اهمیت تغذیه مناسب مولدین و لارو در موفقیت آبزی پروری میگو

محمود حافظیه

۱۳۹۶

چکیده:

تغذیه بهینه مولدین کلیدی ترین فاکتور در موفقیت تکثیر و پرورش آبزیان پرورشی از جمله میگو می باشد بطوریکه اقتصاد تولید در این صنعت وابستگی شدیدی به این فاکتور اصلی دارد. مولدین در تولید تخم و لارو های سالم نیازمند مکمل های غذایی به خصوص اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره و ویتامین های خاصی هستند تا حداکثر راندمان تولید تخم های با کیفیت را داشته باشند. از طرف دیگر مرحله لاروی به عنوان حساسترین مرحله آبزی پروری مطرح می باشد زیرا که بیشترین تلفات در این مرحله رخ می دهد و یکی از راهکارهای بالا بردن توان زنده مانی در این مرحله بهبود روند تغذیه است. نیاز این مرحله به پروتئین با پروفایل اسید های آمینه ضروری و همچنین اسید های چرب به همراه مواد معدنی و ویتامین ها نقش اصلی بهبود این مرحله زیستی در آبزیانی پرورشی چون میگو است. در این گزارش نیازمندی های اختصاصی مکمل غذایی مراحل مولد و لارو میگو آورده شده تا در سالن های تکثیر و پرورش و مزارع مولد سازیمیگو مورد استفاده قرار گرفته ضریب بهره وری آنها افزایش یابد.

کلمات کلیدی: میگو پرورشی، مولد، لارو، نیازهای غذایی، مکمل ها

مقدمه

آبنده توليد در آبزي پروري، همچون ساير سيستم هاي توليدي پروتئين حيواني در گرو كنترل دقيق متغير هاي فيزيكي، شيميايي و زيستي در اطراف واحد توليدي مي باشد. مسير جمع آوري بچه ماهي از طبيعت تا توليد آن در سالن هاي تكثير كه از مولدين وحشي و يا مولديني كه در شرايط پرورشي بوجود آمده اند بسيار روشن مي باشد. امروزه تلاش در جهت افزايش توليد موثره و كاهش هزينه ها است. تغذيه مولدين و لاروهاي توليدي تاثير بسياري در اين فرآيند دارند كه دراين مقاله سعي شده است تا نقش كليدي تغذيه اين دو مرحله زيستي و اهميت آن مورد بررسي قرار گيرد. محدوده زماني و فضايي اين مقاله مختص سخت پوستان و بطور خاص كشت ميگوي پنائيده است گرچه چنين تنگناهايي در تغذيه مولدين و لاروهاي اغلب ماهي ها نيز ديده مي شود.

تغذيه مولدين:

نتايج تحقيقات در تغذيه مولدين، اين مهم را بدست داده است كه بهتر است از ذخاير اهلي شده و به گزين شده ژنتيكي براي آبزي پروري استفاده شود. همچنين به موضوع مهم تغذيه براي مولدين تحت اسارت كه حدود ۵۰ درصد هزينه ها را به خود اختصاص مي دهدو نقش موثر غذاهاي زنده از جمله گوشت اسكوئيد، نرم تنان و كرم هاي پلي كيت كه از منظر كيفيت و در دسترس بودن متغير مي باشند اشاره شده است. با اين وجود تقاضا براي غذاهاي فرموله به عنوان غذاي مولد ساز بسيار زياد است. احتمال اينكه با به گزيني ژنتيكي درميگو به طور همزمان در تغذيه و نيازهاي غذايي موجود تاثير مثبت بوجود آيد اشاره شده است.

در طي بلوغ ميگوي پنائيده، مواد غذايي ذخيره شده بطور عمده در هپاتوپانكراس شروع به حركت به سمت گنادها نموده تا حمايت غذايي از دو فرآيند گامتوژنز و چربي زايي در تخمدان و بيضه ها را انجام دهند (Harrison, 1990; 1997). ذخاير بافتي در هپاتوپانكراس آنچنان بسرعت تخليه و در مسير حمايت از گناد ها حركت مي كنند كه بطور مستقيم در تكوين زرده تخم نقش ايفا مي نمايند. اين موضوع كه كه با قطع پايك چشمي، شتاب در بلوغ جنسي حادث مي شود بسيار مورد توجه بوده كه در صورتي كه ذخاير غذايي براي حمايت از تكوين تخمدانها ناكافي باشد اين تغييرات هورموني و متابوليكي درتامين مواد غذايي ضروري بسيار كارساز خواهند بود. طي سالهاي گذشته تغذيه مولدين پنائيده مرور شده است (Wouters et al., 2001a). تحقيقات بسياري در موضوع استفاده از غذاي زنده، غذاهاي كنستانتره و مكمل ها در تغذيه مولدين ميگو انجام شده است.

چربي ها:

با توجه به اهميت و نقش چربيها در بلوغ ميگوها، تحقيقات بطور عمده بر روي اسيدهاي چربي غير اشباع بلند زنجيره HUFA و فسفوليپيدها انجام شده است. در طي بلوغ بسياري از گونه ها، چربيها طي فرآيند سريع انتقال از هپاتوپانكراس به سمت تكوين تخمدانها حركت مي كنند. گرچه بنا به گفته Wouters et al. (2001b) مقادير افزايشي چربي كل در غذا تاثير منفي بر تكوين تخمدانها و ميزان مصرف غذا خواهد گذاشت ولي بنظر مي رسد چربي كل چندان مهم نباشد. با اين وجود، سطح متوسط چربي در غذاي تجاري مولدين (۱۰%) حدود ۳% بيش از غذاهاي مورد استفاده در مرحله رشد در استخرهاي پرورش تجاري است.

اسيدهاي چرب غير اشباع بلند زنجيره (HUFA) مخصوصا ايكوزاپنتانوئيك (EPA) و دكوزاهگزانوئيك اسيد (DHA) به مقدار زياد در بافت تخمدان وجود دارند و اعتقاد بر اين اين است اين اسيد ها از اجزا مهم غذاهاي زنده هستند و بايد در غذاهاي فرموله نيز به مقدار كافي وجود داشته باشند. غذاهاي فاقد اسيد هاي HUFA n-3 يا با مقدار نا كافي تاثيرات منفي بر رشد و تكوين تخمدان، همآوري و كيفيت تخم مي گذارند (Teshima et al., 1988; Alava et al., 1993; Xu et al., 1992; 1994; Cahu et al., 1994; Wouters et al., 1999a). آراشيدونيك اسيد (20:4n-6; AA) در سطوح بالا در تخمدان ميگوهاي وحشي و همچنين در غذاهاي زنده تازه همچون كرم هاي خوني (پلي كيتا) ، حلزون ها و نرم تنان يافت شده است.(Harrison, 1997; Wouters et al., 2001a)

n-6 HUFA به عنوان پيش نيازهاي هورمونهاي پروستاگلندين شناخته شده اند كه در فرآيند توليد مثل و زرده زايي نقش ايفا مي كنند. بر اساس مطالعات Wouters et al. (2001a) ، غذاهاي فرموله كه در مرحله بلوغ توليد مثلي استفاده مي شوند از نظر ميزان اسيدآراشيدونيك (AA) و هم چنين اسيد ايكوزاپنتانوئيك (EPA) كمبود دارند. فرض شده كه نرخ سطوح n-3 به n-6 در غذا بسيار مهم است (Lytle et al., 1990) كه بايد حدود ۳-۲ به ۱ باشد (Ravid et al., 1999; Wouters et al., 1999b). فسفوليپيدها و بطور عمده فسفاتيديل كولين و فسفاتيديل اتانولآمين در تخمدان ميگو غالب هستند و بنظر مي رسد حتما بايد در غذاي اين موجود به مقدار كافي وجود داشته باشند. چندين مطالعه (Alava et al., 1993; Cahu et al., 1994; Ravid et al., 1999; Wouters et al., 1999b) انجام شده كه در همه آنها اثرات سطوح فسفوليپيدها در غذا نمايش داده شده و پيشنهاد شده كه در غذاي مولدين حتما بايد بيش از ۲% فسفوليپيد وجود داشته باشد تا اطمينان از ۵۰% چربي كل در تخمها بوجود آيد (Cahu et al., 1994). كلسترول به عنوان پيش ماده در هورمونهاي استروئيدي مي باشد كه امروزه نياز ميگو به كلسترول كاملا مشخص شده است كه بايد در غذاي آن وجود داشته باشد. كلسترول در هپاتوپانكراس ذخيه مي شودو در طي بلوغ به گنادها حركت مي نمايد. نقش و حركت كلسترول در طي بلوغ ميگو بوسيله Harrison (1990) مرور شده است. برخي غذاهاي زنده مورد استفاده در مولد سازي همچون اسكوئيد و حلزون مقادير نسبتا بالايي از كلسترول را در خود دارند ولي متاسفانه امروزه تحقيقات محدودي در مورد اثرات كلسترول رژيم غذايي بر بلوغ و توليد مثل آبزيان انجام مي شود (Harrison, 1997; Wouters, 2001).
ر طي بلوغ، سطح تري اسيل گليسيريد(TAG) در تخمدانها افزايش مي يابد كه در تخم نيز وارد مي شود ولي بعد از تخم ريزي كاهش مي يابد (Ravid et al., 1999; Wouters et al., 1999b). TAG به عنوان منبع اصلي انرژي در تخم ها و ناپليوس ها هستند كه در فرآيند توليد مثل و كيفيت نهايي تخم ها و پست لاروهاي ميگو نقش مهمي دارند (Palacios et al., 1998; 1999).

پروتئين ها و اسيدهاي آمينه :

بلوغ مرحله اي است كه در آن ساخت وساز پروتئين زياد انجام مي شود به همين دليل نياز به پروتئين در اين زمان زياد خواهد بود (Harrison, 1990; 1997) . Wouters و همكاران در سال ۲۰۰۱a گزارش نمودند كه غذاهايي ساختند كه محتواي پروتئين در آنها حدود ۵۰% بوده كه هنوز نسبت به مقادير موجود در غذاهاي زنده تازه بسيا ركم است. مطالعات جزئي و دقيقتر در مورد نياز به پروتئين در مولدين ميگو هنوز انجام نشده و يا بسيار محدود مي باشد و پيشنهاد شده كه در غذاهاي فرموله پروفايل اسيد هاي آمينه بايد به اندازه اسيد هاي آمينه در غذاهاي زنده باشند(Deshimaru, 1982). برخي مطالعات نشان مي دهد كه تغييرات در محتواي پروتئين تخمدانها مرتبط با تكوين تخم و تخمريزي و همچنين مرتبط با تخم ريزي موفق است. در مقاله Harrison (1997) نقل قول از Animulkar (1980) نشان داده شده كه افزايش سطوح پروتئين در تخمدان ها با تكوين آنها مرتبط است كه متعاقب آن يك كاهش شديد در ميزان پروتئين بعد از تخم ريزي در ميگو *Paratelphysa hydrodromaus* حادث مي شود. چندين نويسنده ديگر نيز افزايش مشابه در ميزان پروتئين در ميگوي پنائيده در مرحله قبل از تخمريزي را گزارش داده اند (Read and Caulton, 1980; Castille and Lawrence, 1989) . اختلاف معني دار در محتواي پروتئين هپاتوپانكراس و تخمدان چه در ميگوهاي ماده وحشي و چه اهلي *Litopenaeus vannamei* گزارش شده است كه نشان از تخمريزي بهتر در مولدين غني از پروتئين نسبت به مولدين فقير از پروتئين دارد(Palacios et al., 2000).

كربوهيدراتها:

بنظر مي رسد ضرورتي براي وجود كربوهيدراتها در غذاي مولد سازي ميگو وجود ندارد اگر چه Palacios et al. (1998; 1999) به ارتباط سطح گلوكز تخم با كيفيت لارو و شرايط مولدين اشاره داد. كربوهيدراتها مي توانند نقش كاهنده هزينه در غذا را بازي نمايند كه با تجمع گليكوژن در هپاتوپانكراس

ميسر خواهدبود (Harrison, 1997) البته نقش هاي مفيد ديگري نيز در غذاي مولدين بازي مي نمايد كه نقش بايندر يا چسباننده‌گي آن در عمل انتقال مواد غذايي به همولنف يكي از آنها است(Harrison, 1997).

ويتامين ها و مواد معدني:

جزئيات نيازمندي هاي غذايي مولدين ميگو به ويتامين ها و مواد معدني هنوز به خوبي شناخته شده نيست و فقط تعداد بسيار محدودي مطالعه بر ويتامين هاي A, C و E انجام شده است. Alava et al. (1993) نشان داد كه تخمدانها در مولديني كه از غذاي با مقدار ناكافي ويتامين E,A و C تغذيه نموده اند آهسته تر به بلوغ مي رسند. ويتامين E نقش مهمي در تغذيه مولدين سخت پوستان بازي مي نمايد. در مقاله Harrison (1997) به نقل از Chamberlain (1988) گزارش شده كه بين كمبود ويتامين E و درصد ناهنجاري اسپرم در ميگوي *Litopenaeus setiferus* ارتباط وجود دارد همچنين Cahu et al. (1991) دريافتند كه بهبود در نرخ تفريخ با افزايش ميزان ويتامين E كه خود مرتبط با افزايش سطح آلفا- توكوفرول در تخم است ارتباط مستقيم دارد. Wouters et al. (1999b) نيز ارتباط مشابه آنچه Cahu et al. (1991) بين تخمريزي و كيفيت تفريخ با ميزان سطح آلفا- توكوفرول در مولدين وحشي و ناپليوس ميگوي وانامي بدست آورده بود گزارش نمود. آنها دريافتند كه تخمدان بالغ و ناپليوس بوجود آمده از آنها در اين گونه ميگو داراي سطح بالاي آلفا- توكوفرول نسبت به تخمدانهاي نا بالغ همين ميگو مي باشند. Harrison (1997) همچنين نشان داد كه ويتامين E در زرده تخم ممكن است بتواند نقش آنتي اكسيدان طبيعي را بازي نمايد كارهاي انجام شده توسط Fisher and Kon (1958) كه در مقاله Harrison (1997) گزارش شده است به اهميت ويتامين A در رژيم غذايي و تجمع آن در تخمدانهاي مولدين سخت پوستان در طي بلوغ اشاره دارد. محتواي ويتامين C در تخم ها ي ميگو *Fenneropenaeus indicus* تحت تاثير سطوح موجود آنها در غذا ست و. نرخ بالاي تفريخ تخم ها به وجود سطوح بالاي اسيد آسكوربيك در آنها بسيار وابسته است(Cahu et al., 1995). Harrison (1997) به اهميت وجود ويتامين D در غذاي مولدين بدليل نقش آن در متابوليسم كلسيم و فسفر در سخت پوستان تاكيد نمود. Harrison (1990) همچنين نشان داد كه كمبود مواد معدني يا نامتعادل بودن آنها اثر منفي بر توليد مثل سخت پوستان بجه خواهد گذاشت كه مي تواند به بازجذب اووسيت ها نيز بيانجامد، باعث كاهش فعاليت توليد مثل شود و كيفيت تخم پايين آيد. مطالعات در خصوص نيازمندي ميگو هاي مولد به مواد معدني بدليل پيچيدگي هاي آن بندرت انجام شده است(Wouters et al., 2001a). با اين وجود مطالعاتي وجود دارند كه در آنها غذاهايي مورد استفاده قرار گرفته اند كه با كلسيم، فسفر، منيزيوم، سديم، آهن، منگنز و سلنيوم مخلوط شده اند و نتايج آنها موجود است كه در همگي اثرات مثبت وجود اين مواد معدني به اثبات رسيده است (Chamberlain, 1988; Marsden et al., 1997; Mendoza et al., 1997; Xu et al., 1994). در مولدين بي رمق ميگوي وانامي مشخص شد كه ميزان كلسيم و منيزيوم در عضلات و منيزيوم در هپاتوپانكراس بسيار كم بوده است(Mendez et al., 1997). اين كمبود در مواد معدني احتمالا بدليل كمبود در مواد غذايي و يا كاهش سطوح آنها در پديده پوست اندازي و يا بدليل انتقال آنها به تخم ها بوده است. در اين مولدين مس همچنين در هپاتوپانكراس كاهش داشته كه ممكن است بدليل انتقال به تخمدانها باشد ولي در بافت عضلات افزايش نشان داده است. اين موضوع كاملا مشخص شده كه مطالعات بيشتري در خصوص نقش مواد معدني در مولد سازي ميگو نياز است.

كاروتنوئيدها:

سخت پوستان قادر به سنتز مجدد كاروتنوئيدها نيستند و به همين دليل بايد همواره در رژيم غذايي آنها موجود باشد. در طي بلوغ جنسي، اغلب سخت پوستان كاروتنوئيد را در هپاتوپانكراس خود تجمع مي دهند كه در زمان زرده زايي به عنوان كاروتنوگليكوليپوپروتئين به همولنف منتقل مي شوند تا در تخم ها و به عنوان پروتئين هاي ليپوويتلين تجمع يابند. Dall (1995) دريافت كه سطوح آستاگزانتين آزاد در تكوين تخمدانهاي ميگو *Penaeus esculentus* از ۲ تا ۳۴ واحد در ميليون و در غدد گوارشي از ۲۰ تا ۱۲۰ واحد در ميليون افزايش يافت. كاروتنوئيدها و مخصوصا آستاگزانتين به عنوان آنتي اكسيدانهاي قوي هستند كه احتمالا از اكسيد شدن ذخاير غذايي مولدين و جنين محافظت مي نمايند (Dall et al., 1995; Merchie et al., 1998). همچنين مشخص شده كه آنها به عنوان رنگدانه در جنين و لارو ذخيره مي شوند تا در تكوين كروماتوفورها و لكه هاي چشمي نقش خود را ايفا نمايند(Harrison, 1997) و همچنين به عنوان پيش ماده سنتز ويتامين A مورد استفاده قرار گيرند (Dall, 1995). Wyban et al. (1997) گزارشي دارند كه در آن به كاهش كيفيت ناپليوس توليد شده از ميگوي مولد وانامي كه در تخمدان آنها كمبود رنگدانه وجود داشته اشاره شده است. اضافه نمودن پاپريكا به غذاي زنده ، كه يك منبع ارزان از كاروتنوئيد است با نرخ ۲%(۲ گرم پاپريكا در هر ۱۰۰ گرم گوشت اسكوئيد) بهبود معني داري را در كيفيت ناپليوس بدست آمده باعث گرديد(البته در اين آزمايش اندازه گيري بقا تا مرحله ۲ زوآ انجام شد). Pangantihon-Kühlmann and Hunter (1999) دريافتند كه مكمل نمودن آستاگزانتين (۵۰ ميلي گرم در كيلو گرم) به غذا باعث افزايش توليد تخم در ميگوي مونودون مي شود اما بر ساير شرايط تفريخ يا متابوليسم در زوآ مرحله يك اثر مثبتي نشان نداد.

ساير فاكتورها:

هورمونها:

پيشنهاد شده كه برخي ارگانيسم هايي كه به عنوان غذاي زنده موفقدر ابزي پروري مطرح مي باشند ممكن است منافعي را از طريق تدارك هورموني و يا تدارك پيش نياز آن ايجاد نمايند. Naessens et al. (1997) دليل موفقيت توليد مثل در ميگوي وانامي كه از زي توده آرتميا تغذيه نمودند را وجود هورمون هاي خاص يا پپتيد هاي آنالوگ در آرتميا دانسته كه باعث برانگيختن پاسخ در ميگو شده است. كرم هاي خوني كه در بلوغ رساني ميگوها مورد استفاده اند ني زحاوي متيل فارنسوات هستند كه يك هورمون اكديسون است و باعث افزايش نرخ توليد مثل در خرچنگ عنكبوتي *Libinia emarginata* (Laufer et al., 1987)، ميگوي وانامي(Laufer et al., 1997)، ميگوي مونودون (Hall et al., 1999)، خرچنگ دم دراز *Procambarus clarkii* (Laufer et al., 1998). تيتر همولنف از سطح پايه و طي اوايل زرده زايي افزايش مي يابد و اوج آن در وسط چرخه است كه سپس زماني كه تخمدانها در انتهاي زرده زايي خود هستند به سطوح پايه بازگشت مي كند.

نوكلئوتيد ها:

نوكلئوتيد ها، كه واحدهاي ساختماني پايه اسيد هاي نوكلئيك هستند عناصر مهمي در تغذيه پستانداران به حساب مي ايند مخصوصا طي رشد سريع يا تنش هاي فيزيولوژيك (Uauy, 1989; 1994; Barness 1994; Van Buren, 1994) . همچنين به عنوان يك كليد در سيستم ايمني نقش دارند. بطور سنتي، نوكلئوتيد ها از ضروريات غذايي نيستند اگر چه مجددا سنتز شدن آنها و يا مسير حفاظت آنها هزينه بر مي باشد. چندين مطالعه در اين خصوص نشان دادند كه منابع غذايي نوكلئوتيدي اثرات مفيدي خواهند داشت بطوريكه لفظ ضرورت شرطي برا اين گروه از فاكتورها استفاده شده كه به نقش مهم آنها در غذا نگاه دارد (Carver and Walker, 1995). نوكلئوتيدها يي كه از منابع بيرون بدن وارد مي شوند بنظر مي رسد كه در بهينه سازي فعاليت تقسيم بافتي مثل آنچه كه در طي تكوين مراحل جنيني و جواني رخ مي دهد و همچنين در توليد مثل و سيستم ايمني نقش داشته باشد. بيشتر غذاهاي مورد استفاده درآبزي پروي منشا حيواني يا گياهي دارند كه در بر دارنده نوكلئوتيد ها ولي با غلظت ها و در دسترس بودن متفاوت هستند. نوكلوئتيد ها در غذاهاي ماهي،

پروتئين ها حيواني، آرد ماهي، گياهان نيام دار لگومينه (آدنين در نخود چشم سياه به فراواني يافت مي شود)، عصاره مخمرها و ارگانيسم هاي تك سلولي مثل مخمر ها و باكتري هايي كه غني از RNA يا DNA هستند .(Carver and Walker, 1995; Devresse, 2000) Devresse (2000) گزارشي را ارئه داده است كه در آن به هضم پذيري پايين مخمر در مقايسه با عصاره مخمر پرداخته و دليل آن را قابليت حل بيشتر پروتئين (نيتروژن) عصاره مخمر در مقايسه با پروتئين (نيتروژن) پيكره مخمر سالم مي داند. همچنين اشاره دارد به اين موضوع كه اگر چه فرآورده هاي ماهي به عنوان غذا قابليت هضم پذيري بالايي دارند، ولي براحتي در آب نشت مي يابند. توليد مثل و تكوين تخم نياز بالايي به RNA و DNA دارد كه ممكن است بدليل افزايش دستيابي به نوكلوتيد ها در غذاي مولدين باشد كه اثرات مثبتي بر تكوين تخم خواهد داشت. اخيرا، تحقيقات اثرات مفيد غذاي غني شده از نوكلئوتيد براي تغذيه مولدين در آبزي پروري را نشان داده است (Gonzalez-Vecino, 2002; Gonzalez-Vecino et al., 2003). غني سازي غذاي مولدين هالیبوت آتلانتيك *(Hippoglossus hippoglossus)* ، هادوك *(Melanogrammus aeglefinus)* با نوكلئوتيدباعث توليد مثل و تخمريزي بهتر و نتيجه آن كيفيت بالاتر تخم مي شود. در هالیبوتي كه از غذاي غني شده نوكلئوتيدي تغذيه شده اند كل تخم بوجود آمده ۳۰% بيشتر بوده و نسبت هماوري، متوسط تراكم تخم، نرخ تفريخ و بقا لاروهاي حاوي كيسه زرده به طور معني داري بهبود يافت. هادوك ماهياني كه از غذاي غني از نوكلئوتيد تغذيه شدند همچنين بطور معني دار لقاح بيشتر و نرخ تفريخ بالاتر را نشان دادند. امروزه متاسفانه بر روي مكمل هاي نوكلئوتيدي در تغذيه مولدين ميگو هيچ كار مطالعاتي انجام نمي شود اما بايستي تلاش نمود تا غذاي مولدين را با نوكلئوتيدها غني نمود اگر بدنبال ايجاد مولدين باكيفيت هستيم.

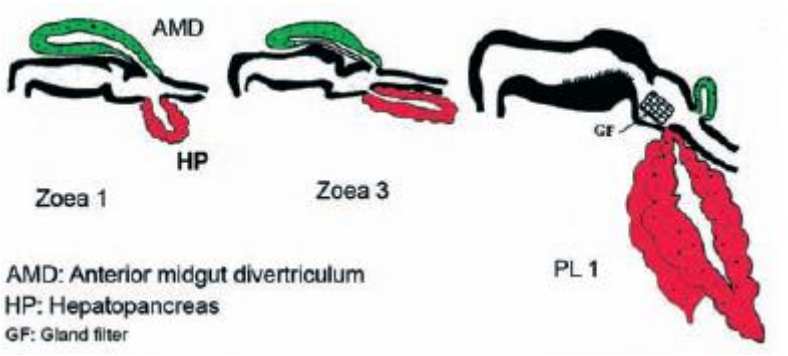
تغذيه لاروي:

لاروهاي دريايي بطور شاخص از غذاهاي زنده شامل جلبك ها، زئوپلانكتونها، روتيفر و آرتميا استفاده غذايي دارند. در برخي موارد، مخصوصا با روتيفر و آرتميا، پروفايل اسيد هاي چرب ناكافي است مخصوصا پروفايل اسيد هاي چرب غير اشباع بلند زنجيره (Léger et al., 1986). به منظور جبران اين نقيصه غني سازي اين نوع غذاهاي زنده در ابعاد مختلف توسعه يافته است. غني سازي معمولا به معني افزايش ماده موثره مورد نظر در پيكره غذاي زنده به منظور انتقال مستقيم به موجود هدف مي باشد. غني سازي DHA و EPA درغذاهاي طبيعي از طريق bioencapsulation انجام مي گيرد. در اين روش با امولسيون هاي حاوي نسبت DHA/EPA آرتميا يا ديگر غذاهاي زنده را تغذيه نموده تا در بافت موجود زنده به سطح اشباع برسند و بلافاصله به خورد موجود هدف برسد قبل از اينكه فرآيند گوارش و هضم اين امولسيون در پيكره غذاي زنده شروع شود. . در حالت مربوط به لارو ميگو، استفاده از آرتميا غني شده به دوره پست لاروي محدود مي شود زيرا اندازه آرتميا براي اين دوره از زندگي ميگو تناسب دارد .(Sorgeloos et al. 1998).

غذاهاي فرموله:

اگر چه غذاي زنده منابع غني از مغذي هاي هستند با اين وجود در مصرف آنها چندين اشكال وجود دارد. در كشت جلبك ها و به منظور توليد توده انبوه آنها علاوه بر ايجاد اوج شرايط تغذيه اي، شرايط و تسهيلات بسيار اختصاصي را طلب مي كند كه براي اين كار تخصص لازم است. روتيفر نيز براي كشت و نگهداري به هزينه، زمان و تلاش بسيار زياد نياز دارد مخصوصا اگر از آن به عنوان غذاي زنده بخواهيم استفاده نماييم. براي توليد ناپليوس آرتميا زنده نيز سختي بسياري را بايد تحمل نمود از مرحله استحصال سيست چه از منابع طبيعي و چه از استخرهاي پرورشي تا نگهداري، فرآوري و احتمالا رفع دياپوز و تفريخ. توده هاي انبوه آن در درياچه بزرگ نمك آمريكا در ايالت يوتا وجود دارد كه نوسانات سالانه آن نشان داده است كه از نظر توليد تغييرات خود را دارد. لذا قيمت و كيفيت آن غير قابل پيش بيني است (D'Abramo, 2002). وجود چنين مشكلاتي در توليد غذاي زنده عملا استفاده از غذاهاي فرموله را ديكته مي نمايد مخصوصا به عنوان غذاهاي جايگزين. بهر حال، توسعه ايجاد غذاهاي لاروي فرموله به عنوان جايگزين غذاهاي زنده يكي از اهداف عاليه آبزي پروري و علم تغذيه است(Langdon, 2003). سختي پجا مانده از گذشته به منظور بهبود يك بسته غذايي با ذرات به اندازه كافي كوچك و قابل هضم و جذب بوسيله لاروهاي بسيار كوچك آبزيان به خصوص آبزيان دريايي پرورشي هنوز بسيار مشهود است. فقدان مواد مغذي لازم براي دوران لاروي در غذاهاي موجود، ارزش غذايي آنها را كم و كمتر نموده است و در كشت آبزيان نقصان بوجود خواهد آورد به همين منظور استفاده از غذاهاي ميكروذرات microparticulates مرسوم شده است. از طرف ديگر، استفاده از غذاهاي پوشش دار غير قابل نفوذ از نشت آنها جلوگيري نموده است تا ضعف سيستم گوارشي لارو آبزيان و عدم در دسترسقرار گيري مناسب غذايي را جبران نمايد . ميكرو باند هايي با كپسول هاي پوشش پروتئيني مورد استفاده قرار گرفته اند تا چربي ها، مولكول هاي با وزن مولكولي بالا، ذرات غذايي كه در آب حل مي شدند همچون پروتئين ها و قندها بدون مشكل وارد سيستم گوارشي لارو نمايند حال آنكه ذراتي با اساس و پايه چربي همچون ليپوزوم ها براي نقل و انتقال ذرات با وزن مولكولي پايين، ويتامين ها غير قابل حل در آب و آمينو اسيد ها مورد استفاده قرار مي گيرند. اگر چه استفاده از غذاهاي فرموله در دوران لاروي به عنوان جايگزين ميكرو جلبك ها امروزه به شكل تجاري در سالن هاي تفريخ آبزيان مورد استفاده مي باشند، ولي جايگزيني تمام و كمال هنوز بسيار سخت و نشدني است. جايگزيني كامل تنها در مورد استفاده از آب اقيانوس ها كه با روش هاي مرسوم تصفيه شده و در عين حال در هنوز اجتماعات باكتري هاي طبيعي خود را حفظ نموده اند ميسر شده است ;Ottogali, 1991) (1992 . اين موضوع تنها در سالن هاي تفريخي كه در كناره جزاير اقيانوس آرام قرار دارند محدود شده است (Chim, 2003). از آنجا كه ناپليوس آرتميا همواره از نقيصه اي در مصرف چه از بعد كمي و چه كيفي رنج مي برد، استفاده از غذاي مصنوعي نه تنها به كاهش اين نقيصه كمك مي كند بلكه در قيمت تمام شده غذا براي سالن هاي تفريخ ميگو كمك نموده و غذاي ثابت با خروجي قابل انتظاري را مهيا مي سازد. در قرن هيجدهم، محققيني از انگلستان (پروفسور ديويد جونز) و ژاپن (پروفسور آكيو كانزاوا) در جايگزيني كامل غذاي زنده ميگوي پنائيد درمرحله زوآ و مايسيس موفقيت بدست آوردند. ولي تحقق آن به شرايط بسيار اختصاصي و كنترل شده وابسته مي باشد و همچنين هنوز به يك دوز غذاي جلبكي در ابتداي تغذيه ميگو زوآ مرحله يك وابستگي داشت. كارهاي آنها منتج به توسعه و تكوين ميكروكپسولهاي تجاري گرديد. (Alabi et al. (1997 نيز نشان دادند كه به منظور جايگزيني كامل نياز به يك تعادل كامل اجتماعات باكتريايي است و يا اينكه شرايطي را بوجود آوريم تا همچون شرايط وجود ميكرو جلبك ها حادث شود . به عنوان يك نتيجه گيري(Jones et al. (1997; 1998 تلقيح دوز انفرادي جلبك زنده ((Single dose of live algae = SDLA) را قبل از استفاده از غذاي فرموله در مورد آبهايي كه از نظر اجتماعات باكتريايي كفايت نمي كنند پيشنهاد نمودند. Wouters and Van Horenbeek در حال چاپ مقاله اي هستند كه در آن به انواع غذاهاي تجاري لاروآبزيان در بازار اشاره نموده اند كه شامل غذاهاي ميكرو بان، فليك يا پولكي، غذاهاي گرانوله، غذاهاي ميكروكپسول شده و غذاهاي مايع (كپسولهاي با پوشش چربي) مي باشند. در غذاهاي ميكرو باند از انواع مختلفي از اتصال دهنده ها استفاده مي شود تا ذرات بسيار كوچك يا پلت ها، كيك يا فليك بوجود آيند سپس خرد و كرامبل شده تا به اندازه هاي مناسب برسند. گرچ اين روش خيلي گران نيست ولي نشت آن سريع مي باشد. كرامبل ها معمولا در دوران پست لاروي استفاده مي شوند. فليك ها كه معمولا در آسيا و آمريكا استفاده مي شوند در حقيقت ذرات غذايي هستند كه به آب اضافه مي شوند تا به شكل سوپ قوام بگيرند. با استفاده از اتصال دهنده هاي مناسب سوسپانسيوني بوجود مي آيد كه در خشك كن گردشي با بخار آب اسپري مي شوند. در اينحالت دما مي تواند به بالاي ۱۰۰ درجه سانتيگراد هم برسد و اگر زمان كوتاه نشود مقادير عضيمي از مواد غذايي از دست مي روند. فليك هاي بزرگ مي توانند خرد شده قبل از استفاده از صافي هايي با چشمه هاي مناسب عبور داده شوند. اين غذا معمولا در مورد پست لارو ميگو استفاده مي شوند. غذاهاي گرانوله با كمك اتصال دهنده هاي مايع و آب درست مي شوند بطوريكه بدرون دستگاه مخلوط كن اسپري مي شوند و در نهايت بصورت گرانول با ساختاري شبيه تمشك خارج مي شوند. غذاهاي ميكروكپسوله داراي پوپ هاي كپسولي بيروني هستند كه مواد را درون خود نگهداري مي نمايند. به گونه اي مي توان آنها را طراحي نمود كه به آرامي مواد غذايي قابل حل در آب درون خود را به سيستم آزاد نمايند. برخي روش هاي كپسوله نمودن وجود دارد در حقيقت استفاده از پوشش هاي پروتئينه است كه گرچه در خشك كن حرارت مي بينند ولي قابل هضم مي باشند. غذاهاي مايع يك اسلاري از ذرات

هستند كه در محيط سوسپانسيون قرار گرفته اند و گرچه گران قيمت هستند ولي ادعا شده كه در شرايط تانك هاي پرورشي لارو آبزيان اگر از اين نوع غذا به كمك پمپ هاي با سيستم پمپاژ دودي(peristaltic) استفاده شود كمترين رسوب يا جرم گرفتگي بدست خواهد آمد.



در جايگزيني غذاي فرموله به جاي آرتميا اندازه بسيار ريز و قابليت هضم و جذب بوسيله لارو ميگو بسيار مهم است. با اين مشخصات از دست رفتن غذا در آب بسيار سريع خواهد بود زيرا ذرات آن بسيار كوچك مي باشند. با پيشرفت در صنعت پوشش دادن غذا با كمك مواد غير قابل نفوذ اگر چه از نشت و هدر رفت غذا به شكل مطلوبي جلوگيري به عمل آمده است ولي در هضم پذيري و در دسترس قرار گيري تركيبات غذا محدوديت ايجاد نموده است. از طرف ديگر غذاهاي مصنوعي بايد شناورهاي خنثي در ستون آب باشند تا براحتي اجازه گرفته شدن توسط لارو را بدهند.

در زير جدول جايگزيني غذاي فرموله به جاي درصدهايي از آرتميا در گونه هاي مختلف ميگوي پرورشي كه توسط محققيق مختلف مطالعه گرديده آورده شده است.

Species	Diet	Artemia replacement(%)	Larval stages	Result compared to Artemia control	References
Penaeus monodon	Crumbled experimental microbound diet	100	Z-PL	Similar survival but lower growth	Kanazawa 1982
P. monodon	Crumbled experimental microbound diet	100	Z-PL	Similar survival and growth	Kanazawa 1985
P. monodon	Microencapsulated diet FRIPPAK	100	Z-PL	Similar survival and growth	Jones et al. 1989
Litopenaeus vannamei	Microencapsulated diet	70-100	Z-PL 80%	survival compared to 90% survival in live food control (commercial scale)	Jones et al. 1997
L. vannamei	Crumbled microbound diets Microfeast	25, 50, 75, 100	M-PL	Decreased growth rates at 50, 75 and 100% and decreased survival at 100%	Samocha et al. 1999
Litopenaeus setiferus	Crumbled experimental microbound diets	40, 60, 100	Z-M	Decreased survival, growth, development and stress resistance (but similar survival at 40 and 60% in the presence of algae) Gallardo et al. 2002	
P. monodon	Microencapsulated diet FRIPPAK® Fresh	100	Z-PL	Increased survival, growth and development (one single dose of live algae in Zoea1)	Wouters et al. 2003
P. monodon	Crumbled microbound diet FRIPPAK® Flake	40, 100	PL	Lower survival, similar (100%) or improved (40%) growth	Wouters et al. 2003
L. vannamei	Crumbled microbound diet FRIPPAK® RW+	100	PL	Similar survival and growth in trial 1, lower survival and higher growth in trial 2 (98% survival in Artemia Shellfree control)	Wouters et al. 2003
Farfantepenaeus aztecus	Liquid feeds EpifeedTM and LiqualifeTM	50, 100	M-PL	Decreased survival (except LiqualifeTM at 50%), growth and stress resistance	Robinson et al. 2005
F. aztecus	Microbound diets ZeiglerTM E-Z Larvae, ZeiglerTM Z-Plus and E-Z Artemia	50, 100	M-PL	Decreased survival, growth and stress resistance	Robinson et al. 2005

در مروري بر منابع موجود در اين جدول وهمچنين بررسي هاي سالن هاي مختلف تفريخ ميگو در جاي جاي جهان مشخص شد كه انجام جايگزيني از ۶۵-۲۰% آرتميا به عنوان غذاي زنده توسط غذاهاي فرموله شدني است. با اين حال، در برخي موارد ديده شد كه ۱۰۰% جايگزيني توسط غذاهاي فرموله حتي با درجه و عيار پايين در فاز پست لاروي ميگو انجام شدني است. عموما، استفاده از غذاهاي ميكرو باند باعث كاهش رشد و بقا مي شوند وقتي كه در سطوح ۵۰-۴۰% يا بالاتر مورد استفاده قرار گيرند. با اين وجود، بدليل قيمت پايين آنها در مقايسه باآرتميا، جايگزيني بخشي مي تواند نتايج خوبي را به همراه داشته باشد. غذاهاي مايع وقتي به عنوان مكمل استفاده مي شوند باعث افزايش نرخ بقا مي گردند اما به عنوان يك غذاي جايگزين موثر واقع نمي شوند. ميكروكپسولهاي خشك غذاهاي بسيار خوب به عنوان جايگزين جلبك و آرتميا در پرورش لارو ميگو (زوآ- مايسيس) مي باشند. اما استفاده از آرتميا در مرحله پست لاروي بسيرا ضروري است و مي توان گفت آرتميا ديگر در مرحله لارو ميگو ضرورت استفاده تغذيه اي ندارد (Wouters and Sorgeloos,).

ملاحظات در تكوين غذاهاي فرموله لاروي:

به منظور تغذيه لارو آبزيان دريايي نياز است تا رفتار و فرآيند هاي فيزيولوژيكي و مكانيكي غذاخوردن در موجودات هدف به خوبي شناخته شوند. نكته اي كه بسيار با اهميت است اين كه بدانيم اختلاف فاحشي بين مرحله لاروي با مرحله بلوغ در تغذيه وجود دارد. عادات تغذيه در بسياري از گونه ها نشان از تغيير فاحش در سيستم گوارشي موجود در طي روند رشد انتوژني دارد. در ميگوي پنائيد، بسياري از گونه ها از حالت گياهخواري در مرحله زوآ به همه چيز خواري در مرحله پست لارو تغيير مي يابند(Lemos and Phan, 2001). در طي مرحله پست لاروي و ابتداي جواني، تغييرات كاملتري رخ مي دهد كه شامل سويچ خوردن بيشتر به سمت گوشتخواري يا ديتريت خواري بسته به گونه است. همچنين تغييرات بدليل پلانكتونيك بودن يا كفزي بودن و يا فيلتر فيدر بودن يا شكارگر فعال بودن مي باشد. يكي از كليد هاي اساسي در اين تغييرات، تكوين سيستم گوارشي از بعد ساختار و فعاليت است. لارو سخت پوستان داراي سيستم گوارشي ساده مي باشد كه بتدريج پيچيده مي شود. از نظر فيزيولوژي، آنزيم هاي لوله گوارش در مراحل مختلف گذردر حال تغيير هستند (Jones et al., 1997; Jones and Kurmaly, 1987) و به همين دلايل طراحي يك غذاي مناسب، ساده و قابل هضم براي دوران لاروي بسيار سخت و پيچيده خواهد بود.

فيزيولوژي گوارش در لارو آبزيان دريايي:

تكوين سيستم گوارشي در لارو آبزيان دريايي نقش اساسي در تغذيه لاروي بازي مي نمايد.تكوين فعاليت لوله گوارش و تغييرات انتوژني در فعاليت آنزيمها از اهميت هاي بحراني سيستم است. ساختار لوله گوارش لارو سخت پوستان در تعدادي از گونه ها به خوبي مطالعه شده است (Factor, 1981; Lovett and Felder, 1989; 1990a; 1990b; Abubakr and Jones, 1992) در اين تكوين طرح هاي مشابه در اغلب گونه ها ديده شده است. يعني لوله گوارش در لارو ابتدايي ميگوي پنائيده نسبتا ساده است و شيره معده و پانكراس هنوز به خوبي تكوين نيافته است. غذا به كمك انبساط و انقباض ناحيه غده اي ميدگات با آنزيم ها مخلوط شده و غذاي نيمه مايعي را در حد فاصل بخش غده اي ميدگات و ميدگات بوجود مي آورد (Lovett and Felder, 1990b). با رشد لارو، تكوين هپاتوپانكراس بيشتر و بيشتر شده لب ها در شمار و كشيدگي و طي مرحله مايسيس افزايش مي يابند. در اين مرحله، فيلتر باقي مانده در معده تكوين مي يابد بطوريكه اصولا مرحله پست لارو بوسيله توسعه و تكوين هپاتوپانكراس هم از بعد اندازه و هم از بعد پيچيدگي مشخص مي شود. تا زمانيكه شيره معده فعال شود، لارو ميگو غذاهاي معدودي را مي تواند استفاده نمايد. در مرحله گياهخواري، معمولا غذا از آب فيلتر مي شود و در لوله گوارش هضم مي شود. قطعات دهاني و ضمائم قوي و قوي تر شده و پيچيده مي شوند. ذرا ت غذايي بزرگتر و غذاهاي زنده گرفته مي شوند و قبل از هضم تكه تكه مي شوند. تحقيقات نسبتا كمي در مورد آنزيم هاي گوارشي لارو سخت پوستان انجام شده است. Jones et al. (1997)گزارشي بر تغيير آنزيم در محدوده و سطح فعاليت كه در بالغين ميگوهاي مختلف وجود دارندارائه داده اند كه به استراتژي تغذيه لارو بستگي دارند. همچنين تغييراتي در فعاليت آنزيم بين مراحل مختلف لاروي را نشان داده اند كه مي توان بر اساس آن غذا را براي هر مرحله تنظيم نمود. در مروري مختصر بر تحقيقات انجام شده روي فعاليت آنزيم لارو ده پايان كه توسط Jones et al. (1997)انجام شده است گزارش داده شده كه فعاليت پروتنازي قوي بطور غالب تريپسين وآميلاز و فعاليت استراز هاي غير اختصاصي وجود دارد. در تعداد كمي از گزارشات در دسترس، مشخص شده كه پپسين رلارو و اغلب بالغين ده پايان وجود ندارد(Glass et al., 1989) اگر چه در ميگوي آب شيرين *Macrobrachium rosenbergii* گزارش شده است (Lee et al., 1980). بطور مشابه، فعاليت ليپاز تنها در مرحله لاروي ميگوي ببري سياه *Penaeus monodon* ، لابستر *Homarus americanus* مشاهده شده اگر چه هنوز جاي شك و ابهام وجود دارد. كلاژناز، الاستاز و كيموتريپسين ني زبنظر مي رسند كه بسيار نادر و يا در مرحله لارويوجود نداشته باشند. تغييرات در فعاليت آنزيم ها با مراحل لاروي به خوبي در پنائيد ها مشخص شده اند (Lovett and Felder, 1990a, b; Glass et al., 1989; MacDonald et al., 1989; Ribeiro and Jones, 2000; Ngamphongsai, 2000; Puello-Cruz et al., 2002). MacDonald et al. (1989). گزارشي ارائه مي دهند كه در آن الگوي فعاليت آميلاز، پروتئاز و ليپاز در لارو ميگوي ببري سياه درست مشابه حداكثر فعاليت آنزيمي در مرحله زوآ ۳ مي باشد كه احتمالا با تغيير از شكل كاملا فيلتر فيدري به هضم مكانيكي همزمان است. آنها همچنين گزارش نمودند كه سطح حداقل هر سه آنزيم درمرحله ابتدايي پست لاروي، شبيه به آن چيزي است كه توسط Lovett and Felder (1990a) گزارش شده است يعني همان چيزي كه به نام بحران آنزيم enzyme crisis از آن ياد مي شود مي باشد. دليل آن تغيير در تكوين سيستم گوارش مرتبط با تغيير در عادت غذايي پست لارو است كه بيشتر كفزي است تا پلانكتونيك. اين همزماني با يك بحران در تكوين پست لارو با توجه به شرايط فقير پيرامون مرگ و مير افزاينده در اين مرحله در سالن هاي هچري را باعث مي شود.(Puello-Cruz et al. (2002 ، از طرف ديگر سطوحي از تريپسين را در لارو ميگوي *Litopenaeus vannamei* يافت كه بطور معني داري بيشتر از مرحله زوآ ۱ بود. ولي بعد از رسيدن به مرحله پست لارو ۱ كاهش يافت. آنها همچنين گزارش دادند كه محتواي تريپسين د رمراحل زوآ ۲ و ۳ لارو هاي كه از آرتميا تغذيه نموده اند بطور معني دار كمتر از آنهايي بوده كه از جلبك ها تغذيه نموده اند و پيشنهاد دادند كه ميگوي وانامي ممكن است از نظر فيزيولويك در مراحل زوآ بيشتر تمايل به گوشتخواري دارد تا گونه هاي شبيه مونودون يا سفيد هندي كه تمايل بيشتر به گياهخواري دارند (Ngamphongsai, 2000). اين موضوع با مشاهداتي كه در آن ديده شده ميگوي وانامي قادر به تغذيه از آرتميا حتي در مرحله زوآ ۳ يعني مرحله اي كه لارو مونودون قادر به تغذيه از آرتميا حتي تا مرحله مايسيس ۲ يا ۳ نيست معني دار مي باشد. همچنين تغييرات در توالي فعاليت آنزيمي بر پايه رژيم گوشتخواري در مراحل اوليه لاروي *Macrobrachium rosenbergii* گزارش شده است (Kamarudin et al., 1994).

به منظور تغذيه ميگو جمع آوري اطلاعات در مورد رفتار، مكانيك و فيزيولوژيك فرآيند هاي تغذيه در لارو يا پست لارو ميگو ضروري است. تكوين لوله گوارش و ساختار ان يكي از كليد هاي اين فرآيند ها است. لارو سخت پوستان داراي سيستم گوارش ساده اي هستند كه بتدريج پيچيده . كامل مي شود. فيزيولوژي لوله گوارش و آنزيم هاي آن به خصوص در مرحله گذر از غذاي گياهي به جانوري در حال تغييرند و به همين دليل استفاده از يك غذاي فرموله جايگزين غذاي زنده كه براحتي هضم و جذب شود لازم است. اين موضوع مخصوصا در مراحل ابتدايي پست لاروي ميگو حائز اهميت بيشتر خواهد بود. در بررسي از سيستم گوارشي برخي از ميگوهاي پنائيد مشخص شد كه ترشح انزيم در مرحله پست لارو بسيار محدود مي باشد و به همين دليل موجود قادر به استفاده غذايي از غذاهاي پر پروتئينه و پر چربي نيست. از آن طرف غذاهاي فرموله مصنوعي، معمولا با داشتن ۹۰% يا بيشتر ماده خشك در مقايسه فقط ۱۰% ماده خشك در ناپليوس آرتميا، براي هضم شدن توسط لارو ميگو بسيار سخت مي باشد. يكي از سختي هاي كارهاي تحقيقاتي بر روي انزيم ها انتخاب و يا مهندسي آنزيم هايي است كه در شرايط دمايي نسبتا پايين فعاليت بهينه خود را حفظ نمايند. متعاقب آن، تكنولوژي فرآيند توليد غذا در دماي پايين به منظور جلوگيري از دناتوره شدن آنزيم هاي حساس به گرما لازم و ضروري است. به عنوان مثال در فرآيند سنتز ميكروكپسولهاي FRIPPAK از سيستم برودت در توليد غذا استفاده مي شود. پس بايد گفت كه غذاهايي كه با آنزيم هاي مورد نياز مكمل شوند بايد به گونه اي از نشت غذايي محافظت شوند كه پيش هضم مواد اوليه خام باعث افزايش نسبت پپتيدهاي كوتاه زنجيره محلول در آب و آمينو اسيد ها شوند. بطور مشابه، افزايش گنجايش هيدروليزات و اسيد هاي آمينه ماهي در فرمول غذا به تكنولوژي مناسب توليد غذا به منظور جلوگيري از هدر رفت غذا نياز دارد. براي مراحل لاروي ميگو، ميكروانكپسولاسيون بهترين راه به منظور جلوگيري از هدر رفت و نشت غذا است. زيرا كه در آنها پروتئين ها و پلي مرهاي راحت قابل هضم بكارر فته است. انتشارت اخير در موضوع تكنولوژي آنزيم ها () به موضوع مهم استفاده از ميكروكپسولها با پايه غذايي تجاري اشاره دارد كه به عنوان آنزيم هاي ميكروبي هضمي مكمل غذا مي باشند. نويسنده نشان داد كه توانايي آنزيم هاي مخلوط به منظور كمك در هضم پروتئين موجود در غذا به همان خوبي عمل مي كنند كه در هضم ديواره كپسول ها عمل مي نمايند. ديگر رهيافت در اين زمينه انتخاب تركيبات با هضم پذيري بالا در فرمولاسيون غذا مثل استفاده از تركيبات تازه درياييي درغذاي تازه FRIPPAK كه يك نوع غذاي لاروي است مي باشد. تركيبات در اين غذا نه خشك مي شوند و نه به شكل شيره در مي آيند بله بصورت مواد فريز شده تازه در خط توليد قرار مي گيرند. برخي محققين همچون (Ezquerra et al., 1997; Lemos & Nunes, 2008) روش هاي آزمايشگاهي و آزمايشهاي را با آنزيم ها انجام دادند تا به همبستگي آنها را با هضم پروتئين هاي غذاي مورد استفاده يا غذاي تجاري با پروتئين هيدرولاز و رشد ميگوي وانامي بدست اورند. هم ه اين مثالها بري آن بود تا به اهميت تكنولوژي آنزيم ها در توسعه توليد غذا پي برده شود كه مي تواند به منفعت پتانسيلي توسعه و تكوين غذاهاي با درجه هضم بسيار بالا براي ميگو بيانجامد و بهر حال توليد ميگو را اقتصادي نمياد.

چندين نويسنده پيشنهاد داده اند كه لارو ماهي نيزممكن است با كمك گرفتن از آنزيم هاي گوارشي با منبع خارجي از جمله آنزيم هاي موجود در غذاهاي زنده از طريق اتوليز نمودند و يا از طريق فعاليت زيموژنها كه باعث فعال نمودن آنزيم دروني لارو مي شوند به هضم بهتر ماهي كمك نمايند (Kolkovski et al., 1993; 1997; Munilla-Moran et al., 1990) كه اين در مورد لارو سخت پوستان هم مصداق مي يابد.

چربي ها:

كارهاي زيادي با تمركز ب رغذا روي تعيين نيازمندي هاي چربي موجودات انجام شده است به خصوص در مورد اسيد هاي چرب غير اشباع بلند زنجيره (HUFA) و فسفوليپيدها. اسيدهاي چربغير اشباع امگا سه DHA وEPA براي رشد طبيعي و تكوين بسياري از گونه هاي آبزي دريايي ضروري مي باشند(Sargent et al., 1999; Jones et al., 1997; Suprayudia et al., 2004). ماهيان دريايي نيز همچنين قادر به سنتز آراشيدونيك (AA) نيستند. مقادير مورد نياز اسيد هاي چرب ضروري بندرت در گزارشات تحقيق بر روي لارو ميگوي پنائيد آمده اس. پيشنهاد شده (Kanazawa et al., 1979, in González-Félix and Pérez-Velazquez, 2002) كه ۱% امگا سه HUFA در غذا مي تواند حداقل ارزش راداشته باشد اگر چه Chen and Tsai (1986) نياز ۱-۰/۵ درصدي HUFA در غذاي ميگوي ببري سياه را نشان دادند و Xu et al. (1994) اين نياز را در ميگوي *Fenneropenaeus chinensis* بين ۱-۰/۷ درصد عنوان نمود. اثر تغذيه فسفوليپيدها بر روي لارو ماهي و سخت پوستان بوسيله Coutteau et al. (1997). بيان شده است. اگر چه آن مشخص شده كه باكمترين شك لارو سخت پوستان قادر به سنتز فسفوليپيد از HUFA هستند، اضافه نمودن منابع فسفوليپيدي به رژيم غذايي مفيد شناخته شده است. زيرا باعث افزايش جذب كلسترول و تري اسيل گليسرول مي شوند (Jones et al., 1997). Gonzalez-Felix et al. (2000) بطور مثال نشان داد كه پست لارو ميگوي وانامي كه غذاي محتوي فسفوليپيد خورده اند رشد بهتر و افزايش غلظت فسفاتيديل كولين و فسفاتيديل اتانولآمين در عضلات ميگو را باعث شده است. Coutteau et al. (1996) نشان دادند كه ساير فسفوليپيدها در لسيتين نمي تواند جبران كمبود فسفاتيديل كولين در غذاي پست لارو ميگوي وانامي شود و باافزايش فسفاتيدل كولين سطوح HUFA كل، 20:1n-9 و EPA در ميگو بطور معني داري بالا خواهد رفت. در آزمايشات انجام شده بر روي *P. japonicus* ، دگرديسي بهينه با غذاهاي محتوي ۳۰-۱۵ گرم در كيلو گرم فسفاتيديل كولين سويا انجام شد كه سطح پايين (۱۵ گرم در كيلو گرم) براي پست لارو مفيد تر تشخيص داده شد (Camara et al., 1997). نتايج همچنين نشان داد كه با رژيم غذايي داده شده كه در آن ميزا ن كافي فسفاتيديل كولين وجود داشته، ديگر نيازي به فسفاتيديل اتانولآمين و فسفاتيديل اينوزيتول نيست. نياز فسفوليپيدي در لارو سخت پوستان كه از اين مطالعه استخراج شده است بين دامنه ۳-۱% كه توسط Coutteau et al. (1997) داده شده بود قرار داشت كه همان دامنه مناسب براي اكثر لارو آبزيان دريايي است كه توسط Kanazawa (1990) حدود ۳% مطرح شده بود. همچون بالغ سخت پوستان، لارو آنها قادر به سنتز كلسترول نيستند و لذا نياز مطلق است تا در غذاي آنها كلسترول ديده شود(Teshima et al., 1983).

پروتئين و اسيد هاي آمينه:

سطح بهينه پروتئين در غذاي گونه هاي مختلف، مرحله زندگي(Durruty et al., 2002)، منابع پروتئيني، هضم پذيري(Le Vay et al., 1993) و تركيبات اسيد هاي آمينه متفاوت مي باشند. Kanazawa (1990) توصيه نمود كه سطوح پروتئين در غذاي لاروي بين ۲۳% و ۵۷ % است. Durruty et al. (2002) گزارش نمود كه اختلاف در نيازمندي هاي پروتئينه از ۳۰% در مراحل زوآ تا بيش از ۵۰% يا حتي ۶۰% براي مراحل مايسيس افزايش نشان مي دهد. داده ها بر روي نرخ بهينه پروتئين/ انرژي يا پروفايل اسيده اي آمينه براي غذاي لارو ميگو هنوز گزارش نشده است (Wouters and Van Horenbeek, in press). اسيدهاي آمينه ضروري براي ميگو متيونين، تروئونين، تريپتوفان، هيستيدين، ايزولوسين، لوسين، ليزين، والين و فنيل آلانين ميباشند (Akiyama, 1992). دليلي وجود ندارد كه لارو ميگو نياز خاصي به اسيد هاي آمينه جداي از نياز بالغ خود داشته باشد(Jones et al., 1997). بنظر مي رسد كه منابع انفرادي پروتئيني (Single protein source) نياز به اسيد هاي آمينه را بطور كامل مرتفع مي نمايد كه در گزارش چاپ نشده Wouters and Van Horenbeek بدان اشاره شده است. Cahu (1999) به اين موضوع اشاره دارد كه ارزش غذايي پايين منابع پروتئيني مي تواند بوسيله افزودن اسيده اي آمينه ضروري مستحكم شود.

كربوهيدراتها:

همانطور كه در بالغ سخت پوستان ديده مي شود نياز خاصي به كربوهيدراتها در رژيم غذايي آنها وجود ندارد. كربوهيدراتها مي توانند به منظور كاهش هزينه غذا از طريق اثر اسپارينگ پروتئين و يا چربي مورد استفاده قرار گيرند ويا بطور متناوب به عنوان بايندر غذا مورد استفاده اند.

ويتامين ها و مواد معدني:

ويتامين هاي محلول در آب و چربي به همان اندازه كارتنوئيد ها براي لارو ميگوي ضروري هستند(Wouters and Van Horenbeek, in press). Kanazawa (1986; 1990) در جدول ۱ نياز به ويتامين ها در ميگوي *P. japonicus* را نشان داد. اين نتايج بر اساس كارهاي تجربي ايشان بوده است اما ايشان همچنين پذيرفت كه ممكن است بوسيله نشت ويتامين ها در حين تست غذا بوجود آمده باشد. در حالت تجربي، غذاهاي فرموله براي لارو ميگو حاوي كل ويتامين ها و مواد معدني پرميكس لازم مي باشند.

Table 1. Vitamin requirements of *P. japonicus*[1].

Vitamin	(mg/kg of dry diet)
Thiamin HCl	4
Riboflavin	8
Pyridoxine HCl	12
Nicotinic acid	40
Biotin	0.2
Choline chloride	600
Inositol	200
Na-ascorbate	1,000
Tocopherol	20

[1]Adapted from Kanazawa (1986; 1990)

در مطالعه انجام شده توسط كانازاوا بر روي نيازمندي ويتامين ث از سديم آسكوربات استفاده شد. اخيرا مشخص شد كه ويتامين ث در فرم ال آسكوربيل ۲ پلي فسفات قابل دسترس مي باشد. اگر چه كارهاي كمي بر روي تغذيه لاروي با اين منبع ويتامين ث انجام شده، تحقيق بر روي مراحل پست لارو ميگوي وانامي نشان داد كه سطوح بالاي (۴۰ ميلي گرم در كيلو گرم) مي تواند باعث افزايش مقاومت به تنش شوري شود. منفعت افزايش سطوح ويتامين ث در رژيم غذايي در افزايش مقاومت به تنش ها و بيماري ها همچنين توسط ساير نويسندگان اشاره شده است .(Kontara et al., 1997; Merchie et al., 1997; 1998)

ساير موارد:

مشخص شده كه نوكلئوتيدها وقتي به خورد مراحل جوان مهره داران برسد پتانسيل خاصي از خود نشان مي دهد(Carver and Walker, 1995). نفع افزودن نوكلئوتيدها به غذاها به منظور تكوين سريع مراحل لاروي سخت پوستان كاملا مشخص و واضح است. با اين وجود، داده هاي در دسترس تحقيقاتي در خصوص استفاده ازمنابع خارجي نوكلئوتيد ها در كشت لارو سخت پوستان يا وجود ندارد و يا بسيار اندك است. واحدهاي عملياتي سالن هاي تفريخ اغلب از افزودني هاي مخلوط شامل تحريك كننده اي سيستم ايمني مثل باكتري هاي پروبيوتيك در رژيم هاي غذايي استفاده مي كنند. در اين مورد ني زمتاسفانه اطلاعات كمي وجود دارد.

نتيجه گيري:

وضعيت موجود دانش تغذيه لاروي و مولدين در سخت پوستان از شكاف هاي عظيمي رنج مي برد. بخشي از آن بدليل پيچيدگي ها و هزينه بر بودن تحقيقات در اين دو زمينه است. با اين وجود، بايد اهميت موضوع مورد توجه همگان قرار گيرد و نيزا است تا تاكيد بيشتري بر اين زمينه ها انجام شود. نقش تغذيه مولدين و ايجاد بلوغ در آنها و همچنين افزايش بقا و كيفيت در دوران لاروي از اساسي ترين مسائلي است كه به ايجاد شرايط بهينه از ذخاير اهلي شده مولدين كمك مي كند. حتي در گونه هايي هنوز موضوع مولد سازي اهلي انجام نشده، بهبود در ايجاد شرايط بلوغ و رسيدگي و توليد لارو هاي با كيفيت به عنوان يك كليد اصلي در بهبود موثره سيستم توليد مطرح مي باشد. هنوز مشخص نشده كه تا رسيدن به غذاي مصنوعي جايگزين به جاي غذاي زنده چه مسافتي بافي مانده است.اين موضوع مشخس است كه در مولدين اين راه طولاني تر از لارو خواهد بود. حتي گاهي موارد بنظر مي رسد كه چنين چيزي غير ممكن است. با اين وجود، ممكن است ذرات غذايي (شامل ذرات غني از چربي، غني از پروتئين؛ كربوهيدرات و ....) بصورت مخلوط در تانك هاي كشت مورد استفاده قرار گيرند كه بهترين شريط غذايي را براي لاروها بوجود آورند. همچنين با توجه به داده هاي D'Abramo (2002) چنانچه ذات فيزيولوژي تغذيه لاروي تعيين شود ممكن است با موفقيت در روش هايي كه بر اساس خواسته هاي سيستم گوارشي تنظيم شده است مواجه شويم.

منابع:

Abubakr, M.A. and D.A. Jones. 1992. Functional morphology and ultrastructure of the anterior midgut diverticulae of larvae of *Penaeus monodon* Fabricius, 1798 (Decapoda, Natantia). Crustaceana 62:142-158.

Akiyama, D.M. 1992. Future considerations for shrimp nutrition and the aquaculture feed industry. In: Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming (J. Wyban, ed). World Aquac. Soc., Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 198-205.

Alabi A.O., E. Yudiati, D.A. Jones and J.W. Latchford. 1997. Bacterial levels in penaeid larval cultures. In: Diseases in Asian Aquaculture III (T.W. and I.H. MacRae, eds). Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, pp. 381-388.

Alava, V.R., A. Kanazawa, S. Teshima and S. Koshio. 1993. Effect of dietary phospholipids and n-3 highly unsaturated fatty acids on ovarian development of Kuruma prawn. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 59:345-351.

Animulkar, G. 1980. Reproductive physiology of female crustaceans. Ph.D. thesis, Calicut Univ., India.

Barness, L.A.. 1994. Dietary sources of nucleotides - from breast milk to weaning. J. Nutr. 124 (Suppl. 1S):128S-130S.

Cahu, C. 1999. Nutrition and feeding of penaeid shrimp larvae. In: Nutrition and feeding of fish and crustaceans. (J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot and R. Métailler, eds). Springer, London, UK, pp. 253-263.

Cahu, C., M. Fakhfakh and P. Quazuguel. 1991. Effect of dietary α-tocopherol level on reproduction of Penaeus indicus. In: LARVI '91— Fish and Crustacean Larviculture Symposium (P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers and F. Ollevier, eds). Ghent, Belgium, Europ. Aquac. Soc. Spec. Pub. No. 15:242-244.

Cahu, C.L., J.C. Guillaume, G. Stephan and L. Chim. 1994. Influence of phospholipid and highly unsaturated fatty acids on spawning rate and egg tissue composition in *Penaeus vannamei* fed semipurified diets. Aquaculture 126:159-170.

Cahu, C.L., G. Cuzan and P. Quazuguel. 1995. Effect of highly unsaturated fatty acids, alpha-tocopherol and ascorbic acid in broodstock diet on egg composition and development of *Penaeus indicus*. Comp. Biochem. Physiol. 112:417-424.

Camara, M.R., P. Coutteau and P. Sorgeloos. 1997. Dietary phosphatidylcholine requirements in larval and postlarval *Penaeus japonicus* Bate. Aquac. Nutr. 3:39-47.

Carver, J.D. and W.A. Walker. 1995. The role of nucleotides in human nutrition. Nutr. Biochem. 6:58-72.

Castille, F. and A.L. Lawrence. 1989. The relationship between maturation and biochemical composition of the gonads and digestive glands of the shrimp *Penaeus aztecus* Ives and *Penaeus setiferus* (L.) J. Crust. Biol. 9:202-211.

Chamberlain, G.W. 1988. Stepwise investigation of environmental and nutritional requirements for reproduction of penaeid shrimp. Ph.D. dissertation, Dept. Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, USA.

Chim, L. 2003. Crevetticulture en Nouvelle Calédonie. In: Actes de conference - Crevetticulture responsable (B. Coûteaux, Z. Kasprzyk and E. Ranaivoson, eds). Centre d'Information Technique et Economique, Anantanarivo, Madagascar, pp. 128-132.

Coutteau, P., M.R. Camara and P. Sorgeloos. 1996. The effect of different levels and sources of dietary phosphatidylcholine on the growth, survival, stress resistance and fatty acid composition of postlarval *Penaeus vannamei*. Aquaculture 147:261-273.

Coutteau, P., I. Guerden, M.R. Camara, P. Bergot and P. Sorgeloos. 1997. Review of the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. Aquaculture 155:149-164.

D'Abramo, L. 2002. Challenges in developing successful formulated feed for culture of larval fish and crustaceans. In: Avances en Nutricíon Acuícola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutricíon Acuícola (L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque- Marie, M. Tapia-Salazar, M. Gaxiola-Cortés and N. Simoes, eds). Cancún, Quintana Roo, México.

Dall, W., D.M. Smith, and L.E. Moore. 1995. Carotenoids in the tiger prawn *Penaeus esculentus* during ovarian

maturation. Mar. Biol. 123:435–441.
Deshimaru, O. 1982. Protein and amino acid nutrition of the prawn, *Penaeus japonicus*. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition (G.D. Pruder, C.J. Langdon and D.E. Conklin, eds). Special Pub. No. 2, World Mariculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 106-122.
Devresse, B. 2000. Nucleotides: a key nutrient for the immune system of shrimp? Feed Mix 8(3):20-22.
Durruty, C., L. Maldonado, G. Gaxiola, T. García and R. Pedroza. 2002. Requerimientos de proteina dietética en larvas de *Litopenaeus setiferus y Litopenaeus vannamei*. In: Book of Abstracts, VIth International Symposium on Aquatic Nutrition, Cancún, Mexico, p. 104.
Ezquerra, J.M., García-Carreño, F. L., Civera, R., Haard, N. F., 1997. pH-stat method to predict protein digestibility in white shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture, 157, 251-262.
Factor, J.R. 1981. Development and metamorphosis of the digestive system of larval lobsters, *Homarus americanus* (Decapoda, Nephropidae). J. Morphology 1969:225-242.
Gallardo, P.P., R. Pedroza-Islas, T. Garcیa-Galano, C. Pascual, C. Rosal, A. Sنnchez and G. Gaxiola. 2002. Replacement of live food with a microbound diet in feeding *Litopenaeus setiferus* (Burkenroad) larvae. Aquaculture Research 33: 681-691.
Glass, H.J., N.L. MacDonald, R.M. Moran and R.J. Stark. 1989. Digestion of protein in different marine species. Comp. Biochem. Physiol. 94B(3):607-611.
González-Félix, M.L. and M. Perez-Velazquez. 2002. Current status of lipid nutrition of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. In: Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. (L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Gaxiola-Cortés and N. Simoes, eds). Cancún, Quintana Roo, México

Gonzalez-Felix, M.L., A.L. Lawrence, D.M. Gatlin, III and M. Perez-Velazquez. 2000. Growth, survival and fatty acid composition of *Litopenaeus vannamei* postlarvae fed different kinds of lipid in the presence and absence of phospholipid. In: Book of Abstracts, Aquaculture America 2000, p. 8.
Gonzalez-Vecino, J.L. 2002. Breakthrough in brood stock nutrition. Seafish Aquaculture: Marine Finfish News. No.1, Summer 2002, p. 4.
Gonzalez-Vecino, J.L., C.J. Cutts, R.S. Batty, C. Mazorra and C. Burrells. 2003. The effects of nucleotide supplementation on broodstock and larval performance in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. and haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. In: World Aquaculture 2003 Abstracts. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, p. 325.
Hall, M.R., R. Mastro and G. Prestwich. 1999. Hormonal modulation of spawner quality in *Penaeus monodon*. In: Book of Abstracts, World Aquaculture '99. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, p. 308.
Harrison, K.E. 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. J. Shellfish Res. 9:1-28
Harrison, K.E. 1997. Broodstock nutrition and maturation diets. In: Advances in World Aquaculture vol. 6: Crustacean Nutrition (L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D. M. Akiyama, eds). World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 390-408.
Jones, D.A., A.B. Yule and D.L. Holland. 1997. Larval Nutrition. In: Advances in World Aquaculture vol. 6: Crustacean Nutrition (L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D. M. Akiyama, eds). World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 353-389.
Jones, D.A., S. Amjad and K. Chitravadivelu. 1989. Comparison of artificial feeds used in penaeid shrimp hatcheries. Pages 15-20 in Proceedings of the 3rd Egyptian-British Conference on Animal, Fish and Poultry Production, October 7-10, 1989, Alexandria, Egypt.
Kamarudin, M.S, D.A. Jones, L. Le Vay and A.Z. Abidin. 1994. Ontogenetic changes in digestive enzyme activity during larval development of Macrobrachium rosenbergii. Aquaculture 123:323-333.
Kanazawa, A. 1990. Microparticulate feeds for penaeid larvae. In: Advances in Tropical Aquaculture, Actes de Colloque 9, Aquacop, Ifremer, Tahiti, pp. 395-404.
Kanazawa, A., S. Teshima, H. Sasada and S.A. Rahman. 1982. Culture of prawn larvae with micro-particulate diets. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 48 (2), 195-199.
Kanazawa, A. 1985. Microparticulate diets. Pages 99-110 in Yone, Y., editor. Fish nutrition and diets. Koseisha-Koseikatu, Tokyo, Japan.
Kolkovski, S., A. Tandler and M.S. Izquierdo. 1997. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Aquaculture 148:313-332.
Kolkovski, S., A. Tandler, G.W. Kissil and A. Gertler. 1993. The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream, (*Sparus aurata*, Sparidae, Linnaeus) larvae. Fish. Physiol. Biochem. 12:203-209.
Kontara, L., G. Merchie, P. Lavens, R. Robles, H. Nelis, A. De Leenheer and P. Sorgeloos. 1997. Improved production of post larval white shrimp through supplementation of L-ascorbyl-2-polyphosphate in the diet. Aquac. Inter. 5:127-136.
Langdon, C. 2003. Microparticle types for delivering nutrients to marine fish larvae. Aquaculture 227:259-275.

Laufer, H., D. Borst, F.C. Baker, C. Carrasco, M. Sinkus, C.C. Reuter, L.W. Tsai and D.S. Schooley. 1987. Identification of a juvenile hormone-like compound in a crustacean. Science 235:202-205.
Laufer, H.J. Paddon and M. Paddon. 1997. A hormone enhancing larva production in the Pacific White Shrimp, *Penaeus vannamei*. In: IV Symposium on Aquaculture in Central America: Focusing on Shrimp and Tilapia, Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH) and the Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, Tegucigalpa, Honduras, pp. 161-162.
Laufer, H.W.J. Biggers and J.S.B. Ahl. 1998. Stimulation of ovarian maturation in the crayfish, *Procambarus clarkii* by methyl farnesoate. Gen. Comp. Endoc. 111:113-118.
Lee, P.G., N.J. Blake and G.E. Rodrick. 1980. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Mariculture Society II, pp. 392-402
Léger, P., D.A. Bengtson, K.L. Simpson and P. Sorgeloos. 1986. The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanography and Marine Biology 24:521-623.
Lemos, D. and V.N. Phan. 2001. Ontogenetic variation in metabolism, biochemical composition and energy content during the early life stages of *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). Marine Biology 138:985-997.
Lovett, D.L. and D.L. Felder. 1990a. Ontogenetic change in digestive enzyme activity of larval and postlarval white shrimp, *Penaeus setiferus* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Biological Bulletin 178:144-159.
Lovett, D.L. and D.L. Felder. 1990b. Ontogenetic changes in enzyme and enzyme distribution and midgut function in developmental stages of *Penaeus setiferus* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Biological Bulletin 178:160-174.
Lovett, D.L. and D.L. Felder. 1989. Ontogeny of gut morphology in the white shrimp *Penaeus setiferus* (Decapoda, Penaeidae). J. Morphology 201:253-272.

MacDonald, N.L., R.J. Stark and M. Keith. 1989. Digestion and nutrition in the prawn, *Penaeus monodon*. J. World Aquac. Soc. 20:53A.
Marsden, G.E., J.J. McGuren and S.W. Hansford. 1997. A moist artificial diet for prawn broodstock: its effect on the variable reproductive performance of wild caught *Penaeus monodon*. Aquaculture 149:145–156.
Mendez, L., B. Acosta, and I.S. Racotta. 1997. Mineral concentrations of *Penaeus vannamei* broodstock in a hatchery. In: IV symposium on aquaculture in Central America: focusing on shrimp and tilapia. Tegucigalpa, Honduras, Asociacion Nacional de Acuicultores de Honduras and the Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, pp. 163-165.
Merchie, G., P. Lavens and P. Sorgeloos. 1997. Optimisation of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture 155:165-181.
Merchie, G., E. Kontara, P. Lavens, R. Robles, K. Kurmaly and P. Sorgeloos. 1998. Effect of vitamin C and astaxanthin on stress and disease resistance of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius. Aquacult. Res. 29:579-585.
Munilla-Moran, R., J.R. Stark and A. Barbour. 1990. The role of exogenous enzymes on the digestion of cultured turbot larvae, *Scopthalmus maximus* L. Aquaculture 88:337-350.
Naessens, E., P. Lavens, L. Gómez, C. Browdy, K. McGovern-Hopkins, A. Spencer, D. Kawahigashi and P. Sorgeloos. 1997. Maturation performance of *Penaeus vannamei* co-fed Artemia biomass preparations. Aquaculture 155:87-101.
Ngamphongsai, C. 2000. Tryptic enzyme content in the larval stages of *Elminius modestus* Darwin, *Crangon crangon* Linnaeus and *Penaeus indicus* H. Milne Edwards. In: Proc. 2nd National Symposium on Marine Shrimp. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. Bangkok, Thailand, pp 169-175.
Ottogali, L. 1992. Nueva gestion del agua en las crias de peneidos en Nueva Caledonia Mem. In: 1er Congreso Ecuatoriano de Acuicultura (J. Calderon and V. Sandoval, eds). CENAIM, Guayaquil, Ecuador, pp. 87-91.
Ottogali, L. 1991. Total substitution of microparticles for algae for *Penaeus stylirostris* larval rearing in New Caledonia. J. World Aquac. Soc. 22:46A.
Palacios, E., A.M. Ibarra, J.L. Ramirez, G. Portillo and I.S. Racotta. 1998. Biochemical composition of eggs and nauplii in Pacific White Shrimp, *Penaeus vannamei* Boone, in relation to the physiological condition of spawners in a commercial hatchery. Aquacult. Res. 29:183-189.
Palacios, E., C.I. Perez-Rostro, J.L. Ramirez, A.M. Ibarra and I.S. Racotta. 1999. Reproductive exhaustion in shrimp *Penaeus vannamei* reflected in larval biochemical composition, survival and growth. Aquaculture 171:309-321.
Palacios, E., A.M. Ibarra and I.S. Racotta. 2000. Tissue biochemical composition in relation to multiple spawning in wild and pond-reared *Penaeus vannamei* broodstock. Aquaculture 185:353-371.
Pangantihon-Kühlmann, M and W.B. Hunter. 1999. Astaxanthin supplementation levels on the reproductive performance of pond-sourced *Penaeus monodon* broodstock. Presented at: The 5th Roche Aquaculture Conference. Bangkok, Thailand.
Puello-Cruz, A.C., R.S. Sangha, D.A. Jones and L. Le Vay. 2002. Trypsin enzyme activity during larval development of *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed on live feeds. Aquaculture Research 33:333-338.
Ravid, T., A. Tietz, M. Khayat, E. Boehm, R. Michelis and E. Lubzens. 1999. Lipid accumulation in the ovaries of a marine shrimp *Penaeus semisulcatus* De Haan. J. Exp. Biol. 202:1819-1829.

Read, G.H.L. and M.S. Caulton. 1980. Changes in mass and chemical composition during the molt cycle and ovarian development in immature and mature *Penaeus indicus* Milne Edwards. Comp. Biochem. Physiol. 66A:431-437.
Ribeiro, F.A.L.T. and D.A. Jones. 2000. Growth and ontogenetic change in activities of digestive enzymes in *Fenneropenaeus indicus* postlarvae. Aquac. Nutr. 6:53-64.
Robinson, C.B., T.M. Samocha, J.M. Fox, R.L. Gandy and D.A. McKee. 2005. The use of inert artificial commercial food sources as replacements of traditional live food items in the culture of larval shrimp, *Farfantepenaeus aztecus*. Aquaculture 245: 135-147.
Samocha, T.M., T. Matsumoto, E.R. Jones and M. Torano. 1999. Use of artificial diets to reduce Artemia nauplii requirements for production of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 51(4):157-168.
Sargent, J.R., L.A. McEvoy, A. Estevez, J.G. Bell, M.V. Bell, R.J. Hendersron and D.R. Tocher. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture 179:217-229.
Sorgeloos, P., P. Coutteau, P. Dhert, G. Merchie and P. Lavens. 1998. Use of the brine shrimp Artemia sp. in larval crustacean nutrition: a review. Rev. Fisheries Sci. 6(1&2):55-68.
Suprayudia, M.A., T. Takeuchia and K. Hamasakib. 2004. Essential fatty acids for larval mud crab *Scylla serrata*: implications of lack of the ability to bioconvert C18 unsaturated fatty acids to highly unsaturated fatty acids. Aquaculture 231:403-416.
Teshima, S., A. Kanazawa, S. Horinouchi and S. Koshio. 1988. Lipid metabolism in destalked prawn *Penaeus japonicus*: induced maturation and transfer of lipid reserves to the ovaries. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 54:1123-1129.
Teshima, S., A. Kanazawa and H. Sasada. 1983. Nutritional value of dietary cholesterol and other sterols to larvae of the prawn, *Penaeus japonicus* Bate. Aquaculture 31:159-167.

Uauy, R 1994. Non-immune system responses to dietary nucleotides. J. Nutr. 124(Suppl. 1S):157S-159S.
Uauy, R. 1989. Dietary nucleotides and requirements in early life. Pp. 265-280 in Lebenthal, E (ed.) Textbook of Gastroenterology and Nutrition in Infancy. 2nd Edn. Raven Press, New York, USA.
Van Buren, C.T., A. Kulkarni and F.B. Rudolph. 1994. The role of nucleotides in adult nutrition. J. Nutr. 124(Suppl 1S):160S-164S.
Wouters, R. and T. Van Horenbeeck. 2003. Larval Shrimp Feeds: Current status. Pages 90-109 in: Jory, Darryl E. (Editor), 2003. Responsible Aquaculture for a Secure Future: Proceedings of a Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture 2003. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana 70803 United States pp. 90-109.Wouters, R., P. Lavens, J. Nieto and P. Sorgeloos. 2001a. Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. Aquaculture 202:1-21.
Wouters, R.X. Piguave, L. Bastidas, J. Calderón and P. Sorgeloos. 2001b. Ovarian maturation and haemolymphatic vitellogenin concentration of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*(Boone) fed increasing levels of total dietary lipids and HUFA. Aquac. Res. 32:573-582.
Wouters, R., L. Gomez, P. Lavens and J. Calderon. 1999a. Feeding enriched Artemia biomassa to *Penaeus vannamei* broodstock: its effect on reproductive performance and larval quality. J. Shellfish Res. 18:651-656.
Wouters, R., C. Molina, P. Lavens, and J. Calderon. 1999b. Contenido de lipidos y vitaminas en reproductores silvestres durante la maduracion ovarica y en nauplios de *Penaeus vannamei*. Proceedings of the Fifth Ecuadorian Aquaculture Conference, Guayaquil, Ecuador, Fundacion CENAIM-ESPOL, CDRom.
Wyban, J. G. Martinez and J. Sweeney. 1997. Adding paprika to *Penaeus vannamei* maturation diet improves nauplii quality. World Aquac. 28(2):59-62.
Xu, X.L., W.J. Ji, J.D. Castell and R.K. O'Dor. 1992. Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and fatty acid composition of Chinese prawn (*Penaeus chinensis*) broodstock. Aquaculture 119:359-370.
Xu, X.L., W.J. Ji, J.D. Castell and R.K. O'Dor. 1994. Effect of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and egg fatty acid composition of Chinese prawn (*Penaeus chinensis*) broodstock. Mar. Fish. Res. 13:13-19.