الفصل الرابع عشر

أعضاء الإخراج

The Excretory System

● أنابيب ملبيجي ● البول ● التخلص من حمض البوليك ● الأجسام الدهنية ● الأجسام الكلوية

تعد أنابيب ملبيجي Malpighian tubules من أعضاء الإخراج الرئيسة في الحشرات. يشاركها في ذلك بعض الأنسجة الأخرى مثل الأجسام الدهنية Fat bodies والأجسام الكلوية Nephrocytes وجدار الجسم Integument في بعض الحشرات، وكذلك القناة الهضمية الوسطى في ذوات الذنب القافزة Collembola (عند تخلصها من الغشاء المبطن للمعدة Peritophic membrane).

ويقصد بالإخراج التخلص من مخلفات الأيض (التمثيل الغذائي) خاصة النيتروجينية منها وكذلك حفظ التوازن بين الأملاح والماء (Maddrell, 1971, Stobbart and Shaw 1974). يعمل جهاز الإخراج على تخليص الدم من هذه المخلفات بالإضافة إلى إعادة امتصاص المواد التي يحتاجها الجسم وتكون قد مرت إلى أجهزة الإخراج معها.

أنابيب ملبيجي

Malpighian Tubules

هي أنابيب أسطوانية طويلة غالبًا، أعورية الطرف، ترتبط بالجزء الخلفي من الجهاز الهضمي في نقطة اتصال القناتين الوسطى والخلفية (شكل رقم ٣٠). وهي توجد عادة في أزواج. يشذ عن ذلك البعوض الذي له خمس أنابيب فقط ويختلف

عددها في الحشرات المختلفة ولكنه يتراوح بين اثنين في بعض أنواع البق الدقيقي Coccids ويصل إلى ٢٥٠ أو أكثر في حشرات أخرى (Romoser, 1981) وتوجد أنابيب ملبيجي في جميع الحشرات ما عدا ذوات الذنب القافزة Collembola وأنواع المن (Aphididae, Homoptera).

ومن الناحية التشريحية يحاط تجويف كل أنبوبة بطبقة واحدة من ٣ـ٨ خلايا طلائية كبيرة الحجم نسبيًا وذات أنوية كبيرة، ويوجد على جدران هذه الخلايا من الخارج والداخل نتوءات دقيقة تظهر على شكل أهداب. وتحاط الخلايا من الخارج بغشاء قاعدي رقيق. (شكل رقم ٤٨ـ ا، ب، جـ) قد توجد خارجه طبقة عضلية رقيقة تسمح بحركة دودية خفيفة لهذه الأنابيب. وتستطيع الخلايا الطلائية أن تمتص المخلفات الموجودة بالدم ودفعها إلى فراغ الأنبوبة ومنها إلى مؤخر القناة الهضمية لتخرج مع براز الحشرة.

قد تكون الأطراف الحرة لهذه الأنابيب سائبة في فراغ الجسم ومغمورة بالدم أو تلتصق بجدار القناة الهضمية الخلفية عن طريق نسيج رابط يغلف المستقيم. وتعرف في هذه الحالة بالأنابيب الملتصقة Cryptonephridial tubes كما في معظم حشرات رتبة حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة. (Saini, 1964) (شكل رقم ٤٨ ـ د).

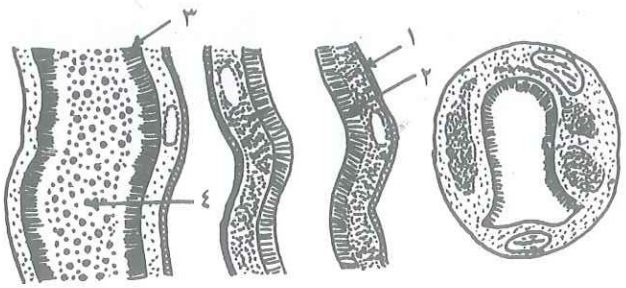
البـــول

Urine

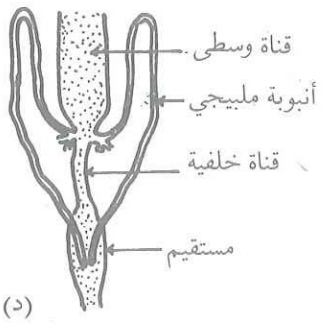
هو أهم منتجات أنابيب ملبيجي التي توجد في الجزء الخلفي من القناة الهضمية. ومن صفاته مايلي:

القـــوام

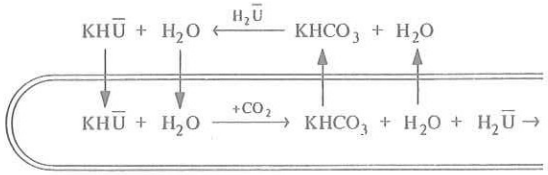
يختلف تبعًا لنسبة الماء في غذاء الحشرة. ففي الحشرات التي تمتص عصارة النبات أو الدم يكون قوامه مائيًا. أما في بق الفراش *Cimex lectularius*. الذي قد يعيش لعدة أسابيع دون أن يتناول جرعة من الدم فإن البول فيه يكون على شكل كتلة عجينية تجف على شكل مسحوق أصفر ويكون البول جافًا تمامًا في الحشرات التي تتغذى على غذاء جاف مثل خنافس الحبوب المخزونة. (Romoser, 1981).



(ا) (ب) (جـ)



(د)



(هـ)

شكل رقم (٤٨). أنابيب ملبيجي:

(ا) قطاع عرضي في أنبوبة ملبيجي ليرقة من رتبة ذات الجناحين.

(ب) قطاع طولي في الجزء الطرفي من الأنبوبة.

(جـ) قطاع طولي في الجزء السفلي من الأنبوبة.

١ـ غشاء قاعدي. ٢ـ حافة مهدبة. ٣ـ حافة مشطية. ٤ـ كرات حمض البوليك.

(د) أنابيب ملبيجي ملتصقة بالمستقيم.

(هـ) طريقة التخلص من حمض البوليك.

(ا، ب، جـ، هـ، عن: خليفة، ١٩٨٦م)

(د/ عن: Romoser, 1981)

التأثير

يختلف باختلاف نوع الغذاء.

التركيب الكيميائي

يتأثر بعاملين هما: المواد الموجودة في الغذاء بدرجة تفوق حاجة الجسم، بالإضافة إلى المواد التي تنتج أثناء عملية التحول الغذائي.

يتركب البول عمومًا من إفرازات نيتروجينية (أمونيا حموض أمينية، وقليل من اليوريا وحمض يوريك) وأكسلات كالسيوم، وأصباغ، وحمض سليسيليك، وماء (Richards and Davies, 1977a).

التخلص من حمض البوليك

Elimination of Uric Acid

تتجمع المواد النيتروجينية الناتجة عن عمليات التحول الغذائي Metabolism للبروتينات والحموض الأمينية والحمض النووي Nucleic acid في الدم. وتعتبر هذه المواد عديمة القيمة بالنسبة للحشرة بل إنها قد تكون سامة لها. ولذلك كان لابد من إخراجها أو تخزينها مؤقتًا في أنسجة أخرى حتى يتم التخلص منها نهائيًا.

ويعد حمض البوليك Uric acid المركب الأساسي لهذه المواد. ويمثل أكثر من ٨٠٪ من المواد النيتروجينية التالفة في البول في معظم الحشرات الأرضية. وهو لا يحتاج إلا لكميات ضئيلة من الماء للتخلص منه.

تقوم أنابيب ملبيجي بتخليص الدم من حمض البوليك الذي يوجد فيه بتركيز منخفض. وحيث إن حمض البوليك غير قابل للذوبان في الماء فإنه يتحد مع أملاح الصوديوم والبوتاسيوم القاعدية التي توجد في الدم ويتكون يورات صوديوم أو يورات بوتاسيوم.

وحيث إن يورات الصوديوم أو البوتاسيوم قابلة للذوبان في الماء فإن خلايا الجزء الطرفي من أنابيب ملبيجي تمتصها بعد ذوبانها في الماء ثم تعاود طردها داخل تجويف أنبوبة ملبيجي. إذ تقوم الخلايا الهدبية المبطنة لجدار أنابيب ملبيجي بدفع هذه الأملاح

الذائبة في الماء نحو الجزء القاعدي للأنبوبة. وفي أثناء ذلك تنحل يورات الصوديوم أو البوتاسيوم في وجود ثاني أكسيد الكربون إلى أملاح صوديوم أو بوتاسيوم قاعدية. (بيكربونات) وينفرد حمض البوليك في صورة بلورات. (شكل رقم ٤٨ ـ هـ).

تمتص أنابيب ملبيجي الماء مذابًا فيه الأملاح القاعدية وتفرزها مرة أخرى في الدم. ويتم إزاحة بلورات حمض البوليك مع قليل من الماء إلى القناة الهضمية الخلفية للتخلص منه.

يسترجع الماء المختلط بالمواد البولية بوساطة حلمات المستقيم ليعود إلى الدم مباشرة أو إلى أطراف أنابيب ملبيجي الملتصقة بجدار المستقيم حيث يذيب ما بداخلها من أملاح قاعدية تمتصها خلايا الأنابيب لتعيدها إلى الدم مرة أخرى.

الأجسـام الدهنيـة
Fat Bodies

كتل غير منتظمة الشكل أو فصوص من خلايا دهنية مستديرة توجد في أماكن معينة من جسم الحشرة وتظهر في بعض الحشرات ترسيبات من حمض البوليك واليورات فيها أثناء حياة الحشرة. (Evans, 1967; Walker, 1965).

الأجسـام الكلويـة
Nephrocytes

مجاميع من الخلايا ذات قدرة على امتصاص المواد ذات الطبيعة الإخراجيـة. وتوجد في مجموعتين رئيسيتين.

أجسـام كلوية ظهرية Dorsal Nephrocytes

سلسلتان من الخلايا مرتبة طوليًا على جانبي القلب في الفراغ الظهري للحشرة.

أجسـام كلوية بطنية Ventral Nephrocytes

سلسلة من الخلايا تقع أسفل القناة الهضمية الأمامية وترتبط بالغدد اللعابية. (Richards and Davies, 1977a).