

کربوهیدراتها:

کربوهیدراتها فراوانترین ماده آلی در طبیعت می‌باشند که با نام مگوسید قند نیز شناخته می‌شوند مقدار این ماده در بدن جانوران بعد از پروتئین و چربی قرار می‌گیرد کربوهیدراتها شامل ترکیبات بسیار مهمی همچون گلوکز، فروکتوز، ساکاروز، لاکتوز، نشاسته، گلیکوژن، کیتین و سلولز می‌باشد. اغلب هیدراتهای کربن دارای فرمول $C_x(X_2O)_y$ می‌باشند وضع هر روزن به اکسیژن در آنها مانند آب دو به یک می‌باشد اما در بعضی از ترکیبات این نیست رعایت نمی‌شود و اکسیژن کمتری وجود دارد بعضی از قندها نیز دارای ترکیبات * هیدرات کربن خوانده می‌شوند (مانند $C_5H_{10}O_2$ دزاک ریپوز) بعضی از قندها نیز دارای ترکیبات S و N هستند.

تقسیم بندی کربوهیدراتها

کربوهیدراتها به سه گروه اصلی قابل تقسیم‌اند:

1- منو ساکاریدها یا قندهای ساده: فقط از یک واحد قندی تشکیل شده و قابل تجزیه به فرم ساده نزدیک نیستند.

2- الیگوساکاریدها: کربوهیدراتهایی که از 10-2 واحد تشکیل شده‌اند.

3- پلی ساکاریدها: ساکاریدهایی که بیش از 10 واحد منوساکاریدی دارند

1- منوساکاریدها

این قندها ساده‌ترین نوع قندها هستند. منوساکاریدها سنگ بنای کربوهیدراتهاست دیگر هستند و از اتصال آنها به یکدیگر قندهای مرکب بوجود می‌آیند این قندها به آسانی در آب حل می‌شوند و مزه‌ای شیرین دارند اما شیرینی آنها به اندازه ساکارز نیست.

1-1- تریوزها

2-1- تیتروزها

3-1- پنتوزها — (آرابینو - گزیلوز - ریپوز)

4-1- هگزوزها — (گل.کز - گالاکتوز - مانوز - فروکتوز)

منو ساکاریدها بصورت خطی حلقوی دیده می‌شوند نوع حلقوی این ترکیبات بصورت α و β بوده و می‌تواند باعث بوجود آوردن ترکیبات متعددی شود. برای مثال نوع β گلوکز سلولز را بوجود می‌آورد و نوع گلوکز در ساختن نشاسته بکار می‌روند. قندهای پنج کربنی در ساختمان بسیاری از ترکیبات شرکت می‌نمایند و نفعی بسیار حیاتی برای جانوان دارند. برای مثال ریپوز در ساختمان ریپونوکلئیک وجود دارد و تنها قند 5 کربنی است که در عالم جانوری است آرابینوز در تفاله چغندر و میوه‌ها و گزیلوز در سبوس بهترین قندهای

ساده قندهای هگزوز هستند. این قندها همه برای حیوانات و هم برای گیاهان اهمیتی حیاتی دارند. هگزوزها تخمیر می‌شوند ولی پنتوزها یا تخمیر نمی‌شوند یا خیلی کم تخمیر می‌شوند هیدروکربنهای مرکب نیز بایستی به هگزوز تبدیل شوند و بعد تخمیر شوند مهمترین قندهای این گروه گلوکز، فروکتوز، گالاکتوز و مانوز می‌باشد. گلوکز و فروکتوز به فرم آزاد در میوه‌ها و خون وجود دارند و به صورت ترکیبات دیگر نیز در فعالیت بیوشیمیایی دخالت می‌نمایند اما گالاکتوز شکل آزاد یافت نمی‌شود بلکه به صورت ترکیب بوده در موسیلاز، صمغ و گالاکتولپیدها یافت می‌شود

پلی ساکاریدها

اینها از بهم پیوستن تعداد زیادی از قندهای ساده تشکیل می‌گردند و دارای وزن مولکولی زیادی هستند اینها بیشتر از هگزوزها و به مقدار کمتر از پنتوزها تشکیل می‌گردند اینها بر خلاف قندهای ساده مزه شیرین ندارند. به مقدار خیلی کم و یا اصلاً در آب حل نمی‌شوند. به طور مستقیم قابل تخمیر نیستند. در عالم حیوانی فقط یک پلی ساکارید وجود دارد و آن هم گلیکوژن است دز ذیل مهمترین پلی ساکاریدها معرفی می‌شوند.

نشاسته

مهمترین کربو هیدرات ذخیره‌ای در تبادلات است. پیش از همه در دامنه غلات و سیب‌زمینی بافت می‌شود و * 80 درصد ماده آلی این مواد را تشکیل می‌دهد. از نظر ساختمانی از واحدهای گلوکز تشکیل یافته است و در میوه‌ها و ریشه‌ها نیز حداکثر 30٪ نشاسته وجود دارد. نشاسته به صورت دانه‌هایی در گیاهان شکل می‌گیرد که شکل و اندازه آنها در منابع مختلف فرق می‌کند. این دانه‌ها توسط لایه نازکی از سلولز محافظت می‌شوند که باعث می‌شود آنها در آب حل نشده و بصورت خام غیر قابل هضم باشند. (برای ماهی دیگر) پختن نشاسته توسط گرما و در حضور رطوبت باعث گسیختگی سلولز شده و نشاسته بصورت ژلاتین محلول یا خمیری در می‌آید. در گرمای خشک نشاسته تبدیل به اکسیژن مالتوز و سپس گلوکز می‌شود در نان نشاسته تبدیل به اکسیژن می‌شود که عامل خوشمزگی نان است.

گلیکوژن

دربدن حیوانات و بعضی از قارچ‌ها گلیکوژن به عنوان نماینده پلی ساکاریدها یافت می‌شود گلیکوژن را نشاسته کبد نیز می‌نمایند. گلیکوژن در تمام سلول‌ها و اعضای آن در دامها ورود 10٪ وزن کبد است در حالی که در ماهیچه 0/5 - 1 درصد است

گلیکوژن از واحدهای گلوکز تشکیل یافته‌اند

سلولز

از واحدهای β - گلوکز تشکیل می‌شوند. فراوانترین پلی ساکارید در علم نباتی است سلولز به طور خالص در پنبه یافت می‌شود. سلولز ماده است بسیار مقاوم بوده بطوری که بازها و اسیدهای ضعیف هیچ اثری روی آن ندارند فقط اسید سولفوریک 80٪ آن را می‌شکند در فصل آنزیم‌های گوارشی نیز مقاوم بوده و فقط آنزیم‌های سلولز و سلولوپاز که آنرا توسط باکتری‌ها ترشح می‌شود می‌تواند آن را حل کند. سلولز در دیواره سول گیاهان وجود دارد

هم سلولز:

پلی مری از منو ساکاریدهای مختلف مانند گلوکز، آرابینوز، کزیلوز، مانروز و گالاکتوز می‌باشند اما قسمت اعظم آن را گزیلوز تشکیل می‌دهد. در بازها و اسیدهای علائم شکسته می‌شوند.

علی‌رغم این موضوع کربوهیدراتها اهمیت زیادی در تغذیه آبزیان دارند. چون ترکیبی مانند گلوکز منبع انرژی برای مغز و بافت‌های عصبی و به عنوان یک ماده واسطه‌ای برای سنتز بسیاری از ترکیبات بیولوژی استفاده می‌شوند مانند کیتین DNA ، P N A و موکو پلی ساکاریدها

کربوهیدراتها در ** غذایی تجارتي نقش مهمی دارد که عبارت است از:

1- منع ارزان انرژی برای گونه گوشتخوار است

2- باعث بالا رفتن راندمان استفاده از پروتئین می‌شوند

3- باعث استحکام بخشیدن به ملیتها می‌شود و نقش ** را دارد (مانند نشاسته)

4- باعث خوش طعمی و جذاب شدن غذا و کاهش ** می‌شود مانند ملاس

متابولسم قندها:

ترکیبات قندی در دستگاه گوارش ماهی تبدیل به واحدهای ساختمانی خصوصاً گلوکز شده و بعد از طریق دیواره استفاده گوارش جذب می‌شود و دارد خون می‌گردد. گلوکز از طریق خون به کبد رفته و از آنجا توزیع می‌شود. مقداری از گلوکز بدون تغییر وارد خون می‌شود مقداری نیز صرف تأمین انرژی سلول‌های کبدی شده و مابقی آن بصورت گلیکوژن در ماهی‌ها ذخیره می‌گردد. متابولسم قندها ماهیها مشابه جانوران دیگر است. یعنی با اکسیداسیون غیر هوازی قندها آغاز شده و باعث تشکیل اسید لاکتیک و اسید پرویک می‌شود. در مرحله بعدی اکسیداسیون هوازی است که از طریق چرخه کربن انجام می‌پذیرد راه دیگر پنوزها فسفات می‌باشد که باعث تشکیل پنتوزها از گلوکز و تولید انرژی می‌شود.

در این مسیر فرآیندهای گلیکوزنز (سنتز گلیکوژن)، تجزیه گلیکوژن (گلیکوژنولیز) و گلیکوژنولیز نیز

فرآیندهای بسیار مهمی هستند.

سنتز گلیکوژن یا ساخته شدن گلیکوژن از گلوکز فرایند بسیار مهمی است که باعث تجمع گلیکوژن در عضلات و سلول‌های کبدی شده و باعث می‌شود سلول‌های ایناندامها موارد کافی گلیکوژن ذخیره نمایند مقدار گلیکوژن در کبد انسان 6 درصد وزن آن در لامها 10 درصد و در ماهیها حدود 1 درجه برآورده می‌گردد. تجزیه گلیکوژن (گلیکوژنولیز)

هنگامی که سلول‌ها نیاز به گلوکز داشته باشند گلیکوژن تجزیه شده و باعث تشکیل گلوکز می‌گردد که بعداً وارد خون می‌شود. در ماهیها بر خلاف دامها معمولاً از گلیکوژن به نسبت کمتر برای تأمین انرژی استفاده می‌شود و آنها چربی را ابتدا برای تأمین انرژی مصرف می‌کنند و بعد شروع به استفاده در گلیکوژن آن هم در شرایط بی غذایی می‌نمایند. در ماهیها دو نوع عضله قرمز و سفید وجود دارد. عضله قرمز در سمت پشتی بوده و به دلیل وجود رگ‌های خونی قرمز رنگ است و مسئول حرکات معمول ماهیها می‌باشد بررسی‌ها نشان می‌دهد این عضله بیشتر انرژی خود را از چربی بدست می‌آورد. از ترکیبات اصلی قرمز می‌توان به چربی و ویتامین B اشاره نمود که ترکیبی مشابه کبد دارد. عضله سفید که 80-95 درجه کل عضلات ماهی را تشکیل می‌دهد بیشتر برای گرفتن طعمه و فرار از دست صیاد عمل کرده و انرژی خود را از گلیکوژنولیز بدست می‌آورد در طی این فرایند گلیکوژن به پیرمو است و استیل کوآنزیم A تبدیل شده و سپس وارد چرخه کربن شده و انرژی آزاد می‌کند.

گلوکوئوزنز:

واکنش تبدیل ترکیبات غیر قندی به گلیکوژن و یا گلوکز را گلوکوئوزنز می‌نامند که ماهیها از این فرآیند برای تأمین ترکیبات قندی استفاده می‌کند

در ماهیها هورمونهای انسولین، کورتیزول، گلوکاگون باعث تنظیم میزان گلوکز خون می‌شوند. کورتیزول اگر زیاد شود تشکیل گلیکوژن به گلوکز می‌شود.

به طور کل ماهیها با سرعت بسیار کمتری می‌توانند از گلیکوژن استفاده کنند و قدرت کمی در اکسیداسیون هوازی گلوکز دارند از اگلوکوئوزنز مهمترین راه و تولید گلوکز در بدن ماهی است در میگوها گلوکز، تری‌هالوز و استیل گلوکز آین مهمترین منبع هیدرات کربن بدن است، بهر حال مقداری گلوکز، نسبی در جیره ذایی آبزیان باشد تا آنها بتوانند ترکیبات حیاتی را در بدن باسزند افزایش این ترکیبات در بعضی از ماهیها افزایش رشد را بهمراه آورده است.

هضم و جذب کربوهیدراتها

هضم کربوهیدراتها توسط اسید معده تحریک می‌شود اما مهمترین فاکتور هیدرولیز آنها آنزیم کربوهیدراتها ماهیها قندهای ساده را بهتر از قندهای پیچیده هضم و جذب می‌نمایند بررسی‌ها در مورد ماهی قزل‌آلا نشان می‌دهد که قابلیت هضم و جذب کربوهیدراتها بصورت ذیل است

گلوکز	99٪
مالتوز	93٪
ساکاروز	73٪
لاکتوز	60٪
نشاسته پخته	47٪
نشاسته خام	38٪

ماهیهای سرد آبی قدرت کمی در هضم نشاسته دارند. آمیلاز نشاسته را به ترکیبات ساده‌تر هیدرولز می‌کند. آمیلاز در ماهی‌های همه چیز خوار و علفخوار دیده می‌شود اما در ماهیهای گوشتخوار از فعالیت کمیت پایینی برخوردار است. لذا این ماهیها قدرت کمتری در هضم نشاسته دارند. به همین خاطر ماهیهای گوشتخوار بسته به گونه تا یک مقدار مشخص می‌توانند نشاسته را با راندمان خوب هضم کنند اما اگر بیشتر شود موجب کاهش هضم و جذب می‌شود. علت این تفاوت به خاطر آنست که آمیلاز در ماهیهای علفخوار و همه چیز خوار در تمام طول دوره ترشح می‌شود اما در ماهی‌های گوشتخوار فقط از طرف پانکراس ترشح می‌شود. آنزیم‌های دیگری مانند مالتاز، ساکاراز، لاکتاز و ... در ماهیها یافت می‌شود.

سلولاز در اکثر ماهیها وجود ندارند حتی در خامه ماهی که گیاه‌خوار است نیز این آنزیم مشاهده نمی‌شود. در کبور نیز سلولاز وجود ندارد اما سلولز تا حدودی هضم می‌شود که علت آن وجود فلور میکروبی می‌دانند. بررسی 62 گونه ماهی نشان می‌دهد که سلولز در بعضی وجود داشته و در بعضی وجود نداشته است ولی هیچ ارتباط بین نوع غذا و ترشح سلولز مشاهده نگردیده است وجود سلولز زیاد در جیره‌های غذایی ماهیها قابلیت هضم کربوهیدراتها را از 89٪ به 48٪ (در کبور ماهیان) رسانده است. بطور کلی در غذای کبور ماهیان هیدراتهای کربن به میزان زیاد استفاده می‌شود و مقدار آن به 30-45٪ می‌رسد در بعضی از مطالعات نیز جیره‌ای با 35 درصد آرد ماهی و 61 درصد آرد گندم همراه با مواد معدنی و ویتامین باعث رشد خوبی در این ماهیها شده است. ولی نکته‌ای که باید مد نظر قرار گیرد آن است که افزایش بیش از اندازه کربوهیدرات می‌توان باعث افزایش چربی در بدن ماهیها شود که پدیده خوبی در رشد آنها نیست.

در جیره ** به دلیل قدرت کم این ماهی توجه می‌شود تا میزان کربوهیدرات‌های حدود 15-20 درصد باشد. در مواقعی که هوا سرد می‌شود چون فعالیت کبد در دمای پایین کاهش می‌یابد لذا درصد مواد قندی در جیره این ماهیها بایستی کمتر شود.

میزان کربوهیدرات در جیره غذایی میگوها بین 20-30 درصد متغییر است تحقیقی که بر روی میگوی سفید هندی انجام شد نشان می‌دهد که جیره با 40 درصد پروتئین و 30/74 درصد کربوهیدرات و 8/5 درصد چربی بهترین راندامان را داشته است میزان فیبر این جیره 3/09 درصد انتخاب گردیده است مهمترین منابع کربوهیدرات آرد گندم، آرد ذرت، آرد سویا، آرد جو، سبوس و ... می‌باشد.

لیبیدها

ویژگی مهم چربیها بعد از پروتئینها مهمترین ترکیبات آلی انرژی‌زا در جیره غذایی آبزیان بوده و بصورت ترکیبات متعدد در بدن آبزیان دیده می‌شوند.

چربیها ترکیبات آلی غیر محلول در آب هستند که به صورت ترکیبات متعدد در بافت گیاهی با جانوری وجود دارند. چربیها به علت دارا بودن انرژی زیاد و خاصیت ذخیره مهمترین منبع تولید انرژی برای نیات و حیوانات هستند. اگر مواد غذایی بیش از حد لزوم وارد بدن حیوان شود به صورت چربی در نقاط مختلف بدن ذخیره می‌شود.

طبقه‌بندی چربیها

چربیها به دو گروه تقسیم می‌شوند.

شکل کشیده شود

بنا به تعریف چربیها استر یک یا چند اسید چرب با الکلها می‌باشند. که در اثر این ترکیبات با از دست دادن آب چربی بدسته می‌آید.

شکل رسم شود

اسیدهای چرب به دو گروه اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع تقسیم می‌شوند.

اسیدهای چرب اشباع شامل اسیدهای چربی هستند که دارای پیوند مضاعف نیستند و شامل اسید بوتریک(4)، اسید بالتیک (C_{16}) اسید استتاریک (C_{18}) می‌باشد.

اسید چرب غیر اشباع شامل اسیدهای بسیار مهمی است که دارای اند مضاعف است. برای نامگذاری آنها از روش اومگا استفاده می‌کند. در این روش آخرین کربن که همان کربن متیل است را کربن « W_1 » و کربن بعد از آن را W_2 و به همین ترتیب اعداد به سمت عامل کربوکسیل بزرگتر می‌شود. در این نوع نامگذاری محل اولین پیوند مضاعف بعد از کربن W_1 را مشخص می‌کند معمولاً مهمترین اسیدهای چرب از نوع W_3 ، W_6 ، W_9 هستند. برای مثال در فرمان $18:2n-6$ عدد 18 تعداد کربن، عدد 2 باندهای مضاعف $n-60$ محل قرار گرفتن اولین باند مضاعف بر روی کربن w می‌باشد. مهمترین اسیدهای چرب غیر اشباع اسید لینولیک (3- n). لینو لینک ($n-6$)، او یک اسید و ** باشند. اسیدهای چربی که دارای یک باند مضاعف باشند (mono- $unstrater\ patty$ **) و اگر بیش از یک باند مضاعف می‌تواند روی خصوصیات فیزیکی این اسیدها تأثیر بگذارد. عموماً اسیدهای غیر اشباع دارای قدرت ترکیب شیمیایی بیشتری بوده و نقطه ذوب پایین‌تری دارند. گلیکو لیپدها:

روی کربن 2 و 3 گلیسرول دو مولکول (PUFA) ** و رودی کربن شماره 1 دو مولکول مگا لاکتوز وجود دارد. در برگها عمدتاً این ترکیب دیده می‌شود (حدود 6٪) در حالی که در بندرها و دانه‌ها عمدتاً تری مگ‌رید وجود دارد (ST^{25})

فسفو لیپدها:

بعد از از تری ککسیدها، فسفولیپدها فراوانترین ترکیب چربی در بدن جانوارن است روی کربن شماره 1 و 2 اسید چرب و در کربن شماره 3 اسید فسفریک و یک باز نیتروژنه قرار دارد باز نیتروژنه کولین و یا اتانول امین باشد به ترتیب فسفولیپدها را لپسیتین (فسفاتیدیل کولین) و سفالین (فسفاتیدیل اتانول آمین) گویند.

در لیستین حیوانی معمولاً 50-52 درصد از کل اسیدهای چرب از نوع غیر اشباع ودر فسفولیپدهای گیاهی مقدار اسیدهای گیاهی اسید لینونیک وجود دارد. از منابع مهم لیسیتین می‌توان به تخم‌مرغ (30 درصد از کل لیپدها) دانه سویا، دانه پنبه و دانه بادام زمینی اشاره کرد.

فسفولیپدها تأثیر بسیار مثبتی روی رشد و بقای ** و ماهی‌ها و میگوهای دریایی دارد لذا در جیره‌های غذایی این گونه‌ها بایستی به مقدار کافی وجود داشته باشد. فسفو لیپدها هضم و جذب چربیها را افزایش می‌دهند.

واکس Waxes:

این ترکیبات استر اسیدهای چرب الکل یک ظرفیتی بلند زنجیر است. این مواد در عالم گیاهی و جانوری یافت می‌شود در برگ با ساقه، میوه‌ها، در پوست و موی حیوانات این ترکیبات وجود دارند. این مواد چون خیلی سفت و سخت هستند در اکثر حلال‌ها غیر قابل حل‌اند و به عنوان یک ماده حمایت کننده، یا پوششی بکار می‌روند برای مثال در کوتیکول برگ‌ها و میوه‌ها بعنوان یک ماده محافظ از هدر رفتن آب جلوگیری می‌کند در حالی که در مو و پشم حیوانات از ورود آب جلوگیری می‌کنند در مومها عمدتاً اسیدهای چرب اشباع دیده می‌شود. نوع غیر اشباع بسیار کم می‌باشد. مهمترین مومها عبارتند از لانولین Lanolin (در پشم) و موم حشرات است. موم در بعضی از جانوران آبزی مانند والها و تعدادی از سخت پوستان کوچک به عنوان ماده ذخیره‌ای به جای تری گلیسریدهاست. دامها معمولاً قادر به هیدرولیز مومها نمی‌باشند لذا ارزش غذایی برای آنها ندارند اما بعضی از جانوران آبزی مانند ماهی‌های دریا (ساردین، هرینگ و سالمون) که از سخت پوستان تغذیه می‌کنند دارای آنزیم‌های خاصی بوده که می‌تواند از این نوع مواد استفاده کنند. به هر حال این مواد می‌تواند نقش انرژی‌زایی برای این ماهیها داشته باشد و نقش ساختمانی و ساخت و ساز ندارد) چون فاقد اسیدهای چرب غیر اشباع ضروری است.

استروئیدها

از چهار حلقه سیکلو پنتان تشکیل شده و شامل ترکیبات بسیار مهمی همچون، اسیدهای صفراوی، هورمونهای جنسی، هورمونهای غده فوق کلیوی ویتامین D و مکسترول می‌باشد استروئیدها به مقدار بسیار کم در سلولها وجود دارند و فقط کلسترول در سلول زیاد می‌باشد. استروئیدها به مقدار بسیار کم در سلولها وجود دارند و فقط کلسترول در سول زاد می‌باشد. کلسترول در مغز، بافت عصبی خون، کبد، که صفرا و پوست دیده می‌شود. کلسترول ممکن است بصورت آزاد و یا بصورت ترکیب با اسیدهای چرب وجود داشته باشد که عمدتاً اسیدهای چرب آن غیر اشباع می‌باشد.

کلسترول در بافت ترکیبات مهمی همچون اسیدهای صفراوی، هورمونهای جنسی ویتامین D دخالت دارد. در غشاء سلول جزو ترکیبات اساسی است و در جذب چربیها از روده نقش مهمی دارد. (بصورت کلسترول استر شده) چون باعث امولسیون شدن اسیدهای چرب ازاد می‌شود. بر خلاف ماهیها، سخت پوستان نمی‌توانند

استرولها را سنتز کنند بنابراین برای میگوها کلسترول یک ماده غذایی ضروری است برای میگوی زایی
drydiet 7.2 - 7.5 نیاز است. یکی از منابع بسیار غنی کلسترول روغن سر میگوست.

کربن‌ها:

در ساختمان آنها واحدهای کربور غیر اشباع بنام ایزوپرن دیده می‌شود. و شامل ترکیبات بسیار مهمی
همچون ویتامین A، کاروتن‌ها، ویتامین E و K می‌باشد.

نقش و عملکرد چربیها

(1) چربیها مهمترین منبع انرژی برای تولید ATP بوده و از انرژی زیادتری نسبت به سایر ترکیبان
برخورد دارند میزان انرژی حاصل از ترکیبات انرژی‌زا در ذیل ارائه می‌گردد.

(2) Lirid 9/5 Kcol /67

(3) Prolei 5/6

(4) carbohydrek 4/1

(5) چه عبارت می‌شوند تا راندامان استفاده از پروتئین افزایش یابد

(6) اسیدهای چرب به عنوان بزرگترین منبع انرژی در سلول عضلانی ماهیهاست.

1- ترکیبات مهمی در داخل بدن از چربیهاست منشاء گرفته است مانند

استروئیدها، فسفولیپیدها

2- چربها ویتامین‌های A، D، K و E را حل کرده و آنها را در بدن جابجا

می‌کنند.

3- چربیها منبع اسیدها چرب ضروری است.

4- از نقطه نظر تغذیه‌ای چربیها باعث خوش طعمی غذا، باعث کاهش

آردینگی و تسهیل در عبور غذا از داخل دستگاه **زنی می‌شود

اهمیت اسیدهای چرب ضروری

بجز کبد نوع حلزون (Cepaea nemorali) بقیه جانوران قادر به سنتز اسیدهای چرب ضروری

شامل W-3 و W-6 نمی‌باشند. در حالی که گیاهان می‌توانند آنها را به راحتی بسازند. در بدن

ماهی‌های آب شیرین و آب شور میزان n-3 بیشتر از n-6 می‌باشد. ماهیهای آب شیرین

میزان n-6 بیشتری نسبت به ماهیهای آب که سلول‌های ماهی انعطاف‌پذیری بیشتری می‌دهد.

ماهی‌های آب شیرین سرد به سری n-3 نیاز بیشتری دارند.

ماهی‌های آب شیرین گرم به هر دو سری n-3 و n-6 نیاز دارند.

در مورد میگوها نیز عقیده بر آنست که 3-n اهمیت بیشتر از 6-n دارند.

روغن‌های گیاهی غنی از 6-n بوده اما میزان 3-n آنها بسیار پایین بوده و یا اصلاً وجود ندارد. بجز در روغن سویا، روغن کلزا a peseed و کتان و linseed که بهترین حاوی 8، 7 و 56٪ اسید چرب 3-n می‌باشند. در روغن آفتابگردان، کتان بیش از 50٪ بصورت اسید چرب 6-2n: 18 است روغن آبریان (ماهی، میگو، صدف) غنی از 3-n می‌باشد. و به بیش از 20 درصد می‌رسد.

ترکیب اسیدهای چرب ماهی‌های آب شور اکسیژن در ذیل ارائه می‌گردد: **کامل شود**

ماهی آب شور	ماهی آب شیرین
25/7	23/3

عوارض کمبود اسید چرب:

کاهش رشد، کاهش ضریب تبدیل غذایی،** از عوارض کمبود عمده کمبود اسیدهای چرب می‌باشد کاهش درجه هیچ، زخمی شدن آبشش‌ها، افزایش چربی کبد از دیگر عوارض می‌باشد. افزایش اسیدهای چرب:

بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که افزایش بیش از حد اسیدهای چرب ضروری تأثیر منفی روی رشد و راندمان مصرف غذا در ماهی‌ها دارد

متابولیسم چربیها

در پستانداران اکسیداسیون اسیدهای چرب در کبد انجام می‌شود اما در ماهیها در عضلات قرمز می‌شود ماهی‌ها می‌توانند درصد زیادی از چربی‌ها را هضم و جذب کنند اضافه انرژی داخل بدن ماهی بصورت چربی و گلیکوژن ذخیره می‌شود چون ذخیره گلیکوژن در ماهی پایین است لذا بیشتر انرژی ذخیره‌ای آن بصورت چربی است که در عضلات، روده و کبد ذخیره می‌شود منبع ذخیره سازی در این بافت‌ها بسته به گونه فرق می‌کند مثلاً در ماهی کاد تا 75٪ از وزن کبد بصورت چربی ذخیره می‌شود. میزان چربی در عضله قرمز دو برابر عضله سفید است. در داخل سلولها اسیدهای چرب طی واکنش‌های درون سلول به استیل کوآنزیم تبدیل شده و در چرخه کربن برای تأمین انرژی استفاده می‌شود انرژی حاصل از اسیدهای چرب نسبت به سایر ترکیبات زیادتر است برای مثال از یک اسید چرب 6 کربنی 45، ATP تولید می‌شود در حالی که از گلوکز فقط 38 مولکول ATP می‌گردد.

هضم و جذب: لیپاز و اتر از دو آنزیم معروف در هم چربیها هستند که اولی بر روی تری‌گلیسریدها و اسیدهای چرب بلند زنجیر و دومی یعنی استراز روی مولکولهای کوچک‌تر تأثیر می‌کنند. این ترکیبات از معده،** و روده ترشح می‌شوند. فعالیت استراز در معده ماهی‌های گوشتخوار بیشتر از ماهی‌های همه چیز

خوار و علف خوار است. قدرت لیپاز در ماهی‌های بیشتر از پستانداران است. نمک‌های صفراوی تأثیر زیادی روی هضم و جذب و تأثیر انزیم لیپاز دارد. چون باعث اموسیون شدن چربیها شده و اثر لیپاز را آسانتر می‌نماید. هضم و جذب چربیهای در ماهیها 95-85٪ می‌باشد. در بعضی شرایط یا افزایش دما هضم و جذب چربی افزایش می‌یابد هضم و جذب اسیدهای غیر اشباع بسیار بیشتر از اسیدهای اشباع می‌باشد.

قدرت ذخیره‌سازی چربی در ماهیها متفاوت است ماهی‌های وحشی کم چرب‌تر از ماهی‌های پرورشی هستند. معمولاً ماهی‌های سرد ابی چربی کمتری از ماهیهای گرم آبی در بدنشان ذخیره می‌کنند. برای مثال ** کپور معمولی نسبت به قزل‌آلا میزان چربی بیشتری در بدن ذخیره می‌شود. البته در کپور معمولی بسته به نوع غذایی که می‌خورد میزان چربی نیز متفاوت گزارش شده است معمولاً در ماهی‌های بزرگتر نسبت به ماهی‌های کوچکتر چربی بیشتری در بدنشان ذخیره می‌شود چون غذای بیشتری می‌خورد ولی رشدشان کمتر است.

ذخیره میزان پروتئین در بافت ماهی‌ها و در سنین مختلف بسیار کمتر از چربی‌هاست و معمولاً بین 17/5-14/5٪ باقی می‌ماند. اما چربیها تغییرات بیشتری را نشان می‌دهند. ** ماهی قزل‌آلایی که با غذایی پر چرب تغذیه شده‌اند دارای بافت (Texture) نرمتر از ماهی‌هایی است که با غذای کم چرب تغذیه شده‌اند.

فاسد شدن چربیها: (ترشیدگی) Rancidity

در عیاب آنتی اکسیدانها چربیهای غیر اشباع موجود در موارد اولیه تحت تأثیر میکروارگانیزمها، اکسیژن اتمسفر و عوامل محیطی دیگر اکسید شده و تولید ترکیبات سمی همچون رادیکال‌های آزاد پر اکسیدها، ** و آلدئید می‌نماید که برای ماهی‌ها بسیار سمی است. این مواد می‌تواند با سایر مواد غذایی همچون ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و سایر ترکیبات چربی واکنش داده و باعث خراب شدن آنها شوند. در طی فرآیند اکسیداسیون چربی‌ها این ترکیبات طعم و بوی تند و زننده‌ای پیدا می‌کنند و از ارزش غذایی آنها کم می‌شود. مواد اولیه همچون، روغن ماهی، آرد ماهی، آرد برنج، دانه‌های روغن بیشتر تحت تأثیر اکسیداسیون قرار می‌گیرند. اگر ماهی‌ها از چربی‌های تند شده استفاده نمایند کم شدن اشتها، افزایش مرگ و میر، ضعیف شدن ضریب تبدیل غذایی و تیره شدن رنگ بدن بوجود خواهد آمد. برای جلوگیری از اکسید شدن چربی‌ها از آنتی اکسیدانها استفاده می‌کنند.

این مواد از اکسید شدن چربی‌ها جلوگیری کرده و باعث افزایش کیفیت چربیها می‌شود تجربیات نشان داده است که استفاده از آنتی اکسیدانها می‌توان میزان مرگ و میر را در ماهیها بسیار کاهش دهد. آنتی اکسیدانهای معروف عبارتند از اتوکی کوبین، BHT بوتیل هیدروکیتولون و BHT بوتیل هیدروکی انیزول می‌باشد که به میزان ** 100-200 غذا استفاده می‌شوند.

ویتامین E به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی می تواند جاگزین این ترکیبات شیمیایی شود اما چون خود نقش غذایی دارد بهتر است از ترکیبات شیمیایی استفاده شود.

لیپوکی دار (در سویای خام وجود دارد). هموگلوبین (در آرد ماهی و گوشت)، نور، دما و فلزات کمیاب همچون آهن، مس و روی میزان اکسیداسیون چربی ها را افزای می دهد.

میزان چربی در جیره غذایی میگوها در حد 10-6 درصد پیشنهاد می گردد. افزایش میزان چربی در جیره های غذایی می تواند باعث بهره برداری بیشتری از پروتئین شده لذا میزان دفع مواد نیتروژنه را کاهش داده و از آلودگی آب جلوگیری می کند.

مواد معدنی

بجز 4 عنصر کربن، نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن حدود 20 عنصر دیگر وجود دارند که اهمیت زیادی در زندگی موجود است شامل ماهی ها و سخت پوستان دارند. این عناصر بر اساس غلظت شان در بدن آبزیان به دو گروه اصلی تقسیم می شود:

1- ماکروالمانها: کلسیم، منیزیم، فسفر، کلر، سدیم، گوگرد - پتاسیم

2- میکروالمانها: آهن، منگنر، ید، مس، کبالت، *کمردم، روی

ماهی ها می توانند قسمتی از نیاز بدنی خود به مواد معدنی را مستقیماً از آب و توسط سطح بدن و آبشش ها جذب کنند جذب مواد معدنی از آب بستگی به غلظت مواد، دمای آب P H دارد. جذب مواد معدنی از طریق مسطح بدن در ماهی ها تأمین کنند، تمامی نیازهای غذایی آنها به این مواد نمی باشد و بایستی از طریق غذا نیز بعضی از مواد معدنی اضافه شود. غذای ماهیها عمدتاً حاوی مواد معدنی متعددی است اما بعضی از عناصر معدنی ممکن است تحت فرایندهای مختلف از چیره های غذایی حذف شده باشد.

برای مثال آرد ماهی در طی فرایند عمل اردی بسیاری از مواد معدنی سلول خود را از دست می دهد..

بعضی از عناصر بشکل غیر فعال جذب باشد مانند عنصر روی در سویا کمتر از عنصر روی موجود کازیین برای ماهی ها قابل جذب است چون عنصر روی در سویا با اسید فینیک پیوند تشکیل داده و از دسترس موجود *می شود. لذا در جیره غذایی موجود بایستی حتما مقداری مواد معدنی باشد

در مطالعه ای که بر روی ماهی قزل آلا انجام شد جیره های بدون مواد معدنی استفاده شد بعد از 10-2 هفته علائم ظاهری کمبود مواد معدنی مانند کم شدن اشتها، حرکت نامنظم یا رشد ناهماهنگ و در نهایت مرگ و میر ماهی ها مشاهده شده بعد از آنکه مخلوط مواد معدنی به جیره غذایی این ماهیها به میزان 2٪ اضافه شد از بروز علائم فوق جلوگیری شد.

نقش مواد معدنی در بدن ماهیها:

1. در اختمان استخوان و دندانها
2. در تنظیم و حفظ فشار اسمزی
3. در تبادلات عصبی
4. در تعادل اسید و باز و بدن و تنظیم PH خون و...
5. در ساختمان انزیمها هورمونها، ویتامینها و رنگدانه‌های تنفسی شرکت کرده و به عنوان کوفاکتور در متابولسیم، و کاتابولسیم شرکت می‌کنند.

ترکیب شیمیایی بدن ماهیها

مقایسه ترکیب مواد معدنی در بدن ماهی کپور و قزل‌آلا

Mutor g/kg	قزل‌آلا	کپور	wet wepw (170-1150 gr)
		(10-1800 gr)	
ca		5/2	6/1
p		4/8	5
mg		3/3	.25
k		3/2	2/1
Na		1/3	.85
Traee elexeut cmg/kg			
Fe		12	20
Cu		1/2	1/1
Mn		1/8	.7
Zn		25	63

کلسیم و فسفر در بین عناصر معدنی مقدار مواد معدنی بدن آبزیان را تشکیل می‌دهد. حدود 99 درصد کلسیم بطور معمول در استخوانهای و مابقی نیز در متابولسیم شرکت می‌کنند. مقدار کلسیم در پوست ماهی نیز قابل توجه می‌باشد. نسبت کلسیم به فسفر (Ca/p) در استخوانها و ملسها بین 2/1 - 1/5 و در کل بدن بین 1/6 - 0/7 می‌باشد. کلسیم عنصر بسیار ضروری ماهیها عمدتاً کلسیم را از طریق آبششها جذب می‌کنند. ماهیها می‌توانند کلسیم مورد نیاز خود را از طریق روده نیز جذب کنند اما سرعت حمل و نقل و جذب کلسیم زمانی که از آبششها گرفته می‌شود بسیار سریعتر از جذب آن توسط روده‌هاست.

جذب کلسیم به عوامل ذیل بستگی دارد.

1- جذب کلسیم بستگی به نرخ متابولیسم ماهی دارد ماهی گرسنه که نرخ متابولیسم پایین است

جذب کلسیم **

2- دما چون روی متابولیسم تأثیر دارد پس روی جذب کلسیم نیز تأثیر می‌گذارد.

3- در ماهیها میزان فسفر قابل دستیابی روی جذب کلسیم از آب اثر می‌گذارد هر قدر غلظت

فسفر در آب یا در غذا زیاد شود جذب کلسیم نیز بیشتر می‌شود و مطالعات در مورد کپور و سالمون نشان می‌دهد وقتی کلسیم در آب و یا در جیره اگر زیاد باشد اما جیره غذایی فسفر کمی داشته باشد مقدار کلسیم در استخوانها کم می‌شود.

مطالعات نشان می‌دهد که جذب کلسیم از آب بستگی به غلظت کلسیم در جیره غذایی ندارد. و اگر در

جیره‌ای کلسیم کم باشد (به شرط کافی بودن فسفر) ماهی از رشد خوبی برخوردار است.

غذاهای گیاهی غالباً مقدارمقدار کمی کلسیم دارند اما از نظر فسفر عنی‌اند اما چون با اسید فیتیک

کمپلکس تشکیل می‌دهند قابلیت هضم و جذب خوبی ندارند قابلیت هضم و جذب کلسیم و فسفر از غذاهای

جانوری بسیار بیشتر است یکی از مواد اولیه خوب که غنی از کلسیمو فسفر می‌باشد آرد ماهی است ویتامین

D در جذب کلسیم از روده جانوران خشکزی مؤثر است اما در ماهی‌ها این موضوع ثابت نشده است احتمالاً

قدرت ماهی در جذب کلسیم از آبشش‌ها این نقش را ضعیف می‌کند. آرد استخوان، آرد گوشت آرد یونجه،

آرد میگو غنی از کلسیم باشند.

فسفر

این عنصر در ساخت استخوانها، در فسفر لیپیدها و در نقل و انتقال انرژی (ATP) نقش دارد فسفر

مانند کلسیم مستقیماً از آب جذب می‌شود اما نرخ جذب فسفر نسبت به کلسیم از طریق آب بسیار کمتر

است. () جذب فسفر از طریق لوله گوارش بیشتر از آبشش و یا و یا نقاط دیگر بدن است. بدلیل غلظت

کم این عنصر در آبها بهترین شیوه دستیابی به این عنصر جذب آن از طریق مواد غذایی است. در مطالعه‌ای

بر روی میزان فسفر بدن ماهی (brooktrout) مشخص شده‌است که بعد از پر شدن میزان فسفر بدن این

ماهی از کلسیم کمتر است اما بعد از تغذیه از غذای بیرون این دو بد نیست مساوی دیده می‌شوند.

نرخ جذب فسفر بستگی به غلظت آن در آب دارد هر قدر میزان فسفر در آب زیادتر شد جذب فسفر نیز

زیادتر می‌شود.

نرخ جذب فسفر بستگی به غلظت آن در آب دارد هر قدر میزان فسفر در آب زیادتر باشد جذب فسفر

نیز زیادتر می‌شود. در بررسی‌ها انجام شده روی قزل‌آلای جویباری نشان می‌دهد که میزان جذب فسفر در

آبی که غلظت فسفر 312n بوده معادل 0/28 - 0/23 $\mu\text{q/g}$ /48 h بوده است با توجه به آن که غلظت

فسفر در آبها معمولاً بسیار کمتر از این مقدار می‌باشد (0/05 – 0/005 ppm) لذا بنظر می‌رسد جذب فسفر در ماهیها بیشتر از طریق غذا می‌باشد. تحقیقات نشان داده است به جذب فسفر از طریق غذا 200 برابر بیشتر از جذب آن از طریق آب می‌باشد. (240 N PF) بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد وقتی فسفر در غذا کم باشد ماهی علائم کمبود فسفر را نشان می‌دهد علائم کمبود فسفر عبارتست از کاهش رشد. انحراف بدن کاهش رشد می‌باشد فسفر بر روی جذب کلسیم و عناصر دیگر مانند کبالت و منتربوم نیز تأثیر می‌گذارد. وقتی فسفر در جیره غذایی کم باشد تجمع چربی در بدن به خصوص در روده‌ها افزایش می‌یابد: در بررسی‌های انجام شده بر روی قابلیت دسترسی فسفر در ماهی قزل‌آلا و کپور معمولی نشان می‌دهد که این ماهی‌ها در هضم و جذب فسفر با هم متفاوت‌اند نتایج این تحقیق نشان می‌دهد نیاز به فسفر در ماهی‌ها بستگی به ساختمان دستگاه گوارش و نوع ترکیب فسفر دارد. ماهی‌هایی که دارای معده‌اند می‌توانند فسفر نامحلول را بهتر جذب کنند. جذب فسفر از منابع گیاهی نیز عمدتاً پایین می‌باشد. قابلیت هضم ترکیبات فسفات‌های مانند $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ و NaH_2PO_4 و KH_2PO_2 در ماهی کپور معمولی و قزل‌آلا یکسان می‌باشد اما ترکیباتی مانند CaH_2 و $\text{Ca}_3(2\text{O}_4)_2$ توسط ماهی‌ها خصوصاً معمول کمتر جذب می‌شود. چون اسید معده در قزل‌آلا می‌تواند این ترکیبات را حل کرده و قابلیت جذب آنها را افزایش دهد اما کپور معمول چون فاقد گاز اسیدی است این قدرت را ندارد. بررسی‌ها نشات می‌دهد که کپور قادر است فقط ده درجه فسفر موجود در آرد ماهی را جذب نماید و ما بقی به محیط آبی وارد می‌شود (A quacuclturo 32:362)

قابلیت هضم و جذب فسفر در ماهی‌ها

	کپور معمولی (%)	قزل‌آلا (%)
تری کلسیم فسفات $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$	13	64
کلسیم فسفات $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	94	94
آرد ماهی	60-72	10-26
فیتین	8-38	19
آرد برنج	25	19

همانگونه که ملاحظه می‌شود تری کلسیم فسفات توسط قزل‌آلا بهتر از کپور جذب می‌شود. آرد ماهی چون دارای تری کلسیم فسفات می‌باشد لذا توسط قزل‌آلا بهتر جذب می‌شود. فسفر گیاهی نیز در ماهی‌ها از هضم و جذب کمتری بر خودار است. در منابع گیاهی 50-80 درجه فسفر به صورت کمپلکس با اسید فیک می‌باشد این ماده برای جذب نشان باقی توسط آنزیم فیتاز منجر شده (به امینوسیتون و اسید فسفریک) و بعد توسط حیوان جذب شود فسفر می‌تواند در ماهیها باعث افزایش پروتین بدن ماهی و کاهش درجه چربی

شود که نشان از نقش آن در متابولیسم چربی و Sparing پروتئین می‌باشد (243 NPF) میزان فسفر مورد نیاز در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا 1-0/65 درصد جیره و در کپور معمولی 0/7 - 0/6 درصد توجه می‌شود.

ویتامین‌ها Vitamins

ویتامین‌ها گروهی از ترکیبات آلی هستند که برای رشد و نگهداری موجود است زنده لازم است. بخش زیادی (ویتامین‌ها توسط بدن جانوران ساخته نشده و باید مقدار خیلی کم ساخته می‌شود لذا بایستی توسط مواد غذایی به بدن برسد. احتیاج روزانه جانداران به این ترکیبات بسیار کم بوده و نقش انرژی‌زایی و ساختمانی ندارند. اما برای واکنش‌های متابولیکی و رشد طبیعی بدن بسیار ضروری‌اند. فقدان آنها در جیره‌های غذایی موجب ناهنجاریهای متابولیکی می‌گردد. این مواد توسط تک یاخته‌ایها سلولهای گیاهی و سلولهای بعضی از جانوران تکامل یافته ساخته می‌شود. تا کنون 15 ویتامین از مواد بیولوژیکی جدا شده است که نیاز به آنها بستگی به نوع گونه‌ها رشد ترکیب غذا و سنتز توسط فلور باکتری دستگاه گوارش دارد. ویتامین‌ها را ابتدا در ذرده تخم‌مرغ و کره یافتند (ویتامین A) بعداً ویتامین B از مخمر آجگو و دانه غلات استخراج شد. وقتی فونک دانشمند لهستانی می‌خواست این ماده را جدا کند، ابتدا یک ماده از تدار بدست آورد و تصور کرد که این عامل ضروری ساختمان آمین‌ها را دارد لذا او این مواد را آمین‌های حیاتی یا ویتامین نامید. هر چند که در سال‌های بعد نادرستی این موضوع ثابت شد اما نام ویتامین بر روی این دسته از ترکیبات ماند.

ویتامین‌ها را بر اساس حلالیت به دو دسته تقسیم می‌نمایند.

1. ویتامین‌های محلول در چربی شامل ویتامین A, D, K, E.
2. ویتامین‌های محلول در آب شامل تیامین (B₁)، ریبوفلاوین (B₂)، پیرویدوکین (B₆) پانتوتنیک اسید، فیکوتنیک اسید (تیامین)، بیوتین، اسید فولیک، سیانوکوبالامین (B₁₂) ایتوستیول، کولین، اسکوربیک اسید (C)

مقایسه عمومی ویتامین‌های محلول در چربی و آب:

- 1- ویتامین‌های محلول در چربی فقط از هیدروژن، اکسیژن و کربن تشکیل شد اما ویتامین‌های محلول در آب حاوی نیتروژن گوگرد و کبالت نیز می‌باشد.
- 2- ویتامین‌های محلول در چربی به صورت پیش ویتامین می‌باشند برای ساختن این ویتامین بدن قادر است آنها را از ترکیبات مشابه مانند کارتنو و مکسترول بسازد ولی ویتامین‌های محلول در آب هیچیک به شکل پیش ویتامین نمی‌باشند تربیتوفان می‌تواند در بدن به تیامین تبدیل شود ولی پیش ویتامین نسبت محسوب نمی‌شود.

- 3- ویتامین‌های محلول در آب عموماً در ارتباط با انتقال انرژی عمل می‌کنند در حالی که ویتامین‌های محلول در چربی برای تنظیم واحدهای ساختمانی مورد نیاز است.
- 4- جذب ویتامین‌های محلول در چربی در روده باریک و در حضور چربی انجام می‌شود اما جذب ویتامین‌های محلول در آب یک عمل ساده‌تر است چون جذب آب در روده به راحتی انجام شده و با حل آب ویتامین نیز جذب می‌شود.
- 5- ویتامین‌های محلول در چربی به همراه ذخیره چربی با آن ذخیره می‌شود و میزان ذخیره شدن با افزایش مصرف ویتامین بیشتر می‌شود این موضوع در مورد D و E ثابت شد. اما در ویتامین K و A و ویتامین‌های محلول در آب اطلاعات کمی وجود دارد و نمی‌توان دقیق اظهار نظر نمود.
میزان ویتامین مورد نیاز بستگی به:
- 1- عادات غذایی ماهی و میگو دارد برای مثال گونه‌هایی مانند میگو غذا را با آرامی و در مدت طولانی مصرف می‌نند ویتامین‌های بیشتری نیاز دارند به خصوص ویتامین‌های محلول و در آب.
 - 2- قدرت ساخت ویتامین توسط دستگاه گوارش ماهی یا میگو: برای مثال ساخت ویتامین‌های B پانتوتینیک اسید، بیوتین، کولینو اینوستوبولی و K توسط جانوران انجام می‌شود شاید این وضعیت در مورد ماهی‌ها و میگوها نیز صادق باشد.
 - 3- نوع سیستم برونی و وجود ارگانیزم‌های زنده در آب: برای مثال در پرورش ماهی *تبور با تراکم پایین نیازی به دادن ویتامین از طریق جیره‌های غذایی نیست چرا که این آبزیان نیاز ویتامینی خود را از موجودات زنده مورد تغذیه بدست می‌آورند.
 - 4- نرخ رشد و اندازه‌ی آن: ویتامین‌های مورد نیاز در واحد وزن با افزایش اندازه و متعاقباً کاهش رشد موجود کم می‌شود در ذیل خصوصیات بعضی از مهمترین ویتامین‌ها مهم تشریح می‌شود:
- ویتامین فقط در عالم حیوانی یافت می‌شود. به صورت A₁ (رتینول) در پستانداران و ماهی‌های دریایی وجود دارند و بصورت A₂ در ماهی‌های آب شیرین دیده می‌شوند.
- پیش ویتامین کاروتن در گیاهان وجود دارد که می‌تواند به ویتامین A تبدیل شود ویتامین A در نزد کلیه حیوانات به مقدار زیاد در کبد ذخیره می‌شود ماهی‌های دریایی چون از پلانکتونها تغذیه می‌کنند و پلانکتونها نیز سرشار از کاروتنوئید هستند این ماهی نیز دارای ویتامین A زیاد در کبد باشند.
- در طبیعت سه نوع کاروتن وجود دارد. آنها بتا و گاما که فرم بتا کاروتن حدود 95-99 درصد از کاروتن ذخیره‌ای گیاهان را تشکیل می‌دهد. بتا کاروتن سریع اکسید شده و در صورت خشک گیاهان 60-90 درصد

کاروتن از بین می‌رود. این ویتامین در مجاورت اکسیژن هوا، مواد اکسید کننده و فلزات تشکیل در مدت کوتاهی تجزیه می‌شود.

ویتامین A در صورت قدرت بینایی، در تشکیل موکوپلی ساکاریدها، در رشد استخوان‌سازی و فقدان آن باعث نازک شدن و خشک شدن پوست می‌شود. دخالت دارند از منابع مهم فقدان ویتامین A باعث کاهش ترشح اشک شده و قرنيه خشک و کدر می‌شود و رشد میکروبه‌ها زیاد شده و آگزومتالی بروز می‌کند این ویتامین و توان به روغن کبد ماهی‌ها (در ماهی ***) اشاره کرد هر یک واحد بین‌المللی از ویتامین A معادل $0/344 \mu\text{g}$ یا $0/6 \mu\text{g}$ کاروتن می‌باشد.

ویتامین D با نام ویتامین D تعدادی ترکیب مشابه شناخته شده است که وجه مشترک آنها ضد راشیتسم بودن آنها است مهم‌ترین منبع ویتامین D در طبیعت کولی کلسیفرول (D_3) می‌باشد این ویتامین فقط در عامل حیوانی یافت می‌شود در حیوانات کولی کلسیفرول در پوست توسط اشعه ماوراء بنفش از یک پیش ویتامین درشت می‌شود ویتامین D_2 یا ارگوکلسیفرول از استرول‌های گیاهی مانند ارگوسترول بوجود می‌آید ویتامین D در متابولیسم کلسیم و فسفر دخالت می‌کند. و در جذب کلسیم و فسفر از روده نفشش داشته و در ساختن استخوان‌ها به کار می‌رود.

روغن کبد ماهی ($2-10 \mu\text{g/k}$)، کبد جانوران و آرد ماهی غنی از ویتامین D است هر واحد بین‌المللی از این ویتامین حاوی $0/25 \mu\text{g}$ کولی کلسیفرول می‌باشد.

ویتامین E توکوفرول

این ویتامین شامل تعدادی از ترکیبات ایزومر می‌باشد که تا کنون 8 نوع آنها شناخته شده است که نوع آلفا توکوفرول فراوانترین و فعال‌ترین آنها است این ویتامین یک آنتی اکسیدان بوده و اسیدهای چرب غیر اشباع را حفاظت می‌کند در تنفس سلولی و ساخت DNA، وکوآنزیم Q و در قدرت تولیدمثل نقش دارد از منابع مهم این ویتامین می‌توان به آرد یونجه و گندم ($100-125 \mu\text{g/kg}$)، تخم‌مرغ، سبوس برنج ارد ماهی، و سایر مواد گیاهی اشاره نمود به وسیله نومود و به وسیله نور، هوا و اشعه ماوراء بنفش خیلی سریع تجزیه می‌شود افزایش چربی و اسیدهای چرب غیر اشباع نیاز ویتامین E را افزایش می‌دهد

ویتامین K

ترکیبات متعددی دارای خواص ویتامین K هستند و مهمترین آنها عبارتند از: K_1 که از یونجه استخراج شده و Phylloquinonl و Mephyton و Phytonadion نادیده می‌شود.

K_2 = از آرد گندیده مای استخراج می‌شود.

K_3 = از طریق سنتز شیمیایی بدست می‌آید.

این ویتامین برای انعقاد خون و در نقل و انتقال الکترون‌ها متابولیسم نقش دارد. منابع غنی ویتامین K عبارتند از یونجه ($9 \mu\text{g/kg}$) آرد ماهی ($2 \mu\text{g/kg}$) و برگ گیاهان.

ویتامین‌ها مواد بسیار حساسی هستند:

بر خلاف ویتامین‌ها محلول در چربی ویتامین‌ها محلول در آب از طرق انتشار ویتامین‌ها در آب کاهش می‌یابد هر چه ذرات کوچکتر باشد و غذا مدت زمان بیشتری در آب باقی بماند ویتامین‌های مواد غذایی سریعتر خارج می‌شوند.

برای مثال بخشی از ویتامین C در طول آماده سازی و انبار کردن از بین می‌رود از مقدار باقی مانده نیز 50-70 درصد نیز بعد از 10 ثانیه غوطه‌ور شدن در آب خارج می‌شود.

بررسی جیره‌های غذایی میگو که حاوی ویتامین‌های محلول در آب بوده نشان می‌دهد که 97 درصد تیامین، 94 درصد اسید بانتوتنیک، 93 درصد پیروروکسین 90 درصد ویتامین C ، 86 درصد ریپوفلاوین، 50 درصد اپتوستیول و 74.5 کولین بعد از یک ساعت غوطه‌وری در آب دریا خارج می‌شود. تأثیر ویتامین روی رشد میگوها:

بررسی ویتامین‌های محلول در آب نشان می‌دهد که کمبود این ویتامین‌ها می‌تواند باعث کاهش رشد، افزایش ضریب تبدیل غذایی، مرگ و میر ماهی‌ها می‌شود. (در بعضی از جانوران اتفاق می‌افتد در قزل آلا نیست). کمبود تیامین باعث خوردگی باله‌ها در قزل آلا می‌شود ترپیتوفان می‌تواند تبدیل به تیامین شود اما در قزل آلا چنین پدیده‌ای مشاهده نشده است ویتامین C خیلی سریع در برابر نور و هوا اکسید می‌شود و خاصیت خود را از دست می‌دهد لذا برای جلوگیری از خرج این ویتامین آنها را به صورت پوشش‌دار تهیه می‌کنند که به نام Vitamin Coat معروف است. کمبود این ویتامین باعث انحراف اسکلتی ماهیها می‌شود نیاز ماهی‌ها به کولین، اینوسیتول و ویتامین C به ترتیب بیشتر از ویتامین‌ها B می‌باشد. مواد ضد ویتامینه:

Avidin : ماده ضد ویتامینه‌ای است که می‌تواند با بیوتین ترکیب شده و ارزش بیولوژیکی آنرا کاهش دهند. این ماده در سفیده تخم مرغ وجود دارد.

تیامیناز: که در ابعاد و احشار ماهی خام وجود دارد. این آنزیم تیامین را به دو مولکول غیر فعال تجزیه می‌کند باعث کمبود این ویتامین در بدن می‌شود. تیامینازها دثر نتیجه حرارت دادن از بین می‌روند (بعد از 10-15 دقیقه) این ماده معمولاً در ماهی‌های آبشیرین وجود دارند در ماهیهای آب شور کمتر گزارش شده و فقط در هرینگ به فراوانی دیده می‌شود.

ضد ویتامین‌های D ، E ، A ، B₄ در سویا دیده می‌شود که با گرما بین می‌روند.

استفاده از آنتی بیوتیک‌ها نیز می‌تواند باعث کاهش قدرت دستگاه گوارش ماهی برای ساخت ویتامین شود.

1- ریوفلاوین (B₂)

بصورت پودر استفاده می‌شود. در مخلوط خشک پایدار است - از نور و اشعه ماوراء بنفش و مواد قلیایی باید مخلوط بماند در فرآیند عمل‌آوری جیره‌ها تا 26٪ مقدار آن تنزل می‌یابد.

2- پانتوتیک اسید:

ماده موثره آن بسته به نوع ویتامینی ترکیب بین 46-92٪ گزارش می‌شود. بصورت پرمکس خشک پایدار می‌باشد در فرآیند عمل‌آوری جیره‌های به روش بت حداکثر تا 10 درصد ارزش آن کم می‌شود

3- نیاسین

در پرمکس خشک پایدار است در طی فرآیند 20٪ از ارزش آن کم می‌شود اگر جیره‌ها در جای خنک و خشک نگهداری شوند این ویتامین پایدار است.

4- تیامین B₁ (در متابوسیم هیدرات کربن شرکت می‌کند)

در پرمکس خشک که کولین و فلزات سنگین نباشد پایداری در حضور سولفیدها و مواد قلیایی سریع تخریب می‌شود در فرآیند ساخت جیره‌ها و طی نگهداری به مدت 7 ماه در دمای اتاق به ترتیب 0-10٪ و 13-11٪ باعث تخریب این ویتامین شده است.

5- پرودوکین

در مخلوط ویتامینی که فلزات سنگین نباشد پایدار است. جیره‌های غذایی بایستی از تابش نور خورشید (67)، گرما و رطوبت محفوظ بماند. عمل‌آوری غذا و ذخیره‌سازی (10 ماه) می‌تواند 7-10 درصد آنرا کاهش دهد.

6- بیوتین

در پرمکس پایدار است. در ساخت غذا 10 درصد آن از بین می‌رود.

7- اسید فولیک

در مدت ذخیره در میکس بخصوص در دمای زیاد ارزش آن کم می‌شود (43٪ از ارزش آن طی سه ماه کاهش یافت) ساخت غذا و ذخیره غذاها 3-10 درصد آن را تخریب می‌کند در مجاورت نور و اکسیژن هوا و دمای زیاد تخریب می‌شود.

8- ویتامین B₁₂

بسته به دمای ذخیره‌سازی پایداری آن کم می‌شود

9- کولین

معمولاً بصورت پودر کولین کلراید (60-25٪) استفاده می‌شود. در مولتی ویتامین پایدار است اما اثر ویتامین‌های دیگر را کاهش می‌دهد. در طی ساخت غذا و عمل آوری مقاومت زیادی دارد چون این ویتامین تأثیر منفی بر روی ویتامین‌های دیگر دارد لذا آنرا بصورت مجزا به جیره اضافه می‌نمایند.

10- ویتامین C

بصورت اسید** پوشش دار (اتیل سلولز یا چربی) استفاده می‌شود معمولاً به مخلوط پرمکیس اضافه نمی‌شود چون مقاومت آن کم است در حضور رطوبت، فلزاتی سنگین و دمای زیاد، نور و روغن‌های فاسد کاملاً اکسیده می‌شود و از خود ارائه می‌دهد در حین ساخت و ذخیره‌سازی ممکن است تا 95٪ آن از بین برود. (البته به صورت بدون پوشش).

ویتامین A

تر مخلوط ویتامینی پایدار است. در مجاورت نور و اکسیژن هوا ناپایدار می‌شود بعد از 6 ماه ذخیره‌سازی در دمای اتاق ارزش آن 53٪ کم می‌شود.

ویتامین D

پایداری آن بالاست بر خلاف ویتامین‌های محلول در آب و ویتامین‌های محلول در چربی در بدن ذخیره می‌شوند لذا افزایش آنها در غذا موجب مسموم شدن ماهی‌ها شود لذا بایستی به آن توجه کرد. کاهش رشد، ضعیف شدن ضریب تبدیل غذایی، تغییر رنگ بدن ماهی از علائم افزایش میزان ویتامین می‌باشد. در حال حاضر از مولتی ویتامین در غذای آبزیان استفاده می‌شود مقدار مورد استفاده آنها در جیره‌ها 4-1٪ پیشنهاد می‌شود.

عوامل مؤثر در نیاز ویتامینی آبزیان

نیاز ماهی‌ها به ویتامین‌های مختلف با هم اختلاف دارد. برای مثال ذکر می‌شود قزل‌آلا به مقدار بیوتین خیلی حساس است این اختلاف شاید مربوط به آن است که ماه‌ها ویتامین‌ها مورد نیاز را در بدن می‌سازند برای مثال کپور ویتامین C را از D - ** می‌سازد در قزل‌آلا (NPF 228) ویتامین‌ها توسط باکتری‌های دستگاه گوارش ماهی‌ها نیز ساخته می‌شود برای مثال کمبود B₁₂ در قزل‌آلا عوارض بیماری ایجاد می‌نماید در حالی که در کپور معمولی حیوان در دستگاه گوارش آن ساخته می‌شود عارضه‌ایی ایجاد نمی‌کند. ماهی‌ها سرد آبی چون رودی کوتاهی دارند قدرت ساخت ویتامین در آنها از اهمیت کمتری برخوردار است اینوسیتول نیوز در دستگاه گوارش ماهی کپور ساخته می‌شود (ص 229 Npf).

ماهی ویتامین‌ها را مستقیماً از آب جذب می‌نماید. این جذب معمولاً در راه حل اولیه رشد انجام می‌شود. لذا با اضافه کردن ویتامین به آب می‌توان ویتامین کافی برای ماهی تأمین شود (ص 230 NPF) در ماهی‌های بزرگ ویتامین اضافه شده به آب کفاف آنها را نمی‌دهد. لذا بایستی از طریق جیره‌های غذایی تأمین شود.

** کبد طحال و کلیه دامها حاوی ویتامین‌های زیادی است، لذا برای تغذیه قزل‌آلا استفاده می‌شود غذاهای گیاهی نسبت به غذاهای حیوانی از نظر ویتامین‌های B بسیار غنی‌اند غذاهای حیوانی نیز از نظر ویتامین‌های A ، D ، K ، اسید پانتوتنیک و B₁₂ (کبالت، ازت و فسفر دارد) غنی‌اند

بیوتین در گندم، جو، سیب‌زمینی کمتر قابل دسترس است اما در ماش و سویا کاملاً قابل دسترس است این موضوع به خاطر تشکیل باندهای غیر قابل جذب می‌باشد ص 233 N P F .

گرما نیز بر روی ویتامین‌های B₁₂ ، C اسید پانتوتنیک و پیرووکسیس B₆ اثر می‌کند در حالی که نور عمدتاً بر روی ریپوفلاوین و پیرووکسیس اثر می‌کند.

حساس‌ترین ویتامین‌ها نسبت به انبار کردن عبارتند پیرووکسیس، C ، B₁₂ ، E ، K لذا غذاها نایبستی مدت زیادی ذخیره شود و در موقع ساخت بایستی مقدار بیشتری ویتامین به غذا اضافه کرد.

افزودنیهای غذایی Feed additives

افزودنیها موادی هستند که به مقدار خیلی کمی به جیره‌های غذایی افزوده می‌شوند تا کیفیت غذایی آنها بهتر شود اینها شامل چند دسته از مواد هستند.

1- 1- آنتی‌اکسیدانها و ضد قارچها

2- بهمندها یا بایندر Binder

3- محرک‌های رشد (هورمونها و آنتی بیوتیکها)

4- رنگدانه‌ها

5- افزودن موارد مخزنی (ویتامین، مواد معدنی، آمینواسیدها، کلسترول، فسفولپیدها)

1- آنتی‌اکسیدانها و ضد قارچها

در غذای آبزیان اسیدهای چرب غیر اشباع به فراوانی یافت می‌شود به دلیل قابلیت فساد پذیری سریع این دسته از مواد بایستی با اضافه نمودن آنتی‌اکسیدانها این فرایند را کنترل نمود. آنتی‌اکسیدانها طبیعی (ویتامین E، کارتنوئیدها، لیتین، ...) و آنتی‌اکسیدانها فعال مصنوعی (اتوکی کولین، BHT و BHA) برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ضد قارچها نیز ترکیباتی هستند که همواره به جیره‌های غذایی آبزیان اضافه می‌شوند رطوبت موجود در جیره غذایی آبزیان منبع بسیار خوبی برای رشد و نمو قارچها و باکتریها می‌باشد این ارگانسیمها می‌توانند کیفیت غذاهای تجارتي را کاهش داده و لذا ارزش غذایی آنها بکاهند غذاهای مرطوب و نیمه‌مرطوب محیط بسیار مناسبی برای رشد باکتریها و قارچها می‌باشد. لذا این غذاها را باید در سرد خانه نگه‌دارای و انبار شود و سریعتر مصرف گردد. غذاهای تجارتي معمولاً دارای رطوبت کمتر از 10 درصد می‌باشند اما چون مدت نگه‌داری آنها ممکن است به چندین ماه برسد لذا تحت تأثیر آلودگی قارچی و باکتریایی قرار دارند بسته‌بندی خوب نیز تذبثیر بسیار مهمی در جلوگیری از آلودگی به قارچها دارد در بسته‌هایی که دو لایه بوده و از بخار آب و اکسیژن نتواند در آنها نفوذ کند آلودگی نیز در آنها کنترل می‌شود.

مهمترین ترکیبات ضد قارچی که در جیره‌های غذایی استفاده می‌شود عبارت از اسید پروپیوئیک اسید بنزوئیک، سدیم و پتاسیم بی‌سولفات، سدیم و پتاسیم متابی‌سولفات ... می‌باشد مقدار مورد استفاده این ترکیبات شیمیایی در حد 0/2-1٪ S M 107 پیشنهاد می‌شود.

2- بهمندها یا بایندر Binder

بایندرها ترکیباتی هستند که به جیره‌های غذایی اضافه می‌شود تا از متلاشی شدن پلت‌ها و خارج شدن ترکیبات مغزی موجود در آن جلوگیری کرده و قدرت ماندگاری پلتها را در داخل آب افزایش دهد

پایداری و دوام پلت‌ها نه تنها در زمان معرف این غذا توسط آبزیان مورد نظر می‌باشد بلکه در زمان عمل‌آوری وجود آنها ضروری است زیرا در مسیر آماده‌سازی پلت‌ها امکان خورد شدن پلت‌ها تحت فرآیندهای مختلف ساخت وجود دارد و ممکن است به دلیل فشار و نیروی زیادی که به پلت‌ها در زمان ساخت وارد می‌شود پلت‌ها استحکام نیافته خرد و ریز شوند. . باعث افزایش آردینگی جیره‌های غذایی شود که در زمان‌ها جابجایی و حمل و نقل از زیاد آنها به عم عنوان مطلوب نمی‌باشد آردینگی باید کمتر از دو درصد باشد برای تغذیه بعضی از گونه‌ها خصوصاً میگوها نیز برای آنکه غذا را آهسته می‌جوند و پلت‌ها مدت زیاد در آب باقی می‌مانند استفاده از بایندها اهمیت زیادی دارد. ترکیباتی ماند نشاسته، آگار - ژلاتین، آثرینات (از گیاهان دریایی استخراج می‌شود که از یک نوع اسید به نام algimic acid منشاء می‌گیرد) گلوتن به صورت بایندهای طبیعی و همی سلولز، کربوکی متیل سلولز، بنتونیت، لیگنوسولفونات ... بنام بایندهای شیمیایی استفاده می‌شود.

ترکیباتی مانند پلی متیول کار بامید (Polymethylol carbamide) یا Basfin و اوره - فرمالئید / سولفات کلسیم (Urea – Formaldchyd/Coso) یا (Maxi Bond) پلت زنی یا بخار آب (Steam Pelleting) استفاده می‌شود این بایندها یا تزریق بخار آب در جیره‌ها فعال خواهند شد. میزان مورد استفاده بایندها 1-4٪ در نظر گرفته می‌شود برای جیره‌های مرطوب و نیمه مرطوب آلژینات و نمک توصیه می‌شود.

تأثیر بایندها و کارآیی آنها بستگی به عوامل ذیل دارد:

- 1- Feed Particle Size : با افزایش اندازه‌گیری ذرات غذایی تأثیر بایندها کمتر می‌شود
- 2- فرایند عمل‌آوری Manufactuig Processing : در ترکیباتی مانند نشاسته قدرت اتصال آنها با افزایش دما و ژلاتین شدن آن افزایش می‌یابد.
- 3- قطر پلت‌ها و ضخامت آنها: قدرت اتصال بایندها با کاهش قطر پلت‌ها افزایش می‌یابد.
- 4- ترکیب غذایی: افزایش چربی غذاها در فرآیند اکسترو در کردن غذا کمپرس کردن جیره‌ها را مشکل می‌کند. چربیها همچنین روی کربوهیدراتها را می‌پوشانند و از ژلاتین شدن آنها جلوگیری می‌کند.
- 5- ترکیباتی مانند نمک، قند، ملاس و اوره باعث نفوذ آب به داخل ** شده و نرمی آنها خواهد شد.

1- محرک‌های رشد (هورمونها و آنتی بیوتیک‌ها)

استفاده از استروئیدها در جیره حیوانات بدلیل آنکه احتمال بروز عوارض بهداشتی برای انسان بوجود می‌آورد بسیار محدود می‌باشد اما مراحل اولیه رشد آبزیان و برای مدت کوتاه ضرری برای انسان نخواهد داشت.

این هورمونها برای افزایش رشد و تغییر جنس ماهیها بکار می‌رود.

تحقیقات نشان داده است که اضافه کردن هورمون تیروئید به غذا باعث افزایش اشتها و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود. هورمونهای رشد هیپوفیز نیز برای افزایش رشد استفاده می‌شود. استفاده از متیل تستوسترون به میزان 1 Mg/kg باعث 90 درصد افزایش وزن بعضی از آبزیان شده و در مورد سالمون باعث 26 درصد افزایش رشد شده است از هورمونهای تیروئید نوع T₄ مؤثرتر T₃ می‌باشند احتمالاً بخاطر آنکه T₃ از روده جذب نمی‌شود. مقدار آن 20-4 µg/kg غذا پیشنهاد می‌شود بعضی از غذاهای دریایی مانند آرد ماهی نیز اگر در دمایی پایین عمل‌آوری شود تأثیر بهتری روی رشد آبزیان داشته و حاوی هورمونهای رشد تحریک کننده بیشتری نیز می‌باشد.

محرك‌های اشتها آور : Feeding Stimulants

زمانی از تغذیه ماهی کارآیی مطلوب به دست می‌آید که ماهی غذا را بخورد لذا در این زمینه ساخت عادات غذایی ماهی‌ها و میگوها بسیار مهم است جیره ارائه شده به آبزیان بایستی دارای ظاهر مناسب (اندازه، شکل و رنگ مناسب)، بافت خوب (texture) (سخت، نرم، مرطوب، خشک، صاف و یا زبر)، وزن مخصوص مناسب (شناور، نیمه شناور و غوطه‌ور) و جلب کننده (بو و طعم) باشد.

اضافه کردن بعضی از مواد می‌تواند باعث جلب کردن آبزیان شود و آنها را ترغیب به خوردن نماید این موضوع بخصوص در زمان تغییر رژیم غذایی از غذایی طبیعی به غذای مصنوعی** در زمان پرورش داروها بسیار ضروری است چرا که اگر غذا جذابیت کافی نداشته باشد** تمایل به خوردن آن نشان نمی‌دهند و فسفات غذایی افزایش می‌یابد. محرك‌های ترغیبی باعث می‌شوند تا مدت زمان ماندگاری غذا در بستر کاهش یابد و از میزان تراوش مواد غذایی کاسته شود.

دو نوع مواد ترغیب کننده به جیره‌های غذایی معمولاً اضافه می‌شود:

1- موادی که منشأ طبیعی دارند

2- موادی که منشأ مصنوعی دارند

از گروه اول مواد اولیه‌ای که برای تغذیه میگو استفاده می‌شود و محرك غذایی برای آن محسوب می‌شود می‌توان از: پودر اسکویید گوشت صدف، آرد میگو، کرمهای پرتار دریایی، روغن ماهی، آرد ماهی، کرمهای الیگوخت خاکی، سویا نام برد.

مواد اولیه‌ای که منشأ مصنوعی داشته و در جیره غذایی آبزیان از آن استفاده می‌شود عبارتست از مخلوط

آمینو اسیدها (گلیسین - آلانین - ** و برولین)

که برای آزاد ماهیان، میگوهای دریایی - ثابت شده است

مخلوط آمینو اسیدها و آمین بتایین Glycine – Betaine ص 109 STM . برای میگوها، نوکلئوتیدها Uridined – mono phosphate ، نوکلئوزیدها مانند inosine و ص 306 (بیو شیمی عمومی این ترکیبات توضیح داده شده)

inosine – 6 – monophosphat نیز برای ماهیها به اثبات رسیده است.

از منابع بسیار خوب بتایین و بازهای نوکلئوتید محلول می‌توان به صدفها نوع (m ussels)، کرمهای پرتار، اسکویید و آرد میگو اشاره کرد.

مواد رنگی Food Colourants

مواد رنگی ترکیباتی هستند که به جیره‌های غذایی به میزان کم اضافه می‌شود تا مصرف غذا (به خاطر بهبود قابلیت رؤیت غذا توسط ماهی) و کیفیت گوشتی آبزیان را از نظر بهتر نماید برای مثال در بعضی از ماهیها توانستند با تغذیه لاروها با آرتیمیا که دارای رنگ‌های متفاوتی بوده مصرف غذا در ساعت افزایش یابد یکی دیگر از عوامل مؤثر در بازار پسندی آبزیان پرورشی رنگ گوشت آنهاست هر چه این رنگ خوش رنگ تر و نارنجی تر باشد بازار پسندی آن نیز افزایش می‌یابد در طبیعت موجودات به دلیل استفاده از غذای زنده دارای رنگ صورتی یا نارنجی خوش رنگی می‌باشد اما در شرایط مصنوعی به دلیل نبود این موجودات رنگ ماهی سفیدتر می‌شود تا کنون بیش از سیصد نوع رنگ دانه در طبیعت جداسازی شده است. مهمترین منبع ترکیبات رنگی کاروتنوئیدها هستند که دارای رنگ‌های متفاوتی می‌باشند و فقط توسط گیاهان ساخته می‌شوند از این دسته از ترکیبات رنگی می‌توان به آرتاگزانتین (astaxanthin) اشاره کرد. که در بدن سخت پوستان و ماهیها موجب قرمز شدن رنگ گوشت می‌شود. ماهیها و میگو قادر به سنتز کاروتنوئیدها نمی‌باشد اما بررسی‌ها نشان می‌دهد بعضی از گونه‌ها مانند سخت پوستان و ماهی‌های علف‌خوار و همه چیز خوار می‌توانند B کاروتن را در بدن هضم کرده و به صورت آرتاگزانتین ذخیره نمایند. اما ماهی‌های گوشت‌خوار مانند ماهی آزاد و سیم دریایی قادر نیستند کاروتنوئیدها را در بدن تبدیل به ترکیبات رنگی مانند آرتاگزانتین نمایند لذا در جیره غذایی آنها حتماً باید ترکیبات به صورت آرتاگزانتین باشد.

در سال 1960 میلادی استفاده از نوع سنتتیک رنگدانه‌های رنگی به نام کانتاگزانتین در جیره‌ای غذایی متداول گردید کاروتنوئیدها بصورت قرص‌هایی به بازار عرضه می‌شود که 8-10 درصد ماده رنگی داشته و در مخلوطی از ژلاتین، کربوهیدرات و آنتی اکسیژن قرار دارد.

استفاده از مخمر Phaffia نیز به صورت تجاری به عنوان منبع خوب ترکیباتی رنگی در دنیا متداول است.

روغن خرچنگ قرمز، روغن میگو، روغن کار، ** و آرد ماهی و میگو، آلگ‌ها یونجه از منابع آرتاگزانتین و گزانتوفیل می‌باشند در کشورهای اروپایی حداکثر مصرف ** و آرتاگزانتین $100 \mu\text{g/kg}$ غذا تعیین شده است ص 95 FM.

میزان مصرف کارتنوئیدها در جیره‌های غذایی $50-100 \mu\text{g/kg}$ می‌باشد که بایستی دو تا سه ماه قبل از صید به ماهیها داده شود. موفقیت در این زمینه به عوامل متعددی مانند منبع رنگدانه، غلظت آن، طول مدت تغذیه، اندازه ماهی و میگو، دمای آب، بلوغ جنسی، فتومیوریود، رژیم فوری و میزان چربی بستگی دارد نوع سنتتیک رنگدانه‌ها معمولاً بسیار گران و قابلیت جذب آن به پایین است (5-10 درصد).

ماهی‌های انگشت قد آزاد قدرت کمی در ذخیره کردن رنگدانه در گوشتشان دارند. ماهی‌های آزاد کمتر از 100 گرم نیز رنگدانه‌ها را جذب کرده ولی بیشتر در پوست چشم و ارگانهای داخلی جمع می‌کند. ماهی‌های بزرگ کاروتنوئیدها را در گوشت ذخیره می‌کند اما در زمان رسیدگی جنسی به پوست و تخم‌ها منتقل می‌شود. Atlantic salmon بیش از 12mg/kg آرتاگزانتین در گوشت دارد. در Pacific Salmon وجود 30mg/kg آرتاگزانتین در گوشت بدن و در ماهی‌های پرورشی $5-10 \text{mg/kg}$ قابل قبول می‌باشد. در جیره قزل‌آلا مقدار $30-50 \mu\text{g/kg/diet}$ مواد رنگی پیشنهاد می‌شود.

عوامل مؤثر در تولید غذاهایی با کیفیت: ص 56 STM

جهت موفقیت‌آمیز بودن تولید غذای تجارتي خوب و با ارزش نکات ذیل بایستی مد نظر قرار گیرد:

- 1- ارزش غذایی جیره
- 2- تولید
- 3- شرایط ذخیره سازی و انبار
- 4- سیستم غذادهی و انبار
- 5- کیفیت آب

- 1- خصوصیات تغذیه‌ای جیره‌های فرسوده شده مانند انتخاب مواد اولیه، میزان مواد مغزی در جیره‌ها، هضم و جذب غذا و کنترل کیفی آنها
- 2- تولید و فرآوری غذاهای تجارتي با توجه به نیاز ماهی‌ها توسعه یابد. پلت سرد، پلت بخار پز و غذاهای ریز و پوشش دار (microen capsulatim)، پلت خشک، اندازه غذاها، شکل غذاها، رنگ، بافت و استقامت غذا
- 3- حمل و نقل و ذخیره‌سازی غذاها (طول مدت ذخیره سازی، شرایط محیطی در انبار مانند دما رطوبت تهویه و بسته‌بندی)
- 4- روش غذادهی (دستی، ماشینی، جداول غذایی، دفعات غذادهی، میزان غذادهی، غذادهی بدون محدودیت)
- 5- کیفیت آب (دما، نور، اکسیژن، مواد معدنی، شوری، کدورت و تعویض آب)

کوتاهی و بی توجهی در هر یک از موارد بالا موفقیت در سایر موارد را تحت تاثیر قرار داده و آن را خنثی و بی اثر می‌سازد.

نکاتی که در هنگام فرموله کردن غذاهای تجارتي بايستی مد نظر باشند عبارتند از:

1- قیمت ماهی‌های پرورشی در نظر گرفته شود

به عنوان یک قاعده کلی (Rule of thumb) قیمت غذاها نباید بیشتر از 20-25 درصد قیمت فروش گونه‌های پرورشی باشد در صورت مناسب بود قیمت فروش یک آبرزی می‌توان جیره‌های گران و با کیفیت‌تر تولید کرد.

2- عادات غذایی ماهی‌ها و قابلیت هضم و جذب گونه‌ها

عادات غذای ماهی‌ها (علفخوار، گوشتخوار، همه چیز خوار) ** از سطح تغذیه کننده، اینکه آهسته یا سریع تغذیه می‌کند، آیا دارای معده می‌باشد یا نه و قدرت هضم و جذب مواد غذایی در آن چگونه است باعث می‌شود تا غذاهای شناور، نیمه غوطه‌ور و غوطه‌ور تهیه شود و اندازه، رنگ، مقبولیت و پایداری غذاها با هم فرق داشته باشد.

3- سیستم و روش تولید غذای تجارتي

اگر غذا دارای نشاسته زیاد است باید با روش پخت یا بخار آن را تهیه کرد.

اگر بعضی از ترکیبات مانند بایندر در طول فرآوری خراب می‌شود باید از روش تهیه پلت - سرد استفاده شود مانند آلژینات که در غذای نیمه مرطوب استفاده می‌شود.

غذاهای ریز پوشش دار برای لارو میگو استفاده می‌شود که دارای حلالیت زیاد بود و قابلیت هضم و جذب زیاد دارد و پروتئین آن بالا می‌باشد.

4- نیاز غذایی آبرزیان به مواد مغزی

پروتئین، آبتواسید، اسید چرب، ویتامین و ... در مراحل مختلف شناخته شود و در هنگام جیره نویسی در نظر گرفته شود.

5- کیفیت و قیمت مواد اولیه

دسترس و کیفیت غذایی و هزینه مواد اولیه مانند آمینو اسیدها، مواد معدنی، آنتی اکسیدانها، ویتامین‌ها و ضد قارچها در تولید جیره‌های غذایی تأثیر گذار است. در رابطه با کیفیت مواد اولیه باید استانداردهای لازم تهیه شود.

6- قابلیت هضم و جذب مواد غذایی توسط آبرزیان

قابلیت هضم و جذب مواد مغزی مانند پروتئین، چربی، آمینو اسیدها کربوهیدراتها، مواد معدنی و ویتامین آبیان متفاوت است لذا بایستی در هنگام جیره نویسی به آن توجه کافی شود.

حداکثر و حداقل مواد اولیه و مغزی مورد مصرف در جیره‌های غذایی باید شناخته شود.

انرژی

بنا به تعریف انرژی توانایی انجام کار است و بدون آن زندگی برای موجودات امکان پذیر نیست. جانوران انرژی خود را از طریق کاتابولیسم مواد غذایی همچون پروتئین، چربی و هیدرات کربن بدست می‌آورند فرمهای مختلف انرژی در طبیعت وجود دارد مانند تابشی، شیمیایی، حرارتی، مکانیکی و الکتریکی که همه آنها قدرت انجام کارهای الکتریکی، مکانیکی و شیمیایی دارند. انرژی در جانوران برای انجام فرآیندهای حیاتی حیوانات مانند متالیسم سلولی، رشد، تولید مثل و فعالیت‌های فیزیکی مورد نیاز است. در فرآیند تغییر و تبدیل انرژی در بدن تما آن مورد استفاده جانور قرار نمی‌گیرد و بخشی از آن به صورت حرارت از بدن دفع می‌شود برای مثال در تبدیل گلوکز به انرژی، تقریباً $2/3$ آن به انرژی میکانیکی (رشد و فعالیت) و $1/3$ آن نیز بصورت حرارت تلف می‌شود کلیه فرم‌های انرژی می‌تواند به طور کامل به انرژی گرمایی تبدیل شوند ولی گرما نمی‌تواند به نحو کامل به فرم‌های دیگر انرژی تبدیل شوند زیرا همیشه با مقداری تلفات همراه است. در فیزیولوژیک تغذیه حیوانی برای سنجش مقدار گرما واحد کالری استفاده می‌کنند. کالری مقدار گرمایی است که لازم است تا حرارت یک گرم آب از $14/5$ به $15/5$ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد چون کالری واحد کوچکی است در عمل از واحد بزرگ کیلوکالری نیز استفاده می‌شود که معادل 1000 کالری می‌باشد در بعضی از منابع از واحد ژول نیز استفاده می‌شود که واحد آن معادل $4/184$ ژول می‌باشد.

$1\text{KJ}=0/24\text{kcal}$ مهمترین ترکیبات واسطه‌ای در بدن برای نقل و انتقال انرژی ATP ، AMP ، ADP می‌باشند.

کل انرژی که در یک ماده غذایی وجود دارد به نام انرژی خام یا gross Energy می‌نامند نکته مهم در اینجا آنکه حیوانات نمی‌توانند تمامی این انرژی را استفاده کنند و توانایی آنها با هم فرق می‌کند. از آنجایی که هر غذایی قابلیت ذخیره انرژی دارد لذا اندازه‌گیری این انرژی بسیار مهم است زیرا ارزش غذایی آن را می‌توان ارزیابی نمود. برای اندازه‌گیری ارزش خام مواد غذایی از پمپ کالری‌متری استفاده می‌نماییم توسط این دستگاه مواد غذایی توسط اکسیژن هوا سوخته شده و تبدیل به دی‌اکسیدکربن، آب، خاکستر و گازهای حذف شده و انرژی حاصل از آن اندازه‌گیری می‌شود انرژی خام ترکیبات انرژی خام ترکیبات انرژی را به صورت ذیل برآورد شده است.

کربو هیدرات $17/2$ KJ/g یا $4/1$ kcal/g

پروتئین 5/6 kcal/g یا 23/4 KJ/g

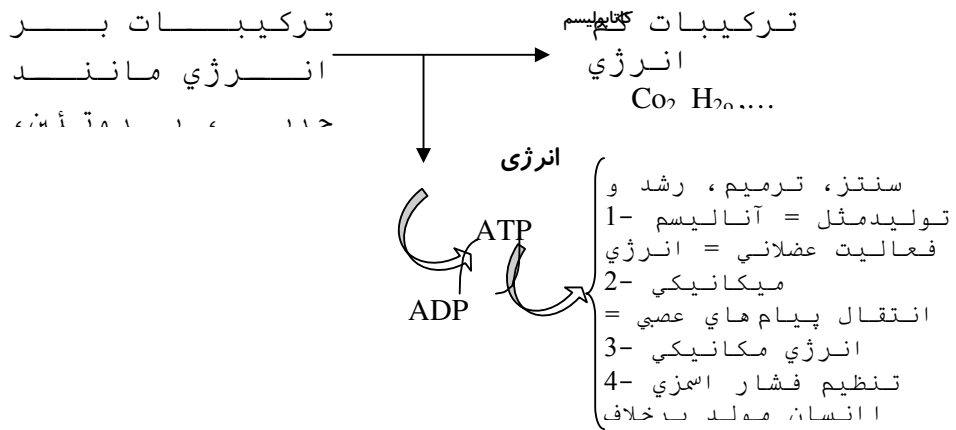
چربی 9/5 kcal/g یا 39/8 KJ/g

انرژی خام بعضی از مواد غذایی به صورت ذیل محاسبه گردیده است

آرد ماهی (هرینگ) 20/7 kj/g

پودر خون 21/8

ذرت 17



متابولیسم انرژی

متابولیسم انرژی شامل کاتابولیسم و اکسیداسیون کربوهیدرات، چربی روتئین در بدن و تبدیل آن به انرژی است. انرژی متابولیسم در ماهی و میگو دو مقاومت بسیار مهم با دامها دارد.

1- ماهیها بر خلاف جانوران خونگرم انرژی اضافی را برای ثابت نگه داشتن دمای بدن خود حرف نمی‌کنند چون خونسرد هستند، بنابراین ماهی و میگو انرژی نگهداری پایین‌تری نیست به دامها دارند. برای مثال انرژی نگهداری برای جوجه حدود 5 برابر ماهی کپور می‌باشد. برای ماهی کپور (230°C) و قزل‌آلا (15°C) انرژی نگهداری کسب شده از انرژی خام به ترتیب 103 kJ/kg ، 72 kJ/kg است قزل‌آلا 30-650 گرمی در دمای 15°C فقط 40 kJ/kg را تلف می‌کند در حالی که در جانوران خونگرم در دمای 38°C انرژی تلف شده $325-700 \text{ kJ/kg}$ می‌باشند.

بطور کلی قزل‌آلا حدود 17-24٪ انرژی قابل متابولیسم (Metabolizable Energy) و کپور 14-17٪ آن را برای انرژی نگهداری (maintenance purposes) مصرف می‌کند. در حالی که دامها حدود 30-50٪ آنرا مصرف می‌کنند.

البته افزایش انرژی غذا تضمین کننده رشد سریع ماهی** حتی اگر میزان پروتئین به اندازه کافی باشد در این پدیده ارتباط بین مواد غذایی تأثیر بسیار مهمتری دارد. جدول ص 187 از کتاب** عامل دوم آنکه ماهی و میگو نسبت به دامها 10-20 درصد انرژی بیشتری از کاتابولیسم پروتئین به دست می‌آورند چون ترکیب دفعی آنها آمونیاک می‌باشد در حالی که در دامها اوره و اسید اوریک بوده و تبدیل آمونیاک به اوره و اسید اوریک انرژی زیادتری مصرف می‌نماید برای مثال در سالمون، 85 درصد دفع مواد نیتروژنی از برانشی‌ها و کلیه‌ها به صورت آمونیاک بوده و فقط 15٪ به صورت اوره است در ماهیها از 100 درصد مواد نیتروژنی که وارد بدن شود 30 درصد جذب و به صورت بافت در می‌آید 48 درصد از طریق برانشی‌ها 13 درصد در مدفوع و 9 درصد هم از ادرار دفع می‌شود.

عوامل مؤثر بر وری انرژی مورد نیاز ماهی

1- دمای یکی از مهمترین فاکتورهای مؤثر بر وری انرژی مورد نیاز ماهی دمای آب می‌باشد اگر دمای آب کاهش می‌دهد ماهی متابولیسم خود را کاهش می‌دهد. اما اگر دما افزایش یابد ماهی متابولیسم خود را افزایش می‌دهد. مهمترین میزان انرژی مورد نیاز در ماهی‌ها در دمای** می‌باشد که بعد از آن انرژی مورد نیاز آنها کاهش می‌یابد تا به حد مرگ آور برسد. قدرت ماهی‌ها در کاهش متابولیسم بدن به آنها کمک می‌کند تا بتوانند شرایط محیطی مختلف مانند مناطق قطبی و سردسیر را به مدت طولانی تحمل

کنند

2- فعالیت‌های فیزیکی

هر قدر تحرک جابجایی و جنب و جوش ماهی بیشتر باشد و فعالیت‌های فیزیکی آن زیادتر گردد انرژی بیشتری مصرف خواهد کرد اما از آنجایی که این انرژی صرف فعالیت‌های فیزیکی شد بدیهی است که برای رشد استفاده نخواهد شد و در واقع جزء انرژی تلف شده محسوب می‌شود در شرایط پرورشی این موضوع بسیار مهم است سرعت زیاد آب، با دسترس نداشتن به غذا و جستجویی زیاد، ... می‌تواند این آزادی را افزایش دهد به هر حال هر عاملی که باعث شود حرکت ماهی کمتر شود موجب می‌گردد تا انرژی غذا بیشتر صرف رشد شود.

اندازه بدن:

جانوران کوچک گرمایی بیشتری نسبت به جانوران بزرگ بر اساس واحد وزن آن تولید می‌کنند لذا نیاز ماهی‌ها کوچک به غذا بر اساس درصد وزن بدن بیشتر از ماهی‌های بزرگ می‌باشد این موضوع نشان می‌دهد که شدت متابولیسم در ماهی‌های کوچک بسیار بیشتر از ماهی‌های بزرگتر می‌باشد
تولید مثل:

در زمان تولیدمثل انرژی مورد نیاز ماهی افزایش می‌یابد تا صرف ساخت ارگانها جنسی شود.

دسترس و کیفیت آب:

دسترس و شرایط نامطلوب محیطی باعث افزایش نیاز به انرژی در ماهی‌ها شده و تلفات انرژی را افزایش می‌دهد.

نسبت انرژی به پروتئین

در مطالعه‌ای در کپور با وزن (170 گرم) مشخص گردید که با افزایش انرژی غذا رشد ماهی زیاد می‌شود افزایش پروتئین بیشتر از 41 درجه تأثیر مهمی روی رشد نداشته و کمتر از آن نیز باعث کاهش رشد شده است لازم به ذکر است افزایش انرژی لزوماً باعث افزایش رشد نخواهد شد چرا که در صورت افزایش انرژی موجود غذایی کمتری خورده و سریعتر نیز سیر خواهد شد اما هنوز نتوانسته نیازهای غذایی خود را بدست آورد آنچه که تأثیر گذارتر از ارتباط بین اجزای مواد غذایی و قابلیت هضم و جذب آنها است.

تأثیر پروتئین و انرژی غذا بر روی SGR در کپور به وزن 170 گرم و با 2٪ غذا دهی در دمای 24°C

مقدار پروتئین (وزن خشک)	انرژی قابل جذب
51/4	41/3
46/5	18/3 (mj/kg)
1/99	2/10
2/17	30/1 (mj/kg)
2/14	2/15

تأثیر مقدار انرژی روی ترکیب شیمیایی کپور معمول (میزان روش 41٪ ثابت است)

خاکستر (%)	چربی (%)	پروتئین (%)	رطوبت (%)	وزن (g)	41000mg 2020 kj
2/1	8/6	13/9	75/1	169	
2/9	9/4	16/2	71/2	637	18/3 (mj/kg)
2/5	11	15/4	70/6	679	26/1 (mj/kg)

برای بدست آوردن رشد سریع در کپور معمولی (300-50 گرمی) انرژی متابولیزی

(metibilizabl6) مورد نیاز معادل 1/8 230-260 kj/kg می باشد (ص 189 PFN)

افزایش انرژی می تواند بر روی ترکیب شیمیایی بدن ماهیها نیز تأثیر بگذارد

نسبت انرژی به پروتئین

$$\text{energy/protein (E/P)} = \frac{\text{مقدار انرژی غذا (kj/kg)}}{\text{پروتئین}}$$

اما غالباً این نسبت به صورت ب عکس نمایش داده می شود و به صورت P/E (protein/energy) بیان

می شود

$$\frac{P}{E} = \frac{\text{پروتئین}}{\text{انرژی}}$$

E

اگر غذایی حاوی 41٪ پروتئین باشد و میزان انرژی آن 20/2 mj /kgdiat باشد نیاز پروتئین به انرژی

آن معادل

$$\frac{P}{E} = \frac{\text{Mg/kj}}{\text{انرژی}}$$

برای هر ماهی یک نسبت پروتئین به انرژی وجود دارد که در آن مقدار نسبت پروتئین به انرژی در

بهترین شرایط قرار داشته و رشد به خوبی انجام می شود افزایش اثر این مقدار تأثیر مهمی روی رشد نخواهد

داشت برای قزل آلا این مقدار 19-24 و برای کپور 21-23 گزارش می شود.

انرژی قابل جذب (utilicatiauol energy) بستگی به گونه، اندازه، سن، دما، کمیت و کیفیت غذا بستگی

دارد. برای قزل آلا این مقدار 23-43٪ انرژی خام گزارش می شود.

میزان انرژی قابل هضم از ترکیبات مختلف توسط آبزیان مختلف

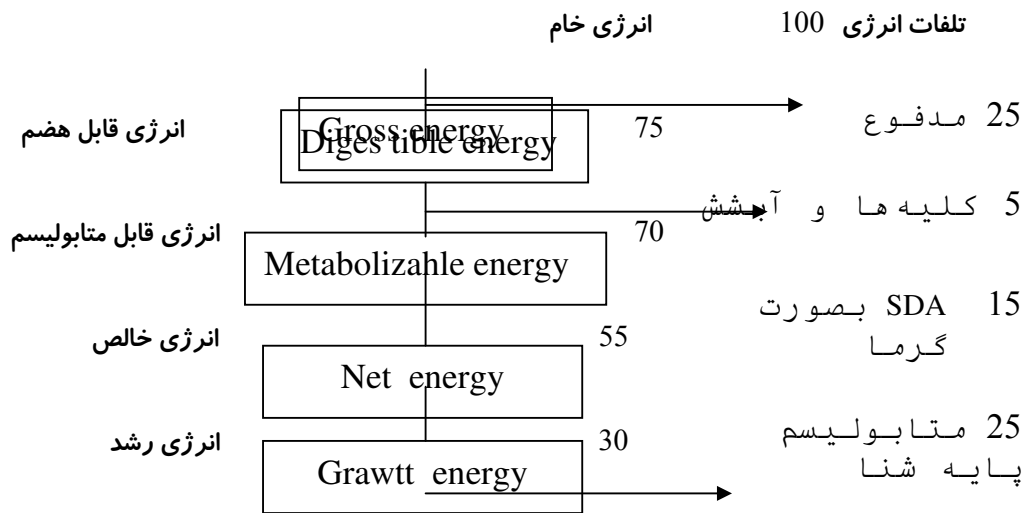
مقدار تیلاپپای قیلین (kj)	مارماهی (kj)	کپور معمولی (kj)	قزل آلا (kj)
18/9	22/2	16/8	16/8
			یک گرم پروتئین / پروتئین
			mg(gr)
			kj/kg مقدار انرژی

یک گرم چربی	33/5	33/5	33/3	37/7
یک گرم هیدرات	8/4	14/7	6/8	16/8

کربن

دیاگرام انرژی در ماهیها

در تبدیل انرژی مواد غذایی به انرژی خالص یا Net energy که برای رشد استفاده خواهد شد مقداری از انرژی مواد غذایی به هدر می‌روند. چون این انرژی از دسترس موجود خارج می‌شود لذا بایستی تلفات انرژی را در ماهی‌ها به حداقل رساند. در اینجا بیلان انرژی ماهی‌ها را بصورت دیاگرام نشان می‌دهیم.



روابط ذیل برای تغییر و تحولات انرژی در ماهیها بدست آمده‌است.

$$I = M + G + E$$

I = energy ingested انرژی جذب شده

M = METABOLISM انرژی متابولیسم

G = Grom the انرژی رشد

E = Excretion انرژی دفع شده

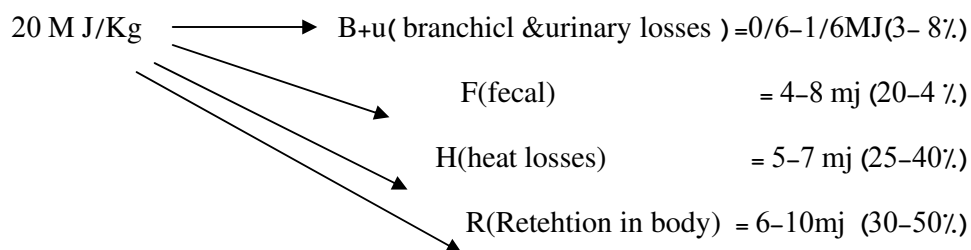
$$\rightarrow 100I = 44M + 29G + 27E$$

ماهی‌های گوشتخوار

$$\rightarrow 100I = 37 + 20G + 43E$$

ماهی‌های علفخوار

بیان انرژی در ماهی قزل آلا (ص 46 کتاب FMTA) نیز بصورت ذیل گزارش گردیده است.



برای بدست آوردن گرمای تولید شده مازای توسعه هر یک از ترکیبات ذیل می توان به متابولیسم ماهی پی برد.

$$\text{آمونیاک} = 23/05 \text{ Jol / mynk}$$

$$\text{اوره} = 24/85 \text{ j / Mguree}$$

$$\text{اکسیژن} = 13/56 \text{ J/mgoxygen}$$

همه پدیده های حیاتی در بدن جانداران از واکنش های متابولیسمی سلول ها سرچشمه می گیرد اساس مادی این واکنش ها بر کمیت و کیفیت تبدلات گوناگون سلول با محیط استواری، واکنش های متابولیسمی به دو نوع واکنش تقسیم می شود.

1- واکنش های آنابولیسم: (Anabolism)

شامل واکنش های بیو سنتز که انرژی گیر هستند و انرژی مورد نیاز را در محل تجزیه TP A تأمین می کنند (مصرف ATP)

2- واکنش های کاتوبولیسم (Cataboleism)

شامل واکنش های تجزیه مواد مختلف که انرژی زا هستند و انرژی حامل از آنها به صورت TP A ذخیره می شود که بعداً ATP تولیدی صرف انجام واکنش های انرژی خواه می شود.

متابولیسم به سه دوره متفاوت در زندگی یک جانور قابل تقسیم است

1- دوران رشد، در اوج دوران واکنش های متابولیسمی با شدت بیشتری انجام می گیرند زیرا

مولکول های دریافتی از بیرون علاوه بر تأمین انرژی مورد نیاز و حفظ تعادل فیزیولوژیکی به مصرف سنتز مولکول های درشت می رسد که عامل رشد نیز محسوب خواهد شد.

2- دوران بلوغ: رشد متوقف شده و از شدت متابولیسم کاسته می شود زیرا مولکول های

دریافتی فقط صرف تأمین انرژی و نگهداری تعادل فیزیولوژیکی و نوسازی مولکول های بزرگتر می شود و رشدی متصور نیست

3- دوران پیری: که تعادل فیزیولوژیکی با انرژی کمتری برقرار می‌شود. کاتابولیسم بیشتر از

آنابولیسم است

اندازه‌گیری ارزش حرارتی غذاها

از سوختن غذاها در حضور اکسیژن مقداری حرارت ایجاد می‌گردد که می‌توان این حرارت را اندازه‌گیری کرد. در بدن انسان قندها و چربیها کاملاً اکسیده می‌شوند به $C O_2$ و آب تبدیل می‌شوند اما پروتئین‌ها به طور قابل اکسید نمی‌شوند زیرا محصول نهایی آنها اوره است که هنوز حاوی مقداری انرژی است. بدن جانوران خونگرم دارای قدرت خود تنظیمی دما بوده می‌تواند برای حفظ دمای بدن ** حرارت را افزایش یا کاهش دهند.

اندازه‌گیری مصرف انرژی

از آنجایی که تمام انرژی تولید شده در بدن انجام به صورت حرارت آزاد می‌گردد با اندازه‌گیری این حرارت می‌توان میزان مصرف انرژی را برآورد کرد که برای ابتکار از دو روش استفاده می‌شود.

1- حرارت سنجی مستقیم

شامل اتاقک سرپوشه‌ای است که حجم معینی از آب در اطراف آن جریان دارد حیوان در مدت زمان معینی در اتاقک قرار می‌گیرد و با اندازه‌گیری تغییر درجه حرارت آب میزان حرارت آزاد شده از بدن حیوان تعیین می‌شود

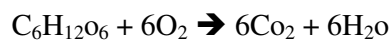
2- حرارت‌سنجی غیر مستقیم

از آنجایی که روش بالا با مشکلات فنی زیادی روبرو بود، و در مورد انسان غیر ممکن است که به طور غیرمستقیم یعنی از این اندازه‌گیری تبادلات گازها (اکسیژن و انیدریک کریک) و تعیین میزان دفع او را (اوره) میزان حرارت اندازه‌گیری می‌شود.

نسبت تنفسی غذاها (RQ) Respiration Quatients

نسب حجم گاز CO_2 به حجم گاز اکسیژن برای اکسیداسیون یک نوع غذا را RQ می‌نامند.

الف) کربوهیدرات:



$$\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{6}{6} = 1$$

ب) چربیها: چون کربن کمی در ساختمان چربی است لذا اکسیداسیون آنها به اکسیژن بیشتری نیاز دارد.



$$\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{114}{163} = 0.7$$

ج) پروتئینها: پروتئینها دارای ساختمان شیمیایی گوناگون هستند و به همین دلیل اکسیداسیون آنها بسادگی سایر ترکیبات نیست و مقدار RQ ستون اوره آنها به روش غیرمستقیم حدود 0.8 بر آورد شده است.

استفاده از روش حرارت‌سنجی غیر مستقیم و برآورد کل انرژی تولید شده توسط یک رژیم غذایی

مخلوط:

1- اگر بیماری در مدت 24 ساعت $414/6$ اکسیژن مصرف کرده و $353/3$ لیتر CO_2 دفع

کرده باشد. از ادرار بیمار در مدت 24 ساعت جمعاً $12/8$ گرم ازت جمع‌آوری شده است

چون هر گرم ازت معادل $6/25$ گرم پروتئین است.

$$\text{گرم پروتئین} = 12/8 * 6/25 = 80$$

تجربه نشان داده که هر گرم پروتئین برای اکسیداسیون تا مرحله اوره احتیاج به $0/947$ از اکسیژن و

دفع $0/76$ لیتر CO_2 نیز دفع می‌گردد لذا حجم اکسیژن و CO_2 دفع شده در اتر اکسیداسیون پروتئین غذا

معادل

$$80 * 0/947 = 75/8 (\text{O}_2)$$

$$80 * 0/76 = 60/8 (\text{CO}_2)$$

با کسر کردن مقادیر فوق از حجم کل اکسیژن مصرف شده و CO_2 دفع شد، مقادیر اکسیژن و CO_2 جذب

و دفع شد مربوط به غذاهای غیر پروتئینی محاسبه می‌شود.

$$414/6 - 75/8 = 338/8 \text{ O}_2$$

$$353/3 - 60/8 = 292/5 \text{ CO}_2$$

$$\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{292/5}{338/8} = 0/86$$

انرژی لازم برای متابولیسم مواد غذایی یا S DA

زمانی که بدن اده غذایی را بکار می برد مقدار انرژی حرارتی که تولید می شود بیش از انرژی زایی آن ماده غذایی است. این اضافه حرارت تولید شده SDA نامیده می شود. به بیانی دیگر SDA یک ماده غذایی عبارت از مصرف الزامی مقداری انرژی در واکنش های متابولیسمی آن ماده در بدن.

این انرژی از محل ذخیره انرژی بدن تأمین می شود. بنابراین میزان محاسبه انرژی واقعی که از مواد غذایی حاصل می شود. باید مقدار SDA را از مقدار ارزش انرژی زایی این مواد غذایی کسر کرد مثلاً 25 گرم پروتئین که حاوی 100 کالری انرژی است در بدن 130 کالری ایجاد می کند این 30٪ کالری اضافی از SDA است. از انرژی واقعی حاصل از پروتئین برابر $100 - 30 = 70$ در محاسبات رژیم و جیره غذایی معمولاً 20 درصد از انرژی لازم منظور می کنند تا S DA که صرف متابولیسم غذایی مخلوط شده جبران شود.

عوامل مؤثر بر روی رشد ماهی

رشد ماهی به عوامل متعددی بستگی دارد اما در بین آنها وزن ماهی و مقدار غذا (Food ration) اهمیت ویژه ای دارند اگر مقدار غذایی که به آبزیان می دهیم کافی نباشد آبزیان کاهش رشد روبرو خواهند شد مقدار غذا بایستی به گونه ای باشد که احتیاج نگهداری و سپس احتیاج به رشد را فراهم نماید بنابراین دانستن بیشترین مقدار غذایی که بیشترین رشد را فراهم نماید بسیار جالب است. اما این بدان معنی نیست که با دادن غذای بیشتر هم به رشد بیشتر و هم به راندمان رشد بهتری دست می یابیم چرا که در بعضی از مواقع با دادن غذای بیشتر می توانیم رشد بهتری بدست آوریم اما این اقتصادی و مقرون به صرفه نخواهد بود از طرف دیگر رشد به وزن بدن یک ابزی نیز بستگی دارد و این هم به خاطر آن است که متابولیسم بدن ماهی از وزن آن تعیین می کند. به هر حال امروزه میزان غذا را بر اساس وزن بدن یک آبزی محاسبه می شود ماهی مختلف دارای مقادیر رشد متفاوتی می باشند. بعضی سریع رشد و بعضی کم رشد هستند لذا عوامل **برونی رشد نه تنها به دو عامل مذکور به عوامل دیگری نیز بستگی خواهند داشت که در ذیل توضیحاتی در مورد هر یک ارائه خواهد شد:

1- جنسیت

در بعضی از ماهیها جنسیت عامل مهمی در رشد آنهاست برای مثال در تیلاپیا جنس نر سریعتر از مادهها در رشد می‌کنند در حالی که در گونه‌هایی مانند کپور معمولی و مار ماهی مادهها رشد سریعتری نسبت به نرها دارند.

2- خصوصیات ژنیتیکی

ویژگیهای گونه‌ای که نشأت گرفته‌اند خصوصیات ژنیتیکی هر ماهی است عامل مهم دیگری است که بر روی رشد ماهیها تأثیر می‌گذارد. قدرت جستجو برای غذا، توانایی در رقابت غذایی، خصوصیات فیزیولوژیکی و توانایی آنها در هضم و جذب غذا در میزان رشد ماهی تأثیر گذار است. در مطالعه‌ای که بر روی کپور معمولی انجام گرفته نشان داده است که **مختلف آن داری رشد متفاوتی می‌باشند. در مطالعه‌ای رشد کپور نژاد ژاپنی کمتر از معمولی، کپور آینه‌ای و کپور آلی‌نی بوده است.

3- وضعیت فیزیولوژیکی

شرایط فیزیولوژیکی ماهی‌ها نیز بر روی رشد آنها تأثیر می‌گذارد. ماهی‌هایی که از بیماری یا انگلها رنج می‌برند رشد کمتری دارند ماهی‌هایی که تحت شرایط استرس قرار می‌گیرند رشد کمتری خواهند داشت استرس ممکن است تأثیر از تراکم زیاد، حضور گونه‌های شکارچی، شرایط محیطی ... باشد و در بعضی از ماهی‌ها به خاطر استرس رنگ ماهی تیره خواهد شد (مانند تیلاپیا یا قزل‌آلا). در زمان رسیدگی ** ماهیها با کاهش رشد مواجه خواهند شد.

عوامل محیطی نیز می‌تواند بر روی رشد ماهی‌ها تأثیر بگذارد که در ذیل به آن اشاره می‌شود.

4- دما

هر آبی دمای مناسب برای رشد خود دارد در مقادیر کمتر یا بیشتر از آن نرخ رشد تنزل خواهد یافت وقتی دمای آب تغییر کند دمای بدن ماهی نیز سریعاً تغییر می‌کند. از آنجایی که انتقال دما از طریق بدن و آبشش‌ها انجام می‌شود لذا ماهی‌های کوچکتر نسبت به ماهی‌های بزرگتر دچار تغییر دمایی خواهند شد. و اصولاً در محدوده دمای استاندارد وقتی دما بالاتر رود نرخ متابولیسم زیاد خواهد شد لذا عبور غذا از دستگاه گوارش سریعتر بوده لذا اشتهای ماهی نیز افزایش می‌یابد وقتی غذا و اکسیژن به اندازه کافی باشد رشد ماهی نیز بالطبع سریعتر از سایر شرایط دمایی خواهد بود تأثیر دما روی رشد ماهی در نمودار ذیل ارائه می‌گردد.

در بیشتر ماهی‌هایی گرم آبی رشد ماهی‌ها از دمای 18°C – 17°C شروع خواهد شد و در دمای 30°C – 28°C به حداکثر می‌رسد ص 151 NPF.

هورمون هیپوفیز (هورمون رشد) و هورمون تیروکسین که در متابولیسم نقش دارند مسلماً بر روی رشد ماهی تاثیر گذاشته به عنوان یک عامل واسطه‌ای عمل می‌کنند. فعالیت آنزیمی نیز در این بین نقش خواهد داشت هنوز علت کاهش رشد در دمای بالاتر از حد استاندارد مشخص نشده ولی احتمال می‌رود به علت کمبود اکسیژن باشد.

5- فتوپریود

تغییرات فعلی و دوره‌ای نیز بر روی رشد تاثیر می‌گذارد بعضی از مطالعات نشان داده است که افزایش طول روز توانسته رشد بعضی از ماهی‌ها را افزایش دهد برای مثال در ماهی سوف با دو دمای 22 و 16 و دو رژیم نوری 8 و 16 ساعت مشخص گردیده است که رژیم نوری و طول روز تاثیر بیشتری بر روی رشد ماهی گذاشته است این موضوع شاید به خاطر آن است که با افزایش طول روز ماهی غذای بیشتری می‌خورد بر خلاف آن در Brown Trout افزایش طول روز و روشنایی باعث تغییری در رشد ماهی‌ها نشده است این محقق در دمای ثابت $18/5^{\circ}\text{C}$ و طول روشنایی 12 ، 18 و 6 ساعت بوده است.

6- کیفیت آب

PH شوری و سایر خصوصیات شیمیایی آب بر روی رشد ماهی تاثیر می‌گذارد.

7- اکسیژن

میزان اکسیژن محلول بر روی اشتها appetite و مصرف غذا Food con sumptim و در نیمه روی هضم و جذب غذا تاثیر می‌گذارد بررسی‌ها نشان می‌دهد که کم شدن اکسیژن در پرورش ماهی آزاد به ** باعث کاهش رشد این ماهی شده است.

در پرورش متراکم ماهی‌ها اکسیژن محلول تاثیر بسیار زیادی خواهد گذاشت نیاز ماهی‌ها به اکسیژن بسته به گونه، سن، اندازه و مرحله رسیدگی جنسی دارد. و میزان جذب اکسیژن یا (joxygm consumption) بستگی به وزن بدن ماهی، دما و میزان فعالیت ماهی دارد. ماهی‌های بزرگتر اکسیژن

بیشتری نسبت به ماهی‌های کوچکتر مصرف می‌کنند در حالی که بر مبنای واحد وزن بدن، ماهی‌های کوچکتر اکسژن بیشتری مصرف خواهند کرد.

تأثیر دما بر روی اکسیژن مصرفی در ماهی‌ها

دمای آب

اکسیژن مصرفی	10	20	25	30
mgo ₂ /kg/h	17	50	72	105

تأثیر اندازه ماهی (fish size) روی مصرف اکسیژن

کیور معمولی

وزن زنده	0/1	1	10	100	1000
Routine mgo ₂ / kg /h	680	480	340	240	170
Active mgo ₂ / kg /h	2060	1230	730	440	260

تأثیر فعالیت ماهی روی اکسیژن مصرفی

50 mgo ₂ / kg /h	کاملاً در حالت استراحت
240mgo ₂ / kg /h	متابولیسم روتین
440 mgo ₂ / kg /h	در حال فعالیت

بعد از خوردن غذا مصرف اکسیژن توسط آبزیان افزایش یافته و به یک حداکثر می‌رسد. بعد از آن مجدداً به حالت اول بر می‌گردد. معمولاً بعد از مصرف غذا مصرف اکسیژن دو برابر حالتی است که ماهی در حالت استراحت است این موضوع در نمودار ذیل ارائه می‌گردد

ترکیبات سمی

وجود مواد خطرناک و سمی نیز می‌تواند بر روی رشد ماهی تأثیر بگذارد. حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، آمونیاک، سولفید هیدروژن می‌تواند باعث کاهش رشد شود. عامل تراکم از جمله عوامل مهم و تأثیرگذار بر تشکیل مواد سمی است که بایستی به آن توجه شود

معادله رشد در ماهی‌ها

رشد ماهی‌ها از یک تابع نمایی پیروی می‌کند که در ذیل ارائه می‌گردد

$$G_{\max} (\text{g/day}) = aw^b$$

گفته نشد	{	$G = 9w^{0/667}$	برای گربه ماهی کانال
		$G = 2w^{0/65}$	کپور معمولی
		$G = 79w^{0/662}$	قرل‌آلا

رابطه بین رشد و میزان غذایی

انرژی غذا برای ترمیم دو نیاز اساسی در ماهیهاست که اول احتیاج نگهداری و دوم احتیاج رشد می‌باشد این دو احتیاج به وزن بدن و دما بستگی دارد. بدون شک ماهی‌های بزرگتر میاز به غذای بیشتری برای احتیاج و نگهداری نسبت به ماهی‌های کوچکتر دارند لذا انرژی کمتری از غذا برای رشد آنها مصرف شده و رشد آنها کمتر از ماهی‌های کوچکتر خواهد شد. اما ماهی‌های کوچکتر رشد بیشتر و سریعتری دارند. نکته حائز اهمیت آنکه در پرورش آبزیان افزایش میزان غذایی گرچه باعث افزایش رشد خواهد شد اما این امر لزوماً باعث افزایش راندمان غذادهینخواهد شد چون رشد ماهی با بزرگ شدن ماهی‌ها** می‌شود این موضوع در نمودار ذیل ارائه می‌شود.