پروفایل اسید آمینه، اسیدهای نوکلئیک DNA و RNA اشاره

[1] Amino Etil Phosphoic Acid (AEPA)

کرد که در این بین مشتقات بازهای پورینی[۲](PD) (آلانتوئین، اسید اوریک، گزانتین و هیپوگزانتین) متداول ترین روش برای تخمین پروتئین میکروبی است(چن[۳] و همکاران ۱۹۹۰). با توجه به اینکه در بین مشتقات بازهای پورینی ادرار، بیشترین غلظت مربوط به آلانتوئین است، لذا با اندازه گیری این ماده می توان تخمین بهتری از میزان تولید پروتئین میکروبی در شکمبه به دست آورد. این روش اگرچه نیازمند امکانات و وسایل خاص برای مطالعات قابلیت هضم و جمع آوری کامل ادرار در طول شبانه روز(مثل قفس های متابولیکی) است[۵۱] ولی دارای محاسن سهولت اجرای کار و هزینه های نسبتا کم آزمایشگاهی می باشد.

روش غیر مستقیم کم هزینه بوده و نیاز به حیوان دارای فیستوله و کانولا نمی باشد و لذا نرخ جریان مایعات شکمبه ای نیز اندازه گیری نمی شود.

ایده استفاده از ترکیبات پورینی میکروبی به عنوان نشانگر برای اندازه گیری توده زیستی میکروبی تولیدی در شکمبه برای اولین بار توسط زامنهوف و گریبوف[٤] در سال ۱۹۵۴ پیشنهاد شده است. چون میکروارگانیسم ها در مقایسه با سلول های گیاهان و پستانداران غلظت های بالایی از ترکیبات پورینی همچون RNA و DNA دارند و از طرفی چون پورین های با منشا جیره ای تحت فعالیت آنزیم های میکروبی در شکمبه تجزیه می شوند بنابراین غلظت بسیار ناچیزی از پورین ها در شیرابه هضمی خروجی از شکمبه وجود دارد. با آگاهی از میزان PD ترشح شده در ادرار، می توان مقدار پروتئین میکروبی را در حیوان میزبان تخمین زد[۴۲]. از جمله محاسن استفاده از روش دفع پورین ها، ساده بودن فرآیند اجرایی، هزینه نسبتا کمتر و قابلیت اجرایی در سطح مزرعه است، از سوی دیگر جهت اجرای آن به عمل جراحی نیازی نیست و اندازه گیری متابولیت های تولیدی در بسیاری از آزمایشگاه ها قابل اجرا است.

هدف نهایی از انجام آزمایشات تخمین میزان تولید پروتئین میکروبی در شکمبه، تهیه روش هایی است که توسط متخصصان علوم دامی به سرعت قابل استفاده باشد تا بتوانند مشکلات تغذیه ای که در نتیجه هضم ناکارآمد شکمبه ای، کمبودهای تغذیه ای باعث کاهش سطح عرضه پروتئین میکروبی در حیوان میزبان می شوند را شناسایی نموده و راهکارهای مناسب را در جهت

[2] Purine Derivatives
[3] Chen
[4] Zamenhof and Griboff

رفع نیازهای پروتئینی حیوان اعمال نمایند. به عنوان مثال برای مقایسه بین جیره های غذایی مختلف مورد استفاده قرار گرفته، و هماهنگی زیادی با دیگر روش های مورد استفاده برای اندازه گیری عملکرد میکروبی دارد[۳۵ و۴۲].

هدف از اجرای این تحقیق بررسی تاثیر سطوح مختلف مصرف خوراک بر میزان پروتئین میکروبی تولیدی در شکمبه با استفاده از روش اندازه گیری PD در ادرار دام ها می باشد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲.۱. پروتئین

لازم نیست تمام احتیاجات پروتئینی حیوانات نشخوارکننده از موادغذایی پروتئین دار تأمین شود، زیرا این حیوانات قادر هستند با استفاده از فرآیندهای تخمیر میکروبی شکمبه و مواد نیتروژن دار غیر پروتئینی[5] (NPN)، مواد پروتئینی بسازند. میکروارگانیسم های شکمبه نیتروژن موجود در موادغذایی نیتروژن دار غیرپروتئینی را به اسیدهای آمینه مورد نیاز خود تبدیل می کنند و این میکروارگانیسم ها در روده کوچک تجزیه شده و مورداستفاده حیوان قرار می گیرند. مقدار تولید پروتئین های میکروبی متغیر بوده و روزانه از ۹۰ تا ۲۳۰ گرم به ازای هر کیلوگرم ماده آلی هضم شده تعیین گردیده است[۹]. مقدار پروتئین ساخته شده در شکمبه به مقدار غذای مصرفی، قابلیت هضم مواد آلی، نوع و مقدار پروتئین خوراک و روش خوراک دهی بستگی دارد. اگر مقدار پروتئین بیش از مقدار نیاز حیوان باشد اثرات منفی در تولیدمثل دارد و نرخ آبستنی را کاهش می دهد. علت این امر کاهش غلظت پروژسترون پلاسما و وضعیت منفی انرژی بعلت بالا بودن نیتروژن اضافی است. موادخوراکی علاوه بر ترکیبات پروتئینی، حاوی مقادیر متغیری از ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی با وزن مولکولی پایین هستند این ترکیبات شامل پپتیدها، اسیدهای آمینه آزاد، اسیدهای نوکلئیک آمیدها، آمین ها و آمونیاک هستند. ترکیبات نیتروژن غیرپروتئینی معمولا بصورت نیتروژن باقی مانده در موقع فیلتر کردن بعد از رسوب پروتئین حقیقی با اسید تانگستیک یا اسید تری کلرواستیک معین می شوند[۲،۱۱، ۶۲].

۲.۲. اهمیت و انواع پروتئین

مهمترین محدودیت در تولید حیوانات در کشورهای در حال توسعه به دلیل سوء تغذیه در نتیجه منابع غذایی ناکافی و نامناسب است که باعث کاهش تولید، نرخ پایین باروری و تولید مثل به همراه افزایش احتمال بیماری ها و مرگ و میر می شود. همچنین منابع در دسترس تغذیه حیوانات محدود می باشد. بنابراین بهترین راهکار در بهبود تولید و بازده استفاده از منابع خوراکی از طریق فراهم آوری

[5] Non Protein Nitrigen

شرایط بهینه رشد میکروب ها در شکمبه است و در صورت نیاز می توان مواد مغذی را جهت اطمینان از تامین مواد مغذی مورد نیاز در جیره گنجاند[۱۱و ۴۲].

نیاز پروتئینی حیوان نشخوارکننده را می توان به دو بخش عمده تقسیم نمود:

الف) میکروب های شکمبه برای حفظ هضم کارآمد کربوهیدرات ها و فیبر در شکمبه به آمونیاک یا محصولات دیگر حاصل از تجزیه پروتئین نیاز دارند.

ب) بافت های حیوانی نیازمند یک منبع اسیدآمینه ای از پروتئن میکروبی شکمبه و یا برخی از منابع پروتئینی دیگر هستند.

پروتئین خام موجود در خوراک به دوشکل است:

۱)پروتئین خام قابل تجزیه در شکمبه : قسمتی از پروتئین خام است که در شکمبه تجزیه شده و برای تولید پروتئین میکروبی مورداستفاده واقع می شود.

۲)پروتئین خام غیرقابل تجزیه در شکمبه: قسمتی از پروتئین خام است که در شکمبه تجزیه نشده و لذا ممکن است در روده حیوان مورد هضم و جذب قرار گرفته و یا از طریق مدفوع دفع گردد.

معمولا پروتئین های کند تجزیه شونده[۶](SDP) به مصرف میکروب های شکمبه می رسد و بعد به پروتئین خام میکروبی[۷](MCP) تبدیل می شود البته این درصورتی است که با مصرف خوراک مقدار کافی انرژی متابولیسمی تخمیرشدنی [۸](FME) در ا ختیار میکروارگانیسم ها قرار بگیرد[۹]. در دسترس بودن ترکیبات هیدروکربنی برای سنتز پروتئین از مواد نیتروژن دار غیرپروتئینی مورداحتیاج است[۳، ۴ و ۱۱].

اگر جیره توانایی تامین مقادیر کافی انرژی قابل متابولیسم را برای مصرف و تکثیر میکروارگانیسم های شکمبه داشته باشد، کارایی مصرف پروتئین تجزیه پذیر بیشتر می شود. چنانچه مقدار پروتئین تجزیه پذیر بسیار زیاد باشد، تمام پروتئین مصرف نشده و بصورت آلوده کننده درمی آید و اگر مقدار آن بسیار کم باشد، مقدار کمی پروتئین میکروبی ساخته می شود[۱].

[6] Slowly Degradable Protein
[7] Microbial Crude Protein
[8] Fermentable Metabolisable Energy

۲.۳. میکروب های شکمبه

سلول های میکروبی که از تجزیه شکمبه ای کربوهیدرات ها در شرایط بی هوازی برای تغذیه استفاده می کنند، مهمترین منبع پروتئین برای نشخوارکنندگان هستند و اکثر اسیدهای آمینه مورد نیاز حیوان میزبان جهت نیازهای نگهداری، رشد و تولید را فراهم می کنند. پروتئین میکروبی شامل پیکره باکتری ها، پرتوزوآ و قارچ های شکمبه است که به روده کوچک وارد می شوند. در نشخوارکنندگانی که تنها از علوفه استفاده می کنند میکروارگانیسم های شکمبه عملا تنها منبع پروتئین هستند. بنابراین آگاهی از سهم میکروبی در تغذیه نشخوارکنندگان به دلیل اهمیت در تدوین فرآیندهای در حال رشد مکمل سازی خوراک در بهبود تولید نشخوارکنندگان ضروری است[۴۲].

باکتری ها بیشترین بخش پروتئین میکروبی ترک کننده شکمبه را تأمین می کنند و می توانند از کربوهیدرات ها به عنوان منبع انرژی استفاده کرده و اسکلت کربنی آن ها را در ترکیب با آمونیاک برای سنتز پروتئین مصرف کنند. سنتز پروتئین میکروبی با تأمین مقادیر کافی از کربوهیدرات ها به عنوان منبع انرژی برای سنتز باندهای پپتیدی وابسته است.

پروتوزوآها حدود ۴۰ درصد توده زیستی میکروبی شکمبه را تشکیل می دهند، و در هضم پروتئین ها و کربوهیدرات ها مستقیماً در گیر هستند و همچنین قادرند کربوهیدرات های فیبری و غیر فیبری را هضم کنند. اما به علت اندازه بزرگ شان قسمت قابل توجهی از کل توده زیستی میکروبی در شکمبه را تشکیل می دهند(معمولا کمتر از ۱۰ درصد ولی بعضی اوقات تا ۵۰ درصد هم می رسد)[۶]. مطالب خیلی کمی در مورد پیچیدگی های فعالیت قارچ ها در کاتابولیسم پروتئین شکمبه ای شناخته شده است. هم اکنون، قارچ های غیر هوازی به دلیل غلظت پایین شان در مواد هضمی شکمبه ای($۱۰^{۴}$ -$۱۰^{۳}$در هر میلی لیتر)، اینطور برداشت می شود که اثرات جزئی بر هضم پروتئین شکمبه ای داشته باشند[۱۱].

۲.۴. سنتز پروتئین میکروبی

شکمبه محیط پیچیده ای است که دارای گونه های مختلف میکروبی می باشد که هر کدام از آن ها نیازهای غذایی و متابولیسم متفاوتی دارند. بنابراین توجه به نیازهای غذایی میکروارگانیسم های شکمبه برای هضم و متابولیسم نیتروژن لازم است.

علاوه بر میزان مواد غذایی، قابل دسترس بودن آن ها نیز مهم است و برعکس زمانی که سرعت تخمیر کربوهیدرات ها بیشتر از سرعت هضم پروتئین شود سنتز پروتئین میکروبی کاهش می یابد(نک و راسل، ۱۹۸۸).

با توجه به اینکه باکتری ها ۸۰ درصد پپتیدهای مورد نیاز خود را به پروتئین میکروبی تبدیل می کنند (راسل و همکاران، ۱۹۸۳) و باکتری های تخمیر کننده ی کربوهیدرات های غیر فیبری از نیتروژن قابل دسترس برای ساخت پپتیدها استفاده می کنند، بنابراین می توان نتیجه گرفت برای سنتز حداکثر پروتئین میکروبی به ۱/۲ گرم نیتروژن پپتیدی به ازاء هر کیلوگرم ماده آلی تخمیر شده در شکمبه نیاز دارند. نشان داده شده که نیتروژن و کربن های حاصل از اسیدهای آمینه در نشخوارکنندگان مورد استفاده میکروارگانیسم ها قرار می گیرد و به طور کلی آن ها نیاز مطلق به هراسید آمینه ندارند (آتاسوگلا و همکاران[۹]، ۲۰۰۴).

اگرچه بعضی از پروتئین ها غیرقابل هضم هستند ولی اکثر مواد پروتئینی جیره غذایی در شکمبه - نگاری توسط میکروب ها به اسیدهای آمینه و ترکیبات نیتروژن دار ساده به ویژه آمونیاک تجزیه می شوند. اگر سرعت آزاد شدن آمونیاک آهسته باشد و سایر مواد مورد نیاز نیز قابل دسترس باشند بیشتر آمونیاک آزاد شده توسط میکروب ها در سنتز اسیدهای آمینه و پروتئین ها برای تولید پیکره خود آن ها مورد استفاده قرار می گیرد. آمونیاک منبع عمده نیتروژن محلول برای سنتز پروتئین توسط میکروب های شکمبه می باشد[۶ و ۱۱].

بطور متوسط ۶۵ درصد از وزن خشک میکروب های شکمبه را پروتئین ها تشکیل می دهد، اما این نسبت دارای نوسان قابل توجهی است [۱۱]. این پروتئین ها حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری می باشند. این میکروب ها در حین عبور از شیردان و روده کوچک هضم شده و موادمغذی آن ها از جمله اسیدهای آمینه، جذب شده و مورد استفاده قرار می گیرند.

با توجه به مطالب فوق و شکل ۱-۲ ملاحظه می شود که پروتئین خام میکروبی که بوسیله باکتری ها و پروتوزوآها تأمین می شود حاوی ۸۰ درصد پروتئین حقیقی است و ۲۰ درصد پروتئین خام میکروبی باقیمانده از اسیدهای نوکلئیک فراهم می شود، لذا فرض می شود پروتئین حقیقی موجود در MCP، ۸۰ درصد قابل هضم باشد[5 و۱۱].

[9] Atasogla et al.