تغذیه دام و طیور

حسن نبی پور

جزوه: کارشناسی علوم دامی

تغذیه و اهمیت آن در کشاورزی مدرن

با توجه به این که برای زنده ماندن باید غذا خورد و برای اکثر مردم، خوردن و آشامیدن تجربه اجتماعی لذت بخشی است خوانندگان بسیاری به موضوع تغذیه علاقمند می‌شوند از طرفی ارتباط با حیوانات اهلی انگیزه انسان را برای آشنایی با این موضوع بیشتر می کند و به همین دلیل به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد بدن حیوان، وظایف و احتیاجات آن، برای او مطلوب است. در دامپروری، دادن خوراک کافی به حیوانات، برای تولید گوشت، شیر، تخم مرغ یا الیاف، قسمت اصلی این حرفه است. با توجه به تغذیه انسانی، به آسانی می‌توان نشان داد که تغذیه می‌تواند سلامتی و سعادت، احساسات هیجان آمیز، توانایی های فیزیکی، حساسیت به بیماری و بهبودی از آن را، تحت تأثیر قرار دهد ؛ همچنین احتمال دارد که با تغذیه کافی بتوان ضعف و ناتوانی های سنین پیری را به تاخیر انداخت.

تغذیه چیست ؟

از نظر لغوی تغذیه ممکن است به عنوان « یک سری فرآیندهایی که موجود زنده انجام می‌دهد تا به وسیله آن غذا را برای افزایش رشد و جایگزین کردن بافت‌های از بین رفته یا آسیب دیده جذب کند »، تعریف شود. بدیهی است که تعاریف بسیار ساده‌ای نیز وجود

دارند. تغذیه امروزی، به وسیله افراد حرفه‌ای و متخصص اعمال می‌شود و لازم است که متخصص علم تغذیه نه فقط در مورد مواد مغذی، وظایف آن‌ها و وجود انواع اثرات متقابل، دانش کافی داشته باشد بلکه باید از رفتار شناسی حیوان، مدیریت، فیزیولوژی هضم و بعضی جنبه‌های بیوشیمی و شیمی تجزیه نیز آگاه باشد. به علاوه، باید در زمینه های زراعت، خاک شناسی، هورمون شناسی، باکتری شناسی، ژنتیک و بیماری‌های مرتبط به نیاز های تغذیه‌ای نیز علم کافی داشته باشد.

اگر چه برای درک کامل این موضوع، علوم پایه گسترده‌ای مورد نیاز می‌باشد، ولی این مسأله بدین معنی نیست که اکثر مردم از اصول بنیادین علم تغذیه سود نخواهند برد. برای مثال، شخص لازم نیست، که متخصص کامل تغذیه باشد تا اهمیت داشتن ویتامین-ها را برای بدن حیوان یا مورد نیاز بودن آن‌ها را در مقادیر مختلف طی رشد، نگهداری یا شیردهی درک نماید.

علم تغذیه دام، در طی قرون متمادی مشاهدات دامپروران و خوراک دهندگان دام ها و بخش بیشتری از آن اخیراً به وسیله اساتید و محققین، حاصل شده است. مشاورین تغذیه و دامپزشکان نیز، به ویژه در مورد جنبه های علمی تغذیه مؤثر بوده‌اند. جنبه های کمی چون توانایی توضیح دادن مقدار مواد مغذی مورد نیاز برای گونه‌های مختلف در وضعیت-های متفاوت، تعریف نشانه‌ها و علایم کمبود، و متابولیسم مواد مغذی، نتیجه آزمایش‌های

بی شماری است که توسط محققین در سرتاسر دنیا، اساساً با حیوانات اهلی و حیوانات آزمایشگاهی و همچنین با بافت های مختلف دامی یا میکروارگانیسم‌ها و در میزان کمتر، با انسان انجام شده است. برای مثال، موش آزمایشگاهی سهم عمده‌ای در علم ما درباره ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، مواد معدنی، و سم‌ها داشته است. سگ نقش پر اهمیتی در کشف انسولین و اسید نیکوتنیک و در پیشگیری و درمان پلاگر داشت، خوکچه هندی یک حیوان آزمایشگاهی بوده که برای تشخیص علت و پیشگیری اسکوروی به کار رفته است. هامستر، میمون و سایر گونه‌های آزمایشگاهی نیز در توسعه علم تغذیه، نقشی را ایفا کرده‌اند.

علم تغذیه، به علت قابل دسترس بودن انواع مدل‌های مختلف (کشف بافت، باکتری، حیوانات آزمایشگاهی و نظایر آن) برای جایگزین کردن آن‌ها به جای حیوانات اهلی و انسان در آزمایش‌های مختلف، با سرعت زیادی پیشرفت کرده است. این روش‌ها برای جمع آوری و توسعه اطلاعاتی که به دست آوردن آن‌ها با گونه‌های اصلی مورد نظر می توانست غیر ممکن باشد، به کار گرفته شده‌اند. این امر ممکن است به علت هزینه زیاد یا دسترسی نداشتن به حیوانات (مورد نظر) برای یک نظام تحقیقاتی طولانی، جهت رسیدن به نتایج پر اهمیت باشد.

تغذیه، مانند سایر علوم زیستی، دقتی را که علم فیزیک دارد، دارا نیست. این امر اساساً به این علت است که ارگانیسم‌های زیستی کاملاً متغیر است. متخصصین ژنتیک می گویند که در حیوانات عالی تر، دو موجود کاملاً مشابه وجود ندارند ؛ همچنین، محیط‌هایی که دو حیوان، در معرض آن‌ها قرار می گیرند، تقریباً همیشه متفاوت هستند و بنابراین احتیاجات غذایی آن‌ها بایستی متفاوت باشد.

در تغذیه دام همان طوری که امروزه عمل می شود، لازم است، متخصصین علم تغذیه، قادر به فرموله کردن جیره‌های غذایی، و خوراک‌های مکملی باشند که برای اهداف مورد نظر مطلوب بوده و به مقدار کافی توسط حیوان مصرف شوند. متخصصین علم تغذیه باید قیمت تمام شده مکمل یا خوراک مخلوط را همیشه در نظر داشته باشند، و جیره هایی را تنظیم کنند که از لحاظ مقدار و کیفیت مواد مغذی، کافی و متوازن بوده و سطح مورد نظر تولید را فراهم آورند. همچنین لازم است آنان سطح مورد نیاز محرک های رشد، داروها و سایر مواد افزودنی غیر مغذی را نیز در نظر بگیرند. بعلاوه، جیره هایی که فرموله شده‌اند باید قابل آسیاب شدن، مخلوط شدن، حمل و نقل و انبار کردن باشند. از متخصصین تغذیه انتظار دانستن یا انجام چیزهای بسیار دیگری می رود، ولی این وظائف به نظر می رسد حداقل چیزی باشد که باید از آن‌ها انتظار داشت.

اطلاعات علمی در 50 سال گذشته افزایش چشم‌گیری داشته است که این امر سبب شده که متخصصین علم تغذیه با سایر دانشمندان رشته‌های علمی هم گام باشند. در طبقه بندی کلی، تغذیه به دو شاخه انسانی و دامی تقسیم می گردد. در زمینه دام، اکثر متخصصین تغذیه، در رشته حیوانات تک معده‌ای (با معده ساده) و یا تغذیه نشخوارکنندگان (با معده چند قسمتی) تخصص دارند. افرادی که در رشته تک معده‌ای ها تخصص دارند، ممکن است با طیور (گروه‌های مختلف مرغ، بوقلمون، اردک، غاز و نظیر آن‌ها)، خوک، اسب، حیوانات دست آموز خانگی (سگ و گربه)، ماهی و سایر گونه‌های آبزی (نسبتاً جدید)، گونه‌های آزمایشگاهی (موش صحرایی، موش، خوکچه هندی، میمون و غیره) یا حیوانات نگهداری شده در باغ وحش‌ها سرو کار داشته باشند. در زمینه نشخوارکنندگان، تخصص‌ها شامل گوسفند، بز، گونه‌های وحشی نگهداری شده در باغ وحش‌ها، گاوهای شیری و گاوهای گوشتی می گردد. نظیر سایر زمینه های علمی، تخصصی شدن اجازه می دهد تا افراد متخصص نسبت به افرادی که سعی می‌کنند به طور عمومی در تمام زمینه‌های تغذیه دام معلوماتی کسب کنند، با اطلاعات جدید و عملیات تجاری آشناتر باشند.

علاوه بر تخصص‌هایی که قبلاً ذکر شد، نسبتاً معمول است (به ویژه در زمینه دام) که گروهی از افراد، تمایل شدیدی به کار آزمایشگاهی درمورد متابولیسم بیوشیمیایی

مواد مغذی (اغلب در مورد زیر واحدهای سلولی یا به عبارت دیگر کار در سطح اندامک-های سلول) دارند. گروه دیگر به تولید حیوان گرایش بیشتری نشان می‌دهند (به کل جریان یا به کاربرد اندام‌ها بیش از متابولیسم سلولی یا زیر سلولی گرایش دارند). البته سطوح گوناگونی از تخصص برای انجام تجزیه اسیدهای آمینه پروتئین‌ها نسبت به جمع آوری داده‌ها برای تعیین توان تولیدی حیوان، کیفیت تخم مرغ و نظایر آن مورد نیاز است. در عمل، غالباً افرادی که به صورت گروهی با تخصص‌های مختلف همکاری می کنند، نسبت به وقتی‌که همان افراد به طور انفرادی کار می کنند به نتایج تحقیقاتی کامل‌تر و ابتکاری تری دست می یابند.

در زمینه تغذیه انسانی، اگر چه دانش نسبتاً پیشرفته ای داریم، ولی سوء تغذیه به صورت عامل مهم در کشورهای توسعه نیافته، در حال توسعه و در میان فقرای کشورها هنوز باقی مانده است. بررسی‌هایی که توسط سازمان‌های بهداشت جهانی صورت گرفته، نشان می دهد که مسائل بسیار پراهمیتی برای نوزادان از جمله مارازموس (لاغری مفرط ناشی از کمبود انرژی، پروتئین و احتمالاً سایر مواد مغذی)، کواشیورکور (عارضه‌ای در اطفال ناشی از کمبود کیفیت یا کمیت پروتئین) و کمبود ویتامین A وجود دارد. در تمام سنین، کمبود ید

(گواتر) و کم خونی‌های تغذیه‌ای (آهن، ویتامین B_{12}، اسید فولیک و سایر مواد مغذی) از جمله مسائلی هستند که هنوز حل نشده‌اند.

نقش حیوانات در تأمین غذای مورد نیاز دنیا

طی 40 تا 60 سال گذشته پیشرفت‌های قابل توجهی در تولید محصولات زراعی صورت گرفته است و توسعه ذرت دورگه و ذرت خوشه‌ای منجر به استفاده عمومی دورگه‌ها تقریباً در تمام مناطق تولید متمرکز گردیده است. در همین مدت، محصولات زراعی مهم نظیر ذرت و سویا به طوری تغییر و بهبود یافته‌اند که در دامنه وسیع‌تری از محیط‌ها، سازگار شده‌اند. این تغییر چنان بوده که « انقلاب سبز » نامیده شده و منجر به توسعه واریته‌های پر تولید برنج و گندم و استفاده گسترده آن‌ها در سطح جهانی گردیده، و توانسته افزایش قابل ملاحظه‌ای در تولید غذاهای دانه‌ای را سبب شود. به علاوه استفاده گسترده از کود، حشره‌ها، علف کش‌ها و سایر مواد شیمیایی به مقدار تولید غذا و خوراک افزوده است. اخیراً، بعضی از کشورها نظیر هندوستان، مالزی، اندونزی که از واردکنندگان ویژه غذاهای دانه‌ای در بعضی مواقع به شمار می‌رفتند، اکنون صادر کننده برنج مازاد خود هستند. در همین زمان، مصرف فرآورده های حیوانی در بسیاری از کشورهای آسیایی افزایش یافته است.

اگر چه درصد افزایش تولید برخی از دانه های غلات درمقایسه با افزایش تولیدات حیوانات احتمالاً بیشتر است، ولی قابلیت توانایی تولید حیوان به طور قابل توجهی در سه تا چهار دهه گذشته پیشرفت کرده است. تولید شیر، گوشت و تخم مرغ در واحد دامی به طور محسوسی بالاتر رفته است که منجر به استفاده مؤثرتر از خوراک، نیروی انسانی، زمین و سرمایه شده است. پرورش آبزیان، در چند منطقه به تدریج از اهمیت بیشتری برخوردار می شود و در جایی که آب در دسترس باشد، تولید ماهی در مقایسه با تولید گوشت خالص از حیوانات خونگرم، متداول تر و کارآمد تر خواهد بود.

حتی با پیشرفت های بسیار محسوس در تولید محصولات زراعی و دامی، عقاید و نظراتی وجود دارند مبنی بر این که رشد جمعیت ممکن است از ظرفیت تولید غذا و خوراک در جهان، به علت محدود بودن زمین مزروعی، آب قابل استفاده و انرژی، پیش گیرد. در بسیاری از مناطق آب جهت آبیاری، کم است. در مناطقی که از آب های زیر زمینی جهت آبیاری استفاده می گردد، سطح آب زیر زمینی پایین رفته، در نتیجه هزینه زیادتری برای بالا آوردن آن به سطح زمین، لازم است. افزایش هزینه‌های انرژی، به جز مقداری که توسط افزایش قیمت‌های فرآورده جبران می‌شود، استفاده از آب زیر زمینی را جهت آبیاری غیر اقتصادی می کند. به هیمن ترتیب، افزایش قیمت گاز طبیعی و سایر فرآورده-های نفتی به طور مستقیم هزینه‌های تولید کود شیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا

در بعضی از فرآیندهای صنعتی از گاز به عنوان ماده اولیه تشکیل دهنده کود، استفاده می‌شود. بسیاری از مردم احساس می‌کنند که افزایش تقاضا برای غذا و خوراک، می‌تواند به وسیله توسعه مداوم تکنولوژی، پیشرفت‌هایی در بازاریابی و کاهش در ضایعات، تأمین گردد. اما کمبود بحرانی آب که توسط بعضی از افراد پیش بینی شده، ممکن است خودش مانع بسیار بزرگی شود.

به هر حال بدیهی به نظر می‌رسد که فرآوده‌های حیوانی نقش عمده‌ای در تأمین افزایش تقاضا در آینده خواهند داشت، اما انتظار می‌رود که حیوانات، به ویژه در بعضی از کشورهای توسعه یافته، کمتر با مواد گیاهی، قابل مصرف انسان که در حال حاضر در خوراک آن‌ها به کار می‌رود، تغذیه شوند. علت این پیش بینی که در آینده از فرآورده‌های حیوانی، کمتر در جیره‌های انسانی استفاده خواهد شد، این است که خورانیدن غذاهای قابل مصرف انسان به حیوان و سپس خورانیدن گوشت، تخم مرغ، یا شیر آن به انسان، بازده کمتری دارد.و از این گذشته، دانه هایی که به عنوان غذا برای انسان، مورد استفاده قرار می گیرند، در مقایسه با قیمتی که خوراک دهندگان حیوانات معمولاً می توانند بپردازند، قیمت بیشتری دارند. این مطالب برای اقلامی صحیح است که بتوانند برای انسان مستقیماً قابل مصرف باشند، ولی در مورد بسیاری از اجزای خوراک به وسیله حیوانات اهلی یا وحشی مصرف می‌شود، صادق نیست.به این دلیل است که جیره غذایی

حیوان می‌تواند متشکل از اجزایی باشد که برای انسان قابل مصرف نیست. در حقیقت، در اکثر مناطق دنیا، شیر و گوشت تولید شده به وسیله گاو، گوسفند، گاومیش و بز به طور مستقیم از زمین‌های مرتعی غیر زراعی و از بقایای محصولات زراعی، فرآورده‌های فرعی آسیاب، یا ضایعاتی که هرگز به طور طبیعی در زنجیره غذایی انسان راه پیدا نمی کنند، به دست می‌آید. از طرف دیگر، مقدار قابل توجهی از خوراک خورانیده شده به حیوانات در بعضی از کشورها به طور مستقیم با مصرف انسان در رقابت است. برآورد شده که با خوراک داده شده به حیوانات دست آموز خانگی در ایالات متحده آمریکا می‌توان حدود 40 میلیون نفر را تغذیه نمود، اگر چه اجزای غذای بعضی از حیوانات دست آموز خانگی از انواع مختلف ضایعات حیوانی نظیر شش‌ها، کبدهای ضبط شده و نظایر آن است که به طور کلی برای مصرف انسان مورد توجه قرار نمی‌گیرند.

خوراک (**Feed**) ماده‌ای است که پس از خورده شدن توسط حیوان، دارای قابلیت هضم، جذب و مورد استفاده قرار گرفتن باشد. ما از کلمه خوراک بطور کلی برای تشریح ماده‌ای که قابل خوردن باشد استفاده می نماییم. غلات علوفه‌ای و بقولات علوفه‌ای به عنوان مثال خوراک نامیده می‌شوند معهذا می دانیم تمامی اجزای متشکله آن‌ها قابل هضم نمی باشند. به آن قسمت از ماده غذایی که به مصرف واقعی حیوان می‌رسد مواد مغذی (Nutrient)گفته می‌شود. جیره (Diet) حیوانات مزرعه از گیاهان و فرآورده

های گیاهی تشکیل می شود، با وجود این، بعضی خوراک هایی با منشاء حیوانی نظیر پودر ماهی و شیر، در مقادیر محدود مورد استفاده قرار می گیرند. به مقدار غذا یا خوراک تأمین شده در یک روز رژیم یا جیره غذایی (Ration) گفته می‌شود. گیاهان قادرند مواد پیچیده را از مواد ساده‌ای نظیر دی اکسید کربن، آب و مواد معدنی تهیه نمایند. به کمک عمل فتوسنتز، گیاهان انرژی لازم برای این فعالیت را از خورشید کسب می نماید. قسمت اعظم انرژی کسب شده از نور خورشید در گیاه به صورت انرژی شیمیایی باقی می‌ماند و همین انرژی است که به مصرف دام رسیده و برای زنده نگهداشتن حیوان و ساخته شدن نسوج و بافت‌های بدن آن به کار می رود. گیاهان و حیوانات حاوی انواع مواد اولیه شیمیایی مشابهی در ساختمان بافت‌های خود هستند، که می‌توان آنها را بر اساس ساختمان، خصوصیات و وظائف ، طبقه بندی نمود. مهمترین اجزای تشکیل دهنده خوراکها، گیاهان و حیوانات عبارتند از:

خوراک
آب (رطوبت)(Moisture)
ماده خشک
(Dry Matter)
ماده غیر آلی (Inorganic matter)
(مواد معدنی)
ماکروالمنت ها (مواد معدنی پرمصرف)
میکروالمنت ها (موادمعدنی کم مصرف)
ماده آلی (Organic matter)
کربوهیدراتها
کربوهیدراتها ی دیواره سلولی
کربوهیدراتهای محتویات سلولی
چربیها (لیپید ها)
پروتئین ها
ویتامین ها
اسیدهای آلی
اسیدهای نوکلئیک

آب Moisture (Water)

مقدار آب موجود در بدن حیوان بر اساس سن آن تغییر می‌نماید. بدن حیوان نوزاد حاوی ۷۵۰ تا ۸۰۰ گرم آب در کیلوگرم آب است، اما این مقدار در بدن یک حیوان بالغ و چاق به حدود ۵۰۰ گرم در کیلوگرم کاهش می یابد. حفظ مقدار آب بدن تا یک سطح معین برای بقای موجود حیاتی است. یک حیوان در هنگام محرومیت از آب به مراتب سریعتر از زمانی که دسترسی به غذا نداشته باشد از بین می‌رود. وظیفه آب در بدن، محلول کردن مواد قابل هضم غذا و انتقال آن به نقاط مختلف بدن و دفع مواد زیان آور است. بسیاری از فعل و انفعالات شیمیایی که آنزیمها در آن‌ها دخالت می‌نمایند شامل هیدرولیز بوده و در محیط مایع صورت می گیرند. به علت بالا بودن درجه حرارت مخصوص آب، تغییرات زیادی در تولید حرارت داخل بدن حیوان صورت می‌گیرد بدون آن‌که تغییر چندانی در درجه حرارت بدن بروز نماید. همچنین آب دارای تأخیر حرارتی بالایی برای تبخیر است و تبخیر آن از شش‌ها و پوست باعث تنظیم حرارت بدن می‌گردد. حیوان آب مورد نظر خود را از سه منبع تأمین می‌نماید: آب آشامیدنی، آب موجود در غذا و آب متابولیکی که آخری بر اثر اکسیداسیون مواد آلی حاوی هیدروژن غذا در هنگام متابولیسم بوجود می‌آید. آب موجود در غذاها بسیار متغیر است و ممکن است از ۶۰ گرم در کیلوگرم (در بذور) تا بیشتر از ۹۰۰ گرم در کیلوگرم (در محصولات ریشه‌ای) تغییر نماید.

بخاطر تغییرات وسیع میزان آب اغلب، ترکیبات شیمیایی مواد غذایی بر اساس ماده خشک بیان شده و امکان مقایسه دقیق تر میزان مواد مغذی غذاها فراهم می‌گردد. مقدار آب گیاهان در حال رشد بستگی به مرحله رشد دارد، گیاهان جوان بیشتر از گیاهان مسن دارای آب هستند.

ماده خشک (Dry Matter)

مواد خشک غذاها را می‌توان به مواد خشک آلی و مواد خشک معدنی تقسیم بندی کرد. و لیکن باید دانست که در موجودات زنده این نحوه تقسیم بندی میسر نخواهد بود. بسیاری از ترکیبات آلی دارای عناصر معدنی به عنوان جزء ساختمانی هستند، برای مثال می‌توان گفت که تمام پروتئین ها حاوی گوگرد و بسیاری از لیپیدها و کربوهیدراتها در گیاهان و جانوران دارای فسفر هستند. جزء اصلی تشکیل دهنده ماده خشک علوفه مرتع کربوهیدرات است و این مطلب در مورد تمام گیاهان و بسیاری از بذور (به استثنای بذور روغنی نظیر بادام زمینی که حاوی مقادیر زیادی مواد پروتئینی و لیپیدی به صورت چربی‌ها یا روغن‌ها هستند) صدق می‌نماید. برعکس، مقدار کربوهیدرات موجود در بدن جانوران بسیار کم است. یکی از دلایل اصلی وجود اختلاف بین مقادیر کربوهیدراتها در گیاهان و جانوران، سلولزی بودن غشاء سلولی گیاهان است حال آن‌که دیواره سلولی حیوانی تقریبا تماماً از چربی و پروتئین ساخته شده است. بعلاوه گیاهان قسمت اعظم

انرژی را بصورت کربوهیدراتهایی مانند نشاسته و فروکتانها و حیوانات آن را به صورت چربی ها ذخیره می‌نمایند. مقدار چربی در بدن حیوان متناسب با سن آن تغییر می کند به نحوی‌که نسبت چربی در بدن حیوان مسن به مراتب بیشتر از حیوان جوان است. مقدار لیپید موجود در گیاهان نسبتاً کمتر است. پروتئین‌ها ترکیبات اصلی حاوی ازت در گیاهان و حیوانات هستند. در گیاهان قسمت اعظم پروتئین به صورت آنزیم بوده و میزان آن با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. در حیوانات ماهیچه، پوست، مو، پر، پشم و ناخن اساساً از پروتئین تشکیل شده است. از اسیدهای آلی موجود در گیاهان و حیوانات اسید سیتریک، اسید مالیک، اسید سوکسینیک، اسید فوماریک و اسید پروپیونیک را می‌توان نام برد. گرچه مقادیر این اسیدها در بدن بطور طبیعی کم است ولی در متابولیسم عمومی سلولها به عنوان ترکیبات واسطه اهمیت فراوان دارند. اسیدهای آلی دیگری که بر اثر تخمیر مواد غذایی در شکمبه و یا در مواد سیلویی بوجود می‌آیند، عبارتند از: اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک و اسید لاکتیک.

ویتامین ها به مقادیر بسیار ناچیزی در گیاهان و حیوانات موجود بوده و بسیاری از آن‌ها به عنوان جزئی از سیستم‌های آنزیمی دارای اهمیت هستند، هنگامی‌که ویتامینها مورد نظرند تفاوت اصلی میان گیاهان و حیوانات در این است که گیاهان تمام ویتامینهای مورد نیاز خود را می‌سازند، در حالی‌که حیوانات قادر به انجام این عمل نبوده و علاوه بر

مقدار بسیار محدودی که خود می‌سازند به یک منبع خارجی نیز برای تأمین ویتامین کافی احتیاج دارند. مواد معدنی شامل تمامی عناصر موجود در گیاهان و حیوانات به جزء کربن، هیدروژن، اکسیژن و ازت است. کلسیم و فسفر قسمت اعظم خاکستر حیوانات را تشکیل می‌دهند در حالی‌که پتاسیم و سیلیس عناصر اصلی غیر آلی گیاهان محسوب می‌شوند.

اصول تجزیه تقریبی مواد خوراکی (Proximate analysis)

به منظور شناخت مواد خوراکی مختلف، استومان و وینده در سال 1860 در ایستگاه تحقیقاتی وینده آلمان یک برنامه کلی برای تجزیه شیمیایی مواد خوراکی پیشنهاد کردند. در این شمای کلی مواد مغذی مختلف که دارای بعضی خصوصیات معمول بودند با یکدیگر در یک گروه طبقه بندی و تجزیه می‌شود. این مواد مغذی به عنوان اصول تجزیه تقریبی در نظر گرفته می‌شود. در این سیستم مواد خوراکی در 6 بخش تجزیه می‌شوند ؛ شامل :

1 – آب 2 – عصاره اتری (چربی خام) 3 – عصاره عاری از ازت 4 – پروتئین خام 5 – الیاف خام 6 – خاکستر

به خاطر وجود مقادیر متغیر آب در نمونه‌های مختلف نتایج اصول تجزیه تقریبی (به جز آب) بر پایه ماده خشک، تعریف می‌شود.

بخش	ترکیبات
رطوبت	آب (اسیدهای فرار و بازها در صورت وجود)
پروتئین خام(Crude protein)	پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، آمین‌ها، نیترات‌ها، آمیدها
عصاره اتری (Ether extract)	چربی‌ها، روغن‌ها، موم‌ها، رنگدانه‌ها، استرول‌ها
الیاف خام (Crude fibre)	سلولز، همی سلولز، لیگنین
عصاره فاقد ازت (Nitrogen free extractive)	قند، نشاسته، پکتین
خاکستر(Ash)	مواد معدنی

رطوبت

رطوبت یا مقدار آب موجود در یک خوراک بسیار مهم است و اطلاعات مهمی را در ارتباط با ماهیت خوراک مشخص می‌سازد ؛ بطور مثال مواد خوراکی دارای رطوبت بالای 15

درصد برای نگهداری مناسب نمی باشند، چون احتمال رشد قارچ و کپک بالا بوده و یا ممکن است به خاطر تخمیر، آتش سوزی رخ دهد. تعیین مقدار آب درخوراک مهم است، زیرا ارزش نسبی خوراک به صورت قیمت به ازای هر واحد ماده خشک محاسبه می‌شود. به عنوان مثال: اگر دو نوع ذرت با قیمت متفاوت هر کیلوگرم 2000 ریال، با 15٪ رطوبت و 2060 ریال با 10٪ رطوبت در دسترس باشد قیمت این ذرت‌ها بر اساس ماده خشک به ترتیب برابر با 2300 ریال و 2260 ریال خواهد بود. تعیین مقدار آب ضروری است مخصوصاً زمانی‌که علوفه به صورت سیلویی نگهداری می‌شود (جهت تهیه علوفه سیلویی بایستی ماده خشک در محدوده 30 تا 35٪ باشد). قسمت اصلی آب مورد نیاز دام اغلب به صورت نوشیدن آب است ولی زمانی‌که دام توسط علوفه تازه حاوی 90 – 75 درصد رطوبت تغذیه گردد، بخش مهمی توسط خوراک تأمین می‌شود. دام‌های غیرشیرده در طول بارندگی زمانی‌که در چراگاه‌های آبدار و با طراوت هستند ممکن است هیچ آبی مصرف نکنند و یا کمتر آب بنوشند. مقداری از آب هم از راه اکسیداسیون مواد مغذی برای دام تأمین می شود که به عنوان آب متابولیک شناخته می‌شود. یک گرم از کربوهیدارت، پروتئین و چربی به ترتیب حدوداً 0/6، 0/4 و 1 میلی لیتر آب در اثر اکسیداسیون تولید می‌کنند. در اغلب دام‌های اهلی در حدود 5 تا 10٪ آب از طریق

اکسیداسیون مواد مغذی تأمین می‌شود. در شتر، آب متابولیک ممکن است بخش اصلی منبع آب دام در ماه‌های تابستان باشد.

به‌طورکلی آب مناسب برای انسان می‌تواند به طور بی‌خطری توسط دام نیز مورد استفاده قرار گیرد، اما به نظر می‌رسد که حیوانات نسبت به انسان می‌توانند شوری بالاتری را تحمل کنند. کیفیت آب مستقیماً در مصرف خوراک تأثیر می‌گذارد، زیرا کیفیت پایین آب طبیعتاً منجر به کاهش مصرف آب و از این رو کمتر شدن مصرف و تولید می‌شود. موادی که خوش‌خوراکی آب را کاهش می‌دهند، شامل انواع مختلف نمک‌های شور هستند. اگر این نمک‌ها در مقادیر بالایی مصرف شوند، ممکن است برای حیوانات سمی باشند که عبارتند از نیترات‌ها و فلوئور به علاوه نمک‌های بعضی از فلزات سنگین. سایر موادی که ممکن است خوش خوراکی را تحت تأثیر قرار داده یا سمی باشند، شامل انواع زیادی از میکروارگانیسم های بیماری زا، قارچها، پروتوزوآها، هیدرات های کربن و سایر مواد روغنی، انواع آفت‌کشها و بسیاری از مواد شیمیایی صنعتی که بعضی اوقات آب را آلوده می‌کنند. با توجه به مواد معدنی که در آب وجود دارتد، آن‌هایی که احتمالاً در مقادیر بالایی دریافت می‌شوند عبارتند از کربنات‌ها، بیکربنات‌ها، سولفات‌ها و کلرورهای کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم. در یک غلظت معین، کلاً سولفات‌ها نسبت به کربنات‌ها و کلرورها برای حیوان زیان آورتر

هستند. اکثر حیوانات اهلی می‌توانند غلظت 15000 تا 17000 میلی گرم مواد جامد حل شده در هر لیتر را تحمل کنند، ولی این مقدار روی تولید تأثیر منفی دارد. آب خوب، آبی است که مواد جامد آن کمتر از 2500 میلی گرم در لیتر باشد. طبق نظر انجمن تحقیقات ملی آبی که مواد جامد آن کمتر از 1000 میلی گرم در لیتر باشد، برای هر گروه از دام‌ها و طیور بی‌خطر است. آب حاوی 1000 تا 5000 میلی گرم مواد جامد در لیتر بی‌خطر بوده، ولی باعث اسهال ملایم و موقتی در حیواناتی که به این غلظت عادت ندارند، می‌گردد. غلظت‌های بین 5000 تا 7000 برای حیوانات اهلی به غیر از طیور قابل قبول است. غلظت‌های بیش از 7000 برای طیور و خوک مناسب نبوده و نیز برای گاو، اسب و گوسفند آبستن و یا حیوانات در حال رشد نباید مورد استفاده قرار گیرد. غلظت‌های بیش از 10000 میلی گرم در لیتر در هر شرایطی غیر قابل استفاده است.

اندازه گیری رطوبت (ماده خشک)

مقدار آب موجود در نمونه خوراک معمولاً به صورت کاهش در وزن بعد از قرارگیری در معرض حرارت ثبت می‌شود. در ۱۰۰ درجه سانتی گراد بعضی عناصر فرار ممکن است در حین حرارت‌دهی از بین بروند و سایر عناصر مانند قندها ممکن است تجزیه شوند. به هر حال مقادیر چنین عناصر قابل فرار و قابل تجزیه در مواد خوراکی معمولاً بسیار کم است. دمای جوش آب ۱۰۰ درجه است و حرارت‌دهی مواد زیستی برای مدت زمان

معینی باعث می‌شود تا کل آب به شکل بخار خارج شود. به طور طبیعی 24 ساعت در آون ۱۰۰ درجه سانتی گراد یا در آون خلاء به مدت 12 ساعت در دمای ۶۰ تا ۶۵ درجه سانتی گراد این عمل صورت می‌پذیرد. درصد ماده خشک به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\frac{\text{وزن نمونه خشک}}{\text{وزن نمونه تر}} \times 100$$

پروتئین خام

برای تعیین پروتئین خام در خوراک مقدار ازت محاسبه شده و در ضریب 6/25 ضرب می‌گردد. با این فرض که پروتئین مواد خوراکی دارای 16 درصد ازت است، ولی مقدار ازت موجود در پروتئین خوراک‌ها بین 16 تا 19 درصد است، از این رو ضرایب مختلفی با توجه به مقدار ازت مواد خوراکی، مورد استفاده قرار می‌گیرند ؛ برای شیر این ضریب 6/38 است. تعیین پروتئین خام مهم است زیرا بیشتر مواد خوراکی بر اساس مقدار پروتئین آن‌ها طبقه بندی می‌شوند، از قبیل کنجاله دانه‌های روغنی که غنی از پروتئین خام هستند. به طور مشابه، محصولات به دست آمده از منابع حیوانی مانند پودرماهی، پودرخون، پودرگوشت، واجد پروتئین خام بالا بوده و به عنوان خوراک‌های پروتئینی

طبقه بندی می‌شوند. علوفه‌های لگوم مانند شبدر، یونجه و گاودانه دارای مقادیر بالای پروتئین خام هستند. محصولات جانبی به دست آمده از غلات مانند کاه گندم، کاه برنج و علوفه ذرت از لحاظ پروتئین خام فقیر هستند. مقدار پروتئین یک خوراک همچنین اطلاعات غیر مستقیمی را درباره انرژی قابل هضم آن ارائه می‌دهد. زمانی‌که پروتئین خام بالا باشد اغلب الیاف خام پایین بوده و به صورت برعکس قابلیت هضم علوفه نیر بالاتر خواهد بود. پروتئین‌ها برای وظایف فیزیولوژیکی متنوعی از قبیل نگهداری، رشد، تولید شیر، پشم، تخم مرغ ضروری هستند.

اندازه گیری پروتئین خام

پروتئین خام عملاً بر حسب ازت محاسبه می شود. از آنجایی‌که ارزش متوسط پروتئین در مواد خوراکی ۱۶ درصد است (بر اساس ماده خشک)، یک ضریب ۶/۲۵ برای برآورد مقدار پروتئین خام استفاده می‌شود. برآورد ازت بر این اصل استوار است که ترکیبات ازته هنگامی‌که با اسید سولفوریک غلیظ هضم می‌شوند، سولفات آمونیوم تشکیل می‌دهند، با اضافه کردن قلیا به مخلوط هضم شده آمونیاک تقطیری آزاد می شود. آمونیاک آزاد شده در داخل اسید بوریک (بورات آمونیوم) با محلول اسید سولفوریک 0/1 نرمال تیتر می شود واکنش‌های صورت گرفته به قرار ذیل هستند:

H_2SO_4 + خوراکی + نمونه $\rightarrow$ NH_3 + CO_2 + SO_2 + NO_2

$NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$

$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$

$2NH_3 + H_3BO_3 \longrightarrow NH_4H_2BO_3$

$NH_4H_2BO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + H_3BO_3$

درصد پروتئین خام بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{حجم اسید سولفوریک مصرفی} \times 0/0014}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

چربی خام

چربی خام بخشی از مواد خوراکی است که از عصاره گیری متناوب مواد خوراکی توسط اتر به دست می‌آید که متشکل از گلیسریدهای اسیدهای چرب (چربی‌ها)، اسیدهای چرب آزاد ؛ کلسترول، روغن‌های فرار، کلروفیل، رزین، لیسیتین و غیره است. کلروفیل، رزین و روغن‌های فرار جزء مواد مغذی طبقه بندی نمی‌شوند ولی در عصاره اتری مواد خوراکی دیده می‌شوند. از آنجایی‌که ترکیب و نسبت اجزای عصاره اتری با توجه به ترکیب مواد خوراکی متغیر است، تأمین انرژی از بخش عصاره اتری (چربی خام) برای حیوانات نیز متفاوت خواهد بود. بخش اعظم عصاره اتری در کنجاله دانه‌های روغنی، چربی خواهد

بود ولی در علوفه سبز، بخش عمده شامل کلروفیل، روغن‌های فرار در این عصاره است. در کنار تأمین انرژی چربی خوراک، بعضی از اسیدهای چرب ضروری مانند لینولنیک، لینولئیک و آراشیدونیک را برای دام تأمین می‌کند. میزان عصاره اتری در خوراک‌ها و علوفه‌های مختلف متغیر است. علوفه سبز نسبت به محصولات جانبی حاصل از بقایای غلات دارای مقادیر بالای عصاره اتری است. کنجاله‌های روغنی فرآیند شده به طریق مکانیکی (استخراج روغن) حاوی 7 تا 8 درصد عصاره اتری هستند در صورتی‌که کنجاله‌های حاصل از روش حلال شامل مقادیر اندکی از چربی 0/5 تا 1 درصد) هستند، به صورت مشابه سبوس برنج و سبوس گندم فرآیند شده به روش حلال، منابع فقیری از عصاره اتری هستند.

اندازه گیری عصاره اتری

زمانی‌که یک نمونه خوراکی با اتر در دستگاه سوکسله مورد تجزیه قرار می‌گیرد این دستگاه تمامی ترکیبات چربی از قبیل گلیسریدهای اسیدهای چرب، اسیدهای چرب آزاد، کلسترول، لسیتین، کلروفیل، روغن‌های فرار و غیره را حل می‌کند و از تبخیر اتر عصاره اتری و یا چربی خام به دست می آید. درصد عصاره اتری بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{وزن عصاره اتری}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

الیاف خام

الیاف خام شامل سلولز، همی سلولز و بخش کوچکی از لیگنین است. لیگنین یک ماده مغذی نیست (بلکه یک ترکیب پلی فنلی است). بخش اصلی الیاف خام، سلولز است که به صورت مطلوبی در نشخوارکنندگان قابل هضم بوده در حالی‌که طبق روش وینده، الیاف خام نشان دهنده بخش غیر قابل هضم یا کمتر قابل هضم کربوهیدرات‌ها است. در آن زمان میکروبیولوژی شکمبه کمتر درک شده بود. امروزه معلوم شده است که الیاف خام می تواند به مانند عصاره فاقد ازت دارای قابلیت هضم بالایی در نشخوارکنندگان باشد. کرامپتون و ماینارد (1938) به ترتیب مقادیر، 32، 67 و 28 درصد قابلیت هضم را برای مواد خشبی خشک، گیاهان مرتعی و علوفه سیلویی برآورد کردند. حجیم بودن خوراک همبستگی بالایی با الیاف خام دارد، خوراک حجیم برای یک نشخوارکننده قابل قبول و خوشخوراک است. الیاف خام رطوبت موجود در روده را جذب می کند و به خاطر ماهیت آب دوستی، این مواد یک انبساط طبیعی را در لوله گوارشی ایجاد می کند و به حرکات دودی روده که منجر به جلو رانده شدن مواد گوارشی می‌شود، کمک می کند(الیاف خام به عنوان بخش از بین رفته در سوختن باقیمانده های خشک شده بعد از هضم

نمونه توسط اسیدسولفوریک 1/25٪ و هیدروکسید سدیم 1/25٪ تحت شرایط خاص است). الیاف خام که به عنوان پلی ساکاریدهای ساختمانی محسوب می‌شوند و تشکیل دهنده چهار چوب گیاهان هستند.

اندازه گیری الیاف خام

الیاف خام بخشی از کل کربوهیدرات است که بعد از جوشاندن موفقیت آمیز با اسید و باز رقیق هضم نمی‌شود و متشکل از سلولز، همی سلولز و لیگنین است و به نظر می‌رسد که در غیر نشخوارکنندگان قابل هضم نبوده، از این- رو اندازه‌گیری الیاف خام از نمونه فاقد چربی با اسید و باز رقیق شده صورت می‌گیرد. درصد الیاف خام به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{وزن نمونه غیر قابل سوختن}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

خاکستر

خاکستر بخشی از خوراک است که بعد از سوختن باقی می‌ماند، در فرآیند سوختن تمام مواد آلی می سوزند و تنها مواد معدنی باقی می مانند بخشی از خاکستر که محلول در اسید است به عنوان خاکستر غیر محلول در اسید شناخته می شوند. خاکستر غیر محلول در اسید (Acid InSoluble Ash) در یک نمونه خوراک در صورتی که بالاتر باشد

نشان دهنده کیفیت پایین‌تر خوراک است. ترکیب خاکستر مواد گیاهی به صورت بالایی متغیر است.

اندازه گیری خاکستر

خاکستر مواد باقیمانده‌ای است که بعد از سوختن کامل نمونه خوراکی، به دست می‌آید. در طی فرایند سوختن، مواد آلی اکسید می‌شوند و مواد معدنی باقی می‌مانند. درصد خاکستر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

عصاره فاقد ازت (کربوهیدرات‌های سهل الهضم)

در روش تجزیه تقریبی مواد، کربوهیدراتها را به دو بخش کربوهیدراتهای کم هضم یا غیر قابل هضم (سلولز، همی‌سلولز و لیگنین) و سهل الهضم یا فاقد ازت تقسیم بندی می‌کنند. تنها بخش ماده غذایی که بر اساس محاسبه تعیین می‌گردد، N.F.E است. لذا با استفاده از فرمول زیر می‌توان N.F.E را محاسبه کرد:

N.F.E= [100- (C.P% + C.F% + E.E% + Moisture% + Ash%)]

معایب سیستم تجزیه تقریبی

1. مواد زیستی را به بخش‌های تعریف شده مناسب، تقسیم بندی نمی کند.

2. بخش الیافی لیگنین تا حدی در هیدروکسید سدیم تجزیه می‌گردد و همی سلولز به تناسب در اسید و باز تجزیه می‌شود. از این رو الیاف خام ممکن است کمتر از معمول و نیز عصاره فاقد ازت بیشتر از حد معمول تعیین شود.

مفهوم تغذیه‌ای تعیین ترکیب شیمیایی مواد خوراکی

برای تعیین ارزش تغذیه ای یک خوراک، تجزیه تقریبی اولین مرحله است. به هر حال ترکیب شیمیایی نشان دهنده قابلیت دسترسی مواد مغذی موجود در خوراک برای دام نیست بلکه اطلاعاتی درباره کیفیت خوراک را بیان می‌کند. بنابراین تجزیه تقریبی این اطلاعات را فراهم خواهد نمود که آیا اجزای خوراک در ارزیابی استاندارد است یا خیر. تجزیه تقریبی همچنین به عنوان شاخصی جهت خرید و فروش مواد خوراکی محسوب می‌شود.

اصول تعیین ترکیب شیمیایی

تجزیه تقریبی و یا ترکیب شیمیایی مواد خوراکی به دو طریق، یعنی بر اساس ماده تر و یا بر پایه ماده خشک می‌تواند بیان شود. بطور کل تعیین ترکیب شیمیایی ماده خوراکی بر اساس ماده تر بر اساس چیزی است که دام آن را مصرف می کند. مزیت این روش در این است که به تنظیم جیره غذایی کمک می کند. در مورد بعدی، ترکیب شیمیایی فقط بر اساس ماده خشک تعریف می شود. بیان ترکیب شیمیایی بر اساس ماده خشک دارای مزایایی است، از آن جمله این که مواد خوراکی مختلف می توانند بین یکدیگر با یک مقیاس استاندارد مورد مقایسه واقع شوند (ترکیب شیمیایی در معرض تغییر توسط فاکتور های مختلف است).

روش های دیگر تعیین ترکیب شیمیایی مواد خوراکی

بر طبق روش تجزیه تقریبی ویندە، کل کربوهیدرات علوفه‌ها به الیاف خام و عصاره فاقد ازت تقسیم بندی می‌شود. این تقسیم بندی بر اساس این فرض است که الیاف خام کمتر قابل هضم بوده و عصاره فاقد ازت بیشتر قابل هضم است. انتقادات بسیاری بر این تقسیم بندی وجود دارد به این خاطر که نه الیاف خام و نه عصاره فاقد ازت هیچ ساختار شیمیایی دقیق یا گروهی از اجزای تشکیل دهنده را ارائه نمی‌دهد. هر دو توسط تفاوت در ساختار گیاهان مختلف، مرحله بلوغ گیاه و شرایطی که تحت آن برآورد می‌شوند، متغیر هستند.

همچنین عصاره فاقد ازت می‌تواند دارای لیگنین نیز باشد. آگاهی از این محدودیت‌های مرتبط با تعیین الیاف خام توجهات محققان را به سوی دیگر روش‌های تجزیه خوراک تحریک می‌کند. یکی از آخرین آن‌ها توسط ون سوست در سال 1965 پیشنهاد شده است. اساس روش ون‌سوست در تجزیه الیاف، تقسیم‌بندی دیواره سلولی گیاه به دو بخش دیواره سلولی با قابلیت هضم کم NDF و ADF (شامل همی‌سولز، سلولز و لیگنین) و بخش قابل هضم سلول گیاهی (شامل نشاسته و قندها) بوده است. ون سوست با به کارگیری دو شوینده (Detergent) زیر این دو بخش را جدا ساخت. 1- محلول شونده خنثی (Neutral Detergent) شامل سدیم لوریل سولفات، اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA)2- محلول اسیدی خنثی (Acid Detergent) شامل استیل تری آمونیوم بروماید در اسید سولفوریک 1 نرمال. NDF (همی سلولز، سلولز و لیگنین) برای غیرنشخوارکنندگان غیر قابل هضم بوده، در حالی‌که همی سلولز و سلولز به دلیل فعالیت قابل توجه میکروفلورا شکمبه برای نشخوارکنندگان قابل هضم می‌باشد. NDF یک شاخص مناسب برای تعیین حجم و قابلیت هضم و مصرف گیاه می‌باشد. هرچه که میزان NDF جیره غذایی بالاتر باشد، قابلیت هضم و میزان مصرف آن کاهش می‌یابد. ADF نیز معرف میزان سولز و لیگنین می‌باشد. لیگنین جزء غیر قابل هضم گیاه است.

ارزشیابی مواد غذایی

به کمک تجزیه شیمیایی می توان ارزش بالقوه یک غذا را از نظر تأمین ماده مغذی خاصی که در اختیار حیوان قرار می‌دهد، سنجید. معهذا ارزش حقیقی یک غذا تنها پس از کسر مقادیری که خواه ناخواه در حین اعمال هضم، جذب و متابولیسم به هدر می‌روند به دست می‌آید. نخستین افت ارزش غذایی را آن قسمت از غذا که جذب نشده و دفع می‌گردد باعث می‌شود.

دقیق‌ترین تعریف برای قابلیت هضم (Digestibility) یک غذا عبارت است از نسبتی از غذا که دفع نگردیده و بنابراین توسط حیوان جذب می‌شود. قابلیت هضم معمولاً بر مبنای ماده خشک محاسبه می‌شود و به صورت ضریب و یا درصد ذکر می‌شود. برای مثال اگر گاوی 9 کیلوگرم علف حاوی 8 کیلوگرم ماده خشک مصرف نموده و در مدفوع آن 3 کیلوگرم ماده خشک یافت شده باشد، قابلیت هضم ماده خشک علف مذکور به صورت زیر محاسبه می‌شود :

$$\frac{8-3}{8} \times 100 = \%62/5$$

به نحو فوق، ضریب هضم برای هر جزء ماده خشک نیز قابل محاسبه می‌گردد. اگر چه معمولاً فرض بر این است که نسبتی از غذا که دفع نمی‌گردد معادل نسبتی از آن است که در دستگاه گوارشی جذب می‌شود معهذا اعتراضاتی بر این فرض وجود دارد.

اندازه گیری قابلیت هضم (In Vivo)

در یک آزمایش برای اندازه گیری قابلیت هضم، میزان معینی از غذای مورد نظر به حیوان داده شده و سپس مدفوع حاصل از آن توزین می‌گردد. در این نوع آزمایشات به علت وجود تفاوت در قدرت هضم حیوانات مختلف (حتی اگر از یک گونه، یک جنس و یک سن باشند) و برای کاهش دادن خطاهای اندازه گیری، بیشتر از یک حیوان را باید تحت آزمایش قرار داد. حیوانات نر پستاندار برای این آزمایشات مناسب ترند زیرا جمع آوری جداگانه مدفوع و ادرار آن‌ها در مقایسه با حیوانات ماده ساده‌تر است. حیوانات منتخب باید حتی المقدور رام و از سلامتی کامل برخوردار باشند. در مورد حیوانات کوچک از قفس های متابولیکی استفاده می شود. در این قفس ها به کمک تعبیه غربال‌هایی، مدفوع و ادرار را مجزا از یکدیگر جمع آوری می‌نمایند. در مورد حیوانات بزرگ، نظیر گاو، از کیسه‌های پلاستیکی که به بدن آن متصل می گردد استفاده می‌شود. در حیوانات ماده به کمک وسیله مخصوصی که در این کیسه‌ها نصب می‌شود جدا ساختن مدفوع از ادرار امکان پذیر می‌گردد. بکار بردن این تدبیر در مورد گوسفند نیز عملی است.

در طیور به علت این که دفع ادرار و مدفوع تواماً از یک مجرای واحد به عبارت دیگر کلوآک صورت می‌گیرد تعیین قابلیت هضم مواد مشکل‌تر است. ترکیبات موجود در ادرار اکثراً ازته هستند و در صورتی که بتوان ترکیبات ازته ادرار را از ترکیبات ازته مدفوع جدا نمود مجزا نمودن ادرار و مدفوع از طریق شیمیایی عملی

می‌گردد. بیشتر ازت ادرار به شکل اسید اوریک و قسمت اعظم ازت موجود در مدفوع به صورت پروتئین حقیقی می‌باشد و جدا نمودن ازت این دو ماده نیز بر مبنای همین اصل قرار می‌گیرد. به وسیله عمل جراحی می توان تغییری در دستگاه گوارشی طیور بوجود آورد به نحوی که ادرار و مدفوع مجزا از یکدیگر دفع شوند.

غذایی که تحت آزمایش است باید ابتدا کاملاً مخلوط و از نظر ترکیب یکنواخت شده باشد. این غذا سپس به مدت حداقل یک هفته قبل از شروع جمع آوری و توزین مدفوع در اختیار حیوان قرار داده شده به نحوی‌که موجود کاملاً به آن خو گیرد و در ضمن دستگاه گوارشی عاری از بقایای غذاهای قبل گردد. پس از این مرحله، اندازه‌گیری مقدار غذا و مدفوع آغاز می‌شود. مدت لازم معمولاً بین 5 تا 14 روز است که طولانی بودن زمان آزمایش بخاطر این‌که نتایج در چنین شرایطی دقیق‌تر خواهند بود، مطلوب است. با افزودن مواد رنگی و غیر قابل هضم، نظیر اکسید فریک و یا کارمین (Carmine) به اولین و آخرین وعده غذای تحت آزمایش در حیوانات تک معده‌ای، مدفوعات حاصل از یک مقدار مشخص غذا جمع می‌گردد. جمع آوری مدفوع با ظهور رنگ در مدفوع آغاز و با زائل شدن رنگ در آن پایان می‌یابد. در مورد نشخوارکنندگان بکار گرفتن این روش توأم با موفقیت نخواهد بود زیرا غذای رنگ شده در شکمبه با مواد دیگر مخلوط می‌گردد. برای این که دستگاه گوارشی حیوان نشخوارکننده عاری از هر گونه غذای قبلی شود

معمولاً به 24 تا 48 ساعت زمان نیاز خواهد بود. بنابراین شروع اندازه گیری مدفوع، یک تا دو روز پس از صرف اولین وعده غذای تحت آزمایش و ختم آن یک تا دو روز پس از آخرین وعده غذا است. در تمام آزمایشات مربوط به تعیین قابلیت هضم مواد غذایی، به خصوص در مورد نشخوارکنندگان، باید سعی شود که غذا در ساعات معینی از روز در اختیار حیوان قرار گیرد و مقادیر غذا در روزهای آزمایش تغییر ننماید. برای مثال اگر مقدار آخرین وعده غذای آزمایش بیش از حد معمول باشد احتمالاً تمامی مدفوع حاصله در مدت زمان تعیین شده جمع آوری نمی‌گیرد و در نتیجه کاهش مقدار مدفوع، قابلیت هضم بیشتری برای غذای تحت آزمایش بدست می‌آید. سرانجام با تجزیه نمونه‌هایی از غذا و مدفوع، آزمایش تکمیل می‌شود.

اگر غذای تحت آزمایش ماده ای خشبی باشد می‌توان از آن به عنوان تنها منبع غذایی استفاده شود ولی در مورد مواد متراکم این امکان وجود ندارد زیرا استفاده از آن‌ها بدون وجود مقداری مواد خشبی باعث بروز اختلالات گوارشی می‌گردد. به منظور تعیین قابلیت هضم مواد متراکم اغلب باید آن‌ها را به همراه یک ماده خشبی که قابلیت هضم آن قبلاً تعیین شده دراختیار حیوان قرار داد. به این نحو، اگر در آزمایشی گوسفندان علاوه بر مصرف مقدار مشخصی علوفه که قابلیت هضم آن تعیین شده روزانه 0/5 کیلوگرم یولاف نیز مصرف نمایند و ماده خشک یولاف 90٪ باشد در این صورت مقدار ماده خشکی

که از یولاف تأمین می شود 0/45 کیلوگرم در روز خواهد بود و با فرض این‌که کل ماده خشک مدفوع روزانه از 0/76 به 0/91 کیلوگرم افزایش نشان دهد قابلیت هضم ماده خشک یولاف به صورت زیر محاسبه می‌شود :

$$\frac{0/45 - (0/91 - 0/76)}{0/45} = 0/667$$

در این مثال علف، غذای پایه و یولاف غذای آزمایشی است. فرمول کلی محاسبه قابلیت هضم در چنین شرایطی بشرح زیر است :

دار ماده مغذی در مدفوع غذای پایه – ماده خشک در مدفوع) – مقدار ماده مغذی در غذای آزمایشی

مقدار ماده مغذی در غذای آزمایشی

روش های مخصوص برای اندازه گیری قابلیت هضم

روش هایی که در آنها از معرف‌ها استفاده می شود. در بعضی از شرائط، به علت فقدان وسائل مناسب و یا کیفیت بخصوص آزمایش، اندازه گیری مستقیم مقدار غذای مصرف شده یا مدفوع و یا هر دو مقدور نمی‌گردد. برای مثال در مورد حیواناتی که به صورت گروهی تغذیه می‌شوند اندزاه گیری مقدار غذا برای یکایک حیوانات میسر نخواهد بود. در این حالت به کمک مواد مخصوصی که اصولاً قابل هضم نیستند امکان تعیین قابلیت

هضم غذا بوجود

می‌آید. در صورتی که غلظت معرف غیر قابل هضم در غذا و سپس در نمونه های کوچکی

از مدفوعات

اندازه‌گیری شود به کمک تعیین نسبت بین این غلظت‌ها تخمینی از قابلیت هضم غذا به دست می‌آید. به عنوان مثال، اگر غلظت ماده معرف از 10 گرم در کیلوگرم ماده خشک غذا به 20 گرم درکیلوگرم ماده خشک مدفوع برسد بدین معنی است که نیمی از ماده خشک هضم و جذب گردیده و معادله کلی آن به صورت زیر خواهد بود :

$$\frac{\text{گرم معرف در کیلوگرم ماده خشک غذا} - \text{گرم معرف در کیلوگرم ماده خشک مدفوع}}{\text{گرم معرف در کیلوگرم ماده خشک مدفوع}} \times 100$$

امکان دارد که معرف یک جزء از اجزاء طبیعی غذا یا یک ماده شیمیایی باشد که با غذا مخلوط می‌شود. مخلوط کردن مواد شیمیایی با غذاهائی مانند علف مشکل است، اما در چنین مواردی می‌توان از اجزاء غیر قابل هضم غذا از قبیل لیگنین استفاده نمود. امروزه از معرف های دیگری که جزئی از غذا هستند استفاده می‌شود که عبارتند از: ADF غیر قابل هضم، خاکستر نامحلول در اسید (عمدتاً حاوی سیلیکات است) و بعضی از n – آلکان‌های با زنجیر طویل و طبیعی موجود در غذا. کرومیوم به شکل اسید کرومیک

متداول‌ترین معرفی است که به غذاها اضافه می‌شود. اکسید کروم بسیار نامحلول بوده و بنابراین غیر قابل هضم است، به علاوه کرومیوم بعید است که به عنوان یک جزء طبیعی در غذاها موجود باشد.

در مورد اندازه گیری قابلیت هضم علوفه مرتعی که به وسیله حیوانات چرا می شود مسأله غامض‌تر است. در تئوری می توان از اجزاء طبیعی علوفه مرتعی همانند لیگنین به عنوان معرف استفاده کرد. در عمل بخاطر مشکلات در بدست آوردن نمونه‌هائی از غذا (مانند علوفه مرتعی) که معرف حقیقی آن‌چه‌که حیوان مصرف می‌نماید، باشد، استفاده از این روش پیچیده است. حیوانات در حین چرا، علوفه را انتخاب می کنند، به عبارت دیگر گیاهان جوان را به پیر و برگ را به ساقه ترجیع می‌دهند. به این نحو تراکم مواد الیافی (شامل لیگنین) در یک نمونه تصادفی از مرتع در مقایسه با علوفه‌هائی که حیوان مصرف می‌نماید، بیشتر است. یکی از راه‌های بدست آوردن نمونه‌هائی که معرف حقیقی مصرف غذا هستند استفاده از حیواناتی است که در مری آن‌ها یک فیستولا (مجرائی که از داخل مری به بیرون پوست یافته و بوسیله دریچه ای بسته می‌شود) قرار گرفته است. وقتی که دریچه بسته باشد غذا به طور طبیعی از دهان به معده راه می‌یابد. چنان‌چه دریچه موقتاً باز شود غذا خورده شده در کیسه ای که به گردن حیوان آویزان

است جمع آوری گردیده که سپس می توان در نمونه‌هایی که بدین نحو بدست می‌آیند به همراه نمونه‌های مدفوع، معرف را تعیین و قابلیت هضم را محاسبه کرد.

روش های آزمایشگاهی برای تعیین قابلیت هضم :

به علت دشوار بودن آزمایشات تعیین قابلیت هضم مواد غذائی، کوشش‌هایی در جهت بوجود آوردن فعل و انفعالاتی شبیه آن چه که در دستگاه گوارشی حیوان اتفاق می‌افتد در محیط آزمایشگاه صورت گرفته‌است. تقلید تمامی مراحل هضم غذا مطابق با آن‌چه در دستگاه گوارشی حیوان تک معده‌ای صورت می‌گیرد به سادگی میسر نیست، معهذا تعیین قابلیت هضم پروتئین غذا از روی حساسیتی که این ماده به حمله پپسین و اسید کلریدریک در خارج از محیط زنده نشان می دهد امکان پذیر است. این امکان نیز وجود دارد که ترشحات هضمی دستگاه گوارش را از طریق کانولا جمع آوری نموده و از آنها برای هضم مواد غذائی در شرایط آزمایشگاهی استفاده کرد.

تعیین دقیق قابلیت هضم مواد غذایی برای نشخوارکنندگان در آزمایشگاه (In Vitro) به این ترتیب صورت می‌گیرد که ابتدا غذا را تحت تأثیر لیکور شکمبه قرار داده و سپس آن را در معرض حمله پپسین می‌گذارند. مرحله اول این روش (که به روش دو مرحله ای خارج از بدن حیوان موسوم است) نمونه ای از غذا که کاملاً خرد و به صورت آرد در آمده مخلوط با لیکور بافر (

تامپون) شده در لوله آزمایش ریخته می‌شود سپس مخلوط را تحت شرائط بی‌هوازی به مدت 48 ساعت در درجه حرارت معین کشت می‌دهند. در مرحله دوم با افزودن اسید کلریدریک به مخلوط و رساندن pH آن به 2، باکتری‌های موجود را از بین می‌برند. سپس پپسین اضافه نموده و مخلوط حاصله را دوباره به مدت 48 ساعت در داخل انکوباتور (Incubator) قرار می‌دهند تا هضم گردد. مخلوط هضم شده را از فیلتر (کاغذی صاف) عبور می‌دهند و سپس مواد آلی هضم نشده در نمونه است که تفاضل آن از مواد آلی موجود در غذا تخمینی از قابلیت هضم مواد آلی را به دست می‌دهد. ضرائب هضمی که از آزمایشات خارج از بدن حیوان زنده نتیجه شده معمولاً اندکی کمتر از ضرائب هضم واقعی بوده و جهت تصحیح آن‌ها از معادلات مناسب استفاده می‌شود.

هم اکنون از این فن‌آوری برای تجزیه مواد خشبی موجود در مزارع به منظور راهنمائی کشاورزان و همچنین برای تعیین قابلیت هضم نمونه‌های کوچک نظیر نمونه-هائی که دراختیار علمای ژنتیک گیاهی قرار می‌گیرد، استفاده می‌شود. مورد استفاده دیگر این تکنیک، بدست آوردن تخمینی از قابلیت هضم علوفه مرتعی به هنگامی است که نمونه‌های علوفه مصرفی بشرحی که گذشت از یک حیوان دارای فیستولا در ناحیه مری جمع آوری شود. از حیوانات فیستوله شده که برای تهیه لیکور شکمبه جهت تخمین قابلیت هضم در شرایط آزمایشگاهی

استفاده می‌شود می‌توان به طریق متفاوتی جهت ارزیابی سریع قابلیت هضم نمونه های کوچک مواد غذائی استفاده کرد. نمونه های غذا (به میزان 3 تا 5 گرم ماده خشک) در داخل کیسه‌های کوچکی از جنس الیاف مصنوعی که اندازه سوراخ‌های (400 تا 1600 میکرو متر مربع) آن استاندارد است، قرار می گیرند. سپس این کیسه ها از طریق کانولا وارد شکمبه شده و به مدت 24 تا 48 ساعت در آن‌جا مورد انکوباسیون واقع می‌شوند. هر یک از کیسه‌ها در فواصل زمانی خاصی از شکمبه خارج شده و پس از شستشو به منظور تعیین مقدار ماده خشکی از غذا که هضم نگردیده، خشک می‌شود. به این فن‌آوری تعیین قابلیت هضم « In Sacco» اطلاق می‌گردد. استفاده از این روش مشکلاتی را به همراه دارد که مهمترین آن‌ها انتخاب مدت زمان مناسب انکوباسیون است.

صحت و اعتبار ضرائب هضم

اگر فرض شود که از تفاضل مقدار مدفوع از مقدار غذای خورده شده نسبت مواد هضم و جذب شده به دست می‌آید این فرض با دو مشکل مواجه خواهد شد. اول آن‌که در نشخوارکنندگان، متان حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها در شکمبه، خارج شده و جذب نمی‌گردد لذا مقادیر کربوهیدرات‌های قابل هضم و انرژی قابل هضم غذا بیشتر از آن‌چه‌که حقیقت دارد تخمین زده می‌شود. مشکل دوم، این است که تمامی مواد موجود در مدفوع قسمت هضم و جذب

نشده غذا نمی‌باشد. بخضی از مدفوع از آنزیم‌ها و مواد دیگری که به داخل دستگاه گوارشی ترشح می‌شوند و همچنین سلول‌های جدا شده از دیواره مجاری گوارشی تشکیل می‌گردد. به این ترتیب برای مثال حتی اگر به خوک غذای عاری از ازت داده شود در مدفوع آن ازت یافت خواهد شد. چون این ازت از بافت های بدن حیوان منشاء گرفته و مستقیماً از ازت غذا حاصل نمی‌شود به آن « ازت دفعی متابولیکی » اطلاق می‌گردد. مقدار دفع ازت متابولیکی متناسب با مقدار ماده خشک غذایی است که حیوان مصرف می‌کند. مدفوع به همین صورت دارای مقادیر قابل توجهی چربی خام و مواد معدنی است که منشاء متابولیکی دارند. بخشی از خاکستر مدفوع را عنصر معدنی موادی که به داخل دستگاه گوارشی ترشح می‌شوند تشکیل می دهند و به علاوه مسیر حقیقی دفع بعضی از مواد معدنی، به خصوص کلسیم از طریق مدفوع است.

قابلیت دسترسی زیستی Biological Availibility

به آن بخش ازمواد که در خوراک موجود است و توسط حیوان جذب و توسط بافت‌های بدن برای انجام فعالیت‌های زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ممکن است خوراکی توسط حیوان خورده شود ولی لازمه بهره‌مند شدن حیوان از آن در اختیار قرار گرفتن مواد مغذی در سطح

سلولی است. مثلاً در افراد دیابتی با این‌که سطح گلوکز خون بدن بالا است ولی این افراد احساس گرسنگی می‌کنند زیراکه این گلوکز به دلیل عدم ترشح یا جزئی انسولین نمی-تواند در اختیار سلول قرار بگیرد. همچنین کیلات‌هایی که در بدن تشکیل می‌گردد بر قابلیت دسترسی مواد متأثرند.

عوامل مؤثر بر قابلیت هضم

ترکیب غذا

قابلیت هضم غذا بستگی نزدیک به ترکیب شیمیایی آن دارد، در غذایی نظیر جو که ترکیب نسبتاً یکنواخت و یکسانی را در نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد قابلیت هضم، تغییر چندانی نمی‌کند. از سوی دیگر، ترکیب شیمیایی غذاهایی نظیر علوفه سبز و یا مواد سیلو شده ثبوت کمتری داشته و لذا تغییرات و نوسانات بیشتری در قابلیت هضم آن‌ها بروز می‌نماید. چون الیاف خام بیشترین نفوذ در قابلیت هضم یک غذا دارد مقدار و ترکیب شیمیایی این جزء اهمیت فراوان خواهد داشت. در روش‌های جدید تجزیه مواد غذایی سعی بر این است که اجزای دیواره سلولی از محتویات سلول متمایز گردند. زمانی که مواد خشبی تحت تأثیر محلول شوینده خنثی قرار می گیرد، محتویات سلولی هضم شده و دیواره سلولی NDF باقی می ماند. محتویات سلول‌های گیاهی را با استخراج آن

توسط محلول دترژان خنثی تعیین می‌کنند، می توان باقیمانده این استخراج را که عمدتاً از اجزای دیواره سلولی تشکیل شده به همی‌سلولز (که توسط محلول شوینده اسیدی جدا می‌شود) و سلولز به‌علاوه لیگنین تجریه نمود. تقریباً تمامی محتویات سلول‌ها قابل هضم است (قابلیت هضم حقیقی برابر ۱۰۰ درصد است) گرچه قابلیت هضم ظاهری آنها به خاطر دفع محصولات متابولیکی از دستگاه گوارش، ۱۰ تا ۱۵ درصد کمتر خواهد بود. قابلیت هضم دیواره سلولی، تغییرات بیشتری را نشان می‌دهد و بستگی به درجه لیگنینی شدن آن‌ها دارد. درجه لیگنینی شدن بر حسب میزان لیگنین موجود در ADF بیان می شود همچنین قابلیت هضم دیواره سلولی بستگی به ساختمان بافت‌های گیاهی دارد. بنابراین کلاً قابلیت هضم گرامینه‌های نواحی گرمسیری در مقایسه با مناطق معتدله کمتر است علت آن به این موضوع بر می‌گردد که برگ‌های گرامینه‌های نواحی گرمسیری حاوی گره‌های آوندی بیشتری بوده و بنابراین محتوی لیگنین بیشتری هستند و دارای توده متراکمی از سلول‌ها هستند که در مقابل هجوم میکروارگانیسم‌ها مقاومت می‌کند. قابلیت هضم غذاها ممکن است در اثر کم بودن و یا زیاد بودن مواد مغذی و یا ترکیبات دیگر در آن کاهش یابد. چنین اثراتی عمدتاً در حیوانات نشخوارکننده یافت می‌شود که در آن، برای مثال، کمبود ازت آمونیاکی و یا گوگرد در لیکور شکمبه رشد میکروبی را محدود کرده و در نتیجه قابلیت هضم مواد الیافی کاسته خواهد شد. زیاد بودن چربی در

جیره غذایی نیز رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه را مهار خواهد کرد. مقادیر بالای سیلیس در بعضی از مواد غذایی بویژه کاه برنج، قابلیت هضم آن‌ها را کاهش خواهد داد. در غذاهای غیر نشخوارکنندگان ترکیباتی که با پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه پیوند برقرار می‌کنند، از قبیل تانن‌ها، قابلیت هضم مواد غذایی را کاهش می‌دهند.

ترکیب جیره غذایی

قابلیت هضم یک غذا علاوه بر این‌که تحت نفوذ ترکیب خود غذا است بستگی به ترکیبات غذاهای دیگری دارد که همراه آن مصرف می‌شوند. بنابراین بایستی توجه داشت در صورتی‌که یک غذای خشبی (قابلیت هضم ماده خشک آن 60 درصد باشد) و یک ماده متراکم (با قابلیت هضم ماده خشک معادل 80 درصد) به نسبت مساوی در یک جیره حضور داشته باشند، قابلیت هضم جیره کامل ممکن است از مقدار مورد انتظار 70 درصد متفاوت باشد. این اثر « تجمعی » غذاها باعث تردید در نتایج حاصل از آزمایشات تعیین قابلیت هضم مواد متراکم که از طریق تفاوت وزنی به دست می‌آید، می‌شود. اثرات تجمعی غذاها معمولاً منفی هستند (مثلاً قابلیت هضم جیره‌های مخلوط کمتر از مقادیر مورد انتظار است) و زمانی‌که به یک ماده خشبی با کیفیت پایین، یک ماده متراکم نشاسته‌ای اضافه می‌شود بیشترین مقدار را دارا است. در چنین شرایطی تخمیر سریع نشاسته به اسیدهای چرب سبب خواهد شد pH شکمبه به 6 و یا کمتر از آن افت نماید. در pH

های پایین فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده سلولز مهار شده و در نتیجه، قابلیت هضم مواد الیافی کاسته خواهد شد می توان با اضافه کردن یک بافر مانند بیکربنات سدیم به جیره غذایی تا حدودی از کاهش قابلیت هضم جلوگیری کرد، معذالک به نظر می‌رسد که نشاسته علاوه بر اثر کاهش pH شکمبه، مستقیماً روی تجزیه سلولز تأثیر می‌گذارد.

آماده نمودن غذا

متداول‌ترین عملیاتی که برای تغییر حالت دادن به غذا صورت گرفته قطعه قطعه کردن، جدا نمودن پوشال دانه، خرد کردن، له کردن، سائیدن و پختن است. قابلیت هضم دانه‌ها به صورت له شده و سائیده شدن به ترتیب برای نشخوارکنندگان و خوک حداکثر بوده و خارج از این صور، احتمالاً بدون‌آن‌که مورد استفاده حیوانات مزبور قرار گیرند دفع می-شوند. در مورد گوسفند به علت آن‌که دانه را می‌جود فرآیندهای مکانیکی فوق الذکر ضروری نیست، معذالک در صورتی که دانه‌ها به همراه یک ماده خشبی که به سرعت از دستگاه گوارشی عبور می‌نماید، مانند سیلاژ گرامینه، به گوسفند داده شود لازم است که خرد شوند.

تغییرات مختلفی را می توان در مورد مواد غذایی خشبی به وجود آورد. ساده‌ترین این تغییرات قطعه قطعه کردن آن‌ها است. این عمل مستقیماً اثر چندانی بر قابلیت هضم

ندارد ولی چون امتیاز انتخاب بهترین قسمت های گیاه را از حیوان سلب می‌کند بطور غیر مستقیم قابلیت هضم علوفه را کاهش می‌دهد. ویفر (wafer) سازی مواد غذایی خشبی که شامل فشرده و به شکل بلوک های گرد یا مکعب درآوردن آن‌ها است اثر کمی بر قابلیت هضم این نوع مواد می‌گذارد. از طرف دیگر سائیدن و به صورت آرد در آوردن مواد غذایی خشبی (که اغلب با پلت کردن آن‌ها نیز همراه است) اثر قابل ملاحظه‌ای بر طریق هضم آن‌ها و در نتیجه بر قابلیت هضم این مواد دارد. غذاهای خشبی سائیده شده سریع‌تر از شکل قطعه قطعه شده آن‌ها از شکمبه می‌گذرند و قسمت های الیافی آن‌ها نیز کمتر در معرض تخمیر قرار می‌گیرند. بنابراین سائیدن مواد غذایی خشبی قابلیت هضم الیاف خام را به میزان تقریباً 20 واحد درصد و قابلیت هضم تمامی ماده خشک را به میزان 5 تا 15 واحد درصد کاهش می‌دهد. و این کاهش اغلب برای مواد خشبی با قابلیت هضم کم حداکثر است و احتمالاً به علت افزایش میزان مصرف نیز شدت می یابد زیرا غذای خشبی سائیده شده برای دام خوشایند بوده و حیوان مقدار زیادتری از آن را مصرف می‌کند. در مواد غذایی خشبی نظیر کاه غلات که درآن‌ها سلولز با مقادیر زیاد لیگنین مخلوط است می توان با روش‌های شیمیایی سلولز را از لیگنین جدا نمود. مواد شیمیایی که عمدتاً استفاده می‌شود ترکیبات قلیایی هستند (هیدروکسید سدیم و آمونیوم) و به طور قابل ملاحظه‌ای، از 40 درصد تا 50 الی 70 درصد، قابلیت هضم

کاه‌های غلات را بهبود می‌بخشند. گاهی جهت بهبود قابلیت هضم، غذاها را حرارت می-دهند. یک روش سنتی حرارت دادن در مورد پختن سیب زمینی برای تغذیه خوک بوده اما سایر غذا ها را نیز می توان با بخار آب و یا توسط اشعه مایکروویو (فرآیندی که به آن میکرونیزاسیون اطلاق شده) حرارت داد. اگر چه در مورد غلات اثر فرآیندهای مزبور در افزایش قابلیت هضم نسبتاً جزئی بوده اما در مورد ذرت خوشه‌ای (سورگرم) نتایج بهتری حاصل شده است. مفیدترین اثر حرارت در بهبود قابلیت هضم هنگامی است که منظور از حرارت دادن از میان بردن ممانعت کننده‌های آنزیمی موجود در برخی از غذاها باشد. بهترین نمونه از این نوع ممانعت کننده‌ها در مواد متراکم پروتئینی مشاهده می-شود. سیب زمینی‌ها و محصولات ریشه‌ای مانند کلم‌ها (Brassica napus)، دارای عوامل ممانعت کننده آنزیم تریپسین بوده که توسط حرارت از بین می‌روند، البته فایده این عمل نه در افزایش قابلیت هضم بلکه بیشتر به خاطر آن است که عوارض تخمیر پروتئین در روده کور را کاهش داده و سبب می‌شود که هضم پروتئین به شکل طبیعی در روده کوچک صورت گیرد.

افزودن آنزیم به غذاها

از آن جائی‌که حیوانات غیر نشخوارکننده در تجزیه بسیاری از ترکیبات غذاها توانائی کمتری دارند، به امید بهبود قابلیت هضم غذای این حیوانات ممکن است فرآورده‌های

آنزیمی (معمولاً از منشاء قارچی) به غذای آن‌ها اضافه شود. آنزیم بتاگلوکاناز از موفق-ترین آنزیم‌های افزودنی بوده است که به طور مداوم در جیره های غذائی طیور برای بهبود قابلیت هضم دانه جو استفاده می‌شود. در صورتی که بتاگلوکان‌ها مورد هضم قرار نگیرند در فضولات طیور به شکل ژل ظاهر می‌شوند. که سبب وضعیت نامناسب و چسبندگی مدفوع می‌گردند. به نظر می‌رسد که تجزیه این ترکیبات قابل هضم جیره را بهبود می-بخشد. فرآورده‌های آنزیمی همچنین برای تجزیه دیگر اجزاء پلی ساکاریدی دانه‌های غلات تهیه شده است. آنزیم فیتاز از فرآورده‌های آنزیمی دیگری است که توانائی افزایش قابلیت هضم اسید فایتیک را دارا بوده و بنابراین می تواند نیاز به مکمل فسفر را در جیره های غذائی غیر نشخوارکنندگان کاهش دهد.

عوامل حیوانی

حدود قابلیت هضم یک غذا بیشتر مربوط به خود غذا است تا مصرف کننده آن ولی این مطلب به معنای یکسان بودن قابلیت هضم یک غذا در حیوانات مختلف نیست. نوع حیوان مصرف کننده از مهمترین عوامل حیوانی است. غذای حاوی الیاف کم در نشخوارکنندگان و تک معده‌ای ها به یک اندازه هضم می‌شود ولی در حیوانات نشخوارکننده غذاهای حاوی الیاف زیاد را به مراتب بهتر هضم می‌کنند. ضرائب هضم ظاهری پروتئین در خوک به علت کم‌تر بودن مقدار ازت دفعی متابولیکی در این حیوان،

از نشخوارکنندگان بیشتر است. تفاوت میان قدرت هضم در گاو و گوسفند کم و در مورد اکثر غذها عملاً قابل اغماض است. اما غذاهائی که قابلیت هضم آن‌ها خیلی زیاد است (مانند بذور غلات) در گوسفند و غذاهای با قابلیت هضم بسیار کم (مانند علوفه خشبی کم ارزش) در گاو بهتر هضم می‌شوند.

سطح تغذیه

به طورکلی افزایش مصرف غذا باعث تسریع حرکت مخلوط غذا و شیرابه‌های هاضم می‌شود. بنابراین غذای مصرف شده مدت زمان کمتری تحت تأثیر آنزیم‌ها قرار گرفته و احتمالاً قابلیت هضم آن کاهش پیدا می‌کند. همانطوری‌که انتظار می‌رود، کاهش قابلیت هضم بخاطر افزایش سرعت عبور برای اجزائی از غذاها که به طور آهسته هضم می‌شوند، یعنی اجزاء دیواره سلولی، بیشتر است. سطح تغذیه اغلب بصورت مضربی از مقدار غذای لازم برای نگهداری بدن دام (یعنی مقدار غذائی است که از کاهش و افزایش وزن حیوان جلوگیری می‌کند) بیان می‌شود. این سطح بر حسب واحد تعریف می‌شود. در نشخوارکنندگان که تا حد اشتها تغذیه می‌کنند سطح تغذیه می‌تواند در حیوانات در حال رشد و پرواری به 2 تا 2/5 برابر نگهداری افزایش یابد. در گاوهای شیرده سطح تغذیه 3 تا 5 برابر نگهداری است. هر واحد افزایش سطح تغذیه (مثلاً از سطح نگهداری به دو برابر آن) قابلیت هضم مواد خشبی از قبیل علف، سیلاژ و علوفه مرتعی را تنها به مقدار

اندکی (0/01 تا 0/02) کاهش می‌دهد. در جیره‌های غذائی که حاوی ذرات ریزتری از غذاست (مثلاً مخلوط مواد خشبی و متراکم)، کاهش و قابلیت هضم به واسطه هر واحد افزایش سطح تغذیه بیشتر است (0/02 تا 0/03). این موضوع بدین معنی است که برای مثال قابلیت هضم ماده خشک یک نمونه جیره گاو شیری می‌تواند از 0/75 در سطح تغذیه نگهداری به 0/70 در سه برابر آن افت نماید. این مقدار افت در کاهش قابلیت هضم می تواند به خاطر اثرات تجمعی زیاد غذاها باشد و مدارک موجود نشان می‌دهد که می‌توان با افزایش میزان پروتئین جیره از وقوع این اثرات جلوگیری نمود. در مواد خشبی آسیاب و پلت شده و همچنین در بعضی از محصولات فرعی مواد الیافی (0/05 واحد به ازای هر واحد افزایش سطح تغذیه) بیشترین مقدار کاهش قابلیت هضم بواسطه افزایش سطح تغذیه وجود دارد.

در حیوانات غیر نشخوارکننده، سطح تغذیه 2 تا 3 برابر سطح نگهداری افزایش می‌یابد. سطح تغذیه در خوک‌های در حال رشد 3 تا 4 برابر نگهداری و در خوک‌های شیرده 4 تا 6 برابر سطح نگهداری است، با این وجود اثرات سطح تغذیه روی قابلیت هضم جیره‌های متداول (جیره‌های با الیاف پائین) اندک است.

ادامه جزوه در طول ترم جاری ارائه می گردد...