بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه پیام نور

وزرات علوم, تحقیقات و فناوری

جزوه تغذیه دام تکمیلی
کارشناسی ارشد تغذیه دام

تالیف :
دکتر حشمت سپهری مقدم
دکتر تکتم السادات وفا
دکتر مژده عمادی

۱۳۹۲

فهرست:

اهمیت تغذیه دام ۳

آناتومی و فیزیولوژی دستگاه گوارش.....۴

روش برآورد احتیاجات دام های مزرعه ای.....۱۸

روش ها و تکنیک های ارزشیابی مواد خوراکی.....۳۴

عوامل موثر بر مقدار خوراک مصرفی دام.....۳۷

رابطه متقابل مواد غذایی مختلف در تغذیه دام.....۶۳

عوامل مضر یا سمی در مواد خوراکی دام و روش های برطرف نمودن آن ها.....۶۸

اهمیت تغذیه دام

به دلیل افزایش تقاضا برای محصولات دامی، پرورش دام به سمت تجاری تر شدن پیش می رود. مسئله ای که وجود دارد این است که یک کشور چه مقدار از تقاضای موجود را با منابع داخلی و چه مقدار از آن را با واردات تامین می کند. در طی سالهای متمادی این اصل در صنعت خوراک دام وجود داشته است که علم و روش های علمی می بایست خوراک مناسب و نحوه استفاده از آن را در تغذیه دام وطیور تعیین کند. به هرحال نمی توان مطمئن بود که این اصل در آینده نیز توسط مصرف کنندگان یا حداقل توسط عوامل و سازمان های تعیین شده پذیرفته شود.

تولید مطلوب و اقتصادی در این صنعت همواره با مشکلات متعددی در طی سالهای اخیر مواجه بوده است و با توجه به اینکه کاهش هزینه ها در انجام هر کاری ، از ارکان اصلی موفقیت است ، در امر در صنعت پرورش دام و طیور نیز، توجه به عوامل موثر در کاهش هزینه ها که مهمترین آن هزینه های مربوط به خوراک می شود ، در سودآوری بیشتر، بسیار موثر است. طیور در گامه های مختلف رشد، نیاز به سطوح مختلفی از مواد مغذی دارند، گروه طیور انجمن ملی تحقیقات آمریکا، در سال ۱۹۹۴، مقادیر تقریبی از احتیاجات غذایی جوجه های گوشتی را در مراحل مختلف رشد پیشنهاد کرد و در حال حاضر، باتوجه به اصلاح نژاد مداوم جوجه های گوشتی در جهت افزایش رشد سریع، توصیه های (۱۹۹۴) NRC قادر به تامین همه احتیاجات حیوان نمی باشد و تحقیقات وسیع و گسترده در جهت نیل به احتیاجات واقعی حیوان که تامین کننده نیازهای مختلف زندگی، اعم از نگهداری، رشد، مقاومت در مقابل بیماریها و بهره وری مناسب از مواد غذایی باشد، بسیار ضروری به نظر می رسد، به عنوان مثال جهت تامین احتیاجات ویتامین ها در(۱۹۹۴) NRC ، معمولا از جیره های خالص و یا نیمه خالص استفاده شده است، چنین جیره هائی معمولا بسیار قابل هضم بوده و مشکلات جیره های معمولی را ندارد و هیچگاه در شرایط تجاری بکار نمی رود، هچنین تعداد بسیار زیادی از مطالعات مربوط به ویتامین ها نیز با استفاده از چنین جیره هائی انجام شده است، لذا انجام تحقیقات در زمینه تعیین احتیاجات واقعی طیور به ویتامین ها و سایر مواد مغذی در شرایط استفاده از جیره های تجاری بسیار حائض اهمیت می باشد .

آناتومی و فیزیولوژی دستگاه گوارش

هضم در طیور

انقباضات دستگاه گوارش (GI) یا حرکات آن، برای به حرکت درآوردن مواد مورد هضم در دستگاه گوارش، کمک به کاهش اندازه ذرات غذا(به ویژه در داخل سنگدان)، مخلوط کردن مکانیکی مواد مورد هضم با ترشحات دستگاه گوارش (آنزیم ها و اسید ها) مورد نیاز می باشد. حجم و چگالی مواد مورد هضم، سرعت عبور از دستگاه گوارش را مشخص می کند. غذاهایی مانند کربوهیدرات های پیچیده که به سختی قابل هضم هستند، نسبت به غذاهایی که به آسانی هضم می شوند، سرعت عبور کمتری دارند. این تنظیم ها توسط هورمون های مترشحه از روده و پانکراس و هم چنین توسط اعصاب داخلی دستگاه گوارش و اعصاب خارجی که از مغز و نخاع منشا می گیرند، انجام می شود.

هنگامیکه غذا در دستگاه گوارش وجود نداشته باشد، حرکات آن به حداقل می رسد. در هنگام غذا خوردن و حتی قبل از اینکه حیوان شروع به غذا خوردن کند، حرکات دستگاه گوارش افزایش می یابد. نوع ماده ی بلع شده، میزان و نوع حرکات دستگاه گوارش را مشخص می کند.

بخش پروکسیمال معده، (پرووونتریکولوس) و یا معده غده ای نامیده می شود و پر از غده هایی است که موکوس و اسید کلریدریک و پپسین ترشح می کنند. اسید کلریدریک و پپسین نقش عمده ای در هضم پروتئین ها ایفا می کنند.بخش دیستال، تحت عنوان معده ی ماهیچه ای یا سنگدان شناخته می شود که عمل مهم آن آسیاب کردن دانه های خورد شده توسط طیور می باشد.هم چنین، سنگدان حفره ای است که در آنجا تجزیه ی شیمیایی پروتئین ها شروع می شود. سنگ ریزه های کوچک نیز به این فرآیند کمک می کند.سنگدان از دو جفت ماهیچه متقابل که ماهیچه ی ضخیم و ماهیچه ی نازک نامیده می شوند، تشکیل شده است. مطالعات اولیه ی ما نشان داد که هر سیکل انقباضی با انقباض هم زمان هر دو ماهیچه ی نازک شروع و با انقباض قسمت ابتدایی دوازدهه در نزدیکی پیلور ادامه و در کل دوازدهه گسترش می یابد. سپس، ماهیچه های ضخیم سنگدان منقبض شده و چرخه انقباض با یک بار انقباض معده غده ای به پایان می رسد. انقباض ماهیچه های ضخیم، نیروی لازم برای خرد کردن و ریز کردن دانه های خورده شده را فراهم می کند. چندین عامل، تعداد سیکل های انقباضی معده ای- روده ای را تحت تاثیر قرار می دهد.در طول روز، زمانیکه پرنده در حال غذا خوردن است، انقباضات معده ای سه بار در هر دقیقه انجام می گیرد و

دوازدهه نیز به ازای هر سیکل انقباضی معده، سه انقباض انجام می دهد.در طول شب این تعداد کاهش یافته و به تعداد کمتر از یک انقباض در هر دقیقه در پرندگانی که گرسنه هستند می رسد.بنابراین، هم تاریکی و هم گرسنگی، فعالیت انقباضی دستگاه گوارش را کاهش می دهد. یک نوع از فعالیت انقباضی منحصر به فرد در ترتیب انقباضی معده ای- دوازدهه در مطالعات اولیه آزمایشگاهی مشاهده شد که بعدا به رفلکس دوازدهه معروف گردید. تقریبا سه بار در هر ساعت، فعالیت معده بعر از ثبت شدن دو انقباض خیلی بزرگ دوازدهه، متوقف می شود.

آناتومی و فیزیولوژی اختصاصی دستگاه گوارش پرندگان منعکس کننده تغییرات ایجاد شده در جهت سهولت امر پرواز می باشد. این تغییرات شامل حداقل کردن وزن دستگاه گوارش از طریق کاهش طول و حجم آن و قرار گرفتن دستگاه گوارش و وزن مربوطه آن در مرکز بدن می باشد. دستگاه گوارش پرندگان در مقایسه با پستانداران، دارای تعداد اندام بیشتری بوده که به نوبه ی خود، همکاری بین اندامی را می طلبد.

دستگاه گوارش پرندگان با منقار آغاز شده که به دنبال آن دهان بدون دندان، زبان، حلق، مری، چینه دان، پیش معده، سنگدان، روده، سکومها، راست روده، کلواک و مخرج قرار گرفته اند. غدد ضمیمه دستگاه گوارش پرندگان شامل غدد بزاقی، سیستم صفراوی، پانکراس،ضمائم پیر (Peyers patches) و بورس می باشند.

از نظر بافت شناسی دستگاه گوارش از دهان تا مخرج، با یک غشای مخاطی پیوسته پوشیده شده است. این غشای مخاطی حاوی داخلی ترین لایه اپی تلیوم است ودر زیر آن لایه های لامینا پروپریا و لامینا ماسکو لاریس قرار گرفته اند و در بسیری از نواحی دستگاه گوارش، لایه ی زیر مخاطی قرار دارد. این لایه ها مانع ساییدگی دستگاه گوارش هنگام عبور غذا از درون آن شده و همچنین از ورود میکروا رگانیسم ها به داخل بدن جلوگیری می کنند. سطح پوششی دستگاه گوارش همچنین جهت جذب انتخابی مواد مغذی و دفع مواد غیر مغذی، تخصص یافته است. لایه ی زیر مخاطی توسط پوششی ماهیچه ای در برگرفته شده است. این لایه ماهیچه ای ترکیبی از یک لایه ماهیچه ای صاف حلقوی در داخل و یک لایه ماهیچه ای صاف طولی در خارج است. این دو لایه ی ماهیچه ای در حرکات دستگاه گوارش و مخلوط نمودن مواد هضمی با ترشحات دستگاه گوارش اهمیت دارند. خارجی ترین لایه ی دستگاه گوارش سروزا است که به نگهداری شکل دستگاه گوارش کمک کرده و اندام های گوارشی را در برابر آسیب های مکانیکی محافظت می کند.روده ها در لابه لای غشاء روده بند که حاوی رگ های خونی است، قرار گرفته است.

ریخت شناسی منقار ثابت ترین جزء سیستم گوارشی در طول دوره ی زندگی یک پرنده بوده و بیان کننده ی نسل ها انتخاب در جهت نیازهای فیزیکی به دست آوردن غذا نی باشد.

منقار همچنین محل ورود هوا به سیستم تنفسی بوده و سوراخ های بینی بر روی منقار بالایی قرار دارند.

حفره ی درونی و حلق

حفره ی درونی همراه با حلق تحت عنوان اوروفارینکس ((Oropharynx)) ذکر می شود. در بالای بخش قدامی حفره دهانی کام سخت قرار دارد اما بر خلاف پستانداران، در گونه های پرنده بخش کام نرم وجود ندارد. کام سخت از استخوان های آرواره ی بالایی تشکیل شده که توسط یک سطح بسیار کرآتینه که در بخش خلفی اندکی نرم می شود، پوشیده شده است. مجرای بینی–حلقی به صورت شکافی در کام سخت، حفره ی دهانی را به سوراخ های بینی مرتبط می کند. یک سری برجستگی های ردیفی کوچک به صورت خطوطی مورب در عرض سقف و کف حفره ی دهانی–حلقی وجود داشته و احتمالا حین بلع، غذا را به سمت ناحیه ی خلفی هدایت می کنند.

زبان

زبان پرندگان بر خلاف پستانداران ترکیبی از لایه های ماهیچه ای همپوشان نبوده، بلکه توسط یک دستگاه لامی شامل ترکیبی از چندین استخوان مفصل شده و ماهیچه های آن، حرکت می کند. طوطی ها در این مورد یک استثناء بوده و در زبان خود داری ماهیچه هایی می باشند که مستقل از دستگاه لامی بوده و انعطاف پذیری لازم جهت بررسی دانه ها را فراهم می کند.

غدد بزاقی

غدد بزاقی در پرندگانی که از خورا ک های خشک نظیر علوفه، دانه ها ویا حشرات تغذیه می کنند، بیشترین توسعه را داشته اند. غدد لوله ای ساده، منشعب ویا ترکیبی از هر دو شکل به صورت مجتمع هایی در اطراف نیمه انتهایی حفره ی دهانی، زبان و حلق پراکنده شده اند. غدد بزاقی در مرغ، روزانه حدود ۷ تا ۳۰ میلی لیتر بزاق موسینی ترشح می کنند. این مقدار بزاق جهت لغزنده سازی لقمه غذا کافی بوده ولی جهت مرطوب نمودن غذا به گونه ای که برای هضم آنزیمی گسترده مناسب باشد، کافی نیست. وجود آمیلاز و لیپاز در بزاق مرغ گزارش شده ولی از اهمیت چندانی برخوردار نمی باشد.

پیش معده

اتصال بین مری و پیش معده تدریجی بوده و با حضور غدد معدی قرار گرفته در یک لایه مخاطی ضخیم، مشخص می شود. لایه ی لامینا پروپریا در نزدیکی محل اتصال مری به پیش معده، پر از گره های لنفاوی بوده که گاهی اوقات لوزه های مری نیز نامیده می شوند. لایه ی مخاطی پیش معده دارای غدد فراوانی بوده که عمدتا از دو نوع می باشند: غدد لوله ای که مخاط ترشح می کنند و غدد معدی که ترشح کننده ی HCL و پپسین می باشند.

مخاط بلافاصله بعد از آغاز مصرف خوراک، از غدد لوله ای شروع به ترشح می کند در حالیکه ترشح HCL و پپسین هنگامی که خوراک وارد حفره ی پیش معده شود، آغاز می شود.در غدد معدی پرندگان، یک نوع سلول واحد کار

ترشح اسید و پپسین را انجام می دهد در حالیکه در پستانداران سلول های چیف کار ترشح پپسین و سلول های پریتال ترشح اسید کلریدریک را عهده دار می باشند.

سنگدان

عمل سنگدان مالش مکانیکی و آسیاب کردن خوراک به منظور کاهش اندازه و افزایش سطح آن می باشد. سنگدان همچنین مکانی جهت فعالیت HCL و پپسین اضافه شده به خوراک حین عبور از پیش معده، می باشد.

مخاط حفره ی سنگدان در برگیرنده ی تعدادی غدد لوله ای عمیق می باشد که مایعی غنی از پروتئین ترشح می کنند. این مایع غنی از پروتئین پس از آمدن به سطح، صفحاتی شاخی را تشکیل می دهد که به عنوان کوتیکول شناخته شده اند (گاهی اوقات غشاء کوئیلین نیز نامیده می شود). کوتیکول به عنوان به یک سطح آسیاب کننده عمل نموده و لایه مخاطی زیرین را در مقبل اسید و پپسین محافظت می کند.

در روده ی باریک، جنبه هایی که بیشترین تغییرات را در بین گونه های مختلف دارا می باشند عبارتند از طول آن، اندازه و شکل ویلی ها و میزان کلونیزه شدن ایلئوم توسط میکروارگانیسم ها. در یک نوع پرنده نیز هر سه عامل فوق بسته به ترکیب جیره ی مصرفی، می توانند تغییر کنند. طول روده ی باریک نسبت به طول بدن در علف خواران و دانه خواران بیشتر و در گوشتخواران، شهد خواران و میوه خواران، کمتر می باشد.

رودۀ باریک

رودۀ باریک از سه بخش دئودنوم یا دوازدهه، ژژونوم و ایلئوم تشکیل شده است. این گروه بندی بر اساس تفاوت ساختمان بافتی در سراسر رودۀ باریک، انجام شده است، دوازدهه، بخش آغازین روده باریک است که از دریچۀ پیلور به سمت عقب و راست ادامه می یابد، ژژونوم، بطور مشخصی از دئودنوم جدا شده است ولی مرز بین ایلئوم و ژژونوم، مشخص نیست و باقی ماندۀ کیسۀ زرده [1] ممکن است در میانۀ طول روده دیده شود (ریس، ۱۹۹۷).

دیواره رودۀ باریک

دیواره روده باریک شامل بافتهای زیر است ::

۱ -لایه مخاطی[2]

۲ -لایه زیر مخاطی[3]

۳ -لایه ماهیچه ای[4]

---

[1] Meckel’s diverticulum
[2] Mucosa
[3] Submucosa

۴ -لایه سروزی[۱]

لایه مخاطی: داخلی ترین لایه دستگاه گوارش است که لومن[۲] را احاطه می کند، این لایه به طور مستقیم با مواد غذایی در ارتباط است و مسئول جذب ، ترشح و هضم می باشد و از داخل به سمت خارج به سه لایه تقسیم می شود که عبارتند از :

۱ -اپیتلیوم[۳]

۲ -پارین[۴]

۳ -ماهیچه مخاطی[۵]

سرتاسر لایۀ مخاطی توسط ویلی[۶] پوشیده شده است که باعث افزایش سطح جذب مواد مغذی می شود. ویلی ها بسیار کوچک بوده و به صورت بسته هائی بسیار بسیار فشرده می باشند که مخاط را پشت و رو می کند.

ویلی ها به اشکال مختلف زبانی شکل ، برگی شکل و پل مانند دیده می شوند . سطح ویلی روده ، از اپیتلیوم استوانه ای ساده (سلولهای جذب کننده[۷] و گابلت[۸]) و لامینا پروپریا[۹] پوشیده شده است . ویلی همچنین شامل مویرگها ، لاکتیل[۱۰] و فیبرهای ماهیچه صاف می باشد.

لایۀ مخاطی روده کوچک حاوی سلول های جذب کننده (آنتروسیت[۱۱]) ، سلولهای گابلت شکل (گابلت) و سلولهای انتروآندوکرین[۱۲] است ، به طوریکه سلولهای گابلت و انتروآندوکرین در میان سلول های جذب کننده پراکنده هستند، در کریپت ، اپیتلیوم ، همچنین شامل سلولهای پانت[۱۳] و سلولهای بنیادی یا پایه می باشد .

---

۱ Muscularis Externa
۲ Serosa
۳ Lumen
Epithelium
Lamina Propria
Muscularis Mucosa
Villi
Absorptive
Goblet
Lamina Propria
Lacteal
Enterocyte
Enteroendocrine
Paneth

سلول های گابلت :

سلول های گابلت، موکوس[1] را ترشح می کنند، موکوس حالتی ویسکوز مانند دارد و حاوی پروتئین های گلایکوزیله شده ای به نام موسین می باشد که در محلول الکترولیت ها به صورت سوسپانسیون در آمده اند، موکوس اعمال فراوانی دارد ، باعث محافظت در مقابل اسیدتولید شده از قسمت های فوقانی دستگاه گوارش شده ، همچنین زیان های ناشی از مواد شیمیایی ، میکروارگانیسم های مضر و ... را کاهش می دهد.

سلول‌های گابلت در میان سایر سلول ها در اپیتلیوم اندام های زیادی ، بخصوص در دستگاه گوارش و تنفس پخش شده‌اند. در بعضی از قسمت ها ، تعداد آنها کمتر از سایر سلول ها است و در بعضی قسمت های دیگر ، مثل کولون، تعداد آنها بیشتر از سلول های دیگر است. در روده ، نای و نایژه ، تعداد سلول های جذب کننده بیشترین مقدار می باشد، نام سلول های گابلت به دلیل نوع ویژگی های این سلول ها در بافت ها است.

این سلول ها دارای یک پایه باریک بوده که داخل لومن گسترش یافته است . هسته سلول گابلت همراه با میتوکندری ، شبکه اندوپلاسمیک و دستگاه گلژی در قاعده سلول قرار دارد و بقیه سلول با گرانول های ترشحی باند شده با غشاء که حاوی مخاط هستند ، پر شده است . مخاط از سلول های گابلت ، در پاسخ به هورمون‌ها ، ترشح می شود .

موکوس ، ماده ای غلیظ و لزج است که سطوح اپیتلیال را می پوشاند و از موسین ها و نمک های غیرآلی معلق در آب ، تشکیل یافته است و سلول های ترشح کننده موکوس در بدن پخش شده اند. سلول های گابلت در اپیتلیوم دستگاه گوارش ، تنفس و ادرار فراوان هستند و محتویات خود را که به سطح اپیتلیوم چسبیده است، از طریق مجاری به داخل روده و دستگاه تنفس آزاد می کنند..

موسین ها ، خانواده بزرگی از پروتئین های گلایکوزیله هستند . ژن های موسین ، مونومرهای موسین را به رمز تبدیل[2] می کنند که به صورت هسته های آپوموسین میله ای سنتز می شوند . دو منطقه مختلف در موسین های بالغ یافت می شوند:

۱ -مناطق انتهائی آمینی و کربوکسی که گلایکوزیله می شوند و در سیستئین غنی هستند که باندهای دی سولفیدی بین مونومرهای موسین ایجاد می کنند .

۲ -یک منطقه مرکزی که از واحدهای مرکزی پشت سر هم تشکیل شده است که بیش از نیمی از آن را سرین و ترئونین تشکیل می دهد. این منطقه با صدها الیگوساکارید باند شده با اکسیژن، اشباع شده است.

---

[1] Mucus
[2] Encode

الیگوساکاریدهای باند شده با نیتروژن نیز ، روی موسین ها یافت می شوند ، اما مقدارشان کمتر است. پوشش قندی موسین ها باعث شده است، موسین ها ، توانائی حفظ آب را داشته باشند و همچنین آنها را مقاوم به پروتئولیز نگه می دارد که این امر باعث ایجاد بسیاری از ویژگی های موسین ها می شود.

سلول های جذب کننده:

این سلول ها مسئول جذب مواد مغذی از لومن روده و انتقال آنها از اپیتلیوم به لامینا پروپریا (پارین) هستند . سلول های جذب کننده حاوی آنزیم های گوارشی برای هضم و آنزیم هایی برای فعال کردن پیش آنزیم ها و پروتئین های حامل برای جذب مواد هضم شده می باشند . از جمله آنزیم های موجود دی ساکاریدازها، برای تجزیه دی ساکاریدها ،آمینوپپتیدازها برای تجزیه پلی پپتیدها و دی پپتیدازها برای تجزیه دی پپتید ها به اسیدهای آمینه و آنزیم آنتروکیناز که تبدیل کنندۀ تریپسینوژن غیرفعال مترشحه از پانکراس به تریپسین فعال می باشد.

در سطح سلول های جاذب، غشاء سلول به طورت لبه مسواکی یابراش بوردر [1] دیده می شود که باعث افزایش سطح جذب این سلول ها شده و همچنین محلی برای اتصال پاتوژن ها می باشد:

سلولهای انتروآندوکرین[2] :

این سلول ها، هورمون ها و پپتیدهای مختلفی را ترشح می کنند که مهمترین آنها سکرتین و کوله سیستوکینین برای کنترل ترشحات پانکراس و صفرا ، سروتونین و سوماتواستاتین ، موتیلین برای افزایش انقباضات ، نوروتنسین برای کاهش انقباض عضلات می باشند.

سلولهای پانت :

در منطقه پایین کریپت قرار دارند و آنزیم های لیزوزیم و فاکتورهای دیگر را داخل کریپت ترشح می کنند . این عوامل به همراه سلول های بنیادی [3] از اپیتلیوم کریپت محافظت می کنند . سلول های پانت ، غنی از آنزیم ضد باکتریایی لیزوزیم می باشند ، در نتیجه در تنظیم فلور میکروبی روده دخالت دارند.

سلول های بنیادی :

این سلول ها ، دیواره های کریپت را می پوشانند و بطور مداوم اپیتلیوم روده را بازسازی می کنند و همچنین بطور دائم سلول های گابلت و سلول های جذب کننده را هر چهار روز یکبار جایگزین می نمایند

---

1. Brush Border
2. Enteroendocrine cells
3. Stem

لایۀزیر مخاطی : به غیر از دئودنوم ، لایۀ زیرمخاطی در قسمت های دیگر روده کاملا مشخص نیست و درلایۀ زیر مخاط در دئودنوم پستانداران غدد برونر[۱۰] ، دیده می شود که دارای ترشحات موکوسی بوده ، در اکثر گو نه های پرندگان و ماکیان این غدد دیده نمی شود .

لایۀ ماهیچه ای[۱۱] :

این بخش از روده کوچک دارای ماهیچه صاف حلقوی داخلی و طولی خارجی می باشد همچنین شبکۀ عصبی[۱۲] در این قسمت نیز یافت می شود

لایه سروزی[۱۳] ، خارجی ترین لایه روده است که به مزنتری [۱۴] متصل شده است و از نوع بافت همبند سست به همراه عروق خونی و رشته های عصبی می باشد

یونی و همکاران (۱۹۹۸)گزارش کردند که از ۴ تا ۱۰ روزگی ، تعداد و اندازه پرزها افزایش می یابد و روند افزایشی در طی این مدت در ژژونوم و ایلئوم بیشتر از دوازدهه می باشد، دوازدهه به خاطر ارتفاع زیاد و ضخامت پرزهایش نسبت به ژژونوم قابل تشخیص تراست ، هر چند که ژژونوم نیز به نوبه خود دارای پرزهای بلند و ضخیم تری نسبت به ایلئوم می باشد. نمو روده تا ۲ روز پس از تفریخ کم بوده ولی پس از آن به طور سریعی در همه قسمت های روده شکل می گیرد، در دوازدهه پس از ۷ روزگی ، حجم پرزها به یک حد ثابتی می رسد ، اما در ژژونوم و ایلئوم ، این روند رشد تا ۱۴ روزگی ادامه می یابد، از لحظه تفریخ تا ۱۲ روزگی ، در ژژونوم و ایلئوم ناحیه سطحی پرزها از روز ۴ به بعد افزایش نشان داد، تعداد پرزها در هر برش عرضی از روده بر خلاف ایلئوم در دوازدهه و ژژونوم روند افزایشی نشان داد، در زمان تفریخ هر سه بخش روده دارای سطح جانبی یکسان بودند که تا ۷۲ ساعت روند افزایشی مشابهی را نشان دادند، اما پس از این مرحله سطح جانبی ژژونوم نسبت به بقیه قسمت ها بیشتر افزایش یافته و مقدار افزایش به دو برابر بقیه بخش ها رسید.

در خوکچه های جوان ، سلولهای اپیتلیال ، حداکثر ۱۰-۳ روز عمر دارند ، این سلول ها شامل ، سلول های جذب کننده، سلول های گابلت تولید کننده موسین ، سلول های پانت تولید کننده پپتید ضد باکتریایی و سلول های اینترواندوکرین هستند، در این سلول ها سنتز پروتئین و متابولیسم گلوتامین بالاست ، بویژه در

---

۱۰ Brunner’s Gland
۱۱ Muscularis Externa
۱۲ Auerbach’s Plexus
۱۳ Serosa
۱۴ Mesentry

سلول های گابلت ، مقدار زیادی از مواد مغذی برای سنتز موسین ها استفاده می شود که این موسین ها جزء مهم ترشحات آندوژنوس هستند.

بیشترین هضم کربوهیدرات ها در ژژنوم اتفاق می افتد. آلفا آمیلاز توسط لوزالمعده به درون دوازده ترشح می شود و پیوندهای آلفا ۱ و ۴ در دو طرف نواحی اتصالی ۱ و ۶ هیدرولیز شده و مالتوز و ایزومالتوز تولید کرده که توسط مالتاز و ایزومالتاز مترشحه از غشاء مخاطی روده تجزیه می شود. همچنین ساکاراز، ساکارز را به گلوکز و فروکتوز و لاکتاز ، لاکتوز را به گلوکز و گالاکتوز تبدیل می نماید. با افزایش سن پرنده فعالیت آنزیمی افزایش می یابد، اما تنوع زیادی در مقادیر گزارش شده دیده می شود.

پیش معده اولین مکان تجزیه پروتئین هاست و بلافاصله پس از مصرف غذا انعکاس تحریکی عصب واگ در مخاط معدی به وجود می آید، که موجب آغاز ترشح شیره معده (اسید کلریدریک و زایموژنی به نام پپسینوژن) در پیش معده می شود که کاهش pH باعث تبدیل پپسینوژن به پپسین می شود. همچنین کاهش اسیدیته، سبب آزادسازی هورمون گاسترین شده و این هورمون ترشح بیشتر اسیدکلریدریک را باعث می شود. لوزالمعده شیره ای حاوی زیموژن هائی از قبیل تریپسینوژن ترشح می کند که بوسیله انتروکیناز مترشحه از مخاط روده به تریپسین تبدیل می شود و بعد از این مرحله واکنش مذکور به صورت خودکار ادامه می یابد و تریپسین به وجود آمده عمل فعال سازی بقیه زیموژن ها را انجام می دهد.

هضم چربی در جوجه در روده کوچک صورت می گیرد و ترشح لیپاز در بین روزهای ۴ تا ۲۱ پس از تفریخ تقریبا افزایشی معادل ۱۰۰ برابر نشان می دهد. هضم چربی ها با امولسیفیه شدن توسط نمک صفراوی مترشحه از کیسه صفرا به داخل روده کوچک تشدید می شود. لیپاز در سطح میان روغن و آب عمل کرده و چربی های امولسیون شده را به اسیدهای چرب، منوگلیسیریدها و گلیسرول می شکند و کلسترول استراز مترشحه از لوزالمعده، استرهای کلسترول و اسیدهای چرب را به کلسترول و اسیدهای چرب آزاد هیدرولیز می کند.

ویتامین های محلول در چربی تحت فرآیندهای هضمی مشابه تری گلیسیریدهایجیره عمدتا در روده کوچک جذب می شوند. جذب ویتامین ها عمدتا در ابتدای روده کوچک صورت می گیرد و اغلب ویتامین های محلول در آب به آنزیم ویژه ای برای تبدیل از حالت موجود در مواد خوراکی به حالت قابل جذب نیاز دارند.

در روده ی باریک، جنبه هایی که بیشترین تغییرات را در بین گونه های مختلف دارا می باشند عبارتند از طول آن، اندازه و شکل ویلی ها و میزان کلونیزه شدن ایلئوم توسط میکروارگانیسم ها. در یک نوع پرنده نیز هر سه عامل فوق

بسته به ترکیب جیره ی مصرفی، می توانند تغییر کنند. طول روده ی باریک نسبت به طول بدن در علف خواران و دانه خواران بیشتر و در گوشتخواران، شهد خواران و میوه خواران، کمتر می باشد.

سکومها

سکومها بلافاصله پس از اتصال روده ی باریک به راست روده، از راست روده منشاء می گیرند. در گونه هایی که دارای سکوم می باشند، رایج ترین شکل مشاهده شده، حضور دو عدد سکوم تقریبا هم اندازه با دریچه ی مجزا به سمت راست روده می باشد. سکومها در علف خواران و همه چیز خواران، بسیار توسعه یافته و به عنوان محلی برای تخمیر میکروبی کربوهیدراتهای پیچیده ای که در مقابل هضم در قسمت های فوقانی روده مقاومت کرده اند، عمل می کند.

در بعضی گونه ها، سکومها ممکن است به عنوان محلی جهت جذب آب و نیتروژن عمل کرده ویا در سیستم ایمنی نقش داشته باشند.

مرغ در هریک از سکومهای خودداری سه ناحیه مجزا می باشد: بخش ابتدایی، بخش میانی، و بخش انتهایی. بخش ابتدایی دارای ویلی های توسعه یافته صاحب تعداد زیادی میکروویلی، سلول های لنفی در لایه لامینا پروپریا و تعداد زیادی سلول گابلت دریافت پوششی خود می باشد. همچنین لوزه های سکومی که مجموعه ای گره های لنفاوی متراکم می باشد، در بخش ابتدایی وجود داشته و با چشم غیر مسلح قابل مشاهده اند.

راست روده

قطعه ای از روده که در فاصله ی محل اتصال سکومها تا کلواک قرار گرفته، راست روده نامیده می شود. واژه ی دیگری که گاهی اوقات برای این قسمت استفاده می شود، کولون است. در مقایسه با روده ی بزرگ پستانداران، این قسمت در طیور بسیار کوتاه و کم قطر بوده و بنابراین در طیور، نمی توان این قسمت را روده ی بزرگ نام نهاد. در حقیقت، قطر راست روده در پرندگان معمولا کمتر از دئودنوم بوده و در باسترک توت خوار اروپایی، کبوتر، مرغ و بلدرچین ژاپنی، طول راست روده به ترتیب تنها۱، ۳، ۴ و۵ درصد از کل طول روده را تشکیل می دهد.

کلواک

راست روده محتویات خود را به درون کلواک تخلیه می کند. کلواک نسبت به راست روده، دارای قطر بسیار بیشتری می باشد. کلواک به عنوان محلی جهت ذخیره ی ادرار و مدفوع عمل کرده و مجاری ادراری و تولید مثلی به آن منتهی می شوند. دو چین مخاطی کلواک را به سه بخش تقسیم می کند: کوپرودئوم، پروکتودئوم و اورودئوم.

بخش قدامی کلواک (کوپرودئوم)، راست روده را در یافت کرده و بخش میانی (اورودئوم)، میزنای ها و مجاری سیستم تولید مثلی را دریافت می کند. خلفی ترین ناحیه (پروکتودئوم) از طریق مخرج به خارج راه پیدا می کند. چنین مخاطی که جداکننده ی کوپرودئوم از اورودئوم می باشد، می تواند به صورت یک دیافراگم از حرکت مدفوع به سمت اورودئوم جلوگیری کند. هنگام نیاز به دفع، این دیافراگم به سمت مخرج امتداد یافته و اجازه می دهد که مدفوع بدون عبور از اورودئوم و پروکتودئوم و آلوده سازی آن ها، دفع شود. مقعد معمولا یک شکاف عرضی است که در بخش پشتی و شکمی، دارای لبهایی است که به داخل پروکتودئوم امتداد می یابند. پروکتودئوم و مقعد توسط ماهیچه های اختیاری احاطه شده که تشکیل یک اسفنگتر را می دهند. ماهیت اختیاری این ماهیچه ها، این امکان را به پرنده می دهد که زمان دفع را بصورت نسبی تحت کنترل خود داشته باشد. هنگام دفع، لبهای پشتی و شکمی مخرج تا اندازه ای به سمت بیرون برگشتگی یافته و روزنه ای را جهت عبور مدفوع و ادرار تشکیل می دهند.

سیستم جمع آوری خون

در مرغ خون سیاهرگی حاصل از دئودنوم و بخش هایی از سکومها و ایلئوم، به سیاهرگ معدی- لوزالمعده ای- دوازدهه ای می ریزد. خون سیاهرگی حاصل از ژژونوم و باقیمانده ی سکومها و ایلئوم به سیاهرگ مزنتریک کرانیال و خون سیاهرگی حاصل از راست روده به سیاهرگ مزنتریک دمی می پیوندد. این سه سیاهرگ پس از پیوستن به همدیگر سیاهرگ پرتال کبدی را تشکیل می دهند. سیاهرگ پرتال چپ، خون قسمت هایی از پیش معده و سنگدان را جمع آوری می کند. این دو سیاهرگ پرتال، مواد مغذی جذب شده از دستگاه گوارش را به کبد انتقال می دهند.

مواد معدنی در مخلوط هضمی با قندها، اسیدهای آمینه، و سایر کربوهیدرات ها به راحتی تشکیل کیلات داده و این کیلات ها در ژژنوم و ایلئوم با تغییر pH حل می شوند. برخی از کیلات های مواد معدنی امروزه به عنوان مواد افزودنی به جیره اضافه می شوند. قابلیت دسترسی فسفر در مواد گیاهی تا حدود زیادی به سهم نسبی اسید فایتیک بستگی دارد. بین ۵۰ تا ۷۰ درصد فسفر آلی جیره های طیور به شکل فیتات می باشد که بعلت عدم حضور آنزیم فیتاز درون زادی برای پرندگان غیر قابل دسترس است.

دستگاه گوارش نشخوارکنندگان

با اینکه انسان، خوک، موش صحرایی، سگ ها و تعداد زیادی از حیوانات دیگر معده ای ساده یا معده حقیقی یک قسمتی دارند، ولی گاو و سایر نشخوارکنندگان، معده ای پیچیده و چهر قسمتی دارند. این چهار قسمت عبارتند: شکمبه (یا سیرابی)، نگاری، هزارلا، و شیردان یا معده ی حقیقی اغلب نگاری را شان زنبوری می گویند، زیرا خطوط موجود در بافت مخاطی شبیه شان زنبور می باشد. به همین ترتیب، هزارلا به علت چند لایه بودن، همچون صفحات کتاب به این نام معروف است. اغلب به مجموعه شکمبه، نگاری و هزارلا، پیش معده گفته می شود. ابتدا خوراک

وارد شکمبه و نگاری (که به وسیله ی دریچه ناقصی از هم جدا شده، اما وظیفه مشترکی دارند) می شود.در حقیقت، این قسمت ها اغلب به اسم نگاری- شکمبه نامیده می سود. اختلاف اساسی نشخوارکنندگان با بیشتر غیرنشخوارکنندگان ویا حیوانات تک معده ای، در استفاده از علوفه به علت هضم میکروبی و سایر فرآیند های واقع در نگاری- شکمبه می باشد. بنابراین، برای درک علمی خوراک دادن و تغذیه ی گاو شیری، ضروری است که فعل و انفعالات فوق العاده ای که در این قسمت ها اتفاق می افتد، مورد توجه قرار گیرد.

قسمت جذب نشده یا نیمه هضم نشده ی خوراک (یا ماده خورده شده) از شکمبه-نگاری به هزارلا و از آنجا به شیردان یا معده ی حقیقی می رود. هضم در شیردان و قسمت های پایین تر شبیه حیوانات تک معده ای می باشد. اما، اختلافاتی نیز وجود دارد که از آن جمله پیوستگی فرآیند هضم است که در این بخش از دستگاه گوارش نشخوارکنندگان به خاطر انتقال دائم مواد نیمه هضم شده به داخل شیردان وجود دارد. برعکس، هضم در معده حیوانات تک معده ای بیشتر دوره ای بوده و بستگی زیادی به دفعات خوراک دادن دارد.

گنجایش زیاد معده ی نشخوارکنندگان مخصوصا قسمت شکمبه، لازمه ی توانایی گاو شیری برای استفاده از علوفه است. وقتی قسمت شکمبه-نگاری پر شود، در حدود ۱۳ درصد از وزن گاو ماده بالغ را شامل می شود.

تکامل معده ی نشخوارکنندگان از بدو تولد تا بلوغ از آنجاییکه شکمبه و نگاری در بدو تولد فعال نیستند، مواد مغذی مورد نیاز گوساله نوزاد، مثل حیوانات غیر نشخوارکنندگان می باشد. در مورد سایر تفاوتهای غذایی بین گوساله ی نوزاد و گاو مسن، مانند وجود ناودان مری، بحث شده است. در طول چند روز بعد از تولد، شکمبه و نگاری به سرعت رشد می یابند.

در گاوهای بالغ، شکمبه و نگاری حدودا ۸۶ درصد از کل حجم معده را در بر می گیرند، نگاری در حدود ۵ درصد، هزارلا ۷ تا ۱۱ درصد و شیردان ۳ تا ۷ درصد حجم معده را اشغال می کند. در زمان تولد، شیردان، یا معده ی حقیقی حدود ۶۰ درصد از کل ظرفیت قسمت های مختلف معده را تشکیل می دهد. در گوساله ی جوان، ظرفیت نسبی شکمبه و نگاری سریعا افزایش می یابد، و در ۶ هفتگی در حدود ۶۰ درصد از کل ظرفیت را شامل می شوند. در سن ۳ تا ۴ ماهگی، ظرفیت نسبی قسمتهای معده به طور تقریبی مشابه حیوان بالغ می باشد. بنابراین، در زمان کوتاهی، ظرفیت نسبی شکمبه و نگاری افزایش شدیدی می یابد.

رشد خیلی سریع نگاری-شکمبه با تکامل وظیفه ای آن همراه می باشد. این تکامل به وسیله ی حضور خوراک خشک شامل حداقل کمی علوفه، مواد خشبی یا فرآورده های تخمیری آنها به ویژه اسید های چرب فرار تحریک می شود. توسعه ی اعمال شکمبه توانایی گوساله را در استفاده از علوفه یا سایر خوراک های الیافی، و رفع بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز با استفاده از سنتز میکروبی، شدیدا افزایش می دهد.

نحوه ی هضم خوراک در شکمبه (نگاری-شکمبه) و سنتز مواد مغذی جهت استفاده گاوها

گاوها به علت معده ی خاص خود، نه تنها می توانند انواع مختلفی از خوراک ها، به ویزه علوفه سبز یا خشک شده را مصرف کنند، بلکه می توانند دانه ها و غلات و گروهی دیگر از مواد را نیز مورد استفاده قرار دهند. به علاوه، میکروارگانیسم های نگاری-شکمبه ای، بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن را سنتز می کند. انجام این کار حیوان را برای بدست آوردن راحت تر یک جیره ی متوازن، کمک می کند.

گاوها خیلی سریع می خورند و قبل از آن که خوراک با بزاق آمیخته گردد کمی جویده و آن را به شکمبه و نگاری خود فرو می برند. خوراک خورده شده در نگاری-شکمبه تحت اثر انقباضات عضلانی منظم و مکرر به خوبی مخلوط می شود.هدف از مخلوط کردن، آغشته کردن مواد خورده شده تازه با میکروارگانیسم ها(یا میکروب ها) پراکنده کردن بزاق در داخل نگاری-شکمبه و افزایش جذب فرآورده های هضمی می باشد. گاوها بعد از خوردن، زمان قابل توجهی را صرف جویدن مجدد خوراک می کنند، این مرحله ی جدید(جویدن مجدد) نشخوار نامیده می شود. اگرچه زمان صرف شده برای نشخوار، به نوع خوراک ها و به عوامل دیگر بستگی دارد، ولی به طور نمونه گاو در حدود ۸ ساعت از اوقات روزانه خود را مشغول این کار می باشد.

نشخوار، یک فرآیند خوب همزمان شده با زنجیره ای از وقایع می باشد. در اصل یک قطعه ی کوچک خوراک و مایع از شکمبه بالا آورده شده، از طریق عبور از مری به دهان می رسد، در آن جا در حدود یک دقیقه جویده شده، با بزاق مخلوط می شود، و دوباره به طرف شکمبه بلعیده می شود، به دنبال یک مکث کوتاه این فرآیند برای قطعه ی دیگی از خوراک تکرار می شود. با جویدن مجدد، ذرات خوراک ریز تر می شود، در نتیجه سطح ماده برای تاثیر میکروبی و هضم به شدت افزایش می یابد. نشخوارکردن نسبت به خوردن اولیه ی خوراک، آرام تر صورت می گیرد و اغلب در گاوهای سیر دیده می شود.

گاوها مقدار زیادی بزاق تولید می کنند(روزانه در حدود ۱۰۰ لیتر برای هر راس گاو)، که خوراک را لزج کرده و برای بلع آماده می کند. مقادیر قابل توجهی از ترکیبات تامپونی، مخصوصا بی کربنات ها و فسفات های موجود در بزاق برای حفظ pH شکمبه در یک محدوده مناسب بین ۵/۵ و ۷/۲، که زمینه را برای عمل موثر میکروارگانیسم ها فراهم می نماید، نقش موثر دارند. بزاق همچنین چند ماده ی مغذی مورد نیاز میکروب ها را تامین می کند.

هضم در شیردان (معده ی حقیقی) و روده ی گاوهای شیری

ماده خورد شده یا خوراکی که به طور جزئی هضم شده، از نگاری-شکمبه به داخل هزارلا عبور کرده در آن جا بیشتر آب آن گرفته شده، و سپس به شیردان وارد می شود. در نشخوارکنندگان، هضم در شیردان کاملا شبیه هضم در معده حقیقی حیوانات تک معده ای می باشد. شیردان مقدار قابل توجهی از عصاره ی معده شامل اسیدکلریدریک را

ترشح می کند و pH محتویات را به حدود ۲/۵ می رساند. این pH کم ، شرط لازم محیط مناسب برای آنزیم های پپسین و رنین، می باشد که پروتئین ها را به ترکیبات ساده تجزیه می کنند. دنین در لخته کردن و هضم شیر در معده ی گوساله های جوان دارای اهمیت است، ولی در گاوهای بالغ اهمیت کمی دارد.

ماده ی خورد شده از شیردان به روده ی کوچک می رود که در گاوها مشابه غیرنشخوارکنندگان هضم می شود. روده ی کوچک به شکل ویژه ای برای هضم مواد وارد شده به آن و جذب مواد مغذی تجهیز شده است. روده ی کوچک به شدت پیچ خورده و حدود ۵ سانتیمتر قطر دارد و طول آن در حدود ۲۰ برابر طول حیوان است (۳۹متر). سطح درونی روده ی کوچک بسیار گسترده است که منتج از وجود برجستگی های انگشتی شکل به نام ویلی(پرز یا مخمل) می باشد. سطح روده ی کوچک، از جمله ویلی ها، با یک لایه از سلول های مخاطی ساده پوشیده شده است که به شدت فعال، انتخابی و عادت پذیر می باشند و در هضم و جذب شرکت می کنند.

روش برآورد احتیاجات دام های مزرعه ای

در طیور انرژی مورد نیاز برای رشد بافت ها، تولید تخم مرغ، فعالیت ها، و انجام اعمال حیاتی، و حفظ حرارت طبیعی بدن، از انرژی حاصله از سوختن کربوهیدرات ها، چربی ها و پروتئین ها تامین می شود. در حالی که طعم و مزه غذا تاثیر فراوانی بر میزان مصرف خوراک در انسان و دیگر پستانداران دارد به نظر می رسد که نقش این عامل در مرغ بسیار اندک است. ثابت شده است که انرژی عامل بسیار مهمی در تعیین میزان مصرف غذا به شمار می رود. هنگامی که جوجه های در حال رشد یا مرغ تخمگذار با جیره ای متعادل تغذیه شوند، حیوان به اندازه ای غذا مصرف خواهد کرد تا روزانه مقدار معینی از انرژی قابل دسترس را دریافت کند. مقدار مطلق غذای مصرفی به احتیاجات حیوان بستگی دارد، که این نیاز ها بسته به جثه، میزان فعالیت، حرارت محیط، مرحله و نوع تولید یا نگهداری بدن، قابل تغییر است. به هر حال دانستن احتیاجات انرژی قابل سوخت و ساز مرغ ها در هر مرحله از رشد و تولید تخم مرغ و نیز دانستن میزان انرژی قابل سوخت و ساز مواد غذایی موجود در جیره آن ها ضروری است. متخصصین تغذیه طیور انرژی را از مواد خوراکی پر انرژی مثل ذرت، گندم، سورگوم، چربی ها و روغن های گیاهی و حیوانی تامین می نمایند. تغذیه دانان معمولا انرژی را به صورت نشاسته، قندها، چربی ها، و پروتئین های قابل هضم مواد غذایی در نظر می گیرند، و به هنگام تهیه جیره های غذایی بایستی چگونگی فرآیند اجزای جیره، تعادل آن ها در جیره، و افزودن مکمل های ویژه ای چون آنتی اکسیدان ها یا آنزیم ها را به منظور کمک به تامین هر چه بیشتر انرژی قابل استفاده برای حیوان مد نظر داشته باشند. این عمل از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا در جیره های حاوی مقدار کافی از تمام عناصر غذایی مورد نیاز، راندمان استفاده از غذا، به انرژی قابل سوخت و ساز جیره بستگی دارد.

احتیاجات انرژی در طیور

از احتراق یک ماده غذایی در حضور اکسیژن در دستگاهی به نام بمب کالریمتر، میزان انرژی موجود در این ماده غذایی اندازه گیری می شود. انرژی بدست آمده از این طریق اصطلاحا انرژی کل یا خام نامیده می شود. مقدار جذب انرژی خام مواد غذایی توسط حیوان که بتواند برای انجام فعالیت های متابولیکی مورد استفاده قرار گیرد، به توانایی حیوان برای هضم غذا بستگی دارد. این مقدار انرژی جذب شده، به انرژی قابل هضم معروف است. مقداری از انرژی به شکل مواد اکسید نشده توسط حیوان و ضایعات نیتروژنی از طریق ادرار دفع می شود. هنگامی که این مقدار انرژی از انرژی قابل هضم کسر شود، انرژی باقیمانده را انرژی قابل

سمخت و ساز غذا می گویند. در حین سوخت و ساز مواد، مقداری انرژی به صورت اتلاف حرارتی از بین می رود. انرژی باقیمانده خوراک که جهت نگهداری بدن و تولید مصرف می شود، انرژی خالص نام دارد.

انرژی قابل سوخت و ساز: جدا کردن مدفوع از ادرار بدون استفاده از عمل جراحی به منظور جدا کردن میزراه بسیار مشکل است از انجا که جمع اوری ادرار و ودفوع بهمراه هم بعنوان فضولات مستقیما " براورد انرژی قابل سوخت و ساز را ممکن می سازد ، روش جراحی غیر ضروری بنظر می رسد. انرژی قابل سوخت و ساز مقدار استانداردی از قابلیت دسترسی انرژی در مرغ و بسیاری از گونه های اهلی است.

حتی در پرندگان گرسنه مقداری فضولات دفع می شود که نشان دهنده سلولهای جدا شده از روده، هورمونها، آنزیم ها و انرژی درون زادی ادرار می باشد. اگر این انرژی از دست رفته که منشا غیر خوراکی دارد، از انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری (AME) کسر گردد، انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی (TME) بدست می آید.

TME تحت تاثیر میزان مصرف خوراک قرار نمی گیرد در حالیکه AME در زمانی که مصرف خوراک بسیار کم است، بطور چشمگیری کاهش خواهد یافت. در سطوح پائین مصرف خوراک، (تقریبا " ۵۰ درصد نگهداری) اتلاف انرژی درون زادی ادرار و انرژی متابولیکی مدفوع قسمت عمده ای از انرژی فضولات را تشکیل داده و لذا مقدار AME کم است. هنگام تغذیه در سطح نگهداری و بالاتر از ان، ضریب تصحیح بسیار کم بوده و ۲ تا ۵ درصد است. در اغلب موارد لازم است که انرژی قابل سوخت و ساز برای تعادل نیتروژن تصحیح شود. هنگام تعیین انرژی اظمینان از اینکه همه حیوانات با سرعت یکنواخت رشد کرده و یا تولید تخم مرغ مشابهی دارند، غیر ممکن است. در این براوردهای بیولوژیکی بطور معمول از خروسهای بالغ استفاده می شود. چون این خروس ها رشد نداشته و بخشی از این واریانس ها کاهش می یابد. این در حالی است که حتی در پرندگان بالغ در سطح نگهداری نیز ممکن است مقداری تنوع در تعادل نیتروژن (پروتئین و اسی امینه) وجود داشته باشد بر ای مثال اگر دو پرنده در یک ازمایش استفاده شوند، و یکی ۵ گرم ازت و دیگری ۱۰ گرم ازت ابقا کند، AME و یا TME تحت تاثیر قرار خواهند گرفت. نهایتا " همه پروتئینی که اینگونه دخیره شده است در قالب بخشی از تجزیه و ترکیب پروتئین بدن حیوان مورد کاتابولیسم قرار خواهد گرفت و در این هنگام ازت (انرژی) ابقا شده دفع می گردد.

در ازمایشات کوتاه مدت (۳ تا ۴ روز) این تجزیه و ترکیب کامل نیست. در مثال بالا پرنده ای که ۱۰ گرم ازت ابقا کرده بود، ME بالاتری خواهد داشت زیرا انرژی ادرا ان کمتر خواهد بود. از لحاظ ریاضی می توانیم با استاندارد کردن ابقای انرژی بشکل پروتئین، میزان ازت ابقا شده در پرندگان را یکسان کنیم.

معمولا" تصحیح برای مقدار صفر ابقای ازت انجام می گیرد و مقدار تصحیح شده انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت (AMEn یا TMEn) نامیده می شود. ضریب تصحیح ۸/۲۲ کیلوکالری انرژی خام به ازای هر گرم ازت ابقا شده یا دفع شده می باشد که این میزان انرژی اسید اوریک است. با فرض اینکه در ازمایشات بیولوژیکی پرندگان ازت را ابقا کنند، این تصحیح به انرژی فضولات اضافه می شود و بنابراین AMEn کمتر از AME خواهد بود. اگر حیوانات طی دوره ازمایش در تعادل منفی ازت باشند انگاه عامل تصحیح از انرژی مدفوع کم شده و AMEn بیشتر از AME خواهد شد.

انرژی خالص: انرژی قابل سوخت و ساز معیار مناسبی از انرژی خام قابل دسترس برای تولی را مهیا می کند. متاسفانه کارایی استفاده از این انرژی ابقا شده جهت رشد، تولید تخم مرغ و موارد دیگر ۱۰۰ درصد نمی باشد. در طی فرایندهای متابولیکی، حدود ۱۵ درصد انرژی بصورت حرارت هدر می رود که معمولا " به ان حرارت افزایشی یا فعالیت دینامیکی ویژه گفته می شود. مواد مغذی مختلف با بازدهی متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرند و بنابراین بسته به مرحله رشد، تولید و یا توسعه حیوان میزان انرژی خالص متفاوت است. اندازه گیری انرژی خالص بسیار مشکل است زیرا تعیین مقدار عامل تصحیح یعنی حرارت افزایشی دشوار می باشد. مقدار خروج ما را می توان با استفاده از کسر تنفسی بدست اورد که این مقدار خود بوسیله تقسیم حجم CO۲ تولید شده بر O۲ مصرف شده تخمین زده می شود. کسر تنفسی معمولا "بین ۰/۷ تا ۱ متغیر است. وقتی که ترجیحا" چربی ها اکسید می شود RQ معادل ۰/۷ و هنگام اکسید شدن کربوهیدرات ها مقدار ان ۱ است. از انجایی که هیچیک از مواد مغذی مستقل از هم کاتابولیسم نمی شوند، بنابراین کسر تنفسی مرکب د راین دامنه قرار می گیرد. گاهی کسر تنفسی خارج از این محدوده و بسیار زیاد تر می شود که ناشی از ساخت خالص چربی از کربوهیدرات ااست. هنگام ساخت کربوهیدرات از چربی و نیز کاتابولیسم پروتئین ها کسر تنفسی کمتر است. هنگام کاتابولیسم پروتئین ها RQ در پرندگان کمتر از پستانداران است که این امر مربوط به تشکیل اسید اوریک در مقابل تشکیل اوره است.

استفاده و تعادل انرژی قابل سوخت و ساز دریافتی تا حدودی تحت تاثیر سطح انرژی جیره قرار م یگیرد. هر چند که جوجه های گوشتی بطور قابل ملاحظه ای بر اساس نیاز انرژی خود غذا مصرف می کنند، اغلب انرژی دریافتی در جیره با غلظت انرژی بالا بیشتر است. اگر تحت این شرایط سطح انرژی به اسید امینه ثابت بماند انگاه بطور نسبی انرژی بیشتری به چربی ذخیره ای تبدیل می شود. همچنین بدلیل اینکه جیره های پرانرژی بوسیله استفاده از چربی بیشتر راحتتر فرموله می شوند، با افزایش سطح انرژی جیرهحرارت افزایشی

به همان نسبت کمتر می شود. انرژی مصرفی برای ذخیره پروتئین نسبت به چربی بسیار بیشتر است و بنابراین ترکیب لاشه پرندگان د رحال رشد می تواند اثر چشمگیری بر بازدهی استفاده از انرژی داشته باشد. ذخیره پروتئین و انرِ در بدن به میزان مساوی و قابل ملاحظه ای از انرژی خالص نیاز دارند. اگرچه در مورد چربی بخش عمده ای از این انرژی مربوط به محتوای انرژی خود چربی است. هر گرم پروتئین حدود ۵/۵ کیلوکالری انرژی خام ازاد می کند که تنها ۴۸ درصد از ۱۱/۵ کیلوکالری برای ذخیره ان د ربدن مورد نیاز است. چربی ها حاوی ۹/۱ کیلوکالری در گرم انرژی بوده که معادل ۸۲ درصد کل هزینه انرژی مورد نیاز برای ذخیره یک گرم چربی در بدن یعنی ۱۱/۲ کیلوکالری است. بنابراین بازدهی ذخیره پروتئین (kp) و چربی (kf) بترتیب ۴۸ و ۸۲ درصد است. تعادل انرژی در مرغهای تخمگذار تا حدودی مشابه مرغهای گوشتی است که از طریق اندازه متابولیکی بدن و تولید تخم مرغ روزانه محاسبه می شود.

اغلب معیارهای محیطی، سوخت و ساز انرژی در پرندگان را تحت تاثیر قرار می دهد و از انجا که پرندگان خونگرم هستند، دما اثر بسیار چشمگیری و قابل پیش بینی دارد. بیشتر حیوانات یک نقطه راحتی یا نقطه دمایی خنثی دارند که در ان هزینه انرژی بشکل سوخت و ساز پایه حداقل است. برای جوجه ها این نقطه با سن تغییر می کند که بدلیل کاهش سطح به حجم بدن و اثرات عایقی پوشش پرها می باشند که در ۳ تا ۴ هفته اول زندگی توسعه می یابند.

از نقطه نظر عملی، تلاش اصلی اطمینان از مصرف انرژی کافی توسط پرنده در درجه حرارت بالای محیط است. بر خلاف این قضیه در درجه حرارت های بالا تولید تخم مرغ بدلیل کمبود انرژی کاهش می یابد. نشان داده شده است که مرغ تخمگذار در درجه حرارت های بالای محیط به افزایش AMEn جیره انرژی بیشتری دریافت می کند.

مرغ توانایی قابل ملاحظه ای برای کنترل دریافت انرژی خود داشته و مصرف خوراک را با تغییرات غلظت انرژی جیرهتنظیم می کند برای مثال مشخص کردن سطوح انرژی جیره بصورت کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز د رکیلوگرم، اطلاعات محدودی در مورد توان پاسخ پرنده به انرژی را فراهم می کند. سیستم دقیق تر بیان انرژی روزانه بصورت کیلوکالری به ازای هر پرنده می باشد. که مصرف سایر مواد مغذی بر اساس انرزی تعدیل می شود. اعمال این سیستم برای پرندگان پرندگان جوان نظیر جوجه های گوشتی بسیار مشکل می شود، زیرا مصرف خوراک و نیازهای انرژی انهخا روزانه در حال تغییر است. یکی از حالات نگران کننده در شرایط عملی، ارتباط تمام مواد مغذی با غلظت انرژی جیره است. با افزایش سطح انرژی

جیره، سطح مواد مغذی نظیر کلسیم، و لیزین نیز بطور متناسب با ان افزایش می یابد، زیرا پرنده غذای کمتری مصرف می کند. با کاهش سطح انرژی جیره، مقدار سایر مواد مغذی نیز کاهش می یابد.

با افزایش انرژی، پرنده غذای کمتری مصرف می کند و در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد این تنظیم در ربهترین حالت خود قرار دارد بطوریکه پرندگان مقادیر یکسانی انرژی مصرف می کنند. در دمای بالای محیط، این تنظیم مصرف خوراک با دقت کمتری صورت می گیرد و متخصصین تغذیه اغلب با تهیه جیره های پر انرژی طی تنش گرمایی نتایج مثبتی گرفته اند.

احتیاجات پروتئین در طیور

از لحاظ تئوری کیفیت پروتئین یا تعادل اسید امینه ای، تا زمانی که تمام اسیدهای امینه تا حد نیاز تامین شده و اثر انتاگونیسم اشکار نشود، نباید عملکرد پرنده را تحت تاثیر قرار دهد. برای مثال استفاده از جیره ای با پروتئین خام بیشتر ولی تعادل اسید امینه ای ضعیف تر و جیره ای که دقیقا" جهت براورده کردن نیازها فرموله شده باشد، با فرض اینکه هر دو جیره سطح مشابهی از اسید امینه محدود کننده را تامین می کنند، باید عملکرد یکسانی داشته باشند. در عمل جیره ای که بالانس ضعیف تری دارد معمولا " عملکرد ضعیف را باعث می شود. این حالت بیانگر ان است که در جیره های با کیفیت ضعیف، نسبت اسیدهای امینه نامتعادل بوده و باعث عدم استفاده از اولین اسید امینه محدود کننده می شود.

گزارش شده است که اسیدهای امینه محدود کننده با بازدهی یکسانی در جیره هایی با کیفیت پروتئینی خوب یا بد استفاده می شود و رشد کم با جیره های دارای کیفیت بد را نمی توان با کاهش استفاده از اولین اسید امینه محدود کننده توجیه نمود.

به احتمال زیاد کاهش رشد با استفاده از جیره هایی که از لحاظ اسید امینه متعادل اما کیفیت پروتئینی بدی دارند، کاهش انرژی خالص در نتیجه افزایش گلوکونئوژنسیس می باشد. بعلاوه ممکن است به دلیل افزایش تجزیه اسیدهای امینه محدود کننده از ماهیچه، برای حفظ هموستاز سطح اسید امینه پلاسما باشد. همواره افزایش اختیاری سطح پروتئین خام جیره برای تامین نیازهای اسیدهای امینه محدود کننده، اقتصادی نیست.

با بررسی داده های در دسترس موریس و همکاران (۱۹۹۹) تجزیه رگرسیونی را برای بدست اوردن تخمینی از نیازهای اسیدهای امینه در ارتباط با سطح پروتئین جیره انجام دادند:

درصد پروتئین خام ×۰/۰۵۷ = درصد لیزین

درصد پروتئین خام × ۰/۰۱۲ = درصد تریپتوفان

درصد پروتئین خام × ۰/۰۲۵ = درصد متیونین

با این تفاضیل می توان فرض کرد که ضریب برای متیونین + سیستئین باید ۰/۵ درصد پروتئین خام باشد.
مفهوم پروتئین ایده ال اولین بار توسط میشل (۱۹۶۴) ارائه گردید. وی با استفاده از اجزای خوراکی خالص تلاش نمود تا جیره ای تهیه کند که نیازهای جوجه را تامین کند. شبیه سازی الگوی اسید امینه ای پروتئین ایده الی نظیر سفیده تخم مرغ و کازئین جهت بهینه کردن رشد و بازدهی خوراک تا اندازه ای موفقیت امیز بود. تنظیم اسیدهای اینه با توجه به ترکیب بدن پرنده نیز برای بینه کرد رشد ناتوان بودند. تنها پس از مدل سازی، نیازهای اسیدهای امینه برای نگهداری، رشد و تولید مربوط بود که جیره های تنظیم شده منجر به رشد بهینه شدند. اولین بار پروتئین ایده ال بر ای خوک ارائه شد و لیزین بعنوان اسید امینه شاخص استفاده شد. به لیزین ارزش ۱۰۰ داد ه شد و سایر اسیدهای امینه بر اساس ان طبقه بندی می شوند و برای مثال متیونین + سیستئین ۵۰ درصد و تریپتوفان ارزش ۱۵ درصد را می گیرد. صرفنظر از سطح انرژی یا پروتئین، تعادل همه اسیدهای امینه ثابت باقی خواهد ماند. دلیل استفاده از لیزین بعنوان استاندارد الگوی اسید امینه ای ایده ال این است که اطلاعات کافی در مورد مقادیر مورد نیاز تمام اسیدهای امینه تحت تمام شرایط در دسترس نیست.
بعلاوه بدست اوردن اطلاعات دقیق در مودر الگوی همه اسید های امینه خوراک مشکل است. بعبارت دیگر اطلاعات و داده های فراوانی در مودر نیازهای لیزین و میزان لیزین قابل هضم خوراک موجود است. همچنین لیزین به اسانی قابل اندازه گیری است. محدودیت این براورد اولیه این بود که غلظت بهینه لیزین را در پروتئین خوک ها بدون در نظر گرفتن سن یا اندازه بدن ۷ درصد فرض کرده بود. همچنین براوردها بشدت متکی بر الکوی اسیدهای امنینه لاشه خوک بوده و تاکید کمی بر نیازهای نگهداری شده بود.
تنها حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد اسیدهای امینه مورد نیاز برای رشد و سوخت و ساز مستقیما" از جیره منشا گرفته و بخش بیشتر ان از تجزیه مداوم بافتها ناشی می شود. به دلیل اینکه هر اسید امینه سرعت تجزیه متفاوتی دارد، محاسبه نیازها را تحت تاثیر قرار داده و در هر مرحله زمانی الگوی متفاوتی نسبت به ترکیب بدنحاصل می شود. این حالت خصوصا " برای لیزین صادق است که سرعت اکسیداسیون کمی داشته و زمانی که معیار محاسبات تنها ترکیب لاشه یا بدن باشد، منجر به براورد بیشتر نیاز لیزین می گردد.
مقدار پروتئین ایده ال در براوردهای تحقیقاتی (۱۹۹۴ و NRC) و جیره های تجاری پیشنهادی توسط لسون و سامرز (۱۹۹۷) تقریبا" یکسان است. تمام براوردهای نیزا های مواد مغذی، مقداری اریب در سیستم محاسباتی و بیان خود دارند. برای پروتئین ایده ال شاید مهمترین محدودیت در حال حاضر تغییرات ترکیب بدن جوجه های گوشتی امروزی است بطویکه تاکید بیشتری بر تولید گوشت لخم است. محصولات بدون چربی حیوانی یا با نسبت بیشتر تولید ماهیچه احتمالا" نیازهای اسید امینه ای متفاوتی دارند.

برای تولید گوشت سینه بیشترین تاکید بر روی لیزین است که ظاهرا" حیاتی ترین اسید امینهه در پروتئین ایده ال است. همچنین با سنگین تر شدن جوجه ها ممکن است لازم باشد که براوردهای اولیه برای نیاز نگهداری نسبتا" بالاتر این جوجه ها تصحیح شود.

مدل های ریاضی فراوانی برای براورد نیازهای اسیدهای امینه مرغهای تخمگذار و جوجه های در حال رشد گسترش یافته اند. بطور کلی این مدل ها نیاز اسیدهای امینه را برای اجزای مختلف تویدد خلاصه نی کنند. برای مرغهای تخمگذذار این اجزا شامل نگهداری، رشد و تولید تخم مرغ است. نیازهای نگهداری اسیدهای امینه به منظور د رنظر گرفتن ساخت پروتئین (ks) و تجزیه پروتئین (kd) در بافت ها و اندام های مختلف با توجه ویژه به بازسازی پرها و اندازه دستگاه گوارش، کبد و ماهیچه ها است.

راههای مختلفی برای بیان احتیاجات اسیدهای امینه وجود دارد. مثلا " ممکن است بصورت (۱) گرم از هر اسید امینه برای هر جوجه در روز، (۲) گرم از هر اسید امینه در هزار کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز، (۳) درصد جیره ، (۴) و درصد پروتئین جیره بیان شود. مطمئنا " دقیقترین روش، روش اول است. در اغلب مواقع عملی ترین راه این است که مقدار پروتئینی که اغلب اسیدهای امینه ضروری و غیر ضروری مورد نیاز مرغ را در هر سطحی از انرژی مورد نظر تامین می کند مشخص کرد. سپس این پروتئین با موا د اولیه ای مثل پودر ماهی یا اسیدهای امینه مصنوعی تکمیل شود. بطوریکه هر اسید امینه تا سر حد امکان بصورت درصدی از پروتئین جیره احتیاجات را تامین می کند.

با شناخت اسیدهای امینه مورد نیاز طیور و اسیدهای امینه موجود د رمواد غذایی می توان بسادگی ۱) ترکیب اسیدهای امینه جیره را محاسبه کرد و ۲) اسیدهای امینه یک جیره را با نیاز اسیدهای امینه طیور مقایسه کرد و ۳) درصورتی که ضرورت ایجاب کند می توان غذا را با اسیدهای امینه مصنوعی یا سایر منابع پروتئینی تکمیل کرد بطوریکه مطمئن باشیم ترکیب پروتئین های داده شده دارای تعادل اسیدامینه ای مطلوبی هستند. این روش بطور معمول در فرموله کردن جیره ها متداول است.

روش برآورد احتیاجات نشخوارکنندگان

نشخوارکنندگان دارای نیازمندیهایی به انرژی ، پروتئین و مواد معدنی هستند. اما در این حیوانات احتیاجات ثانویه ای نیز مطرح می شود، که مربوط به میکروارگانیسم هایی است که در تجزیه اجزای ساختمانی گیاه دخالت دارند و بخش اعظمی از پروتئین قابل جذب در روده باریک نشخوارکنندگان را تامین می کند. با برآورده شدن احتیاجات میکروارگانیسم های، فعالیت شکمبه بهینه شده و لذا عملکرد استفاده از مواد خوراکی ، خصوصا" دیواره سلولهای گیاهی افزایش پیدا می کند. فعالیت شکمبه زمانی دارای بازدهی بهینه و پایدار است که جیره های تنظیم شده بتوانند نیازمندیهای میکروارگانیسم های شکمبه و خود دام را برطرف سازد. در چنین شرایطی، عملکرد حیوان بهینه شده و بعلاوه عوارض تغذیه ای به حداقل خواهند رسید.

بهینه نمودن این نوع احتیاجات از آن جهت مهم است که نیاز میکروبهای شکمبه به نیتروژن یا پروتئین در گاوهای کم تولید و خشک، کمتر از نیاز بافتهای بدن بوده و از سویی دیگر نیاز گاوهای پر تولید بیش از میزان پروتئین میکروبی است که در شکمبه دام تولید می شود، لذا باید از پروتئین عبوری در خوراک این حیوانات استفاده شود. در چنین حیواناتی باید مصرف خوراک تا جایی که امکان دارد افزایش یابد و حداکثر مصرف ماده خشک تنها زمانی حاصل خواهد شد که شکمبه دارای فعالیت بهینه است و نیز تجزیه مواد گیاهی در حداکثر مقدار خود است. احتیاجات مواد مغذی در دام تا اندازه زیادی به خصوصیات قابلیت استفاده از خوراکها در هم امیخته است. این خصوصیات میزان احتیاجات انرژی را تحت تاثیر قرار داده که

این امر به نوبه خود بر احتیاجات مقدار و نوع پروتئین موثر است. اگرچه در سیستم های جدید ارزشیابی مواد خوراکی سعی شده که اثرات متقابل این احتیاجات مورد توجه قرار گیرد، هنوز توجه جداگانه به آنها راحت تر بوده و بعد از ان می توان اثرات متقابل را بررسی کرد.

مصرف اختیاری ماده خشک (DMI) از جمله مواردی است که حیوان را محدود می کند. بعد از مصرف خوراک انرژی و سپس پروتئین عوامل محدود کننده حیوان می باشند. املاح، ویتامین ها و عناصر کمیاب بایستی که در حیوانات با تولید زیاد و یا در زمان استفاده از خوراکهای غیر معمول، بعد از اینکه موارد مربوط به مصرف خوراک، انرژی و پروتئین لحاظ شدند، با احتیاجات حیوان متوازن گردند. تنها کنترل مقدار انها با احتیاجات حیوان انجام می گیرد. لذا باید احتیاجات به ترتیب زیر محاسبه شوند:

۱ -مصرف ماده خشک

۲ -انرژی

۳ -پروتئین

۴ -عناصر؛ کلسیم، فسفر و منیزیم

۵ -گوگرد

۶ -عناصر کمیاب مثل کبالت، مس، سلنیوم و ید

۷ -ویتامینها

برای هر کدام از این احتیاجات (به جز مصرف اختیاری)، تقسیم بندی های کوچکتری برای نیازهای روزانه حیوان، با توجه به اختلافات مربوط به فعالیتش، وجود دارد. این تقسیم بندی ها عبارتند از:

نگهداری: عبارت است ازمواد مغذی مورد نیاز برای تامین فعالیت های بدن، بدون هیچگونه تولید قابل استحصال.

فعالیت: تمامی فعالیت های دام از قبیل ایستادن و راه رفتن نیاز به انرژی دارد. در عمل انرژی مورد نیاز برای فعالیت، بخش ناچیزی از احتیاجات حیوان را تشکیل می دهد و این موضوع اختلاف قابل توجهی در حیوانات مختلف ندارد. لذا اغلب انرژی مورد نیاز برای فعالیت به احتیاجات انرژی برای نگهداری افزوده می شود.

شیردهی: عبارت است از مواد مغذی مورد نیاز برای تولید مقدار معین شیر با ترکیب مشخص.

رشد: این نیاز ها برای گروهی از حیوانات که تنها برای تولید گوشت پرورش می یابند اهمیت دارد، اما برای گاوهای شیری قابل چشم پوشی است.

آبستنی: نیازهای مواد مغذی برای آبستنی به مرحله آبستنی بستگی دارد و تنها در یک سوم اخر ابستنی باید بطور محسوسی مورد توجه قرار گیرد.

دراین نوع تقسیم بندی اولا " امکان بیان هر یک از نیازهای حیوان برای هر نوع فعالیتی که از خود نشان می دهد در قالب کلی نیاز ها امکان پذیر بوده و در نتیجه جدولهای ساده ای که دارای بخشهای خاصی درباره احتیاجات حیوان است بوجود امده و می توان نیازهای حیوان را از انها استخراج کرد و بعلاوه در این تقسیم بندی معادلات مورد استفاده برای پیشگویی احتیاجات حیوانی نسبتا" ساده است.

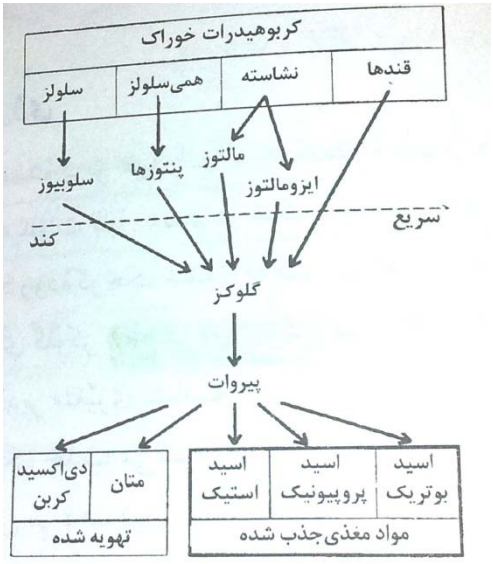
احتیاجات حیوان به مواد مغذی به کمک استانداردهای غذایی که اصطلاحی کلی است بیان می گردد. دو اصطلاح احتیاجات غذایی و جیره مستمر برای این منظور بکار می روند. وجه تمایز انها دراین است که اولی میانگین مقدار غذایی است که حیوان جهت انجام عمل و یا انجام وظیفه خاصی نیاز دارد و دومی بیانگر همین مقدار غذا بعلاوه مقداری اضافی است که جهت کسب اطمینان و منظور داشتن تفاوتهای بین احتیاجات غذایی حیوانات یک گله افزوده می شود.

استانداردهای غذایی را می توان بشکل مقدار موادمغذی و یا نسبت این مواد در جیره اظهار داشت. برای مثال برای بیان احتیاجات یک خوک به فسفر می توان گفت که احتیاج ان بمیزان ۱۱ گرم در روز است و یا اینکه مقدار فسفر باید ۵ گرم در هر کیلوگرم خوراک باشد. روش اول بیشتر در مواردی بکار می رود که مقادیر معینی از خوراک به حیوان داده می شود. روش دوم نیز زمانی استفاده می شود که حیوان تا حد اشتهای خود غذا در اختیار داشته باشد.

از واحدهای متنوعی برای استانداردهای غذایی استفاده می شود برای مثال، انرژی مورد نیاز نشخوارکنندگان بر حسب انرژی ویژه، انرژی قابل متابولیسم و یا واحداهای انرژی غذایی و احتیاجات پروتئینی آنها بر حسب پروتئین خام، پروتئین خام قابل هضم و یا پروتئین قابل متا بولیسم بیان می شود. یقیقنا " بهتر است واحدها در استاندارد های غذایی همان واحدهایی باشند که در ارزشیابی خوراکها استفاده می شوند. واحد رایج برای اندازه گیری انرژی در سیستم انرژی قابل متابولیسم انگلستان، ژول است. قبلا " از واحد کالری استفاده می شد(که البته هنوز هم در امریکا از این واحد استفاده می شود). هر کالری معادل ۴/۲ ژول می باشد. زول بصورت مقدار حرارت مورد نیاز برای افزایش دمای یک سانتیمتر مکعب اب به میزان یک درجه سانتیگراد تعریف می شود. با توجه به اندازه بدن و میزان تولید گاوهای شیری ژول واحد بسیار کوچکی برای فرموله کردن در جیره بوده و لذا از کیلوژول (معادل ۱۰۰۰ژول) و مگاژول(معادل ۱۰۰۰ کیلوژول) بیشتر استفاده می

شود. مهمترین منابع تامین انرژی جیره غذایی نشخوارکنندگان عبارتند از کربوهیدراتها، چربیها و روغن ها و در نهایت پروتئین ها که به اختصار مورد بحث قرار می گیرند.

کربوهیدراتها: قندهای ساده و نشاسته منابع انرژی مورد استفاده گاوهای شیری هستند که بسرعت در شکمبه تجزیه شده و عمدتا" به اسیدلاکتیک تبدیل می شوند.مقادیر زیاد اسید لاکتیک در شکمبه در نهایت منجر به تغییر pH شکمبه و جمعیت میکروبی شکمبه شده که خود منتهی به کاهش تجزیه الیاف، اسیدوز، سوءهاضمه و کاهش چربی شیر خواهد شد. لذا مصرف خوراکهای نشاسته ای باید با دقت بالایی صورت بگیرد. توصیه کلی برای میزان نشاسته و قند در کل جیره برای یک گاو شیرده حدود ۱۲۰ تا ۲۰۰ گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جیره است که این مقدار در سطوح بالاتر تولید افزایش خواهد یافت. نشان مسیر کلی شکستن کربوهیدراتها در شکمبه در شکل زیر نشان داده شده است. در بین انواع کربوهیدارتها قندهای ساده از قبیل گلوکز بیشترین و سلولز کمترین سرعت هضم در شکمبه را دارا هستند و این ترکیبات از طریق انواعی از ترکیبات حد واسط در نهایت به گلوکز تبدیل شده، گلوکز نیز بسرعت به پیرووات تبدیل شده و پیرووات خود به محصولات نهایی مختلف و CO_2 تبدیل خواهد شد. فراورده های اصلی هضم، اسیدهای چرب فرار (VFA) شامل اسید استیک (C۲) ، اسید پروپیونیک(C۳) و اسید بوتیریک (C۴) هستند که از دیواره شکمبه جذب می شوند.



شکسته شدن کربوهیدراتها در شکمبه (اقتباس از مکدونالد و همکاران ۱۹۸۸)

از انجا که تخمیر فرایندی بی هوازی است . میکر.ارگانیسم های شکمبه بایستی اکسیژن مورد نیاز برای متابولیسم را از ترکیباتی که تجزیه می کنند بدست اورند، لذا مقدار معینی کربوهیدرات (بین ۵ تا ۱۲ درصد)

در شکمبه به متان تبدیل شده و اکسیژن آزاد می شود. متان حاصل در بالای شکمبه جمع شده تا با اروغ زدن خارج شود.

چربی ها و روغن ها: چری ها و روغن ها در مقایسه با کربوهیدراتها دارای تراکم انرژی بالاتری هستند و لذا تنها در جیره غذایی گاوهای پرتولید، که مصرف خوراک د رانها جوابگوی احتیاجات انرژی نیست، توصیه می شود. جز در مورد چربیهای محافظت شده، استفاده بیش از شصت گرم در کیلوگرم ماه خشک چربی در جیره، منجرب ه کاهش فعالیت میکروبی در شکمبه، کاهش مصرف خوراک و کاهش سنتز چربی شیر می شود.

پروتئین ها: نشخوارکنندگان نیز مانند سایر پستاندارای می توانند از اسیدهای امینه بعنوان منبعی از انرژی استفاده کنند. برای این امر امین زدایی اسیدهای امینه در کبد باید انجام پذیرد که اگر این امر بیش از حد انجام شود، بدلیل افزایش بار متابولیکی کبد، توانایی ان برای سایر فعالیتها کاهش می یابد. گزارش شده است که جیره های حاوی بیش از ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک پروتئین خام، منجر به کاهش باروری شده اند و حتی گاوهای خیلی پرتولید که روزانه بیش از ۵۰ لیتر شیر تولید می کنند، به بیش از ۱۹۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک پروتئین خام نیاز ندارند.

محلهای هضم انرژی: در نشخوارکنندگان عمده کربوهیدراتها در شکمبه و چربی ها در روده باریک هضم می شوند. تقریبا" تمام کربوهیدرات قابل هضم در شکمبه به اسیدهای چرب فرار تبدیل شده و مقدار بسیار کمی از ان وارد روده باریک شده تا بصورت گلوکز جذب شوند. بنابراین گاوهای شیرده بایستی مقادیر زیادی گلوکز(بالغ بر دو کیلوگرم در روز) در کبد سنتز کند. اگرچه مشخص شده که مقادیر متغیری از نشاسته از دسترس میکروبهای شکمبه فرار کرده و بصورت گلوکز در روده باریک جذب می شوند. این جذب گلوکز نیز سودند بوده و بنظر می رسد که میزان پروتئین شیر را افزایش خواهد داد.

بهینه سازی رشد میکروبی در شکمبه

همانطور که قبلا" نیز اساراه شد شکمبه دارای دامنه وسیعی از میکروارگانیسم ها عمدتا" باکتریها، پروتوزواها و قارچها است. باکتریها مسول هضم بخش عمده سلولز هستند و در برخی از حالات با از بین بردن پروتوزواها، کارایی شکمیه افزایش می یابد(برای مثال با وراد کردن مونسین به جیره).اگر گه بنظر می رسد که پروتوزوآها نقش ارزشمندی در ایجاد ثبات و انعطاف پذیری جمعیت باکتریایی شکمبه دارند. هضم مظلوب سلولز تنها در صورتی انجام می شود که تمام نیازهای میکروبها تامین شود. این نیازهای عمده عبارتند از:

۱ -گرما: همانند بسیاری از باکتریها،میکروبهای شکمبه در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد دارای بیشترین فعالیتمی باشند. حرارت ناشی از تخمیر، حرارت تولید شده توسط دام و ایزوله سازی پوست، حتی در شرایط اب و هوایی خیلی سرد نیز دمای شکمبه را در حد ثابت ۳۷ درجه ثابت نگه می دارد.

۲ -آب: بیشترین فعالیت میکروبی در زمانی است که به حالت معلق (سوسپانسیون) در مخلوطی از اب و غذا قرار بگیرند. اگر گاوها از اب محروم شوند، شکمبه خشک شده و متعاقبا " هضم سلولز نیز کاهش می یابد.

۳ -شرایط بی هوازی: عمده میکروبهای شکمبه ب هوازی بوده و بدون اکسیژن قادر به رشد و نمو هستند. شکمبه سالم بی هوازی است.

۴ -pH اسیدی ملایم: جمعیت میکروبی شکمبه بیشترین فعالیت را در شرایط اسیدی ملایم تا خنثی دارند(pH برابر ۶ تا ۷). با کاهش pH به زیر ۶، شرایط برای میکروارگانیسم هاتولید کننده اسیدهای چرب فرار نامساعد و برای تولید کنندگان اسید لاکتیک مساعد خواهد شد.

۵ -انرژی یا یک منبع کربنه: میکروارگانیسم ها قادرند دامنه وسیعی از منابع کربنه را برای کسب انرژی مورد متابولیسم قرار دهند و بعلاوه می توانند سلولز و همی سلولز را نیز برای تولید انرژِی مورد متابولیسم قرار دهند.

۶ -نیتروژن: میکروارگانیسم ها شکمبه برای تولید پروتئین میکروبی به مقادیر معینی (حداقل یک درصد نیتروژن در ماده خشک جیره) نیاز دارندجیره های حاوی مقادیر بالایی از خوراکهایی مثل کاه غلات که حاوی کمتر از یک درصد نیتروژن (۶/۲۵ درصد پروتئین) هستند، متابولیسم میکروبی را کاهش داده و در نتیجه هضم سلولز کاهش یافته، ماندگاری خوراک در شکمبه افزایش یافته و مصرف ماده خشک نیز کاهش می یابد.

۷ -گوگرد: برای سنتز اسیدهای امینه گوگرد دار متیونین و سیستئین مورد نیاز است.

برای حاکثر فعالیت میکروبی در شکمبه مواد مغذی مورد نیاز میکروبها باید بشکل کمتوازنی فراهم باشندنسبت انرژی به پروتئین دارای اهمییت بالایی است. اگر نیتروژن قابل تجزیه در شکمبه بسیار کم باشد، هضم سلولز کاهش می یابد و اگر انرژی بالا باشد، تولید اسید لاکتیک در شکمبه افزایش یافته و اسیدوز عارض می شود. در روشهای سنتی فرض بر این است که تمام انرژی موجود در خوراک برای میکروبهای شکمبه قابل دسترس است، ولی سیستم پروتئین قابل متابولیسم (AFRC ۱۹۹۲) مشخص می سازد که برخی از منابع انرژی از قبیل اسیدهای چرب فرار و چربی ها انرژی کمی در اختیار میکروبها

قرار می دهند و لذا منجر بهه رشد مناسب میکروبی نمی شوند. انرژی قابل متابولیسم قابل تخمیر (FME) که عبارت از انرزی قابل متابولیسم منهای انرِژی چربی و انرژی فراورده های حاصل از تخمیر تعریف شده است، در واقع مقدار انرژی قابل دسترس برای میکروارگانیسم ها است.

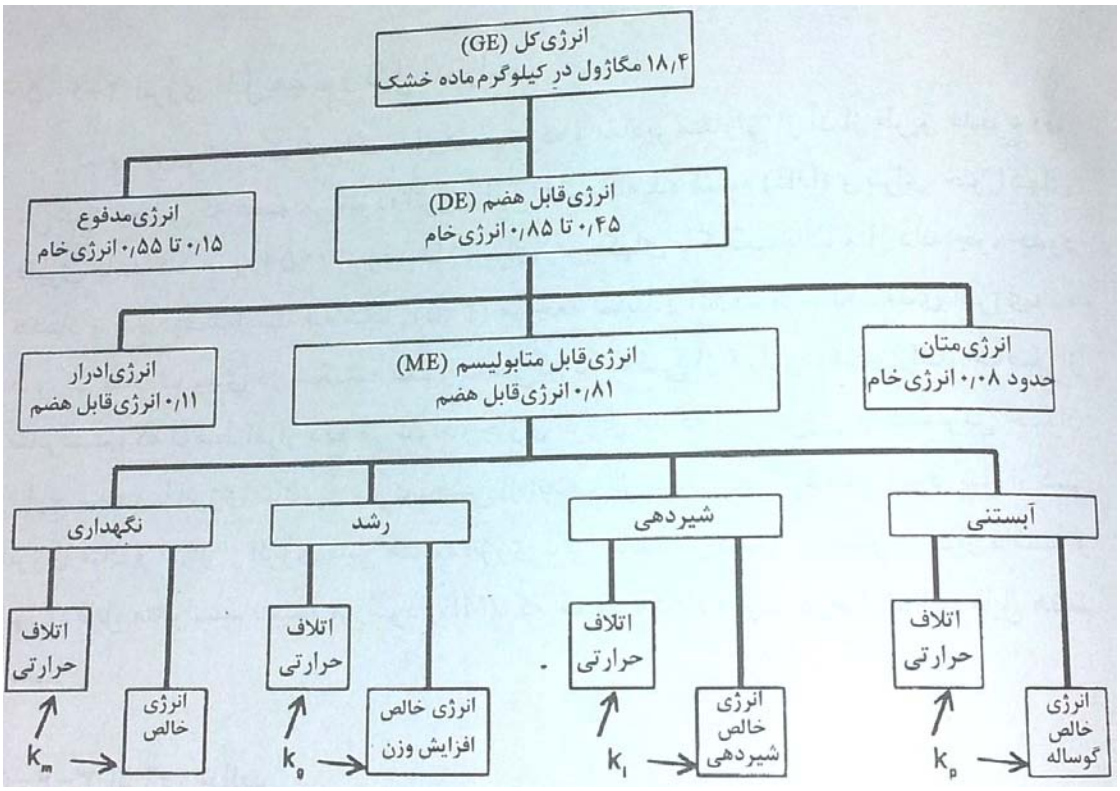
هضم انرژی

انرژی کل (Gross Energy, GE) هر خوراک (شکل)، مقدار انرژی موجود در خوراک است که با استفاده از اتش زدن نمونه خوراکی با اکسیژن و اندازه گیری حرارت تولیدی تعیین می شود.

کربوهیدراتها حاوی حدودا" ۱۷/۵ مگازول انرژی، پروتئین ها حدودا " ۲۶ مگاژول و چربی ها حدودا " ۴۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم ماده خشک می باشند. علوفه ها که عمدتا " از کربوهیدراتها تشکیل شده اند، انرژی ثابتی در حدود ۱۸/۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک دارند. سیلازها بعلت اسیدهای تخمیری، انرژِ خام نسبتا " بالایی دارندمکملهای پروتئینی و چربی انرژی خام بالتری دارند.

مقداری از اترزی خوراک از طریق مدفوع خارج شده و لذا بخشی از ماده خوراکی که هضم می شود، حاوی انرژی قابل هضم (Digestible Energy,DE) می باشند. بعضی از فراورده های زائد حاصل از متابولیسم که حاوی انرژی هستند توسط ادرار دفع شده که انرژی بهمراه انرژی متان، بخشی از انرژی قابل هضم را شامل شده و لذا انرژی باقیمانده که در دسترس حیوان قرار می گیرد انرژی قابل متابولیسم (Mebolizable Energy, ME) نامیده می شود که حدود ۸۱٪ از انرژی قابل هضم را شامل می شود.

میزان انرژی قابل متابولیسم موجود در هر ماده خوراکی نمایانگر بخشی از انرژی است که برای انجام فعالیتهای مختلف دام می تواند استفاده شود. ولی تبدیل انرژی از شکل جذب شده (عمدتا " بشکل اسیدهای چرب فرار) به شکل قابل استفاده برای بافتهای بدن مانند گلوکز، لاکتوز و چربی مستلزم فرایندهای بیوشیمیایی است که در حیرن این فرایند ها بخشی از انرژی بشکل حرارت خارج می شود. حرارت تولید شده که اتلاف حرارتی نامیده می شود در محیط ازاد شده و انرژی بقیمانده را انرژی خالص (Net Energy, NE) می نامیم.. انرژی خالص میتواند برای نگهداری فعالیتهای بدن، تولید شیر، رشد بافتهای بدن و جنین استفاده شود. بازدهی تبدیل انرژی ME به NE با ضریب مشخصی K مشخص شده و برای تعیین نوع ان اندیس گذاری می شود. برای مثال Kl نشان دهنده بازده تبدیل ME به NE برای شیردهی است. (به شکل مراجعه کنید)



مسیرهای هضم انرژی در گاو شیری

می توان استانداردها را برای هر عمل یا وظیفه ای در حیوان بطور جداگانه و یا بصورت یک عدد واحد برای ترکیبی از اعمال و یا وظایف ارائه داد. برای مثال، احتیاجات یک گاو شیری برای بقا و تولید شیر بطور مجزا ذکر می شود.حال انکه احتیاجات جوجه گوشتی برای بقا و رشد تواما " بصورت یک عدد واحد بیان می شود. میزان احتیاجات در برخی موارد برای برخی از وظایف خاص ناشناخته مانده است و این امر بخصوص در مورد نیازمندیهای مربوط به ویتامین ها و عناصر کمیاب صدق می کند.

همانگونه که ذکر شد تامین احتیاجات غذایی به کمک جیره مستمر که در عمل نیز از آن استفاده می شود، مستلزم بکار بردن یک ضریب اطمینان است. استفاده از ضریب مزبور را می توان بکمک مثال زیر توجیه کرد: با توجه به تفاوتهایی که احتمالا " بین افراد یک گله وجود دارد فرض می نمائیم مقدار انرژی لازم برای نگهداری یک گاو ۵۰۰ کیلوگرمی بین ۳۰ تا ۳۶ و بصورت میانگین ۳۳ مگاژول انرژی ویژه در روز باشد.در حالیکه مقداری از تفاوتها احتمالا " به علت دقت کم روش های اندازه گیری است ولی بیشتر انها بدون شک معلول اختلافات حقیقی بین حیوانات می باشد. بهمین دلیل انتخاب میانگین ۳۳ مگا ژول

بعنوان مقدار انرژی مورد نیاز باعث می شود که در عمل برخی از حیوانات بیشتر و برخی کمتر از احتیاجات خود غذا مصرف کنند.

کمبود غذایی در مقایسه با مصرف بیشتر غذا، زیان بخش تر است. لذا بهتر است در هنگام محاسبه مقدار غذای مورد نیاز از یک ضریب اطمینان استفاده کرد. ضریب اطمینان بحنوی در نظر گرفته می شود که یقین شود هیچ یک از حیوانات غیر از حیواناتی که احتیاجات غذایی آنها بشکل استثنایی بالاتر است، کمتر از مقدار مورد نیاز خود غذا مصرف نکنند. مقدار غذای اضافه شده برای اطمینان، می تواند اختیاری باشد. بهتر است مقدار اضافی بر مبنای تفاوت بین حیوانات محاسبه شود. هر چه اختلاف بین حیوانات بیشتر باشد، ضریب اطمینان باید بزرگتر انتخاب شود. با این حال برخی از پژوهشگران بکار بردن ضریب اطمینان را مورد انتقاد قرار دادند چرا که تغذیه مثلا " ۹۰٪ دامها با غذایی بیش از حد لازم، جهت کسب اطمینان از اینکه ۱۰٪ از حیوانات زیاده از حد دچار کمبود غذایی نشوند، عملی پر هزینه و با اتلاف غذا همراه است. لذا در مورد ان دسته از مواد غذایی کاربرد داردکه کمبودهای انها باعث ناهنجاریهای شدید و حتی مرگ خواهد شد. بهر حال برای موارد انرژی زا استفاده از ضریب اطمینان توصیه نمی شود.

پروتئین مورد نیاز

در نشخوارکنندگان پروتئین جیره غذایی دارای دو نقش است:

۱ -پروتئین غذا باید احتیاجات ازت میکروارگانیسم های شکمبه را تامین کند.

۲ -پروتئین غذا بایستی مقدار پروتئین حقیق قابل جذب را که برای تامین ازت اسیدهای امینه در سطح بافت حیوان مورد نیاز است ، تامین کند.

نشخوارکنندگان نیز مانند سایر پستاندارای می توانند از اسیدهای امینه بعنوان منبعی از انرژی استفاده کنند. برای این امر امین زدایی اسیدهای امینه در کبد باید انجام پذیرد که اگر این امر بیش از حد انجام شود، بدلیل افزایش بار متابولیکی کبد، توانایی ان برای سایر فعالیتها کاهش می یابد. گزارش شده است که جیره های حاوی بیش از ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک پروتئین خام، منجر به کاهش باروری شده اند و حتی گاوهای خیلی پرتولید که روزانه بیش از ۵۰ لیتر شیر تولید می کنند، به بیش از ۱۹۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک پروتئین خام نیاز ندارند.

روش ها و تکنیک های ارزشیابی مواد خوراکی

بیشتر اطلاعات موجود درباره ترکیبات مواد غذایی حاصل استفاده از یک روش تجزیه تحت عنوان تجزیه تقریبی غذاها می باشد. در این روش بیش از صد سال قبل توسط دو دانشمند آلمانی به نامهای هنبرگ واستوهمن ابداع گردیده بود .اخیرا روشهای نوینی در تجزیه مواد غذایی ابداع شده واطلاعات روی ترکیبات مواد غذایی به سرعت در حال گسترش می باشد، به هر حال هنوز روش تجزیه تقریبی در اروپا اساس تشخیص قانونی ترکیبات شیمیایی غذاها می باشد.

در این روش ، مواد غذایی به شش بخش تقسیم می شوند که عبارتند از :

رطوبت ، خاکستر ، چربی خام، پروتئین خام ، فیبر خام و عصاره عاری از ازت.

تعیین درصد رطوبت: مقداری غذا را که وزن آن مشخص شده در ۱۰۰ درجه سانتی گراد آن قدر حرارت می دهند تا وزن نمونه غذا ثابت باقی بماند. سپس درصد کاهش وزن را محاسبه می نمایند. این روش برای اکثر مواد غذایی رضایت بخش است . معهذا باید دانست در موارد معدودی از غذاها نظیر مواد سیلویی احتمالا مقدار قابل ملاحظه ای از کاهش وزن به تبخیر مواد فرار مربوط می شود.

تعیین خاکستر: بدین منظور می توان با سوزاندن وزن معینی از غذا در ۵۵۰ درجه سانتی گراد ، زمانی که تمام کربن موجود خارج گردد تعیین نمود. می توان گفت که خاکستر حاصل از سوزاندن مواد غذایی همان مواد غیر آلی موجود در غذاست .به هر حال خاکستر ممکن است حاوی عناصری از منشاء مواد آلی نظیر گوگرد و فسفر پروتئین ها نیز باشد . به علاوه در حین سوزاندن مواد غذایی مقداری از مواد فرار مانند سدیم ،کلراید ، فسفر و گوگرد نیز از بین خواهند رفت .بنابراین خاکستر حاصل از سوزاندن مواد غذایی نمی تواند به تنهایی معرف کمیت و کیفیت مواد معدنی غذا باشد.

اندازه گیری انرژی خام در خوراک

انرژی خام عبارتست از مقدار گرمای تولید شده از واحدخوراک زمانی که خوراک به طور کامل سوزانده شده و در اثر اکسیداسیون به دی اکسید کربن و آب تبدیل می شود. مقدار گرمازایی خوراک بوسیله اکسیداسیون مرطوب نمونه با یک محلول دی کرومات پتاسیم در اسید سولفوریک تعیین می شود.سپس انرژی از تقسیم مقدار دی کرومات پتاسیم ۱/۵ نرمال استفاده شده برای اکسیداسیون یک گرم نمونه بر یک فاکتور تابع محتوی پروتیین به دست می آید. این روش ساده ،سریع و قابل اجرا برای تعداد زیادی از نمونه ها بوده و نتایج قابل قبولی مشابه آنچه که به وسیله بمب کالریمتری به دست می آید، به ما می دهد. بنابراین از این روش می توان به طور مناسبی در مکان هایی که استفاده از بمب کالریمتری پر هزینه است،به منظور تعیین مقدار انرژی خام خوراک ،استفاده نمود.

اندازه گیری کل نیتروژن(پروتئین خام)

در این روش نیتروژن پروتئین و دیگر ترکیبات با هضم اسیدی با استفاده از اسید سولفوریک غلیظ تبدیل به سولفات آمونیم می شود. محصول هضم اسیدی پس از سرد شدن با آب مقطر رقیق شده سپس در مرحله تقطیر ، در اثر اضافه نمودن یک قلیا (هیدروکسید سدیم)به مخلوط هضم شده آمونیاک آزاد می شود.آمونیاک آزاد شده در اسید بوریک جذب شده و سپس در مرحله تیتراسیون آمونیاک پیوند یافته با اسید بوریک(کمپلکس بورات آمونیم)به کمک محلول اسیدی استاندارد(اسید سولفوریک)آزاد می شود. واکنش هایی که در این مراحل صورت می گیرد به شرح زیر است:

$$\text{نمونه} + H_2SO_4 \rightarrow NH_3 + CO_2 + SO_2 + NO_2$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaoH \rightarrow 2NH_4OH + Na_2So_4$$

$$NH_4OH + H_3BO_3 \rightarrow NH_4B(OH)_2$$

$$2NH_4B(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2H_3BO_3 + 2H_2O$$

به دلیل اینکه میانگین مقدار نیتروژن (در پروتئین)در مواد بیولوژیکی حدود ۱۶ درصد بر اساس ماده خشک است ،معمولاً برای اندازه گیری محتوی پروتئین خام ، کل نیتروژن امدازه گیری شده را باید در فاکتور ۶.۲۵ () ضرب نمود . در جدول صفحه بعدی برخی فاکتورهای توصیه شده برای اندازه گیری پروتئین خام خوراک های مختلف ارائه شده است.

فاکتورهای مورد نیاز برای محاسبه پروتئین خام در برخی از خوراک ها

خوراک	فاکتور		خوراک	فاکتور
تخم مرغ	۶/۲۵		سبوس گندم	۶/۳۱
گوشت	۶/۲۵		دانه سویا	۵/۷۱
شیر	۶/۳۸		بادام زمینی	۵/۴۶
جو	۵/۸۳		نخودها	۶/۲۵
جو دوسر	۵/۸۳		لوبیاها	۶/۲۵
چاودار	۵/۸۳		آرد گندم	۵/۷۰
سورگوم	۶/۲۵		ارزن	۶/۳۸
گندم کامل	۵/۸۳			

اندازه گیری عصاره اتری یا چربی خام

زمانی که نمونه خوراکی را با اتر در دستگاه استخراج سوکسله مورد استخراج قرار دهید، اتر چربی ها و مواد چرب مانند گلیسریدهای اسیدهای چرب، اسیدهای چرب آزاد ، کلسترول، لسیتین، کلروفیل، روغن های فرار و غیره را حل نموده و بعد از تبخیر اتر، چربی خام یا عصاره اتری به دست می آید.

وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز

دستگاه استخراج سوکسله شامل بالن روغن (با کف صاف)، قسمت استخراج کننده یا سیفون و قسمت مبرد، تیمبل (انگشتانه) ، پنبه ،ترازوی آزمایشگاهی، دیاتیل اتر بدون آب (۴۰ تا ۶۰)

تعیین اسیدهای چرب نمونه خوراکی

تعیین اسیدهای چرب با استفاده از گاز کروماتو گرافی مستلزم آماده سازی نمونه طی چند مرحله صابونی کردن، اسیدی کردن، استخراج و متیله کردن است

کربوهیدرات موجود در مواد غذایی دردوبخش فیبر خام ($CF^{۲}$) و عصاره فاقد ازت ^{۳}(NFE) یافت می شود . برای بست آوردن فیبر خام، موادی که پس از جدا نمودن چربی خام باقی مانده ، در اسید و سپس در قلیانی با غلظت های معین جوشانده می شود .ماده آلی ای که باقی می ماند . فیبر خام است .هنگامی که مجموع مقادیر رطوبت، خاکستر ، پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام بر حسب گرم در کیلوگرم به دست آمد ، با کم کردن آن مقادیر از عدد ۱۰۰۰، مقدار عصاره فاقد ازت حاصل می شود . بخش فیبر خام، حاوی سلولز، همی سلولز و لیگنین می باشد که لزوماً تمامی آنها در غذا وجود ندارد . در تجزیه نسبت های متغیری از آنها بسته به نوع و مرحله رشد گیاه در بخش عصاره فاقد ازت قرار می گیرند . عصاره فاقد ازت، مخلوطی ناهمگن از کلیه ترکیباتی است که در بخش های دیگر تجزیه تقریبی تعیین نشده اند .علاوه بر اجزای فوق الذکر، عصاره فاقد ازت ، شامل قندها، فروکتان ها، نشاسته، پکتین ها، اسیدهای آلی و رنگریزه ها نیز می باشد .

روش های جدید تجزیه مواد غذایی

در سالهای اخیر بسیاری از متخصصین تغذیه، روش تجزیه تقریبی را روشی قدیمی و فاقد دقت کافی دانسته و آن را به شدت مورد انتقاد قرار داده اند . به همین جهت در حال حاضر، بسیاری از آزمایشگاهها روش های دیگری را جایگزین بخشی از روش تجزیه تقریبی مواد نموده اند . بیشتر انتقادات وارد بر روش تجزیه تقریبی ، در مورد اجزای فیبرخام، خاکستر و عصاره فاقد ازت است . روش های جدیدتری جهت توصیف ارزش غذاها بر حسب روش های مورد استفاده برای بیان احتیاجات دام به مواد مغذی، ابداع شده است . در این

مسیر، تلاش هایی برای استفاده از تکنیک های تجزیه ای صورت گرفته است تا توان تامین مواد مغذی از غذا را تعیین کند .

برای مثال در مورد نشخوارکنندگان، روش های نوین تجزیه مواد غذایی در حال توسعه است که تامین مواد مغذی را برای میکروب های شکمبه و سیستم آنزیمی دستگاه گوارش حیوان میزبان توصیف می کند .

مواد معدنی

روش ساده تعیین خاکستر خام اطلاعات بسیار اندکی را در مورد ترکیب دقیق عناصر معدنی غذاها ارائه می دهد و زمانی که به اطلاعات دقیق در مورد تک تک عناصر معدنی نیاز باشد، عموماً از تکنیک های تجزیه شیمیایی شامل روشهای طیف سنجی استفاده می شود . در روش طیف سنجی جذب اتمی، محلول اسیدی نمونه روی شعله حرارت داده می شود و اتم های بخار شده انرژی کسب می کنند که این انرژی اتم ها را از سطح پایه به سطوح بالاتر انرژی منتقل می کند. منبع انرژی برای این انتقال سطح تراز انرژی یک لامپ کاتدی حاوی عنصر مورد آزمایش است . این لامپ در یک طول موج خاص تشعشاتی را از خود منتشر می کند . میزان تشعشعات جذب شده توسط اتم ها در شعله، با غلظت عنصر مربوطه در نمونه غذا متناسب می باشد .

طیف سنجی

واژه طیف سنجی به شاخه ای از علوم اطلاق می شود که در آن نور، به طول موج های تشکیل دهنده خود، برای تولید طیف تجزیه می شود . طیف سنجی ابزاری قوی برای بررسی های کمی و کیفی است .با گذشت زمان ، مفهوم طیف سنجی وسیع تر شده، شامل مطالعاتی است که نه تنها با نور بلکه با دیگر امواج الکترومغناطیسی نظیر پرتوایکس، فرابنفش، مادون قرمز، میکروویو و امواج رادیویی نیز صورت می گیرد .

چشم بشر به انرژی تابشی با طول موج های بین ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر پاسخ می دهد اما دستگاههای جدید قادر به اندازه گیری طول موج های کوتاه و طول موج های بلندتر نیز می باشند .

هنگامیکه یک محلول در برابر نور سفید، سبز به نظر می رسد، یعنی طول موج های بین ۵۰۰ تا ۸۵۰ را از خود عبور می دهند ولی سایر طول موج های نور را جذب می کند.

اسپکتروفتومتری

یکی از مهمترین روشهای تجزیه ای که در اختیار محققین قرار دارد، اسپکتروفتومتری است . این روش بر این حقیقت استوار است که ساختار مولکولی ویژه ای در محلول می تواند طول موج خاصی از نور تابیده شده را بیش از سایر اجزاء جذب کند و با بررسی جذب درآن طول موج می توان از نظر کیفی و کمی ماده مورد نظر را بررسی کرد . اسپکتروفتومتر بر اساس دو تکنیک پایه گذاری شده است : ۱- طیف سنجی ۲- رنگ سنجی

. بخش اسپکترومتر بخشی است که نور مونوکروم به وجود آورده و دارای منبع نور، شکافها، مونوکروماتورها(صافی یا منشور) می باشد و بخش فتومتر دارای ابزار سنجش نور است .

اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و قندها

دانستن تنها محتویات پروتئین خام یک غذا معیار کافی برای اندازه گیری میزان فایده آن غذا در حیوانات غیرنشخوارکننده نیست . بلکه اندازه گیری ترکیب اسیدهای آمینه یک پروتئین برای ارزیابی کم و کیف تامین احتیاجات اسیدهای آمینه، توسط یک غذا لازم می باشد . همچنین اندازه گیری کل عصاره اتری حائز اهمیت فراوانی است . در حیوانات غیرنشخوارکننده ترکیب اسیدهای چرب غذا تاثیر زیادی بر ترکیب چربی بدن دارد و اگر هدف جلوگیری از تولید چربی نرم در لاشه باشد، بایستی سطح اسیدهای چرب غیراشباع در جیره غذایی کنترل شود . وجود سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع در جیره غذایی نشخوارکنندگان هضم فیبر را در شکمبه کاهش خواهد داد . می توان از تکنیکهای جداسازی با کروماتوگرافی استفاده کرد.

کروماتوگرافی

کروماتوگرافی عبارت است از مجموعه تدابیری که به منظور جداکردن مولکولها از یکدیگر اتخاذ می گردد . اساس کروماتوگرافی بر پایه اندازه ، شکل ظاهری ، بار الکتریکی ، حلالیت و خاصیت جذب سطحی استوار است . واژه کروماتوگرافی از لغت یونانی که به معنی « نگارش رنگی» گرفته شده است . این روش اولین بار توسط گیاه شناسی روسی که به منظور جداسازی رنگ دانه های [۲و۱] گیاهی به کار گرفته شده است، مورد استفاده قرار گرفت . روش های مختلفی تا کنون به این منظور مورد استفاده شده است که تمامی آن ها در سه موضوع با یکدیگر مشترک هستند . این سه موضوع مخلوط جداشدنی، فاز جامد و حلال می باشد .

به عبارت دیگر کروماتوگرافی یک روش مهم تجزیه ای در جداسازی، تشخیص و اندازه گیری کمی طیف وسیعی از مواد است . از جمله می توان گازها، یون های معدنی، اسیدهای آمینه، قندها،لیپیدها، ویتامین ها، داروها و استروئیدها و همچنین ماکرومولکول هایی مثل پروتئین ها، پلی ساکاریدها، اسیدهای نوکلئیک و .. را با این روش تجزیه نمود . جداسازی مخلوطی از مواد به روش کروماتوگرافی بر اساس اختلاف در سرعت انتقال و جابجایی مواد مورد نظر است که در یک مایع یا گاز حل شده اند (فاز متحرک) و از میان محیط انتخاب شده خاصی (فاز ثابت) عبور می کنند . این جداسازی به تحرک فاز متحرک نسبت به فاز ثابت وتوزیع مواد مورد نظر بین دو فاز بستگی دارد . بنابراین ماده ای که تمایل بیشتری به فاز متحرک (نسبت به فاز ثابت) داشته باشد سریعتر حرکت می کند و بالعکس . دسته بندی انواع کروماتوگرافی را می توان بر اساس نوع فاز ثابت انجام داد . اگر فاز ثابت جامد باشد به روش کروماتوگرافی جذب سطحی می گویند و اگر فاز ثابت مایع باشد، کروماتوگرافی را نوع سهمی یا تقسیمی می نامند .

اهمیت کنترل مصرف ماده خشک در حیوانات مزرعه ای

مقدار ماده خشک مصرفی اساسا "بدین جهت در تغذیه اهمیت دارد که مقدار مواد مغذی قابل دسترس به حیوان جهت سلامت و تولید را مشخص می کند. مقدار واقعی مصرف ماده خشک و یا تخمین دقیقی از ان برای فرموله کردن جیره های غذایی برای پیشگیری از مصرف کمتر از حد و یا بیش از حد مواد مغذی و کاربرد موثر استفاده از مواد مغذی دارای اهمیت است. مصرف کمتر از حد مواد مغذی تولید را کاهش داده و در سلامت حیوان موثر است و از طرف دیگر مصرف بیش از حد مواد مغذی هزینه های خوراک را افزایش داده و می تواند منجر به دفع مواد مغذی اضافی به محیط شده و در مقادیر بسیار بالا سمی نیز باشد. از آنجا که مصرف اختیاری خوراک در گا وهای شیری تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد، این امر بسیار مشکل بوده و پیش بینی مطمئنی نمی توان انجام داد. بخش علوفهای جیره اغلب به صورت آزاد در اختیار دام قرار میگیرد، بنابراین در تحقیقات بیشتر توجه بر پیش بینی مصرف علوفه متمرکز میشود و گاهاً اثرات متقابل بین علوفه و کنسانتره در این زمینه نادیده گرفته می شود. از آن جا که علوفه ارزانتر از کنسانتره است، مصرف مقادیر بالای خوراکهای علوفهای مطلوب است. مصرف بالای علوفه در سطوح بالای مصرف خوراک قابل دستیابی است و این موضوع سبب بهبود قابل ملاحظهای در سودآوری پرورش گاو شیری خواهد شد. هنگامی که مصرف انرژی برای تولید مقدار بالای شیر کافی باشد، در سطوح پائینتر مصرف اختیاری خوراک، تراکم انرژی جیره باید افزایش یابد. از آن جا که کنسانترهها معمولاً حاوی تراکم انرژی بیشتری نسبت به علوفهها هستند، در سطوح پائین مصرف خوراک، نیاز به استفاده از نسبت بالاتری کنسانتره در جیره خواهد بود. در سطوح بالاتر مصرف اختیاری خوراک، نسبت خوراکهای دارای انرژی نسبتاً پائین میتواند افزایش یابد. در عمل در سطوح بالای مصرف خوراک، تراکم انرژی جیره باید در حدی بالا نگه داشته شود، تا هم تولید شیر افزایش یابد و هم گاوها اضافه وزن داشته باشند.

تعریف

مصرف اختیاری خوراک به صورت مقدار خوراک مصرفی در شرایطی که دام برای مدت زیاد یا تمام مدت (شبانه روز) به آن دسترسی دارد، تعریف میشود. دسترسی مداوم به خوراک به طوری که ده درصد از مقدار خوراک عرضه شده باقی بماند و روزانه جمعآوری شود به عنوان دسترسی آزاد به خوراک (دسترسی آزاد یا انتخاب آزاد) و یا مصرف آزاد بیان میشود. مصرف اختیاری خوراک معمولاً به صورت ماده خشک بیان میشود، اما سایر تعاریف از قبیل مصرف بر اساس وزنتر، مصرف دیوارهٔ سلولی، مصرف انرژی قابل متابولیسم یا مصرف سدیم ارزشی معادل آن دارد. دورهٔ زمانی که مصرف خوراکی طی آن اندازه گیری می-

شود، معمولاً ۲۴ ساعته است، به ویژه وقتی که گاوها یک بار در روز تغذیه میشوند. در سایرحالات مانند اعمال روش تغذیه متعادل کننده که زمان دسترسی به خوراک کمکی محدود است، مقدار خوراک مصرف شده در طول یک مدت کوتاهتر زمانی (مثلاً یک ساعت) ممکن است واقعیتر از مصرف خوراک در روز باشد.

مکانیسم های کنترل کننده مصرف غذا در حیوانات نشخوار کننده

گرچه مصرف غذا در حیوانات نشخوار کننده میتواند در سطح متابولیکی کنترل شود، علایم ارسالی از سطح متابولیکی حیوانات نشخوار کننده احتمالاً با حیوانات تک معدهای متفاوت است. مقدار گلوکزی که از دستگاه گوارش نشخوار کنندگان جذب میشود نسبتاً کم بوده و سدیم آن در خون، رابطه چندانی را با نحوه مصرف غذا در این گونه حیوانات ندارد. لذا به نظر نمیرسد که مکانیسم گلوکوستاتیک جهت کنترل میزان مصرف غذا در نشخوار کنندگان به کار آید. یک مکانیسم کنترل شیمیایی محتملتر شامل دخالت اسیدهای چرب فرار جذب شده در شکمبه میباشد. نشان داده شده که با تزریق استیت و پروپیونیت به داخل شکمبه میزان مصرف غذاهای متراکم در نشخوار کنندگان کاهش مییابد. بنابراین وجود گیرندههای دریافت کننده علایم حاصل از استیت و پروپیونیت در سطح داخلی شکمبه و نگاری پیشنهاد شده است. تزریق این اسیدها به داخل سیاهرگ باب کبدی نیز موجب کاهش مصرف غذا میشود که این امر ظاهراً از طریق علایم ارسال شده از کبد به هیپوتالاموس صورت میپذیرد. به نظر میرسد بوتیریت در مقایسه با اسیدهای استیک و پروپیونیک اثر کمتری در تنظیم مقدار مصرف غذا داشته باشد. احتمالاً چون بوتیریت در حالت طبیعی توسط جدارهٔ شکمبه متابولیسم و به استواستیت، بتاهایدروکسی بوتیریت تبدیل میشود. در جیرههایی که بخش عمدهٔ آن را مواد خشبی شکل میدهد، تزریق اسیدهای چرب فرار اثرات مشخص کمی روی مصرف غذا داشته است. همچنین که فوقاً اشاره شد به نظر میرسد تنظیم میزان مصرف غذا در نشخوار کنندگانی که از چنین جیرههای غذایی تغذیه میکنند در سطح دستگاه گوارشی حیوان صورت میگیرد و ترکیبات اثر مهمی در میزان مصرف غذا دارد.

عوامل کنترل کننده مصرف اختیاری خوراک

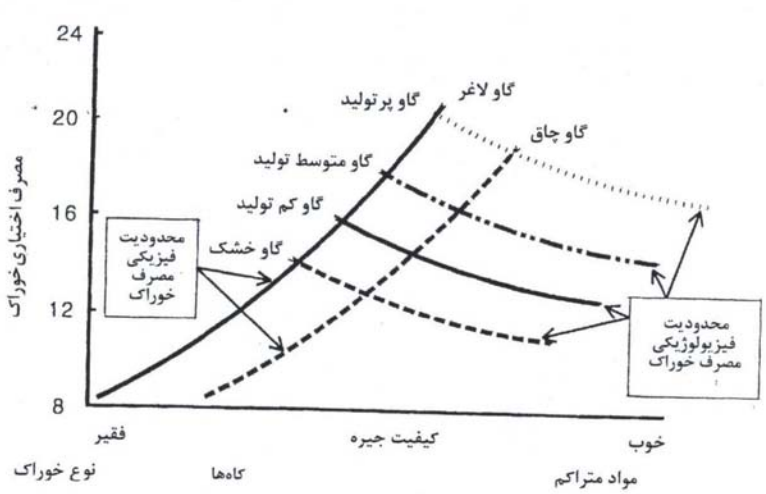
گرچه حیوانات بزرگتر خوراک بیشتری نسبت به حیوانات کوچکتر مصرف میکنند، ولی عوامل دیگری نیز میتواند این رابطهٔ کلی بین اندازهٔ بدن و مصرف خوراک را تغییر دهد. برای مثال، در ورزن بدن یکسان، گاوهای شیری پرتولید بیش از گاوهای کم تولید خوراک مصرف مینمایند. به عبارت دیگر این گاوها به ازای واحد وزن بدن خوراک بیشتری مصرف میکنند. این موضوع نشان میدهد گاوها به حدی خوراک مصرف میکنند که نیازشان به انرژی تأمین شود. همچنین حیوانات لاغر نسبت به حیوانات چاق به ازای واحد وزن خوراک بیشتری مصرف مینمایند. مدرکی که نشان دهد نشخوار کنندگان مصرف خوراک خود را بر اساس مادهٔ مغذی دیگری تنظیم مینمایند، در دست نیست بجز برای سدیم.

کنترل اشتها به عهده منطقهای از مغز به نام هیپوتالاموس است. پیامهای عصبی از روده، کبد، خون و ذخایر انرژی در بدن به هیپوتالاموس میرسند. همچنین ممکن است هورمونهای محلول در چربی در تنظیم تعادل بین امواج ارسالی مربوط به سیری و گرسنگی دخالت داشته باشند. امواج ارسالی سیری میتواند به صورت متابولیتهایی در خون یا کبد وجود داشته باشد و به وسیله گیرندههایی در دیوارهٔ روده دریافت شود.

گرسنگی نیز ممکن است از طریق گیرندههای موجود در دیوارهٔ روده دریافت شود، علاوه بر این که تخلیه خوراک از دستگاه گوارشی طی پیشرفت فرآیند هضم نیز خود نوعی موج ارسالی محسوب میشود.

امواج ارسالی که به هیپوتالاموس میرسند توسط دام تشخیص داده شده و بر اساس آن، مواد مغذی مورد متابولیسم واقع میشوند. بنابراین هورمون رشد گاوهای (BST یا سوماتوتروپین گاوی) میتواند مصرف جیرههای پرانرژی را افزایش دهد که در این حالت فرآوردههای نهایی هضم، مصرف خوراک را محدود میکنند، ولی نمیتوانند باعث افزایش مصرف جیرههای کم انرژی شوند، چرا که در این حالت حجم فیزیکی خوراک در روده و سرعت تجزیهٔ آن مصرف خوراک را محدود مینمایند.

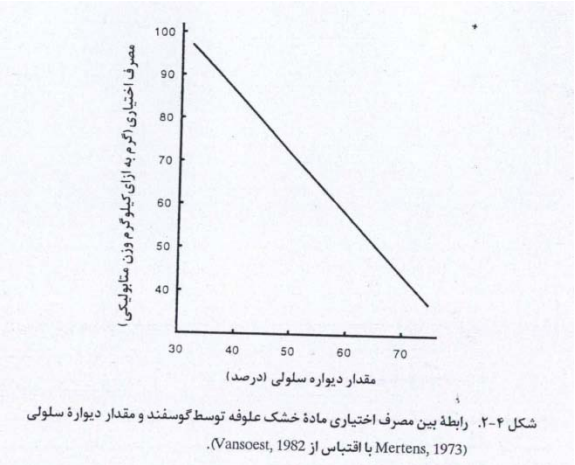
شدت امواج ارسالی سیری یا گرسنگی که توسط مغز دریافت میشود، انعکاسی از خصوصیات جیره یا برخی خوراکهای ویژه در جیره و همچنین حالات فیزیولوژیکی یا تولیدی دام است. در جیرههای با سطح انرژی پائینتر حجم فیزیکی خوراک یا خاصیت پرکنندگی شکم مصرف خوراک را محدود میکند. با افزایش غلظت انرژی جیره فرض میشود که عوامل حیوانی و یا فرآوردههای نهایی هضم اهمیت نسبتاً بیشتری پیدا نمایند. با افزایش غلظت انرژی جیره تا یک نقطه مشخص, مصرف ماده خشک افزایش مییابد, ولی بالاتر از آن, افزایش انرژی جیره سبب کاهش مصرف خوراک میشود(شکل ۴-۱). تغییرات دوباره محدودیتهای فیزیکی مصرف ماده خشک در پایان هر مرحله و شروع محدودیتهای فیزیولوژیکی و یا کنترلهای متابولیکی مصرف خوراک قابل توجه است.



شکل ۴-۱. رابطهٔ بین مصرف اختیاری مادهٔ خشک (کیلوگرم در روز) و خصوصیات حیوان و خوراک (Forbes, 1993).

در توضیح این که چرا حجم فیزیکی خوراک, مصرف خوراکهای با کیفیت پائین را محدود مینماید, چندین ساز و کار پیشنهاد شده است. معروفترین تئوری، تئوی هتل است: تا من اتاقم را ترک نکنم، شما نمیتوانید آن را د اشته باشید. ذرات خوراک فضای موجود در شکمبه را اشغال کرده و تا اندازه این ذرات به اندازه کافی کوچک نشود، که بتواند به بخشهای بعدی دستگاه گوارش عبور نماید، حیوان احساس پر بودن شکمبه نموده و خوراک مصرف نخواهد نمود. چون پلیمرهای سلولز و همی سلولز موجود در الیاف دیواره سلولی (NDF) به کندی هضم میشوند، لذا گاو میتواند مقدار ثابت و مشخصی از دیواره سلولی موجود در خوراک را مصرف نماید. به عبارت دیگر هر چه میزان دیواره سلولی یک خوراک بالاتر باشد، مصرف ماده خشک کمتر خواهد بود. متأسفانه حتی در مقادیر یکسان دیواره سلولی، تغییرات قابل ملاحظهای در مصرف ماده خشک دیده میشود. ضریب R^2 یا بخشی از تغییرات در مصرف خوراک، که مربوط به میزان دیواره سلولی علوفه میشود، در دادههای استفاده شدهای که شکل ۴-۲ از آن به دست آمده است، تنها برابر ۰/۵۸ بوده است. این بیانگر آن است که ترکیب دیوارهٔ سلولی یکسان نبوده و بنابراین اثر آن بر مصرف خوراک برای تمام انواع دیواره سلولی یکسان نخواهد بود. میزان لیگنینی شدن، ساختمان هندسی و طول الیاف با میزان کاهش اندازه ذرات در شکمبه اثر متقابل دارند. سرعت شکستن الیاف نیز، علاوه بر میزان دیوارهٔ سلولی موجود در خوراک، که به کندی هضم میشود، در تعیین مصرف خوراک دارای اهمیت است. بنابراین روی هم رفته سرعت و میزان هضم یک خوراک نه تنها منعکس کننده ساختمان و ترکیب دیواره

سلولی آن است بلکه نشان دهنده نسبت ترکیبات غیر ساختمانی موجود در خوراک به ویژه قندها، پروتئینها و در مورد علوفههای سیلویی فرآوردههای تخمیر از قبیل اسیدهای و ترکیبات ازته غیر پروتئینی، است.



شکل ۴-۲. رابطهٔ بین مصرف اختیاری مادهٔ خشک علوفه توسط گوسفند و مقدار دیوارهٔ سلولی (Vansoest, 1982 با اقتباس از Mertens, 1973).

ارزشیابی عملی کیفیت جیره

تاکنون دریافتهایم که عوامل عمدهٔ موثر بر مصرف علوفه، مقدار دیوارهٔ سلولی و سرعت هضم آن است. ولی اکثر جیرههای مصرفی گاوهای شیری مخلوطی از علوفه کنسانتره هستند، به گونه ای که علوفه عمدهٔ مصرفی در زمستان، سیلاژ و در تابستان علف چمنی قابل چراست. همچنین مشخص شد که جیرههای حاوی مقدار زیادی خوراکهای با کیفیت بالا باعث کاهش مصرف مادهٔ خشک میشوند به گونهای که نیاز به مواد مغذی و متابولیتهای تغذیهای در کنترل رفتارهای تغذیهای دام، نقش مهمی دارند. این موضوع نشان میدهد که گرچه انرژی متابولیسمی شاخص خوبی از کیفیت خوراک از نقطه نظر ارائه انرژی مفید برای دام است، ولی شاخص خوبی از سطح مصرف خوراک نیست. ارزش هضمی یا قابلیت هضم خوراک برای پیش بینی مصرف، مفید و قابل استفاده است، ولی در جیرههای حاوی کنسانتره زیاد چندان قابل استفاده نیست.

در جیرههایی که حاوی مقدار کمی کنسانترهاند، مشکل عمده در تغذیه گاوهای شیری دستیابی به سطوح بالای مصرف خوراک است. از طرفی به هنگام بالا بودن نسبت کنسانتره خطر بروز مشکلات هضمی افزایش مییابد. برای این که محیط شکمبه سلامتی خود را حفظ نماید، دیواره سلولی یا NDF الزامی است. اما الیاف زیاد سبب کاهش مصرف خوراک میشوند. بنابراین باید تعادلی بین مقدار زیاد الیاف یا مقدار کم آن در جیره وجود داشته باشد.

دیواره سلولی یا NDF میتواند به عنوان یک جزء از مواد مغذی مختلف موجود در خوراک درفرموله کردن جیره استفاده شود. با توجه به اهمیت NDF در تعیین میزان مصرف جیرههای حاوی علوفه زیاد، میتوان جیرههایی با مقادیر مختلف NDF فرموله نمود که در حیوانات پرتولید سبب مصرف بیشتر مادهٔ خشک و در

حیوانات غیر شیرده و یا کم تولید سبب مصرف کمتر خوراک شود. همچنین از آنجا که ME محتویات سلولی بیشتر از ME دیوارهٔ سلولی است، جیرههایی که حاوی NDF اپئینتر هستند، ME بیشتری دارند و برعکس. چون مصرف خوراک گاوهای شیری در مراحل اولیهٔ شیردهی کاهش مییابد، برای کاهش اثر «هتل» یا «پرکنندگی» خوراک و به حداکثر رسانیدن تراکم مواد مغذی و سرعت هضم جیره در این مرحله، سطوح پائین دیوارهٔ سولی در جیره سبب افزایش مصرف خوراک میشود. تحقیقات نشان داده است که با افزایش کل NDF جیره، مصرف ماده خشک کاهش یافته و میزان NDF در محدوده ۳۱۰ تا ۳۹۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک سبب خواهد شد که در سطوح حداقل NDF، مصرف خوراک ۲۰/۲ کیلوگرم در روز و در سطوح حداکثر، مصرف خوراک ۱۸/۶ کیلوگرم در روز باشد. همچنین با افزایش میزان NDF جیره تولید شیر و پروتئین شیر نیز کاهش مییابد.

عوامل حیوانی مؤثر بر مصرف غذا در نشخوار کنندگان

وزن بدن

وزن بدن مهمترین عامل تعیین کننده میزان مصرف است. به گونهای که با یک حساب سرانگشتی میتوان گفت که میزان مصرف سه درصد وزن بدن است که برآورد بسیار با ارزشی در بین تمامی نژادهای گاو شیری است. چنین برآورد سادهای به دلیل این تصور که وزن بدن شاخص مناسبی از ظرفیت دستگاه گوارش است، دارای محدودیتهایی است. بر اساس آنچه اشاره شد، با افزایش تأثیر ناشی از خالص سازی ژنی گاوهای هلشتاین، چنین ارتباطی باید تغییر نماید. به این دلیل که ظرفیت دستگاه گوارش به ازای هر کیلوگرم وزن بدن افزایش مییابد. علاوه بر این تصور میشود در تمامی دام ها میزان پوشش چربی یکسان است. در واقع به نظر میرسد که گاوهای چاقتر به دلیل این که احتمالاً قادر به استفاده انرژی ذخیره شده خود هستند، مقدار کمتری غذا مصرف میکنند. بنابراین لازم است زمانی که وزن بدن در نظر گرفته میشود، به جای وزن واقعی دام، وزن او در نمرهٔ وضعیت بدنی ۲/۵ تخمین زده شود.

اگرچه ظرفیت شکمبه فاکتور اساسی در تعیین مصرف غذای نشخوارکنندگان محسوب شود، احتمالاً شرایطی که رابطه بین اندازه شکمبه و اندازه کل بدن دام را تغییر میدهند، نیز در مصرف غذا مؤثر خواهند بود. در حیوانات نشخوار کننده (از گونهٔ معین) به موازات افزایش وزن، مصرف غذا تقریباً از وزن متابولیکی حیوان تبعیت میکند. به هر حال، مصرف غذا به ازای هر واحد وزن متابولیکی در گاو بیشتر از گوسفند است. برای مثال یک گوساله اختهٔ در حال رشد (۳۰۰ کیلوگرمی) از جیرهای که حاوی ۱۱ مگاژول انرژی قابل متابولیسم در کیلوگرم ماده خشک است، روزانه به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی در حدود ۹۰ گرم ماده خشک مصرف خواهد کرد (۶/۳ کیلوگرم ماده خشک برای هر حیوان در روز) در حالی که مصرف یک بره

در حال رشد (۴۰ کیلوگرمی)، از همان جیره غذایی فقط ۶۰ گرم ماده خشک به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی در روز (۰/۹۶ کیلوگرم به ازای هر بره) خواهد بود.

به نظر میرسد مصرف غذا تابع متابولیسم پایهٔ حیوان است که با وزن متابولیکی دام ارتباط دارد. متابولیسم پایهٔ گوسفند به ازای هر واحد وزن متابولیکی در مقایسه با گاو کمتر است. زمانی که حیوانات خیلی زیاد چاق میشوند، میزان مصرف غذا ثابت باقی میماند. یا به عبارت دیگر به موازات افزایش وزن بدن مصرف غذا افزایش پیدا نمیکند. این امر ممکن است مربوط به ذخایر چربی حفرهٔ شکمی حیوان باشد که سبب کاهش حجم شکمبه میشود ولی ممکن است ناشی از یک عامل متابولیکی نیز باشد (مانند کنترل لیپواستاتیکی مصرف غذا از طریق ترشح لپتین). بر عکس در حیواناتی که گوشت لخم زیادی دارند، مصرف غذا به ازای هر واحد وزن متابولیکی به موازات افزایش وزن حیوان روند صعودی دارد. این اثر در حیواناتی که رشد جبرانی را بعد از تحمل یک دورهٔ محدودیت غذائی نشان میدهند، مشهود است. در برخی از کشورهای در حال توسعه در حیوانات نشخوارکننده ای که از کمبودهای غذایی طولانی مدت رنج میبرند، پدیده رشد جبرانی دیده میشود. چنین مشاهده میشود که این حیوانات از پوست و استخوانی که یک شکمبه بزرگ را در بر گرفته است، ساخته شدهاند. در حیوانات حامله میزان مصرف غذا، تحت نفوذ دو اثر متناقض است. افزایش نیاز به مواد مغذی برای رشد جنین باعث ازدیاد مصرف غذا میشود. در مراحل آخر حاملگی با بزرگ شدن جنین، حجم حفرهٔ شکمی و لذا فضا برای انبساط شکمبه به هنگام غذا خوردن محدود میگردد. در نتیجه، میزان مصرف، به ویژه غذای متشکل از مواد خشبی، کاهش مییابد.

میزان تولید شیر

هر گاو شیردهای نسبت به گاو مشابهی که شیر تولید نمیکند و جیرهٔ یکسانی مصرف میکند، غذای بیشتری میخورد. در مورد این که آیا مصرف خوراک تولید شیر را تحریک میکند و یا برعکس، بحثهای زیادی صورت گرفته است. در هر حال آزمایشات انجام شده با هورمون رشد گاوی نشان داد که ابتدا تولید شیر و پس از چند هفته میزان مصرف افزایش مییابد. چگونگی افزایش میزان مصرف توأم با تولید شیر در یک گاو ششصد کیلوگرمی در شکل نشان داده شده است.

توجه داشته باشید که زمانی که گاو، سی کیلوگرم شیر تولید میکند، میزان مصرف ماده خشک هیجده کیلوگرم است. به نظر میرسد میزان شیر تولیدی سبب تحریک مصرف اختیاری شده و احتمالاً کیفیت شیر نیز بر روی میزان مصرف تأثیر دارد. شیر نژاد جرزی که میزان مواد جامد آن زیاد است، تأثیر تحریک کننده-گی بیشتری بر روی میزان مصرف نسبت به شیرهایی با مواد جامد کمتر دارد. به همین دلیل در برخی از

برآوردها از میزان شیر تصحیح شده، که دارای ترکیب چربی ثابت چهار درصد است و به آن شیر تصحیح شده از نظر چربی (FCM) میگویند، استفاده میشود. در حالی که در سایر برآوردها چنین نیست.

افزایش مصرف غذا در نشخوارکنندگان به هنگام شروع دورهٔ شیردهی به خوبی نشان داده شده است. این افزایش مصرف در اصل، فیزیولوژیکی میباشد. اما نمیتوان اثر فیزیکی کاهش در مقدار چربی داخل حفرهٔ شکمی را نیز نادیده گرفت. تأخیر مشهودی بین زمان نیاز به انرژی برای شیردهی و زمان افزایش مصرف غذا وجود دارد. در مراحل ابتدایی شیردهی، گاو مقداری از وزن خود را از دست میدهد که در مراحل بعدی به علت کاهش تولید شیر و ثابت باقی ماندن میزان مصرف ماده خشک غذا جبران میگردد. تغییرات مزبور را میتوان در شکل ۲ مشاهده نمود. این شکل، چگونگی تولید شیر و مقدار مصرف انرژی خام را در گاوهای شیرده و دوقلوهای همسان غیر شیرده نژاد جرسی (Jersey) را که به مدت ۳۶ هفته تنها از علوفه تازه مرتع تغذیه نمودهاند، نشان میدهد. مقدار مصرف انرژی خام در گاوهای شیرده در مقایسه با حیوانات غیرشیرده ۵۰٪ بیشتر بوده است.

مرحله شیرآوری

گاوهای تازهزا بیش از آنچه برآورد شده مصرف نمیکنند. احتمالاً گاوها تمایلی به مصرف غذای بیشتر پس از زایمان ندارند، در هر حال دلایل بیشتری برای مصرف کمتر آنها وجود دارد. اولاً، حجم وسیعی از حفرهٔ شکمی در گاوهای آبستن سنگین توسط رحم و جنین اشغال میشود. لذا شکمبه کوچکتر شده و در نتیجه برای رسیدن به اندازه اولیه به چند روز زمان نیاز دارد. ثانیاً، تغییر جیرهٔ دام در زمان زایمان از جیرهای با علوفه زیاد به جیرهای با کنسانتره بالا، تغییر عمدهای در نوع جیره محسوب میشود. بنابراین باید تطابقی در دیواره شکمبه و همچنین جمعیت میکروبی آن با غذای مصرفی جدید به وجود آید که مدت زمان لازم آن ده تا چهارده روز است.

مرحله آبستنی

در طی دو سوم ابتدای آبستنی، اندازهٔ جنین و تأثیر آن در کاهش مصرف اختیاری کم است؛ لذا میتوان اثرات آبستنی بر مصرف اختیاری را تا دو ماه آخر آبستنی نادیده گرفت. همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد، احتمالاً حجم شکمبه در اواخر آبستنی همراه با بزرگ شدن رحم کاهش یافته و لذا در این مدت مصرف اختیاری، کمتر از میزان پیش بینی شده است.

نقش بزاق

میزان تولید بزاق در گاو تقریباً ثابت بوده و نقش آن کمک به بلع غذا به هنگام خوردن و نشخوار کردن است. خوراکهای خشبی با اندازه ذرات بزرگ نسبت به خوراکهای حبه شده، که برای کاهش اندازه ذرات

آسیاب شدهاند، نیاز به جویدن بیشتری داشته و بنابراین به ازای هر واحد خوراک خورده شده، بزاق بیشتری نسبت به خوراکهای پلت شده به آن افزوده میشود. بنابراین به هنگام مصرف خوراک های حبه شده، بافری شدن اسیدهای تولید شده در اثر تخمیر خوراک در شکمبه، توسط بزاق به حداقل میرسد. چون مواد کنسانترهای پلت شده اغلب حاوی نشاسته و قند سریع التخمیر هستند، نسبت به علوفه خشک یا علف چمنی خشک که به هنگام خوردن با بزاق زیادی مخلوط شده و ضمناً با سرعت کمتری تخمیر میشود، سبب تجمع اسیدهای آزاد بیشتری در شکمبه میشوند. کاهش PH شکمبه سبب کاهش هضم الیاف میشود چرا که باکتریهای هضم کنندهٔ الیاف نسبت به آنهایی که نشاسته و قند را هضم میکنند به اسیدیته حساستراند.

جدول ۴-۳. اثر نوع خوراک بر سرعت مصرف خوراک و تولید بزاق (Bailey, 1959).

خوراک	سرعت مصرف خوراک (گرم در دقیقه)	تولید بزاق (میلی لیتر در دقیقه)	تولید بزاق (میلی لیتر به ازای گرم خوراک)
خوراک حبه‌ای	۳۵۷	۲۴۳	۰/۶۸
علف چمنی تازه	۲۸۳	۲۶۶	۰/۹۴
سیلاژ	۲۴۸	۲۸۰	۱/۱۳
علف چمنی خشک شده (بلند)	۸۳	۲۷۰	۳/۲۵
علف خشک	۷۰	۲۵۴	۳/۶۳

دادههای جدول فوق نشان میدهد که سیلاژ نسبت به علف چمنی خشک یا علف خشک سبب تولید بزاق کمتری به ازای هر واحد خوراک مصرفی شده و تولید بزاق مشابه تولید آن در زمان مصرف علف چمنی تازه است. این بیانگر آن است که علوفههای بلند مرطوبتر برای بلع نیاز به لغزندگی کمتری نسبت به علوفههای بلند خشک دارند. متأسفانه چون سیلاژ اسیدی است و از طرفی بزاق تأثیر بافری نسبتاً کمی بر اسیدیته آن دارد، یا باید به ازای هر واحد سیلاژ خورده شده نشخوار بیشتری نسبت به دیگر خوراک های علوفه ای صورت پذیرد و یا بافر بیشتری در شکمبه مورد نیاز است تا از کاهش PH از حد معمول (۶/۵ تا ۷) جلوگیری شود. هر دوی این عوامل سبب محدودیت کل مصرف روزانه سیلاژ میشود.

افزودن مقدار کمی آب به جیرههای خشک، سبب افزایش مصرف خوراک و تولید بزاق میشود. به عنوان مثال, دانههای مرطوب نسبت به دانههای خشک معمولاً به مقدار بیشتری مصرف میشوند. ولی آب خیلی زیاد در جیره مصرف خوراک را محدود میکند، به ویژه اگر آب در داخل سلولهای گیاهی باشد (تا آب خارج سلولی). سیلاژ خیلی مرطوب نه تنها به دلیل رطوبت بیش از حد، بلکه به واسطهٔ اسیدیته زیاد، مصرف خوراک را کاهش میدهد. میزان مادهٔ خشک مطلوب کل جیره چهل تا پنجاه و پنج درصد است.

خصوصیاتی از غذا که مصرف خوراک را تنظیم میکند

حیوانات نشخوار کننده به مصرف غذای حجیم عادت کردهاند، اما با وجود این در استفاده از چنین غذاهایی مشکلاتی وجود دارد. نشخوار کردن و تخمیر نمودن مواد غذایی، در فرآیندهای نسبتاً کندی هستند. به همین دلیل، آزاد شدن ترکیبات قابل هضم چنین غذاهایی، مستلزم این است که این غذاها به مدت طولانی در دستگاه گوارش حیوان باقی بمانند. در صورتی که مواد غذایی و بقایای غیر قابل هضم آنها در دستگاه گوارش باقی بمانند، تخلیه مواد از دستگاه گوارش و در نتیجه مصرف روزانهٔ حیوان کاهش پیدا خواهد کرد. به نظر میرسد در بسیاری از برنامههای تغذیهای ظرفیت شکمبه میزان مصرف غذا را کنترل مینماید و گیرندههای موجود در دیوارهٔ شکمبه که در مقابل انبساط و فشار حساس هستند، میزان انباشتگی شکمبه را از طریق علایمی به مغز ارسال میکنند. البته هنوز مکانیسمهایی که حداکثر گنجایش و ظرفیت مؤثر شکمبه را تعیین میکنند، شناخته نشده است. نظریهای که کنترل مصرف غذا در نشخوار کنندگان را به حجیم بودن غذا مرتبط میدانند و اینکه غذاهای حجیمی مانند علف و کاه در مقایسه با غذاهای متراکم اندازه بیشتری از حجم شکمبه را پر میکنند، بعضاً مورد تأیید قرار گرفته است. گرچه بعد از جویدن غذا، حجم غذا دیگر به اندازه زمانی نمیباشد که در آخور بوده و هنوز مصرف نشده است.

نکته دیگری که از نظریه انبساط یا انباشتگی شکمبه به دست میآید، این است که حیوانات برای حفظ مقدار ثابت ماده خشک در شکمبه غذا میخورند و مدارک علمی دال بر این موضوع وجود دارد. گرچه بعضی از غذاها (مانند برخی از مواد سیلویی) نمیتوانند به اندازه غذاهای دیگر شکمبه را از ماده خشک پر کنند.

همچنین در خصوص نقش آب در انبساط شکمبه تردیدی وجود دارد. وارد کردن کیسههای پلاستیکی پر از آب به داخل شکمبه، حجم مؤثر شکمبه را کم کرده و میزان مصرف غذا را کاهش میدهد. در صورتی که افزودن آب به غذا فاقد چنین تأثیری است، به هر حال شواهد نشان میدهد که مصرف ماده خشک در غذاهایی که میزان آب موجود در بافتهای گیاهی آنها زیاد است (در حدود ۹۰۰ گرم در کیلوگرم) در مقایسه با غذاهای کم آب، اندک است.

همبستگی بین میزان مصرف غذا با سرعت هضم غذا در مقایسه با قابلیت هضم به تنهایی، بیشتر است. هر چند هر دوی این مقادیر ارتباط نزدیکی با همدیگر دارند. به عبارت دیگر غذاهایی که سرعت و قابلیت هضم بالایی دارند، باعث مصرف غذای بیشتری میشوند. سرعت زیاد هضم غذا، سبب میشود که تخلیه دستگاه گوارش نیز با سرعت بیشتری صورت گیرد و فضای اضافی بیشتری برای وعده غذایی بعدی حیوان فراهم شود.

الیاف شوینده خنثی (NDF)

اصلیترین جزء شیمیایی غذا که میزان سرعت هضم را تعیین میکند، NDF است که معرف دیواره سلولی میباشد. بنابراین بین میزان NDF غذا و سرعت هضم آنها رابطه منفی وجود دارد. نتیجهای که از این رابطه حاصل میگردد این است که غذاهای با قابلیت هضم یکسان ولی با میزان NDF (دیواره سلولی) متفاوت، مصرف غذای متفاوتی را سبب خواهند شد. مثالی که مؤید این موضوع باشد مربوط به دو خانواده از گیاهان مرتعی یعنی گرامینه و لگوم ها است. در صورت یکسان بودن قابلیت هضم لگومها و گرامینهها، چونت لگوم-ها دیواره سلولی کمتری دارند (و بنابراین محتویات سلولی بیشتر)، در حدود ۲۰ درصد بیشتر از گراس ها مصرف میشوند. تفاوت دیگر لگومها با گراسها این است که در لگومها لیگنینی شدن اولیه محدود به شبکه آوندی است. در حالی که در گراسها لیگنین در بخشهای وسیعی از گیاه پراکنده شده و تأثیر زیادی بر کاهش میزان هضم غذا دارد.

مرتنز پیشنهاد کرد که برای تعریف مرزهای بالاترین و پائین ترین حد ماده خشک مصرفی، باید از NDF استفاده کرد. در غلظت های بالای NDF جیره غذایی، پر شدگی شکمبه ماده خشک مصرفی را کاهش می دهد ، در حالیکه غلظت های پائین NDF فیدبک مهار کننده مقدار انرژی مصرفی، مقدار ماده خشک مصرفی را محدود می سازد. گزارش شده است که جیره های حاوی ۳۵ درصد NDF، مقدار DMI را بعلت حجیم بودن خوراک و پر شدگی شکمبه محدود می سازد، اما زمانی که جیره هایی با ۲۵درصدNDF مورد تغذیه قرار می گیرند، مقدار DMI محدود نمی شود. با یک بازنگری انجام شده در رابطه با مشخصات خوراک نشان داده شد که منبع NDF در جیره غذایی مانند اندازه ذرات، قابلیت هضم و سرعت عبور از شکمبه نگاری نیز مقدار DMI را تحت تاثیر قرار می دهد. استفاده از NDF بعنوان یک متغیر در مدل های پیش بینی مقدار DMI در دو پژوهش مورد بازنگری قرار گرفتند. رایبورن و فاکس نتیجه گرفتند که زمانی که NDF جیره غذایی، مخصوصا " حاصل از علوفه در یک مدل با وزن بدن، چربی شیر تصحیح شده و روزهای شیردهی وارد شد، پیش بینی DMI بیشترین دقت و کمترین اریب را داشت. اما در مدل های پیش بینی DMI در گاوهای شیرده که با جیره های حاوی انرژی بالا و NDF متغیر با دانه ای بین ۲۵ تا ۴۲ درصد ماده خشک مورد تغذیه قرار می گیرند، کمتر از یک درصد از تغییرات DMI به حساب NDF جیره غذایی گذاشته می شود.

علاوه بر اینکه سرعت هضم و مصرف غذا با میزان دیواره سلولی در غذاهای نشخوارکنندگان مرتبط است، شکل فیزیکی دیوارهٔ سلولی نیز در مصرف غذا تأثیر دارد. خرد کردن اندک علوفهها، تشکیلات ساختمانی دیوارهٔ سلولی را تخریب مینماید و بدین وسیله سبب افزایش تجزیه آن در شکمبه و افزایش مصرف غذا میشود. این اثر در جدول توضیح داده شده و نشان میدهد که با وجود کاهش قابلیت هضم به دلیل خرد کردن و پلت نمودن، میزان مصرف غذا افزایش مییابد. ذرات ریزی که از آسیاب کردن علوفهها تولید می - شود به سرعت از شکمبه عبور کرده و سبقب ایجاد فضا برای ورود غذای بیشتر میشود، معذالک موجب میگردد که برخی از مواد قابل هضم، بدون تجزیه از شکمبه خارج شوند. این مواد ممکن است در رودهٔ کوچک و یا در صورت داشتن دیواره سلولی، از طریق تخمیر در سکوم هضم شوند. گزارش شده است که فرآیند کردن علوفه ها با مواد شیمیایی، ساختمان دیوارهٔ سلولی را تخریب کرده و موجب افزایش بیشتر مصرف غذا میشود. مثال دیگری را که میتوان برای نشان دادن تأثیر دیوارهٔ سلولی بر مصرف غذا آورد، مقایسه میزان مصرف غذا در برگها و ساقههای گیاهان مرتعی میباشد. هر چند ممکن است قابلیت هضم ساقهها و برگها یکسان باشد ولی دیوارهٔ سلولی در برگها به سهولت تجزیه میشود، به طوری که میزان مصرف روزانه ماده خشک در حیواناتی که از برگها تغذیه میکنند، در مقایسه با ساقه در حدود ۴۰٪ بیشتر است.

تجزیه ذرات غذا در شکمبه و تأثیر آن بر میزان مصرف غذا، موضوع مطالعاتی بسیاری از تحقیقات اخیر بوده است. همان طور که در بالا توضیح داده شد میتوان با فرایند کردن گیاهان به وسیله روشهای شیمیایی یا فیزیکی، بر مقاومت دیواره سلولی غلبه نمود اما این روشها بسیار پرهزینه بوده و اثرات جانبی نامطلوبی دارند (مثلاً روشهای مکانیکی موجب کاهش قابلیت هضم گیاه میشود). همچنین این روشها در علوفههای مرتعی قابل اجرا نیستند. مدت های زیادی است که شناسایی گونهها و واریتههای جدید علوفههایی که در شکمبه به سرعت تجزیه میشوند، مورد علاقه و هدف دانشمندان قرار گرفته است.

نسبت علوفه به کنسانتره

گزارش شده است که نسبت علوفه به کنیانتره (F:C) جیره غذایی گاوهای شیرده در مقدار DMI موثر است. احتمالا نتایج بسیاری از پژوهش ها مربوط به میزان قابلیت هضم الیاف علوفه و همچنین اثر محدود کننده پروپیونات بر مقدار DMI می باشد نه این که به نسبت خالص علوفه به کنسانتره مربوط می باشد. مقدار ماده خشک مصرفی بطور خطی با افزایش کنسانتره جیره غذایی بدون در نظر گرفتن نوع علوفه، افزایش می یابد. همچنین ماده خشک قابل هضم بطور خطی با افزایش کنسانتره جیره افزایش می یابد ($P<0/01$). از انجا که

مقدار مصرف ماده خشک هضم نشده توسط مقدار کنسانتره تحت تاثیر قرار نمی گیرد، احتمالا " سرعت عبور و هضم و مشخصات فیزیکی مواد خوراکی دلیل تفاوت در میزان مصرف ماده خشک می باشند.
محققین سه نسبت مختلف علوفه (یونجه سیلو شده) به کنسانتره (۸۶:۱۴، ۷۱:۲۹ و ۵۶:۴۴) جیره غذایی را مورد تغذیه قرار دادند. مقدار DMI برای جیره ای که بالاترین کنسانتره را داشت ، بهترین بود ولی مقدار DMIدر دو جیره دیگر مشابه بود. در ازمایشی دیگر کنسانتره در سطح ۱/۳ یا ۱/۸ درصد وزن بدن و یونجه سیلو شده در حد اشتها (F:C، ۶۳:۳۷ و ۵۴:۴۶) به گاوهای هلشتاین، در اوایل شیردهی خورانیده شد.هر دو گروه از گاوها با مقادیر یکسانی از مواد سیلو شده تغذیه شدند، ولی گاوهایی که جیره های پر کنسانتره مصرف نمودند دارای افزایش وزن و گروه دیگر دارای کاهش وزن بودند. سایر محققین نیز نتایج مشابهی گرفتند یعنی گاوهای تغذیه شده با جیره های حاوی ۷۴ درصد علوفه (نسبت یونجه سیلو شده به ذرت سیلو شده ۲ به ۱) نسبت به گاوهایی که با جیره حاوی ۵۰ درصد علوفه تغذیه شدند، ۲/۷ کیلوگرم ماده خشک کمتری در هر روز مصرف کردند. بطور کلی، افزایش کنسانتره تا حدود ۶۰ درصد ماده خشک باعث افزایش مقدار DMI می شود.

چربی

فرض بر این است که گاوها ماده خشک را جهت تامین انرژی مورد نیازشان مصرف می کنند. اغلب با افزودن چربی بعنوان منبعی از انرژی به جیره غذایی به جای بخشی از کربوهیدرات ها، DMI کاهش می یابد. چربی ها تخمیر شکمبه ای و قابلیت هضم الیاف را کاهش می دهد. لذا در پر شدگی شکمبه سهیم بوده و سرعت عبور مواد را کاهش می دهند. پاسخ گاوهای شیرده به مقدار DMI با افزودن اسیدهای چرب به جیره غذایی انها، به اسیدهای چرب پایه و منبع اسیدهای چرب افزوده شده بستگی دارد. برای جیره های غذایی که در کل دارای ۵ تا ۶ درصد اسید چرب هستند، افزودن دانه های روغنی و اسید چرب هیدروژنه به جیره غذایی منجر به یک اثر درجه دوم بر روی DMI به ترتیب با حداقل افزودن ۳ و ۲/۳ درصد اسید چرب به جیره می شود. افزودن پیه اب شده، روغن باقیمانده طباخی و نمک کلسیمی اسیدهای چرب به جیره های غذایی منجر به کاهش خطی منفی کل DMI می شود. گزارش شده است که چربی هایی که به لحاظ شکمبه ای فعال هستند، زمانی که جیره از نظر ذرت سیلو شده غنی باشند، در مقایسه با زمانی که جیره ها از لحاظ علوفه خشک یونجه غنی هستند، اثر منفی بالایی بر DMI، تخمیر شکمبه ای و قابلیت هضم NDF دارند. اگرچه تمایل به کاهش DMI با افزودن اسیدهای چرب به جیره غذایی وجود دارد، اما بعضی از پژوهش ها افزایش DMI را گزارش کردند. دلیل بالقوه برای افزایش DMI در زمان افزایش چربی، حرارت افزایشی

پائین تر طی دوره های تنش حرارتی و یا وقتی که چربی به جای غلات جایگزین می شود است که باعث کاهش اثر مهار کنندگی پروپیونات بر مقدار DMI می گردد.

سایر عوامل مرتبط با غذا که مصرف خوراک را متاثر می سازد

کمبودهای غذایی که فعالیت میکروارگانیسمهای شکمبه را کاهش میدهند، قادر به کاهش مصرف غذا هستند. معمولترین این کمبودها مربوط به پروتئین یا ازت است که با افزودن پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و یا حتی منبع سادهای از ازت مثل اوره میتوان آن را برطرف کرد. همچنین ممکن است، استفاده از مکملهای پروتئین غیر قابل تجزیه باعث افزایش مصرف علوفههای کمپروتئین شود. مکانیسم این افزایش مصرف، به علت بازجذب بخشی از ازت پروتئین هضم شده در بخشهای انتهایی دستگاه گوارش (بخشهای بعدی از شکمبه) و یا از طریق تأثیر مکملهای پروتئینی بر متابولیسم بافتهای حیوان میباشد. گوگرد، فسفر، سدیم و کبالت عناصر مغذی دیگری هستند که کمبود آنها میزان مصرف غذا را محدود میکند. تعدادی از مواد غذایی وجود دارند که کمتر از آنچه که از قابلیت هضم و میزان دیواره سلولی آنها انتظار میرود، مصرف میشوند. این مواد غذایی شامل تعدادی از مواد سیلویی هستند. به ویژه آنهایی که غنی از اسیدهای تخمیری بوده و یا در شرایط بدی تخمیر شده و دارای آمونیاک بالایی هستند . شکل فیزیکی غذا مانند خرد کردن ریز مواد سیلویی نیز ممکن است در مصرف غذا دخیل باشد. تهیه مواد سیلویی از علوفههای گرامینه، احتمالاً به دلیل جلوگیری از تشکیل توده متراکم مواد فیبری در شکمبه، مصرف غذا را افزایش خواهد داد. مصرف مواد سیلویی در گوسفند در مقایسه با گاو از حد طبیعی پائینتر است و به تغذیه غذاهای خرد (و شامل مواد سیلویی) یا آسیاب شده بیشتر پاسخ میدهد. غذاهایی که میزان مصرف آنها کمتر از مقدار مورد انتظار است به غذاهای غیرخوش خوراک معروف میباشند. همان طور که در ابتدای این بخش بحث شد، مفهوم خوش خوراکی به درستی تعریف نشده است. ولی برخی از مدارک حاصله از علوفههای با کیفیت پائین نشان می دهد، در صورتی که غذا مستقیماً به داخل شکمبه وارد شود (از طریق یک کانولا)، کاهش مصرف غذا متناسب مصرف آن از دهان نیست و بنابراین حیوان بیش از حد مصرف اختیاری از آن علوفه مصرف خواهد کرد. به هر حال، عموماً تصور بر این است که خوش خوراکی غذا به استثنای زمانی که غذا به خار و خاشاک یا به طریقی به فضولات آلوده میشود، فاکتور مهمی در تعیین مصرف غذا محسوب نمیگردد. -

عوامل محیطی مؤثر بر مصرف غذا در نشخوارکنندگان

میزان مصرف غذای نشخوارکنندگان در محل زندگی طبیعی آنها (یعنی مرتع) نه تنها تحت تأثیر ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم (یا سرعت هضم) علوفههای مرتعی است، بلکه ساختمان فیزیکی و توزیع این علوفه ها در مرتع نیز در مصرف غذا تأثیر دارند. حیوانات در مرتع، باید بدون مصرف انرژی زیاد، بتوانند علوفه

کافی جهت تأمین نیازمندیهای خود مصرف کنند. مصرف غذا در این گونه حیوانات تحت تأثیر سه عامل یعنی، اندازه لقمه (مقدار ماده خشکی را که حیوان در هر لقمه از چراگاه کنده و وارد دهان میکند) سرعت برداشت لقمه (تعداد لقمههایی که حیوان در هر دقیقه وارد دهان میکند) و مدت چریدن میباشد. برای مثال گاو شیری در حال چرا، که حداکثر اندازه لقمهاش ۰/۶ گرم بوده و یا ۶۰ لقمه در دقیقه چرا میکند، ۳۶ گرم در هر دقیقه و یا خشک در روز مصرف کند، لازم است که روزانه nn۲/۱۶=۷/۴ ساعت به چرا مشغول باشد. گاو به طور طبیعی روزانه در حدود ۸ ساعت چرا میکند، اما این مدت گاهی به ۱۰ ساعت در روز نیز می - رسد. گاو در مدت ۸ ساعت چرا، باید بتواند مقادیر لازم برای نیازمندیهای خود را تأمین کند. برای اینکه اندازه لقمه و سرعت برداشت آن در گاو به حداکثر برسد، باید توزیع علوفه ها در مرتع مناسب باشد.

به طور کلی علوفه های مرتعی نسبتاً کوتاه (۱۲ تا ۱۵ سانتیمتر) و متراکم، امکان کسب حداکثر اندازه لقمه را برای گاو فراهم میکنند. گیاهان باریک و بلند از قبیل بسیاری از گرامینههای نواحی گرمسیری اندازه لقمه را محدود مینمایند. چون حیوان نمیتواند در هر بار برداشت غذا، یک لقمه کامل وارد دهان کند. پائین بودن تراکم علوفههای مرتعی (کمتر از ۱۵۰۰ کیلوگرم ماده خشک در هر هکتار برای گوسفند) ن یز یک عامل محدود کننده میباشد و ممکن است که میل به چرای انتخابی را در حیوان تحریک کند. حیوانات برگها را که در مقایسه با ساقه سریعتر هضم میشوند، و همچنین مواد غذایی تازه را به مواد غذایی کهنه ترجیح می - دهند. حیوانات از مصرف بعضی از علوفهها امتناع میکنند، چرا که این علوفهها به دلیل قرار گرفتن در داخل خار و خاشاک و آلوده شدن با فضولات، خوش خوراکیشان را از دست میدهند.

- در یک چراگاه خوب که علوفههای مرتعی آن کوتاه و متراکم بوده و از قابلیت هضم بالایی برخوردار می باشد، میزان مصرف ماده خشک در نشخوارکنندگان با مقدار غذایی که در آخور به آنها داده میشود، برابر خواهد بود. در چراگاههای نامناسب اغلب نشخوارکنندگان نمیتوانند غذایی را که دارای قابلیت هضم و متابولیسم باشد، مصرف نمایند.

عادات غذا خوردن و رفتار گاو

در تحقیقاتی که توسط الن و همکاران انجام شد، عادات غذا خورن گاوهای شیرده در جایگاه بسته بررسی شد و نتایج نشان داد که در مقایسه گاوهای پر تولید و کم تولید، زمان سپری شده برای صرف غذا (حدود ۳۰۰ دقیقه در روز) و نیز تعداد وعده های غذایی (متوسط ۱۱ بار در روز) در این دو گروه اختلاف زیادی با یکدیگر نداشت ولی، گاوهای پر تولید در هر وعده نسبت به گاوهای کم تولید، DMI بالاتری داشتند.

گاوهای پر تولید در هر روز دفعات کمتری را به نشخوار می پرداختند (۱۳ بار در برابر ۱۴/۵ بار) ولی نشخوار در گاوهای پر تولید بطور متوسط در هر دوره نشخوار ۵ دقیقه در گاوهای پر تولید بیشتر بود.
گروهبندی گاوها بر اساس مواد مغذی مورد نیازشان می تواند تغییرات ماده خشک مصرفی را در داخل یک گروه بین گاوها کاهش دهد. گاوهای یک شکم زا در اوایل شیردهی به اوج DMI نمی رسند، ولی بعد از اینکه به اوج مصرف رسیدند، نسبت به گاوهای چند شکم زا از نظر DMI پایدارتر هستند. از این رو گاوها شکم اول و شکم های بالاتر به علت اختلافی که در DMI دارند، باسد جداگانه گروهبندی شوند.گاوهای شکم اول در ابتدا ترسو تر بوده و درجه اجتماعی پائین تری در گله دارند ولی بتدریج با وارد شدن گاوهای بیشتر به گله و رفت گاوهای مسن تر، درجه اجتماعی انها افزایش می یابد. گروهبندی گاوهای شکم اول در گروه جداگانه در یک دوره شیردهی ۳۰۵ روزه تولید شیر را در مقایسه با زمانی که با گاوهای مسن تر نگهداشته می شوند، ۷۲۵ کیلوگرم افزایش داد. رفتار در اخور اغلب تحت تاثیر غالبیت اجتماعی است.
گاوهای غالب اغلب مسن تر و بزرگتر هستند و تمایل به سپری نمودن زمان بیشری برای خوردن خوراک خصوصا" در زمانی که فضای اخور محدود است، در مقایسه با گاوهای جوان تر، دارند. در سال ۱۹۹۳، البرایت برای هر گاو حداقل ۴۶ سانتیمتر فضای اخور توصیه نمود. فضای مطلوب یا فضای بحرانی اخورد مورد نیاز احتمالا " عدد ثابتی نبوده و بستگی به رقابت بین گاوهای ماده، کل تعداد گاوهایی که به فضای اخور دسترسی دارند و قابلیت دسترسی به خوراک طی دوره ۲۴ ساعته دارد. گاوها اخورهایی را ترجیح می دهند که امکان تغذیه در یک سطح صاف و حالت چرای طبیعی را بدهد. گاوهایی که با سر پائین غذا مصرف می کنند در مقایسه با انهایی که سرشان در وضعیت افقی قرار دارد ۱۷ درصد بزاق بیشتری ترشح می کنند.

آب و هوا

منطقه خنثی حرارتی برای گاوها بین ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد است که در میان دام ها متفاوت است. درجه حرارت های بالا و پائین دامنه خنثی حرارتی، مصرف و فعالیت های متابولیکی را تغییر می دهد.
نشخوارکنندگان به شرایط تنش سرمایی بلند مدت بوسیله افزایش عایق سازی حرارتی، شدت متابولیک پایه و ماده خشک مصرفی، سازش می کنند. همچنین فعالیت نشخوار، حرکات نگاری-شکمبه ای، و سرعت عبور مواد نیز افزایش می یابد. اما در سرمای بیش از حد با همان سرعتی که متابولیسم افزایش می یابد، مقدار DMI افزایش نمی یابد و لذا حیوان د رتوازن منفی انرژی قرار گرفته و استفاده از انرژی بمنظور تولید حرارت تغییر می یابد. افزایش حرارت بیش از منطقه اسایش نیز بعلت کاهش DMI، تولید شیر را کاهش می

دهد.گزارش شده است که گاوهای چند شکم زا در مقایسه با گاوهای شکم اول، در مرحله شیردهی مشابه دارای ماده خشک مصرفی کمتری در تنش حرارتی هستند. در شرایط تنش حرارتی ماده خشک مصرفی ۵۰ درصد نسبت به مصرف در منطقه حرارتی خنثی کاهش یافته و نیاز نگهداری ۷ تا ۲۵ درصد افزایش می یابد. آب مصرفی گاوها نیز با افزایش دمای محیط تا ۳۵ درجه افزایش می یابد ولی با افزایش بیشتر درجه حرارت بعلت کم شدن فعالیت گاوها و کاهش DMI ، مصرف اب کاهش می یابد.

سایر عوامل محیطی مؤثر بر مصرف غذا

طول روز عامل محیطی دیگری است که بر مصرف غذا تأثیر میگذارد. تأثیر این عامل در گوزن بیشتر مشهود است. چون با کاهش طول روز مصرف غذا در این حیوان به شدت کاهش پیدا میکند. در مناطقی که طول روز کوتاه است، کمبود مواد غذایی وجود دارد. این عامل، یک مکانیسم بقا محسوب میشود و حیوان را مطمئن میکند که محدودیت تأمین غذای کافی در تمام دورههای بحرانی ادامه خواهد داشت. در گوسفند نیز به موازات کوتاه شدن طول روز میزان مصرف غذا کاهش پیدا میکند، با این وجود میزان کاهش غذا در گوسفند در مقایسه با گوزن خیلی کمتر است. اما به نظر میرسد میزان مصرف غذا در گاو تحت تأثیر طول روز قرار نمیگیرد.

بیماری و سلامتی نیز از جمله عواملی هستند که مصرف غذا در نشخوار کنندگان و غیرنشخوار کنندگان را کاهش میدهند. برخلاف عقیده عمومی، آلودگیهای انگلی دستگاه گوارش، به دلیل اختلال در عملکرد دستگاه گوارش، مانع تحریکات متابولیکی ناشی از کاهش جذب مواد مغذی شده و در ن تیجه مصرف غذا را کاهش میدهند. شواهد موجود حاکی از آن است که تحریک سیستم ایمنی حیوان نیز مانند آنچه که در عفونتهای انگلی دیده میشود، ممکن است سبب کاهش مصرف غذا گردد. همچنین آلودگی به انگلهای خارجی مانند کنهها هم، مصرف غذا را کاهش میدهد.

نحوه ارائه خوراک (دفعات مصرف خوراک)

با افزایش دفعات تغذیه و افزایش عرضهٔ خوراک برای حیوان، مصرف اختیاری خوراک معمولاً افزایش می - یابد. در مرتع، وقتی که خوراک به طور پیوسته در اختیار قرار میگیرد، گاو در روز چهار تا پنج دورهٔ اصلی چریدن دارد. حیواناتی که در داخل ساختمان نگهداری میشوند نیز خوراک را به صورت وعدههای مجزا مصرف میکنند، اما توزیع خوراک تازه محرکی فوق العاده برای مصرف خوراک است. دسترسی ناکافی به آخور نیز به ویژه وقتی خوراک به طور دائم در اختیار دام نیست، سبب کاهش مصرف خوراک میشود. طول مطلوب آخور در زمان مصرف جیره مخلوطی که به طور پیوسته ارائه میشود، ۰/۴۵ متر به ازای هر گاو است.

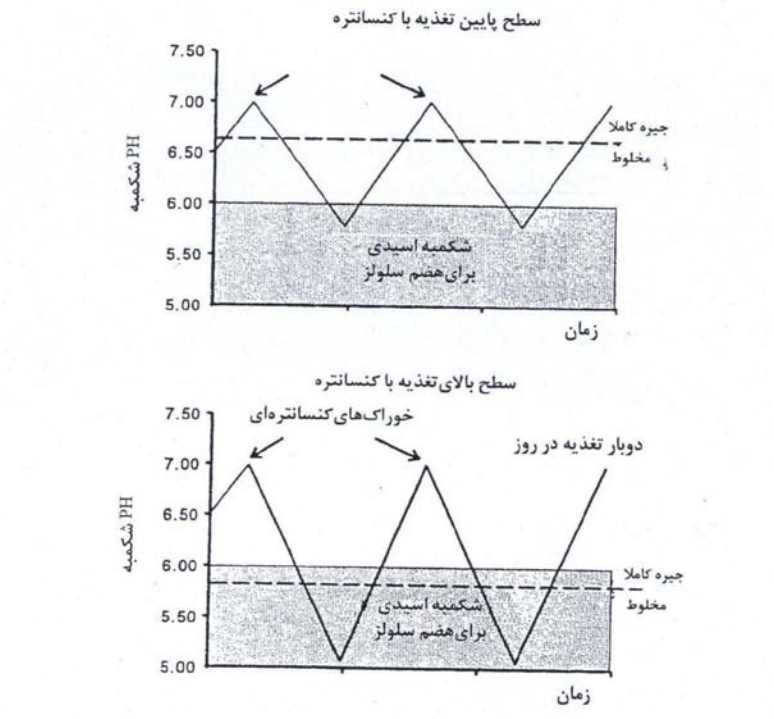
استفاده از سیم و یا مفتولهای فلزی برق دار برای جداسازی حیواناتی که به طور آزاد به سیلاژ دسترسی دارند، برای کنترل مصرف خوراک بسیار موثر است. این سیمها یا مفتولهای فلزی باعث میشود که دسترسی حیوان به سیلاژ محدود شده و لذا مصرف آن کاهش مییابد. در این نوع کنترل مصرف خوراک، حیوانات حساس، بخصوص تلیسه های جوان، نسبت به حیواناتی که به این نوع مرزبندی عادت کردهاند لطمه و زیان بیشتری میخورند (در زمانی که خوراک برای آنها عرضه شده است). در صورت استفاده از سیمهای الکتریکی در مقایسه با سیستم های جدا کنندهٔ دیواری، مصرف سیلاژ در برنامههایی که حیوان آزادانه به سیلاژ دسترسی دارد به اندازه بیست و پنج درصد افزایش مییابد. خرد کردن علوفهها، مصرف آنها را افزایش میدهد. در مورد سیلاژ، میانگین مطلوب طول الیاف پنج سانتیمتر است گرچه خرد کردن تا حد هفت میلی متر نیز پاسخهایی به افزایش مصرف خوراک داده است.

جیرههای کاملاً مخلوط (TMR)

جیرههای کامل یا مخلوط معمولاً نسبت به زمانی که علوفه و کنسانترهٔ جیره به طور جداگانه در اختیار دام قرار میگیرند، بیشتر مصرف میشوند. مصرف اختیاری خوراک در گاوهای شیری که جیرههای کاملاً مخلوط مصرف نمودهاند، ممکن است تا سی درصد افزایش یابد. بهترین توضیح برای افزایش مصرف خوراک این است که در جیرههای مخلوط، از مصرف مقدار زیاد مواد کنسانترهای سریعالهضم ممانعت می-شود. استفاده از جیره مخلوط نسبت به تغذیه جداگانه کنسانتره و سیلاژ برای دو مرتبه در روز به صورت آزاد سبب هضم سریعتر الیاف میشود که بخشی مربوط به این است که PH شکمبهای برای مدت طولانی تری بالا باقی میماند و بخشی به دلیل عرضهٔ انرژی قابل متابولیسم قابل تخمیر (FME) و پروتئین تجزیه پذیر (ERDP) بیشتر برای جمعیت میکروبی شکمبه در مقایسه با تغذیه جداگانه سیلاژ و کنسانتره است. استفاده از یک خوراک شیرین مانند ملاس نه تنها سبب افزایش عرضه FME میشود، بلکه در کاهش مزهٔ ترش سیلاژ نیز موثر است.

اثراتی که خوراکهای جداگانه ممکن است در شکمبه داشته باشند، در مقایسه با تغذیه مواد کنسانترهای به صورت دو مرتبه در روز، در سطح بالا و پائین تغذیه، در شکل نشان داده شده است. خوراکهایی که به سرعت در شکمبه هضم میشوند، سبب کاهش PH شکمبه شده و اثر معکوس بر هضم دیوارهٔ سلولی دارند. در حالت بسیار شدید این وضعیت، که «نفخ پرواری» نامیده میشود، اسیدوز مزمن شکمبه همراه با انباشتگی شکمبه عارض میشود. نفخ در اثر تغذیه بیش از حد کنسانتره در یک وعده همراه با مصرف ناکافی الیاف یا کمبود بافرها در جیرههای پرانرژی ایجاد میشود. برخی از جیرههای کامل که حاوی الیاف بلند کافی در

مخلوط با نسبت زیاد نشاسته و قند سریعالتخمیر، نیستند، سبب خواهد شد که شکمبه برای دورهٔ زمانی طولانی اسیدی شود (شکل ۴-۴). استفاده از منابع خوراکی با الیاف بلند که خود اسیدی نیستند و سبب افزایش نشخوار میشوند، از قبیل بستههای سیلو شدهٔ حاوی مادهٔ خشک زیاد، علوفههای خشک یا سیلاژ کم رطوبت یا کاه غلات در جیره گاوهای پرتولید به لحاظ توانایی کاهش تنش در شکمبه دارای اهمیتاند.



شکل ۴-۴. نمودار اثرات سطوح پایین و بالای کنسانتره روی PH شکمبه و هضم سلولز در شرایطی که دوبار در روز به صورت جداگانه و یا به صورت جیره مخلوط مصرف شود. (orskov, 1987).

سیلاژ

سیلاژ مهمترین جزء جیرهٔ گاوهای شیری است، که هنوز نمیتوان مصرف اختیاری آن را با دقت تعیین نمود. مشکل عمده در این رابطه مربوط به تأثیر میزان و الگوی تخمیر در سیلو بر مصرف و ارزشیابی آن است. وقتی که سیلاژ با نسبتهای مختلف کنسانتره به تغذیه گاو میرسد، پیش بینی مصرف آن پیچیدهتر میشود.

بنابراین مصرف حقیقی سیلاژ باید در مزرعه ارزیابی شود، نه این که آن را از روی آنالیز ترکیب سیلاژ تعیین نمود. در ادامه بحث، جنبههای با اهمیت سیلاژ که بر مصرف آن تأثیر میگذارند، بررسی میشود. (بر اساس گزارشهای قابل دسترس و موجود) نتایج حاصل از این بحث میتواند در خصوص تأثیر عوامل مشکل ساز در نتیجه مصرف سیلاژ نیز مورد توجه قرار گیرد.

میزان ماده خشک و اسیدیتهٔ آزاد

مواد سیلویی که در شرایط خوبی ذخیره شدهاند و میزان اسید آزاد کمتری دارند (PH بالاتر) نسبت به آنهایی که اسیدیته بالاتری دارند، مصرفشان در هر وعده سریعتر بوده و کل زمان صرف شده برای خوردن و نشخوار کردن نسبتاً ثابت است. بنابراین مصرف سریعتر خوراک در یک وعده، سبب میشود تا زمان بیشتری برای نشخوار کردن باقی مانده و لذا امکان خرد شدن بیشتر ذرات غذایی فراهم میشود و بزاق بیشتری به ازای هر واحد خوراک به هنگام نشخوار کردن افزوده میشود. بیکربنات و سایر مواد بافری، میتواند سبب جبران کمبود بیکربنات بزاق و کاهش اثر مصرف مقادیر بیش از حد اسید، حاصل از سیلاژ یا خوراکهای سریع التخمیر در جیره، شوند. مقدار توصیه شده مصرف بیکربنات سدیم ۰/۱ تا ۰/۳۵ کیلوگرم به ازای هر گاو در روز و برای بنتونیت سدیم ۰/۷ تا ۱ کیلوگرم در روز است. هر چند این مقادیر به طور طبیعی برای این که سهم عمدهای در عرضه کل مواد بافری به شکمبه داشته باشند، کافی نیست. بافرها اغلب در جیرههای اوایل شیردهی یا وضعیتهایی که غلظت NDF جیره بسیار پائین است، منظور میشوند. افزایش تولید شیر بین چهار تا ده درصد و درصد چربی شیر بین ۰/۲ تا ۰/۴ واحد متعاقب استفاده از بافرها در جیره گزارش شده است.

تأثیر پروتئین و فرآوردههای حاصل از تجزیه آن بر مصرف خوراک

تحقیقات اخیر در دانشکده کشاورزی اسکاتلند (Offer et al, ۱۹۹۴) اهمیت فرآوردههای حاصل از تجزیه پروتئین بر مصرف سیلاژ در گاو شیری را مورد توجه قرار داده است. بهترین معیارهای پیش بینی مصرف ماده خشک سیلاژ توسط گاوهای شیری میزان مادهٔ خشک حقیقی (یعنی مادهٔ خشک تصحیح شده برای فرآوردههای فرار حاصل از تخمیر) میزان مادهٔ آلی قابل هضم در ماده خشک (D-value یا DoMD) و نسبت پروتئین محلول موجود در پروتئین خام، هستند. نیتروژن اسید آمینهای موجود در کل نیتروژن محلول، شاخص خوبی از میزان تجزیه مواد نیتروژنی دارای وزن مولکولی کم در سیلاژ است. حداقل هفتاد درصد نیتروژن محلول باید به صورت اسید آمینهای بوده و هر چه این نسبت بالاتر باشد بهتر است. تصور میشود که آمینها نیز، به ویژه در سیلوهایی که خوب ذخیره نشدهاند، سبب کاهش مصرف سیلاژ میشوند.

سایر عوامل مؤثر بر مصرف اختیاری خوراک

در زمستان میتوان مصرف خوراک را با طولانی شدن روزها تا شانزده ساعت افزایش داد. درجه حرارت بالای محیط و عرضه ناکافی آب، مصرف خوراک را کاهش میدهد. مصرف اختیاری خوراک تحت تأثیر رفتارهای مختلف از قبیل حضور دامهای دیگر، تجربهٔ استفاده قبلی از خوراک، وجود انواع مختلف مواد خوراکی در جیره و منظور نمودن خوراک های شیرین در جیره تحریک میشود. تحقیقات به عمل آمده، در

ارتباط با اولویت چشایی توسط گاوها، نشان داده است جیرههای مخلوطی که با مواد افزودنی مختلف عرضه شده اند، از نظر تقدم مصرف به صورت زیراند: شیرین (به میزان ۱/۵ درصد ماده خشک جیره سوکروز اضافه شده) > جیرههای فاقد مواد افزودنی > تند (به میزان یک درصد مادهٔ خشک جیره اوره اضافه شده) > شور (به میزان چهار درصد ماده خشک نمک افزوده شده) > ترش (به میزان ۱/۲۵ درصد مادهٔ خشک اسید کلریدریک افزوده شده). مصرف جیرهٔ شیرین در مقایسه با جیرهٔ شاهد سیزده درصد بالاتر بود.

پیش بینی دقیق مصرف اختیاری خوراک مشکل است. بنابراین خیلی اهمیت دارد که مصرف خوراک در مزرعه ارزیابی و سنجش شود. امتیاز عمده جیرههای مخلوط این است که اغلب مصرف خوراک معلوم است، بنابراین عملکرد دام میتواند به عرضه مواد مغذی در وضعیت عملی ارتباط داده شود. تغییرات در مصرف اختیاری، ثبت شده و به تغییرات مربوط به هر خوراک یا به فرمول جیره ارتباط داده میشود. روش - های مدیریتی تحت کنترل دامدار مانند تکنیک ساخت سیلو میتواند با تغییرات در مصرف خوراک، عملکرد دام و سوددهی ارتباط داده شود. اگر جیرهٔ مصرفی دام، توزین نمیشود، روشهای غیر مستقیم ارزشیابی مصرف باید در مزرعه استفاده شود.

کمیته تحقیقات کشاورزی استرالیا برای پیشگوئی مصرف غذا در حیوانات نشخوارکننده ای که از مرتع تغذیه میکنند، یک مدل کامپیوتری (بنام GRAZFEED) به کار برده است. فاکتورهای حیوانی که در این مدل استفاده شده است، عبارتند از: وزن موجود حیوان نسبت به وزن مرجع استاندارد آن (SRW به فصل ۱۴ مراجعه شود)، امتیاز بدنی (مانند چاقی) و مرحله شیردهی. فاکتورهای غذایی دخیل در این مدل شامل قابلیت هضم علوفه مرتعی و هر نوع مکمل غذایی مورد استفاده میباشد. عوامل محیطی مورد استفاده در این مدل ویژگیهایی از مرتع میباشند که ترکیب پوشش گیاهی آن را تعیین مینمایند. همچنین عوامل اقلیمی نیز در مدل مزبور منظور شده است. بیان وزن زنده حیوان بر حسب نسبتی از وزن مرجع استاندارد آن تأثیر زیادی روی تخمین میزان مصرف غذا دارد. برای مثال گوساله اخته ۴۰۰ کیلوگرمی که به وزن مرجع استاندارد خود (۴۰۰ کیلوگرم) رسیده است، پیش بینی میشود که روزانه ۵/۹ کیلوگرم ماده خشک در مراتع غنی (که قابلیت هضم ماده خشک مرتع ۰/۷ است) مصرف کند. در حالی که در مورد گوساله ۴۰۰ کیلوگرمی از نژادهای بزرگ جثه که تنها نصف وزن مرجع استاندارد (۸۰۰ کیلوگرم) خود را کسب کرده و هنوز در حال رشد است، پیش بینی میشود که روزانه ۱۰/۱ کیلوگرم ماده خشک مصرف کند.

در سیستم پروتئین و کربوهیدرات خالص دانشگاه کورنل برای تخمین احتیاجات گاو و مقدار غذای مصرفی گاوها در دورهٔ شیردهی، از مقدار انرژی ویژهٔ غذا و مقدار تولید شیر و چربی شیر استفاده میشود. سپس این

ارقام تخمینی برای شش فاکتور دیگر تصحیح میشود. این فاکتورها عبارتند از: سن، نژاد و مقدار چربی بدن گاو، افزودنیهای غذایی، حرارت محیط و سایر عوامل نامساعد محیطی.

بعلاوه بر اساس داده هاس منتشرشده توسط انجمن تحقیقات ملی از سال ۱۹۷۱، روش های مختلفی برای پیش بینی مقدار مصرف ماده خشک ارائه شده است. در ۱۹۷۱، تغذیه ازاد و در حد اشتها در طی ۶ تا ۸ هفته اول شیردهی و بعد از ان جهت تامین انرژی مورد نیاز توصیه شده است. در ۱۹۷۸، وزن بدن و شیر تصحیح شده با ۴٪ چربی برای براورد مصرف ماده خشک استفاده شدند. در ۱۹۸۹، مقدار مصرف ماده خشک بر اساس نظریه انرژی مورد نیاز پیش بینی شد که بصورت ساده در زیر بیان شده است.

مقدار مصرف ماده خشک گاوهای شیرده در شرایط محیطی خارج از منطقه آسایش حرارتی (۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد) تحت تاثیر قرار می گیرد. استریج و همکاران نشان دادند که مقدار DMI در درجه حرارت های بالای ۲۰ درجه کاهش می یابد.

مصرف خوراک در طیور

خوراکهای کرامبل برای جوجه ها مطلوب هستند. با استفاده از این نوع خوراکها مصرف خوراک افزایش یافته و سرعت رشد و بازدهی مصرف خوراک بهبود خواهد یافت. خوراک های اردی باید برای طیور بصورت ریز یا بلغور باشد نه نرم و خیلی خشن.

مصرف اختیاری خوراک

مقدار مصرفی است که یک پرنده با دسترسی ازاد به جیره، تغذیه می کند. کیفیت خوراک، سلامتی و مدیریت گله در مصرف اختیاری منعکس می شوند. اگر یک گله کمتر از مقدار پیش بینی شده مصرف کند، نشان دهنده کیفیت پائین غذا و کمبودهای غذایی است و درباره اطلاع از اشتباهات مدیریتیا شاخصی از بیماری طیور می تواند مفید باشد. ساز و کارهای کنترل مصرف خوراک بسیار پیچیده بوده و توسط هیپوتالاموس در مغز کنترل می شود، اما مسیری که انتقال دستورات توسط ان صورت می گیرد هنوز مشخص نشده است. اخرین فرضیه ارائه شده این است که هیپوتالاموس به تغییرات فیزیکی و شیمیایی در جریان خون بشدت واکنش نشان می دهد.

۱ -**تئوری ترموستاتیک:** این تئوری بیان می کند که حرارت تولیدی بعد از مصرف غذا درجه حرارت خون و هیپوتالاموس را افزایش داده و لذا مصرف خورک کاهش میابد. این تئورن دلیل کاهش مصرف خوراک در درجه حرارت های بالا و علت چاقی توسط خوراکهای با حرارت افزایشی پائین مثل چربی ها را توضیح می دهد.

۲ -**تئوری گلوکوستاتیک**: این تئوری پیشنهاد می کند که گیرنده های گلوکز در هیپوتالاموس قرار داشته که میزان گلوکز حساس هستند. سرعت کم استفاده از گلوکز منجر به احساس گرسنگی می شود. این تئوری احتمالا" تنظیم کوتاه مدت مصرف خوراک را توضیح می دهد. تنظیم بلند مدت احتمالا " با پیشگیری از ذخیره چربی زیاده از حد ارتباط دارد.

۳ -تئو**ری لیپوستاتیک:** بر اساس این تئوری هیپوتالاموس به غلظت متابولیت های ازاد شده از ذخایر چربی داخلی در جریان خون حساس است. از انجا که مقدار چربی ازاد شده متناسب با ذخایر چربی است، سازو کار لیپوستاتیک مقدار چربی بدن را ثابت نگه می دارد و باید وزن بدن را کنترل کند.

هیچکدام از این فرضیه ها به تنهاییرفتار مصرف خوراک مشاهده شده را به حد کافی توصیف نمی کند لذا به احتمال زیاد چندین عامل همزمان کنترل کننده مصرف خوراک می باشند.

عوامل موثر بر مصرف اختیاری خوراک

مهمترین این عوامل عبارتند زا : مشخصات پرنده، کیفیت خوراک و محیط

مشخصات پرنده: عوامل مربوط به پرنده که بر مصرف خوراک اثر دارند شامل وزن پرنده، سرعت افزایش وزن زنده و تعداد تخم مرغهای تولیدی می باشند. پرندگانی که دارای رشد سریعتری هستند نسبت به انهایی که دارای رشد متوسطی می باشند، خوراک بیشتری مصرف می کنند همچنین پرندگان سنگین تر نسبت به سبک تر دارای مصرف خوراک بالاتری هستند. در یک وزن معین پرندگان نابالغ از سویه های گوشتی نسبت به سویه های تخمگذار دارای مصرف خوراک بالاتری هستند. مصرف خوراک در پرندگان به علت هدف تامین انرژی توسط مرغهای تخمگذار با میزان تولید تخم مرغ ارتباط دارد.یک درصد افزایش در تولید تخم مرغ به ۲ درصد افزایش در مصرف خوراک همراه است. پرندگان تخمگذار در روزهایی که تشکیل تخم می دهند نسبت به روزهای دیگر ۲۰ دصد خوراک بیشتری مصرف می کنند. وقتی پرندگان با تغییرات هورمنی دو هفته قبل از اغاز تولید تخم مرغ روبرو می شوند مصرف خوراک بطور وضوح افزایش میابد.

عوامل جیره: افزایش انرژی جیره موجب کاهش در مصرف خوراک می شود. اگر جیره از لحاظ یک ماده مغذی کمبود داشته باشد، اشتهای حیوان کاهش یافته و این با کاهش رشد یا عملکرد تولید مثلی حیوان مرتبط است. مصرف خوراک پلت شده نسبت به همان خوراک بصورت اردی تا ۸ درصد مصرف خوراک را افزایش خواهد داد. این امر امکان دارد تا اندازه ای به علت اثر پختن چربی خوراک باشد.

عوامل محیطی: شدت نور و طول مدت روز بر مصرف اختیاری خوراک اثر دارد. روزهای طولانی تر تولید تخم مرغ را تحریک کرده و لذا مرغها را به مصرف خوراک بیشتر تشویط می کند. در مورد جوجه ها

حداکثر مصرف خوراک و سرعت رشد در شرایط نوردهی مداوم بدست می اید. در نور زیاد جوجه های گوشتی امکان دارد فعالیت خود را افزایش دهند و بنابراین بازدهی مصرف خوراک را کاهش دهند. درجه جرارت بالا اثر عمده ای بر مصرف خوراک دارد.

روابط متقابل شناخته شده مواد غذایی

برخی از روابط متقابل مواد مغذی مشهور می باشند و نحوه تاثیر آنها بر نیازمندی ها نیز نسبتا شناخته شده اسست. برخی از این روابط متقابل عبارتند از : اثرات متقابل اسیدهای آمینه- تبدیل تریپتوفان به اسید نیکوتنیک- کیلات های آلی- تداخل ویتامین E و سلنیوم- فسفر و کلسیم

اثرات متقابل اسیدهای آمینه

در برخی از شرایط سطوح اسیدهای آمینه جیره نمی تواند بدون توجه به غلظت سایر اسیدهای آمینه و مواد مغذی مدنظر قرار گیرند. چهار حالت برای تکافوی اسیدهای آمینه بیان می شود هرچند که همه آنها اثرات متقابل واقعی نیستند:

کمبود: یکی یا تعدادی از اسیدهای آمینه در حد نیاز تامین نمی شود. تمام اسیدهای آمینه می توانند در یک تعادل ایده آل باشند اما به مقدار کافی تغذیه نشوند.

عدم تعادل: حالتی است که حداقل یکی از اسیدهای آمینه کمتر از مقدار مورد نیاز است. میزان پروتئین یا اسید آمینه موثر جیره بوسیله غلظت اسیدآمینه محدود کننده تعیین می شود.

اثر ضدیت: حالت کلاسیکی است که سطح یک اسید آمینه سوخت و ساز سایر اسیدهای آمینه را تحت تاثیر قرار می دهد. از لحاظ تئوری تمام اسیدهای آمینه اغلب در سطح مورد نیاز و یا بالاتر از آن هستند و به دلیل کمبود متابولیکی ایجاد شده عملکرد زیر سطح بهینه قرار دارد.

سمیت: حالتی است که سطح بسیار زیاد یک اسید آمینه (اغلب بیشتر از ۲ برابر نیاز) سبب کاهش رشد می شود و معمولا با استفاده از سایر اسیدهای آمینه برای متعادل کردن مجدد اسیدهای آمینه مرتفع نمی شود.

تشخیص علل و اثرات نامناسب بودن سطوح اسیدهای آمینه مشکل است. هرچند که کاهش مصرف خوراک سرآغاز کاهش سرعت رشد است. عدم تعادل اسیدهای آمینه همچنین سبب تغییر در سیستم انتقال اسید آمینه یا کاهش در ساخت پروتئین و افزایش تجزیه پروتئین شده و معمولا تجزیه اسیدهای آمینه اضافی افزایش می یابد. عدم تعادل اسید آمینه ممکن است به طور مستقیم بر گیرنده های هیپوتالاموس اثر کند. تزریق مخلوط نامتعادل اسید آمینه ای به داخل ورید کاروتید سبب کاهش سریع مصرف خوراک در موش می شود. تزریق همین مخلوط به سیاهرگ گردنی تاثیر بسیار کمی دارد که احتمالا به دلیل عبور آن از کبد قبل از رسیدن خون به مغز می باشد. در واقع اغلب حیوانات هنگامی که در شرایط انتخاب غذا قرار می گیرند جیره های فاقد پروتئین را بر جیره ای که از لحاظ اسید آمینه نامتعادل است ترجیح می دهند. هنگام عدم تعادل اسید

آمینه تغذیه اجباری جیره های نامتعادل کاهش رشد را تا حدی تصحیح کرده و این حالت هرگز با جیره های فاقد پروتئین اتفاق نمی افتد.

اثر ضدیت میان لیزین و آرژنین به خوبی ثابت شده است. این دو اسید آمینه سیستم انتقال مشترکی در غشا سلولی داشته و بنابراین مقدار اضافی یکی از آنها منجر به رقابت هنگام انتقال در سطح سلولی می شود. بطور اختصاصی تر لیزین بازجذب آرژنین در کلیه را مختل می کند و تولید آنزیم آرژیناز را نیز تحریک کرده و در کلیه منجر به تجزیه آرژنین و تشکیل اورنیتین و مقداری اوره می شود. میان اسیدهای آمینه شاخه دار نیز اثرات متقابل وجود دارد. افزایش سطح لوسین جیره منجر به افزایش نیاز برای والین و ایزولوسین می شود.

سمیت اسیدهای آمینه به ندرت اتفاق می افتد زیرا سطوح بسیار زیادی برای ایجاد سمیت نیاز است. برخی از اسیدهای آمینه می توانند بطور کامل و یا تا حدودی به ویتامین های ویژه تبدیل شوند. مادامی که گروه متیل توسط متیونین تامین شود کولین می تواند از منو متیل اتانول آمین یا دی متیل اتانول آمین ساخته شود. در مقایسه به ساخت کولین در پستانداران این فرایند در پرندگان بازدهی خوبی نداشته و تحت شرایط تغذیه ای ویژه ای ساخت کولین برای پرندگان اهمیت می یابد. کولین می تواند برای بیوسنتز متیونین از هموسیستئین گروه متیل خود را بدهد اگرچه این فرایند در مقایسه با نیاز پرنده به مقادیر زیاد متیونین بازدهی بسیار کمی دارد.

تبدیل تریپتوفان به اسید نیکوتینیک

به دلیل اینکه مقدار تریپتوفان موجود در اغلب جیره های معمولی بیشتر از حد مورد نیاز برای رشد بافتها نیست فهم بهتر در هدایت مقدار کمتر یا بیشتری تریپتوفان جهت ساخته شدن اسید نیکوتینیک ضروری است. در حیواناتی که اسید نیکوتینیک کمی دریافت می کنند پیشگیری از کمبود این ویتامین از طریق ساخته شدن در بدن نه تنها به مقدار کافی تریپتوفان بستگی دارد بلکه به مقدار کافی پیریدوکسین نیز وابسته است. از لحاظ تبدیل تریپتوفان به اسید نیکوتینیک بین حیوانات مختلف تفاوت وجود دارد. علت این اختلاف در مقدار اسید پیکولینیک کربوکسیلاز است. این آنزیم یکی از مواد واسطه موجود در واکنش های تبدیل تریپتوفان به اسید نیکوتینیک را به جای تبدیل آن به اسید کوئینولینیک که ماده پیش ساز اسید نیکوتینیک است به مسیر گلوتاریل- کوآنزیم آ هدایت می کند. مقدار این آنزیم با توانایی تبدیل تریپتوفان به اسید نیکوتینیک توسط حیوان نسبت عکس دارد. در تغذیه عملی اثر کمکی تریپتوفان بر احتیاجات نیاسین شاید اهمیت کمی داشته باشد زیرا به ندرت تریپتوفان بیشتر از نیاز پروتئین سازی موجودات تامین می شود. حتی زمانی که تریپتوفان در دسترس است بازده تبدیل آن محدود می باشد.

کیلات های آلی

به تازگی متخصصین تغذیه حیوانی به این حقیقت پی برده اند که ممکن است کیلات های مواد آلی از عوامل مهم کنترل کننده جذب این گونه عناصر باشد. یک کیلات خوب کیلاتی است که عنصر را به صورت یونی در دیواره روده آزاد کند و یا بهمان صورت متصل شده قادر است به آسانی جذب شود. در سیستم های بیولوژیکی سه نوع کیلات مشخص شده است.

گروه اول: کیلات هایی که یون های فلزی را منتقل و ذخیره می کنند. در این گونه اتصال فلز به لیگاندی که دارای آنچنان خواص شیمیایی و فیزیکی باشد که قادر به جذب انتقال در خون و عبور آن از دیواره سلولی به منظور ذخیره یون فلزی در محلی که مورد نیاز باشد محتاج است نظیر:

الف: اسیدهای آمینه بخصوص سیستین و هیستیدین از عوامل اتصال کننده ویژه و موثر یون های فلزی هستند که ممکن است در جذب و انتقال عناصر فلزی در بدن حیوانات از اهمیت خاصی برخوردار باشند.

ب: اتیلن دی آمین تترااستیک اسید و لیگاندهای مصنوعی مشابه که ممکن است قابلیت دسترسی روی و سایر مواد معدنی را افزایش دهند. غالبا از اتیلن دی آمین تترااستیک اسید و عوامل اتصال کننده مشابه در پزشکی برای تسریع دفع سرب و فلزات سمی در افرادی که با این گونه مواد مسموم می شوند استفاده می گردد.

گروه دوم: کیلات های ضروری برای سوخت و ساز. تعدادی از کیلات های موجود در بدن حیوان بصورتی وجود دارند که یون فلزی به شکل کیلات می باشد و این ساختمان برای انجام فعالیت متابولیکی یون فلزی ضروری است. هموگلوبین و آنزیم های سیتوکرم و ویتامین B۱۲ مثال هایی از این نوع هستند.

گروه سوم: کیلات هایی که استفاده از کاتیون های ضروری را مختل می کنند. برخی از اتصالات فلزی بطور تصادفی بوجود می آیند و ارزش و هدف بیولوژیکی ندارند. بعضی از این اتصالات مثل اتصال روی- اسید فایتیک ممکن است یک عنصر ضروری را برای انجام عمل متابولیکی خود غیر قابل دسترس نماید.

تداخل ویتامین E و سلنیوم

سلنیوم جزیی ازآنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است. سلنیوم حداقل از سه طریق به ویتامین E مورد نیاز کمک میکند: ۱- سلنیوم برای حفظ سلامتی لوزالمعده لازم است که در نتیجه آن هضم چربی ها و تشکیل میسل صفرا- چربی بطور عادی انجام می گیرد و بنابراین جذب ویتامین E بطور طبیعی انجام می پذیرد. ۲- سلنیوم جزیی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است که این آنزیم گلوتاتیون احیا شده را به گلوتاتیون اکسید شده تبدیل می کند و در همین زمان پراکسیدازها را بوسیله تبدیل آنها به الکل بی ضرر از بین می برد و مانع حمله پراکسیدازها به اسیدهای چرب غیراشباع در چربی های موجود در غشا سلول ها می شود و تا حد زیادی نیاز

به ویتامین E را که جهت حفظ سلامتی این غشا لازم است کاهش می دهد. ۳- سلنیوم از چند طریق نامشخص دیگر به ابقا ویتامین E در پلاسما کمک می کند.

ویتامین E حداقل از دو طریق نیاز به سلنیوم را کاهش می دهد: ۱- بوسیله حفظ سلنیوم بدن به شکل فعال خود و یا از طریق ممانعت از دفع آن از بدن. ۲- بوسیله جلوگیری از اکسیداسیون فعال خود به خود زنجیره غشای لیپیدی موجود در درون غشا سلولی که بدینوسیله مانع تولید هیدروپراکسیدها می گردد. این عمل مقدار گلوتاتیون پراکسیداز حاوی سلنیوم را که برای نابودی پراکسیدهای ایجاد شده در سلول ها ضروری است کاهش می دهد.

بیماری تراوش آب در زیر پوست بوسیله سلنیوم یا ویتامین E قابل پیشگیری است. گلوتاتیون پر اکسیداز موجود در پلاسما زمانی که جیره حاوی مقدار کافی سلنیوم باشد اولین خط دفاعی در مقابل پراکسیداسیون لیپدهای غیر اشباع موجود در غشا مویرگی پلاسما را تشکیل می دهد. بنظر می رسد در مجاورت مقدار کافی سلنیوم هرگونه پراکسیدی که در درون سلولها ایجاد گردد در داخل سیتوزولهای مویرگی و بوسیله گلوتاتیون پراکسیداز منهدم می گردد. هنگامی که جیره حاوی مقدار کافی ویتامین Eباشد از بیماری تراوش آب در زیر پوست بوسیله فعالیت ویتامین E در داخل بخش لیپیدی غشا جلوگیری بعمل می آید.

فعالیت آنزیم میکروزمی NADPH- سیتوکرم P۴۵۰ رداکتاز باعث پراکسیداسیون لیپید غشاهای بیولوژیکی می گردد زیرا این آنزیم هنگام کاتالیز واکنش اکسیداسیون NADPH رادیکال های آنیونی سوپراکسید (O_2) ایجاد می کند. تحقیقات نشان دادند که خود O_2 از نوع رادیکال هایی که باعث پراکسیداسیون لیپید در میکروزم ها می گردد نیست بلکه اکسیداسیون لیپیدهای غشا سلولی بیشتر به علت تولید رادیکال آزاد هیدروکسیلی است که توسط واکنش بعدی O_2 ایجاد می گردد. دیسموتازهای سوپراکسید در تمام سلول هایی که تنفس می کنند وجود دارد و برای بقای سلول های هوازی ضرورت دارند زیرا دیواره دفاعی در مقابل سمیت اکسیژن هستند. سوپر اکسید با لیپیدها یا گیرنده های رادیکال فعال بخودی خود واکنش نمی دهند و بنابراین نمی تواند رادیکالی باشد که پراکسیداسیون لیپیدها را آغاز نماید. همچنین نتایج نشان داده است که گزانتین اکسیداز که به هنگام فعالیت در شرایط هوازی آنیون سوپراکسید ایجاد می کند قادر به ایجاد تک اکسیژن نیست. لیکن اگر پراکسید هیدروژن تولید شده بوسیله دیسموتازهای سوپراکسید از بین نرود ممکن است با یون سوپراکسید و در مجاورت یون آهن رادیکال آزاد هیدروکسیل ایجاد نماید. حذف آب اکسیژنه H_2O_2توسط گلوتاتیون پراکسیداز مانع تولید رادیکال OH می گردد. شواهد نشان می دهند که از بین رفتن پراکسید هیدروژن مسئول اثر گلوتاتیون پراکسیداز در حفاظت غشاهای میکروزمی می باشد.

ویتامین E و سلنیوم برای پیشگیری از واکنش هایی که منجر به تخریب لیپیدهای غشا ارگان های حیاتی بدن حیوان می گردد ضرورت دارند. در میکروزم ها و میتوکندری های مواجه با کمبود ویتامین E یا سلنیوم این پراکسیدها به داخل اجزای سلولی حرکت کرده با غشاها و آنزیم های حاوی سولفوهیدریل واکنش می دهند و سبب تخریب سلول و اعمال حیاتی آن می شود. از آنجائیکه میتوکندری و میکروزم ها پادتن و نیز سایر مکانیزم های دفاعی دیگر ایجاد می کنند واضح است که تغذیه مقادیر کافی ویتامین E و سلنیوم نه تنها برای پیشگیری از علایم کمبود بلکه برای محافظت اندام هایی که در ایجاد مکانیزم های دفاعی علیه بیماری ها و سایر تنش ها دخالت دارند لازم هستند.

کلسیم و فسفر

کلسیم وفسفر اغلب با یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرند زیرا جنبه های متابولیسمی آنها ارتباط نزدیکی به هم دارد. اگرچه این دو عنصر نقش های مختلفی در سوخت وساز بافت های نرم دارند ولی از اجزا اصلی مواد معدنی استخوان می باشند. استخوان اصلی ترین منبع ذخیره سازی کلسیم و فسفر است و این دو ماده معدنی بر جذب و سوخت وساز یکدیگر تاثیر می گذارند. تقریبا ۹۹٪ کلسیم و ۸۰٪ فسفر بدن به صورت ترکیب شیمیایی با یکدیگر و یا با مواد معدنی دیگر هستند. کمپلکس پایه کلسیم- فسفر استخوان هیدروکسی آپاتیت است.هیدروکسی آپاتیت به استخوان قدرت و استحکام می بخشد بنابراین باعث ایجاد انسجام ساختمانی در بدن و محافظت از اندام ها از جمله مغز و قلب می شود. کلسیم و فسفر غیر آلی از دیواره شکمبه و اپیتلیوم روده کوچک از طریق مکانیسمهای غیر فعال و فعال جذب می شوند. ویتامین D در اپیتلیوم روده کوچک باعث بروز بیان ژنی می شود که پروتئین باند کننده کلسیم را کد می کند. اختلافات گونه ای در جذب کلسیم و فسفر وجود دارد. تک معده ای ها تقریبا به طور کامل به جذب کلسیم از روده کوچک وابسته هستند و این امر در تنظیم وضعیت کلسیم حیوان حائز اهمیت است. نشخوارکنندگان کلسیم وفسفر را از شکمبه و روده کوچک جذب می کنند. جذب از طریق شکمبه زمانی صورت می گیرد که غلظت این دو عنصر در مایع شکمبه به طور مناسبی بالا باشد.

وجود مقادیر مناسب مواد معدنی در جیره نخستین معیار بسنده بودن فراهمی مواد معدنی است. زیادی فسفات غلظت یون های آزاد کلسیم را کاهش می دهد و بنابراین جذب آن را دچار اختلال می کند.

کمبود کلسیم و فسفر و یا ویتامین D با ایجاد نقص در معدنی شدن استخوان باعث به وجود آمدن مشکلاتی نظیر ریکتز- استئومالاشیا- استئوپروزسیس- استئوکندروزیس و ورم مفاصل- فلج پا واستئودیستروفی لایه فیبروزی می گردد.

سموم طبیعی موجود در مواد خوراکی

مواد ثانویه (یا متابولیتهای ثانویه گیاهی یا عوامل ضد تغذیه ای) ترکیباتی هستند که توسط گیاهان برای دفاع علیه میکروب ها و حشرات و حیوانات ساخته می شوند. وجود آنها در غذا اثر نامطلوبی روی سلامت و عملکرد حیوان دارد. بقولات دانه های روغنی و کنجاله دانه های روغنی خوراک هایی هستند که اغلب حاوی مواد ثانویه سمی می باشند.اثرات مواد ثانویه بر حیوانات دامنه ای از مسمومیت حاد یا مزمن تا ایجاد تغییرات در ترکیب محصولات دامی و گاهی اوقات ایجاد اثرات نامطلوب بر زیست فراهمی مواد مغذی یا متابولیسم آنها را در بر می گیرد. در بسیاری از موارد اثرات نامطلوب این مواد را می توان از طریق محدود کردن مقدار اقلام خوراکی مشکل دار به سطوح قابل قبول محدود در جیره های حیوانی برطرف نمود. در برخی از موارد آنتاگونیستهای ویژه ای برای سموم و یا روشهای مختلف عمل آوری مواد خوراکی خام (اغلب از طریق حرارت دادن) وجود دارند که منجر به تولید محصولات سالمی می گردند.

بازدارنده پروتئاز

ترکیبات شیمیایی با قابلیت بازدارندگی فعالیت آنزیم های تریپسین و کیموتریپسین (بازدارنده های پروتئاز) در بسیاری از گیاهان وجود داشته اما مقدار آنها معمولا پایین است. هر چند برخی از دانه های بقولات مانند سویا سطوح بیشتری از بازدارنده های پروتئاز را دارند. به طور کلی میزان بازدارنده پروتئاز در غلات بسیار کمتر از دانه های بقولات است. در بین دانه های غلات بیشترین بازدارنده پروتئاز در چاودار و کمترین در گندم است در حالیکه جو و یولاف سطوح حد وسطی دارند.

دو نوع بازدارنده پروتئاز در دانه بقولات وجود دارد: کونیتز و بومن-برک. بازدارنده های بومن-برک مولکولهای دیمر (دارای دو زیر واحد) کوچکی هستند که به نظر می رسد به تدریج با بالغ شدن دانه غیرفعال می شوند و از فعالیت تریپسین و کیموتریپسین ممانعت می کند. بازدارنده کونیتز یک پروتئین منومر (دارای یک زیر واحد) گلبولی شکل با ۱۸۱ باقی مانده اسیدآمینه است که بیشترین اثرات را بر حیوانات می گذارد و بیشتر بر علیه تریپسین واکنش نشان می دهد. بازدارنده تریپسین کونیتز یک ماده شیمیایی است که در محل خراشهای ایجاد شده در بافت گیاهی ساخته می شود و سلسله ای از واکنشها را فعال می کند که به ساخت آنتی بیوتیکها در محل خراش منجر می گردد.

بازدارنده کونیتز یک جایگاه فعال داشته که به طور غیرقابل برگشت با تریپسین ترکیب می شود. بازدارنده بومن-برک دو جایگاه فعال متفاوت دارد. یک جایگاه متصل شونده با تریپسین و یک جایگاه متصل شونده با کیموتریپسین. جلوگیری از فعالیت تریپسین هضم پروتئین را تحت تاثیر قرار می دهد زیرا تریپسین فعال کننده

تمامی آنزیم های لوزالمعده بوده که به صورت زیموژن ترشح می شوند و تریپسینوژن و کیموتریپسینوژن و پروالاستاز و کربوکسی پپتیداز را شامل می شوند. هرچند اثر اصلی پاتوفیزیولوژیکی ناشی از بازدارنده تریپسین اختلال در هضم پروتئین نیست ولی موجب مقداری افزایش در ترشح برون ریز لوزالمعده می شود. کوله سیتوکنین (CCK) پپتیدی است که از قسمت ابتدایی روده کوچک تحت یک کنترل فیدبک منفی ترشح شده و ترشح آنزیم های لوزالمعده را تعدیل می کند. افزایش سطح تریپسین در روده منجر به کاهش ترشح CCK می شود. پپتیدی به نام پروتئین ردیاب یا کنترلی در شیره لوزالمعده ترشح می شود که به عنوان محرکی برای ترشح CCK توسط مخاط است. وقتی هضم پروتئین کامل می شود پپتید کنترلی توسط تریپسین از بین رفته و ترشح CCK متوقف می شود. در حالیکه با حضور بازدارنده تریپسین در جیره لوزالمعده به طور متوالی به وسیله CCK تحریک می شود زیرا پپتید کنترلی از بین نمی رود. تحریک بیش از حد لوزالمعده سبب افزایش اندازه و تعداد سلول های آن می شود. بازدارنده تریپسین کونیتز سویا توانایی تریپسین حیوان را برای هضم پروتئین جیره کاهش می دهد. پاسخ حیوان به دریافت بازدارنده تریپسین کونیتز ساخت بیشتر آنزیم هاست اما این امر موثر نیست و فقط به افزایش دفع نیتروژن درون زادی و بزرگ شدن لوزالمعده منجر می شود.

بازدارنده های پروتئاز در مقابل حرارت ناپایدار بوده و فعالیت آنها به راحتی توسط حرارت دادن از بین می رود. دامنه تخریب فعالیت بازدارنده تریپسین به دما و زمان حرارت دادن اندازه ذرات و میزان رطوبت کنجاله بستگی دارد.

گوسیپول

گوسیپول مهمترین سم در تخم پنبه خام و کنجاله تجاری آن می باشد. غلظت گوسیپول دانه میان گونه های پنبه و میان ارقام مختلف یک گونه به طور قابل ملاحظه ای متفاوت بوده و می تواند بین ۰.۳ تا ۳.۴ درصد باشد. گوسیپول ممکن است به شکل آزاد یا همان شکل سمی و یا به شکل متصل که غیر سمی است یافت شود. گوسیپول آزاد بواسطه داشتن گروههای فنولی و آلدئیدی واکنش دهنده است. گرو ههای فنولی برای تشکیل استر و اترها به راحتی واکنش نشان می دهند. گرو ههای آلدئیدی با آمین ها برای تشکیل بازهای ضعیف و با اسیدهای آلی برای تشکیل ترکیبات ناپایدار در مقابل حرارت وارد واکنش می شوند. این ماده اثرات جدی مضری روی حیوانات به ویژه نشخوارکنندگان بر جای می گذارد. زیرا گوسیپول به آهن متصل می شود و به نظر می رسد که پراکسیداسیون چربی را افزایش می دهد. در بعضی موارد پراکسیداسیون چربی می تواند توسط مکمل ویتامین E برطرف شود. گوسیپول باعث ایجاد رشد ناقص و ناباروری یا تولد زودرس

و گاهی اوقات مرگ می شود. دیگر اثرات آن شامل افزایش اندازه قلب و کبد و خیز ریوی می باشد. در نتیجه اتصال گوسیپول به آهن موجود در کبد و سپس دفع مجموعه آنها در صفرا کاهش هماتوکریت اتفاق می افتد. افزایش شکنندگی اسمزی گلبولهای قرمز ممکن است مربوط به اثر ظاهری گوسیپول بر اکسیداسیون چربی باشد. سطوح بالای گوسیپول در جیره های تخمگذار علاوه بر تغییر رنگ سبز زرده قابلیت جوجه درآوری تخم مرغ های بارور را نیز کاهش می دهد.

روش عمل آوری پنبه دانه تعیین کننده ارزش پروتئین و میزان گوسیپول آزاد آن است. هنگام روغن گیری پنبه دانه تحت فشار مکانیکی بیشتر گوسیپول آزاد با اسیدهای آمینه واکنش داده و ارزش پروتئین کاهش می یابد. نمک های آهن (فریک سولفات) برای سم زدایی گوسیپول (از طریق اتصال با گروه واکنش دهنده با آهن) می توانند به جیره های حاوی کنجاله پنبه دانه اضافه شوند. پروتئین بالای جیره نیز (بخصوص در جیره های پلت شده) احتمالا از طریق متصل شدن گوسیپول آزاد با باقیمانده های اسید آمینه ای دارای اثر محافظتی در مقابل گوسیپول است.

اسید اروسیک

اسید اروسیک یک اسید چرب تک رشته ای بلند زنجیر غیراشباع است (۲۲:۱) که سوخت و ساز اسیدهای چرب غیراشباع ضروری را مختل می کند و احتمالا اکسیداسیون چربی بافت را افزایش می دهد. اسید اروسیک در منداب و دانه جنسهای دیگر خانواده کلم ها وجود دارد. جیره های سرشار از اسید اروسیک ممکن است باعث ایجاد کاهش رشد و بیماری قلبی شوند.

پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای

پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای (NSP) پلی ساکاریدهای معمول دیواره سلول های گیاهی هستند (برای مثال سلولز و بتاگلوکان و پکتین و زایلان و آرابینوزایلان) که در غلات وجود دارند. NSP ها به دو فرم محلول یا نامحلول در آب هستند. بخش محلول عمدتا مخلوطی از بتاگلوکان هاست که منشا آن آندوسپرم می باشد. دانه جو حدودا ۱۵٪ بتاگلوکان دارد در حالی که غلات دیگر (به ویژه گندم و چاودار) بین ۵-۱۰٪ NSP دارند. NSP ها می توانند تاثیر نامطلوبی بر عملکرد و سلامتی حیوانات غیرنشخوارکننده داشته باشند. آنها به آنزیم های هضمی متصل می شوند و ژل هایی را تشکیل می دهند که از طریق ترکیب شدن با مخاط ویسکوزیته محتویات روده را افزایش می دهند. این اثرات هضم نشاسته و دیگر مواد موجود در اندوسپرم دانه را مختل می کند. به دلیل اینکه این مواد به راحتی در روده کوچک هضم نمی شوند NSP های محلول محیط رشدی را برای باکتری های بیماری زا در روده بزرگ فراهم می کنند.اثرات تغذیه ای مضر NSP

اساسا مربوط به اثر آنها بر چسبندگی مواد هضمی است. جذب اسیدهای چرب و منوگلیسیریدها تحت تاثیر قرار گرفته و سوجاذبه چربی به وجود می آید. علایم آشکار درمانگاهی NSP جیره در طیور شامل کاهش رشد- افزایش ضریب تبدیل- فضولات چسبناک- مدفوع آبکی و مقعد چسبناک بوده و ممکن است پرندگان کسل و بی حال به نظر رسیده و نسبت به محیط حساسیت کمتری داشته باشند.

اثرات منفی NSP در جیره طیور می تواند با اضافه کردن گلوکاناز و پنتوزانازهای برون زادی با منشا قارچی به جیره به حداقل برسد. این آنزیم ها سبب تخریب جزئی پلیمرهای بتاگلوکان و پنتوزان شده و چسبندگی آنها را کاهش می دهند.

اگزالات

اسید اگزالیک در بسیاری از گیاهان یافت شده که با فلزات قلیایی یا قلیایی خاکی تشکیل نمک را می دهند. برخی از گیاهان سطوح بالایی از اسید اگزالیک دارند که مقدار زیادی از کلسیم را به خود متصل می کند. این امر ممکن است در حیواناتی که این گیاهان را می خورند به کمبود کلسیم منجر شود. زیرا اگزالات تحت تاثیر هضم روده ای قرار نمی گیرد و کلسیم متصل شده به اگزالات نمی تواند از روده کوچک جذب شود. اگزالات های محلول به داخل گردش عمومی خون جذب می شوند و در آنجا با یون های کلسیم پلاسما ترکیب شده و اگزالات کلسیم نامحلول تشکیل می دهند. هنگام مصرف اگزالات از دسترس خارج شدن کلسیم منجر به کاهش کلسیم خون و کزاز و سرانجام مرگ می شود. همچنین اگزالات کلسیم می تواند در رگهای خونی بلور تشکیل داده و سبب نکروز عروقی و خونریزی شود. رسوب بلورهای اگزالات کلسیم در مجرای کلیوی منجر به آنوریا و یورمیا و نارسایی حاد کلیوی می شود.

اسید فایتیک

اسید فایتیک شکل اصلی ذخیره فسفات و اینوزیتول در دانه های بالغ می باشد. نام شیمیایی مناسب برای اسید فایتیک میواینوزیتول ۱،۲،۳،۴،۵و۶ هگزاکیس (دی هیدروژن فسفات) می باشد. اسید فایتیک یک کیلات کننده قوی است که می تواند با یون های فلزی دوظرفیتی برای تشکیل کمپلکس فیتات متصل شده و مواد معدنی را برای جذب روده ای غیرقابل دسترس کند. قابلیت اندک دسترسی بیولوژیکی روی و کلسیم و منیزیم و آهن در جیره های حاوی سطوح بالای فیتات گزارش شده است.

گلوکوزینولات ها

گلوکوزینولات ها در کنجاله های منداب حضور دارند. یکی از انواع اصلی آن پروگواترین است که وقتی توسط آنزیم میروزیناز منداب هیدرولیز می شود. ایزوتیوسیانات و اگزازولیدین تیون ها را تولید می کند که

این مواد از جذب ید توسط غده تیروئید و تولید تیروکسین ممانعت به عمل می آورند. این مواد گواترزا باعث ایجاد ضعف رشد- کاهش مصرف غذا و ابقا نیتروژن- بزرگ شدن غده تیروئید و نفوذ تدریجی چربی در کبد – نقص باروری و بو وطعم نامطبوع در گوشت می شوند.

لکتین ها

لکتین ها پروتئین یا گلیکوپروتئین هستند و بطور گسترده در گیاهان مخصوصا بقولات وجود دارند. در برخی موارد ممکن است نزدیک به ۱۰٪ پروتئین ماده خوراکی را تشکیل دهند. لکتین ها ممکن است در بسته بندی پروتئین های ذخیره ای در واکوئل های سلول نقش داشته باشند اما آنها به طور خاص توسط گیاهان به عنوان پروتئین های دفاعی ساخته می شوند. آنها با متصل شدن به سلول های مخاطی روده و یا با ممانعت از آلفا- آمیلاز از فرایند هضم جلوگیری می کنند. آنها می توانند از روده جذب شوند و به سلول های درون بدن آسیب برسانند.

سیانوژن ها

کتان یا بزرک حاوی یک گلیکوزید سیانوژیک بنام لیناماریں است که در اثر هیدرولیز توسط آنزیم لیناماراز سیانید هیدروژن آزاد می کند. گرما آنزیم را غیر فعال می کند. تمام سورگوم های علوفه ای و گونه های مربوط به آن حاوی یک گلوکوزید سیانوژیک به نام دورین هستند. پتانسیل سیانوژیک علوفه معمولا از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم ماده خشک معادل سیانید هیدروژن است. وقتی که گیاه جوان است خطر مسمومیت سیانید بیشتر است و ممکن است با دادن کود ازت این خطر افزایش یابد. پتانسیل سمیت گیاه ممکن است از طریق تنش رطوبتی- کود فسفاته- تغییرات شدید نور و دما افزایش یابد با این وجود معیار مشخصی برای اثبات این امر وجود ندارد. پتانسیل سیانید موجود در علوفه با طولانی شدن در مقابل نور خورشید کاهش می یابد. شکل حاد مسمومیت با سیانید منجر به مرگ می شود. مسمومیت تحت حاد آن باعث ایجاد شکل های غیر طبیعی جنین- بزرگ شدن غده تیروئید- کاهش وزن و کم خونی می شود. سیانید در شکمبه غیرسمی شده و به تیوسیانات تبدیل می شود. این تبدیل نیازمند گوگرد است به همین جهت مقدار گوگرد قابل دسترس برای ساخت پروتئین میکروبی و همچنین عملکرد و اشتهای حیوان کاهش می یابد. فراهم آوردن گوگرد به صورت یک نمک سولفوره می تواند وقوع مسمومیت سیانیدی را کاهش دهد.

تانن ها

تانن ها گروهی از ترکیبات پلی فنولیک هستند که به طور گسترده در گیاهان مشاهده می شوند. تانن های قابل هیدرولیز یک هسته گلوکز دارند و وقتی که هیدرولیز می شوند مقادیر زیادی اسید گالیک و یا

اسیدهای مشابه و یک سم کبدی با وزن مولکولی زیاد تولید می کنند. تانن های قابل هیدرولیز در تعدادی از بقولات گرمسیری که به عنوان علوفه استفاده می شوند نظیر گونه های آکاسیا دیده می شوند. بنابراین اگر تانن های قابل هیدرولیز به مقدار زیاد خورده شوند فراورده های حاصل از هضم آنها می توانند جذب شده و ایجاد مسمومیت کنند. گروه اصلی تانن های گیاهی تانن های فشرده (دیا پروآنتوسیانیدین) هستند. تانن های فشرده در اغلب دانه های بقولات و اساسا در لایه سخت پوشش دانه های رنگی حضور دارند. برخی از مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور شامل دانه سورگوم- ارزن- منداب- لوبیای فاوا و بعضی دانه های روغنی حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از تانن های فشرده می باشند. اگرچه تانن های فشرده به خودی خود سمی نیستند (آنها جذب نمی شوند مگر اینکه دیواره روده آسیب دیده باشد) اما در کل نسبت به تانن های قابل هیدرولیز مشکلات بیشتری در تغذیه دام ایجاد می کنند. زیرا آنها قادر هستند به طور برگشت پذیر به پروتئین های سلول متصل شوند و آنها را غیر قابل دسترس سازند. در نتیجه عملکرد دام به علت کاهش قابلیت پروتئین کاهش می یابد. اگر تانن ها در سطوح خیلی بالایی وجود داشته باشند این امکان وجود دارد که خوش خوراکی علوفه و خوراک مصرفی کاهش یابد. با این وجود ارتباط بین مقدار تانن و خوراک مصرفی واضح نیست. یکی از خصوصیات جالب تر تانن های فشرده این است که در مقادیر خاصی (احتمالا نزدیک به ۹٪ ماده خشک) می توانند اثرات مفیدی داشته باشند. برای مثال اتصال با تانن احتمال بروز نفخ در شکمبه را کاهش می دهد و می تواند میزان جریان پروتئین جیره را به دئودنوم افزایش دهد و ممکن است تولید متان را نیز کاهش دهد. تانن ها در سطح آزمایشگاهی فعالیت کشندگی علیه کرم داشته اند. برای مثال تانن ها باعث ایجاد نقص در نمو تخم های *تریکوسترونگیلوس کلابریفورمیس*و تحرک لارو نماتودهای گوناگون می شوند. بهبود عملکرد دام های چرا کننده از برخی چراگاه های حاوی تانن ممکن است حاصل ترکیبی از اثرات فراهمی بهتر مواد مغذی (به ویژه اسیدهای امینه) در روده کوچک و احتمالا اثر محافظتی تانن ها علیه کرم های انگلی باشد.

نیترات

علوفه ها ممکن است تحت شرایط خاص مقدار زیادی نیتروژن جذب کنند. این نیتروژن قبل از ساخت اسید آمینه به نیترات تبدیل می شوند. اگر به دلایلی از قبیل زیادی کود ازت- تنش آب- کم بودن نور خورشید- یخبندان گیاه نتواند نیتروژن نیترات را به نیتروژن اسیدآمینه تبدیل کند مقادیر زیادی از نیترات می تواند تجمع یابد. مسمومیت نیتراتی در بسیاری از گرامینه ها و علوفه های چراگاهی گزارش شده است. میزان نیترات موجود در دانه های غلات و بقولات با توجه به گونه- سویه و شرایط رشد متفاوت است. مسمومیت تحت

حاد نیترات با مواردی همچون سقط و جفت ماندگی- مرگ ناگهانی- نقص عملکرد تیروئید- اختلال در سوخت وساز ویتامین A- کم خونی- تورم شدید معده در حیوانات تک معده ای و کاهش رشد و تولید در ارتباط بوده است. نیتریت علاوه بر اینکه در آب و غذا وجود دارند از طریق احیای نیترات ها در شکمبه نیز تولید می شوند. نیترات از دستگاه گوارش به راحتی جذب شده و به داخل سلول های قرمز خون وارد می شود و در آنجا یون آهن دوظرفیتی (Fe^{+2}) مولکول اکسی هموگلوبین را به آهن سه ظرفیتی (Fe^{+2}) اکسید کرده و تشکیل مت هموگلوبین می دهد. مت هموگلوبین قادر به حمل اکسیژن نبوده و بنابراین اکسیژن رسانی به بافت ها کاهش می یابد و موجب هیپوکسی در بافت ها می شود.

سیناپین

سیناپین ترکیب تلخ مزه گونه های براسیکا و کرامب می باشد. کنجاله کانولا حاوی ۲/۵ تا ۳ درصد سیناپین است. ایجاد طعم ماهی در تخم مرغ پس از خوراندن منداب به برخی سویه های مرغ تخمگذار خصوصا سویه های با پوست قهوه ای گزارش شده است. طعم ماهی به دلیل حضور تری متیل آمین در سطوح ۱ تا ۵ میکروگرم در هر گرم تخم مرغ می باشد. مشکل طعم و بوی ماهی از طریق این واقعیت که گلوکوسینولات های موجود در کنجاله کانولا از عمل آنزیم کبدی تری متیل آمین اکسیداز جلوگیری می کند پیچیده تر می شود. طعم و بوی ماهی را می توان با دادن جیره هایی حاوی کمتر از ۰.۱ درصد سیناپین از بین برد. وقتی کنجاله کانولا حاوی ۳ درصد سیناپین باشد حداکثر میزان مصرف آن در جیره باید ۳ درصد باشد.

منابع:

۱ -پوررضا، ج.، ق. صادقی و م. مهری. ۱۳۹۰. تغذیه مرغ اسکات (ترجمه). چاپ چهارم، انتشارات ارکان دانش، اصفهان.

۲ -پوررضا، ج.، ق. صادقی. ۱۳۸۷. مدیریت پرورش طیور. انتشارات ارکان دانش.

۳ -حسن آبادی، ا.، س. خلجی. ۱۳۸۷. تغذیه و منابع غذایی طیور (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه زنجان.

۴ -دانش مسگران، م.، ع. هروی موسوی و م. فتحی. ۱۳۸۱. جیره نویسی و تغذیه گاوهای شیری (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی.

۵ -شیوازاد، م.، ع. صیداوی. ۱۳۹۰. تغذیه طیور (ترجمه). جلد اول. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

۶ -صوفی سیاوش، رشید.، ح. جانمحمدی. ۱۳۹۰. تغذیه دام (ترجمه). چاپ چهاردهم، انتشارات عمیدی.

۷ -کرمانشاهی، ح.، م. رضایی و ب. دستار. ۱۳۸۴. تغذیه مقایسه ای طیور (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه مازندران.

۸ -کرمانشاهی، ح.، ع. گیلانی.، خ. پورنیا و م. کردی. ۱۳۹۱. بهره وری و نیاز کلسیم و فسفر در حیوانات مزرعه ای (ترجمه). انتشارات ترجمان خرد.

۹ - نیکخواه، ع.، ح. امانلو. ۱۳۷۹. خوراک دادن و تغذیه گاوهای شیری(ترجمه). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه زنجان.

۱۰- Pineda, L., Sawosa, E., Sawosa, F., Ali, A., Chwalibog, A., Elnif, J., Enberg, R., Gao, Y., Hotowy, A., Lauridsen, C., Sepehri Moghadam, H. ۲۰۱۲. Effect of silver nanoparticles on growth performance, metabolism and microbial profile of broiler chickens. Archives of Animal Nutrition, ۲۰۱۲:۶۶(۵):۴۱۶-۲۹.

۱۱- Sepehri Moghaddam, H., H. Nassiri Moghaddam, H. Kermanshahi, A. Heravi, A. Raji,. The effect of threonine on mucin ۲ gene expression , intestinal histology and performance of broiler chickens. Italian Journal of Animal Science.۲۰۱۱, ۱۰(۲):۶۶-۷۱.

۱۲- Van Emous, R. A., R. P. Kwakkel, M. M. Van Krimpen. Effects of growth patterns and dietary crude protein levelsduring rearing on body composition and performance in broiler breeder females during the rearing and laying period. Poultry Science. ۲۰۱۳. ۹۲ (۸):۲۰۹۱-۲۱۰۰.