نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۸۵ – ۲۶(۱): ۴۵-۵۵

پرورش انبوه لاروهای *Chironomus riparius* (Dip.: Chironomidae)

احد صحراگرد و مهیار رفعتی فرد
گروه گیاه‌پزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه گیلان.

Mass rearing of the larvae of *Chironomus riparius* (Dip.: Chironomidae)

A. Sahragard and M. Rafati Fard
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Guilan.

چکیده

لاروهای آبزی پشه‌ی *Chironomus riparius* Meigen یکی از منابع غذایی غنی در پرورش ماهیان می‌باشد. کمیت و کیفیت ماده‌ی غذایی که در پرورش این لاروها استفاده می‌شود، بر رشد و نمو دوره‌ی لاروی این پشه تأثیرگذار است. این مطالعه شامل بررسی اثر جیره‌های غذایی مختلف (کود مرغی، پودر سویا و سبوس برنج) با مقادیر وزنی متفاوت (۱، ۳ و ۵ گرم) بر رشد و نمو لاروها، تعیین زمان مناسب برداشت لاروها در دماهای مختلف (۲۰-۱۶، ۱ ± ۲۲، ۱ ± ۲٤، ۱ ± ۲٦، ۱ ± ۲۸ و ۱ ± ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) و عملکرد (گرم وزن زنده‌ی لاروها در واحد سطح در هفته) بر اساس تعداد توده‌های تخم پرورش داده شده با جیره‌ی مناسب، می‌باشد. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین وزن لاروهای برداشت شده با تغذیه‌ی آنها از ۵ گرم کود مرغی بدست آمد ($p < 0.01$، ۰/٤ ± ۳/۵۳). همچنین با پرورش لاروها در دمای ۱ ± ۲٤ و۱ ± ۲٦ درجه‌ی سانتی‌گراد با جیره غذایی ۵ گرم کود مرغی، در کوتاه‌ترین مدت (روز سیزدهم، نسبت به پرورش لاروها در سایر دماها)، لاروهای سن آخر برداشت شد. با پرورش ۵ توده‌ی تخم در دمای ۱ ± ۲٦ درجه‌ی سانتی‌گراد و جیره‌ی غذایی کود مرغی، میانگین ۱۳/۹۹ ± ۱۳۱/۳۸ گرم لارو زنده در واحد سطح در هر هفته برداشت شد.

واژه‌های کلیدی: پرورش انبوه، *Chironomus riparius*، جیره غذایی، دما

Abstract

Aquatic larvae of chironomid midge, *Chironomus riparius* Meigen, are one of the richest diets in fish rearing systems. The quantity and quality of food used to rearing these larvae, affect this developmental stage. This study was conducted to determine the effect of different diets (chicken manure, rice bran and soybean meal) with different weights (1, 3 and 5 gr) on larval development, the best time of harvesting at different constant temperatures (16-20, 22 ± 1, 24 ± 1, 26 ± 1, 28 ± 1 and 30 ± 1 °C) and the yield (larval live weight (gr) m^{-2} per week) based on the number of reared egg masses with the favorable diet. Results indicated that the highest weight of harvested larvae obtained when they fed on 5 gr of chicken manure (3.53 ± 0.4, $p < 0.01$). The last larval instars were harvested at the shortest time (on 13th days), when reared at 24 ± 1 or 26 ± 1 °C feeding on chicken manure (compared to other temperatures). Mean yield of 131.38 ± 13.99 gr m^{-2} per week obtained, when five egg masses were reared at 26 ± 1 °C on the chicken manure.

Key words: mass rearing, *Chironomus riparius*, diet, temperature

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۳/۳۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۸۴/۱۰/۱۳.

مقدمه

بسیاری از لاروهای دوبالان خانوادهی Chironomidae که به سبب وجود هموگلوبین در همولنف، به آنها کرمهای خونی (Bloodworm) نیز گفته میشود (Borror *et al*., 1989)، دارای ارزش غذایی بالا و یکی از اقلام مهم غذایی بسیاری از ماهیها بهشمار میروند. این حشرات بهطور قابل توجهی توسط ماهیان کپور و خاویاری مورد تغذیه قرار میگیرند. افزایش جمعیت این لاروها در استخرهای پرورش ماهی میتواند متضمن افزایش تولید و ارتقاء کیفیت گوشت ماهیان پرورشی باشد. ماهیها در اثر تغذیه از این لاروها سریعتر رشد نموده و زود به باروری میرسند (Ling, 1966; Yashouv, 1970; Cranston, 2002). مشخص شده است که اگر ماهیان کپور با کرمهای خونی به عنوان غذای مکمل تغذیه شوند، وزن بهتری پیدا میکنند و نرخ رشد آنها یکنواختتر خواهد بود (Yashouv, 1956). همچنین لاروهای جوان کرمهای خونی، رشد ماهیان خاویاری را افزایش میدهند (Yashouv & Ben-Shachar, 1967).

ارزش غذایی لاروهای خانوادهی Chironomidae بسیار عالی بوده و تجزیهی شیمیایی آنها نشان داده که در ۹/۳٪ وزن خشک آنها، ٦۲/۵٪ پروتئین وجود دارد (Anonymous, 2001). این در حالیاست که حشرات آبزی میانگین ۵۵٪ پروتئین در وزن خشک خود دارند (Moyle, 1961). این پروتئین نسبتاً بالا، آنها را به یکی از منابع غذایی غنی برای بسیاری از موجودات تبدیل کرده است (Armitage, 1995).

با وجود تنوع غذایی در بین لاروهای Chironomidae، آنها پنج نوع ماده غذایی شامل جلبکها، ذرات آلی حاوی میکروارگانیسمها، ماکروفیتها، ذرات چوبی و بیمهرگان را مورد استفاده قرار میدهند (Berg, 1995). شناخت و آگاهی از مواد غذایی که لاروهای این حشره از آنها تغذیه میکنند، در پرورش انبوه آنها مهم است. بعضی از کشورهای جهان که به پرورش انبوه لاروهای این حشرات مبادرت میورزند، مواد غذایی مختلفی را برای پرورش آزمایشگاهی و صحرایی آنها مورد استفاده قرار میدهند (Nath & Godbole, 1998; Stanko-Mishic *et al*., 1999; Anonymous, 2001).

Chironomus riparius Meigen یکی از گونههای Chironomidae است که در نیم کرهی شمالی و عموماً در مناطق حارهای پراکنش وسیعی دارد (Ristola, 2000). این حشره همچنین در

ناحیه‌ی پاله‌آرکتیک غربی (Hirvbenoja & Michailova, 1991) و ناحیه‌ی نئارکتیک (Janssen de Bisthoven, 1995) یافت می‌شود. تحمل لاروها به دامنه‌ی وسیعی از شرایط (ازجمله pH، سطح اکسیژن، شوری و اندازه‌ی ذرات رسوبات) و نیز عادات جفت‌گیری و تخم‌ریزی افراد کامل، این حشره را به گونه‌ای مناسب برای پرورش آزمایشگاهی تبدیل کرده است (Ristola, 2000).

گونه‌ی *C. riparius* در سال ۱۳۸۰ از محوطه‌ی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه گیلان از آبگیرهای طبیعی جمع‌آوری گردید. این مطالعه در زمینه‌ی پرورش انبوه و میزان برداشت لاروهای زنده با تغذیه از جیره‌های مختلف غذایی و نیز سایر پارامترهای لازم جهت پرورش انبوه انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای پرورش انبوه لاروهای پشه‌ی *C. riparius*، از آکواریوم هایی به ابعاد ۳۰ × ۲۵ × ۵۰ سانتی‌متر با عمق آب حدود ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد. دمای آب ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد بود که برای تنظیم این دما از Heater tube مدل Weipro با دامنه‌ی تنظیم حرارتی ^{o}C ۳۲–۱۸ و برای تأمین اکسیژن آب نیز از پمپ هوای مدل Champion با خروجی هوای ۰۰۷۸ سانتی‌متر مکعب بر دقیقه و سنگ هوا استفاده شد. دمای آب نیز با Indicator thermometer کنترل می‌شد.

برای انجام آزمایش‌ها، از آکواریوم‌هایی به ابعاد ۳۵ × ۱۶ × ۲۵ سانتی‌متر که درون هر آکواریوم تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر آب ریخته می‌شد استفاده گردید. تنظیم‌های مربوط به دما و اکسیژن مشابه روش پرورش انبوه بود. شایان ذکر است که آزمایش‌ها در محیط گلخانه‌ای به ابعاد ۲/۴۵ × ۴/۳۰ × ۵/۶۰ متر انجام شد تا پشه‌های بالغ به سهولت پروازهای جفت‌گیری را انجام دهند (Armitage, 1995). قرار دادن طشتک‌های پلاستیکی (۱۵×۵۰ سانتی‌متر) حاوی آب در کف گلخانه، محل مناسبی را برای تخم‌ریزی پشه‌ها فراهم می‌کرد. از تخم‌های حاصل، برای انجام آزمایش‌های بعدی استفاده شد.

تأثیر جیره‌های غذایی بر رشد و نمو لاروها

سه نوع ماده‌ی غذایی شامل کود مرغی (ابتدا در آفتاب خشک گردید، سپس در هاون کوبیده شد. از این ماده به‌صورت ذرات ریز برای تغذیه لاروها استفاده شد)، سبوس برنج و پودر سویا به عنوان غذای مورد علاقه لاروهای Chironomidae (Anonymous, 2001) هر کدام در سه مقدار وزنی متفاوت (۱، ۳ و ۵ گرم) برای ارزیابی اثر آنها بر رشد و نمو لاروهای حشره‌ی مورد آزمایش استفاده شد. ابتدا دو توده‌ی تخم (حدود ۱۰۰۰ عدد تخم) حشره به هر آکواریوم با دمای آب ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد اضافه گردید. پس از تفریخ تخم‌ها، غذای مورد نظر با مقدار وزن مشخص به آن اضافه شد. با مشاهده‌ی اولین شفیره، لاروها برداشت و توزین شدند. آزمایش در سه تکرار و در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون چند متغیره‌ی دانکن انجام شد. همچنین با پرورش ۲۶۰ عدد تخم پشه‌ی مذکور در دمای ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد و جیره‌ی غذایی کود مرغی به میزان ۰/۸ گرم، تعداد تخم‌های تفریخ شده و لاروهای سن آخر شمارش شد تا درصد بقاء لاروی مشخص گردد. این آزمایش نیز در سه تکرار انجام شد.

زمان بهینه و میزان برداشت لاروها

برای تعیین زمان مناسب برداشت لاروها در دماهای مختلف (۲۰-۱۶[1]، ۱ ± ۲۲، ۱ ± ۲۴، ۱ ± ۲۶، ۱ ± ۲۸ و ۱ ± ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد)، پس از تعیین نوع و مقدار غذای مناسب حاصل از آزمایش قبل، ۹ توده‌ی تخم (هر توده‌ی تخم به‌طور متوسط شامل ۴۲/۲۷ ± ۵۰۹/۳۸ تخم بود) به آکواریوم‌های با دمای آب مورد اشاره منتقل شد و لاروها با کود مرغی (۵ گرم به ازای هر دو توده‌ی تخم) پرورش داده شدند. مشاهده‌ی اولین شفیره‌ها به‌عنوان معیار برداشت لاروها در نظر گرفته شد. درضمن، در این آزمایش اوج خروج حشرات کامل نیز تعیین گردید. همچنین اثر تعداد توده‌های تخم (۲، ۳، ۴ و۵ توده‌ی تخم) بر عملکرد یا میزان برداشت (گرم وزن زنده‌ی لاروها در واحد سطح در هر هفته) با پرورش لاروها با جیره‌ی مناسب تعیین شده در دمای۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد نیز مشخص گردید. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 6.11 و

۱- دمای آب بدون Heater tube

آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. رسم نمودار نیز با نرم‌افزار Excel 2000 انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر جیره غذایی بر رشد و نمو لاروها

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۱) که بین جیره‌های غذایی استفاده شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F = 82.0065, df = 2, 18, p < 0.01$). مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش چند متغیره‌ی دانکن مشخص کرد که وزن لاروهای برداشت شده با تغذیه از کود مرغی (۵ گرم) در رتبه‌ی اول و با ۵ گرم پودر سویا در یک گروه قرار داشت. همچنین میزان برداشت لاروها با تغذیه از ۵ گرم پودر سویا، در یک گروه با تغذیه از ۳ گرم کود مرغی و ۵ گرم سبوس برنج قرار گرفت. جیره‌های غذایی با وزن یک گرم نیز در یک گروه قرار داشتند و به استثنای کود مرغی (۱ گرم) که ۰/٤۱ گرم لارو زنده تولید کرد، سایر جیره‌ها در این وزن تولیدی نداشتند. بنابراین با توجه به نتایج حاصل، می‌توان گفت که کود مرغی بهترین جیره را در تولید لارو *C. riparius* تشکیل می‌دهد. درصد بقاء لاروی نیز با این جیره غذایی در جدول ۳ ارائه شده است.

کیفیت و کمیت ماده‌ی غذایی عواملی هستند که نقش مهمی را در تعیین رشد و نمو لاروهای Chironomidae ایفا می‌کنند (Johannsson, 1980; Sankarperumal & Pandian, 1991). Davies (1975) گزارش کرد که این لاروها رسوب‌های با مواد آلی بالا را برای تغذیه انتخاب می‌کنند. در عین حال، مواد آلی با نیتروژن کم می‌تواند رشد آنها را محدود کنند (Toscano & McLachlan, 1980). Sadler (1935) گونه‌ی *Chironomus tentans* Fabricius را در استخرهای غنی از کود گوسفندی، پودر سویا و نیز کود گوسفندی همراه با سوپرفسفات پرورش داد که بهترین نتیجه را با پودر سویا گرفت. Shaw & Mark (1980) ضمن تشریح روش پرورش لاروهای Chironomidae با کود مرغی، ابراز داشتند که سالیانه ٦٪ تولید این کود در هنگ‌کنگ به پرورش این لاروها اختصاص داده می‌شود که نشان از اهمیت این ماده‌ی غذایی

جدول ۱. مقدار برداشت محصول (لارو زنده) *C. riparius* در مقـادیر مختلـف وزنـی (گـرم) جیره‌های غذایی در دمای ۱ ± ۲۶درجه‌ی سانتی‌گراد.

Table 1. Amount of larval live weight of *C. riparius* harvested on different amount of diets at $26 \pm 1\ ^{o}C$.

Type and amount of diet (gr)		Amount harvested (gr/360cm^2)		
		Min.	**Max.**	**M ± S.E.**
Chicken manure	5	2.90	4.30	3.53 ± 0.4 a
	3	1.80	3.17	2.5 ± 0.39 bc
	1	0	1.23	0.41 ± 0.41 d
Soybean powder	5	2.42	3.5	2.9 ± 0.34 ab
	3	1.53	2.17	1.83 ± 0.18 c
	1	0	0	0 d
Rice bran	5	2.21	2.53	2.41 ± 0.1 bc
	3	0	0	0 d
	1	0	0	0 d

Means with different letters in each column are significantly different at $p<0.01$ (Duncan test).

به‌عنوان بستر پرورش است. Jana & Pal (1990) با تولیـد لارو Chironomidae در محـیط‌هـای پرورش حاوی مواد آلی مختلف، نتیجه گرفتند که تولید در محیط‌های حـاوی سـبوس بـرنج، کود گاوی و کود مرغی بطور مشخصی بالاتر از سایر محیط‌ها بوده و این مواد برای تولید انبوه این لاروهای Chironomidae مناسب‌ترند. با وجـود ایـن، Ingvason *et al.* (2004) بـا مطالعـه‌ی انتخاب مواد غذایی توسـط لاروهـای *Tanytarsus gracilentus* Holmgren، نتیجـه گرفتنـد کـه لاروهای سنین اول، دیاتومه‌های کوچک جنس *Fragilaria*، و لاروهای سنین چهارم، ذرات آلی با اندازه و منشأ متفاوت را انتخاب می‌کنند.

زمان و میزان برداشت (وزن زنده‌ی لاروها در واحد سطح در هفته)

شکل ۱، تعداد و زمان خروج شفیره‌های *C. riparius* را در دماهای مختلف، پس از تفریخ تخم‌ها نشان می‌دهد. در دمای ۲۰–۱۶ درجه‌ی سانتی‌گراد، مشاهده‌ی اولـین شـفیره‌هـا در روز ۳۱ و اوج خروج حشرات کامل در روز ٤۲ بود. در دمای ۱ ± ۲۲ درجه‌ی سـانتی‌گـراد، اولـین شفیره‌ها در روز چهاردهم مشاهده شد و اوج خروج حشرات کامل در روز نوزدهم اتفاق افتاد.

جدول ۲. عملکرد یا میزان برداشت لاروهای زنده‌ی *C. riparius* (گرم) در واحد سطح در هفته بر اساس تعداد توده تخم‌های پرورش یافته با ۵ گرم کود مرغی در دمای ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد.

Table 2. The yield (larval live weight (gr) / m^2 per week) of *C. riparius* egg masses reared on chicken manure (5 gr) at 26 ± 1 °C.

Replicate / Egg masses	Yield (gr/m^2/week)				M ± S. E.
	1	2	3	4	
2	98.8	47.2	65.9	40.2	63.02 ± 13.10 c
3	100.5	60.4	98.8	70.8	82.62 ± 10.06 b
4	120.8	131.9	94.4	115.9	115.79 ± 7.46 a
5	118	164.8	100.6	141.9	131.38 ± 13.99a

Means with different letters in each column are significantly different at p<0.01 (Duncan test).

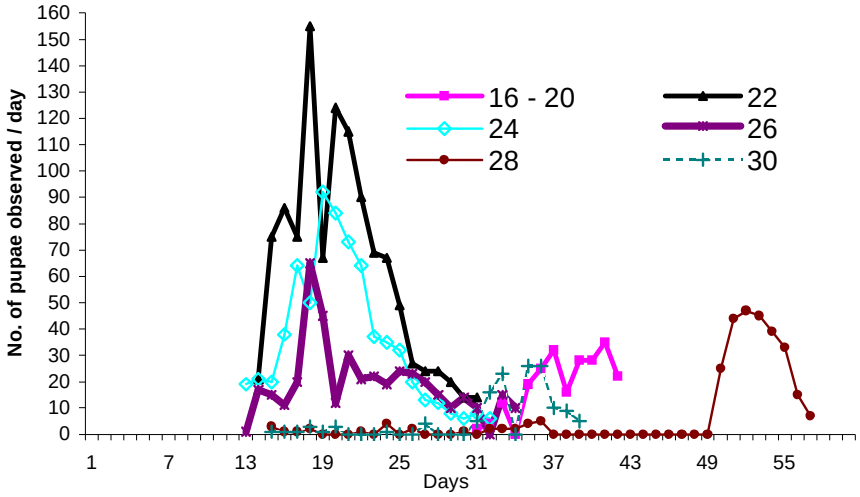
جدول ۳. درصد بقای لاروهای *C. riparius* پرورش یافته با جیره‌ی غذایی کود مرغی در دمای ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد.

Table 3. Survival rate of *C. riparius* larvae reared on chicken manure at 26 ± 1 °C.

Rep.	No. of eggs	No. of eggs hatched	No. of eggs not hatched	No. of last larval instar	Survival rate (%)
1	260	255	5	197	77
2	260	252	8	204	80
3	260	240	20	202	84

در دماهای ۱ ± ۲۴ و ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد نیز در روز سیزدهم اولین شفیره‌ها مشاهده شدند و اوج خروج حشرات کامل به‌ترتیب در روزهای بیستم و نوزدهم بود، در حالی‌که در دمای ۱ ± ۲۸ و ۱ ± ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد اولین شفیره‌ها در روز پانزدهم دیده شدند. بنابراین با پرورش لاروهای *C. riparius* در دمای ۱ ± ۲۴ یا ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌توان در کوتاه‌ترین مدت، یعنی در روز سیزدهم، حداکثر لاروهای سن آخر را برداشت نمود.

در تحقیق دیگری سه گرم کود مرغی برای پرورش ۱۰۰۰ عدد تخم Chironomidae مناسب تشخیص داده شد و مشخص گردید که روزهای ششم یا هفتم و نیز روزهای نهم یا دهم، همین مقدار ماده‌ی غذایی باید به واحد پرورش اضافه شود، تا در روزهای دوازدهم یا چهاردهم بتوان نسبت به برداشت لاروها اقدام کرد (Anonymous, 2001).



شکل ۱. تعداد شفیره‌های مشاهده شده‌ی *C. riparius* در هر روز در دماهای مختلف با پرورش لاروها در محیط پرورش کود مرغی.

Fig. 1. Number of *C. riparius* pupae observed daily at different temperatures reared on chicken manure.

نتایج حاصل از اثر تعداد توده‌های تخم بر عملکرد یا وزن لاروهای برداشت شده در واحد سطح (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تعداد توده‌های تخم، میزان برداشت لاروها با تغذیه از ۵ گرم کود مرغی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، به‌طوری که با ۵ توده‌ی تخم (حدود ۲۵۰۰ لارو) ۱۳۱/۳۸ گرم لارو زنده در هفته در واحد سطح می‌توان برداشت کرد.

کود اسبی نیز برای پرورش لاروهای Chironomidae در استخرهای پرورش استفاده شد، اما میانگین عملکرد در بهترین استخرها تنها ۱۱ gr m^{-2} در هفته بود (McLarney *et al.*, 1974). Shaw & Mark (1980) در هنگ‌کنگ با پرورش این لاروها روی کود مرغی، ۲۸ gr m^{-2} در هفته برداشت داشتند. بیشترین بارآوری سیستم کشت لاروهای Chironomidae در گزارش Kostantinov (1958) آمده است که با اضافه کردن توده‌های تخم *Chironomus dorsalis* Gibson به محیط پرورش، میزان تولید ٤٠٠ gr m^{-2} از فضای کف یا ۲۵ gr m^{-2} از سطح آب را در هر روز بدست آورد. نتایج Yashouv (1956) از پرورش لاروهای Chironomidae نشان داد که

برداشت وی به‌میزان $gr\ m^{-2}$ ۳۷۵–۲۵۰ در هفته بود. Jana & Pal (1990) بیشترین وزن زنده‌ی این لاروها را با پرورش آنها روی کود گاوی بدست آوردند، اما میانگین تراکم‌های جمعیت مشاهده شده در سبوس برنج بیشتر از کود گاوی بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونین محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه گیلان و دانشکده‌ی کشاورزی به خاطر تأمین اعتبار لازم و مساعدت در اجرای پروژه‌ی پژوهشی بین دانشگاهی "بررسی امکان تولید انبوه لارو پشه‌های Chironomidae" تشکر می‌شود. در ضمن از آقای دکتر Jon Martin استاد دانشگاه ملبورن استرالیا برای تشخیص گونه‌ی *C. riparius* صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Anonymous (2001) Culture of bloodworm. 7 pp. Available on: *http//www.science.nus.edu.sg/webdbs/research/fish/livefood/bloodworm.html* (accessed 21 May 2005).

Armitage, P. D. (1995) Behaviour and ecology of adults. pp. 424-435 in Armitage, P. D., Cranston P. S. & Pinder, L. C. V. (Eds) *The Chironomidae, biology and ecology of non-biting midge*. 572 pp. Chapman and Hall.

Berg, M. B. (1995) Larval food and feeding behaviour. pp. 136-167 in Armitage, P. D., Cranston P. S. & Pinder, L. C. V. (Eds) *The Chironomidae, biology and ecology of non-biting midge*. 572 pp. Chapman and Hall.

Borror, D. J., Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (1989) *An introduction to the study of insects*. 6th ed. 875 pp. Saunders College Publishing.

Cranston, P. S. (2002) Family Chironomidae. 44 pp. Available on: *http//www.Entomology.UC.Davis.Edu/chiropage* (accessed 17 May 2005).

Davies, I. J. (1975) Selective feeding in some arctic Chironomidae. *Internationale Vereingung für Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen* 19, 3149-3154.

Hirvbenoja, M. & Michailova, P. (1991) The karyotype, morphology and ecology of *Glyptotendipesw aequalis* Keiffer (Diptera, Chironomidae). *Entomol Fennica* 2, 87-96.

Ingvason, H. R., Olaesson, J. S. & Gardarsson, A. (2004) Food selection of *Tanytarsus gracilentus* larvae (Diptera; Chironomidae): an analysis of instars and cohorts. *Aquatic Ecology* 38(2), 231-237.

Jana, B. B. & Pal, G. P. (1990) Production of chironomid larvae in culturing media of various organic wastes. *Limnologica* 21, 281-285.

Janssen de Bisthoven, L. (1995) Morphological demorfities in *Chironomus thummi* (Diptera, Chironomidae) as bioindicators for micropollutants in sediments of Belgian lowland rivers. Ph.D. Thesis, K.U. Leuven, Belgium.

Johannsson, O. E. (1980) Energy dynamics of eutrophic chironomid *Chironomus plumosus* cf *semireductus* from the bay of Quinte, lake Ontario. *Canadian Journal of Fishery Aquatatic Science* 37, 1254-1265.

Konstantinov, A. S. (1958) Influence of temperature on the rate of development and growth of Chironomids. *Doklady Akadamii Nauk SSSR* 120(10), 1362-65.

Ling, S. W. (1966) Feeds and feeding on warm-water fish in ponds in Asia and the Far East. *FAO World Symposium on Warm-water Pond Fish Culture*, 291-30.

McLarney, W. O., Henderson, S. & Sherman, M. M. (1974) A new method for culturing *Chironomus tentans* Fabricius larvae using burlap substrate in fertilized pools. *Aquaculture* 4, 267-376.

Moyle, J. B. (1961) Aquatic invertebrates as related to larger plants and waterfowl. *Minnesota Department of Conservation Investigative Report* 233, 1-24.

Nath, B. B. & Godbole, N. N. (1998) Technique for mass rearing of Indian *Chironomus* species (Diptera, Nematocera, Chironimidae). *Studia Dipterologica* 5(2), 187-193.

Ristola, T. (2000) Assesment of sediment toxicity using the midge *Chironomus riparius* (Diptera: Chironomidae). Ph.D. Dissertation, University of Joensuu, Finland.

Sadler, W. O. (1935) The biology of the midge *Chironomus tentans* Fabricius, and methods for its propagation. *Memoris of Cornell University Agricultural Experimental Station* 173, 1-25.

Sankarperumal, G. & Pandian, T. J. (1991) Effect of temperature and *Chlorella* density on growth and metamorphosis of *Chironomus circumdatus* (Kieffre) (Diptera). *Aquatic Insects* 13, 167-177.

Shaw, P. C. & Mark, K. K. (1980) Chironomid farming - a means of recycling farm manure and potentially reducing water pollution in Hong Kong. *Aquaculture* 21, 155-63.

Stanko-Mishic, S., Copper, J. K. & Silver, P. (1999) Manipulation of habitat quality: effects on chironomid life history traits. *Freshwater Biology* 41(4), 719-727.

Toscano, R. J. & McLachlan, A. J. (1980) Chironomids and particles: micro-organisms and chironomid distribution in a peaty upland river. pp. 171-177 in Murray, D. A. (Ed.) *Chironomidae: ecology, systematics, cytology and physiology*. 354 pp. Pergamon Press.

Yashouv, A. (1956) Problems in carp nutrition. *Bamidgeh* 8, 79-87.

Yashouv, A. (1970) Propagation of chironomid larvae as food for fish fry. *Bamidgeh* 22, 101-105.

Yashouv, A. & Ben-Shachar, R. (1967) Breeding and growth of Mugilidae II. Feeding experiment under laboratory condition with *Mugil cephalus* L. and *M. capito* (Cuvier). *Bamidgeh* 19, 50-66.