معیارهای جدید احتیاجات پروتئین در تغذیه نشخوارکنندگان

مهندس حسن فضائلی
کارشناس‌ارشد موسسه تحقیقات دامپروری کشور

چکیده

با پیشرفت علم و تکنولوژی تغذیه دام، پروتئین بعنوان یک ماده مغذی بسیار مهم شناخته شد. تا چندی قبل معیار مورد استفاده در محاسبات پروتئین بر مبنای ازت و به صورت پروتئین خام یا پروتئین قابل هضم بیان می‌گردید اما برای حیوانات نشخوارکنندهٔ پر تولید بسیار نارسا بود. از سال ۱۹۷۳ به بعد، در اروپا و آمریکا تلاش‌ها و تحقیقاتی بمنظور اصلاح معیارهای مذکور آغاز گردید که در سال ۱۹۸۷ منتج به معرفی سیستم جدیدی تحت عنوان "پروتئین خام قابل هضم حقیقی در روده کوچک"[1] (PDI) گردید. این سیستم خود مستلزم شناخت معیارهای جدیدی بنام "پروتئین قابل تجزیه در شکمبه"[2] (RDP) و "پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه"[3] (UIP) و "پروتئین میکروبی قابل هضم در روده کوچک"[4] (PDIM) می‌باشد.

در سیستم‌های جدید، محاسبه و تأمین احتیاجات حیوانات نشخوارکننده بر مبنای پروتئین خام[5] (CP) کفایت نمی‌کند و بخش پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (UIP) بایستی الزاماً از پروتئین حقیقی باشد. لذا، معیار مصرف مواد ازته غیر پروتئینی (مثل اوره) نیز بسته به سطح تولید، مصرف انرژی روزانه، غلظت انرژی جیره و تجزیه‌پذیری پروتئین جیره تغییر خواهد کرد که در این مقاله روش‌های مذکور مورد بحث قرار می‌گیرد.

مقدمه

در پی شناخت اجزاء مغذی نیاز دامها و همچنین ترکیبات شیمیائی مواد خوراکی، پروتئین یکی از مواد بسیار مهم و تعیین کننده شناخته شد. امروزه محصولات دامی اغلب تحت عنوان خوراک‌های پروتئینی در تغذیه انسان مطرح می‌گردند که این خود نشان دهنده اهمیت این ماده مغذی در فرآورده‌های حیوانی می‌باشد. بدیهی است وقتی بخش عمده‌ای از محصول تولیدی حیوان را پروتئین تشکیل دهد، می‌بایستی مواد اولیه لازم برای سنتز و تولید آن در بدن دام (بعنوان کارخانه پروتئین‌سازی) فراهم گردد. لذا تعیین احتیاجات پروتئینی و تامین آن برای دامها و از جمله نشخوارکنندگان بخش مهمی از علم و عمل تغذیه دام را شامل می‌گردد.

پروتئینی که همراه غذا وارد بدن حیوانات می‌گردد طی عبور از کانال گوارش، تحت فرآیند هضم و جذب قرار گرفته و در مرحله اول، ساختمان آن بهم می‌ریزد و در مرحله دوم، بازسازی یا سنتز می‌گردد. از آنجائیکه دستگاه گوارش حیوانات نشخوارکننده تفاوت عمده‌ای با تک معده‌ای‌ها دارد و میکروارگانیزم‌های شکمبه بر روی پروتئین غذا اعمال زیادی انجام می‌دهند و بخش مهمی از آن را به کلی تجزیه نموده و ازت آنرا به آمونیاک تبدیل می‌کنند، لذا معیار پروتئین در تغذیه نشخوارکنندگان نسبت به تک معده‌ای‌ها تفاوت‌های عمده‌ای دارد.

تبدیل و تبادل پروتئین خام توسط باکتریهای شکمبه و تولید ازت و چرخش آن از یک طرف و کمبود دانش و اطلاعات مربوط به اکوسیستم شکمبه و متابولیسم پروتئین از طرف دیگر سبب گردیده بود تا در گذشته، معیار پروتئین خام، مورد استفاده قرار بگیرد. این معیار با توجه به ضریب متوسط ازت در ساختمان پروتئین‌های حقیقی با اندازه گیری ازت خام و ضرب کردن در عدد ۶/۲۵ محاسبه می‌گردد که معیار مناسبی نیست بنابراین دستیابی به سیستمهای جدید امری ضروری به نظر می‌رسد.

تاریخچه

با پیشرفت علوم دامی و ایجاد گله‌های اصلاح شدهٔ پر تولید، نظیر گاوهای شیری و گوشتی، سیستم پروتئین خام جوابگوی تأمین احتیاجات نبوده و ضرورت پیشرفتهائی در این زمینه محسوس گردید. پروتئین خام قابل هضم[6] (DCP) قدم پیشرفته‌تری نسبت به پروتئین خام (CP) محسوب می‌گردید که مدتی مورد بحث و کاربرد قرار گرفت اما سبب بهبود قابل توجهی در معیار پروتئین نگردید، لذا چندان رایج نشد زیرا از مابه‌التفاوت پروتئین خام جیره غذائی و پروتئین خام مدفوع محاسبه می‌گردد:

(DCP) پروتئین خام قابل هضم = پروتئین خام مدفوع - (CP) پروتئین خام خوراک

حال آنکه در این فاصله عوامل بیولوژیکی و اکولوژیکی زیادی دخالت دارد که مهمترین آنها تجزیه پروتئین غذا توسط باکتریها و سنتز مجدد پروتئین در بدن آنها می‌باشد که در مراحل بعدی مورد استفاده حیوان میزبان قرار می‌گیرد.

البته مدتی در جیره‌های تجاری DCP و همچنین CP مورد استفاده قرار گرفت اما این معیارها اغلب موارد نارسا بوده است که به مواردی از آن در زیر اشاره می‌گردد (۷، ۵).

۱- برای دامهای پر تولید (مثل گاوهای شیری،...) که بخواهیم از حداکثر توان تولیدی آنها استفاده کنیم.

۲- برای خوراک‌هائی که تجزیه‌پذیری پروتئین و یا ازت آنها در شکمبه بالا باشد مثل: شبدر، یونجه، سیلوی ذرت، جو، یولاف، گندم، سویا، کنجاله سویا و ...

لذا در سال ۱۹۷۳ Miller از انگلستان و در ۱۹۷۴ Burroughs از آمریکا تغییر و اصلاح معیار پروتئین در تغذیه نشخوارکنندگان را پیشنهاد نمودند. سپس در کشورهائی نظیر انگلستان (مشاور تحقیقات کشاورزی =ARC) و مؤسسه تحقیقات ملی در فرانسه (INRA) طی ۸۴-۱۹۸۰ تلاشهائی در این زمینه صورت گرفت و از آن پس کشورهای اسکاندیناوی، آلمان، سوئد و مشاور تحقیقاتی کشاورزی آمریکا (NRC) وارد این مقوله شدند (۷).

در سال ۱۹۸۷ معیار یا «سیستم پروتئین قابل هضم واقعی در روده کوچک» (PDI) وارد جداول استاندارد غذائی شد که پس از انجام اصلاحاتی بر روی روشهای اندازه گیری آن امروزه در بعضی کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

محاسبه بازده منابع ازت در تولید پروتئین قابل هضم واقعی در روده کوچک (PDI)

UDP[7] = بخشی از پروتئین خام جیره غذائی که در شکمبه تجزیه نمی‌گردد.

PDIM = پروتئین میکروبی که در شکمبه سنتز گردیده است و در روده هضم می‌گردد.

جهت محاسبه PDI یا پروتئین قابل هضم در روده کوچک از مواد مغذی خوراک‌ها بشرح زیر استفاده می‌گردد:

۱- پروتئین خام (CP) که با روش کجلدال قابل اندازه گیری می‌باشد.

۲- درصد تجزیه‌پذیری پروتئین خام در شکمبه (RDP)[8] که با روش‌های In sacco[9] برروی حیوان زنده و یا هضم در مواد بافری اندازه گیری می‌شود (۲، ۷).

۳- غلظت مواد آلی قابل تخمیر خوراک[10] (FOM) که از فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$FOM = DOM^{11} - (EE^{12} + UDP + SFP^{13})$$

۴- قابلیت هضم واقعی پروتئین تجزیه ناپذیر (در شکمبه) خوراک در روده کوچک.

DOM = ماده آلی قابل هضم، EE = چربی خام
SFP = مواد حاصل از تخمیر سیلو (برای علوفه‌های سیلو شده).

پروتئین قابل تجزیه = ضریب تجزیه‌پذیری × پروتئین خام خوراک

پروتئین غیر قابل تجزیه = پروتئین قابل تجزیه - پروتئین خام خوراک

مواد آلی قابل تخمیر خوراک Kg/(g)۱۴۵ = پروتئین قابل هضم در روده کوچک (PDI)

ماده آلی قابل هضم خوراک Kg/(g)۲۰/۲ = پروتئین قابل هضم در روده کوچک (PDI)

بازده مطلوب از: ظرفیت سنتز پروتئینی میکروبی شکمبه و ظرفیت هضمی پروتئین در روده کوچک در گرو توازن‌به صورتهای ذیل است:

۱) پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (پروتئین حقیقی + NPN[۱۴])

۲) پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (پروتئین حقیقی)

۳) انرژی قابل استفاده برای سنتز میکروبی و هضم

۴) سایر مواد مغذی

چنانچه مجموع مقدار ازت (ماحصل تجزیه پروتئین + NPN) از ظرفیت بیوسنتز میکروبی شکمبه تجاوز نکند، بازدهی ازت در سنتز میکروبی به ۹۰ درصد خواهد رسید ولی اگر مقدار و یا درصد پروتئین قابل تجزیه جیره غذائی (RDP) بیشتر باشد و یا اینکه انرژی و سایر مواد مغذی مورد نیاز میکروبها نامتوازن باشد چنین بازدهی حاصل نخواهد شد. قابل ذکر است که بازدهی منابع ازته غیر پروتئینی (NPN) مثل اوره حداقل ۲۰ درصد کمتر است زیرا:

اولاً سرعت تجزیه‌پذیری اوره زیاد است در حالیه سرعت جذب NH_3 ناشی از اوره توسط باکتریهای شکمبه کمتر می‌باشد.

ثانیاً تمام انواع باکتریها از NH_3 استفاده نمی‌کنند بلکه بعضاً از پپتیدها و اسیدهای آمینه (ماحصل تجزیه پروتئین‌های حقیقی جیره) استفاده می‌کنند.

بنابراین در سیستم پروتئین قابل هضم واقعی در روده کوچک (PDI) هنر مدیریت تغذیه دام این است که جهت تأمین احتیاجات ازته میکروب‌ها مقدار پروتئین تجزیه‌پذیر در شکمبه (RDP) را تنظیم کند. برای این منظور می‌توان از معادله زیر استفاده نمود.

$$\text{مقدار مواد ازته غیر پروتئینی قابل مصرف در جیره} = \frac{IAPE^{15}-IAPN^{16}}{IAPN}$$

IAPN گرم ۱/۴۷ = هر گرم اوره

همچنین با توازن بخش غیر قابل تجزیه پروتئین در شکمبه (UDP) می‌توان از توان هضم و جذب معده و روده کوچک برروی پروتئین استفاده نمود.

IAPE = پروتئین قابل جذب در روده بر مبنای انرژی جیره.

IAPN = پروتئین قابل جذب در روده بر مبنای ازت جیره.

نقش منابع ازته غیر پروتئینی در سیستم‌های جدید

باکتریهای شکمبه بسته به نوع آنها از منابع ازته به اشکال متفاوت زیر استفاده می‌کنند:

۱- جذب ازت به صورت آمونیاک (NH_3) که طبق تحقیقات انجام شده حدود ۶۰ درصد از ازت مورد استفاده میکروب‌های شکمبه را شامل می‌گردد (۸، ۳). ۲- اسیدهای آمینه. ۳- پپتیدهای زنجیره کوتاه.

باتوجه به مطالب قبلی، پروتئین قابل هضم و جذب در روده کوچک از دو منبع اصلی تامین می‌گردد که عبارتند از: پروتئین غذا (پروتئین حقیقی)، پروتئین میکروبی.

بنابراین سیستم شکمبه امکان تامین بخش پروتئین میکروبی را فراهم می‌سازد و چون قسمت قابل توجهی از منبع ازته مورد نیاز میکروبها به صورت آمونیاک قابل استفاده می‌باشد،پس در اینجا زمینه مصرف منابع ازته غیر پروتئینی (مثل اوره و...) فراهم می‌گردد. اما از آنجائیکه عوامل متعددی چنانچه غلظت ازت اوره در شیره واژن از ۴۰ mg/100 ml تجاوز نماید عمل آبستنی به کلی انجام نخواهد گرفت. برای تحقق برای مذکور لازم است عوامل موثر در هضم و سنتز پروتئین را بخوبی شناسائی نمود که عبارتنداز:

نوع مواد خوراکی و ترکیبات شیمیائی آنها، قابلیت هضم، سرعت هضم، غلظت و مقدار کربوهیدارتهای محلول، غلظت انرژی، مواد معدنی، پروتئین خام و ترکیبات آن و درصد NPN آن، نسبت علوفه به کنسانتره در جیره غذائی، محیط فیزیکو - شیمیایی شکمبه، جمعیت و کارایی میکروارگانیزم‌ها، قدرت اوره پذیری مواد خوراکی و

جدول شماره ۱- رابطه غلظت آمونیاک در شکمبه و غلظت اوره در خون با درصد آبستنی و فاصله زایمان در گاو شیری

غلظت آمونیاک در شکمبه (mg/100ml)	غلظت اوره در خون (Mg/100 ml)	آبستنی	فاصله زایمان تا آبستنی
۸/۶	۸/۴	۶۹	۸۴
۱۰	۸/۸	۶۹	۸۴
۱۷/۳	۱۵/۴	۴۴	۱۰۲

جدول شماره ۲

احتیاجات	کل ماده خشک قابل مصرف (Kg)	مقدار TDN (Kg)	مقدار CP (g)	مقدار UIP (g)	مقدار DIP (g)	مقدار NEL (Mcal)
نگهداری +		۴/۵۱	۴۲۸			۱۰/۳
تولید شیر		۸/۰۵	۲۲۵۰			۱۸/۵
جمع احتیاجات	۲۰	۱۲/۵۶	۲۶۷۸	۱۰۰۵	۱۶۷۰	۲۸/۸

جدول شماره ۳

نوع خوراک	مقدار ماده خشک (Kg)	TDN (Kg)	CP (g)	UIP (g)	DIP (g)	NEL (Mcal)
یونجه خشک	۵	۳	۷۷۵	۲۱۷	۵۵۸	۶/۷۵
ذرت سیلوئی	۵	۳/۵	۴۰۵	۲۷۹/۵	۱۲۵/۵	۸
تفاله چغندر	۲	۱/۵۶	۱۹۴	۸۷	۱۰۷	۳/۵۸
دانه جو	۲/۵	۲/۱۵	۲۷۰	۷۳	۱۹۷	۴/۸۵
سبوس گندم	۲	۱/۴۶	۳۲۰	۹۳	۲۲۷	۳/۲
کنجاله تخم پنبه	۱/۴	۱/۰۵	۳۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۲/۴
جمع	۱۷/۹	۱۲/۷۲	۲۳۱۴	۸۹۹/۵	۱۴۱۴/۵	۲۸/۷۸
احتیاجات	۲۰	۱۲/۵۶	۲۶۷۸	۱۰۰۵	۱۶۷۰	۲۸/۸
بیلان	-۲/۱	+۰/۱۶	-۳۶۴	۱۰۵/۵	-۲۵۵/۵	-۰/۰۲

در کارایی سنتز پروتئین در شکمبه موثر می‌باشند لازم است موارد زیر مورد توجه قرار بگیرد.

۱- تمهیداتی بکار گرفته شود تا میزان مواد ازته غیر پروتئینی برای کارائی مطلوب میکروبها تعیین و مورد استفاده قرار بگیرد. ۲- اززیان های احتمالی مثل مسمومیت های پنهانی، کاهش تولید پنهانی و غیره جلوگیری به عمل آید. ۳- بالا رفتن غلظت آمونیاک و اوره در خون و در شیره واژن، سبب کاهش باروری در گاوهای شیری نگردد. با استناد به گزارش Formal و همکاران (۱۹۸۱) در رابطه با غلظت آمونیاک در شکمبه، غلظت اوره در خون و اثرات آنها بر آبستنی در گاوهای شیری جدول ۱ ارائه می‌گردد:

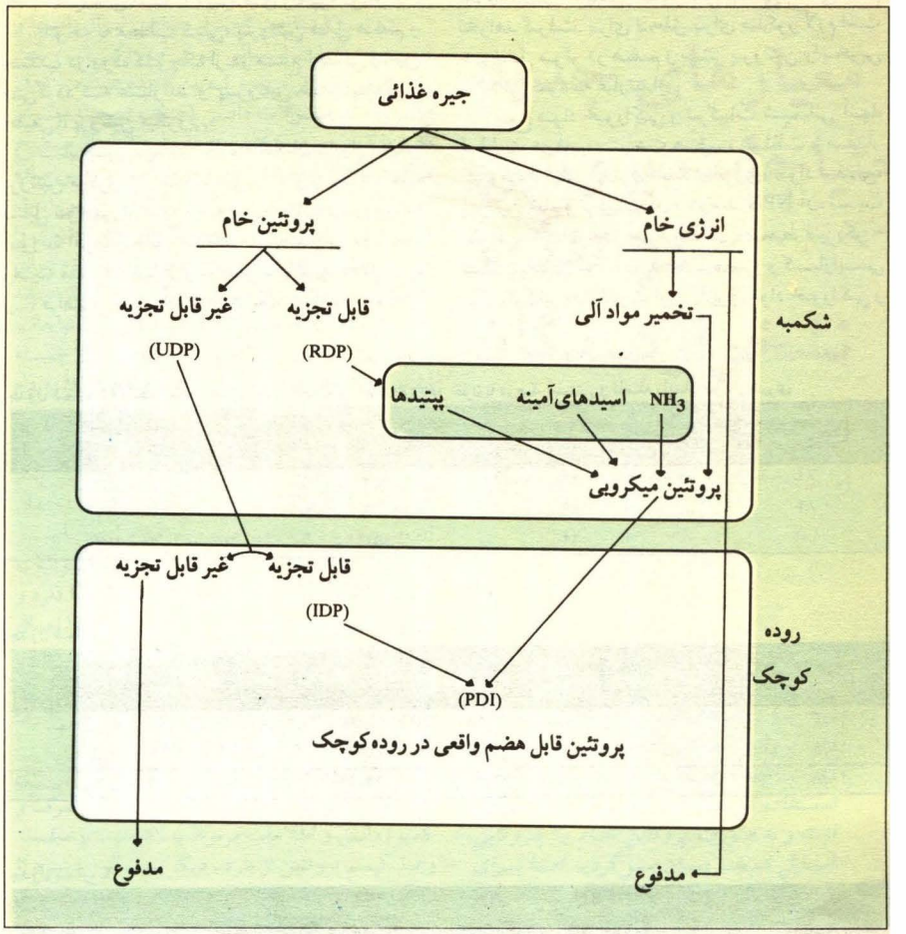
جیره غذائی = (Urea Fermentation Potential UFP) سطح تولید حیوان، نوع حیوان نشخوار کننده و مرحله زیستی آن.

در این مقاله فرصت بحث در باره عوامل مذکور میسر نمی‌باشد لیکن بعضی از عوامل را به طور اختصار از نظر می‌گذرانیم.

رابطه انرژی با مواد ازته غیرپروتئینی و تولید پروتئین‌میکروبی در شکمبه:

برای هضم پروتئین و سنتز میکروبی نیاز به مصرف انرژی می‌باشد. این انرژی از هضم و تخمیر

الگوی تجزیه و تبدیل پروتئین در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان



کربوهیدراتها و اندکی نیز از اسیدهای آمینه (حاصل از پروتئین‌های حقیقی) تأمین می‌گردد. معیار NPN و RDP را بر حسب ازت می‌توان محاسبه نمود و انرژی را نیز می‌توان بر حسب معیارهای زیر در نظر گرفت.

الف- مواد آلی قابل تخمیر جیره

(Fermentable Organic Matter= FOM)

FOM = DOM- (EE+ UDP+ F.S.P.)

مثلاً چنانچه سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه یک گاو شیری ۱۵۰۰ گرم باشد.

(کیلوگرم) FOM مورد نیاز

۱۵۰۰ ÷ ۱۴۵ g(MP/Kg FOM)= ۱۰/۳۴۵ →

اگر ضریب بازدهی RDP در شکمبه ۰/۸ باشد،

گرم پروتئین خام مورد نیاز به صورت (RDP)

۱۵۰۰ ÷ ۰/۸ = ۱۸۷۵ →

گرم FOM به ازاء هر گرم

۱۰/۳۴۵ × ۱۰۰۰ ÷ ۱۸۷۵ = ۵/۵۲ → RDP

ب- مجموع مواد مغذی قابل هضم[17] (TDN)، مقدار پروتئین میکروبی ورودی به شیردان حدود ۱۰/۴ درصد TDN مصرف شده (توسط حیوان در روز) می‌باشد، بنابراین چنانچه پروتئین میکروبی ورودی به شیردان ۱۵۰۰ گرم باشد:

TDN ۱۴/۴۲Kg = ۱۰۰۰ ÷ ۱۴۴۲۳ = $\frac{۱۰/۴}{۱۰۰}$ ÷ ۱۵۰۰

۷/۶۹ = ۱۸۷۵ ÷ ۱۴۴۲۳ و ۱۸۷۵ = $\frac{۱۸}{۱۰۰}$ ÷ ۱۵۰۰

TDN/RDP شکل دیگری از رابطه تولید پروتئین با کتریایی با انرژی (TDN) در گاو شیری را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

(BCP)= پروتئین با کتریائی (بر حسب گرم)

$۱۸۶/۲۵(-۳۱/۸۶ \pm ۱۰/۷۴ + ۲۶/۱۲ \pm ۱/۳TDN$

R^2 = ۰/۷۷

ج- انرژی خالص[19] (NEL) در گاو شیری (در رابطه با پروتئین میکروبی) که از معادله زیر قابل محاسبه می‌باشد:

BCP=۶/۲۵(-۳۰/۹۳ ± ۱۰/۶۹ + ۱۱/۴۵ ± ۰/۵۷NEL)

پروتئین با کتریایی (گرم) و در مواردی کاربرد دارد که احتیاجات NEL سه برابر سطح نگهداری (نگهداری + تولیدشیر + ...) باشد.

رابطه مواد ازته قابل تجزیه در شکمبه (RDP) با نسبت علوفه وکنسانتره در جیره

با توجه به تفاوت‌های مربوط به ضرایب هضمی و تخمیری، سرعت هضم، حالت فیزیکی وغیره که بین کنسانتره‌ها و علوفه‌ها وجود دارد نسبت "علوفه : کنسانتره" در جیره غذایی، بازدهی تبدیل NPN و بطور کلی RDP (در سنتز پروتئین میکروبی) را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هرگاه سهم علوفه خشبی کمتر از ۴۰٪ کل جیره گاو را تشکیل بدهد از فرمول زیر برای محاسبه روابط مزبور می‌توان استفاده نمود:

(BCP) = ۶/۲۵TDN پروتئین با کتریائی (گرم)

$(۸/۶۳ \pm ۱/۶۷ + ۱۴/۶ \pm ۲/۸FI - ۵/۱۸ \pm ۱/۳۷(FI)^2$

$+ ۰/۵۹ \pm ۰/۸CI \qquad R^2 = ۰/۹۶$

CI = مقدار کنسانتره مصرفی به ازاء هر یکصد کیلوگرم وزن زنده (بر اساس ماده خشک)

FI = مقدار علوفه مصرفی به ازاء هر یکصد کیلوگرم وزن زنده (بر اساس ماده خشک)

رابطه سرعت تجزیه پذیری RDP با مصرف NPN در جیره نشخوارکنندگان

یکی از عوامل موثر در کارایی با کتریها، نسبت مصرف ازت حاصل از تجزیه RDP، تراکم و یا غلظت آمونیاک (NH_3) در شکمبه می‌باشد. هر چه سرعت تجزیه پذیری منابع ازته خوراک و بخصوص مواد ازته غیر پروتئینی (NPN) بیشتر باشد غلظت آمونیاک در مایع شکمبه افزایش می‌یابد. موادی مثل اوره به سرعت (کمتر از نیم ساعت) تجزیه شده و NH_3 تولید می‌کند. چنانچه مقدار ورود اوره به شکمبه در واحد زمان تدریجی نباشد غلظت NH_3 ممکن است بیشتر از حد مطلوب رسیده و مازاد آن برای حیوان مزاحمت ایجاد کند (دفع اضافی و تبدیل آن به اوره در کبد و دفع آن از طریق ادرار نیاز به انرژی و فرآیند متابولیسمی دارد) حتی اگر به مرز مسمومیت هم نرسد (۱، ۲، ۴، ۹).

در گاوهای شیری بهتر است غلظت NH_3 از ۵ میلی گرم در ۱۰۰ml مایع شکمبه تجاوز نکند. چنانچه سطح پروتئین جیره به حدود ۱۳-۱۲ درصد برسد از آن حد به بعد مصرف اوره سبب بالا رفتن NH_3 از غلظت ذکر شده در بالا در شکمبه می‌گردد که البته به عوامل دیگری نیز بستگی دارد. با استفاده از فرمول‌های زیر می‌توان غلظت NH_3 در شکمبه را برآورد نمود:

۱) NH_3(mg/۱۰۰ml مایع شکمبه)

$=۳۸/۷۳ - ۳/۰۴(\%CP) + ۰/۱۷۱(\%CP)^2 - ۴۹\%TDN +$

$۰/۰۰۲۴(\%TDN)^2 \qquad r=۰/۹۲$

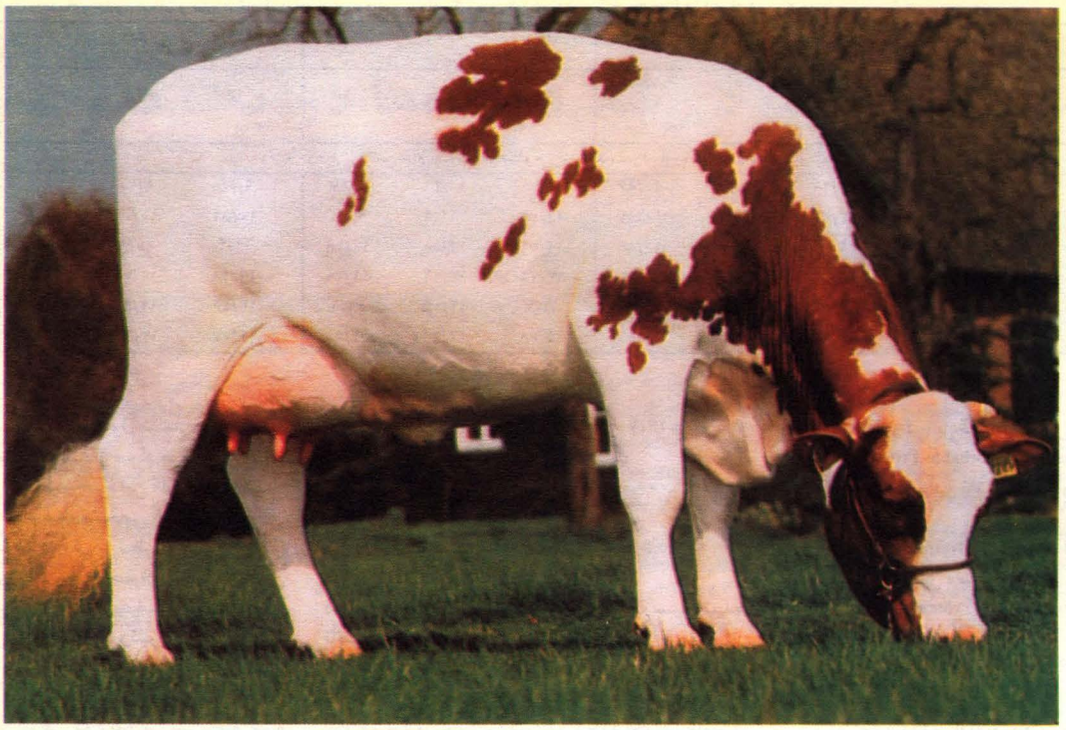
۲) NH_3(mg/۱۰۰ml مایع شکمبه)

$=۱۰/۵۷ - ۲/۵(\%CP) + ۰/۱۵۹(\%CP)^2 \qquad r^2=۰/۸۸$

مصرف اوره در سیستم‌های جدید پروتئین

اوره جزو منابع ازته غیر پروتئینی محسوب می‌گردد که منحصراً در سیستمهای پروتئینی مطرح شده مورد بحث قرار گرفت اما بمنظور استفاده کاربردی از مباحث طرح شده در اینجا اختصاراً مطالبی از نظر می‌گذرد.

می‌دانیم که اوره به سرعت در شکمبه تجزیه شده، به NH_3 و CO_2 تبدیل می‌گردد. NH_3 حاصله معادل عامل آمین، ناشی از تجزیه اسیدهای آمینه، برای سنتز میکروبی محسوب می‌گردد ولی، بر خلاف اسیدهای آمینه هیچگونه اسکلت کربنی (بنیان اسیدهای آمینه)



در اوره وجود ندارد لذا نه تنها فاقد هر گونه موادانرژی‌زا بوده بلکه بیلان انرژی آن منفی می‌باشد (برای دفع مازاد ازت آن و نیز چرخش ازت مربوط) بنابراین منظور کردن معادل پروتئین خام اوره در معادله TDN در مواردیکه از اوره استفاده می‌کنیم اشتباه است و عدد TDN را بیش از مقدار واقعی نشان خواهد داد.

برای استفاده مطلوب از اوره لازم است مواد انرژی‌زای سهل التخمیر به حد کافی در جیره غذائی موجود باشد.بعضی از مواد خوراکی چنین خاصیتی را دارا می‌باشد ولی بعضی دیگر (بخصوص علوفه‌های غنی) چنین نیست. برای پی بردن به رابطه بین مواد خوراکی با اوره در تغذیه نشخوارکنندگان Burroughs و همکاران طی سالهای ۱۹۷۵-۱۹۷۳ سیستم قابلیت اوره‌پذیری مواد خوراکی (UFP) را طرح نمودند که بدین طریق پروتئین میکروبی تولیدی در شکمبه نیز قابل محاسبه گردید. معادلات زیر ماحصل تلاش نامبردگان می‌باشد.

$$UFP(g/KgDM)=\frac{(TDN\times ۰/۱۰۴)-(CP\times CCPD)}{\text{ضریب تبدیل اوره به پروتئین خام } ۲/۸}$$

TDN=برحسب گرم در کیلوگرم ماده خشک خوراک
CP= برحسب گرم پروتئین خام در کیلوگرم ماده خشک خوراک
CCPD= ضریب تجزیه پذیری پروتئین خام خوراک
۰/۱۰۴= ضریب تبدیل TDN به پروتئین میکروبی

با توجه به معادلهٔ مذکور، UFP برای حدود ۲۰٪ از مواد خوراکی مثبت است و برای ۸۰٪ بقیه منفی می‌باشد. چنانچه UFP کل جیره منفی باشد نشان دهندهٔ عدم توان مصرف اوره یا عدم اوره‌پذیری جیره خواهد بود و بالعکس (۸).

بطور کلی دو دسته از مواد خوراکی UFP مثبت دارند که عبارتند از:

دسته اول- مواد پر انرژی که TDN>۸۰ و پروتئین خام کمتر از ۱۲ درصد دارند.

دسته دوم- مواد سلولزی که TDN<۶۰ و پروتئین خام کمتر از ۷ درصد دارند.

در هر کدام از این دو دسته نسبت $\frac{CP}{TDN}\times ۱۰۰$ کمتر از ۱۴/۵-۱۳ می‌باشد و لذا مصرف اوره در این جیره‌ها سودمند خواهد بود که اگر جیره از نظر UDP تنظیم باشد برای جبران کسری پروتئین خام تا سطح ۱۴/۵-۱۳ درصد (طبق فرمول فوق) می‌توان از اوره استفاده نمود.

از آنجائیکه گاوهای شیری پر تولید نیاز به UDP بالائی دارند لذا در $\frac{۱}{۳}$ اول دوره شیردهی معمولاً جیره غذائی آنها قابلیت اوره‌پذیری را نخواهد داشت.

=برای دانه ذرت UFP

$$\frac{(۹۱۰\times ۰/۱۰۴)-(۱۰۰\times ۰/۶۲)}{۲/۸}=+۱۱/۸ \text{ کیلوگرم/گرم}$$

یعنی اینکه می‌توان در هر کیلوگرم دانه ذرت ۱۱/۸ گرم اوره مصرف نمود.

=برای کنجاله تخم پنبه UFP

$$\frac{(۷۵۰\times ۰/۱۰۴)-(۳۵۰\times ۰/۴۳)}{۲/۸}=-۲۵/۹ \text{ گرم}$$

یعنی اینکه انرژی موجود در کنجاله تخم پنبه برای تبدیل پروتئین قابل تجزیه همین خوراک کافی نیست و برای ۲۵/۹ گرم از پروتئین کسری انرژی دارد که می‌بایستی از مواد انرژی‌زا تامین گردد.

بطور کلی در سیستم‌های جدید پروتئین، مرز اوره‌ناپذیری جیره را بر اساس سطح پروتئین خام، درصد پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه، انرژی مصرفی روزانه و غلظت انرژی جیره (برای نشخوارکنندگان) محاسبه می‌کنند که به شکل فرمول زیر بیان می‌گردد.

مرزاوره ناپذیری جیره (بر حسب درصد پروتئین خام)

$$=\frac{[(۲۶/۱۲TDNF)-۳۱/۸۶)\times ۶/۲۵]}{[۰/۹(۱۱۵-UFP)۱۰\times(TDNF/TDN)]}$$

TDNF= مقدار TDN مصرفی روزانه (Kg)
TDN= کیلوگرم TDN در کیلوگرم ماده خشک جیره
UIP= بخش تجزیه ناپذیر پروتئین خام جیره که از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$UIP=\frac{CP\times \text{ضریب تجزیه‌ناپذیری}}{CP\ CP}\times ۱۰۰$$

برای گوسفند و گاو پرواری نیز فرمول‌های جدا گانه‌ای وجود دارد که علاقمندان می‌توانند به آنها مراجعه کنند(۵).

در اینجا با یک مثال مشخص می‌کنیم که مرز اوره‌پذیری و یا اوره‌ناپذیری جیره یک گاو شیری چگونه است:

یک گاو شیری به وزن ۶۵۰ کیلوگرم با تولید ۲۵ کیلوشیر ۴٪ چربی را در نظر می‌گیریم. احتیاجات

جدول شماره ۴- جدول راهنمای حدود امکان و عدم امکان استفاده از اوره در جیره‌های گاوهای شیری با توجه به سطح تولید، نیاز انرژی و تجزیه پذیری پروتئین

تجزیه‌ناپذیری ←	۲۰	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰	۴۰	۵۰	۵۰	۵۰
پروتئین جیره‌ها												
(Kg) TDN	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵
مصرف روزانه ←												
↓ TDN جیره‌ها٪	وقتی درصد پروتئین خام جیره‌ها در سطوح زیر باشد مصرف اوره برای بالا بردن پروتئین مجاز نمی‌باشد.											
۵۵	۷/۹۴	۹/۲۲	۹/۶۵	۸/۸۷	۱۰/۳۱	۱۰/۷۸	۱۰/۰۶	۱۱/۶۸	۱۲/۲۲	۱۱/۶	۱۳/۴۸	۱۴/۱
۶۰	۸/۶۶	۱۰/۰۶	۱۰/۵۲	۹/۶۸	۱۱/۲۴	۱۱/۷۶	۱۰/۹۷	۱۲/۷۴	۱۳/۳۳	۱۲/۶۶	۱۴/۷	۱۵/۳۸
۶۵	۹/۳۸	۱۰/۹	۱۱/۴	۱۰/۴۹	۱۲/۱۸	۱۲/۷۴	۱۱/۸۹	۱۳/۸	۱۴/۴۴	۱۳/۷۱	۱۵/۹۳	۱۶/۶۶
۷۰	۱۰/۱	۱۱/۷۴	۱۲/۲۸	۱۱/۲۹	۱۳/۱۲	۱۳/۷۲	۱۲/۸	۱۴/۸۶	۱۵/۵۵	۱۴/۷۷	۱۷/۱۵	۱۷/۹۵
۷۵	۱۰/۸۳	۱۲/۵۷	۱۳/۱۶	۱۲/۱	۱۴/۰۵	۱۴/۷	۱۳/۷۱	۱۵/۹۳	۱۶/۶۶	۱۵/۸۲	۱۸/۳۸	۱۹/۲۳
۸۰	۱۱/۵۵	۱۳/۴۱	۱۴/۰۳	۱۲/۹۱	۱۴/۹۹	۱۵/۶۸	۱۴/۶۳	۱۶/۹۹	۱۷/۷۷	۱۶/۸۸	۱۹/۶	۲۰/۵۱

روزانه گاو مزبور طبق جدول شماره ۲ محاسبه می‌گردد. حال فرض کنیم که از مواد خوراکی طبق جدول شمارهٔ ۵ برای تنظیم جیره این گاو استفاده کنیم.

با محاسبات انجام شده مشخص گردید که جیره از نظر انرژی تنظیم است ولی از نظر پروتئین (UIP, DIP, CP) کسری دارد. برای جبران قسمتی از این کسری ممکن است بتوان از اوره استفاده نمود ولی مسلماً برای تأمین ۱۰۵/۵ گرم پروتئین تجزیه ناپذیر در شکمبه نمی‌توان اوره مصرف نمود اما، برای تامین ۲۵۵/۵ گرم پروتئین تجزیه‌پذیر در شکمبه می‌توان از اوره کمک گرفت به شرطی که سطح پروتئین خام جیره به مرز اوره‌ناپذیری نرسیده باشد پس:

مرز اوره ناپذیری جیره

$$(CP)=\frac{[(۲۶/۱۲\times۱۲/۷۲-۳۱/۸۶)\times۶/۲۵]}{[۰/۹/۹(۱۱۵-۳۸/۸۷)\times۱۰^{(۱۲/۷۲)}]}$$ درصد۱۵/۲۹=

درصد۱۲/۹۲=۱۰۰×$\frac{۲/۳۱۴}{۱۷/۹}$=درصدپروتئین‌خام‌جیره‌تنظیم شده

که به مرز اوره ناپذیری یعنی ۱۵/۲۹ درصد نرسیده است. بنابراین می‌توان از اوره استفاده نمود اما ابتدا بایستی به جبران ۱۰۵/۵ گرم UIP مبادرت ورزید زیرا تامین آن کسری DIP را تغییر خواهد داد. مثلاً چنانچه ما در اینجا ۳۰۰ گرم پودر ماهی به جیره اضافه کنیم که حاوی ۶۵ درصد پروتئین خام با ضریب تجزیه ناپذیری ۰/۵۵ باشد:

تامین می‌گردد UIP گرم ۱۰۷/۲۵ =۳۰۰×۰/۶۵×۰/۵۵

تامین می‌گردد DIP گرم ۸۷/۷۵ =۳۰۰×۰/۶۵×۰/۴۵

با افزودن ۳۰۰ گرم پودر ماهی به جیره، نه تنها کسری UIP تامین گردید بلکه ۸۷/۷۵ گرم از کسری DIP نیز جبران می‌شود پس:

کسری DIP = گرم ۱۶۷/۷۵ =۲۵۵/۵-۸۷/۷۵

چنانچه این کسری را بخواهیم از اوره تأمین کنیم:

گرم اوره مورد نیاز ۶۰ =۵۹/۹≈۶۰ ÷ ۲/۸^{۲۰} ÷ ۱۶۷/۷۵

درصد اوره در کل جیره

$$۶۰\div۱۰۰۰=\frac{۰/۰۶Kg\times۱۰۰}{۱۸}=۰/۳۳$$

حال چنانچه دامدار در سیلوی ذرت خود از اوره استفاده کند: (معمولاً ۵ کیلوگرم اوره در هر تن ذرت سیلوئی مصرف می‌کنند). آیا باز هم دامدار مجاز به مصرف اوره در جیره غذائی خواهد بود؟

با فرض اینکه ماده خشک ذرت سیلو شده ۰/۳۰ باشد.

۵ ÷ ۰/۳ = ۱۶/۷

کیلوگرم اوره در هر تن ماده خشک سیلو

۱۶/۷ ÷ ۱۰۰۰ = ۰/۰۱۶۷

کیلوگرم اوره در هر کیلو ماده خشک سیلو

۰/۰۸۳۵ = کیلو ماده خشک سیلو در جیره ۵ × ۰/۰۱۶۷

کیلواوره در کل جیره

درصد اوره در کل جیره که از طریق ذرت سیلو شده تأمین می‌گردد ۰/۴۶ = ۱۰۰ × ۰/۰۸۳۵

این میزان بیش از ۰/۳۳ درصد مورد نیاز می‌باشد. لذا در چنین جیره‌ای نیاز به مصرف اوره در کنسانتره نخواهد بود و کمبود پروتئین نیز وجود نخواهد داشت.

پاورقی

1- PDI= Protein truly Digestible in the small Intestine پروتئین واقعی که در روده کوچک جذب می‌گردد.

2- RDP= Rumen Degradable Protein پروتئین قابل تجزیه در شکمبه

3- UIP= Undegradable Intake Protein بخشی از پروتئین خوراک که در شکمبه تجزیه نمی‌گردد.

4- PDIM= Protein Digestible in the small Intestine from Microbial Sources پروتئین قابل جذب در روده کوچک از منشاء میکروبی (تولید شده در شکمبه)

5- CP= Crude Protein پروتئین خام

6-DCP=Digestible Crude Protein پروتئین‌خام‌قابل هضم

7- UDP= Undeyradable Digestible protein

8- RDP= Rumen Degraded protein

9- In sacco= آزمایش برروی حیواناتی که یک یا چند ناحیه از کانال گوارش آنها از طریق جراحی به خارج بدن ارتباط داده شده است.

10- Fermentable Organic Matter

11- DOM= Digestible Organic Matter

12- EE= Ether Extract ماده آلی قابل هضم‌چربی خام

13- SFP= Silage Fermentation Product مواد حاصل از تخمیر در سیلوی علوفه

14- NPN= Non Protein Nitrogen ازت غیر پروتئین

15- IAPE= Intestial Absorbable Protein based on Energy feed پروتئین‌قابل‌جذب‌در روده‌بر اساس انرژی خوراک

16- IAPN= Intestinal Absorbable Protein based on Nitrogen feed پروتئین قابل جذب در روده بر اساس ازت خوراکی

17- TDN= Total Digestible Nutrients مجموع مواد مغذی قابل هضم

18- BCP= Bacterial Crude Protein پروتئین خام با منشاء باکتریایی

19- NEL= Net Energy for Lactation انرژی خالص برای تولید شیر

20- ضریب تبدیل اوره به معادل پروتئین خام =۲/۸

منابع مورد استفاده

1- Bath, D.L., F.N. Dickinsin, H.A. Tucker and R.D. Appleman, 1985, Dairy cattle third Edition, University of California.

2- Burroughs W., D.K. Nelson and D.R. Metens, 1975. Protein physiology and its application in the lactating cow, J. Anim. Sci (41) P:933.

3- Ensminger, M.E., 1980., Feeds & Nutrition third edition. The Ensminger publishing company clavis california.

4- Maynard, L.A. J.K. Loosli, H.F. Hintz and R.G. Warner, 1983, Animal Nutrition, tata Mc Graw-Hill publishing Company limited, New Delhi.

5- RNC, 1985, Ruminant Nitrogen usage, Washington, D.C.

6- NRC, 1989, Nutrient requirements of Dairy Cattle Washington, D.C.

7- arrige John, R.J. 1989, Ruminant Nutrition, libbey Eurotext london, paris.

8- Shirley, R.L., 1986, Nitrogen and energy nutrition of ruminants Academic press, Inc. London Sydney Tokyo.

9- Shmidt, G.H., L.D., Van Vleck and M.F. Huljens, 1988, Principles of dairy Science, Prentice Hall, Engliwood Clifts, New Jersey.