

CHƯƠNG 4

SINH LÝ HỌC CÔN TRÙNG

Giới thiệu:

Giải phẫu sinh lý côn trùng là môn học nghiên cứu về cấu tạo và chức năng sinh lý của các cơ quan bên trong cơ thể côn trùng qua đó tìm hiểu mối liên quan giữa cấu tạo với chức năng sinh lý và giữa các hoạt động sinh lý với những yếu tố tác động của môi trường. Hiểu được sự tác động của các yếu tố bên ngoài đối với các hoạt động sinh lý bên trong là cơ sở cần thiết cho việc đề xuất những biện pháp quản lý côn trùng theo hướng có lợi nhất cho con người và môi trường.

Mục tiêu:

Kiến thức:

+ Cung cấp kiến thức về cấu tạo, chức năng và vị trí của các cơ quan bên trong cơ thể côn trùng.

Kỹ năng:

+ Hiểu được cơ chế hoạt động của các cơ quan nội tạng.

Năng lực tự chủ và trách nhiệm: có tinh thần học tập, chủ động học hỏi, có phương pháp làm việc khoa học, sáng tạo và luôn cập nhật thông tin.

1. Hệ cơ của côn trùng

Hệ cơ côn trùng rất phức tạp gồm từ vài trăm tới vài ngàn tế bào cơ. Hầu hết đều có cấu tạo cơ vân, ngay cả đối với những cơ nằm xung quanh ống tiêu hóa và quanh tim. Hệ cơ nằm chung quanh ống tiêu hóa, tim và ống đẻ trứng đã tạo ra những nhu động giúp cho các bộ phận này hoạt động, ví dụ như giúp tim co bóp, di chuyển máu vào mạch máu lưng hoặc giúp thức ăn di chuyển trong ống tiêu hóa và trứng hoặc tinh trùng di chuyển trong ống sinh dục. Hệ cơ giúp cho các bộ phận phụ cử động thường được sắp xếp theo từng đốt, thường là từng đôi đối xứng. Thường mỗi đốt của mỗi chi phụ đều có hệ cơ riêng.

Hệ cơ côn trùng nói chung khá mạnh, rất nhiều loài côn trùng có thể đẩy một trọng lượng gấp 20 lần trọng lượng cơ thể và đối với một số loại côn trùng có khả năng nhảy, côn trùng có thể nhảy một khoảng cách dài gấp nhiều lần chiều dài của cơ thể. Hệ cơ côn trùng có thể co giãn rất nhanh, được biểu lộ qua nhịp đập của cánh, nhịp đập vài trăm lần/giây rất phổ biến ở côn trùng, điều này cho thấy hệ cơ có tác động rất lớn trong quá trình hoạt động sinh lý của côn trùng.

2. Thể xoang và các bộ máy bên trong cơ thể côn trùng

2.1 Thể xoang

Khoảng trống bên trong cơ thể do lớp da côn trùng tạo thành được gọi là thể xoang. Thể xoang chứa các cơ quan bên trong, có hai vách ngăn mỏng chạy dọc theo cơ thể tạo thành ba xoang nhỏ: xoang máu lưng, xoang máu ruột và xoang máu bụng. Các vách ngăn không chia cắt hoàn toàn thể xoang nên cơ thể côn trùng vẫn là một thể thống nhất.

2.2 Hệ tiêu hóa

Cũng như những loài động vật khác, côn trùng sử dụng hệ thống tiêu hóa để hấp thu dưỡng chất và những vật liệu khác từ thức ăn mà chúng tiêu thụ. Hầu hết thức ăn ở dạng những hợp chất phân tử lớn hoặc phức hợp như proteins, polysaccharides, mỡ, axit nhân ... sẽ được bẻ gãy thành những đơn vị nhỏ như amino axit, đường đơn ... bởi những phản ứng dị hóa trước khi được tế bào sử dụng như là nguồn năng lượng hay vật liệu cho sự phát triển và sinh sản. Tiến trình chuyển hóa này được gọi là sự tiêu hóa.

Tất cả các loài côn trùng đều có một hệ thống tiêu hóa hoàn chỉnh. Trong đó, quá trình tiêu hóa thức ăn xảy ra trong một cấu trúc dạng ống (gọi là ống tiêu hóa) kéo dài từ miệng đến hậu môn với những vùng chức năng chuyên biệt để đảm nhận việc tiêu hóa, hấp thụ dưỡng chất và bài tiết. Thức ăn luôn luôn di chuyển trong hệ thống tiêu hóa theo một hướng duy nhất.

Ở hầu hết côn trùng ống tiêu hóa được chia làm ba vùng chức năng: ruột trước (stomodeum), ruột giữa (mesenteron) và ruột sau (proctodeum).

Bên cạnh ống tiêu hóa, hệ thống tiêu hóa của côn trùng còn có thêm một cặp tuyến nước bọt và khoang chứa nước bọt nằm ở phần ngực kề bên ruột trước. Từ tuyến nước bọt có những ống dẫn chạy đến khoang chứa ngang qua phần đầu đi vào miệng ở vị trí phía sau hầu. Trong quá trình nhai, sự chuyển động của miệng sẽ giúp trộn nước bọt với thức ăn trong khoang miệng.

a) Ruột trước

Từ hầu thức ăn đi ngang qua thực quản (esophagus), là một ống nối giữa hầu với diều (crop), bởi sự nhu động của thành ruột vào diều và nằm lại đây cho đến khi được đưa qua những phần còn lại của ống tiêu hóa. Bên trong diều, sự tiêu hóa có thể xảy ra một ít do kết quả tác động của những enzyme trong nước bọt, được thêm vào khi thức ăn đi qua khoang miệng, và những enzyme được tiết ra từ ruột giữa.

Ở một vài loài côn trùng, diều mở về phía sau vào một dạ dày cơ có mang những cấu trúc giống như răng nhỏ giúp nghiền nhuyễn những hạt thức ăn tương

tự như mề (gizzard) của lớp chim. Van ruột trước là một loại cơ vòng nằm ngay phía sau dạ dày cơ điều chỉnh dòng thức ăn đi từ ruột trước vào ruột giữa.

b) Ruột giữa

Ruột giữa bắt đầu ngay phía sau van ruột trước. Ở gần phía bờ trước, thành ruột giữa có những chỗ lồi lên dạng hình ngón tay (thường từ 2 – 10 cái) cung cấp thêm bề mặt cho sự hấp thu nước và những chất khác cho ống tiêu hóa. Toàn bộ phần ruột giữa được gọi là ventriculus, là vị trí đầu tiên trong ống tiêu hóa đảm nhận nhiệm vụ tiết ra enzyme để tiêu hóa thực phẩm và hấp thụ dưỡng chất. Tế bào tiêu hóa trên thành của ventriculus có những chỗ lồi lên cực nhỏ (chỉ nhìn thấy dưới kính hiển vi) gọi là microvilli giúp làm gia tăng bề mặt hấp thụ dưỡng chất.

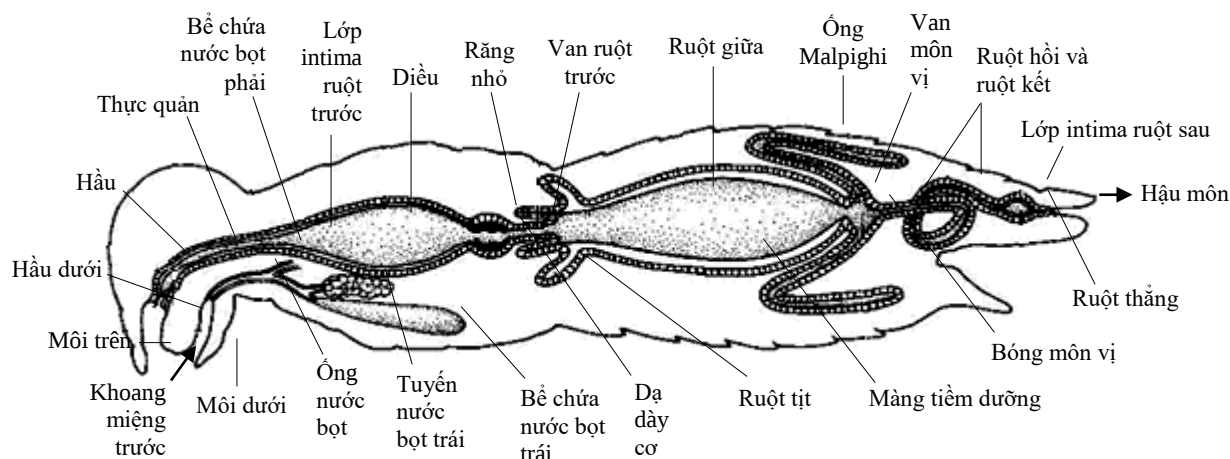
Ruột giữa được hình thành từ phôi nội bì nên nó không được bảo vệ bởi cấu trúc intima, thay vào đó nó được lót và bảo vệ bởi một lớp màng bán thấm gọi là màng tiềm dưỡng do một bó tế bào biểu mô cardial (cardial epithelium) nằm ngay phía sau van ruột trước (van cardia) tiết ra. Cấu trúc của màng tiềm dưỡng bao gồm những vi sợi chitin được bao bọc bởi thể nền protein carbohydrate.

Phía sau của ruột giữa được đánh dấu bởi một cơ vòng khác gọi là van môn vị (van pilor). Van này điều tiết dòng vật chất từ ruột giữa sang ruột sau.

c) Ruột sau

Van môn vị (van pylor) là nơi đánh dấu điểm bắt đầu của ruột sau đồng thời cũng là nơi xuất phát của những ống malpighi là những cấu trúc dạng ống nhỏ dài phân bố khắp khoang bụng có nhiệm vụ như là cơ quan bài tiết loại bỏ những chất thải có chứa nitơ (chủ yếu là những ion amonium, NH_4^+) ra khỏi máu (hemolymph). Ion amonium được chuyển sang dạng urea và sau đó là uric axit bởi một loạt những phản ứng hóa học xảy ra trong ống malpighi rồi được đưa vào ruột sau để thải ra ngoài cùng với phân.

Ruột sau giữ vai trò chính trong việc tái hấp thu nước và muối từ sản phẩm thải của ống tiêu hóa. Ở một vài côn trùng, ruột sau được phân thành ba vùng có thể quan sát được: ruột hồi (ileum), ruột kết (colon) và ruột thẳng (rectum). Sự tái hấp thu nước được hỗ trợ bởi sáu tấm đệm ruột thẳng nằm trên thành ruột thẳng giúp giữ lại hơn 90% nước trong phân trước khi thải ra ngoài qua hậu môn.



Hình 4.1: Hệ thống tiêu hóa và bài tiết tổng quát của côn trùng (theo William S. Romoser and John G. Stoffolano, Jr).

2.3. Hệ tuần hoàn

Côn trùng và những động vật chân khớp khác có một hệ thống tuần hoàn hở khác với hệ thống tuần hoàn kín ở người và những động vật có xương sống trong cả cấu trúc và chức năng. Ở hệ thống tuần hoàn kín, máu luôn luôn được chứa đựng trong các bể chứa như động mạch, tĩnh mạch, mao mạch và tim. Ở hệ thống tuần hoàn hở, máu (được gọi là hemolymph) chảy tự do trong khoang cơ thể, tiếp xúc trực tiếp với tất cả các mô nội tạng và cơ quan.

a) Chức năng

Bên cạnh các chức năng cơ bản như vận chuyển dưỡng chất, muối, hormone và chất thải chuyển hóa trong khắp cơ thể, hệ thống tuần hoàn của côn trùng còn đảm nhận vai trò quan trọng khác:

- Bảo vệ cơ thể: như hàn gắn vết thương bằng phản ứng đóng cục, tập hợp và phá hủy nội ký sinh.
- Sản xuất ra những hợp chất tự vệ để chống lại kẻ thù ăn thịt.
- Tạo áp lực nội tại để hỗ trợ cho sự nở của trứng; sự lột xác của ấu trùng; sự vũ hóa của thành trùng; sự mở rộng của cơ thể và cánh sau khi lột xác và vũ hóa; chuyển động vật lý (đặc biệt ở ấu trùng có cơ thể mềm); sinh sản (thụ tinh và đẻ trứng); và sự phòng lên của các tuyến ngoại tiết.
- Ở vài loài côn trùng máu (hemolymph) còn hỗ trợ sự điều nhiệt: làm mát cơ thể bằng cách chuyển nhiệt ra khỏi những nơi cơ đang hoạt động mạnh, và làm ấm cơ thể bằng cách thu thập và vận chuyển nhiệt hấp thu được trong khi phơi nắng đến những nơi cần thiết của cơ thể.

b) Cấu tạo

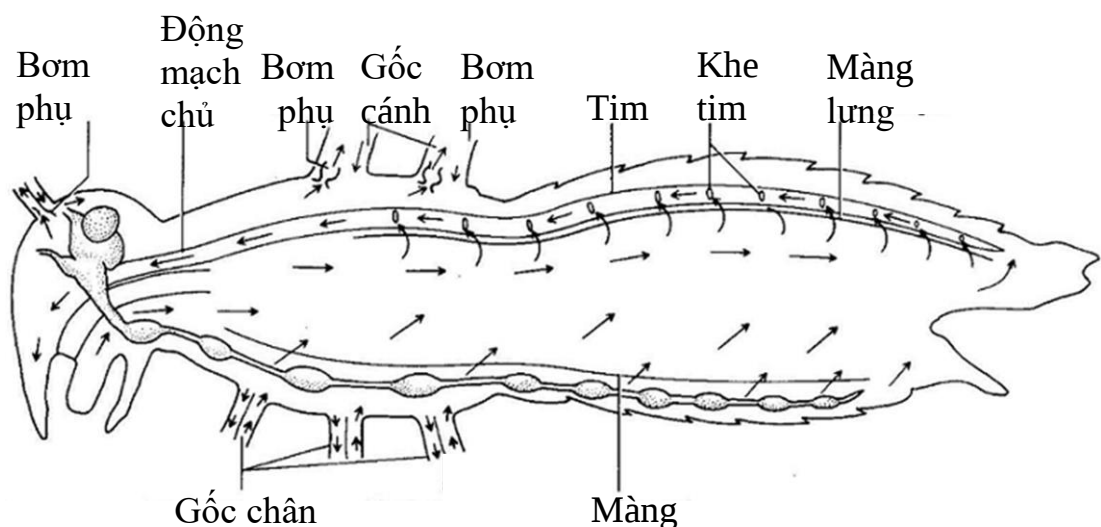
Về mặt cấu tạo, hệ thống tuần hoàn của côn trùng bao gồm mạch máu lưng và các xoang máu.

+ Mạch máu lưng

Mạch máu lưng là bộ phận giữ vai trò chủ yếu trong việc vận chuyển máu trong hệ tuần hoàn gồm một ống chạy dọc theo ngực và bụng nằm bên trong vách lưng cơ thể. Ở hầu hết côn trùng mạch lưng là một cấu trúc màng dễ vỡ có nhiệm vụ tập hợp máu ở phần bụng và đưa về phía trước đến phần đầu.

Ở vùng bụng mạch máu lưng được gọi là tim. Tại đây nó phân chia thành những buồng tim, mỗi buồng tương ứng với một đốt bụng, được ngăn cách nhau bởi van tim (ostium) để đảm bảo dòng chảy một chiều của máu. Hai bên vách của buồng tim có một cặp cơ alary. Sự co bóp của cơ alary giúp đẩy máu về phía trước từ buồng tim này sang buồng tim khác. Tốc độ co bóp của tim thay đổi tùy theo loài côn trùng (điển hình từ 30 – 200 lần trong một phút) và nhiệt độ không khí. Nhịp tim tăng khi nhiệt độ cao và giảm khi nhiệt độ thấp.

Ở phía trước của tim (vùng ngực), mạch máu lưng không có van tim và cơ mà đơn giản chỉ là một cái ống được gọi là động mạch chủ chạy về phía trước vào phần đầu và đổ vào nơi gần não. Máu sẽ tắm các cơ quan và cơ của phần đầu khi nó ra khỏi động mạch chủ, sau đó lan trở lại qua ống tiêu hóa và cơ thể vào phần bụng đến tim để kết thúc một vòng tuần hoàn.



Hình 4.2: Sơ đồ diễn tả sự tuần hoàn máu của côn trùng trong cơ thể

+ Xoang máu

Để hỗ trợ cho sự vận chuyển của máu, khoang cơ thể được hai lớp màng (màng lưng và màng bụng) chia ra thành ba buồng gọi là xoang máu. Màng lưng được tạo thành bởi cơ alary của tim và những cấu trúc tương tự, nó ngăn cách xoang tim (pericardial senus) với xoang nội tạng (perivisceral sinus). Màng bụng luôn được bao phủ bởi những sợi thần kinh, nó ngăn cách xoang nội tạng với xoang thần kinh (perineural sinus)

c) Thành phần của máu

Khoảng 90% máu của côn trùng là huyết tương (plasma) lỏng như nước, không màu, đôi khi có màu xanh hoặc vàng lợt. So sánh với máu của động vật có xương sống, máu côn trùng có nồng độ amino axit, protein, đường và ion vô cơ cao hơn. Những loài côn trùng qua đông thường tích trữ ribulose, trehalose, hoặc glycerol trong huyết tương giúp cho máu của chúng không bị đông trong điều kiện nhiệt độ lạnh.

Khoảng 10% còn lại của thể tích máu được cấu thành bởi nhiều loại tế bào (gọi chung là hemocytes) bao gồm thực bào và thể ngoại. Ngoại trừ ở một vài loài ruồi và muỗi, máu côn trùng không có chứa hồng cầu. Sự cung cấp ô xy ở côn trùng được thực hiện trực tiếp qua hệ thống khí quản, không phải thông qua hệ thống tuần hoàn.

2.4. Hệ hô hấp

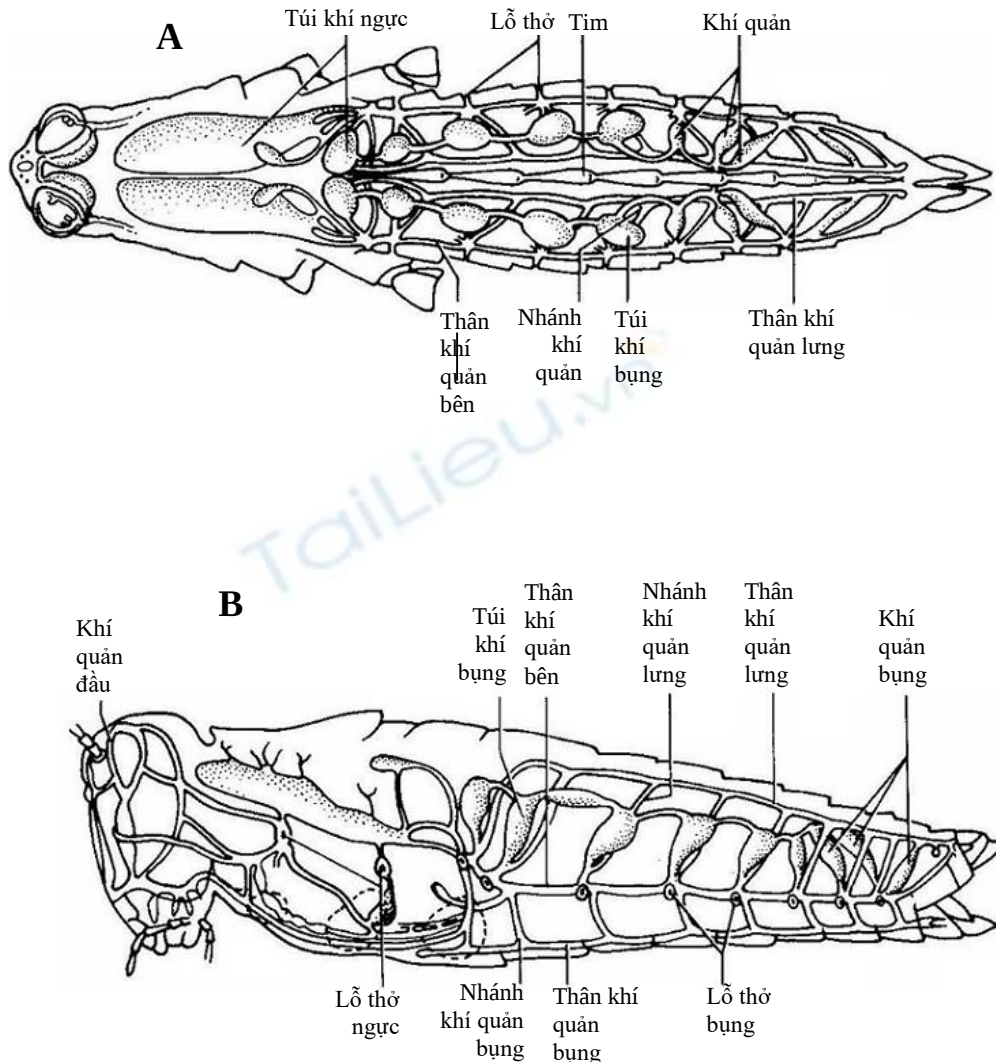
Côn trùng là nhóm sinh vật hiếu khí, chúng cần oxy từ môi trường để sống.

Hệ thống hô hấp có nhiệm vụ cung cấp đầy đủ oxy đến tất cả tế bào và loại bỏ carbon dioxide (CO_2) ra ngoài cơ thể. Khác với động vật có xương sống, hệ thống hô hấp của côn trùng tách rời với hệ thống tuần hoàn, và là một hệ thống lưới phức tạp của những ống khí quản (tracheal) có chức năng cung cấp oxy đến mọi tế bào trong cơ thể.

Không khí đi vào cơ thể côn trùng ngang qua những khe hở gọi là lỗ thở nằm dọc theo hai bên ngực và bụng của bộ xương ngoài. Ở hầu hết các loài côn trùng, mỗi cặp lỗ thở nằm trên một đốt cơ thể. Dòng không khí ra vào cơ thể côn trùng được điều chỉnh bởi 1 hay 2 van giống như nắp nằm ở gần miệng lỗ thở. Các van này được cơ điều khiển, khi cơ co lỗ thở sẽ đóng, khi cơ giãn lỗ thở sẽ mở.

Sau khi đi ngang qua lỗ thở, không khí sẽ đi vào một ống khí quản dọc gọi là thân khí quản (tracheal trunk), sau đó sẽ khuếch tán vào một lưới ống khí quản phức tạp được phân chia thành những nhánh có đường kính ngày càng nhỏ hơn vươn tới mọi bộ phận của cơ thể. Ở đầu cuối của mỗi nhánh khí quản, một tế bào đặc biệt (tế bào tracheole) cung cấp một bề mặt mỏng và ẩm ướt cho sự trao đổi khí giữa không khí và tế bào sống. Oxy trong khí quản trước tiên được hòa tan

vào trong chất lỏng của tracheole và rồi khuếch tán vào tế bào chất của một tế bào kế cận. Cùng lúc đó, CO_2 , được sản sinh như là sản phẩm thải của sự hô hấp tế bào, khuếch tán ra ngoài tế bào và cuối cùng ra khỏi cơ thể thông qua hệ thống khí quản.



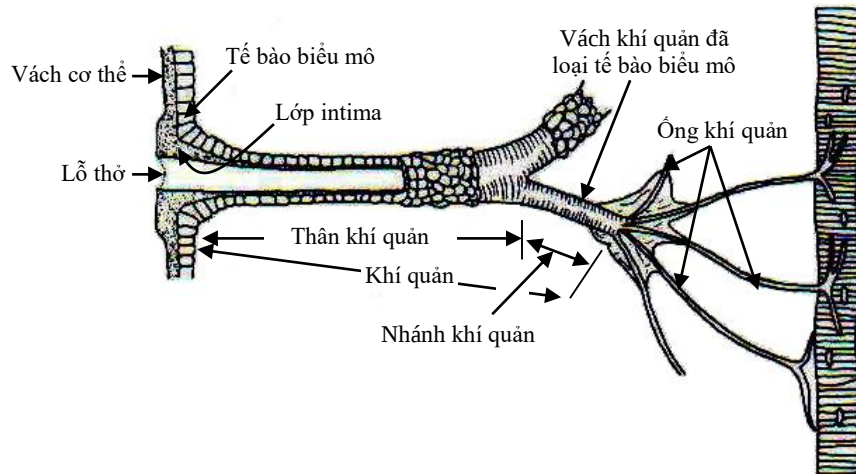
**Hình 4.3: Biểu đồ diễn tả hệ thống khí quản của côn trùng (cào cào).
(A) mặt lưng; (B) mặt bụng**

Để tránh cho ống khí quản bị xẹp dưới áp suất, một dây biểu bì mỏng (taenidia) cuộn xoắn như lò xo quanh vách màng của ống khí quản. Kiểu cấu trúc này giúp cho ống khí quản có thể uốn cong và kéo giãn mà không bị thắt lại làm cản trở sự di chuyển của luồng không khí.

Ở một vài phần của hệ thống khí quản, taenidia không hiện diện, cho phép hình thành nên những túi dạng bong bóng để tồn trữ không khí. Trong môi trường cạn khô hạn, sự cung cấp không khí tạm thời của những túi khí này giúp cho côn

trùng có thể giữ lại nước trong cơ thể bằng cách đóng các lỗ thở trong suốt giai đoạn bị sốc thoát hơi nước cao.

Những loài côn trùng sống trong nước sẽ tiêu thụ lượng không khí tồn trữ trong túi khí khi lặn, hoặc sử dụng không khí tồn trữ để điều chỉnh sự nổi. Trong giai đoạn lột xác, các túi khí phồng lên giúp cho côn trùng xé bỏ lớp vỏ cũ và mở rộng lớp vỏ mới. Giữa các lần lột xác, túi khí cung cấp khoảng trống cho cơ quan nội tạng mở rộng ra.



Hình 4.4: Hệ thống khí quản của côn trùng

a) Sự hô hấp của côn trùng sống trên cạn

Những loài côn trùng có kích thước nhỏ hô hấp hầu như chỉ dựa trên sự khuếch tán thụ động và những hoạt động vật lý cho sự vận chuyển khí trong hệ thống khí quản.

Ở những loài côn trùng lớn, hô hấp cần có sự thông hơi chủ động của hệ thống khí quản (đặc biệt khi côn trùng đang hoạt động mạnh hoặc bị sốc nhiệt độ) bằng cách đóng và mở vài lỗ thở trong khi sử dụng cơ bụng làm co giãn thể tích cơ thể. Mặc dù kiểu hoạt động này có thể giúp đẩy không khí đi dọc cơ thể theo thân khí quản, sự khuếch tán vẫn giữ vai trò quan trọng để đưa oxy đến những tế bào riêng lẻ thông qua mạng lưới ống khí quản nhỏ. Thực tế, tốc độ khuếch tán khí là một trong những yếu tố giới hạn chính (cùng với trọng lượng của bộ xương ngoài) để ngăn chặn sự phát triển kích thước quá lớn của côn trùng.

b) Sự hô hấp của côn trùng sống trong nước

Côn trùng sống trong nước cũng cần oxy vì thế chúng có những kiểu thở thích nghi với điều kiện môi trường mà chúng sinh sống. Một số kiểu thở của côn trùng thích nghi với điều kiện sống trong nước như sau:

+ *Hô hấp biểu bì (cuticular respiration)*

Nhiều loài côn trùng sống trong nước có lớp vỏ da tương đối mỏng cho phép oxy và CO_2 thấm qua. Sự khuếch tán khí ngang qua vách cơ thể này có thể cung cấp đủ lượng oxy đối với những loài có yêu cầu trao đổi chất thấp và ít hoạt động, đặc biệt ở những loài sống nội ký sinh hoặc trong những dòng nước lạnh và chảy nhanh, nơi có lượng oxy hòa tan nhiều.

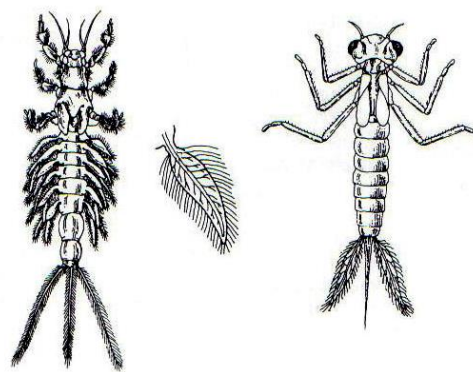
Ấu trùng tuổi nhỏ của những loài ong ký sinh họ Braconidae và Ichneumonidae (Hymenoptera) có lỗ thở đóng kín cho đến khi trưởng thành và sẵn sàng rời khỏi thân ký chủ. Trong suốt thời gian ký sinh, ấu trùng của những loài ong này hô hấp chủ yếu dựa vào sự khuếch tán oxy, cả ở dạng hòa tan hoặc khí, trong thân ký chủ qua biểu bì ở phần ruột sau của chúng.

Côn trùng có kích thước lớn, hoạt động nhiều hoặc sống ở những vùng nước thiếu ô xy cần những kiểu hô hấp khác để bổ trợ cho sự hô hấp biểu bì.

+ *Hô hấp bằng mang sinh học*

Mang sinh học là một cơ quan có chức năng chuyển oxy hòa tan trong nước vào bên trong cơ thể sinh vật bằng sự khuếch tán.

Ở côn trùng, mang là sự phát triển ra ngoài của hệ thống ống khí quản, chúng được bao phủ bởi một lớp biểu bì mỏng cho phép cả oxy và CO_2 thấm qua. Ở ấu trùng của chuồn chuồn và phù du, mang có dạng hình lá nằm ở hai bên bờ hoặc phía sau của bụng. Sự quạt của mang giúp cho chúng tiếp xúc với lượng nước thay đổi liên tục. Ở nhóm ruồi đá (Plecoptera) và những loài thuộc bộ Tricoptera, mang là dạng sợi mảnh nằm ở vùng ngực và bụng.



Hình 4.5: Mang sinh học của côn trùng

Mang của ấu trùng chuồn chuồn khác hơn của những loài côn trùng sống dưới nước khác do một phần của chúng nằm bên trong ruột thẳng (nên được gọi là mang ruột thẳng). Nước được vận chuyển vào ra hậu môn nhờ lực co bóp của cơ bụng để giúp cho mang có thể trao đổi khí. Cơ cấu mang ruột thẳng này còn

giúp tạo nên lực đẩy phản lực đưa côn trùng lao nhanh về phía trước trong trường hợp chạy trốn kẻ thù.

+ *Hô hấp bằng ống thở*

Nhiều loài côn trùng sống trong nước lấy không khí trực tiếp từ bề mặt thông qua những ống thở (thường gọi là xi-phông), hoạt động tương tự như ống thở của những người thợ lặn. Ấu trùng của muỗi (Culicidae) là một ví dụ của côn trùng hô hấp bằng ống thở. Ống thở là sự kéo dài ra của lỗ thở ở phía sau với miệng của ống được bảo vệ bởi một vòng lông phủ chất chống thấm nước. Nơi bề mặt tiếp xúc giữa nước và không khí, những lông chống thấm nước sẽ phá vỡ sức căng bề mặt giúp cho ống thông với không khí. Khi côn trùng lặn, áp lực của nước sẽ ép những lông chống thấm nước xếp chặt lại với nhau, đóng ống thở, ngăn không cho nước đi vào. Ấu trùng của bộ cạp nước (Hemiptera: Nepidae) và dòi đuôi chuột (Diptera: Syrphidae) cũng là những loài côn trùng sống trong nước và có kiểu hô hấp ống thở này.

Trường hợp khác, ấu trùng của loài ruồi ký sinh *Cryptochaetum iceryae* (Diptera: Cryptochaetidae) sử dụng hai sợi đuôi dài bên trong có chứa khí quản mắc vào ống khí quản của ký chủ. Oxy khuếch tán trong khí quản của ký chủ sẽ đồng thời khuếch tán vào khí quản trong đuôi của chúng.

Rất nhiều loài thực vật thủy sinh có ống hoặc khoảng rỗng trong thân để tồn trữ oxy, một vài loài côn trùng điển hình là ấu trùng của muỗi *Mansonia* spp. (Diptera: Culicidae) đâm ống thở của chúng vào trong những túi khí này để lấy oxy mà không cần phải nổi lên mặt nước để thở.



A

B

Hình 4.6: Kiểu hô hấp bằng ống thở của ấu trùng (A) *Culiseta* sp. và (B) *Mansonia* sp

+ *Hô hấp bằng bong bóng khí*

Vài loài côn trùng như niềng niềng (Coleoptera: Dytiscidae) mang theo một bong bóng không khí khi lặn dưới mặt nước. Những bong bóng khí này có thể được giữ ở bên dưới cánh cứng (elytra) hoặc ở những vùng lông cơ thể chuyên biệt, và nằm phủ ngay bên trên một hay nhiều lỗ thở giúp chúng có thể thở được trong khi lặn.

Bong bóng khí chỉ có thể cung cấp ô xy cho côn trùng trong một thời gian ngắn. Nhờ vào tính chất vật lý của sự khuếch tán chủ động, bong bóng khí có thể lấy thêm oxy hoà tan từ trong nước, bong bóng khí càng lớn sự khuếch tán này càng mạnh. Tuy nhiên, do nitơ lại khuếch tán từ bong bóng ra ngoài làm giảm diện tích bề mặt của bong bóng, đồng thời làm giảm tốc độ khuếch tán của oxy, nên sự bù đắp của oxy khuếch tán từ môi trường nước là không đủ so với sự hô hấp của côn trùng. Khi bong bóng khí trở nên quá nhỏ không còn cung cấp đủ lượng oxy cho quá trình hô hấp, côn trùng phải nổi lên mặt nước để tạo một bong bóng mới.

+ *Hô hấp bằng yếm (plastrons)*

Yếm là một sự sắp xếp đặc biệt của những sợi lông chống thấm nước cứng có nhiệm vụ tạo nên một khoảng không nằm sát cơ thể. Không khí được giữ trong yếm hoạt động như một mang vật lý (tương tự như bong bóng khí), nhưng vùng không gian này không bị co lại nhờ các lông chống thấm nước. Khi côn trùng tiêu thụ oxy tạo nên sự thiếu hụt áp lực một phần bên trong yếm. Do thể tích của khoảng không trong yếm là không đổi nhờ những lông chống thấm nước, sự thiếu hụt oxy sẽ được điều chỉnh bằng sự khuếch tán của oxy hòa tan vào trong yếm. Thêm vào đó, sự khuếch tán của nitơ từ khoảng không của yếm ra ngoài cũng được đền bù bởi oxy hòa tan trong nước, do khả năng hòa tan của nitơ trong nước thấp hơn oxy rất nhiều. Sự trao đổi giữa oxy và nitơ giúp cho hằng số thể tích của khí trong yếm dần dần trở nên giàu oxy và đảm bảo đủ cho sự hô hấp của côn trùng.

Hằng số thể tích của khoảng không khí của yếm giúp cho côn trùng có thể sống trong nước mà không cần phải nổi lên bề mặt để trao đổi khí. Hô hấp bằng yếm gặp ở côn trùng thuộc họ Elmidae (Coleoptera). Yếm thường quan sát được trong nước như là một lớp màng mỏng màu trắng bạc do không khí bao phủ một phần bề mặt cơ thể.

+ *Hồng huyết cầu (hemoglobin)*

Hemoglobin là sắc tố hô hấp có nhiệm vụ chuyên chở oxy. Mặc dù là một thành phần thiết yếu trong máu người, nhưng hemoglobin hiện diện ở rất ít loài côn trùng và gần như chỉ hiện diện ở ấu trùng của một vài loài thuộc họ Chironomidae (Diptera). Những loài côn trùng có chứa hemoglobin thường sống

trong bùn sâu của những hồ hoặc suối nơi mà hàm lượng oxy hòa tan thấp. Trong điều kiện thông khí thông thường hemoglobin liên kết và tồn trữ oxy. Khi điều kiện trở nên yếm khí hemoglobin sẽ giải phóng oxy cho tế bào và mô của cơ thể. Sự cung cấp oxy này chỉ có thể kéo dài trong khoảng vài phút đủ để cho côn trùng di chuyển đến vùng nước có nhiều oxy.

2.5. Hệ bài tiết

Bộ máy bài tiết có cấu tạo phức tạp gồm các cơ quan và các tuyến khác nhau, chia thành hai nhóm với hai nhiệm vụ khác nhau:

- Bài tiết ngoại tiết: thải các chất cặn bã.
- Bài tiết nội tiết: tiết ra các chất có ý nghĩa khác nhau đối với cơ thể. Các chất này có thể tiết vào máu hoặc ra bên ngoài cơ thể.

2.6. Hệ thần kinh

Côn trùng có một hệ thống thần kinh trung ương tương đối đơn giản gồm não nằm ở phía trên (lưng) của đầu, chuỗi hạch thần kinh thực quản phụ và chuỗi thần kinh bụng bao chạy dọc theo vùng giữa lưng và bụng. Các hạch thần kinh trong mỗi đốt được liên kết với nhau bởi một sợi thần kinh trung gian ngắn gọi là commissure. Các hạch thần kinh giữa các đốt kế cận được liên kết với nhau bằng những liên kết giữa đốt (intersegmental connectives).

Não côn trùng: là một phức hợp của 6 (3 cặp) hạch thần kinh hợp lại với nhau nằm trong đầu về phía lưng. Mỗi phần của não kiểm soát một phổ giới hạn của những hoạt động trong cơ thể côn trùng (Hình 3.4).

- Não trước (protocerebrum): là cặp hạch đầu tiên tính từ mặt lưng (trên) của đầu liên quan với hệ thống thị giác. Não trước kiểm soát hoạt động của mắt kép và mắt đơn.

- Não giữa (deutocerebrum): cặp hạch thứ hai nằm ngay dưới não trước có nhiệm vụ xử lý những thông tin thụ cảm thu thập được từ râu đầu.

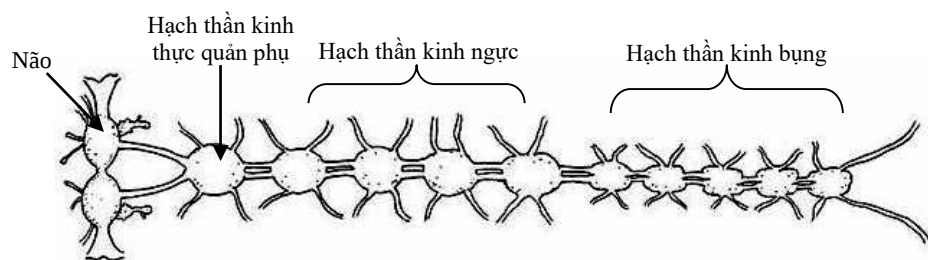
- Não sau (tritocerebrum): cặp hạch thứ ba nằm ngay dưới não giữa kiểm soát sự vận động của môi trên và hợp nhất với những thông tin thụ cảm được đưa vào từ não trước và não giữa. Não sau cũng là phần liên kết với sợi thần kinh bụng và chuỗi hạch thần kinh ruột trước có nhiệm vụ kiểm soát sự vận động của các cơ quan nội tạng.

Nằm ngay phía dưới não và thực quản (mặt bụng của đầu) là chuỗi hạch thần kinh thực quản phụ (subesophageal ganglion), một phức hợp của những hạch liên kết. Chuỗi hạch thần kinh thực quản phụ không chỉ kiểm soát sự hoạt động của

hàm trên, hàm dưới và môi dưới, mà còn kiểm soát sự hoạt động của hầu, tuyến nước bọt và hệ cơ của cổ.

Bên trong ngực, 3 cặp hạch thần kinh ngực (một vài trường hợp hợp nhất lại với nhau) kiểm soát sự vận động của chân, cánh, cơ ngực và những cơ quan thụ cảm. Tương tự, ở vùng bụng thì những hạch thần kinh bụng kiểm soát sự vận động của hệ cơ bụng. Lỗ thở ở cả vùng ngực và bụng được kiểm soát bởi một đôi dây thần kinh bên của mỗi hạch thần kinh đốt (hoặc do những sợi thần kinh trung gian bụng phân nhánh tới mỗi bờ của cơ thể. Một cặp hạch thần kinh ở cuối bụng (thường hợp nhất lại để hình thành hạch đuôi) kiểm soát sự vận động của hậu môn, bộ phận sinh dục trong và ngoài, và những cơ quan thụ cảm (như đuôi) nằm ở cuối bụng.

Cơ quan nội tạng của côn trùng được kiểm soát bởi hệ thống thần kinh ruột trước (stomodaeal nervous system). Một cặp dây thần kinh trán mọc gần gốc của não sau nối não với hạch trán trên vách phía trước của thực quản. Chuỗi hạch thần kinh này kiểm soát sự vận động của hầu và cơ liên quan với sự nuốt. Một sợi thần kinh quay (recurrent nerve) chạy dọc theo bề mặt lưng phía trước của ruột trước nối chuỗi hạch trán với chuỗi hạch hypocerebrum (chuỗi hạch kiểm soát sự hoạt động của tim, corpora cardiaca và một phần của ruột trước). Dây thần kinh dạ dày (gastric nerve) mọc lên từ chuỗi hạch hypocerebrum chạy sau chuỗi hạch ingluvium trong phần bụng (kiểm soát sự hoạt động của ruột sau).



Hình 4.7: Hệ thống thần kinh trung ương tổng quát của côn trùng

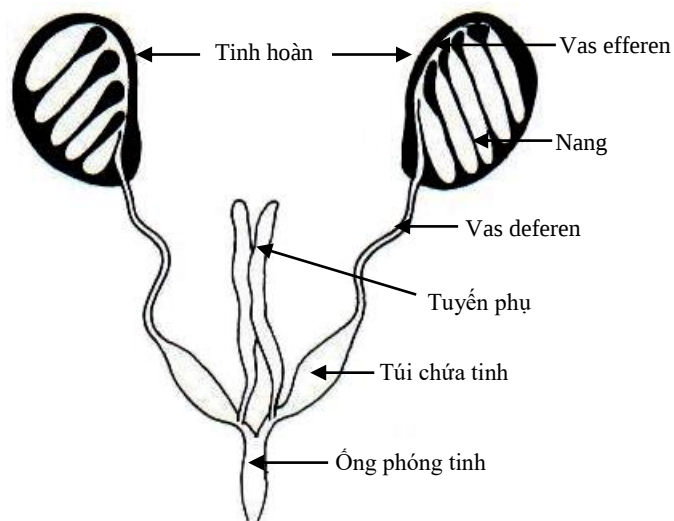
2.7. Hệ sinh dục

Côn trùng có cơ quan sinh sản tương tự trong cả cấu trúc và chức năng với nhóm động vật có xương sống: Tinh hoàn ở con đực sản sinh ra tinh và buồng trứng ở con cái sản sinh ra trứng. Hai loại giao tử này là đơn bội và đơn bào, nhưng trứng luôn có kích thước lớn hơn tinh trùng rất nhiều.

Hầu hết côn trùng sinh sản hữu tính, trứng của con cái kết hợp với tinh trùng của con đực để tạo thành hợp tử lưỡng bội. Tuy nhiên, kiểu sinh sản đơn tính (vô tính) cũng hiện diện ở một số loài côn trùng, cá thể được phát triển từ trứng không thụ tinh. Một vài loài côn trùng lại có kiểu vừa sinh sản hữu tính vừa sinh sản vô tính (không phải tất cả các thể hệ đều có con đực).

a) Cơ quan sinh dục đực

Hệ thống sinh sản ở côn trùng đực bao gồm một cặp tinh hoàn nằm ở gần cuối bụng. Mỗi tinh hoàn lại được chia thành những đơn vị chức năng gọi là nang (follicles) nơi tinh trùng được trực tiếp sản xuất. Mỗi một tinh hoàn điển hình có thể chứa hàng trăm nang, nằm ở vị trí song song với tinh hoàn còn lại. Gần điểm cuối của nang về phía lưng có một nhóm tế bào mầm (spermatogonia) được phân chia bởi quá trình phân bào nguyên nhiễm (mitosis) và gia tăng kích thước để tạo thành những khoang chứa tinh (spermatocytes). Khoang chứa tinh bị đẩy về phần gốc của nang do những tế bào mầm ở phía sau tiếp tục phân chia. Mỗi spermatocyte trải qua quá trình phân bào giảm nhiễm (meiosis) tạo thành 4 tinh tử (spermatid) đơn bội phát triển thành 4 tinh trùng (spermatozoa) thành thực ở bên trong nang.



Hình 4.8: Cơ quan sinh dục đực của côn trùng

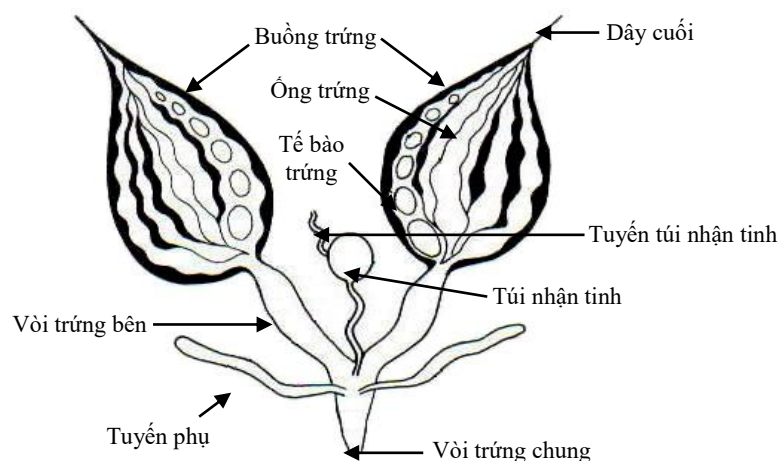
Tinh trùng thành thực đi ra khỏi tinh hoàn thông qua những ống ngắn (vasa efferentia), và được tập trung và tồn trữ trong những túi tinh dịch (seminal vesicles) thường nhỏ hơn phần mở rộng của ống dẫn (vasa). Một loại ống dẫn tương tự (vasa deferentia) đi ra ngoài túi chứa tinh dịch hợp với một ống ở gần đoạn giữa của cơ thể tạo thành một ống phóng tinh đưa tinh trùng ra ngoài ngang qua bộ phận bắt cặp của con đực gọi là dương cụ (aedeagus).

Có ít nhất một cặp tuyến kèm theo hệ thống sinh sản của côn trùng đực bằng những ống dẫn ngắn (một số ống nối với tinh hoàn và túi chứa tinh dịch, một vài ống nối với dương cụ). Những tuyến này có hai nhiệm vụ chính là:

- Sản xuất ra tinh dịch, một loại môi trường lỏng để giữ và nuôi dưỡng tinh trùng thành thực trong giai đoạn chúng ở trong hệ thống sinh dục của côn trùng đực.
- Sản xuất bó sinh tinh (spermatophores), một cấu trúc dạng túi (gần như được cấu tạo bởi protein) bọc và bảo vệ tinh trùng khi chúng được đưa vào cơ thể con cái trong suốt thời gian bắt cặp.

b) Cơ quan sinh dục cái

Hệ thống sinh dục của côn trùng cái bao gồm một cặp buồng trứng (ovaries). Khi côn trùng ở vào giai đoạn sinh sản, buồng trứng sẽ phồng lên do sự phát triển của trứng, và có thể gần như lấp đầy khoang bụng. Mỗi buồng trứng được chia thành rất nhiều những đơn vị chức năng gọi là ống trứng (ovarioles) là nơi trực tiếp sản xuất trứng. Gần đoạn cuối về phía lưng của mỗi ống trứng có một nhóm tế bào mầm gọi là túi noãn (oogonia). Túi noãn được phân chia bởi quá trình phân bào nguyên nhiễm (mitosis) tạo thành những noãn bào (öocytes). Trong suốt tiến trình sinh trứng, túi noãn được sản xuất đều đều trong mỗi ống trứng. Những túi noãn được sản xuất trước sẽ bị đẩy về phía gốc của ống trứng bởi những túi noãn được sản xuất sau. Mỗi túi noãn trải qua quá trình phân bào giảm nhiễm để tạo thành 1 trứng và 3 thể cực (polar bodies). Những thể cực sau đó có thể bị phân hủy hoặc đi theo trứng như là những tế bào nuôi dưỡng (nurse cells). Khi trứng phát triển sẽ di chuyển xuống ống trứng và gia tăng kích thước bởi sự hấp thu noãn hoàn (được cung cấp bởi những tế bào nuôi dưỡng hoặc những tế bào đi kèm lân cận). Như vậy, mỗi ống trứng chứa một chuỗi trứng đang thành thực dần, trứng phía trước lớn hơn trứng ở ngay phía sau nó. Ngay thời điểm trứng đi đến gốc của ống trứng, nó đạt kích thước đầy đủ, thường lớn hơn khoảng 100.000 lần so với túi noãn.



Hình 4.9: Cơ quan sinh dục cái của côn trùng

Trứng thành thực sẽ đi ra khỏi túi trứng bằng những vòi trứng bên (lateral oviducts). Ở gần đoạn giữa của cơ thể những vòi trứng bên này sẽ hợp lại thành một vòi trứng chung đổ vào một buồng chứa gọi là túi copulatrix. Một hoặc nhiều hơn một cặp tuyến đi kèm theo hệ thống sinh dục của côn trùng cái có nhiệm vụ cung cấp chất nhờn cho hệ thống sinh dục và tiết ra một loại chất giàu protein để làm lớp màng đệm (chorion) bao xung quanh trứng. Những tuyến này luôn nối với ống trứng chung và túi copulatrix bằng những ống dẫn nhỏ.

Trong quá trình bắt cặp, con đực sẽ gởi những bó sinh tinh của nó vào trong túi copulatrix của con cái. Nhu động co giãn sẽ đẩy bó sinh tinh vào trong túi nhận tinh (spermatheca), một buồng dạng túi dùng để tồn trữ tinh trùng của con cái. Tinh trùng có thể sống trong túi nhận tinh đến vài tuần lễ, vài tháng, thậm chí vài năm.

Trong giai đoạn rụng trứng (ovulation), mỗi trứng sẽ đi ngang qua khe hở của túi nhận tinh và kích thích sự phóng thích của một vài tinh trùng lên bề mặt của trứng. Tinh trùng thâm nhập vào trứng thông qua một khe hở (lỗ) đặc biệt trên vỏ trứng. Sự thụ tinh xảy ra ngay sau khi nhân của một tinh trùng kết hợp với nhân của trứng. Sự đẻ trứng (oviposition) luôn luôn xảy ra ngay sau sự thụ tinh. Khi tiến trình này kết thúc, trứng sẽ bước vào giai đoạn phát triển phôi.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Đặc điểm của bộ máy tiêu hóa ở côn trùng?
2. Trình bày cấu tạo và hoạt động của hệ tuần hoàn ở côn trùng?
3. Ý nghĩa của việc nghiên cứu giải phẫu côn trùng?

CHƯƠNG 5

SINH VẬT HỌC CÔN TRÙNG

Giới thiệu:

Sinh vật học nghiên cứu về các hình thức sinh sản, cơ chế và đặc điểm của các quá trình diễn ra từ giai đoạn trứng đến khi chết của côn trùng, sự sinh trưởng phát dục và các tập tính sinh sống của côn trùng giúp chúng có thể tồn tại được trong tự nhiên.

Mục tiêu:

Kiến thức:

- + Trình bày được các hình thức sinh sản và các kiểu biến thái của côn trùng.
- + Trình bày được các đặc điểm về dòng sinh lý, tính kháng thuốc, pheromone và vai trò của côn trùng trong sự cân bằng sinh học trong tự nhiên.

Kỹ năng:

- + Phân biệt các hình thức sinh sản của côn trùng.
- + Xác định các giai đoạn của côn trùng trong quá trình biến thái.
- + Nhận diện các dạng nhộng, các dạng ấu trùng.

Năng lực tự chủ và trách nhiệm: có tinh thần học tập, chủ động học hỏi, có phương pháp làm việc khoa học, sáng tạo và luôn cập nhật thông tin.

1. Các phương thức sinh sản ở côn trùng

Có thể nói rằng côn trùng là lớp sinh vật có phương thức sinh sản đa dạng nhất trong giới động vật.

1.1. Sinh sản hữu tính

Đây là kiểu sinh sản phổ biến nhất của côn trùng. Trong hình thức sinh sản này, con cái và con đực bắt cặp với nhau, sau đó trứng được thụ tinh trong ống dẫn trứng (khi đi ngang qua túi chứa tinh) để trở thành hợp tử và phát triển thành cá thể con.

1.2. Sinh sản đơn tính

Ở hình thức sinh sản này trứng không cần thụ tinh vẫn có thể phát triển thành cá thể mới như ở một số loài thuộc họ ong mật (Apidae) trứng được thụ tinh sẽ nở thành ong thợ (ong cái không có khả năng phát dục) hoặc ong chúa (ong cái có khả năng phát dục); một tỉ lệ nhỏ trứng không thụ tinh sẽ nở thành ong đực. Ngược lại, ở một số loài ruồi (Diptera), bộ cánh cứng (Coleoptera) và rầy (Homoptera) trứng không thụ tinh lại nở thành con cái.

1.3. Sinh sản hữu tính và đơn tính xen kẽ có tính chu kỳ

Đây là một phương thức sinh sản đặc biệt do hai phương thức sinh sản hữu tính và đơn tính xen kẽ nhau có tính chất chu kỳ. Ở một số loài rầy mềm họ Aphididae sau một số lần sinh sản đơn tính sẽ có một lần sinh sản hữu tính. Ngoài ra ở một số loài, sau một lần sinh sản hữu tính là một lần sinh sản đơn tính.

1.4. Hiện tượng thai sinh

Hầu hết các loài côn trùng đẻ trứng, nhưng một số loài đẻ con (thai sinh). Hiện tượng thai sinh thường gặp ở những loài thuộc họ rầy mềm (Aphididae) và tổng họ rệp sáp (Coccidae) bộ Homoptera, họ ruồi ký sinh (Tachinidae) và họ ruồi nhà (Muscidae) bộ Diptera, bộ cánh tơ (Thysanoptera), và một số loài thuộc bộ cánh cứng (Coleoptera).

1.5. Hiện tượng đa phôi

Là hiện tượng từ một trứng thụ tinh, hợp tử có thể phân chia để phát triển thành 2 hay nhiều cá thể mới. Hiện tượng này thường gặp ở các loài ong ký sinh (wasp) thuộc họ ong nhỏ (Chalcidae), họ ong nhỏ không mạch cách (Proctotrupidae), họ ong kén nhỏ (Brachonidae), họ ong cự (Ichneumonidae) và họ ong nhảy nhỏ (Encyrtidae) thuộc bộ cánh màng (Hymenoptera).

Số lượng cá thể được sinh ra từ một trứng phát dục tùy theo loài, ở một vài loài thuộc họ ong nhảy nhỏ Encyrtidae, từ một trứng có thể hình thành nên hơn 1.000 cá thể.

1.6. Hiện tượng sinh sản tiền trưởng thành

Là hiện tượng ấu trùng phát dục và sinh sản không thông qua sự thụ tinh. Hiện tượng này được tìm thấy ở một vài loài thuộc bộ cánh cứng (Coleoptera), bộ cánh vẩy (Strepsiptera), họ muỗi năn (Cecidomyiidae) bộ hai cánh (Diptera) và họ Psychidae bộ cánh vẩy (Lepidoptera).

Ở họ muỗi năn, khi điều kiện thức ăn dồi dào ấu trùng sẽ mang thai và sinh con bên trong cơ thể chúng, ấu trùng con sẽ ăn thịt ấu trùng mẹ để thoát ra ngoài. Khi nguồn thức ăn không còn dồi dào nhóm côn trùng này sẽ chuyển sang phương thức sinh sản hữu tính thông thường.

2. Sự biến thái của côn trùng

Sự biến thái là một tiến trình sinh học, trong đó côn trùng thay đổi “hình thái” bao gồm hình dạng, kích thước, màu sắc bên ngoài cũng như những cấu tạo sinh lý bên trong, qua các giai đoạn phát triển từ ấu trùng cho đến trưởng thành. Ở rất nhiều loài côn trùng, mỗi giai đoạn của biến thái thường đi kèm với sự thay đổi về nơi cư trú, hành vi và tập quán sinh sống. Sự biến thái của côn trùng cơ bản chịu sự kiểm soát của não và hệ thống nội tiết.

2.1. Các kiểu biến thái

Dựa vào kiểu thay đổi hình thái người ta chia côn trùng ra làm bốn nhóm: không biến thái (ametabola); biến thái không hoàn toàn gồm biến thái dần dần (paurometabola) và biến thái một nửa (hemimetabola); biến thái hoàn toàn (holometabola).

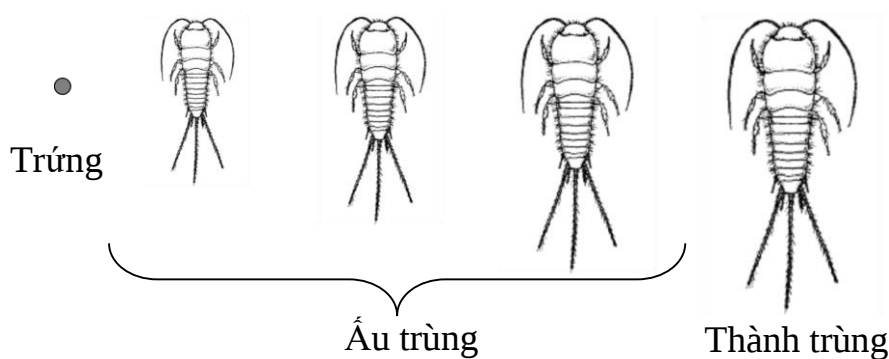
a) Côn trùng không biến thái:

Vòng đời của côn trùng thuộc nhóm này trải qua 3 giai đoạn chính: trứng, ấu trùng và thành trùng.

- Sự chuyển đổi từ ấu trùng sang thành trùng xảy ra dần dần với nhiều lần lột xác. Ấu trùng có hình dạng rất giống với thành trùng, trừ kích thước và chức năng của bộ phận sinh dục ngoài. Có tính ăn giống nhau, nên có thể tìm thấy cả 3 giai đoạn của côn trùng thuộc nhóm này ở một nơi cư trú.

- Khác với những côn trùng khác, côn trùng thuộc nhóm không biến thái vẫn còn lột xác ở giai đoạn thành trùng. Thêm vào đó, thành trùng cái lột bỏ túi chứa tinh sau mỗi lần lột xác nên chúng phải thụ tinh nhiều lần trong thời gian trưởng thành.

- Gặp ở nhóm côn trùng nguyên thủy không cánh (Apterygota) gồm các bộ Collembola, Thysanura, Diplura, Protura.



Hình 5.1: Sự phát triển của côn trùng không biến thái

b) Côn trùng biến thái không hoàn toàn:

Vòng đời của côn trùng thuộc nhóm biến thái không hoàn toàn chỉ trải qua ba giai đoạn chính: trứng, ấu trùng và thành trùng.

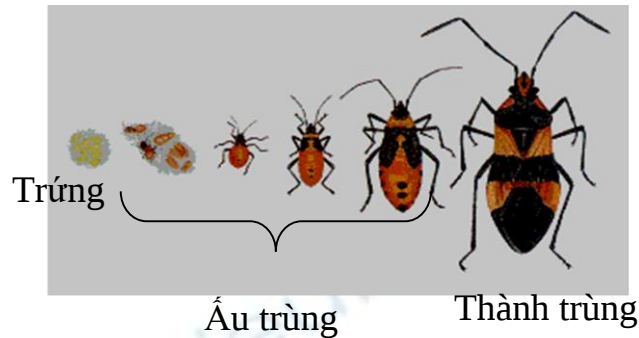
- Nhóm côn trùng biến thái dần dần:

- + Ấu trùng (nymph) có hình dạng tương tự như thành trùng, nhưng chưa có cánh và bộ phận sinh dục ngoài hoàn chỉnh.

+ Ấu trùng có thể có màu sắc khác với thành trùng như ở nhóm bộ xít (Hemiptera). Mầm cánh thường xuất hiện ở ấu trùng tuổi lớn. Ấu trùng và thành trùng có tính ăn giống nhau.

+ Cả trứng, ấu trùng và thành trùng có thể được tìm thấy ở cùng nơi cư trú.

+ Gặp ở các bộ cánh thẳng (Orthoptera) và cánh nửa cứng (Hemiptera).



Hình 5.2: Sự biến thái dần dần của bộ xít (Hemiptera)

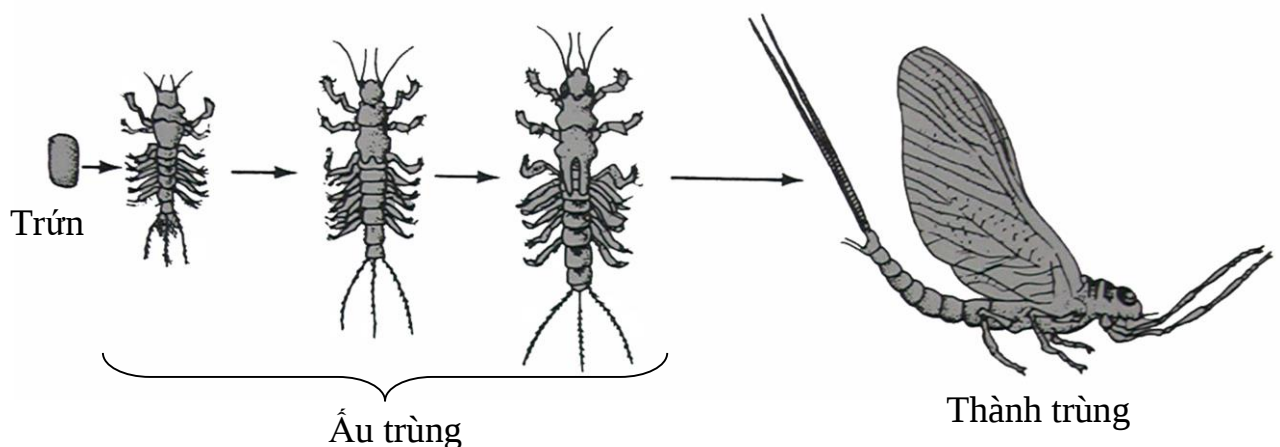
- Nhóm côn trùng biến thái một nửa:

+ Ấu trùng (naiad) có hình dạng khác hoàn toàn với thành trùng, có mang mầm cánh ngoài, có thể có mang (tracheal gill) để giúp chúng sống trong nước.

+ Côn trùng thuộc nhóm này thường đẻ trứng gần mặt nước, ấu trùng sống và phát triển trong nước.

+ Ấu trùng và thành trùng có tính ăn và nơi cư trú rất khác nhau.

+ Gặp ở các bộ Odonata, Ephemeroptera và Plecoptera.



Hình 5.3: Sự biến thái một nửa của phù du (Ephemeroptera).