

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اصول تغذیه دام

رشتهٔ امور دامی

گروه تحصیلی کشاورزی

زمینهٔ کشاورزی

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۴۸۵۱

محمودزاده، همایون	۶۳۶
اصول تغذیه دام / مؤلفان: همایون محمودزاده، محمدجعفر کرمزاده. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۰.	/۰۸۵۲
۷۹ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس (۴۸۵۱)	الف ۳۴۶ م
متون درسی رشتهٔ امور دامی گروه تحصیلی کشاورزی، زمینهٔ کشاورزی.	۱۳۹۰
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ امور دامی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.	
۱. دام‌ها - تغذیه. الف. کرمزاده، محمدجعفر. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش.	
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ج. عنوان. د. فروست.	

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) info@tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.sch.ir

این کتاب بر مبنای نظرات هنرآموزان، گروه‌های آموزشی استان‌ها و متناسب با تغییرات حوزه
حرفه‌ای، زیر نظر کمیسیون تخصصی برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته امور دامی در سال
۱۳۸۸ مورد بازنگری و اصلاح قرار گرفت.

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: اصول تغذیه دام - ۳۵۸/۴۲

مؤلفان: دکتر همایون محمودزاده، مهندس محمدجعفر کرم‌زاده

اعضای کمیسیون تخصصی: سعید بدیعی اردستانی، سیروس اشیدری، جهان‌شاه ایرانپور،

عبدالرضا ولی محمدی، ابوالفضل قلی بیگی، شهرزاد جزء قاسمی و

نبی‌ا. مقیمی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹.

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا: معصومه چهره‌آرا ضیابری

طراح جلد: طاهره حسن‌زاده

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)

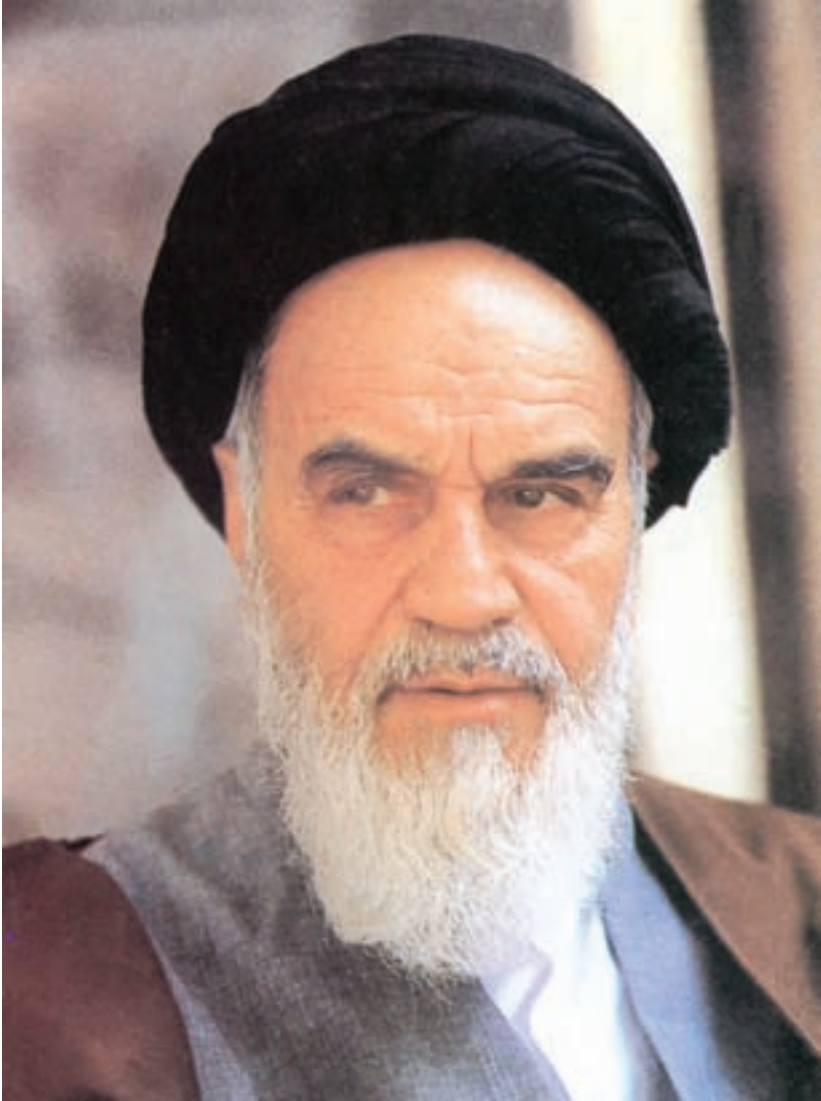
تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه: سمارنگ

سال انتشار: ۱۳۹۰

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۹۶۴-۰۵-۱۱۳۱-۵ ISBN 964-05-1131-5



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدس سره الشریف»

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۲	فصل اول: تقسیم‌بندی مواد مغذی
۱۰	فصل دوم: کربوهیدرات‌ها
۱۹	فصل سوم: لیپیدها
۲۵	فصل چهارم: مواد ازته
۳۷	فصل پنجم: ویتامین‌ها
۴۶	فصل ششم: مواد معدنی
۵۹	فصل هفتم: انرژی
۶۶	فصل هشتم: شناسایی مواد خوراکی دام و طیور
۷۹	منابع و مآخذ

مقدمه

یکی از مهمترین مواردی که باید در پرورش دام و طیور و آبزیان مورد توجه و دقت قرار گیرد، تغذیه آنهاست. تغذیه دام چه از نظر فیزیولوژیکی و چه از نظر اقتصادی، مهمترین نقش را در امر پرورش داشته و بیش از نیمی از کل هزینه‌های مصرفی را به خود اختصاص می‌دهد. از زمانی که بشر با اهلی کردن دام‌های مختلف توانسته از آنها انواع بهره‌های اقتصادی را کسب کند، اهمیت تغذیه دام بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. تولیدات دامی، چه خوراکی و غیر خوراکی، بستگی مستقیم به کمیت و کیفیت تغذیه آن دام‌ها دارد و همان‌گونه که می‌دانیم بخش مهمی از مواد غذایی مورد استفاده‌ی انسان از تولیدات حیوانی (مثل تخم مرغ، گوشت و لبنیات) تأمین می‌شود. بنابراین، باید با شناخت خوراک‌ها و مواد تشکیل دهنده‌ی آنها به تولید بیشتر و سریعتر و کیفیت بهتر تولیدات دامی پرداخت و ضرورت این امر با نگاهی به نیازهای غذایی جمعیت روبه افزایش جهان مخصوصاً کشورهای در حال توسعه و جهان سوم در حال حاضر، آشکارتر می‌شود.

در گذشته متأسفانه اهمیت تغذیه دام برای بسیاری از جوامع ناشناخته بود و به همین علت گونه‌های دامی نمی‌توانستند توان‌های تولیدی بالقوه‌ی خود را بروز دهند. اما امروزه با شناخت مواد خوراکی مناسب برای هر گونه دامی، ارزشیابی دقیق آنها و همچنین تشخیص نیازهای دام‌های گوناگون در مراحل مختلف زندگی، علم تغذیه دام به تدریج جایگاه خود را در ردیف علوم دیگر پیدا می‌کند.

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم، اصطلاحات و اصول تغذیه دام و طیور

تقسیم بندی مواد مغذی

هدف های رفتاری : در پایان این فصل فراگیر باید بتواند :

- مواد مغذی را تقسیم بندی کند.
- نقش آب در تغذیه و متابولیسم را توضیح دهد.
- منابع آب مورد نیاز دام را نام ببرد.
- راه های دفع آب از بدن را بیان کند.
- ماده خشک گیاه را تعریف کند.
- میزان احتیاج حیوان به آب را بیان کند.

۱-۱- مواد مغذی و تقسیم بندی آنها

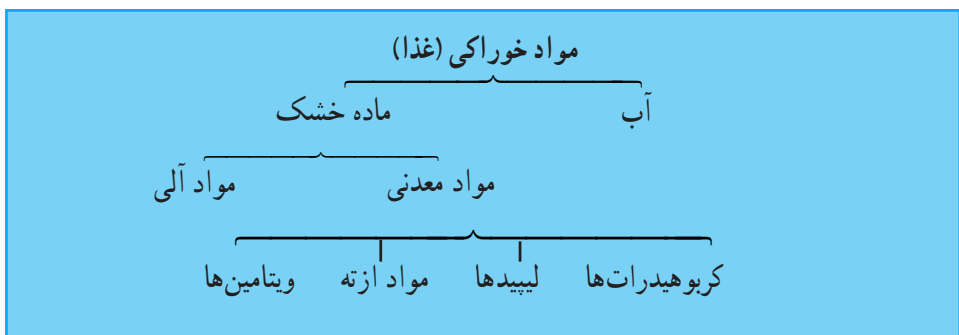
مواد مغذی به موادی گفته می شود که در خوراک ها برای تأمین احتیاجات نگهداری، رشد و نمو، ترمیم بافت های بدن، تولید مثل، تولیدات دامی و سلامتی دام مورد استفاده قرار می گیرند. قسمت عمده ی غذای دام ها، از گیاهان تأمین می شود. قسمت های مختلف گیاه از قبیل ریشه، ساقه، برگ و دانه هر یک در تغذیه دام جایگاه خاص خود را دارند و هر قسمت از گیاه با توجه به ارزش غذایی آن و وضعیت دام مورد نظر در جیره غذایی لحاظ می شود. به طور کلی، مواد مغذی مختلف که برای تأمین احتیاجات دام ها لازم است در گیاهان ساخته شده و به صورت موادی که عمدتاً قابل هضم می باشند مورد استفاده دام قرار می گیرند.

در حقیقت گیاهان مواد مغذی را به وسیله ی فتوسنتز و سایر فرآیندهای شیمیایی در بافت های خود می سازند. کربن، هیدروژن، اکسیژن، ازت و برخی دیگر از مواد توسط این فرآیندها از خاک، هوا و آب در مقادیر مختلف، با یکدیگر ترکیب شده به صورت ملکول های پیچیده ی شیمیایی در می آیند. انرژی لازم برای این عمل توسط اشعه ی خورشیدی در اختیار گیاه قرار گرفته و مقدار زیادی نیز در این ملکول ها ذخیره می شود و همین انرژی است که به همراه سایر مواد مغذی به مصرف دام رسیده و برای زنده نگهداشتن حیوان و تأمین نیازهای آن به کار می رود.



شکل ۱-۱

گیاهان و حیوانات، ترکیبات شیمیایی مشابهی در ساختمان بافت‌های بدن خود دارند که بر اساس عملکرد و خواص می‌توان آن‌ها را تقسیم‌بندی کرد. مهمترین مواد مغذی موجود در بافت‌های گیاهی و جانوری به قرار زیر می‌باشند (نمودار ۱-۲).



نمودار ۱-۲

هر کدام از مواد مغذی فوق، جزئی از خوراک را تشکیل می‌دهند که برای تداوم حیات حیوان ضروری است. ماده‌ی مغذی، ممکن است تنها یک عنصر باشد، مثل آهن، مس و یا ملکولی بزرگ و پیچیده مثل نشاسته و یا پروتئین که خود شامل اجزای مختلفی است. تعداد زیادی ماده مغذی مختلف در خوراک‌های دام و طیور شناسایی شده‌اند که بعضی به تنهایی برای متابولیسم عادی بدن، رشد و تولید مثل مورد نیاز می‌باشند و برخی دیگر یا ضروری نیستند و یا به وسیله سایر مواد مغذی، می‌توان آن‌ها را جایگزین کرد.

۱-۲ آب

فراوانترین و ارزاترین ماده‌ی مغذی، آب است. دام‌ها معمولاً سه تا چهار برابر مقدار خوراکی که می‌خورند، آب می‌نوشند.

در زمان تولد، به طور میانگین در حدود ۷۵٪ وزن کل بدن حیوان را آب تشکیل می‌دهد که با رشد دام و رسیدن به زمان بلوغ، این مقدار تا حدود ۵۰٪ کاهش می‌یابد. آب یکی از اجزای تشکیل‌دهنده‌ی سلول به شمار می‌رود و میزان آن در بافت‌های مختلف بدن متغیر است که در هر بافت وظایف متعدد و متفاوتی دارد.

۱-۲-۱ نقش آب در تغذیه و متابولیسم: اهمیت آب در سیستم‌های زنده به علت خواص و ساختمان ویژه‌ای است که این ترکیب دارد.

ملکول آب خالص در حالت عادی، همیشه به مقدار خیلی کم یونیزه می‌شود و این خاصیت در واکنش‌های بیوشیمیایی^۱ بدن، مخصوصاً در ترکیب محلول‌های مختلف موجود در بدن و در سیستم‌های بافری^۲، بسیار مهم است.

آب، ماده‌ای ضروری برای انجام واکنش‌های شیمیایی است و با محلول کردن مواد قابل هضم غذا، به هضم آن‌ها در دستگاه گوارش کمک کرده و سوخت و ساز مواد مغذی را در سلول‌ها میسر می‌کند.

برخی از آنزیم‌ها، زمانی که در محیط مایع قرار گیرند، تأثیرات به مراتب بیشتری بر روی مواد می‌گذارند. البته آب در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی هم شرکت می‌کند، در این گونه واکنش‌ها، مواد ذکر شده به واحدهای کوچکتر شکسته شده و یون‌های H^+ و OH^- آب با این

۱- واکنش‌های بیوشیمیایی: واکنش‌های مربوط به شیمی موجودات زنده (گیاهان، جانوران و سایر موجودات).
۲- سیستم بافری: به هر ترکیب شیمیایی که بتواند در مقابل اضافه کردن باز یا اسید، درجه‌ی اسیدیته (غلظت یون هیدروژن) یک محلول را تغییر ندهد بافر گویند.

واحد‌ها ترکیب می‌شوند.

آب مواد مغذی را با گردش دادن در بدن به بافت‌ها و سلول‌های مختلف آن‌ها می‌رساند و مواد دفعی حاصل از سوخت و ساز آن‌ها را به بیرون سلول هدایت کرده و به بافت‌های مخصوص می‌رساند. از طرف دیگر، همین گردش آب که به عنوان جزئی از خون در بدن دام‌ها جریان دارد، باعث تنظیم درجه حرارت بدن نیز می‌شود، به این ترتیب که گرما و حرارت را به همهی نقاط بدن انتقال داده و با تبخیر از ریه و پوست باعث تعدیل حرارت بدن می‌شود.

کمبود و یا محدودیت آب، در دام‌های مختلف ابتدا منجر به کاهش تولید شده، سپس اثرات منفی بر سلامتی حیوان می‌گذارد، به طوری که حیوان در هنگام محرومیت از آب به مراتب سریعتر از زمانی که دسترسی به غذا نداشته باشد، از بین می‌رود. زیرا باقی ماندن آب در سلول‌ها تا سطح معینی ضروری است و چنانچه میزان آن از این سطح کمتر شود، دام اشتهای خود را از دست داده وزن کاهش می‌یابد و سرانجام باعث هلاک دام خواهد شد.

۲-۱- منابع تأمین آب: آب مورد نیاز دام از سه منبع تأمین می‌شود:

آب آشامیدنی: مهمترین منبع آب قابل دسترسی برای دام است. به همین علت سالم و بهداشتی بودن آن حائز اهمیت است زیرا آلودگی‌های شیمیایی و میکروبی باعث به خطر افتادن سلامتی دام‌ها شده، تولیدات آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد.

از جمله عواملی که بر مصرف آب آشامیدنی مؤثر است، درجه حرارت محیط می‌باشد، دام‌ها در گرمای زیاد و در فصل تابستان آب بیشتری می‌نوشند. عامل دیگر، میزان تولیدات دام است. زیرا واضح است که یک گاو شیرده به مراتب بیشتر از گاوای که شیر نمی‌دهد، آب می‌نوشد و بالاخره کیفیت مواد خوراکی در میزان نوشیدن آب مؤثر است چون به عنوان مثال، اگر خوراک دام زیادتر از حد معمول نمک و یا پروتئین داشته باشد، میزان آب مصرفی دام هم بیشتر خواهد بود.

آب موجود در خوراک: در خوراکی‌های دام، مقدار آب یا رطوبت متفاوت است. در گیاهان جوان و مخصوصاً در فصل بهار که بارندگی زیادتر است، آب قسمت اعظم گیاه را تشکیل می‌دهد. در صورتی که در گیاهان مسن، زمانی که گیاه مراحل رشد اولیه خود را گذرانده است میزان آب به مراتب کمتر است. همچنین قسمت‌های مختلف گیاه مقادیر متفاوت آب را در خود نگه می‌دارند، مثلاً میزان آب در بذر و دانه‌ی گیاهان به حداقل می‌رسد. در صورتی که در ساقه‌ها بیشتر و در برگ‌های جوان باز هم بیشتر است.

مقدار آب موجود در خوراک‌ها، بر میزان آب آشامیدنی، تأثیر مستقیم دارد و هرچه آب بیشتری در خوراک باشد، دام آب آشامیدنی کمتری مصرف می‌کند.

آب متابولیکی: در حدود ۱۰٪ از آبی که در فرآیندهای بدن دام مورد استفاده قرار می‌گیرد، در سلول‌های بدن و در هنگام اکسید شدن مواد مغذی انرژی‌زا تولید می‌شود. این آب از به هم پیوستن اتم‌های هیدروژن و اکسیژنی که به هنگام سوخت و ساز (متابولیسم) مواد مغذی آزاد شده‌اند، به وجود آمده و آب متابولیکی نامیده می‌شود. در گله‌های گوسفند و کاروان شتر که راهپیمایی‌های طولانی داشته و دسترسی به آب آشامیدنی کمتری دارند، این منبع آب، حائز اهمیت بسیار است.

۳-۲-۱- راه‌های دفع آب: دفع آب از بدن دام نیز به سه صورت امکان پذیر است:

الف- از راه ادرار: در نتیجه سوخت و ساز سلولی، مقداری مواد دفعی در سلول‌های بافت‌های مختلف تولید می‌شود که چنانچه در بدن باقی بماند، مضر بوده، سلامتی دام را به خطر می‌اندازد. این مواد که عمدتاً در آب قابل حل هستند، به وسیله عملکرد کلیه‌ها به همراه آب، به صورت ادرار از بدن دفع می‌شوند. میزان ادرار دام در طول شبانه‌روز تا حد زیادی بستگی به جیره‌ی غذایی مصرف شده دارد. به طوری که اگر مقدار مواد معدنی و یا پروتئین‌ها در خوراک روزانه زیاد باشد، دام آب بیشتری مصرف کرده و ادرار بیشتری نیز دفع می‌کند.

ب- از راه مدفوع: اگرچه مقدار آب دفعی از این راه، کمتر از میزان دفع آن از راه ادرار است، اما راه مهمی در دفع آب بدن به شمار می‌رود.

مقدار آبی که از این طریق دفع می‌شود، بستگی زیادی به گونه‌ی دامی و شرایط تغذیه‌ای آن دارد. برای مثال میزان آب موجود در مدفوع گوسفند کمتر از میزان آب مدفوع گاو است. در پرندگان به خاطر وضعیت خاص تشریحی دستگاه‌های گوارشی و ادراری، مدفوع از ادرار جدا نشده و به طور مخلوط دفع می‌شود و به همین علت آب دفعی طیور برخلاف دیگر دام‌ها، با هم دفع می‌شود.

ج- از راه تبخیر و تعریق: مقداری از آب بدن از راه شش‌ها تبخیر شده (از طریق بازدم) و مقداری نیز به همین ترتیب از سطح پوست بدن به خارج راه می‌یابد (تعریق) اما تعریق فقط از راه غده‌های عرق که در سطح بدن پراکنده‌اند، امکان‌پذیر است، که آب را به همراه بعضی از مواد زائد، به بیرون از بدن هدایت می‌کند.

۳-۱- ماده خشک

آن قسمت از خوراک را که بعد از جدا کردن آب آن باقی می‌ماند، ماده‌ی خشک می‌نامند. همانگونه که در تقسیم‌بندی مواد تشکیل دهنده‌ی خوراک (نمودار ۲-۱) آمده است، ماده خشک به دو دسته‌ی مواد آلی و مواد معدنی تقسیم می‌شود. اما باید دانست که در موجودات زنده بسیاری از

ترکیبات آلی، در ساختمان خود دارای عناصر معدنی هستند. برای مثال، می‌توان از وجود عنصر فسفر در بعضی از لیپیدها و کربوهیدرات‌ها نام برد. کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها که مواد مغذی نسبتاً پیچیده هستند، توسط فرآیندهای شیمیایی و بیوشیمیایی در بافت‌های گیاهی ساخته می‌شوند. ملکول‌های کربوهیدرات به وسیله فرآیند فتوسنتز و با کمک ماده‌ی کلروفیل موجود در سلول گیاهان سبز و انرژی خورشیدی، از مواد اولیه‌ای مانند گاز کربنیک و آب ساخته می‌شوند.



این مواد جزء اصلی تشکیل دهنده‌ی اسکلت ساختمانی گیاهان به شمار می‌روند. همچنین فرم اصلی ذخیره‌ی انرژی در گیاهان به صورت کربوهیدرات‌هایی مثل نشاسته، در آن‌ها ذخیره شده است. میزان کربوهیدرات‌ها در ساختمان بدن حیوانات بسیار کمتر از گیاهان است. چربی‌ها مهمترین لیپید موجود در گیاهان و جانوران است، مقدار زیادی از چربی‌های گیاهی که بعد از فرآیند فتوسنتز و از کربوهیدرات‌ها تولید می‌شوند، در دانه و بذر گیاهان جمع شده و به صورت منبعی فشرده از انرژی درمی‌آیند. این انرژی در هنگام جوانه زدن و رشد اولیه گیاه جدید، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مقدار چربی موجود در گیاه، نسبتاً کمتر از حیوانات و چربی بدن حیوانات جوان نیز به مراتب کمتر از حیوانات مسن است.

پروتئین‌ها، ترکیبات اصلی مواد ازته‌ی بدن حیوانات و بافت‌های گیاهی را تشکیل می‌دهند. در گیاهان، واحدهای آلی (متشکل از کربن، هیدروژن و اکسیژن) با استفاده از اتمی که قبلاً از خاک جذب شده است، اسیدهای آمینه را تشکیل می‌دهند. در بعضی از گیاهان، این فرآیندها همزمان با فتوسنتز، انجام می‌پذیرد. اسیدهای آمینه مختلف سپس با اتصال به یکدیگر پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند که خود در متابولیسم (سوخت و ساز)، رشد و تولید بذر مشارکت دارند. ترکیبات ازته‌ی دیگری، مانند اسیدهای نوکلئیک در ساختمان بافت‌های گیاهان و جانوران وجود دارند.

اسیدهای نوکلئیک، در ساخت پروتئین‌ها و انتقال اطلاعات ژنتیکی و عوامل وراثتی نقش اساسی به عهده دارند.

ویتامین‌ها از ترکیبات آلی مهم به شمار می‌روند و اگرچه مقدارشان به نسبت سایر مواد آلی بسیار جزئی است اما به عنوان اجزای سیستم‌های آنزیمی در تشکیل مواد مغذی مختلف، رشد بافت‌ها و تولید مثل در گیاهان و حیوانات، وجود آن‌ها حائز اهمیت بسیار است. فتوسنتز در ساخت آن‌ها در

گیاهان، مرحله‌ای اساسی است و در مراحل بعدی، ازت و سایر عناصر در ساختمان آن‌ها تثبیت شده و ویتامین‌های گوناگون ساخته می‌شوند.

فعالیت عملی: تعیین درصد رطوبت ماده خشک خوراکی‌ها

۱- نمونه‌هایی از چند ماده خوراکی موجود در هنرستان محل تحصیل خود را تهیه کرده و با استفاده از آن، مقدار رطوبت و ماده خشک آن‌ها را تعیین کنید.

روش کار:

۱- ظرف نمونه را وزن کنید.

۲- مقدار معینی از نمونه را در ظرف ریخته و بعد از وزن کردن، آن را در خشک‌کن یا آون قرار می‌دهیم.

۳- مدت زمان لازم برای انجام این آزمایش بستگی به درجه حرارت دستگاه دارد. چنانچه حرارت آون بین ۱۰۰ تا ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد باشد مدت لازم برای انجام آزمایش ۸ ساعت است طول زمان حرارت به ثابت ماندن وزن نمونه بستگی دارد.

۴- بعد از گذشت زمان کافی (حدود ۸ ساعت) دستگاه را خاموش کرده و منتظر می‌مانیم تا نمونه خنک شود.

۵- ظرف حاوی نمونه خشک را مجدداً وزن می‌کنیم.

۶- اختلاف وزن اولیه و وزن ماده خشک شده، وزن آب نمونه را نشان می‌دهد.

۲- اعداد به دست آمده را با جدول استاندارد مشخصات مواد خوراکی (N.R.C)

مقایسه کنید.

- ۱- منابع تأمین آب مورد نیاز بدن دام را نام ببرید.
- ۲- مقدار آب موجود در خوراک به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۳- مقدار آب موجود در چه قسمتی از گیاه بیشترین و در چه قسمتی کمترین است؟
- ۴- آب متابولیکی در چه قسمت‌هایی از بدن و چه موقع تولید می‌شود؟
- ۵- راه‌های دفع آب از بدن را نام ببرید.
- ۶- نقش آب در بدن را بنویسید.
- ۷- ماده مغذی، چه نوع ماده‌ای است؟ توضیح دهید.

کربوهیدرات‌ها

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ساختمان کربوهیدرات‌ها را بیان کند.
- تقسیم‌بندی کربوهیدرات‌ها را توضیح دهد.
- نقش کربوهیدرات‌ها در تغذیه را شرح دهد.
- منابع مورد استفاده کربوهیدرات‌ها در تغذیه را شرح دهد.

حدود $\frac{3}{4}$ وزن ماده خشک اکثر مواد دانه‌ای و علوفه‌ای را کربوهیدرات‌ها تشکیل می‌دهند.

این دسته از مواد مغذی، منبع اصلی تأمین انرژی در بیشتر خوراک‌های دام هستند و انرژی تولید شده توسط آن‌ها، برای نگهداری و بقای حیوان، رشد و نمو، ساختن بافت‌های متعدد، تولید مثل و تولید فرآورده‌های دامی مثل شیر، گوشت و تخم مرغ و همچنین انجام کار، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشتر انرژی کربوهیدرات‌ها که بلافاصله بعد از جذب مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، بعد از تبدیل شدن به گلیکوژن یا چربی در بدن حیوان ذخیره می‌شود تا به هنگام لزوم تجزیه شده و به مصرف برسد. تمام کربوهیدرات‌ها حاوی عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند که در بیشتر ترکیبات آن‌ها نسبت هیدروژن و اکسیژن، شبیه نسبت این دو عنصر در آب است (H_2O). همانگونه که اشاره شد، در گیاهان طی واکنش فتوسنتز، از ترکیب گاز کربنیک و آب با استفاده از انرژی خورشید کربوهیدرات‌ها، تولید می‌شوند. متخصصین علم تغذیه، این دسته از مواد مغذی را به دو گروه تقسیم‌بندی کرده‌اند:

۱- عصاره عاری از ازت ۲- الیاف خام

۱-۲- عصاره عاری از ازت

عمدتاً از کربوهیدرات‌های محلول و سهل‌الهضم تشکیل یافته و منابع با ارزش انرژی برای کلیه دام‌ها محسوب می‌شود. این گروه از کربوهیدرات‌ها شامل سه دسته تک‌قندی‌ها

(مونوساکاریدها) و دو قندی‌ها (دی ساکاریدها) و چند قندی‌های (پلی ساکاریدها) محلول هستند.

۲-۲- الیاف خام

الیاف خام شامل چند قندی‌های غیر محلول مثل سلولز و همی سلولز و همچنین لیگنین است. این الیاف به عنوان اجزاء اصلی در ساختمان دیواره سلول‌های گیاهی مشارکت دارند و با رشد گیاه میزان نسبی ترکیبات این گروه در ساقه و برگ، افزایش می‌یابد.

تک قندی‌ها: ساده‌ترین قندها هستند که بسته به تعداد کربن در ملکول خود به زیر دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. از مهمترین این زیر دسته، این موارد را می‌توان نام برد: تراپوزها با فرمول کلی $C_3H_6O_3$ مثل گلیسر آلدئید و دی‌هیدروکسی آستِن، تروزها با فرمول کلی $C_4H_8O_4$ مثل اربتروز، پنتوزها با فرمول کلی $C_5H_{10}O_5$ مثل رایبوز و آرابینوز و هگزوزها با فرمول کلی $C_6H_{12}O_6$ مثل گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز.

فراوانترین تک قندی‌ها در طبیعت، پنتوزها و هگزوزها هستند. پنتوزها در بسیاری از ترکیبات بدن و خوراک‌ها موجودند. به عنوان مثال: در رایبوز در تمام سلول‌های زنده موجودات به عنوان جزئی از ترکیبات مهم سلولی (RNA) وجود دارد، همچنین نقش‌های مهمی در ساختار چند ویتامین و کوآنزیم، به عهده دارد. از هیدرولیز مواد علوفه‌ای توسط اسید سولفوریک، مقادیر زیادی از دو پنتوز دیگر (زایلوز و آرابینوز) تولید می‌شود. این قندها در بسیاری از موارد، اجزای اصلی تشکیل دهنده ترکیبات الیاف خام هستند. بیشترین مقدار قندهای موجود در طبیعت از گروه هگزوزها هستند و بعضی از اعضای این گروه چه به عنوان جزئی از اجزای تشکیل دهنده خوراک و چه به عنوان فرآیند متابولیسم در بدن، نقش‌های اساسی در تغذیه به عهده دارند. هگزوزها دارای نمونه‌های طبیعی فراوانند:

گلوکز: گلوکز در طبیعت به حالت آزاد در شیر گیاهان و در میوه‌ها موجود است و در حدود ۴۰٪ از قند عسل را تشکیل می‌دهد. همچنین در خون و مایع مغزی نخاعی نیز یافت می‌شود. جزء تشکیل دهنده نشاسته، گلیکوژن و سلولز است و تولید تجارتي آن از هیدرولیز انواع نشاسته به دست می‌آید. در دام‌های تک معده‌ای و انسان، محصول اصلی هضم کربوهیدرات‌هاست و به عنوان عمده‌ترین منبع انرژی، مورد مصرف متابولیسم بدن قرار می‌گیرد.

فروکتوز: فروکتوز از شیرین‌ترین قندهاست. این قند به همراه گلوکز در دو قندی ساکاروز نیز

به حالت آزاد در بسیاری از گیاهان سبز، میوه‌ها و عسل، یافت می‌شود. مزه شیرین و استثنایی عسل به علت وجود مقدار زیاد فروکتوز است.

گالاکتوز: گالاکتوز از جمله تک‌قندی‌هایی است که در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی‌شود. ولی در اثر تجزیه برخی ترکیبات توسط مخمرها، تولید می‌شود. گالاکتوز به عنوان جزئی از قند شیر یا لاکتوز در غدد پستانی و به عنوان یکی از ترکیبات شیر، ساخته می‌شود.

مانوز: مانوز نیز به حالت آزاد در طبیعت یافت نمی‌شود. مانوز به صورت پلیمر «مانان» که یکی از پلی‌ساکاریدهای مهم گیاهی و نیز به عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده گلیکوپروتئین‌ها یافت می‌شود. در ساختمان بدن بسیاری از کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌ها، به صورت پلی‌مر مانان وجود دارد.

دوقندی‌ها یا دی‌ساکاریدها: از ترکیب دو ملکول تک‌قندی شش کربنی یک دو قندی، به وجود می‌آید. در این واکنش یک ملکول آب آزاد می‌شود.



و بنابراین، فرمول کلی دو قندی‌ها $C_{12}H_{22}O_{11}$ است. این ترکیبات به نسبت‌های مختلف در آب محلولند. از مهمترین آن‌ها می‌توان ساکاروز (قند یا شکر معمولی)، لاکتوز (قند شیر)، مالتوز (قند محلول دانه‌های غلات) و سلوبیوز (دو قندی تشکیل دهنده سلولز) را نام برد.

نوع تک‌قندی و وضعیت اتصال آن‌ها برای تشکیل یک دو قندی، قابلیت حل و میزان حل شدن آن را در آب مشخص می‌کند. مالتوز و سلوبیوز هر دو از دو ملکول گلوکز متصل به یکدیگر، تشکیل شده‌اند.

اختلاف این ترکیبات، در پیوند بین ملکول‌های گلوکز است که در دو قندی مالتوز به آسانی شکسته شده و بنابراین، به راحتی در آب حل می‌شود و مزه آن نیز شیرین است. در صورتی که در دوقندی سلوبیوز، این پیوند شکسته نشده و در آب غیر محلول است.

ساکاروز: ساکاروز یکی از مهمترین دو قندی‌هاست و از یک ملکول گلوکز و یک ملکول فروکتوز تشکیل شده است. در طبیعت، در نیشکر و چغندر قند به میزان زیاد وجود دارد و در صنعت از این منابع برای تهیه و تولید قند و شکر معمولی استفاده می‌کنند. این دو قندی همچنین در میوه‌های رسیده، شیر، بعضی درختان، بسیاری از میوه‌ها، سبزی‌ها و بعضی از ریشه‌های غده‌ای مثل هویج و چغندر علفه‌ای یافت می‌شود. ساکاروز با اسیدهای رقیق یا آنزیم ساکاراز، هیدرولیز شده، به اجزای تشکیل دهنده خود تجزیه می‌شود.

مالتوز: از دیگر دو قندی‌های مهم است که از دو ملکول گلوکز تشکیل یافته و به قند جو یا قند مالت هم معروف است. مالتوز در طبیعت در زمان جوانه‌زدن دانه جو تولید می‌شود. به بندر جو پس از جوانه‌زدن و خشک شدن «مالت» می‌گویند. مالتوز در اثر هیدرولیز به دو ملکول گلوکز، تجزیه می‌شود.

لاکتوز: لاکتوز، قند شیر است و از یک ملکول گلوکز و یک ملکول گالاکتوز تشکیل می‌شود. محل تشکیل و تولید آن در غدد پستانی حیوانات شیرده است و شیرینی آن از ساکاروز کمتر و قابلیت حل آن در آب نیز از ساکاروز کمتر است. این دو قندی در اثر آنزیم لاکتاز و یا اسیدهای رقیق به اجزای تشکیل دهنده خود، تجزیه می‌شود. همچنین توسط تعدادی از میکروارگانیسم‌ها مثل استرپتوکوکوس لاکتیس می‌تواند به اسید لاکتیک تبدیل شود. در حقیقت، این همان واکنش تخمیری است که باعث ترش شدن شیر می‌شود.

سلوبیوز: سلوبیوز به صورت آزاد در طبیعت وجود نداشته و فقط به صورت پلیمر گلوکز در ساختمان یکی از اجزای تشکیل دهنده الیاف گیاهی (سلولز) یافت می‌شود. آنزیم‌های میکروبی یا قارچی می‌توانند پلیمر سلولز را به اجزای تشکیل دهنده آن تجزیه کنند، این عمل در آزمایشگاه توسط اسیدها نیز ممکن است و در اثر هیدرولیز آن، گلوکز تولید می‌شود. سلوبیوز خواصی نظیر مالتوز دارد، اما شیرینی آن از مالتوز بسیار کمتر است.

چند قندی‌ها یا پلی‌ساکاریدها: ساختمان این چند قندی‌ها از سه تک‌قندی یا بیشتر تشکیل یافته که به صورت پلیمرهایی با وزن ملکولی زیاد در طبیعت یافت می‌شوند. اگرچه بیشتر چند قندی‌ها از تعداد زیادی واحدهای پنتوز و هگزوز تشکیل یافته‌اند، اما سه قندی و چهار قندی‌های معروفی نیز در طبیعت وجود دارند. مثلاً رافینوز که از اتحاد سه ملکول قند شش کربنی گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز به وجود می‌آید، در حین تهیه تجارتي ساکاروز از ملاس، تشکیل و جمع می‌شود. چند قندی‌ها به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند: چند قندی‌های همگن یا هموپلی ساکاریدها و چند قندی‌های ناهمگن یا هتروپلی ساکاریدها. این تقسیم بندی، بر اساس همگن یا ناهمگن بودن واحدهای تشکیل دهنده چند قندی انجام شده است. به این معنی که چنانچه یک چند قندی مانند استاکیوز از واحدهای متفاوتی تشکیل شده باشد (گلوکز + فروکتوز + ۲ ملکول گالاکتوز)، آن را چند قندی ناهمگن می‌گویند. اما چنانچه یک چند قندی مانند آمیلوز از واحدهای مشابه تشکیل شده باشد، (پلیمر گلوکز) آن را چند قندی همگن می‌نامند.

چند قندی‌های همگن (هموپلی ساکاریدها): کربوهیدرات‌هایی هستند که با تک‌قندی‌ها و دو قندی‌ها تفاوت دارند. دارای وزن ملکولی زیاد هستند و از تعداد زیادی قندهای پنج کربنی (پنتوزها) و یا

قندهای شش کربنی (هگروزها) تشکیل شده‌اند که به صورت پلیمر در طبیعت وجود دارند. چندقندی‌های همگن شیرین نبوده و غالباً در آب غیر محلولند و تحت تأثیر اسیدها و یا آنزیم‌های دستگاه گوارش هیدرولیز شده، ابتدا به ترکیبات واسطه‌ای و سپس به واحدهای تشکیل دهنده خود که همان تک قندی‌هاست، تجزیه می‌شوند. این کربوهیدرات‌ها به شکل ذخیره غذایی مانند نشاسته و یا پایه ساختمانی مانند سلولز در گیاهان وجود دارند. مهمترین چندقندی‌های همگن عبارتند از:

نشاسته: از جمله مهمترین مواد ذخیره‌ای بیشتر گیاهان نشاسته است که عمدتاً در غده‌ها، ریزوم‌ها، میوه‌ها و دانه‌های گیاهان یافت می‌شود. دو شکل نشاسته وجود دارد: آمیلوز و آمیلوپکتین که اگرچه هر دو خود از چندقندی‌های همگن هستند، اما از نظر ساختمان با یکدیگر متفاوتند. آمیلوز پلیمری با زنجیره ساده از ملکول‌های گلوکز است که در آب داغ محلول بوده و میزان آن در نشاسته ذخیره‌ای گیاهان با رسیدن دانه، افزایش می‌یابد. در صورتی که آمیلوپکتین که یک پلی‌مر شاخه‌دار گلوکز است، حتی در آب داغ هم حل نمی‌شود. در قسمت‌های مختلف گیاهان، نشاسته به صورت دانه‌های کوچکی ظاهر می‌شود که اندازه و شکل آن‌ها بسته به نوع گیاه متغیر است. در میوه‌های در حال رسیدن، نشاسته به قند گلوکز تجزیه می‌شود. نشاسته در اثر حرارت مرطوب به ملکول‌های چسبنده بلورین شبیه به ژلاتین، تبدیل می‌شود و در اثر هیدرولیز ابتدا به دکسترین سپس به مالتوز و سرانجام به گلوکز تجزیه می‌شود.

گلیکوژن: به نوعی چندقندی همگن اطلاق می‌شود که دارای فرمول ساختمانی پرشاخه بوده و در بدن حیوانات و میکروارگانیسم‌ها ساخته می‌شود. گلیکوژن نیز مانند نشاسته پلی‌مری از گلوکز است که چون ساختمان آن به آمیلوپکتین شباهت دارد، به آن نشاسته حیوانی نیز می‌گویند. گلیکوژن در بدن حیوانات ذخیره شده و از نظر تأمین انرژی نقش مهمی دارد. از تجزیه آن، گلوکز حاصل می‌شود. محل ذخیره شدن این چندقندی در بدن در بافت‌های کبدی و عضلانی است.

سلولز: فراوانترین ماده در ساختمان گیاهان است که عمدتاً در دیواره سلول‌ها یافت می‌شود. از نظر شیمیایی، سلولز پلی‌مری از واحدهای سلوبیوز است.

سلولز در اثر عملکرد اسیدهای قوی هیدرولیز شده به واحدهای گلوکز، تجزیه می‌شود. پنبه نمونه‌ای از سلولز خالص است. آنزیم‌های دستگاه گوارش پستانداران تک‌معدی قادر به شکستن سلولز نیستند و به همین دلیل قابلیت هضم آن در اینگونه حیوانات بسیار کم است. اما بعضی از باکتری‌ها مخصوصاً باکتری‌های شکمبه دام‌های نشخوارکننده و حتی برخی از قارچ‌ها، زنجیره سلولز را شکسته، آن را هضم می‌کنند و از این عمل موادی نظیر اسیدهای چرب فرار و گاز متان، تولید می‌شود.

چند قندی‌های ناهمگن یا هتروپلی ساکاریدها: برخلاف چند قندی‌های همگن که همه‌ی زنجیره ملکولی را یک نوع تک قندی تشکیل می‌دهد، در این چند قندی‌ها، زنجیره شامل انواع تک قندی‌هاست و به همین علت به این دسته از کربوهیدرات‌ها، چند قندی‌های مخلوط نیز گفته می‌شود. این چند قندی‌ها عمدتاً نقش ساختمانی و حفاظتی گیاه را به عهده دارند و از مهمترین آن‌ها همی سلولز، پکتین و لیگنین را می‌توان نام برد.

همی سلولز: به گروهی از چند قندی‌های مخلوط گفته می‌شود که به همراه سلولز در ساختمان قسمت‌های مختلف گیاه یافت می‌شوند. همی سلولز در محلول‌های رقیق اسیدی و قلیایی تا حدود زیادی قابل حل بوده و کلاً مقاومتری کمتر از سلولز در مقابل تجزیه شیمیایی از خود نشان می‌دهد. ساختمان همی سلولز را پلیمری از انواع گوناگون تک قندی‌ها تشکیل می‌دهد. از جمله این تک قندی‌ها، گلوکز، زایلوز، مانوز، آرابینوز، گالاکتوز و حتی برخی از ترکیبات نادر کربوهیدراته را می‌توان نام برد.

پکتین: یا مواد پکتیکی در بین دو جدار دیواره‌های سلول‌های گیاهی به وفور یافت می‌شود که در آب به صورت ژل درمی‌آید و خواص ژلاتینی زیادی دارد که در صنایع غذایی از آن استفاده می‌شود. آنزیم‌های مترشحه دستگاه گوارش دام‌های تک معده‌ای قادر به هیدرولیز زنجیره مواد پکتیکی نیست و فقط در خوراک دام‌های نشخوار کننده و با فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه، تجزیه شده و مورد استفاده دام قرار می‌گیرد. اگرچه در دام‌های تک معده‌ای کاربردهایی نظیر جذب آب دارد. این مواد در پوست میوه‌ها و تفاله چغندر قند به مقدار زیاد وجود دارد.

لیگنین: این ماده را به علت اینکه از نظر فرمولی با بقیه کربوهیدرات‌ها متفاوت است، یک کربوهیدرات واقعی نمی‌دانند و در حقیقت اصطلاح لیگنین به یک ترکیب خاص اطلاق نمی‌شود، بلکه لیگنین شامل یک رشته از ترکیباتی است که با وزن ملکولی زیاد توسط پیوندهای مختلف شیمیایی، به یکدیگر وابسته‌اند.

قسمت اعظم مواد تشکیل دهنده لیگنین، ترکیبات (فنولیک) است که به صورت پلیمر وجود دارند. لیگنین به همراه سلولز، همی سلولز و سایر هتروپلی ساکاریدها در جدار سلول‌های گیاهی وجود دارد و باعث استقامت گیاه می‌شود. بیشترین مقدار لیگنین را می‌توان در قسمت‌های چوبی گیاه یافت که به عنوان ماده چوب هم از آن نام برده می‌شود. این ماده به علت ساختمان شیمیایی خاص خود در دستگاه گوارش همه دام‌ها غیر قابل هضم است و در شکمبه نشخوارکنندگان با اتصال به سلولز، همی سلولز و حتی، سایر مواد مغذی باعث کاهش قابلیت هضم کلی مواد خوراکی حاوی آن می‌شود. میزان لیگنین در گیاهان جوان، کم و با افزایش سن گیاه، زیاد می‌شود.

۳-۲- نقش کربوهیدرات‌ها در تغذیه و متابولیسم

کربوهیدرات‌ها، یکی از مهمترین منابع تأمین انرژی و حرارت در بدن حیوانات است. این ترکیبات به عنوان پایه‌های ساختمانی برای سایر مواد مغذی مورد استفاده بدن قرار می‌گیرند و بر همین اساس برخی از کربوهیدرات‌ها در بدن دام وظایف خاصی را به عهده دارند. مثلاً به عنوان جزئی از مواد بافت استخوان، غضروف‌ها، بافت‌های پیوندی و بافت‌های مخاطی در بدن، ایفای نقش می‌کنند. همچنین برای اینکه بدن دام بتواند فعالیت و وظایف خود را بخوبی انجام دهد، باید مقدار قند خون آن تقریباً ثابت باشد.

۴-۲- هضم و جذب و متابولیسم کربوهیدرات‌ها

الف- در دام‌های تک معده‌ای: همانگونه که در ابتدای این بخش اشاره شد، کربوهیدرات‌ها به دو دسته الیاف خام و عصاره عاری از ازت تقسیم می‌شوند. الیاف خام که خود شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین است یا کلاً هضم نشده و یا در برخی از گونه‌های دام تک معده‌ای بسیار کم هضم می‌شوند. اما دسته دوم (عصاره عاری از ازت) که شامل کربوهیدرات‌های محلول هستند، سریع و به طور کامل هضم می‌شوند. عمل هضم، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی در قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش و طی مراحل گوناگون انجام می‌گیرد. در هر قسمت از دستگاه گوارش، تغییرات جزئی و یا کلی توسط شیره گوارشی آن قسمت بر روی کربوهیدرات‌ها به وجود می‌آید تا این مواد پیچیده را به ملکول‌های ساده‌تر و نهایتاً به تک قندی‌ها تبدیل کند. تشکیل تک قندی‌ها از دو قندی‌ها، در سطح مخاط روده صورت می‌پذیرد که پس از آن به درون سلول‌های روده انتقال یافته و از طریق سیاهرگ کبدی به کبد وارد می‌شود و در متابولیسم بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدن از متابولیسم این مواد به سه صورت استفاده می‌کند: اول به صورت منبع انرژی برای تأمین سریع نیازهای فوری دام، دوم به صورت پیش ماده برای ساخت گلیکوژن کبدی و ماهیچه‌ای و سرانجام به عنوان پیش ماده برای ساخت تری گلیسیرید مورد نیاز بافت‌های بدن.

ب- در دام‌های نشخوارکننده: در اینگونه دام‌ها که دارای معده چهار قسمتی هستند، روش هضم با دام‌های تک معده‌ای متفاوت است. غذا پس از بلع وارد محفظه‌ای به نام شکمبه می‌شود که شرایط بی‌هوازی آن و وجود میکروارگانیسم‌های متعدد باعث تخمیر غذا می‌شوند. این غذا که به هنگام بلع با مقدار زیادی بزاق مخلوط می‌شود، دستخوش تغییرات فیزیکی و شیمیایی گسترده‌ای می‌شود. به این معنی که خرد شدن آن باعث می‌شود تا تجزیه شیمیایی آن که توسط آنزیم‌های باکتریایی ترشح می‌شود، بهتر صورت پذیرد. شکسته و تجزیه شدن الیاف خام توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه،

مهمترین تفاوت نشخوارکنندگان با دام‌های تک معده‌ای در گوارش مواد خوراکی است. تخمیر بی‌هوازی کربوهیدرات‌ها، باعث تولید مقادیر زیادی از اسیدهای چرب فرار اسیدهای آلی و گازهای کربنیک و متان می‌شود. از مهم‌ترین اسیدهای چرب، اسید استیک، اسید پروپوئیک و اسید بوتیریک است که نسبت تولید آن‌ها بسته به نوع خوراک دام متغیر است و بعضی به میزان‌های مختلف از دیواره شکمبه جذب شده، مستقیماً وارد خون می‌شوند. همچنین از اسیدهای آلی، اسید لاکتیک را می‌توان نام برد که در اثر تخمیر کربوهیدرات‌های محلول خوراک به میزان‌های متفاوت در شکمبه تولید می‌شوند.

قندهای ساده حاصل از هضم اولیه کربوهیدرات‌ها در شکمبه، به سرعت به وسیله میکروارگانیسم‌ها جذب شده و در داخل بدن آن‌ها مصرف می‌شوند و به همین علت قندهای ساده در شیرابه شکمبه به ندرت قابل تشخیص هستند. میکروارگانیسم‌ها انرژی لازم برای تکثیر خود را از مواد خوراکی تأمین کرده و حاصل متابولیسم آن‌ها، مورد استفاده میزبان (دام) قرار می‌گیرد. نکته مهم این است که سلولز قبل از تخمیر برای نشخوارکنندگان، مستقیماً ارزش غذایی ندارد، ولی موادی که در اثر تجزیه آن حاصل می‌شود، مورد استفاده دام قرار می‌گیرد.

۵-۲- منابع کربوهیدرات‌ها در تغذیه دام

کلیه غذاها با منشأ گیاهی، منابع غنی کربوهیدرات‌ها هستند که به اشکال مختلف به مصرف دام می‌رسند. البته مقدار و نوع کربوهیدرات‌ها در گیاهان مختلف متفاوت است. به همین دلیل بعضی از آن‌ها برای تأمین نیاز یک نوع دام دارای اهمیت بیشتری و برای دام دیگر، کمتر مهم هستند. مثلاً در دام‌های نشخوارکننده، علوفه‌های خشبی جزء مهمی از خوراک بوده ولی در طیور مواد دانه‌ای اصل خوراک را تشکیل می‌دهد.

فعالیت عملی ۱: مشاهده نحوه تعیین عصاره عاری از ازت و الیاف خام در آزمایشگاه تجزیه مواد خوراکی و مقایسه نتایج

- ۱- در آزمایشگاه تجزیه مواد خوراکی نحوه تعیین عصاره عاری از ازت و الیاف خام را مشاهده و از مراحل آزمایش گزارش تهیه نمایید.
- ۲- اعداد به دست آمده از آزمایش فوق را با اعداد موجود در جدول مشخصات مواد خوراکی مقایسه و نتیجه‌گیری خود را به صورت گزارش ارائه نمایید.

فعالیت عملی ۲: تشخیص منابع کربوهیدرات در تغذیه دام و طیور

از انبار مواد خوراکی گاوداری یا مرغداری بازدید به عمل آورده و منابع تأمین کننده کربوهیدرات را به تفکیک عصاره عاری از ازت و الیاف خام مشخص نمایید.

خودآزمایی

- ۱- مواد عاری از ازت چه خصوصیتی دارند؟
- ۲- فراوانترین تک قندی‌های موجود در طبیعت را نام ببرید.
- ۳- هگوزهای مهم در بدن کدامند؟
- ۴- عمده‌ترین منبع انرژی بدن تک‌معدده‌ای‌ها کدام قندها است؟
- ۵- نتیجه تجزیه ساکاروز چه نوع قندهایی است؟
- ۶- قند مهم شیر چه قندی بوده و در اثر تجزیه به چه تک قندی‌هایی تبدیل می‌شود؟
- ۷- دو اسید چرب فرار که در شکمبه در اثر تخمیر ایجاد می‌شود را نام ببرید.

لیپیدها

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- لیپیدها را تعریف کند.
- ساختمان لیپید را شرح دهد.
- تقسیم‌بندی لیپیدها را بیان کند.
- نقش لیپیدها را در تغذیه توضیح دهد.
- منابع مورد استفاده لیپیدها را در تغذیه شرح دهد.

در بافت‌های گیاهی و حیوانی نوعی از ترکیبات آلی وجود دارد که لیپید نامیده می‌شوند. این ترکیبات در آب محلول نیستند اما در بعضی حلال‌های آلی (مانند کلروفرم، اتر) محلولند. چربی‌ها از مهمترین اعضای گروه لیپیدها هستند. به طوری که مقدار زیادی از لیپیدهای موجود در بدن حیوانات و خوراک آن‌ها را شامل می‌شوند. اما لیپیدهای دیگر به غیر از چربی‌ها در این گروه وجود دارند که نقش‌های کلیدی در تغذیه و فیزیولوژی دارند. چربی‌ها نیز شبیه کربوهیدرات‌ها در ساختمان خود دارای کربن - هیدروژن و اکسیژن هستند ولی مقدار کربن و هیدروژن آن‌ها زیادتر است. در ساختمان بعضی از لیپیدها ازت و فسفر نیز یافت می‌شود. لیپیدها جزئی از مواد تشکیل دهنده سلول هستند که عمدتاً در ساختمان غشاء سلول حیوانی، نقش دارند. همچنین در بدن از نظر تولید انرژی حائز اهمیت هستند.

۱-۳- تقسیم‌بندی لیپیدها

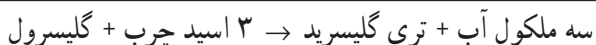
لیپیدها را به سه دسته عمده تقسیم‌بندی می‌کنند:

۱-۱-۳- لیپیدهای ساده: از واکنش استری^۱، اسیدهای چرب و الکل‌ها تولید می‌شوند

مانند چربی‌ها و موم‌ها.

۱- واکنش بین گروه الکلی گلیسرول و گروه اسیدی اسید چرب را واکنش استری گویند.

چربی‌ها: چربی‌ها از واکنش استری الکل سه ظرفیتی گلیسرین (گلیسرول) با اسیدهای چرب تشکیل می‌شوند. سه گروه هیدروکسیل گلیسرین می‌تواند با یک، دو و یا سه اسید چرب مشابه و یا مختلف جایگزین شوند که اگر گلیسرین با یک اسید چرب ترکیب شود، مونوگلیسرید، با دو اسید چرب دی‌گلیسرید و با سه اسید چرب تری‌گلیسرید، تولید می‌کند.

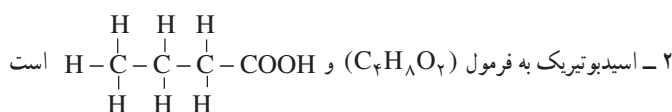


۲-۱-۳- لیپیدهای مرکب: از واکنش استری دیگر گروه‌های شیمیایی با اسیدهای چرب و الکل به دست می‌آیند. مثل فسفولیپیدها، گلیکولیپیدها و لیپو پروتئین‌ها
فسفولیپیدها: از مهمترین لیپیدهای مرکب هستند که در ساختمان خود اسیدفسفریک و بازهای ازته دارند.

فسفولیپیدها در بدن عمدتاً نقش حفاظتی دارند. مثلاً به عنوان جزئی از مواد تشکیل دهنده غشاءهای سلولی و نیز پوشش غلاف خارجی سلول‌های عصبی، همچنین در تولیدات حیوانی مثل تخم مرغ و نیز در گیاهان موجود است. از مهمترین فسفولیپیدها می‌توان از لستین، سفالین نام برد.
۳-۱-۳- مشتقات لیپیدها: از هیدرولیز لیپیدهای ساده و مرکب به دست می‌آیند. مثل اسیدهای چرب و استرول‌ها.

اسیدهای چرب: این ترکیبات مواد اصلی تشکیل دهنده‌ی همه‌ی لیپیدها است که برحسب نوع ساختمان و طول زنجیره‌شان خواص فیزیکی متفاوتی به لیپیدها می‌دهند.
تعداد کربن در اسیدهای چرب از دو شروع و تا چندین کربن می‌رسد. از نظر ساختمانی، اسیدهای چرب به دو شکل وجود دارند: اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب غیر اشباع.
اسیدهای چرب اشباع از زنجیره‌ای از کربن تشکیل یافته‌اند که به هر اتم کربن دو اتم هیدروژن متصل است و نهایتاً زنجیره به یک گروه کربوکسیل^۱ منتهی می‌شود. مثل اسید بیوتریک^۲.
اسیدهای چرب غیر اشباع در زنجیره کربنی خود یک یا بیشتر اتصالات دوگانه دارند و این پیوندها بین هر زوج کربن با از دست دادن یکی از اتم‌های هیدروژن هر کربن تشکیل می‌شوند. مثل اسید اولئیک^۳.

۱- گروه کربوکسیل به صورت (COOH-) نشان داده می‌شود.



این تفاوت ساختمانی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، خواص فیزیکی آن‌ها را نیز متفاوت می‌کند. به صورتی که نقطه‌ی ذوب اسیدهای چرب غیر اشباع پایین‌تر است و از نظر شیمیایی فعالیت‌ترند. در اوایل قرن اخیر محققین ثابت کردند که وجود برخی از اسیدهای چرب در خوراک روزانه‌ی دام‌ها، ضروری است. به طوری که اگر این ترکیبات در خوراک موجود نباشد، حیوان دچار عوارض متعدد می‌شود. بسیاری از دام‌های تک معده‌ای ظاهراً یا نمی‌توانند این اسیدهای چرب را در بدن خود بسازند و یا اینکه مقدار ساخته شده برای پیشگیری از بروز ناهنجاری‌های حاصل از کمبود آن‌ها کافی نیست که در نتیجه باید به جیره غذایی روزانه اضافه شود. به همین جهت آن‌ها را اسید چرب ضروری نامیده‌اند. این ترکیبات عبارتند از: اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و اسید آراشیدونیک. اسید آراشیدونیک در بدن پستانداران ممکن است از اسید لینولئیک ساخته شود و اگر اسید لینولئیک در جیره غذایی نبوده و یا به اندازه کافی نباشد، به لحاظ نیاز بدن باید اسید آراشیدونیک به جیره غذایی اضافه شود.

دانه‌های روغنی و کنجاله‌های آن‌ها، دارای مقدار زیادی از انواع اسیدهای چرب ضروری هستند. نشخوارکنندگان که برای تأمین نیازهای غذایی خود تا حد زیادی به انواع علوفه متکی هستند، از طریق مصرف آن‌ها مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب ضروری را دریافت می‌کنند. میکروارگانیسم‌های شکمبه در تولید این نوع اسیدهای چرب، نقش دارند.

استرول‌ها: الکل‌های غیراشباع جامدی هستند که انواع مختلف دارند. از مهمترین استرول‌های حیوانی کلسترول است و یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده سلول‌ها به شمار می‌رود. جزء مهمی از بافت مغز را تشکیل می‌دهد. بدن دام می‌تواند این ماده را به اندازه کافی بسازد و یکی از ترکیبات آن به نام «دی‌هیدروکلسترول» پیش ماده ویتامین D به شمار می‌رود که تحت تأثیر اشعه‌ی ماوراء بنفش این ویتامین را تولید می‌کند.

۲-۳- نقش لیپیدها در تغذیه و متابولیسم

لیپیدها در بدن به اشکال گوناگون انجام وظیفه می‌کنند و مثل کربوهیدرات‌ها در بدن تولید انرژی می‌کنند، همچنین به صورت ترکیب با مواد دیگر در ساختمان سلول‌ها، دخالت دارند. اهمیت بیولوژیکی لیپیدها به علت وظایفی است که در متابولیسم بدن به عهده آن‌ها واگذار شده است. مواد انرژی‌زای زیادتر از حد نیاز موجود در بدن به چربی تبدیل شده و ذخیره می‌شود. در شرایط کمبود غذایی، چربی ذخیره‌ای مجدداً تجزیه و برای تأمین انرژی مورد نیاز مصرف می‌شود. لیپیدها در مقابل گرما و سرما برای بدن به صورت عایق عمل کرده و محافظت اعضای حساس بدن (داخلی و

خارجی) را نیز عهده‌دار هستند. چربی‌ها در حفظ و انتقال و جذب ویتامین‌های محلول در چربی نیز ایفای نقش می‌کنند.

لیپیدها به شکل لیوپروتئین‌ها در ساختمان غشاء سلولی نیز وظایف عمده به عهده دارند، در خوراک دام‌ها یکی از منابع مهم تولید انرژی بوده که به طور نسبی در حدود ۲/۲۵ برابر بیشتر از کربوهیدرات‌ها انرژی تولید می‌کنند و اضافه کردن آن به خوراک، بازده غذایی (اضافه وزن به دست آمده نسبت به خوراک مصرف شده) را افزایش می‌دهد و بالاخره از دیگر عملکردهای لیپیدها، تأمین اسیدهای چرب ضروری برای بدن است.

هضم، جذب و متابولیسم لیپیدها:

الف - در دام‌های تک معده‌ای: به طور کلی قابلیت هضم چربی‌ها زیاد است، اما در معده، تغییر چندانی بر روی آن‌ها انجام نمی‌گیرد، بلکه هضم چربی‌ها کلاً در روده باریک است. چربی‌ها که عمدتاً به صورت ملکول‌های بزرگ تری‌گلیسرید به روده‌ی باریک رانده می‌شوند، در اثر عملکرد املاح صفراوی امولسیون شده و تحت تأثیر آنزیم‌های چربی شکن (لیپازهای ترشح شده از لوزالمعده و روده)، هیدرولیز می‌شود. محصول نهایی تجزیه چربی‌ها، مخلوطی از میسل‌ها است که شامل مونوگلیسرید، دی‌گلیسرید، اسیدهای چرب مختلف و املاح صفراوی است. این میسل‌ها به قسمت جداری روده رانده شده و در آنجا به اجزاء تشکیل دهنده خود، تجزیه می‌شوند. مونوگلیسریدها و اسیدهای چرب جذب شده و قبل از آنکه به مجاری لنفوی راه یابند، دوبرتبه به صورت تری‌گلیسرید درمی‌آیند و سرانجام به جریان عمومی خون می‌پیوندند.

میزان هضم و جذب چربی‌ها به چند عامل بستگی دارد: طول زنجیره اسیدهای چرب، درجه اشباع بودن و میزان اسیدهای چرب اشباع در چربی و همچنین نقطه ذوب چربی‌ها، همه در این فرآیند مؤثرند. هر قدر طول زنجیره اسیدهای چرب در چربی‌ها کوتاهتر باشد و هر قدر میزان اسیدهای چرب اشباع نشده در چربی‌ها بیشتر باشد، نقطه‌ی ذوب آن‌ها نیز پایین‌تر خواهد بود و طبیعتاً بهتر هضم و جذب می‌شوند. سایر مواد مغذی جیره غذایی مانند میزان پروتئین کلسیم و غیره نیز تا اندازه‌ای در قابلیت هضم چربی‌ها مؤثرند.

ب - در دام‌های نشخوارکننده: تری‌گلیسریدها که قسمت اعظم ترکیبات لیپیدی خوراک نشخوارکنندگان را تشکیل می‌دهند، خود حاوی مقادیر نسبتاً زیادی از اسیدهای چرب غیر اشباع و از جمله اسیدهای چرب ضروری لینولئیک و لینولنیک هستند. آنزیم‌های چربی شکن یا لیپازهای باکتریایی، این تری‌گلیسریدها را هیدرولیز کرده، اسیدهای چرب آن‌ها را آزاد می‌کند. از طرفی به علت بی‌هوازی بودن محیط شکمبه و بالا بودن میزان هیدروژن، اسیدهای مزبور هیدروژنه و یا به

عبارت دیگر اشباع شده و نهایتاً به اسید استتاریک و دیگر اسیدهای چرب اشباع تبدیل می‌شوند. میکروارگانسیم‌های شکمبه نیز به نوبه خود لیپیدهای متنوعی ساخته و به همراه اسیدهای چرب با زنجیره طویل به روده باریک می‌فرستند. اسیدهای چرب دارای زنجیره کوتاه، در شکمبه جذب می‌شوند. ولی اسیدهای چرب زنجیره بلند، از شکمبه جذب نشده و برای تغییرات بیشتر به روده باریک رانده می‌شوند. جذب اینگونه اسیدهای چرب در نشخوار کنندگان بستگی مستقیم به میزان فسفولیپیدهای موجود در املاح صفاوی ترشح شده در روده دارد.

۳-۳- ذخیره سازی چربی

بعضی بافت‌های بدن به صورت‌های مختلف تری‌گلیسریدها را ذخیره می‌کنند. بافت چربی مهمترین محلی است که تری‌گلیسریدها در آن ذخیره می‌شوند. همچنین این بافت می‌تواند از کربوهیدرات‌ها و اکسیداسیون اسیدهای چرب، چربی بسازد. تری‌گلیسریدهای ذخیره‌ای به عنوان منابع آماده انرژی بوده و در این بافت به طور دائم ذخیره سازی و جابه‌جا می‌شوند. اگر منابع انرژی توسط دام به مقدار زیاد مصرف شود، باعث تبدیل آن‌ها به چربی و ذخیره شدن در بافت چربی می‌شود و در نتیجه سبب چاق شدن دام می‌شود.

در شرایطی که خوراک مقدار انرژی کمی داشته باشد و یا در حالت گرسنگی، مقدار این ذخیره‌ها کاهش می‌یابد. تری‌گلیسریدهای ذخیره شده در انواع حیوانات، دارای ترکیب اسیدهای چرب اختصاصی هستند، که در غیر نشخوارکنندگان، ترکیب اسیدهای چرب در بدن از اسیدهای چرب موجود در خوراک منشأ می‌گیرد. اما در بدن دام نشخوارکننده با توجه به تبدیل اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع در شکمبه توسط میکروارگانسیم‌ها، چربی ذخیره‌ای با چربی خوراکی تشابه ندارد.

۳-۴- مواد طبیعی دارای چربی مورد استفاده در تغذیه دام

خوراک‌های مختلف گیاهی و حیوانی دارای مقادیر مختلفی چربی هستند که نوع اسیدهای چرب آن‌ها نیز با یکدیگر متفاوت است.

بعضی از غذاها، حاوی مقدار کمی چربی (کمتر از ۱۰٪) هستند. مثل دانه‌ی غلات، علوفه

و ...

دانه‌های روغنی ممکن است تا ۲۰٪ چربی داشته باشد مثل دانه سویا- تخم پنبه و تخم

آفتابگردان.

فعالیت عملی: شناسایی مواد خوراکی دارای چربی

تعدادی از مواد خوراکی دارای چربی را جمع‌آوری کرده و مشخصات ظاهری آن‌ها را بررسی نمایید.

خودآزمایی

- ۱ - چربی‌ها از چه موادی تشکیل شده‌اند؟
- ۲ - تری‌گلیسرید چگونه ایجاد می‌شود؟
- ۳ - چرا یک اسید چرب، اشباع نشده نامیده می‌شود؟
- ۴ - چرا اسیدهای چرب ضروری برای دام تک‌معدده‌ای لازم هستند؟
- ۵ - اسیدهای چرب ضروری مهم را نام ببرید.
- ۶ - محل هضم چربی‌ها در تک‌معدده‌ای‌ها در کجای دستگاه گوارش انجام می‌شود؟
- ۷ - میسل چگونه تشکیل می‌شود؟
- ۸ - اهمیت میسل در چیست؟

مواد ازته

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل فراگیر باید بتواند :

- پروتئین‌ها را تعریف کند .
- ساختمان پروتئین را شرح دهد .
- تقسیم‌بندی پروتئین‌ها را شرح دهد .
- نقش مواد ازته در تغذیه را توضیح دهد .
- منابع مورد استفاده پروتئین‌ها را در تغذیه شرح دهد .
- خصوصیات ترکیبات ازت‌دار غیرپروتئینی را بیان کند .

مواد ازته در بدن موجودات زنده، چه در اندام‌ها و بافت‌های حیوانی و چه در بافت‌های گیاهی به اشکال گوناگون وجود دارند. به‌طور کلی، ترکیبات ازته را به دو دسته مواد پروتئینی و مواد غیرپروتئینی تقسیم می‌کنند که هر دسته در متابولیسم گیاهی و حیوانی وظایف و عملکردهای مخصوص به خود دارند.

۱-۴- ترکیبات ازته پروتئینی

پروتئین‌ها ترکیبات آلی پیچیده‌ای هستند که وزن ملکولی آن‌ها زیاد است و جزء اصلی اندام و ساختار بافت‌های گیاهی و به‌خصوص جانوری هستند. تمام سلول‌ها برای همه یا قسمتی از چرخه زندگی خود پروتئین می‌سازند، به غیر از دام‌هایی که جمعیت میکروبی دستگاه گوارش آن‌ها از ترکیبات ازته غیرپروتئینی، قسمتی از پروتئین مورد نیاز را می‌سازند، باید در جیره غذایی بقیه دام‌ها پروتئین منظور شود تا روند رشد و تولید به‌طور طبیعی انجام پذیرد. پروتئین‌ها در ساختمان خود کربن، هیدروژن و اکسیژن دارند. علاوه بر این، دارای میزان نسبتاً ثابت ازت هستند که به‌طور متوسط در حدود ۱۶٪ تخمین زده می‌شود. بیشتر پروتئین‌ها عنصر گوگرد و برخی نیز عناصر فسفر و آهن در ساختمان خود دارند. با این حال تنوع پروتئین‌ها در طبیعت بسیار زیاد است و بر همین اساس در بدن دام عملکردهای متفاوتی دارند.

به دو اسید آمینه متصل به هم دی پپتید، به سه اسید آمینه، تری پپتید و به چند اسید آمینه متصل به هم پلی پپتید می گویند. سرانجام از به هم پیوستن پلی پپتیدها، پروتئین به وجود می آید.

پروتئین → پلی پپتید → پپتید → اسید آمینه

ترتیب قرار گرفتن و نوع اسیدهای آمینه، دو عامل مهم در تعیین پروتئین ها به شمار می آیند. ساختمان پروتئین ها ممکن است به چندین صورت در طبیعت مشاهده شود. این اشکال عبارتند از: رشته های بلند و ساده اسیدهای آمینه، زنجیره های پپتیدی حلزونی یا فنری شکل، ورقه های چین یا تاخوردگی از اسیدهای آمینه و بالاخره به صورت پلیمریزه که خود شامل آمیخته ای از اجزاء ساختمانی اشکال قبلی است.

تقسیم بندی پروتئین ها

پروتئین ها را براساس شکل، ساختمان و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها تقسیم بندی می کنند. دو گروه اصلی پروتئین وجود دارند: ساده و مرکب.

الف — پروتئین های ساده: پروتئین هایی می باشند که فقط از اسیدهای آمینه درست شده اند و از نظر شکل ظاهری به دو دسته رشته ای و کروی تقسیم می شوند.

پروتئین های رشته ای شکل: از رشته ها یا زنجیره های پلی پپتیدی ساخته شده اند. این رشته ها، توسط پیوندهای عرضی به یکدیگر متصلند و در حدود سی (۳۰) درصد از کل مقدار پروتئین اندام های حیوانی را تشکیل می دهند. این گروه از پروتئین ها، نامحلول بوده و حتی در مقابل عمل آنزیم های گوارشی بسیار مقاومت نشان می دهند. از انواع این گروه، کولازن ها، الاستین ها و کراتین ها را می توان نام برد.

کولازن ها: از مهم ترین پروتئین های بافت پیوندی بدن به شمار می روند، هم چنین در قرنیه چشم، پروتئین اصلی را تشکیل می دهند. این پروتئین ها اگرچه به صورت خام نامحلول و غیر قابل هضم هستند، اما چنانچه پخته شوند و یا تحت تأثیر اسیدهای رقیق واقع شوند، به مخلوطی از پلی پپتیدهای قابل حل به نام ژلاتین تبدیل می شوند. با افزایش سن دام، مقدار این پروتئین در بافت های ماهیچه ای زیاد می شود و موجب سختی الیاف گوشت می شود. در کولازن ها، اسید آمینه ی هیدروکسی پرولین به مقدار زیاد یافت می شود. ولی در عوض اسیدهای آمینه گوگرددار (متیونین، سیستین) و تریپتوفان را ندارند.

کراتین‌ها: عمدتاً به صورت رشته‌های ماریچی در مو، شاخ و پشم وجود دارند. این پروتئین‌ها کلاً غیرقابل هضم و نامحلولند. برخی از انواع کراتین برخلاف کولازن‌ها، حاوی مقدار بسیار زیادی اسید آمینه سیستین هستند. همانگونه که قبلاً اشاره شد، سیستین از دو ملکول سیستین تشکیل یافته و بنابراین، به علت وجود اتصال دو اتم گوگرد (دی سولفید) قابلیت ارتجاعی به مو می‌دهد. بعضی دیگر از انواع کراتین اتصال دی سولفید نداشته و بنابراین، قابلیت ارتجاعی نیز ندارند.

پروتئین‌های کروی شکل: بیش‌تر پروتئین‌های موجود در گیاهان از این نوع پروتئین‌هاست. در بدن نیز به مقدار زیادی وجود دارند و به صورت‌های گوناگون مثل آنزیم‌ها، هورمون‌های پروتئینی، پروتئین‌های ناقل اکسیژن و آنتی‌ژن‌ها یافت می‌شوند. از مهم‌ترین انواع این گروه، آلومین‌ها و گلوبولین‌ها را می‌توان نام برد.

آلومین‌ها: در آب محلولند و قسمت اعظم پروتئین سرم خون و هم‌چنین پروتئین تخم مرغ را تشکیل می‌دهند. در اثر حرارت منعقد می‌شوند. این نوع پروتئین در قسمت‌های مختلف گیاه وجود دارد. **گلوبولین‌ها:** در آب غیر محلولند، بیشتر پروتئین‌های ذخیره‌ای در بذر گیاهان از این نوع پروتئین است. هموگلوبین خون و پروتئین اصلی شیر و ماهیچه‌ها از این نوع هستند.

ب — پروتئین‌های مرکب: دسته‌ای از پروتئین‌ها هستند که در ساختمان آن‌ها علاوه بر اسیدهای آمینه، گروه‌های غیر پروتئینی نیز شرکت دارند. این گروه‌های غیر پروتئینی عامل تقسیم‌بندی پروتئین‌های مرکب هستند. از مهم‌ترین پروتئین‌های مرکب، انواع زیر را می‌توان نام برد.

- نوکلئوپروتئین‌ها: پروتئین‌های همراه با اسید نوکلئیک مثل ریبوزوم‌ها در سلول.
- فسفو پروتئین‌ها: پروتئین‌های همراه با گروه فسفات‌ها مثل کی‌سین (کازئین) در شیر.
- گلیکوپروتئین‌ها: پروتئین‌های همراه با کربوهیدرات‌ها مثل گاما گلوبولین.
- لیپوپروتئین‌ها: پروتئین‌های همراه با لیپیدها مثل برخی از چربی‌های بدن.

۲-۴ — ترکیبات از ته غیر پروتئینی

این مواد ترکیباتی هستند که اگرچه در ساختمان آن‌ها ازت وجود دارد، اما جزء پروتئین‌ها محسوب نمی‌شوند. این مواد به میزان زیاد در انواع گیاهان و جانوران وجود دارد و از نظر ساختمانی تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند. به طور مثال در علوفه سبز در بعضی از مراحل رشد گیاه (تا زمان گل‌دهی) تا ۱۵٪ کل ازت گیاه را شامل می‌شوند. جالب توجه است که در بسیاری از این ترکیبات،

اسیدهای آمینه یافت می‌شود، اما چون به وسیله پیوندهای پپتیدی به یکدیگر متصل نشده‌اند، آن‌ها را به عنوان پروتئین نمی‌شناسند.

ترکیبات ازته‌ی غیرپروتئینی، علاوه بر این که در بافت‌های گیاهی و حیوانی یافت می‌شوند (ساخت بیولوژیکی)، از راه‌های صنعتی نیز قابل تولید هستند. به‌عنوان مثال اوره که اساساً به‌عنوان یکی از انواع کود ازته و برای تقویت زمین‌های زراعتی تولید می‌شود، می‌تواند به‌عنوان منبع ازت در تغذیه دام‌های نشخوار کننده مورد استفاده قرار گیرد.

از ترکیبات ازته غیرپروتئینی که هم در خوراک‌های دام و هم در بافت‌های حیوانی موجودند، می‌توان از آمیدها، آمین‌ها، لیپیدهای ازته، اسیدهای نوکلئیک، نیترات‌ها و اسیدهای آمینه آزاد نام برد.

آمین‌ها: ترکیبات ازته غیرپروتئینی با خاصیت بازی هستند که به مقدار کم در اکثر بافت‌های گیاهی و حیوانی وجود دارند. آمین‌ها دارای انواع مختلف هستند. این ترکیبات خود از اسیدهای آمینه به‌وجود می‌آیند. بدین ترتیب که بعضی از میکروارگانیسم‌ها با جدا کردن گروه کربوکسیل اسیدهای آمینه آن‌ها را به انواع آمین تبدیل می‌کنند، بسیاری از ترکیبات آمینی سمی هستند.

نیترات‌ها: این ترکیبات در گیاهانی که در موقع کاشت و داشت، زمین آن‌ها با انواع کودهای نیترا ته تقویت شده باشند، به میزان زیاد وجود دارند. نیترات‌ها در شرایط مساعد مانند محیط شکمبه نشخوارکنندگان می‌تواند به سهولت احیاء شده و به نیتريت‌ها که برای دام سمی است، تبدیل شوند.

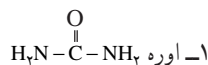
اسیدهای نوکلئیک: ترکیبات ازته غیرپروتئینی هستند که به‌عنوان مخزن و عامل استفاده از اطلاعات ژنتیکی برای ساخت پروتئین‌ها به صورت DNA و RNA مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آمیدها: به‌عنوان ترکیبات ازته غیرپروتئینی در بافت‌های گیاهان و جانوران دیده می‌شوند. از مهم‌ترین آمیدها می‌توان از اوره^۱ نام برد که محصول نهایی متابولیسم ازت در پستانداران است. این آمید در بسیاری از گیاهان یافت می‌شود.

نقش مواد ازته در تغذیه و متابولیسم

ترکیبات ازته موجود در بدن از هر منبع که تأمین شوند (ازته پروتئینی و ازته غیرپروتئینی)، وظایف مهم و متعددی دارند:

نقش مواد ازته پروتئینی: انواع مختلف پروتئین‌ها در متابولیسم بدن، نقش‌های کلیدی دارند و وظایف متنوعی به عهده‌ی آن‌هاست که از جمله این وظایف و عمل کردها، نگهداری و حفاظتی،



کاتالیزوری، دفاعی و تنظیم‌کنندگی را می‌توان نام برد.

آنزیم‌ها: موادی پروتئینی هستند که توسط موجودات زنده ساخته و به کار برده می‌شوند، نقش کاتالیزوری پروتئین‌ها به عهده آنزیم‌هاست. این ترکیبات بدون حضور در محصول نهایی به واکنش‌های بیولوژیکی سرعت بخشیده و پس از پایان واکنش، بدون تغییر در محیط عمل باقی می‌مانند و در فعل و انفعالات نسبتاً اختصاصی عمل می‌کنند. در صورتی که در خارج از محیط زنده و بدون وجود آنزیم، واکنش به کندی بسیار و تحت شرایط خاص (حرارت‌های بالا، فشار، محیط قلیایی یا اسیدی قوی و...) انجام پذیر است. آنزیم‌ها بعضی هیدرولیزکننده (مثل اغلب آنزیم‌های هضمی) و برخی نیز تجزیه‌کننده هستند (غیر هیدرولیزی). سلول‌های گیاهی و جانوری دارای صدها آنزیم با ساختمان خاص و متمایز هستند که هر کدام وظیفه‌ای مشخص به عهده دارند.

هورمون‌ها: نقش تنظیم‌کنندگی ساخت و فعالیت پروتئین‌ها را به عهده دارند، اما همه‌ی هورمون‌های بدن از نوع پروتئینی نیستند و هورمون‌های استروئیدی و غیره نیز در بدن فعالیت دارند. هورمون‌ها نیز همانند آنزیم‌ها، توسط سلول‌های خاص و بافت‌های مشخص، به میزان بسیار کم تولید شده و روی متابولیسم، تأثیرات عمده می‌گذارند. هورمون‌ها، برعکس آنزیم‌ها که در همان محدوده‌ی ترشح، عملکرد دارند، تأثیرات خود را در کلیه نقاط بدن اعمال می‌کنند. به این ترتیب که توسط خون از محل آزاد شدن تا منطقه مورد عمل انتقال می‌یابند. از هورمون‌های مهم پروتئینی، انسولین و هورمون رشد را می‌توان نام برد.

در مورد برخی دیگر از وظایف پروتئین‌ها، به خصوص آن‌ها که به عنوان واحدهای ساختمانی، نقش نگهداری و حفاظتی در بدن دارند (کلاژن‌ها، کراتین‌ها و غیره) در صفحات گذشته، مطالبی عنوان شد.

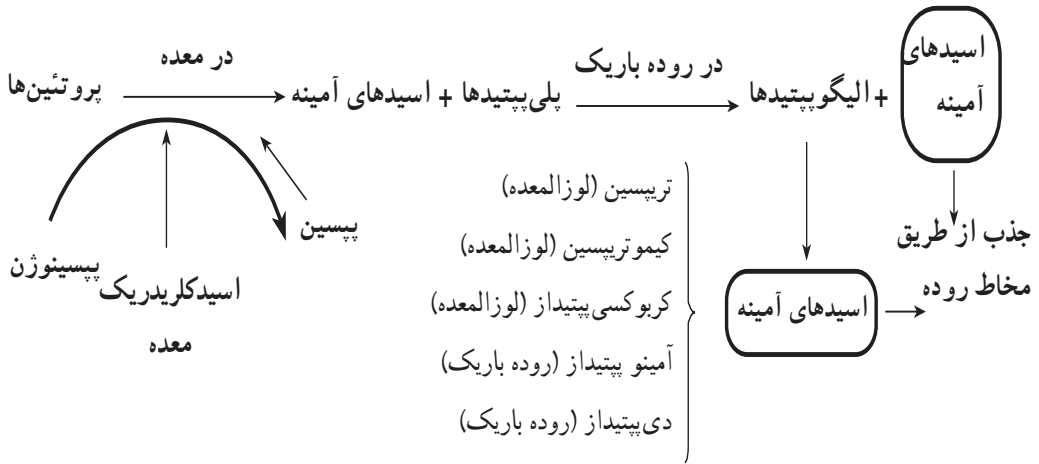
نقش مواد از ته غیرپروتئینی: بعضی از مواد از ته غیر پروتئینی مانند اسیدهای نوکلئیک، به اندازه‌ی پروتئین‌ها، در متابولیسم نقش‌های مهم و حیاتی دارند که از جمله این وظایف و عملکردها می‌توان ذخیره اطلاعات ژنتیکی، شرکت در ساخت پروتئین‌ها و انتقال انرژی در بدن را نام برد. برخی دیگر نیز به عنوان محصولات نهایی متابولیسم در بدن دام تولید می‌شوند، مانند اوره یا اسید اوریک، اما همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، تهیه صنعتی این مواد نیز امکان‌پذیر است و چنانچه در خوراک دام‌های نشخوارکننده وارد شوند، تا اندازه‌ای می‌توانند جایگزین پروتئین‌ها شوند. لازم به تذکر است که استفاده از انواع ترکیبات از ته‌ی غیرپروتئینی، باید با مشورت متخصص در امر تغذیه دام صورت پذیرد و در غیر این صورت باعث ایجاد مسمومیت در دام خواهد شد. از این ترکیبات در تغذیه دام‌های تک‌معدده‌ای نمی‌توان استفاده کرد.

نقش مواد ازته غیر پروتئینی در نشخوارکنندگان: از این مواد در تغذیه دام‌های تک معده‌ای نمی‌توان استفاده کرد. شکمبه در نشخوارکنندگان محل فعالیت میکروارگانیسم‌ها است و چون از نظر تشریحی شکمبه قبل از روده‌ی باریک، که بیش‌ترین جذب مواد مغذی در آن صورت می‌گیرد، قرار دارد. بدین لحاظ می‌توان از مواد ازته غیرپروتئینی به‌عنوان جزئی از ازت جیره غذایی و تحت شرایط خاص استفاده کرد. میکروارگانیسم‌ها که به صورت همزیست با دام نشخوارکننده در شکمبه موجودند، می‌توانند اسیدهای آمینه و پروتئین‌های موردنیاز خود را با استفاده از کربوهیدرات‌ها به‌عنوان منبع انرژی از ترکیبات ازته غیرپروتئینی بسازند که پروتئین میکروبی نامیده می‌شوند و در نهایت در اثر هضم لاشه آن‌ها، اسیدهای آمینه‌ی مورد نیاز میزبان تأمین می‌شود. اوره یکی از ترکیبات ازت غیرپروتئینی است که در تغذیه دام مورد مصرف دارد. علوفه‌ها به اشکال مختلف مقادیر زیادی از ازت غیرپروتئینی دارند، چنین ترکیبات غیرپروتئینی به‌سهولت مورد استفاده میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار می‌گیرند. بازده استفاده از این مواد به‌وسیله حیوان، به محلول بودن ازت غیرپروتئینی و در دسترس بودن کربوهیدرات‌های محلول و سهل‌الهضم برای جمعیت میکروبی شکمبه بستگی دارد، تنها در گاوهای شیرده کم تولید و یا با تولید متوسط استفاده از این مواد بخصوص اوره تجویز شده است.

هضم، جذب و متابولیسم ترکیبات ازته:

در دام‌های تک معده‌ای: به‌طور کلی پروتئین خوراکی‌ها برای جذب در بدن، باید در دستگاه گوارش به اسیدهای آمینه تشکیل‌دهنده خود تجزیه شوند. هیدرولیز پروتئین‌ها، توسط آنزیم‌های پروتئین‌شکن در معده و روده باریک انجام می‌شود.

اسید کلریدریک مترشحه از قسمت غده‌ای معده، پیش‌آنزیم پپسینوژن را به آنزیم فعال یا پپسین تبدیل می‌کند. این آنزیم پروتئین‌ها را به زنجیره‌های پلی‌پپتیدی و تعدادی اسید آمینه تجزیه می‌کند. سپس این مخلوط به روده باریک وارد شده، تحت تأثیر مواد ترش‌حی که به قسمت اول روده باریک (دوازدهه) می‌ریزند، قرار می‌گیرد. این مواد ترش‌حی مخلوطی است از شیر لوزالمعده، مواد صفراوی ترشح شده از کبد و شیر روده‌ای که هر کدام حاوی آنزیم‌های مخصوص برای شکستن پلی‌پپتیدها هستند. آنزیم‌های تریپسین، کیموتریپسین و انواع پپتیدازها، مخلوط وارد شده به روده‌ی باریک را به اسیدهای آمینه آزاد و آلیگوپپتیدها (زنجیره‌های کمتر از ۱۰ اسید آمینه) تجزیه می‌کنند. آلیگوپپتیدها نیز توسط پپتیدازهای مخاط روده شکسته شده به اسیدهای آمینه تجزیه می‌شوند. همه‌ی اسیدهای آمینه‌ی تولید شده از این هضم آنزیمی، سپس جذب می‌شوند. (نمودار ۱-۴)



نمودار ۱-۴

برای جذب اسیدهای آمینه، روش‌های متعددی وجود دارد، اسیدهای آمینه مختلف در روده با سرعت‌های متفاوت جذب می‌شوند. اسیدهای آمینه جذب شده عموماً از راه سیاهرگ باب به کبد می‌رسند، مقدار کمی از آن‌ها نیز از راه لنف منتقل می‌شوند.

در دام‌های نشخوارکننده: در شکمبه نشخوارکنندگان، بخش عمده‌ای از پروتئین خوراک تجزیه می‌شود، تجزیه پروتئین‌ها به کمک آنزیم‌های پروتئین‌شکن میکروارگانیسم‌ها انجام می‌شود که ابتدا به پپتیدها و سپس به اسیدهای آمینه و حتی آمونیاک تبدیل می‌شوند. اسیدهای آمینه حاصل از تجزیه پروتئین یا برای ساختن پروتئین میکروبی مصرف و یا به آمونیاک و گاز کربنیک و اسیدهای چرب فرار تجزیه می‌شود. براساس مطالعات انجام شده، بیشتر پروتئین خوراک در شکمبه تجزیه می‌شود. البته امروزه در تغذیه دام‌های پُر تولید، تدابیر و اقداماتی صورت گرفته که بتوانند از تجزیه پروتئین‌های با ارزش (مانند پودر ماهی، کنجاله سویا و غیره) در شکمبه جلوگیری کنند. هدف از چنین اقداماتی این است که پروتئین‌های مذکور در شیردان و روده باریک هضم شود. برای این منظور با استفاده از پوشش‌های خاصی (پوشش لیپیدی و یا ترکیبات شیمیایی) مانند فرم آلدئید و غیره و یا حرارت دادن این هدف را امکان‌پذیر می‌سازند. با این اعمال، قابلیت حل و تجزیه پروتئین در شکمبه کاهش می‌یابد.

پروتئین‌هایی را که از تخمیر شکمبه‌ای گذشته و در این قسمت تجزیه نشده‌اند، پروتئین‌های عبوری می‌نامند. هضم این پروتئین‌ها در شیردان و روده، مانند هضم پروتئین‌ها در حیوانات تک‌معدة‌ای

است و به اسیدهای آمینه مختلف، تجزیه می‌شوند. مزیت پروتئین‌های حفاظت شده، آن است که در شرایطی که راندمان تولید دام بالاست و پروتئین جیره نمی‌تواند نیازهای دام را مرتفع سازد، احتیاج پروتئین دام را به خوبی تأمین می‌کنند.

به طور کلی، فرآورده‌های حاصل از هضم میکروبی، بر روی پروتئین‌ها در شکمبه عبارتند از: اسیدهای چرب فرار، پروتئین‌های تجزیه نشده، آمونیاک، گاز کربنیک و پروتئین‌های میکروبی. اهمیت کیفیت پروتئین خوراک: بدن دام و طیور با توجه به شرایط مختلف از قبیل رشد، تولید شیر، آبستنی، تولید تخم مرغ و ... نیاز به پروتئین دارد. پروتئین‌های مختلف بدن دام، هر یک دارای ترکیب اختصاصی است که برای ساخت آن نیاز به اسیدهای آمینه مختلف است. به همین منظور، پروتئین خوراک یا مخلوطی از پروتئین خوراک و پروتئین میکروبی در دستگاه گوارش دام هضم شده و پس از تجزیه و تفکیک اسیدهای آمینه، انواع مورد نیاز را بعد از جذب در ترکیب و ساخت پروتئین‌های اختصاصی استفاده می‌کند. در نتیجه تأمین پروتئین مناسب و مورد نیاز دام‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. باید بدانیم که علاوه بر شرایط ذکر شده، توجه به نوع و سن دام در استفاده از منابع پروتئینی دارای اهمیت است.

همانگونه که در مبحث اسیدهای آمینه اشاره شد، نقش اسیدهای آمینه ضروری در تأمین پروتئین‌های مورد نیاز دام فوق‌العاده مهم است و چنانچه یکی یا بیشتر از آن‌ها برای متابولیسم بدن در دسترس قرار نگیرد، ساخت پروتئین مورد نیاز دام با اختلال روبرو می‌شود. حساسیت وجود اسیدهای آمینه ضروری در متابولیسم، برای دام‌های تک‌مده‌ای فوق‌العاده زیاد است، در صورتی که در دام‌های نشخوارکننده، به‌علت آن که پروتئین‌های میکروبی با ترکیب مناسب ساخته شده و در اختیار حیوان میزبان قرار می‌گیرد، چنین حساسیتی وجود ندارد، چون میکروارگانیسم‌ها می‌توانند حتی با ترکیبات ازته‌ی غیر پروتئینی نیز پروتئین‌های مورد نیاز خود را ساخته و تأمین کنند. نمودار ۲-۴ بعد مسیر ترکیبات ازته را در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان در مراحل هضم، جذب و متابولیسم نشان می‌دهد.

منابع تأمین پروتئین

منابع پروتئینی را می‌توان به دو دسته منابع پروتئینی با منشأ حیوانی و منابع پروتئینی با منشأ گیاهی دسته‌بندی کرد. البته اسیدهای آمینه از طریق شیمیایی نیز تهیه می‌شوند که در مواردی برای جلوگیری از کمبود آن‌ها به عنوان مکمل به جیره غذایی اضافه می‌شوند.

منابع پروتئین گیاهی: قسمت اعظم پروتئین مورد نیاز حیوانات، از طریق پروتئین‌های گیاهی

تأمین می‌شود. پروتئین‌های گیاهی معمولاً در بخش‌هایی از گیاهان متمرکزند که از نظر متابولیسم فعالیت بیشتری دارند. مانند برگ‌ها و دانه‌ها، همچنین کنجاله‌ی دانه‌های روغنی بعد از روغن‌کشی، فرآورده‌های فرعی نشاسته‌سازی (تولید گلوتن) و آردسازی، از جمله خوراک‌های پروتئینی مهم به‌شمار می‌روند.

منابع پروتئین حیوانی: گوشت، مهمترین محصول دام‌ها بعد از کشتار آن‌هاست. در کشتارگاه‌ها علاوه بر گوشت مواد دیگری نیز حاصل می‌شود که به آن‌ها فرآورده‌های فرعی اطلاق می‌شود، بعضی از این مواد به طرق مختلف به مصرف انسان می‌رسد و تعدادی از آن‌ها در تغذیه دام مصرف دارند. (آرد گوشت، آرد استخوان، آرد خون، محتویات شکمبه و غیره).

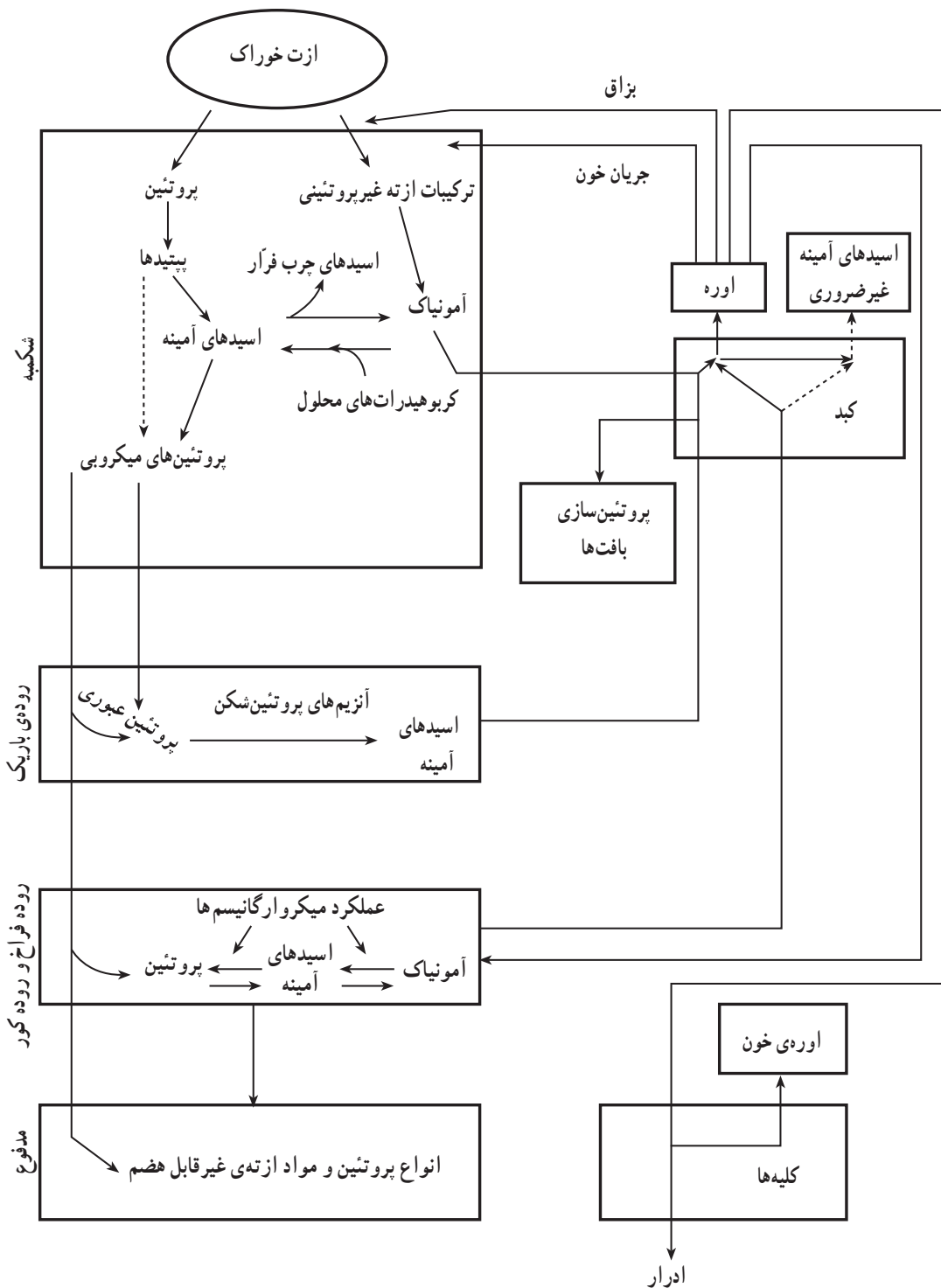
همچنین از بعضی فرآورده‌های فرعی کشتارگاهی در صنعت استفاده می‌شود. به طور کلی

پروتئین‌های حیوانی از سه منبع تهیه می‌شوند:

۱- ضایعات کشتارگاهی دام و طیور

۲- شیر و فرآورده‌های فرعی آن

۳- آبزیان و فرآورده‌های فرعی آن



فعالیت عملی ۱: مشاهده افزودن منابع ازت غیر پروتئینی به جیره نشخوارکنندگان

به همراه هنرآموز خود در گاوداری واحد آموزشی روش افزودن از منابع ازت غیر پروتئینی (اوره) به جیره را مشاهده و در صورت امکان در این عمل مشارکت نمایید.

فعالیت عملی ۲: تشخیص منابع تأمین پروتئینی

از انبار مواد خوراکی گاوداری یا مرغداری واحد آموزشی خود بازدید نموده و منابع پروتئینی موجود را شناسایی نمایید.

خودآزمایی

- ۱- خصوصیات اختصاصی یک پروتئین به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۲- چند نوع اسید آمینه شناسایی شده است و چند تا از آن‌ها ضروری هستند؟
- ۳- دو اسید آمینه را که در نشخوارکنندگان ضروری نبوده ولی برای طیور اهمیت دارند، نام ببرید.
- ۴- چهار اسید آمینه ضروری را نام ببرید.
- ۵- چرا یک اسید آمینه، ضروری محسوب می‌شود؟
- ۶- انواع پروتئین‌ها را نام ببرید.
- ۷- چرا پروتئینی را مرکب می‌نامند؟
- ۸- چند پروتئین مرکب را نام ببرید.
- ۹- چهار وظیفه‌ی با اهمیت مواد پروتئینی را ذکر کنید.
- ۱۰- اسیدهای آمینه بعد از جذب چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند؟
- ۱۱- منابع پروتئین قابل استفاده در تغذیه دام و طیور و آبزیان را نام ببرید.

ویتامین‌ها

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ویتامین‌ها را تعریف کند.
- تقسیم بندی ویتامین‌ها را بیان کند.
- نقش ویتامین‌ها را در تغذیه توضیح دهد.
- منابع مورد استفاده ویتامین‌ها را در تغذیه شرح دهد.

ویتامین‌ها ترکیباتی آلی هستند که برای ادامه‌ی زندگی و رشد طبیعی حیوان به مقدار کم ضروری هستند. بیشتر ویتامین‌ها در بدن ساخته نمی‌شوند و باید همراه خوراک در اختیار دام‌ها قرار گیرند. انسان به تجربه دریافته است که انواع مشخصی از ویتامین‌ها، در بدن یا در اثر فعالیت‌های متابولیکی از پیش ویتامین‌ها ساخته شده و یا در بعضی دام‌ها در دستگاه گوارش توسط میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند.

تقسیم بندی ویتامین‌ها

ویتامین‌ها به دو گروه اصلی «ویتامین‌های محلول در چربی» و «ویتامین‌های محلول در آب» تقسیم می‌شوند.

ویتامین‌های محلول در چربی برای تکامل و نگهداری ساختمان بافت‌ها وظایفی کاملاً اختصاصی به عهده دارند. در صورتی که ویتامین‌های محلول در آب به عنوان جزئی از ساختمان کوآنزیم‌ها در انواع فعالیت‌های سوخت و سازی شرکت می‌کنند.

۱-۵- ویتامین‌های محلول در چربی

ویتامین‌های A، D، E و K متعلق به گروه ویتامین‌های محلول در چربی

هستند.

ویتامین A: نام شیمیایی این ویتامین رتینول^۱ است و در بدن وظایف عمده‌ای به عهده دارد. مهمترین وظیفه‌ی آن در انتقال تحریکات نوری از چشم به مغز است. این ویتامین در ابتدا باید به پروتئین‌های مخصوصی در چشم متصل شده و رنگیزه‌های بینایی را تولید کند، تا بتواند تحریکات نوری را انتقال دهد. اهمیت ویتامین A در رابطه با فرآیند بینایی، بیشتر از سایر وظایف آن مورد بررسی و توجه قرار گرفته است. از دیگر وظایف ویتامین A، شرکت در تشکیل ساختمان استخوان‌ها، نگهداری بافت‌های مخاطی، ساخت برخی هورمون‌ها و رشد عمومی بدن است. کاروتن را پیش ویتامین A می‌نامند، چون خود فعالیت ویتامینی ندارد، اما در کبد به نوع فعال ویتامین A تبدیل می‌شود.

کمبود ویتامین A موجب خشکی سلول‌های پوستی اعم از پوست خارجی بدن و یا بافت‌های پوششی داخلی مانند مجاری تنفسی، دستگاه گوارش، اعضای تناسلی و همچنین چشم می‌شود. بدین ترتیب نفوذ پذیری عوامل بیماری تسهیل و قدرت مقاومت دام در مقابل بعضی بیماری‌ها، کاهش می‌یابد. این امر در گوساله‌ها منجر به بروز اسهال و ذات‌الریه می‌شود. تغییر حالت بافت مخاطی اعضای تناسلی دام ماده موجب عدم باروری می‌شود. و در صورت بارور شدن، تغذیه جنین مختل می‌شود و جنین ناقص متولدشده یا سقط می‌شود. ضمناً وجود ویتامین A برای ساخت هورمون‌های جنسی نیز ضروری است.

در گاو بالغ کمبود ویتامین A منجر به خشکی پوست و زبری مو شده و چنانچه این کمبود ادامه یابد، باعث خشکی مخاط چشم می‌شود.

ریزش اشک، نرمی و تیرگی قرنیه چشم که بروز «زروفالمی^۲» را به دنبال دارد، از عوارض کمبود این ویتامین است. از عوارض اولیه‌ی کمبود ویتامین A، کاهش دید در نور کم است که اصطلاحاً به آن شبکورگی می‌گویند. شبکورگی در اثر کمبود ویتامین A در تمام حیوانات بروز می‌کند. در گوساله‌ها، خوردن آغوز در ابتدای تولد که به مقدار زیاد حاوی ویتامین A است، از بروز عوارض کمبود جلوگیری می‌کند.

در عمل، احتمال بروز عوارض ناشی از کمبود ویتامین A در صورتی که دوره کمبود ویتامین کوتاه باشد، ضعیف است. حیواناتی که چرا می‌کنند، پیش ویتامین A را از علوفه‌ی مرتع به دست می‌آورند.

موارد کمبود در حیواناتی که در داخل اصطبل نگهداری می‌شوند و بیشتر به وسیله دانه‌های غلات تغذیه می‌شوند، دیده شده است، در این حالت بهتر است همراه خوراک مکمل‌های حاوی

۱- Retinol

۲- Xerophthalmia

ویتامین به دام‌ها خورانیده شود. چون این نوع خوراک‌ها طبیعتاً به اندازه‌ی کافی، پیش ویتامین A ندارند.

در طیور کمبود ویتامین A باعث افزایش مرگ و میر می‌شود، که ابتدا با تأخیر در رشد، ضعف، ژولیدگی پرها و عدم تعادل گردن همراه است. در طیور بالغ تولید تخم مرغ و باروری آن‌ها کاهش می‌یابد. به طور کلی چون اکثر غذاهای متراکم مصرفی در جیره غذایی طیور دارای مقدار بسیار کمی از ویتامین A یا کاروتن هستند، باید نسبت به تأمین این ویتامین پیش‌بینی‌های لازم را کرد. هاپیر - ویتامینوسیس یا مسمومیت ویتامین A نیز بسیار محتمل است و بنابراین نباید در مصرف آن زیاده روی شود.

منابع: ویتامین A فقط در مواد خوراکی با منشأ حیوانی یافت می‌شود. از بین غذاهای دامی با منشأ حیوانی، کبد و یا روغن کبد ماهی، حاوی مقدار زیادی ویتامین A است. شیر پس چرخ و آب پنیر فاقد ویتامین A هستند، زیرا ویتامین‌های محلول در چربی با خامه از شیر جدا می‌شوند.

در زرده تخم مرغ و چربی شیر مقدار زیادی ویتامین A یافت می‌شود که با توجه به جیره غذایی دام در هنگام تولید این مواد مقادیر ویتامین متغیر است.

در علوفه‌های سبز و تازه، ویتامین A وجود ندارد. ولی ماده اولیه ایجاد ویتامین A (پیش ویتامین A یا کاروتن) یافت می‌شود. این ماده به مقدار زیاد در تمام گیاهان سبز موجود است. دام‌ها در هنگام چرا و تغذیه، از علوفه سبز و تازه بیشترین کاروتن را از گیاه دریافت می‌دارند. مقدار کاروتن در گیاه بعد از برداشت و آغاز خشک شدن، کاهش می‌یابد. در تهیه مواد سیلویی (خوراک‌های تخمیری) مقدار ضایعات کاروتن متغیر بوده و عواملی از قبیل درجه پزردگی گیاه هنگام سیلو کردن بر روی میزان آن، تأثیر دارند.

ویتامین D: یکی دیگر از ویتامین‌های محلول در چربی است که آن را به نام ویتامین ضد ریکتز نیز می‌خوانند. این ویتامین با تأثیر بر جذب کلسیم و فسفر، باعث جلوگیری از عارضه ریکتز می‌شود. ویتامین D با هورمون غدد پاراتیروئید رابطه متقابل دارد. همانگونه که قبلاً عنوان شد، ویتامین D در تشکیل استخوان‌ها (جذب و باز جذب کلسیم و فسفر از استخوان‌ها) و رشد آن‌ها، نقش عمده دارد.

ویتامین D دارای دو نوع مهم D_2 و D_3 است. این دو نوع ویتامین در مقایسه با ویتامین A در مقابل اکسیداسیون مقاومتر بوده و ضمناً ویتامین D_3 از D_2 مقاومتر است.

تأثیر ویتامین D_3 در طیور بیشتر از ویتامین D_2 بوده اما در بقیه گونه‌های دامی و انسان تأثیر

هر دو نوع مشابه است.

اثر اصلی کمبود ویتامین D، رشد غیر طبیعی استخوان بندی دام است. در غیاب کلسیم و فسفر کافی، آهکی شدن طبیعی صورت نمی‌گیرد. بنابراین، چه در اثر کمبود ویتامین D که منجر به عدم جذب کلسیم می‌شود و چه در اثر کمبود کلسیم یا فسفر، هر دو عوارض مشابهی در استخوان بندی ایجاد خواهند کرد (عوارض ریکتز و اُستئومالیشیا). در طیور کمبود ویتامین D، باعث نرمی منقار و استخوان‌ها می‌شود به علاوه رشد به تأخیر افتاده و پاها کمائی شکل می‌شوند، همچنین تولید تخم مرغ و کیفیت پوسته آن نیز کاهش می‌یابد.

هایپر - ویتامینوسیس یا مسمومیت ویتامین D در بعضی از گونه‌های دامی دیده شده است و بنابراین، استفاده از این ویتامین باید به اندازه مناسب برای هر گونه انجام پذیرد.

منابع: ویتامین D دارای منابع محدودی بوده، به ندرت در گیاهان یافت می‌شوند و بیشتر در علوفه خشبی خشک شده در آفتاب وجود دارند. در دام‌ها ویتامین D₃ به مقدار کم در برخی از بافت‌ها یافت شده و تنها در بعضی ماهی‌ها فراوان است. روغن ماهی و زرده تخم مرغ منابع غنی از این ویتامین هستند. شیر در حالت طبیعی از لحاظ این ویتامین فقیر است ولی شیر تابستان اندکی غنی‌تر از شیر زمستان است. در آغوز مقدار این ویتامین ۶ تا ۱۰ برابر مقدار آن در شیر معمولی است. چنانچه انواع گونه‌های دامی بتوانند روزانه مدتی در معرض نور آفتاب قرار گیرند، این ویتامین در بدن آن‌ها ساخته می‌شود.

ویتامین E: گروهی از ترکیبات شیمیایی به نام توکوفرول‌ها در طبیعت وجود دارند که نوع آلفای آن‌ها را به نام ویتامین E می‌شناسند. ویتامین E دارای وظایف مهمی در بدن است. این ویتامین در بدن به نقش یک آنتی اکسیدان عمل می‌کند. به عنوان مثال، از اکسید شدن اسیدهای چرب غیر اشباع و همچنین ویتامین A در حیوان جلوگیری می‌کند که این عمل در کیفیت لاشه بعد از کشتار حائز اهمیت است، زیرا ویتامین E ذخیره شده در چربی بدن دام، بعد از کشتار نیز در آن باقی می‌ماند. در غذاهای دامی، ترکیبات مختلفی وجود دارد که عمل ویتامین E را انجام می‌دهند و از همه مهمتر و مؤثرتر نوع «آلفا - توکوفرول» است.

ویتامین E در انسجام بافت ماهیچه‌ای و نیز در نگهداری و حفظ دستگاه تولیدمثل دام نر، نقش مهم به عهده دارد.

کمبود ویتامین E موجب تحلیل رفتن ماهیچه‌ها در گوساله و بره می‌شود که بارزترین علامت کمبود ویتامین E است. فعالیت این ویتامین در بسیاری از موارد بستگی به حضور عنصر سلنیوم دارد.

منظور کردن مقادیر کافی این ویتامین در جیره دام‌های آبستن، ضروری است، زیرا مقدار ویتامین E موجود در بدو تولد و همچنین در شیر مادر بستگی به مقدار ویتامین E جیره‌ی مادر دارد. کمبود این ویتامین باعث نارسایی‌های تولید مثلی در دام‌های بزرگ شده و روی آبستنی دام‌ها تأثیر می‌گذارد.

کمبود این ویتامین باعث بروز عوارض مختلف در جوجه‌ها نیز می‌شود.

منابع: در تعداد زیادی از خوراک‌های دامی ویتامین E وجود دارد. در علوفه سبزی جوان همچنین در جوانه‌ی دانه گیاهان به مقدار زیاد «توکوفرول» وجود دارد. علف جوان از نظر ویتامین E غنی‌تر از علوفه مسن است. مقدار ویتامین E در برگ‌ها ۲۰ تا ۳۰ برابر مقدار موجود در ساقه است. در هنگام خشک کردن علوفه، احتمالاً تا ۹۰٪ این ویتامین از بین می‌رود، با سیلو کردن علوفه، اتلاف کمتر خواهد بود. دانه‌ی غلات هم از منابع غنی ویتامین E بوده که ترکیب توکوفرول بسته به گونه‌ی گیاه متغیر است. منابع با منشأ حیوانی از نظر وجود این ویتامین فقیر هستند که مقدار آن با توجه به میزان ویتامین E در خوراک متفاوت است.

ویتامین K: به عنوان ویتامین انعقاد خون نیز شناخته شده است. این ویتامین در نشخوارکنندگان، توسط میکروارگانیسم‌ها در شکمبه ساخته می‌شود و در شرایط طبیعی کمبود آن در این گونه دام‌ها دیده نمی‌شود.

در پستانداران تک معده‌ای نیز ساخت آن توسط بعضی از میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش معمولاً احتیاج دام را برطرف می‌کند. در طیور به علت کوتاه بودن طول لوله‌ی گوارش و مصرف داروهای ضد باکتری میزان ساخت میکروبی این ویتامین برای تأمین احتیاجات دام کافی نیست و باید به جیره غذایی اضافه شود.

ویتامین K در حرارت‌های معمولی نسبتاً پایدار بوده ولی در معرض نور خورشید به سرعت از بین می‌رود.

کمبود ویتامین K، سبب طولانی شدن زمان ایجاد لخته، خونریزی‌های عمومی و مرگ در حالت‌های شدید کمبود می‌شود.

نشانه‌های کمبود ویتامین K در جوجه، با تأخیر انعقاد خون همراه بوده و با زخمی شدن جوجه احتمالاً خونریزی آنقدر ادامه می‌یابد تا جوجه تلف شود. این علائم در طیور بالغ دیده نشده است. **منابع:** این ویتامین در برگ سبزی گیاهان وجود دارد. یونجه، کلم و کلم پیچ منابع خوب و غنی این ویتامین هستند.

مقدار این ویتامین در محصولات دامی، بستگی به خوراک مصرفی دام دارد. ولی زرده‌ی

تخم مرغ و آرد ماهی سرشار از این ویتامین هستند.

۲-۵- ویتامین‌های محلول در آب

این ویتامین‌ها شامل دو دسته‌ی، ویتامین‌های گروه B و ویتامین C می‌شود. ویتامین‌های گروه B، برخلاف ویتامین‌های محلول در چربی، به مقدار بسیار ناچیز در بدن دام ذخیره می‌شوند (به جز ویتامین B_{۱۲}). بنابراین، کمبودهای ایجاد شده نمی‌تواند به وسیله جایگزینی از ذخایر بدن تأمین شود، بلکه باید همواره این ویتامین‌ها در اختیار دام قرار داشته باشد. تأمین ویتامین‌های گروه B برای تمام دام‌های تک معده‌ای و همچنین نوزاد دام‌های نشخوارکننده تا زمانی که فعالیت شکمبه آن آغاز نشده است، باید از طریق خوراک انجام شود.

در نشخوارکنندگان، معمولاً مقدار ویتامین گروه B موجود در علوفه مصرفی و مقدار ساخته شده توسط میکروارگانیسم‌ها به اندازه‌ای است که نیاز دام به حد مطلوب مرتفع شود.

ویتامین B_۱ (تیامین) : این ویتامین در آب محلول بوده و دارای بوی مخصوص و طعمی نظیر گوشت است. در محلول‌های اسیدی ضعیف، نسبتاً پایدار ولی در محلول‌های خنثی به سادگی متلاشی می‌شود. کمبود این ویتامین در کلیه دام‌ها با کاهش اشتها، لاغری مفرط، ضعف ماهیچه‌ها و از کار افتادن تدریجی دستگاه عصبی همراه است.

جوجه‌هایی که با جیره فقیر از لحاظ تیامین پرورش می‌یابند، فاقد اشتها بوده و در نتیجه دچار لاغری مفرط می‌شوند. احتمال کمبود آن در طیور، با توجه به غنی بودن دانه‌های غلات از این ویتامین، کم است.

در نشخوارکنندگان و اسب نیز با توجه به ساخت تیامین توسط میکروارگانیسم‌ها در دستگاه گوارش، احتمال بروز عوارض ناشی از کمبود بسیار کم است.

منابع : در اکثر خوراکی‌ها وجود داشته و تراکم این ویتامین در جوانه‌ی دانه‌های غلات زیاد است. لوبیا، نخود و گیاهان سبز پر برگ منابع خوب تیامین هستند.

در محصولات دامی نیز، زرده تخم مرغ، کبد و کلیه حاوی تیامین هستند. تیامین به صورت مصنوعی نیز تهیه شده و در بازار موجود است.

ویتامین B_۶ (ریبوفلاوین) : این ویتامین در آب به مقدار کم محلول است. در مقابل حرارت پایدار و در محلول‌های قلیایی از بین می‌رود. ریبوفلاوین در مقابل نور، بخصوص اشعه‌ی ماوراء بنفش، ناپایدار است.

در مرغ‌های مادر، کمبود این ویتامین با کاهش قابلیت جوجه درآوری تخم مرغ و غیرطبیعی

شدن جنین در داخل تخم مرغ بروز می‌کند.

رشد جوجه‌هایی که جیره آن‌ها از نظر ریبوفلاوین فقیرند، با کندی انجام می‌شود. همچنین در این جوجه‌ها بیماری پیچیدگی و فلج پنجه پا بروز کرده و جوجه‌ها بر روی میج پا راه می‌روند. با توجه به کمبود این ویتامین در غلات که قسمت اعظم خوراک طیور را تشکیل می‌دهند، احتمال بروز عوارض ناشی از کمبود آن وجود دارد. همچنین با توجه به ساخت ریبوفلاوین توسط میکروب‌ها در دستگاه گوارش و دفع آن همراه با فضولات طیور، هنگامی که جوجه‌ها در روی بستر در کف سالن نگهداری می‌شوند و به فضولات خود دسترسی دارند، می‌توانند مقداری از نیاز خود را با نوک زدن تهیه کنند.

این ویتامین در شکمبه‌ی نشخوارکنندگان توسط میکروارگانیسم‌ها ساخته می‌شود و در شرایط معمولی نیاز به اضافه کردن آن به جیره‌های غذایی این گونه دام‌ها نمی‌باشد. اما در اسب میزان ساخته شده در روده کور کافی نبوده و باید در خوراک منظور شود.

منابع: دانه‌های غلات از لحاظ این ویتامین فقیر هستند، ولی در محصولات سبز و پر برگ وجود دارد. همچنین مخمرها، کبد، شیر و آب پنیر از منابع غنی آن هستند.

نیکوتین آمید – (نیاسین): نیکوتین آمید شکل فعال این ویتامین است. این ویتامین در مجاورت حرارت، اسید، قلیا و یا بر اثر اکسیداسیون از بین نرفته و ویتامینی پایدار است. از آنجایی که اسید آمینه‌ی تریپتوفان می‌تواند به ساخت این ویتامین در بدن کمک کند، چنانچه پروتئین‌های غنی از این اسید آمینه مصرف شوند، نیاز به افزودن این ویتامین به جیره‌های غذایی به حداقل می‌رسد.

کمبود نیاسین، نیز با کاهش رشد و اشتها همراه است. در صورتی که جیره غذایی طیور حاوی مقدار زیادی ذرت باشد، علائمی حاکی از کمبود این ویتامین در بدن، بروز می‌کند. زیرا مقدار ویتامین و همچنین اسید آمینه‌ی تریپتوفان به عنوان ماده اولیه سازنده آن در ذرت بسیار کم است. کمبود این ویتامین در جوجه‌ها با کاهش پردرآوری، تیرگی و سیاه شدن زبان و ورقه ورقه شدن پوست همراه است.

منابع: بادام زمینی و کنجاله‌ی آفتابگردان از منابع غنی نیاسین هستند. کبد نیز از منابع خوب و غنی این ویتامین است. همچنین شیر و تخم مرغ حاوی ماده اولیه ساخت ویتامین (تریپتوفان) بوده ولی اصولاً خود فاقد ویتامین هستند.

ویتامین B_۶: این ویتامین به صورت ترکیبات مختلف وجود دارد که در بدن قابل تبدیل به یکدیگر هستند، در مقابل حرارت، پایداری کمی داشته و از بین می‌روند. این ویتامین در عملکرد

پروتئین‌ها و متابولیسم آن‌ها نقش اساسی بعهده دارد.

کمبود ویتامین B_۶ با علائمی در سیستم عصبی ظهور می‌کند. در جوجه‌هایی که با جیره‌های فقیر از نظر ویتامین تغذیه می‌شوند، حرکات جهشی و هیجان عصبی به چشم می‌خورد. در حالی که در طیور بالغ، تولید تخم مرغ و همچنین قابلیت جوجه‌کشی تخم، به شدت کاهش می‌یابد. احتمال بروز علائم کمبود این ویتامین به علت گستردگی منابع آن کم است.

منابع: منابع این ویتامین فراوان بوده که مخمرها، کبد، شیر، دانه‌های غلات و حبوبات از لحاظ این ویتامین غنی‌تر هستند.

ویتامین B_{۱۲}: یکی از جدیدترین ویتامین‌های کشف شده است. این ویتامین به عنوان یکی از عوامل رشد حیوانی شناخته شده است. همچنین به رفع کم‌خونی ایجاد شده توسط جراحی یا زخم کمک می‌کند. در ساختمان این ویتامین عنصر کبالت بکار رفته است.

تأثیر کمبود ویتامین B_{۱۲} در دام‌های بالغ، کمتر از دام‌های جوان در حال رشد است. رشد در دام‌های جوان، در اثر کمبود این ویتامین به شدت کاهش یافته و مختل می‌شود. در نتیجه، میزان تلفات افزایش می‌یابد.

به خاطر تأمین عمده‌ی احتیاجات ویتامینی طیور از راه مدفوع، دسترسی این دام به فضولاتش اهمیت بسیار دارد.

میکروارگانیزم‌های موجود در شکمبه در صورت وجود مقدار کافی کبالت در جیره، می‌توانند ویتامین B_{۱۲} مورد نیاز خود و در نهایت نشخوارکننده میزبان را بسازند. در جیره‌ی غذایی نوزاد نشخوارکنندگان که هنوز شکمبه فعال ندارند باید این ویتامین منظور شود.

منابع: ویتامین B_{۱۲}، تقریباً فقط به وسیله میکروارگانیزم‌ها ساخته شده و تصور می‌شود که وجود آن در مواد غذایی در اصل از منشأ میکروبی است. غذاهای با منشأ حیوانی منبع اصلی ویتامین B_{۱۲} هستند و به خصوص در کبد به وفور یافت می‌شود.

ویتامین‌های گروه B شامل تعداد دیگری نیز هستند، که عبارتند از: کولین، بیوتین، فولاسین، اسید پنتوتنیک که برای جلوگیری از طولانی شدن مطلب فقط به ذکر نام آن‌ها اکتفا می‌شود.

ویتامین C: این ویتامین از لحاظ شیمیایی به نام اسیداسکوربیک مشهور است. ویتامین C در آب محلول و خواص اسیدی و احیاکنندگی قوی دارد. در حضور مواد قلیایی به آسانی تجزیه می‌شود. این تجزیه در مقابل نور تسریع می‌شود. بعضی از حیوانات این ویتامین را در بدن خود می‌سازند. تجزیه و تخریب ویتامین C، در بدن دام‌ها بسیار کم انجام گرفته، به همین دلیل در شرایط طبیعی علائم کمبود بروز نمی‌کند. اما در شرایطی، مثل ناراحتی‌های حاصل از شرایط سخت جوی،

نیاز طیور به ویتامین C بیشتر از آنچه است که خود می‌توانند تولید کنند. در این حالت اضافه کردن ویتامین C به خوراک مصرفی می‌تواند، مفید باشد.

منابع: مرکبات و سبزی‌های سبز و پر برگ از منابع خوب و غنی این ویتامین هستند. البته اسید اسکوربیک به صورت مصنوعی نیز تولید شده و در بازار موجود است و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فعالیت عملی ۱: مشاهده و تفکیک منابع تأمین‌کننده ویتامین‌های محلول در چربی

در انبار مواد خوراکی گاوداری یا مرغداری هنرستان خود، مواد خوراکی تأمین‌کننده ویتامین‌های محلول در چربی را تفکیک کرده و گزارش تهیه نمایید (گزارش خود را بر مبنای خصوصیات ظاهری و نقش هر یک تنظیم نمایید).

فعالیت عملی ۲: مشخص کردن منابع تأمین‌کننده ویتامین‌های محلول در آب

با استفاده از کتب مرجع مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه دام و طیور که ویتامین‌های محلول در آب را تأمین می‌کنند را به تفکیک فهرست نمایید.

خودآزمایی

- ۱- تقسیم بندی کلی ویتامین‌ها چگونه و بر چه اساسی است؟
- ۲- کمبود ملایم ویتامین A و ادامه‌ی کمبود در گاو بالغ چه عوارضی را بروز می‌دهد؟
- ۳- کمبود ویتامین A در طیور چه عوارضی را نشان می‌دهد؟
- ۴- چرا شیر پس چرخ و آب پنیر فاقد ویتامین A هستند؟
- ۵- با توجه به عدم وجود ویتامین A در گیاهان، چرا آن‌ها در رابطه با تأمین ویتامین A در بدن دام اهمیت دارند؟
- ۶- کمبود ویتامین D در طیور چه اثر و عوارضی دارد؟
- ۷- تأمین ویتامین K در نشخوارکنندگان چگونه انجام می‌شود؟
- ۸- چگونه و در چه شرایطی در نشخوارکنندگان ویتامین B_{۱۲} ایجاد می‌شود؟

مواد معدنی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

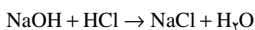
- مواد معدنی را تعریف کند.
- تقسیم بندی مواد معدنی را بیان کند.
- نقش مواد معدنی در تغذیه را توضیح دهد.
- منابع مورد استفاده مواد معدنی را در تغذیه شرح دهد.

مواد معدنی، عناصر غیر آلی موجود در طبیعت هستند که در بدن موجودات زنده اعم از گیاهی و جانوری وجود دارند.

انسان، نیاز به وجود مواد معدنی در خوراک دام‌ها را از اوایل اهلی کردن و پرورش این دام‌ها، تشخیص داده است و با توجه به تحقیقات انجام شده در تأمین این مواد برای دام‌ها، هنوز مسائل ناشناخته‌ای در تغذیه مواد معدنی به ویژه برای دام‌های پر تولید، وجود دارد. این عناصر، اغلب به صورت نمک^۱، و یا همراه با ترکیبات آلی وجود دارند. اگر چه از مواد معدنی موجود در طبیعت، تعداد زیادی در بافت‌های مختلف بدن یافت می‌شوند، ولی احتمالاً همه‌ی آن‌ها مورد استفاده در سوخت و ساز یا متابولیسم قرار نمی‌گیرند. از این عناصر آن‌هایی را که در متابولیسم دخالت دارند، اصطلاحاً عناصر معدنی ضروری می‌نامند. زیرا اگر یکی از این عناصر و یا ترکیبات آن‌ها از جیره حذف شود، علائم کمبود در دام ایجاد می‌شود و همچنین افزودن آن عنصر یا ترکیبات آن به جیره، از بروز نشانه‌های کمبود جلوگیری کرده یا آن را برطرف می‌کند.

در سلول‌ها، تقریباً همه عناصر معدنی ضروری وظایفی به عهده دارند که عمده‌ی آن‌ها وظایف کاتالیزوری در واکنش‌های متعدد است. اما برخی از عناصر، علاوه بر وظایف عمومی وظایف و عملکردهای خاص نیز دارند، مثلاً کلسیم و فسفر، در استخوان‌ها نقش ساختمانی دارند. در صورتی

۱- هرگاه یک یون فلزی جانشین هیدروژن یک اسید شود، نمک حاصل می‌گردد.



که گوگرد برای ساخت پروتئین‌های ماهیچه‌های اسکلت بدن مورد نیاز است. حتی بعضی از عناصر وظایف منحصر به فرد دارند، به عنوان مثال آهن یا کبالت در متابولیسم، نقش‌های منحصر به فرد دارند. عناصر معدنی اگر چه خود فاقد انرژی هستند، اما در مصرف انرژی، جابه جایی آن و نیز در کل متابولیسم سایر مواد مغذی از فاکتورهای ضروری به شمار می‌روند و در فعال سازی آنزیم‌ها نیز نقش دارند.

لازم به تذکر است که هضم و جذب هر کدام از عناصر معدنی باید به میزان معینی انجام گیرد و به همان گونه که وجود هر کدام برای فعل و انفعالات بدن لازم است، چنانچه مصرف آن‌ها از مقدار مشخصی تجاوز کند، در مراحل اولیه می‌تواند در جذب یا فعالیت بعضی دیگر از عناصر اختلال ایجاد کند. اما در مراحل پیشرفته، یعنی زمانی که مصرف برخی از عناصر بیش از حد شود، ایجاد مسمومیت کرده و باعث عوارض متعدد می‌شود که در بسیاری از موارد مرگ حیوان را به دنبال دارد.

عناصر معدنی، اغلب با خوراک و یا طرق دیگر به مصرف دام می‌رسند. از آن قسمت که به صورت خوراکی وارد دستگاه گوارش می‌شود، بخشی جذب و مابقی دفع می‌شود. از مقدار جذب شده قسمتی در ساختمان اعضای بدن وارد شده و بخشی نیز در واکنش‌های سوخت و سازی بدن دخالت می‌کند. مقداری نیز جذب نشده و از راه‌های مختلف مثل ادرار یا مدفوع و غیره دفع می‌شود.

سه فعل و انفعال جذب، استقرار و دفع، با یکدیگر ارتباط و تداخل دارند و دائماً در حالت تبدیلی به سر می‌برند. به این ترتیب که بافت‌های بدن همیشه در تلاش هستند تا بین مواد معدنی قابل جذب و تبدلات بدن تعادل لازم را ایجاد کنند. (نمودار ۱-۶)

تقسیم بندی مواد معدنی

مواد معدنی را با توجه به نیاز دام و تراکم آن‌ها در بدن، به دو دسته‌ی پر نیاز^۱ و کم نیاز^۲، تقسیم می‌کنند.

۱-۶- مواد معدنی پر نیاز

عناصر کلسیم، فسفر، منیزیم، گوگرد، سدیم، پتاسیم و کلر از این دسته محسوب می‌شوند.

۱- Macroelements (Macromineral)

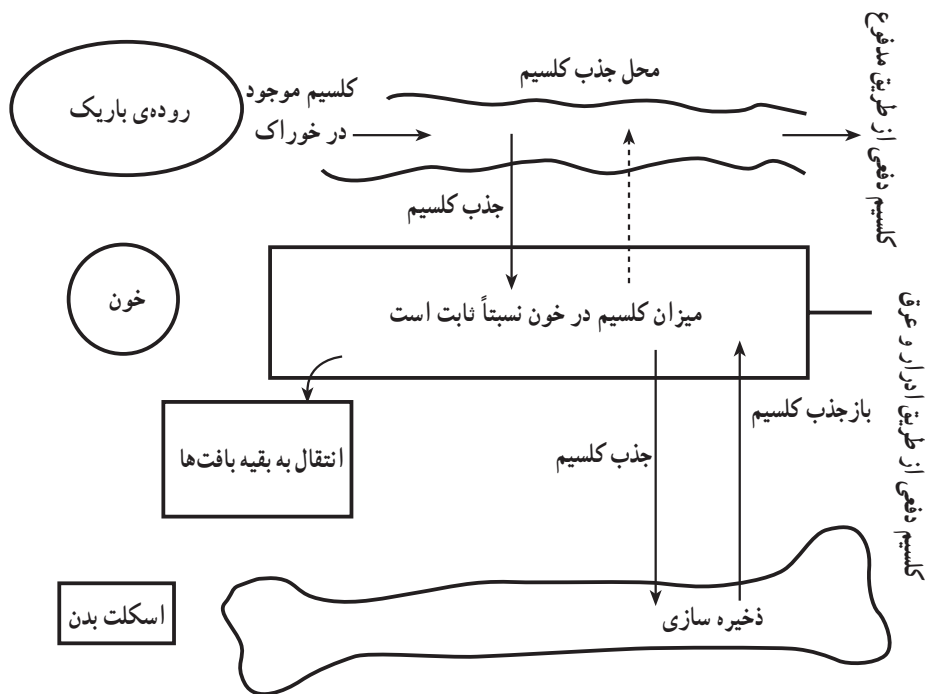
۲- Microelements (Micromineral)

کلیات : هضم و جذب مواد معدنی در دستگاه گوارش بستگی به گونه حیوانی دارد. به این معنی که بر خلاف دام‌های تک معده‌ای، در نشخوارکنندگان عناصر معدنی ابتدا در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرد. برخی نیز ممکن است در شکمبه به صورت کمپلکس‌هایی در آمده، جذب آن‌ها با تأخیر انجام شود و یا کلاً از دسترس جذب خارج شوند. در صورتی که بعضی نیز مستقیماً می‌توانند مورد استفاده‌ی میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار گیرند. جذب عناصر پرنیاز، عمدتاً در روده‌ی باریک انجام می‌پذیرد. در نشخوارکنندگان بعضی عناصر ممکن است در پیش معده نیز جذب شوند. محل اصلی جذب در دستگاه گوارش بسته به عنصر و نوع دام متفاوت است. میزان و سرعت جذب عناصر، تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد.

از جمله این عوامل، نوع ترکیبات شیمیایی عناصر در خوراک‌ها، تأثیر متقابل مواد دیگر موجود در خوراک بر روی عنصر مورد نظر و شرایط ویژه‌ی حیوان را می‌توان نام برد. دفع عناصر پرنیاز از بدن، از راه‌های مدفوع، ادرار و تعریق امکان‌پذیر است. نوع دام نیز می‌تواند عاملی مؤثر بر دفع مواد معدنی از راه‌های مختلف باشد.

کلسیم: فراوانترین ماده معدنی موجود در بدن دام‌ها کلسیم است. این عنصر به اشکال مختلف در بدن نقش دارد و مهمترین قسمت بافت استخوانی و دندان‌ها است. تقریباً ۹۹ درصد از کل کلسیم بدن در این دو قسمت وجود دارد. خاکستر استخوان حاوی تقریباً ۳۶ درصد کلسیم، ۱۷ درصد فسفر و کمتر از ۱ درصد منیزیم است. کلسیم جزء لازم سلول‌های زنده‌ی بدن و مایعات بافتی است و حضور آن در فعالیت تعدادی از سیستم‌های آنزیمی، در انتقال جریان‌های عصبی و انقباضات ماهیچه‌ای ضروری است. کلسیم در پلاسمای خون موجود بوده و در انعقاد خون نیز نقش دارد. این عنصر در تولید شیر و تشکیل پوسته‌ی تخم مرغ نقش اساسی دارد. از نظر شیمیایی اسکلت بدن ثابت و بدون تغییر نیست. زیرا تبادل کلسیم و فسفر در آن به طور دائم انجام می‌شود و مقادیر مختلفی از کلسیم و فسفر استخوان‌ها در موقع لزوم آزاد شده و به وسیله بافت‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پدیده در هنگام شیرواری و تخمگذاری بیشتر است.

به طور کلی، غده پاراتیروئید، عمل آزاد شدن کلسیم از استخوان‌ها را کنترل می‌کند. با کمبود کلسیم در خوراک، این غده تحریک شده با ترشح هورمون خود، باعث آزاد شدن کلسیم می‌شود، به نحوی که غلظت کلسیم را در خون تقریباً ثابت نگه می‌دارد. البته در این حالت چون کلسیم و فسفر به صورت ترکیب با یکدیگر در استخوان‌ها وجود دارند، فسفر نیز آزاد می‌شود ولی به علت عدم نیاز به آن، این ماده از بدن دفع خواهد شد. در جذب کلسیم و جایگزینی آن در استخوان‌ها، ویتامین D نقش اساسی دارد.



نمودار ۱-۶

بعضی از اسیدهای آلی، با کلسیم ترکیبات پایدار تولید می‌کنند، به صورتی که این عنصر از دسترس جذب خارج می‌شود. به عنوان مثال اسیدهای اگزالیک و فایتیک با کلسیم تولید آگزالات کلسیم و کلسیم فایتیت می‌کنند که برای دام‌ها قابل جذب نیست. کلسیم این ترکیبات، زمانی امکان جذب دارد که شکسته شده و بصورت یون آزاد شود. در غیر این صورت کلسیم به همان صورت کمپکس بدون آنکه جذب شود، از دستگاه گوارش خارج می‌شود. در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان تجزیه بعضی از این ترکیبات پیچیده تا حدودی امکان پذیر است. بخش عمده‌ای از کلسیم خوراک‌های دام به صورت این ترکیبات پایدار و پیچیده است، مثل کلسیم موجود در چغندر قند و فرآورده‌ها و ضایعات آن. کمبود کلسیم در بدن باعث ایجاد عوارض متعدد می‌شود. در دام‌های جوان و در حال رشد، استخوان‌ها به طور طبیعی رشد نکرده، استقامت لازم را ندارند و از نظر ظاهری نیز غیر طبیعی به نظر می‌رسند و به همین علت حیوان در هنگام راه رفتن دچار اشکال می‌شود. به این عارضه ریکتز^۱ یا راشیتیس می‌گویند که از علائم مشخصه آن لنگیدن است.

کمبود کلسیم در دام‌های بالغ، باعث عارضه‌ی پوکی استخوان می‌شود، زیرا کلسیم خارج

^۱ - Rickets

شده از استخوان‌ها جایگزین نشده است، به این عارضه استئومالاسی^۱ می‌گویند و از علائم مشخصه آن شکنندگی استخوان‌ها و ایجاد کجی یا انحنا در پاها است.

ظهور ریکتز و استئومالاسی، تنها مربوط به کمبود کلسیم نیست. زیرا کمبود فسفر، نسبت نامناسب بین کلسیم و فسفر و همچنین کمبود ویتامین D نیز باعث بروز نشانه‌های این عارضه می‌شود. این عوامل همچنین باعث بروز عارضه‌ی تب شیردر گاوهای شیرده می‌شود. کاهش کلسیم سرم خون، تشنج عضلانی، و در نهایت فلجی و بی‌حسی کامل، همه از علائم این عارضه است.

برای رفع کمبود کلسیم، می‌توان آن را به صورت مکمل به جیره‌های غذایی افزود. در افزودن مکمل کلسیم به جیره غذایی دام‌ها، باید نسبت بین کلسیم و فسفر جیره رعایت شود، زیرا نامناسب بودن این نسبت بین دو عنصر حداقل به اندازه کمبود آن‌ها زیان آور است. مناسبترین نسبت را در حدود ۲ قسمت کلسیم به ۱ قسمت فسفر در دام‌ها، به غیر از طیور تخمگذار می‌دانند.

نسبت کلسیم برای مرغ تخمگذار بیشتر است. زیرا این حیوان برای تولید پوسته تخم مرغ احتیاج بیشتری به کلسیم دارد و چنانچه در جیره غذایی، کلسیم به مقدار کافی وجود نداشته باشد، پوسته‌ی تخم مرغ بیش از حد نازک می‌شود.

دفع کلسیم عمدتاً از راه مدفوع است و به میزان ناچیز از راه ادرار و عرق نیز دفع می‌شود. منابع کلسیم: از منابع گیاهی، علوفه گیاهان و محصولات سبز و پربرگ بخصوص گیاهان خانواده بقولات خوب کلسیم هستند.

گیاهان خانواده‌ی غلات و ریشه‌ها و به طور کلی دانه‌ها از لحاظ کلسیم فقیرند. از منابع حیوانی، شیر و فرآورده‌های آن، محصولات فرعی دامی و ضایعات فرآوری آن‌ها که حاوی استخوان باشند، (آرد استخوان و آرد گوشت و استخوان و آرد ماهی) بسیار غنی از کلسیم هستند. از مکمل‌های معدنی کلسیم متداول در تغذیه دام بخصوص در تغذیه دام‌های شیروار و مرغ‌های تخمگذار، آرد استخوان و دی کلسیم فسفات و آرد صدف را می‌توان نام برد.

فسفر: یکی دیگر از مواد معدنی مهم و ضروری در بدن است. رابطه بسیار نزدیک بین فسفر و کلسیم در استخوان وجود دارد. فسفر نیز مانند کلسیم در تشکیل استخوان‌ها و دندان‌ها مشارکت داشته و در حدود ۷۵٪ از کل فسفر بدن را می‌توان در این قسمت‌ها یافت. علاوه بر آن در ساختمان فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک نیز موجود است. فسفر در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و سایر مواد مغذی، همچنین جابه‌جایی انرژی در بدن و نیز به عنوان بخشی از بافرهای موجود در خون نقشی مهم و حیاتی به عهده دارد. مقدار فسفر در مقایسه با کلسیم در بدن کمتر است

و نقش ویتامین D در جذب آن در بدن، حائز اهمیت است.

فسفر نیز مانند کلسیم برای تشکیل استخوان‌ها ضروری بوده و کمبود آن در ظهور عوارض ریکنز و استئومالیشیا مؤثر است. از عوارضی که منحصراً در نتیجه کمبود فسفر در دام‌ها ایجاد می‌شود، «پیکا» یا گنده‌خواری است. در این بیماری اشتهای دام کم شده و به جویدن چوب، استخوان، پارچه و سایر اجسام خارجی، تمایل دارد.

از دیگر عوارض کمبود فسفر، ایجاد اختلال در دوره‌ی فعلی و کاهش باروری دام، کاهش تولید در گاوهای شیرده و کاهش تخم مرغ در مرغ‌های تخمگذار است. علاوه بر آن باعث رکود در رشد دام‌های جوان و نیز رکود در افزایش وزن دام‌های بالغ می‌شود.

از آنجا که کمبود فسفر در میان عناصر معدنی، معمولترین و از نظر اقتصادی، مهمترین عامل کاهش تولید است، توجه به این ماده معدنی در تغذیه انواع دام‌ها، حائز اهمیت فراوان است. همان گونه که در مبحث کلسیم نیز اشاره شد، مناسبترین نسبت کلسیم به فسفر را در محدوده‌ی جیره غذایی به ترتیب ۲ به ۱ می‌دانند و افزایش بیش از حد هر کدام از این دو عنصر مانع جذب دیگری و نیز بعضی از عناصر دیگر می‌شود.

دفع فسفر نیز مانند کلسیم عمدتاً از راه مدفوع است.

منابع فسفر: معمولاً قسمت‌های علوفه‌ای گیاهان در مقایسه با دانه‌ها، دارای میزان بسیار کمتری از این عنصر است. همچنین قسمت‌های جوان و در حال رشد گیاه، نسبت به قسمت‌های مسن‌تر، از نظر فسفر غنی‌ترند. بر همین اساس، کمبود فسفر در گوسفند کمتر از گاو مشاهده می‌شود، چون گوسفند بر حسب عادت، بیشتر از برگ‌های جوان و در حال رشد گیاه استفاده می‌کند. از منابع با منشأ حیوانی، شیر و فرآورده‌های آن و نیز محصولات فرعی دامی و ضایعات فرآوری آن‌ها که حاوی استخوان باشند، به عنوان منابع خوب فسفر شناخته شده‌اند. از منابع معدنی، مونوفسفات کلسیم، فسفات سدیم، فسفات آمونیم و دی‌فسفات کلسیم را می‌توان نام برد.

منیزیم: به طور وسیعی در بدن پراکنده است و بعد از کلسیم و فسفر، نسبت به سایر مواد معدنی، مقادیر بیشتری از آن در بدن وجود دارد. در حدود ۷۰ درصد کل منیزیم، در استخوان‌ها و بقیه در بافت‌های نرم و مایعات بدن پراکنده است. منیزیم، رابطه بسیار نزدیکی با کلسیم و فسفر دارد. معمولترین فعال کننده آنزیم‌ها در متابولیسم مواد مغذی و بخصوص کربوهیدرات‌ها است و در تولید و انتقال انرژی نیز مهمترین عنصر است. میزان جذب منیزیم در دام‌های مختلف، متفاوت است. در تک معده‌ای‌ها، میزان جذب بیشتر و متناسب با مصرف روزانه است. اما در دام‌های نشخوار کننده،

بسته به شرایط گوارشی و حضور سایر مواد معدنی، جذب منیزیم موجود در گیاهان علوفه‌ای، از حدود ۵۰٪ تا ۶۰٪ متغیر و بسته به میزان آن در خوراک روزانه، متفاوت است.

دفع منیزیم از طریق مدفوع و ادرار انجام می‌شود. مقدار دفع از راه ادرار بیشتر بوده و در حدود ۹۵ درصد از منیزیم دفعی توسط ادرار و مابقی همراه مدفوع دفع می‌شود.

علائمی ناشی از کمبود منیزیم، در جیره غذایی بعضی از دام‌ها دیده شده است، در دام‌های بالغ ظهور چنین علائمی را که با کاهش مقدار منیزیم خون همراه است، «کزاز یا غش علفی» می‌نامند.

از علائم این عارضه، تشنج عضلانی، حساسیت زیاد و حالت غش بخصوص در دام‌های نشخوار کننده است.

با افزایش مقدار منیزیم جیره، تا حدود زیادی می‌توان از بروز و شدت این عارضه کاست، که این عمل با اضافه کردن مخلوط مواد معدنی سرشار از منیزیم به جیره و یا با افزایش مقدار منیزیم مرتع به وسیله استفاده از کودهای منیزیم، امکان پذیر است.

منابع منیزیم: از منابع خوب منیزیم می‌توان سبوس گندم و بیشتر مواد متراکم پروتئین‌دار گیاهی مخصوصاً کنجاله دانه‌های روغنی را نام برد. اگر چه مقدار منیزیم موجود در علوفه، بسیار تفاوت داشته و متغیر است. اما گیاهان خانواده‌ی بقولات (شبدر و یونجه) در مقایسه با گیاهان خانواده‌ی گندمیان غنی‌ترند. از منابع معدنی، استات منیزیم و اکسید منیزیم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گوگرد: به عنوان جزئی از ترکیبات آلی در متابولیسم بدن انواع دام‌ها، دخالت دارد. بعضی از این ترکیبات عبارتند از: اسیدهای آمینه: متیونین، سیستئین و ویتامین‌های بیوتین، تیامین و هورمون انسولین.

اسیدهای آمینه گوگرد دار (متیونین و سیستئین) از اجزای اصلی پروتئین‌ها بوده و به‌طور وسیعی در تمام بدن پراکنده هستند. از آنجا که مصرف گوگرد عمدتاً به صورت جزئی از پروتئین است، کمبود این عنصر در بدن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. زیرا کمبود گوگرد، نمایانگر کمبود یک پروتئین خواهد بود.

گوگرد در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و جابه‌جایی و متابولیسم انرژی در بدن فعالیت دارد. همچنین در ساختمان پروتئینی کلاژن‌ها مشارکت می‌کند و در هورمون‌های پروتئینی و نیز در انعقاد خون دخالت دارد. جذب گوگرد، بسته به منبع گوگرد در خوراک متفاوت است. بعضی نظریه‌های علمی، جذب منابع آلی گوگرد را (مثلاً به صورت پروتئین) سریعتر از جذب منابع معدنی آن می‌دانند. کمبود گوگرد، باعث کاهش ساخت اسیدهای آمینه گوگرد دار و نهایتاً کاهش میزان ساخت پروتئین‌ها می‌شود که رشد دام را مختل می‌سازد.

در سال‌های اخیر، گاهی در جیره غذایی نشخوارکنندگان به جای قسمتی از پروتئین از اوره به منظور تأمین ازت استفاده می‌شود. میکروارگانسیم‌های شکمبه، زمانی که از ترکیبات ازته‌ی غیر پروتئینی استفاده کنند، توانایی ساخت اسیدهای آمینه گوگرددار را ندارند و بنابراین کمبود گوگرد در خوراک می‌تواند عامل محدود کننده‌ی ساخت متیونین و سیستئین باشد. تحت این شرایط، افزودن گوگرد به جیره‌ی حاوی این ترکیبات مفید واقع می‌شود. البته شواهدی در دست است که میکروارگانسیم‌های شکمبه از سولفات‌ها (نظیر سولفات سدیم) در مقایسه با عنصر گوگرد، بیشتر می‌توانند استفاده کنند. دفع گوگرد، هم از راه ادرار و هم از راه مدفوع صورت‌پذیر است. سولفات سدیم و گل گوگرد از جمله منابع مکمل گوگردی بشمار می‌روند که در مواقع کمبود گوگرد می‌توان از آن‌ها استفاده نمود.

پتاسیم: یکی دیگر از عناصر معدنی ضروری بدن است که در بدن اعمال مختلفی انجام می‌دهد. از آن جمله، به همراه کلر، سدیم و یون‌های بی‌کربنات (که به این مواد الکترولیت نیز می‌گویند) در تعادل اسیدی-بازی و تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن دخالت دارد. همچنین در قابلیت تحریک پذیری اعصاب و فعالیت ماهیچه‌ها و نیز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها، نقش دارد.

در شرایط طبیعی، به علت کافی بودن پتاسیم در جیره، کمبود دیده نمی‌شود و مقدار مازاد بر نیاز به سرعت از بدن دفع می‌شود که این دفع، از طریق ادرار صورت می‌گیرد. منابع پتاسیم: به طور کلی مقدار پتاسیم در گیاهان بسیار زیاد است. مثلاً در هر کیلوگرم ماده‌ی خشک علف بیش از ۲۵ گرم پتاسیم یافت شده که به این ترتیب با تغذیه معمولی، بیش از سایر عناصر در اختیار حیوان قرار می‌گیرد.

سدیم: یکی از مواد معدنی ضروری پر نیاز بوده و همان‌طور که ذکر شد، همراه پتاسیم در تعادل اسیدی-بازی و همچنین تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن دخالت دارد. وجود سدیم توأم با پتاسیم برای انتقال تحریکات عصبی و تحریک تارهای عضلانی، ضروری است. این دو عنصر سهم عمده‌ای در میزان انتقال مواد مغذی دارند.

سدیم بیشتر به صورت نمک طعام به بدن دام رسیده و قسمت اعظم آن نیز به همین صورت از بدن خارج می‌شود. کمبود سدیم در جیره غذایی، منجر به کاهش فشار اسمزی و در نتیجه از دست رفتن آب بدن می‌شود. علائم کمبود در جیره عبارتند از: کاهش میزان رشد به علت کاهش مصرف انرژی و پروتئین‌های هضم شده و همچنین مشکلات تولید مثلی در دام‌های بزرگ و کاهش میزان تخمگذاری در طیور.

منابع سدیم: مقدار سدیم در اکثر گیاهان نسبتاً کم است و مواد غذایی با منشأ حیوانی مثل آرد گوشت و نیز موادی که منشأ دریایی دارند، مثل آرد ماهی، سرشار از سدیم هستند مهم‌ترین مکمل معدنی که به مصرف دام می‌رسد، نمک طعام است.

کلر: همان طور که در مبحث پتاسیم ذکر شد، به عنوان یکی از الکترولیت‌ها در تنظیم فشار اسمزی و ایجاد تعادل اسیدی - بازی دخالت دارد و در ترشحات معده به صورت اسیدکلریدریک و نمک‌های آن نقش مهمی دارد. کلر از راه ادرار و به همراه پتاسیم و سدیم، و نیز از راه تعریق از بدن دفع می‌شود. با کمبود کلر در مواد غذایی، «ذخیره قلیایی خون» به صورت غیر طبیعی افزایش می‌یابد. مقدار کلر و سدیم موجود در گیاهان ناچیز است. به همین دلیل در عمل، نمک طعام در اختیار دام‌ها قرار می‌دهند. چنانچه جیره غذایی از لحاظ نمک طعام فقیر باشد، اشتها کاهش می‌یابد و در نتیجه از وزن حیوان و از مقدار تولید شیر در دام‌های شیرده نیز کاسته می‌شود.

نمک طعام در جیره مرغ‌های تخمگذار نیز اهمیت داشته و از هم‌خوراکی (کافی بالیسم^۱) و پرکنی جلوگیری می‌کند. افزایش نمک طعام در خوراک نیز مضر بوده و باعث تشنگی مفرط و ضعف ماهیچه‌ای می‌شود.

مسمومیت حاصل از ازدیاد نمک در جیره طیور، مخصوصاً زمانی که آب آشامیدنی تازه به مقدار کافی در اختیار حیوانات نباشد، دیده می‌شود.

منابع کلر: همان طور که عنوان شد، منبع اصلی این عنصر مانند سدیم، برای اکثر دام‌ها نمک طعام است. همچنین مقدار کلر در خوراک‌هایی با منشأ حیوانی مثل آرد ماهی و آرد گوشت نسبتاً زیاد است. در خوراک‌های با منشأ گیاهی مثل چغندر، ملاس چغندر و نیشکر نیز زیاد است. به طور کلی دفع سدیم، پتاسیم و کلر، عمدتاً از راه کلیه‌ها است.

مقدار دفع این عناصر توسط هورمون‌های غدد فوق کلیوی تنظیم می‌شود. به نحوی که متابولیسم بدن می‌تواند با دریافت مقادیر متفاوت از این الکترولیت‌ها، به راحتی میزان مورد نیاز از هر کدام از این عناصر را به کار گیرد. اگر چه مقداری نیز از طریق پوست و عرق، از بدن خارج می‌شود.

۲-۶- مواد معدنی کم نیاز

عناصر کبالت، آهن، ید، مس، روی، سلنیوم، منگنز، مولیبدن و فلوئور از این دسته محسوب می‌شوند. علاوه بر این عناصر کمیاب ضروری، تعداد زیادی عناصر دیگر در خوراک و بدن دام یافت می‌شوند که اگر چه مقدار آن‌ها ناچیز است و گمان می‌رود که نقش یا نقش‌هایی در متابولیسم داشته

باشند، اما هنوز وظیفه بیولوژیکی آن‌ها مشخص نشده است. به این عناصر، عناصر همراه گفته می‌شوند. مقدار عناصر همراه در بدن دام به مقدار آن‌ها در خوراک و تبدلات محیطی بستگی دارد. کلیات: سهم عناصر کمیاب از مجموع عناصر معدنی موجود در بدن حیوانات و گیاهان کمتر از یک درصد است. با این وجود برای بدن فوق العاده حائز اهمیت هستند. این عناصر به عنوان فعال کننده و یا به عنوان جزئی از آنزیم‌ها در واکنش سوخت و ساز نقش‌هایی تعیین کننده دارند. ترکیب شیمیایی این عناصر در هضم، جذب و متابولیسم آن‌ها نقش تعیین کننده دارد، همچنین همانند عناصر پر نیاز، واکنش‌های متقابل آن‌ها با یکدیگر و نیز با عناصر پر نیاز، در میزان و سرعت جذب آن‌ها مؤثر است.

مقدار مورد نیاز هر کدام از این عناصر بسته به گونه حیوانی، شرایط فیزیولوژیکی خاص آن، نحوه تغذیه، نوع خوراک و سایر فاکتورها، متفاوت است و در برخی موارد چنانچه مقداری بیش از مورد نیاز متابولیسم مصرف شود، در اعضای مختلف بدن ذخیره می‌شود. مهمترین اعضای ذخیره کننده عناصر کم نیاز، برای مس و آهن، کبد و برای روی و فلئوئور، بافت‌های استخوانی هستند. همچنین در دام‌های باردار، ممکن است به علت فعالیت‌های سوخت و سازی مواد در دوران بارداری به طور موقت مقداری عناصر کمیاب مانند مس، روی، نیکل در بعضی بافت‌های بدن حیوان مادر ذخیره شود که در طول دوره‌ی شیردهی مورد استفاده بدن قرار می‌گیرد.

کبالت: قسمتی از ساختمان ویتامین B_{۱۲} است. در نشخوارکنندگان، ساخت ویتامین B_{۱۲} توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه، مستلزم وجود عنصر کبالت است. چنانچه مقدار آن در خوراک کم باشد، ویتامین مزبور به مقداری که برای دام مورد نیاز است، در شکمبه ساخته نشده و در نتیجه نشانه‌های عوارض ناشی از کمبود کبالت ظهور می‌کند.

ساخت ویتامین B_{۱۲} توسط میکروارگانیسم‌های موجود در روده‌ی دام‌های غیر نشخوارکننده مثل طیور نیز انجام می‌شود. ولی مقدار ویتامین ساخته شده کفایت نیاز دام را نمی‌دهد، و وجود کبالت برای ساخت ویتامین B_{۱۲} در این دسته از دام‌ها هم ضروری است. اما شواهد نشان داده است که افزودن خود ویتامین از افزودن املاح کبالت تأثیر بهتری داشته است. غیر از اهمیت کبالت در ویتامین B_{۱۲} وجود آن به عنوان عامل فعال کننده در بعضی از واکنش‌های آنزیمی ضروری است. ذخیره‌ی کبالت بیشتر در کلیه‌ها، غدد فوق کلیوی، کبد و استخوان‌ها است.

منابع کبالت: مقدار کبالت در مواد خوراکی با منشأ گیاهی کم است پروتئین‌های حیوانی منابعی غنی از ویتامین B_{۱۲} هستند که خود کبالت قابل جذب دارند.

در موارد کمبود کبالت، این عنصر را به صورت ترکیبات سولفات کبالت و یا اکسید کبالت در

اختیار دام قرار می‌دهند. مراتع فقیر از کبالت را نیز با پاشیدن سولفات کبالت، تقویت می‌کنند.

آهن: سال‌هاست که آهن به عنوان یک ماده مغذی مورد نیاز دام‌ها، شناخته شده است. ۶۰ تا ۷۰ درصد از آهن بدن در هموگلوبین گویچه‌های قرمز و میوگلوبین ماهیچه‌ها وجود دارد. در کبد، طحال و سایر بافت‌ها نیز در حدود ۲۰ درصد آهن به شکل ناپایدار ذخیره می‌شود که در موارد مورد نیاز برای ساخت هموگلوبین در دسترس قرار می‌گیرد و مقدار باقی مانده نیز در بافت‌هایی مثل ماهیچه‌ها به حالت غیر قابل دسترس قرار می‌گیرد. بیش از نیمی از آهن بدن در هموگلوبین قرار دارد. در شرایط مختلف طبیعی بدن که این ماده تجزیه می‌شود، آهن موجود در آن مجدداً برای ساخت هموگلوبین مورد مصرف قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بدن از آهن جذب شده به خوبی نگهداری می‌کند و در شرایط طبیعی مقدار نیاز بدن به این عنصر، کم است. در مواردی نظیر خونریزی‌های طولانی و بعضی حالات دیگر، ساخت هموگلوبین احتمالاً دچار اختلال شده و کم‌خونی، بروز می‌کند. آهن دفع شده در مدفوع عموماً آهن جذب نشده مواد غذایی بوده و حتی وقتی آهن به بدن تزریق می‌شود، مقدار خیلی جزئی از آن با مدفوع یا ادرار، دفع می‌شود. استفاده از شیر به عنوان تنها منبع غذایی به علت کمبود آهن در آن در تغذیه گوساله‌های جوان و در حال رشد می‌تواند به کم‌خونی بیانجامد. البته در بره و گوساله به دلیل اینکه علاوه بر شیر مقداری مکمل‌های غذایی در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد، کم‌خونی حاصل از کمبود آهن کمتر دیده شده است. در مرغ‌های تخمگذار به دلیل مصرف مقادیر زیادی از ذخایر بدن در تولید تخم مرغ، عارضه کم‌خونی بیشتر دیده می‌شود.

منابع آهن: این عنصر، در اکثر مواد خوراکی یافت می‌شود. در موادی که منشأ حیوانی دارند، به استثنای شیر، بقیه‌ی منابع مانند گوشت، آرد خون و آرد ماهی، منابع خوب آهن هستند.

همچنین گیاهان پر برگ و سبزی، بیشتر بقولات و پوسته دانه‌ها، منابع غنی از آهن هستند.

ید: مقدار ید در بدن بسیار کم بوده و عمدتاً در غده تیروئید یافت می‌شود. تنها نقش معلوم آن در ساخت دو هورمون این غده است. این دو هورمون به علامت‌های اختصاری T_3 و T_4 معروفند. هورمون T_4 همان تیروکسین است. این دو هورمون در بسیاری از اعضاء و بافت‌های بدن به واکنش‌های متابولیکی سرعت بخشیده و مصرف اکسیژن توسط حیوان را افزایش می‌دهند. یکی از عوامل رشد در حیوانات، این هورمون‌ها هستند.

در شرایط کمبود ید هورمون تیروکسین کمتری ساخته می‌شود و در نتیجه غده تیروئید کمبود تیروکسین را با تکثیر بافت‌های خود تا حدودی جبران می‌کند که باعث بزرگ شدن غده تیروئید می‌شود. این عارضه را «گواتر» می‌نامند.

کمبود ید، عوارضی را در فعالیت‌های بدن به وجود می‌آورد که عمدتاً تأثیرات تولید مثلی دارد

و باعث اختلال در سیستم تولید مثل دام شده و یا اینکه در گاوهای آبستن، موجب تولد گوساله‌هایی بی مو، ضعیف و یا مرده می‌شود.

منابع ید: آرد ماهی منبعی غنی از ید است و عموماً غذاهای با منشأ دریایی، حاوی مقدار مناسبی ید هستند.

مقدار ید موجود در گیاهان خشکی، نظر به اینکه به ید موجود در خاک وابسته‌اند، در نواحی مختلف متفاوت است.

به طور کلی برای جلوگیری از گواتر، در مناطقی که کمبود ید دیده شده است، افزودن مکمل‌های مخلوط ید و نمک طعام به جیره غذایی توصیه می‌شود.

مس: یکی دیگر از عناصر کم‌نیاز است که در بدن، در کلیه‌ها، کبد، استخوان‌ها، ماهیچه‌ها، پوست، مو و پشم یافت می‌شود، و مقدار آن در کبد بیشتر از سایر اعضای بدن است.

این عنصر در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی نقش حیاتی دارد، همچنین برای رنگ طبیعی مو، خز و پشم لازم است. در ساخت هموگلوبین، تشکیل استخوان‌ها و نگهداری غلاف سلول‌های عصبی دخالت دارد. وظایف مس در بدن زیاد است و به این جهت کمبود آن علائم مختلفی را بروز می‌دهد. این علائم شامل کم‌خونی، رشد کم، استخوان‌های معیوب، اسهال و ناراحتی‌های گوارشی، نازایی، بی‌رنگ شدن پشم و پر است.

صرفنظر از وابستگی آن با آهن، مس با برخی عناصر دیگر نیز رابطه متقابل دارد. در نشخوارکنندگان، ذخیره مس، به وسیله مقدار و نسبت مس، مولیدن و گوگرد در غذا تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مصرف بیش از اندازه مس، باعث مسمومیت آن در حیوانات می‌شود.

منابع مس: در شرایط طبیعی مقدار مس در غذاها کافی بوده و نیازی به اضافه کردن آن به خوراک دام نیست.

مقدار مس در محصولات گیاهی تا حدودی بستگی به مقدار مس خاک دارد. همچنین نوع و گونه‌ی گیاهی نیز در مقدار مس موجود، مؤثر است.

دانه‌ها و محصولات فرعی آن‌ها، منابع غنی مس هستند. شیر از لحاظ این عنصر فقیر است. **روی:** بعد از آهن دومین عنصر کم‌نیاز است که به مقدار زیاد در بدن دام‌ها یافت می‌شود. بیشترین مقدار روی در پوست، کبد، لوزالمعده، استخوان‌ها، مو و پر وجود دارد. در اسپرم نیز مقدار زیادی «روی» موجود است. نقش روی عمدتاً در واکنش‌های آنزیمی به عنوان فعال‌کننده و نیز در تشکیل و رشد بافت استخوانی و مو و پر است.

روی در تمامی بافت‌های بدن یافت شده و برخلاف بسیاری از عناصر کم‌نیاز که در کبد ذخیره

می‌شوند، تمایل به ذخیره شدن در استخوان دارد. روی در هورمون انسولین نیز وجود دارد. کلیه دام‌های جوان در مقابل کمبود روی با کاهش رشد و کم شدن اشتها، عکس العمل نشان می‌دهند. کمبود روی با افزایش کلسیم جیره، شدت یافته و نیز با مس واکنش متقابل نشان می‌دهد. به این معنی که افزایش روی باعث کاهش جذب مس شده، علائم کمبود مس در دام دیده می‌شود. نشانه‌های بارز کمبود روی در جوجه‌ها شامل تأخیر در رشد، پرسوختگی و تورم مچ پا است. منابع روی: روی در بسیاری از گیاهان موجود است. انواع مخمرها، از منابع غنی روی هستند. مقدار روی در سبوس و جوانه‌ی دانه غلات زیاد است. منابع با منشأ حیوانی نظیر گوشت و فرآورده‌های آن نیز سرشار از روی هستند.

فعالیت عملی: مشاهده مواد معدنی

در آزمایشگاه محل تحصیل خود به مشاهده عناصر معدنی بپردازید. جدولی از مشخصات عناصر مورد بحث در این بخش از کتاب را تهیه و با راهنمایی هنرآموز یا مسئول آزمایشگاه به تکمیل خصوصیات آن اقدام کنید.

خودآزمایی

- ۱- چرا عناصر معدنی ضروری برای بدن لازم هستند؟
- ۲- دو عنصر ضروری پر نیاز و دو عنصر ضروری کم نیاز را نام ببرید.
- ۳- چهار مورد از محل‌هایی را که کلسیم در آن حضور دارد، ذکر کنید.
- ۴- عمل آزاد شدن کلسیم از استخوان‌ها چگونه کنترل می‌شود؟
- ۵- دو منبع گیاهی و دو منبع حیوانی کلسیم را نام ببرید.
- ۶- دو عضو بدن که فسفر در آن‌ها نقش دارد را بنویسید.
- ۷- نقش فسفر را در بدن بنویسید.
- ۸- چهار مورد از اعمالی را که پتاسیم در آن نقش دارد بنویسید.
- ۹- سدیم و پتاسیم، کاتیون‌های اصلی مایعات بدن در چه قسمت‌هایی فعالیت دارند؟
- ۱۰- اثر وجود نمک در جیره‌ی مرغ‌های تخمگذار را توضیح دهید.
- ۱۱- نام دو اسید آمینه و دو ویتامین گوگردار را بنویسید.
- ۱۲- عامل ایجاد کزاز علفی چیست؟

انرژی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند :

- انرژی را تعریف کند.
- تقسیم بندی انرژی را بیان کند.
- نقش انرژی در بدن را شرح دهد.

مبحث انرژی به طور کلی در تغذیه دام و طیور بسیار مهم است. زیرا از لحاظ کمی، مهمترین بخش جیره غذایی حیوانات را تشکیل می‌دهد. تمام استانداردهای غذایی دام‌ها، براساس انرژی مورد نیاز پایه گذاری شده‌اند. به همین دلیل، سعی و کوشش فراوانی برای مطالعه مصرف انرژی در دام‌ها به عمل آمده است.

روش‌های جدید آزمایشگاهی، به بشر این امکان را داده است تا مواد خوراکی، بافت‌های حیوانی و نظایر آن‌ها را به اجزاء تشکیل دهنده‌شان تجزیه کرده و بتواند پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها را جداگانه، مشاهده و اندازه‌گیری یا آزمایش کند. اما مطالعه و چگونگی مصرف انرژی به شناخت راه‌ها و موادی که انرژی از آن حاصل شده، نیاز دارد. دام انرژی را به وسیله اکسیداسیون ناقص یا کامل مواد آلی موجود در خوراک خورده شده و جذب شده تولید کرده و با فعل و انفعالات مختلف به اشکال گوناگون انرژی‌زا مثل چربی‌ها، پروتئین‌ها و یا به مقدار جزئی کربوهیدرات‌ها، ذخیره می‌کند. در متابولیسم طبیعی بدن، به طور وسیع، انرژی از شکلی به شکل دیگر تغییر می‌یابد: مثلاً از شکل شیمیایی به شکل حرارتی (اکسید شدن چربی، گلوکز و یا اسیدهای آمینه)، از شکل شیمیایی به شکل مکانیکی (فعالیت‌های ماهیچه‌ای)، و یا از شکل شیمیایی به شکل الکتریکی (اکسیداسیون گلوکز به فعالیت مغز و اعصاب) تبدیل می‌شود.

مواد خوراکی پس از تأمین احتیاجات نگهداری یا بقای حیوان به عنوان منابع انرژی برای تولید فرآورده‌های دامی (مثل شیر، گوشت، تخم مرغ، پشم و غیره) مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس توانایی خوراک در تأمین انرژی برای تعیین ارزش غذایی یک نوع خوراک، اهمیت دارد.

۷-۱- تقسیم بندی انرژی

چگونگی طبقه بندی انرژی بر حسب استفاده در اعمال مختلف بدن به طور نمایی در نمودار صفحه‌ی بعد نشان داده شده است (نمودار ۷-۱). در مورد هر یک از این موارد مختصراً توضیح داده خواهد شد.

۷-۱-۱- انرژی کل یا انرژی خام^۱: دام، انرژی مورد نیاز خود را از خوراک تأمین می‌کند. مقدار کل انرژی شیمیایی خوراک با تبدیل آن به انرژی حرارتی، اندازه گیری می‌شود، بدین صورت که خوراک سوزانیده شده و مقدار حرارتی که در اثر اکسیداسیون کامل یک واحد معین حاصل می‌شود را به دست می‌آورند. به همین دلیل به این انرژی (حرارت حاصل از احتراق) انرژی خام گفته می‌شود. انرژی کل حاصل از اکسیداسیون یک نوع خوراک یا ماده مغذی با دیگری تفاوت دارد. تفاوت‌های موجود در بین این مواد، اصولاً بازتابی از حالت ساخت ترکیب اولیه است. قابل ذکر است که مقادیر انرژی خام، در ارزیابی خوراک دام، ارزش عملی بسیار کمی دارد. زیرا دام‌ها نمی‌توانند انرژی بعضی از ترکیبات خوراک را بطور کامل به دست آورند. البته، افزایش چربی و پروتئین در یک نمونه خوراک منجر به افزایش مقادیر انرژی خام آن نمونه می‌شود. و افزایش خاکستر (مواد معدنی)، مقدار انرژی خام نمونه را کاهش می‌دهد.

۷-۱-۲- انرژی قابل هضم^۲: کل مقدار انرژی ماده خوراکی (انرژی خام یا انرژی کل) برای حیوان، قابل استفاده نیست. قسمت هضم نشده خوراک به صورت مدفوع از بدن خارج می‌شود که انرژی آن نیز دفع می‌شود. اختلاف بین انرژی ماده خوراکی مصرف شده توسط حیوان و انرژی دفع شده را انرژی قابل هضم ظاهری ماده خوراکی گویند.

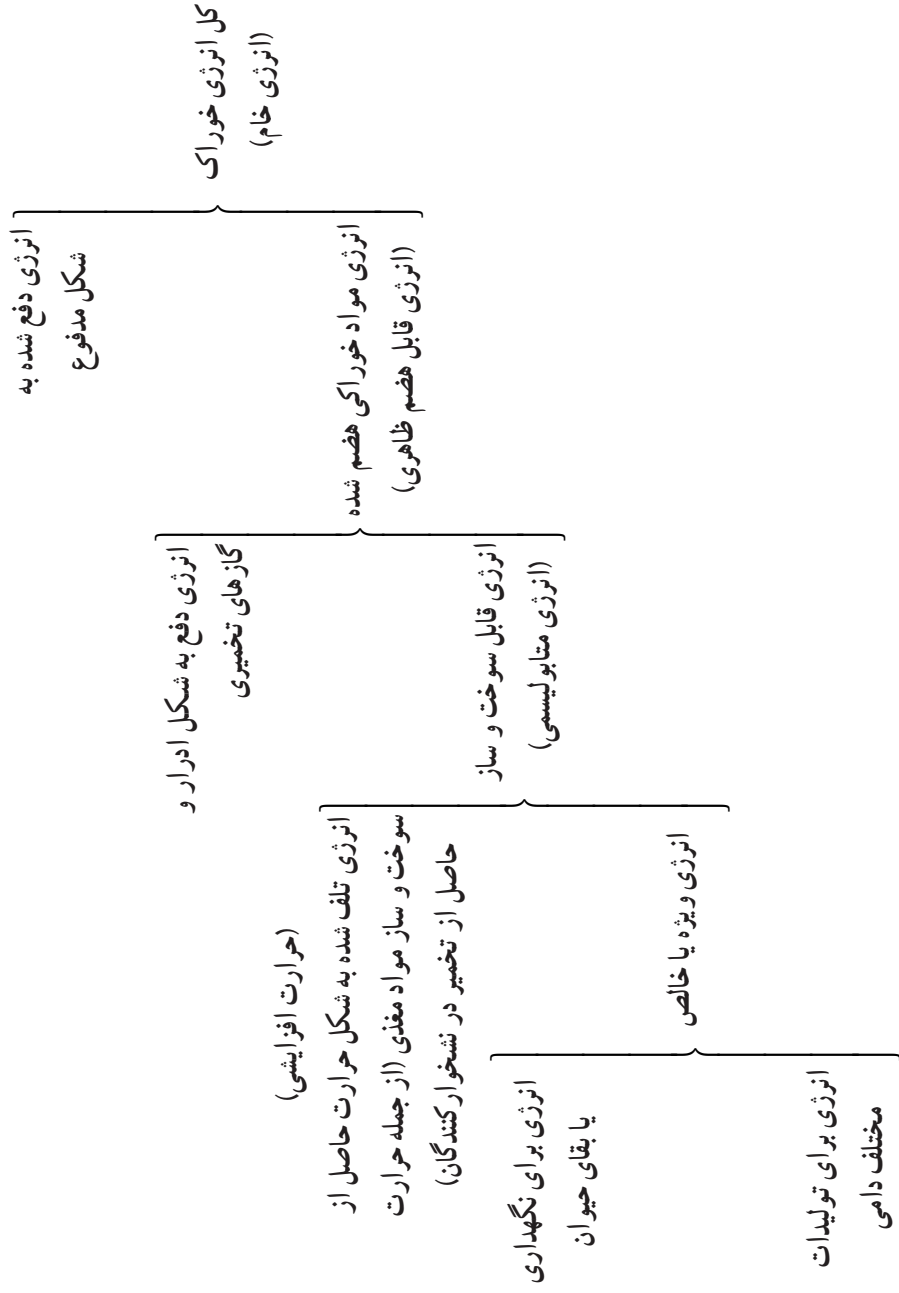
از انرژی مواد غذایی که تلف می‌شود، مقدار انرژی مدفوع، بیشترین مقدار تلفات انرژی را تشکیل می‌دهد. اتلاف انرژی از طریق مدفوع به گونه حیوان و جیره غذایی، بستگی داشته، در دام‌های شیرخوار ممکن است کمتر از ۱۰ درصد و در دام‌های بالغ که مواد خشبی با کیفیت پایین مصرف می‌کنند، ممکن است تا ۶۰ درصد نیز برسد.

برای سنجش ارزش نسبی غذا از نظر انرژی می‌توان از محاسبه‌ی مجموع مواد مغذی قابل هضم (TDN)^۳ استفاده کرد که مقدار آن برحسب درصد نشان داده می‌شود. مقدار TDN هر غذا، از

۱- Total (or crude) energy

۲- Digestible energy

۳- Total Digestible Nutrients



نمودار ۱-۷- طبقه بندی انرژی برحسب استفاده در اعمال مختلف بدن

حاصل جمع مقدار مواد مغذی قابل هضم در آن غذا به دست می‌آید. البته همان‌طور که در فصل لیپیدها ذکر شد، چربی‌ها ۲/۲۵ برابر بیشتر از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در مقیاس مساوی انرژی تولید می‌کنند و بنابراین برای تعیین انرژی به صورت TDN در هر خوراک، می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد.

$$\text{T.D.N.} = \text{پروتئین قابل هضم} + \text{الیاف خام قابل هضم} + \left(\frac{2}{25} \times \text{چربی قابل هضم} \right) +$$

در این جا باید توجه کرد که مواد معدنی به دلیل اینکه انرژی تولید نمی‌کنند، در محاسبه تی.دی.ان منظور نمی‌شوند. در نتیجه هر چه مواد معدنی خوراکی بیشتر باشد، مقدار تی.دی.ان آن کمتر است.

۱-۷-۳- انرژی قابل سوخت و ساز (متابولیسمی)^۱: این انرژی به عنوان انرژی کل خوراک، منهای انرژی مدفوع، ادرار و گازهای تولیدی حاصل از هضم بخصوص در نشخوارکنندگان تعریف می‌شود.

بنابراین، در مقادیر حاصله، اتلاف بعدی انرژی خوراک که در اثر هضم ایجاد می‌شود نیز منظور می‌شود.

در بسیاری از انواع دام‌های تک معده‌ای، تلفات انرژی به شکل گاز جزئی بوده و اتلاف کمی که در اثر تخمیر در روده‌ی کور و روده فراخ وجود دارد، به طور کلی نادیده گرفته می‌شود. چون طیور مدفوع و ادرار را با هم دفع می‌کنند، از این رو کاربرد انرژی متابولیسم برای این گونه حیوانی، مناسب بوده و برای ارزیابی خوراک در طیور به کار می‌رود. در نشخوارکنندگان مقداری انرژی به شکل گازهای تخمیری (عمدتاً متان) از دست می‌رود، که برای محاسبه انرژی متابولیسمی این مقدار انرژی را نیز باید از انرژی کل خوراک کم کرد.

۱-۷-۴- انرژی خالص^۲: آن مقدار از انرژی متابولیسم است که بعد از کسر حرارت افزایشی باقی می‌ماند. قسمتی از این انرژی برای نگهداری دام و قسمتی برای تولیدات دامی به کار می‌رود. آن قسمت که برای نگهداری مصرف می‌شود، برای کارهای عضلانی بدن، نگهداری و ترمیم بافت‌ها، ثابت نگهداشتن درجه حرارت بدن و دیگر اعمال حیاتی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته مقداری از این انرژی به صورت حرارت از بدن دام دفع می‌شود.

قسمتی دیگر از انرژی خالص، برای هدف‌های تولیدی به کار رفته که به صورت انرژی در

۱- Metabolise energy

۲- Net energy

بافت‌ها ذخیره شده و یا در فرآورده‌هایی مثل شیر، گوشت و تخم مرغ و... ذخیره می‌شود. همچنین امکان دارد برای انجام کار مورد استفاده قرار گیرد.

– حرارت افزایشی به حرارتی اطلاق می‌شود که در نتیجه هضم و سوخت و ساز مواد مغذی ایجاد شده و به حرارتی که قبل از خوردن خوراک تولید شده، اضافه شود. باید خاطر نشان شود که حرارت افزایشی برای یک حیوان معین و یک نوع خوراک داده شده در مواقع مختلف ثابت نیست، بلکه بستگی به این دارد که آن خوراک چگونه مورد استفاده قرار گیرد. مثلاً اگر بیشتر ماده‌ی جذب شده‌ای در بافت‌ها ذخیره شود، حرارت افزایش آن بسیار کم خواهد بود.

۲-۷- نقش انرژی در بدن و متابولیسم آن

انرژی را می‌توان به صورت «قدرت انجام کار و تولید» تعریف کرد. انرژی به اشکال گوناگون شیمیایی، حرارتی، الکتریکی و نورانی موجود است، که به کمک وسایل و فرآیندهای مناسب به یکدیگر قابل تبدیل هستند. به طور مثال: انرژی نورانی خورشید به وسیله سبزینه گیاهان جذب و ترکیبات پیچیده‌ای برای تداوم حیات گیاه تولید می‌شود که ممکن است ذخیره و یا مصرف شود. گیاهان توسط حیوانات علفخوار مصرف شده و اجزای آن‌ها پس از تجزیه، انرژی شیمیایی لازم برای انجام اعمال مختلف حیاتی را تأمین می‌کنند. واکنش‌های شیمیایی در رابطه با انرژی به دو صورت عمل می‌کنند. یک مرحله انرژی آزاد را وارد سیستم انرژی بدن می‌کنند و در مرحله دیگر باعث خروج انرژی از سیستم بدن می‌شوند. اکثر فعل و انفعالاتی که در بدن منجر به ساخت مواد می‌شوند، برای انجام گرفتن احتیاج به انرژی دارند. انرژی مورد نیاز این واکنش‌ها از فرآیندهایی که به خروج انرژی منجر می‌شود، حاصل خواهد شد. ولی قبل از اینکه بتواند به مصرف ساخت ترکیبات و یا سایر اعمال حیاتی بدن برسد، محتاج واسطه‌هایی است که این ارتباط را برقرار کرده و انتقال انرژی را انجام دهند. ارتباط به کمک ترکیبات واسطه‌ای که در هر دو مرحله دخالت دارند، انجام می‌گیرد. و انرژی را از یک واکنش به واکنش دیگر منتقل و نیاز را مرتفع می‌کند.

مهمترین ترکیبات واسطه‌ای در انتقال انرژی در بدن، «آدنوزین تری فسفات» (ATP) نام

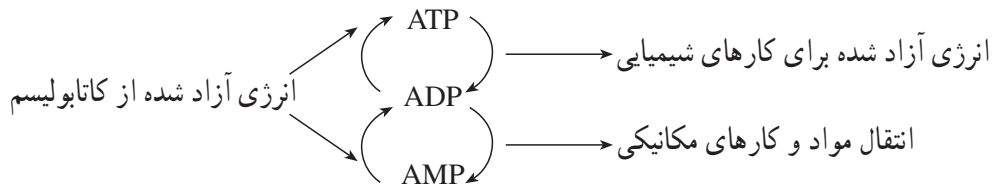
دارد.

آدنوزین: از یک ترکیب بازی پیورین به نام «آدنین» و یک قند به نام «د-رایبوز» تشکیل شده است که ابتدا با افزودن یک ملکول فسفردار به آن ترکیبی به نام «آدنوزین مونوفسفات» (AMP) حاصل می‌شود و در مراحل بعد با اتصال یک فسفات دیگر «آدنوزین دی فسفات» تشکیل می‌شود

(ADP) سپس با افزایش فسفات سوم به این ترکیب، آدنوزین تری فسفات حاصل می‌شود. این ترکیبات دارای پیوندهای پر انرژی بوده و برای تشکیل هر کدام مخصوصاً ایجاد نوع دوم و سوم، مقادیر زیادی انرژی لازم است که باید از فرآیندهای شیمیایی حاصل شود.

انرژی مهار شده به صورت ATP، می‌تواند به مصرف انجام کارهای مکانیکی و فعل و انفعالاتی برسد که دام برای بقای زندگی به آن نیاز دارد. مثلاً در انقباض و انبساط ماهیچه‌ای، فعل و انفعالاتی صورت می‌گیرد که انرژی زیادی نیاز دارد. این انرژی از تبدیل ATP به ADP و فسفات معدنی تأمین می‌شود.

نقش ATP در ذخیره و مصرف انرژی به صورت زیرنمایش داده می‌شود:



۳-۷- منابع تأمین انرژی

انرژی مصرفی دام‌ها از طریق خوراک مصرفی، پس از هضم و جذب تأمین می‌شود. کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌های موجود در خوراک‌ها توان تولید انرژی در بدن را دارند. اما منبع عمده‌ی تأمین‌کننده انرژی در غذاهای دام، کربوهیدرات‌ها هستند که پس از هضم و تبدیل آن‌ها به کوچکترین واحدهای تشکیل دهنده نظیر گلوکز، فروکتوز و یا اسیدهای چرب فرار، به عنوان تأمین‌کننده انرژی در متابولیسم بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

خودآزمایی

- ۱- بدن دام چگونه انرژی کسب می‌کند؟
- ۲- اشکال گوناگون انرژی زای بدن را نام ببرید.
- ۳- تبدیل اشکال مختلف انرژی به همدیگر، در بدن را بنویسید.
- ۴- تقسیم بندی انرژی را بنویسید.
- ۵- چگونه انرژی کل یا انرژی خام یک ماده خوراکی را تعیین می‌کنند؟ توضیح دهید.
- ۶- آیا انرژی خام در یک واحد معین از هر ماده خوراکی یکسان است؟ چرا؟ توضیح دهید.

- ۷- انرژی قابل هضم را تعریف کنید.
- ۸- انرژی متابولیسمی چگونه محاسبه می‌شود؟ شرح دهید.
- ۹- تعریف انرژی را بنویسید.

الف - خانواده لگومینوز (بقولات)، ب - خانواده گرامینوز (گندمیان)

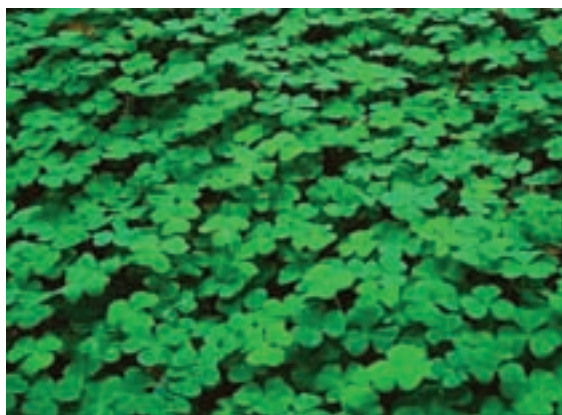
الف - خانواده لگومینوز (بقولات) : گیاهان خانواده لگومینوز از نظر پروتئین و عناصر معدنی (بخصوص کلسیم، فسفر، منیزیم، مس و کبالت) غنی بوده و ارزش غذایی آن‌ها زیاد است. این ارزش غذایی با افزایش سن، کاهش کمتری نسبت به بقیه گیاهان دارد. این گیاهان بسیار خوش خوراک هستند و دام‌ها با میل و اشتهای فراوان آن‌ها را می‌خورند.

یونجه: مهمترین گیاه از خانواده لگومینوز است که تقریباً در تمام شرایط آب و هوایی ایران کشت می‌شود. از نظر محصول، یکی از بهترین علوفه‌ها محسوب می‌شود. هرچه جوانه و برگ یونجه بیشتر باشد، ارزش غذایی آن بیشتر است.



شکل ۸-۱ - یونجه

شبدر: همانند یونجه از خانواده لگومینوز بوده و سه برگی است. شبدر از نظر ترکیب شیمیایی درصد پروتئین بالایی دارد و نیز کربوهیدرات‌های محلول آن زیاد است.



شکل ۸-۲ - شبدر

اسپرس: اسپرس نیز مانند سایر گیاهان خانواده لگومینوز از نظر ذخیره و رسانیدن ازت هوا به وسیله گره‌های ریشه و باکتری‌ها به زمین، اهمیت دارد. این گیاه در ایران از سال‌های قبل در اغلب مناطق بخصوص در مناطقی که میزان بارندگی آن‌ها از ۳۰۰ میلیمتر در سال بالاتر باشد، به خوبی به صورت دیم و آبی کشت شده و در دامپروری‌ها به مصرف می‌رسد. برگ‌های اسپرس نیز مانند یونجه در مقایسه با ساقه، از لحاظ پروتئین و مواد معدنی بخصوص کلسیم، غنی‌تر است.



شکل ۳-۸- اسپرس

ب- خانواده گرامینه (گندمیان): مهمترین انواع گیاهان خانواده گرامینه که ممکن است به صورت علوفه سبز مورد مصرف قرار گیرند، عبارت از: ذرت، ذرت خوشه‌ای، جو، گندم و چاودار می‌باشند. اکثر این گیاهان به صورت سبز و کمتر به عنوان علف خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین از آن‌ها به عنوان سیلو (به ویژه در مورد ذرت) نیز استفاده می‌شود. شاخ و برگ این گیاهان سرشار از کربوهیدرات است ولی از نظر پروتئین فقیرند. لذا بهتر است همراه با یونجه یا سایر گیاهان خانواده بقولات مورد استفاده‌ی دام قرار گیرند.

مواد سیلویی: از تخمیر کنترل شده محصولات زراعی پر آب تولید می‌شود. عمل تخمیر، توسط باکتری‌های موجود در علوفه و با تولید اسیدلاکتیک و اسیدهای چرب فرآر صورت می‌گیرد. کوبیدن و فشردن مواد سیلویی در زمان ذخیره کردن، برای تأمین شرایط بی‌هوازی به منظور تهیه مواد مرغوب و حفظ آن، ضروری است. اگر چه معمولاً از غلات، بقولات علوفه‌ای، دانه‌های

غلات و بقایای میوه‌ها برای تهیه سیلو استفاده می‌شود، با این وجود تقریباً از تمامی محصولات زراعی می‌توان برای این منظور استفاده کرد. ارزش غذایی مواد سیلویی در وهله‌ی اول بستگی به گونه گیاه، مرحله‌ی رشد آن در زمان برداشت و همچنین به تغییراتی که در اثر تخمیر میکروبی در سیلو انجام می‌گیرد، دارد.

مواد سیلویی یکی از منابع بسیار خوب برای تغذیه دام‌های نشخوارکننده است. به وسیله‌ی سیلو می‌توان مقداری از احتیاجات حیوان را برطرف کرد. برای تعادل جیره غذایی، باید از مواد کنسنتره یا علف خشک مرغوب نیز استفاده کرد تا اثر اقتصادی مواد سیلویی بهتر معلوم شود. خوراندن سیلو با علوفه خشک و کنسنتره بر مقدار شیر حیوانات شیرده می‌افزاید ارزش غذایی سیلو، علف خشک و مواد کنسنتره در این افزایش، تأثیر مستقیم دارند.

۳- ریشه‌ها و غده‌ها: این مواد شامل شلغم، کلم، چغندر علوفه‌ای هویج و... است. چغندر قند یکی از محصولات ریشه‌ای مهم است که اصولاً برای استخراج قند آن، کشت شده و به شکل اولیه به مصرف دام نمی‌رسد. اما به هر حال دو محصول فرعی آن یعنی تفاله چغندر قند و ملاس (مازاد کارخانه‌های قند سازی) در تغذیه دام حائز اهمیت فراوان است. از محصولات غده‌ای دیگر، می‌توان سیب زمینی و سیب زمینی ترشی را نام برد.



شکل ۴-۸ - تفاله چغندر قند

غذاهای حیوانی: از انواع این غذاها که منشأ حیوانی دارند، می‌توان از شیر و مشتقات آن نام

برد.

شیر و فراورده‌های آن: معمولاً شیر و فراورده‌های آن چون مقدار زیادی پروتئین و ویتامین دارند، برای تکمیل غذا به جیره اضافه می‌شوند. این مواد را به علت نداشتن سلولز، می‌توان به راحتی وارد جیره طیور کرد.

۲- غذای متراکم (کنستانتره): این مواد دارای سلولز کم و انرژی و پروتئین زیاد هستند. غذاهای کنسانتره به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱-۸- خوراک‌های متراکم انرژی‌زا

خوراک‌های متراکم انرژی‌زا کم‌تر از ۲۰ درصد پروتئین داشته و مقدار الیاف آن‌ها کم‌تر از ۱۸ درصد است. به طور کلی خوراک‌هایی که چربی یا کربوهیدرات زیادی دارند، انرژی بالایی تولید می‌کنند. بیش‌تر خوراک‌های انرژی‌زا را غلات و فرآورده‌های فرعی آن‌ها تشکیل می‌دهند. روغن‌ها و چربی‌ها نیز از جمله خوراک‌های پرانرژی محسوب می‌شوند. ذرت، جو، گندم و ... از جمله خوراک‌های متراکم انرژی‌زا می‌باشند.

ذرت: ذرت مهم‌ترین غله و بهترین خوراک برای طیور است. ذرت حاوی مقدار زیادی نشاسته و مقدار کمی فیبر می‌باشد. به همین دلیل قابلیت هضم آن بالاست. ذرت بیشترین مقدار انرژی را در بین غلات دارد، طوری که ارزش انرژی‌زائی سایر غلات با ذرت مقایسه می‌شود.

انرژی قابل متابولیسم ذرت برای نشخوارکنندگان ۳۳۹۷ کیلوکالری و برای طیور ۳۲۰۶ کیلوکالری در هر کیلوگرم است.

ذرت حاوی رنگ‌دانه‌ای موسوم به کریپتوگزانتین^۱ است که پیش‌ساز ویتامین A می‌باشد. به دلیل وجود این رنگدانه، در صورت مصرف زیاد در جیره‌های طیور، زرده تخم مرغ نارنجی می‌شود. وجود این رنگدانه باعث می‌شود مصرف زیاد آن در جیره دام و طیور، ایجاد رنگ زرد در پوست و پا کند. مصرف بالای ذرت به علت انرژی زیاد آن باعث چاقی دام نشخوارکننده شده و به کیفیت شیر دام برای پنیرسازی لطمه می‌زند.



شکل ۶-۸ - ذرت

۱- Cryptoxantin

جو: دانه‌ی جو متداول‌ترین غله در جیره‌ی غذایی دام می‌باشد در طیور نیز دانه‌ی جو به صورت محدود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

میزان انرژی قابل متابولیسم جو ۳۰۶۲ کیلوکالری در هر کیلوگرم برای نشخوارکنندگان و ۲۷۲۷ کیلوکالری در هر کیلوگرم برای طیور است. فیبر جو قابلیت هضم بسیار کمی دارد که به دلیل این فیبر، مصرف آن برای طیور و تک معده‌ای‌ها ایجاد محدودیت می‌کند.

مشکل اصلی جو، وجود بتاگلوکان است. پرندگان آنزیم بتاگلوکاناز را ندارند، در نتیجه بتاگلوکان در آن‌ها هضم نمی‌شود و چون بتاگلوکان آب جذب می‌کند، مصرف زیاد جو در طیور باعث چسبندگی مدفوع، آلوده شدن تخم مرغ‌ها به مدفوع و افزایش رطوبت بستر می‌شود. به همین دلیل در صورتی که از جو در جیره طیور استفاده شود، لازم است از آنزیم مناسب (گلوکاناز) استفاده گردد.



شکل ۷-۸ - جو



شکل ۸-۸ - گندم

گندم: گندم یکی از منابع اصلی انرژی در جیره‌های طیور است و در دام نیز استفاده می‌گردد. میزان انرژی قابل متابولیسم گندم برای نشخوارکنندگان ۳۲۵۴ کیلوکالری در هر کیلوگرم و برای طیور ۲۹۹۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم است. از آن‌جا که گندم برای تهیه نان و بیسکویت استفاده می‌شود مصرف آن در تغذیه دام و طیور در بعضی کشورها محدودیت دارد.

گندم حاوی گلو تن است که به خصوص وقتی ریزآسیاب شود، منجر به چسبندگی مدفوع، چسبیدن خوراک به نوک و افزایش رطوبت بستر در طیور و همچنین ناراحتی‌های گوارشی در نشخوارکنندگان می‌شود.

۲-۸- خوراک‌های پروتئین‌زا

منابع تأمین پروتئین را می‌توان به دو گروه (۱) منابع پروتئین گیاهی و (۲) منابع پروتئین حیوانی تقسیم کرد.

۱-۲-۸- منابع پروتئین گیاهی: پس از استخراج قسمت عمده روغن از دانه‌های روغنی، می‌توان از باقیمانده آن‌ها که کنجاله نامیده می‌شود برای تغذیه دام و طیور استفاده کرد. کنجاله‌های دانه‌های روغنی غنی از پروتئین هستند و غذاهای پرارزشی برای حیوانات به شمار می‌آیند. **کنجاله سویا:** کنجاله سویا مرغوبترین خوراک پروتئین گیاهی برای دام و طیور است. طوری که ارزش پروتئین آن را ۱۰۰ فرض کرده و سایر خوراک‌های پروتئینی را با آن مقایسه می‌کنند. میزان پروتئین خام کنجاله سویا ۴۴ تا ۵۰ درصد می‌باشد و ترکیب اسید آمینه‌ای کنجاله سویا برای طیور بسیار مناسب است.

به دلیل وجود تعدادی مواد ضد تغذیه‌ای^۱ محدودیت مصرف دارد. هر چند عمل‌آوری با حرارت در حین تولید کنجاله سویا تا حدی از محدودیت مصرف کنجاله سویا می‌کاهد.



شکل ۹-۸ - کنجاله سویا

۱- ترکیبات مختلفی که به عنوان غذا مصرف می‌شوند، گاه به همراه خود موادی دارند که نه تنها در رشد و ترمیم مؤثر نیستند، بلکه در کار بدن موجود زنده به شکل مستقیم و یا غیرمستقیم موجب اختلالاتی می‌شوند. چنین ترکیباتی را به نام ترکیبات ضد تغذیه‌ای یا ضد مغذی نامند.

کنجاله تخم پنبه: کنجاله تخم پنبه یکی از مکمل‌های پروتئینی برای دام و طیور بوده و کیفیت آن نسبت به کنجاله سویا پایین است، زیرا در مقایسه با کنجاله سویا دارای الیاف بیش‌تر و ترکیب اسیدآمینه‌ای نامطلوب‌تری می‌باشد. به این دلیل نباید از آن به عنوان تنها منبع پروتئین در طیور استفاده شود ولی به هر حال این کنجاله منبع پروتئین بسیار مطلوبی برای نشخوارکنندگان به شمار می‌آید. کنجاله تخم پنبه ۴۵/۷ درصد پروتئین خام دارد.

کنجاله تخم پنبه حاوی ماده سمی به نام گوسیپول است که مقدار آن به شرایط آب و هوایی، کیفیت خاک و روش روغن‌گیری از تخم پنبه بستگی دارد. گوسیپول می‌تواند در طیور باعث بروز مشکلات هضمی، کاهش خوش‌خوراکی، تغییر رنگ زرده تخم مرغ به سبز زیتونی و کاهش تولید مثل و مسمومیت شود. از این‌رو مصرف کنجاله تخم پنبه محدودیت دارد. استفاده از سولفات آهن و سایر ترکیبات آن، به دلیل ترکیب شدن آهن با گوسیپول، می‌تواند از اثرات سمی کنجاله تخم پنبه بکاهد. حرارت دادن به کنجاله تخم پنبه نیز می‌تواند از میزان گوسیپول آن بکاهد.



شکل ۱۰-۸ - کنجاله تخم پنبه

کنجاله کلزا: کنجاله کلزا در مقایسه با کنجاله سویا الیاف بالاتری دارد و میزان انرژی قابل متابولیسم آن پایین‌تر است. میزان پروتئین و قابلیت هضم آن نسبت به کنجاله سویا کم است. کنجاله کلزا حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام است.

کنجاله کلزا دارای یکسری عوامل ضد تغذیه‌ای است. وجود این عوامل ضد تغذیه‌ای باعث به‌وجود آمدن اثرات سمی به صورت گواتر، مسمومیت کبد و کلیه می‌شود. هم‌چنین این ترکیبات خوش‌خوراکی این کنجاله را کاهش می‌دهند. نشخوارکنندگان می‌توانند با عوامل ضد تغذیه‌ای در کلزا سازگار شوند. اما این کنجاله برای نشخوارکنندگان نیز زیاد خوش‌خوراک نیست. سیناپین در

کنجاله کلزا، می‌تواند باعث ایجاد طعم ماهی و مزه‌های نامطلوب دیگر در تخم مرغ شود. تانن هم به دلیل مقاومت در مقابل آنزیم‌ها، قابلیت هضم آن را کاهش می‌دهد.



شکل ۱۱-۸- کنجاله کلزا

۲-۲-۸- منابع پروتئین حیوانی: اگر چه هدف اصلی از کشتار دام و طیور یا فرآوری شیر و صنایع لبنیات و فرآوری ماهی در کارخانجات تهیه کنسرو، بدست آوردن فرآورده‌هایی جهت مصارف مختلف انسانی است. ولی در جریان فرآوری‌ها، انواع مختلفی از فرآورده‌ها به دست می‌آید که در تغذیه دام و طیور نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. منابع پروتئین حیوانی ترکیب اسید آمینه‌ی مطلوب‌تری نسبت به منابع گیاهی دارند از جمله منابع پروتئین حیوانی که در تغذیه دام و طیور استفاده می‌شود می‌توان به پودر گوشت و پودر ماهی اشاره کرد.

پودر گوشت: محصولی است که از خرد کردن، خشک کردن و حرارت دادن ضایعات کشتارگاهی بدست می‌آید. سطح پروتئین پودر گوشت متغیر است ولی عمدتاً منبع مهمی برای اکثر اسیدهای آمینه می‌باشد.

پودر گوشت در حدود ۵۰-۴۵ درصد پروتئین دارد. میزان انرژی پودر گوشت به میزان قابل توجهی به میزان چربی آن بستگی دارد. وجود چربی در پودر گوشت باعث می‌شود که این محصول به سرعت فاسد شود. لذا افزودن آنتی‌اکسیدان برای جلوگیری از فساد آن ضروری است.

پودر گوشت همچنین از نظر منابع معدنی به‌ویژه کلسیم و فسفر غنی است و منبع خوب ریوفلاوین، نیاسین و ویتامین B_{۱۲} می‌باشد.

پودر ماهی: محصولی از عمل‌آوری بقایای حاصل از کارخانجات تولید کنسرو و یا آن دسته از ماهی‌هایی که مصارف انسانی ندارند، می‌باشد. انواع پودر ماهی منابع عالی پروتئین هستند. کیفیت و ارزش غذایی پودر ماهی بستگی به فرآیند تولید و مدت زمان بین صید ماهی تا تولید دارد. پودر ماهی

اگر به طور صحیح تولید شده و به خوبی نگهداری شود دارای قابلیت هضمی بین ۹۵-۹۲ درصد خواهد بود. پودر ماهی از ترکیب اسیدآمینهای خوبی برخوردار است. همچنین منبع خوبی برای کلسیم، فسفر و تعدادی از مواد معدنی کم نیاز می باشد.

پودر ماهی به عنوان منبعی از پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه یا پروتئین عبوری برای حیوانات نشخوارکننده از جایگاه ویژه ای برخوردار است.

میزان پروتئین پودر ماهی بسته به نوع ماهی از ۶۰ تا ۷۰ درصد متغیر است و از نظر اسید آمینه لیزین و متیونین غنی است. چنانچه از پودر ماهی به میزان زیاد در جیره گاوهای شیری استفاده شود، احتمال اینکه شیر آنها طعم و بوی ماهی بگیرد وجود دارد. همچنین استفاده زیاد آن در طیور باعث ایجاد طعم ماهی در تخم مرغ و گوشت طیور می شود.



شکل ۱۲-۸ - پودر ماهی

فعالیت عملی ۱: تهیه کنسانتره دامی

با کمک هنرآموز یا مسئول گاوداری، در تهیه یک وعده کنسانتره گاوداری مشارکت نموده و گزارش تهیه نمایید.

فعالیت عملی ۲: شناسایی مواد خوراکی دام و طیور از نظر شکل ظاهری

از انبار مواد خوراکی یک کارخانه تهیه خوراک دام و طیور بازدید کرده و انواع مواد خوراکی موجود را شناسایی نموده و از نظر ظاهری مورد بررسی قرار دهید.

فعالیت عملی ۳: تهیه دان طیور

با کمک‌گیری از هنرآموز و کارشناس واحد مرغداری، در تهیه‌ی یک وعده دان مرغداری مشارکت نموده و گزارش تهیه نمایید.

خودآزمایی

- ۱- علوفه سبز به چند گروه تقسیم می‌شود؟
- ۲- ارزش غذایی مواد سیلویی به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۳- چند مورد از منابع تأمین انرژی در خوراک دام و طیور را بنویسید.
- ۴- ذرت حاوی چه رنگدانه‌ای است و این رنگدانه چه تأثیری بر مصرف زیاد ذرت دارد؟
- ۵- محدودیت مصرف کنجاله تخم پنبه به چه دلیلی می‌باشد؟
- ۶- گلوتن چه تأثیری بر مصرف زیاد گندم دارد؟
- ۷- منابع پروتئین حیوانی را نام ببرید.

طیور ME (kcal/kg)	نشخوارکنندگان		P (%)	Ca (%)	Cp (%)	Ash (%)	EE (%)	CF (%)	DM (%)	نام ماده خوراکی
	ME (kcal/kg)	TDN (%)								
۱۱۰۰	۲۱۷۷	۶۰	۰/۱۸	۱/۱۳	۲۲	۱۰	۵/۱	۲۴/۷	۹۰	یونجه
—	۲۵۸۴	۷۰	۰/۲۲	۰/۲۳	۱۱	۶/۲	۵/۷	۲۳/۳	۲۱	سیلوی ذرت
—	۱۵۵۵	۴۰	۰/۰۷	۰/۴۵	۳/۸	۵/۳	۲/۱	۳۹/۴	۸۶	کاه جو
—	۱۴۵۹	۴۱	۰/۰۵	۰/۱۸	۳/۴	۷/۱	۱/۵	۴۱/۷	۸۶	کاه گندم
—	۳۰۳۸	۷۴	۰/۱۰	۰/۶۹	۹/۹	۳/۴	۰/۷	۲۰/۳	۹۰	تفاله خشک چغندر قند
۱۸۹۰	۳۰۸۶	۷۵	۰/۰۳	۰/۱۷	۴/۷	۶/۹	۰	۰	۷۵	مالس چغندر قند
۱۸۹۰	۳۰۸۶	۷۲	۰/۱۱	۱	۵/۵	۱۰	۰/۰۴	۰	۷۳/۷	مالس نیشکر
۲۷۲۷	۳۰۶۲	۸۴	۰/۴	۰/۵	۱۰/۸	۲/۶	۱/۷	۵/۳	۸۶	جو
۳۲۰۶	۳۳۹۷	۹۵	۰/۲۷	۰/۰۳	۹/۸	۱/۳	۴/۲	۲/۴	۸۶	ذرت
۲۹۹۰	۳۲۵۴	۸۹	۰/۳۵	۰/۰۵	۱۲/۴	۲/۱	۱/۹	۲/۶	۸۶	گندم
۱۴۳۵	۲۶۳۲	۷۰	۱/۷	۰/۰۸	۱۶/۶	۱۴/۹	۱/۱	۱۳	۹۰/۵	سبوس برنج
۲۰۳۳	۲۴۱۶	۷۰	۱/۳۶	۰/۱۶	۱۷	۶/۷	۴/۵	۱۱/۴	۸۸	سبوس گندم
۱۸۱۸	۳۰۳۸	۸۶	۰/۵	۰/۱۶	۶۶/۹	۱/۱	۲/۹	۱/۲	۹۰/۴	کنجاله گلو تن ذرت
۲۶۰۸	۲۹۴۳	۷۸	۱/۲۴	۰/۱۹	۴۵/۷	۷/۴	۸/۹	۸/۷	۹۰	کنجاله تخم پنبه (بدون غشاء دانه)
۱۸۹۰	۲۸۷۱	۶۹	۱/۰۴	۰/۶۷	۴۰	۸	۲/۹	۱۵/۲	۸۹/۹	کنجاله کلزا
۲۲۹۷	۳۱۸۲	۸۴	۰/۶۸	۰/۳۵	۵۰/۳	۶/۲	۱/۷	۵/۸	۹۰	کنجاله سویا
۱۹۸۶	۲۴۸۸	۴۴	۱/۰۳	۰/۲۳	۲۹/۷	۵	۸	۳۲/۳	۹۰	کنجاله آفتابگردان
۳۶۳۶	۴۲۵۸	۸۳	۴/۴	۷/۹	۷۹/۳	۱۲/۲	۷/۵	۰	۹۲	پودر ماهی
۳۷۵۶	۳۹۰۰	۶۸	۴/۰۳	۷/۹۴	۸۱	۴/۲	۱۴/۸	۰	۹۰	پودر گوشت

منابع: ۱- دکتر رشید صوفی سیاوش، مهندس حسین جان محمدی، تغذیه دام (مکدونالد) (۱۳۷۹)

۲- NRC (۲۰۰۱)

منابع و مأخذ

- ۱- محمود زاده همایون، یادداشت‌های اصول تغذیه دام و طیور (دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران) ۱۳۷۰
- ۲- دهقانیان سیاوش، حسن نصیری مقدم، تغذیه دام (مانفرد گیرش گستر) ۱۳۷۰.
- ۳- نیکخواه علی، حمید امانلو، اصول تغذیه و خوراک دادن دام (دی - سی - چرچ) ۱۳۷۱.
- ۴- وزارت آموزش و پرورش، دامداری، کتاب درسی سال دوم هنرستان‌های کشاورزی کد ۵۸۵، ۱۳۷۰.
- ۵- Animal Nutrition: L . A . Maynard , J . K . Loosli , H . F . Hintz & R . G . Warner. Mc Graw - Hill , New York.
- ۶- Animal Nutrition : P .Mc . Donald , R . A . Edwards & J . F . D . Green halgh.
- ۷ - Basic Nutrition & Feeding : Church & Pond.
- ۸ - Animal Feeding and Nutrition , th Edition , 1989 . Marshall H. Jurgens.
- ۹ - Food & Nutrition - Complete - , Second Edition 1990 Ensminger & Olentin. Ensmiger Publishing Co.
- ۱۰- Animal Science and Industry , Third Edition, 1983 Duane Acker, Prentice-Hall , Inc.
- ۱۱- دکتر پرویز فرهومند، غذا‌های دام و طیور (۱۳۸۱).
- ۱۲- دکتر رشید صوفی سیاوش، مهندس حسین‌جان محمدی، تغذیه دام (۱۳۷۹).
- ۱۳- دکتر ابوالفضل گلپان، مهندس محمد سالار معینی، تغذیه طیور (۱۳۷۸).
- ۱۴- مهندس محمد علی سراییان، جیره‌نویسی و اصول تغذیه در دام و طیور (۱۳۸۴).
- ۱۵- محمد علی سحری، فرید شریعتمداری، ترکیبات ضد مغذی (۱۳۸۱).
- ۱۶- عبدالرضا کامیاب، خوراکی‌های دام و طیور (۱۳۸۰).

