الجهاز الهضمي Digestive system

الجهاز الهضمي في الحشرات يعتبر جزء اساسي من خلال مايدخل الى هذا الجهاز من غذاء يعطي الخلايا الطاقة اللازمة للقيام بالفعاليات الحيوية وبالتالي يعطي الحشرة النمو . ان الجهاز الهظمي عبارة عن ثلاثة امور هي :

1- القناة الهظمية Alimentary canal
2- النفذية والهضم Nutrition and digestion
3- الامتصاص Absorption

القناة الهضمية

ان القناة الهضمية عبارة عن انبوبة مجوفة تمتد من مقدمة الراس الى نهاية البطن ,تتكون هذه الانبوبة من الامعاء الامامية والوسطى والخلفية . ان الامعاء الامامية هي عبارة عن انبعاج للكيوتكل لذلك فهي تكون مبطنى بالكيوتكل وكذلك الامعاء الخلفية . اما الامعاء الوسطى فانها تتكون من انقسامات خلايا ميزوديرمية . لذلك تكون خالية من طبقة الكيوتكل .

الامعاء الاماميه

هو ذلك الجزء من القناة الهظمية الذي يمتد من بداية الفم الى نقطة الاتصال مع الامعاء الوسطى .وهي تتكون من عدة مناطق قد تميز مورفولوجياً او فسيولوجياً . فتميزها من الناحية المورفولوجية . فهي تميز الى منطقة قبل الفم pre-buccal .وكذلك التجويف الفمي buccal cavity وهو التجويف الذي يحضن الطعام عند دخوله . وهو مزود بالعضلات . يلي ذلك منطقة البلعوم , منطقة قصيرة الا انها مزودة بالعضلات القوية وبذلك فهو يدفع الغذاء الى المنطقة التي تليه وهي منطقة المرىء .منطقة كبيرة تمتدمن منطقة البلعوم الى القانصة .في نهاية المرىء ينتفخ ذلك الجزء وخاصة في الحشرات التي تتغذى على المواد الصلبة .يسمى هذا الجزء بالحوصلة crop . الذي يعتبر مخزن وقتي للغذاء.من خلال القاء الغذاء فيهذا الجزء ونتيجة لا نتقال السائل اللعبي فقد يحصل هظم جزئي للغذاء . وتتميزالحوصلة باشكالها المختلفة في الحشرات المختلفة . اما القانصة فهو الجز المتصلب والذي يحوي على اسنان داخلية تقوم بالهظم الميكانيكي – وهي تظهر بشكل مخروطي , اما من الناحية الفسيولجية فان الامعاء الامامية تتكون من الطبقات التالية من الداخل الى الخارج:

1-طبقة كيوتكل cuticle
2-طبقة طلائية epithelial cell
3-غشاء قاعدي basement membern
4-عضلات طولية longitudinal muscles
5-عضلات دائرية circular muscles
6-غشاء رابط peritonic membrane

ان طبقة الكيوتكل تطبن جميع اجزاء الامعاء الامامية وتكون طبقة ليست بسميكة . الا انها قد تتخذ اشكال اسنان في القانصة وذلك للقييام بالهظم الميكانيكي .

اما الطبقة الطا ئية فهي طبقة خلايا مكعبة وظيفتها افراز الكيوتكل وذلك لحماية الامعاء نتيجة للاحتكاك .وتكون ذات سمك خلية واحده .تتماسك هذه الخلايا من خلال ارتباطها العشاء القاعدي.

العضلات الطوليه تمتد على طول الامعاء الاماميه تتبع بالعضلات الدائريه. وتكون كثافة تلك العضلات متباينه. حيث توجد بكثره في منطقة القانصه وقليله في منطقة المرىء .

الامعاء الوسطى

تسمى المعده Stomach or ventricles وان حجم هذه القناة وسعتها تختلف اختلافا" كبيرا" بين الحشرات . فقد تكون تركيب شبيه بالكيس او تركيب ملتوي او قد تكون انبوبية فتقسم الى جزئين معروفين كما في نصفية الاجنحه.

هستولوجيا" فان المعده تتكون من الاتي:
1- تبطن بخلايا طلائيه عموديه ترتكز على غشاء قاعدي.
2- عضلات دائريه تتبعها عضلات طوليه
3- الغشاء البريتوني الذي يكون غشاء رقيق.

ان الطبقات العضليه تتكون من الياف مخططه وان موقعها يختلف عن تلك التي تكون في الامعاء الاوليه.
اما الخلايا الطلائيه العموديه في الامعاء الوسطى فانها تحتاج الشيء من التفصيل ان الخلايا التي يمكن ان تميز في هذه الطبقه هي
1- خلايا طلائيه عموديه (هضميه وامتصاصيه) columnar epithelial cells
2- خلايا مولده Regenerative cells
3- الخلايا الكأسيه Goblet cells

اما النوع الاول فانه المسؤول عن افرازات الانزيمات وامتصاص المواد الغذائيه المهضومه. وان هذه الخلايا تكون خلايا معقده وذات تركيب معقد كما درست في كثير من الحشرات. اذ ان السايتوبلازم ينقسم عند القاعده الى عدد من الغرف Chambers من خلال الطيات االعميقه للغشاء البلازمي وتنتج الى داخل Lumen الزغابات Microvilli هذه الانبعاجات تزيد من المساحه السطحيه وفي بعضها تكون حدود ذات حافات مزوده بزوائد تشبه الفرشاة.
ايضا" توجد داخل الخليه كمية كبيره من الاندوبلازم الشبكي Endoplasmic membrane الذي يحتوي على انابيب دقيقه ومايتوكوندريا. وان المايتوكوندريا تنتظم بصورة طوليه عند الغرف القاعديه لكن بصورة عشوائيه في مكمان اخر. اما اجسام كولجي فانها تنتشر بصورة واسعة اما الخلايا pinocytosis فانها تعتبر غير مهمه.
اما من الجانب فان الغشاء البلازمي للخلايا الملتصقه ترتبط بقوه او قد تتصل موضعيا" لتكون فراغ ما بين الخلايا.
ايضا" في بعض الحشرات قد تتميز الخلايا العموديه الى خلايا
lipophilic و Curpophilic ان الاولى تخزن الدهنيات وتكون ذات حافه صفائحيه.

في حشرة الصرصر فان هناك اختلافا" بين الخلايا المسؤوله عن الامتصاص والمسؤوله عن الافراز. وفي بعض الحشرات فان الخلايا الطلائيه تحتوي على خلايا كأسيه Goblet cells التي تكون اقل كمية من الاندوبلازم الشبكي، واقل عدد من الزغابات وان الطيات تكون اعمق تحصر غرفة تشبه الفقاعه تسمى goblet chamber.
هذه الخلايا ربما تلعب دورا" فاعلا" في نقل ايونات البوتاسيوم من خلال جدار الامعاء.
اما الخلايا المولده فانها قد تفقد في بعض المجاميع التي تنتشر اما فرديا" او بصوره مزدوجه خلف الخلايا الطلائيه او قد تكون على صورة عنقود وظيفتها التعويض في بعض الحشرات فهناك تراكيب تزيد من المساحه السطحيه للامعاء الوسطى تلك هي الانابيب الاعوريه
Gastric ceaca عادة ما تكون بالقرب من المريء وتختلف في عددها في بعض اليرقات لبعض الحشرات فان الامعاء الوسطى تكون مغلقه من الخلف.
ان ذرات الغذاء تفصل عن الخلايا الطلائيه بواسطة غشاء يدعى Peritrophic الذي يحتوي على الياف كايتينيه والتي تنتظم عشوائيا" او بشكل سداسي ، يقال انه مفقود في الحشرات ذات التغذيه السائله. ان هذا الغشاء قد ينشاء بالقرب من نقطة التقاء الامعاء الاماميه بالوسطى او قد ينشأ من الخلايا جميعها.

الامعاء الخلفيه

تشابه الامعاء الاماميه من حيث التركيب وتنظيم العضلات سوى ان العضلات ذذات تطور مختلف سواء كان داخل او خارج العضلات الطوليه، ان بداية الامعاء الخلفيه هي من الصمام الذي يدعى Pyloric valve وانابيب مالبيجي، في كل الامعاء فهناك ثلاث مناطق هي.

1- اللفائفي Ileum
2- القولون Colon
4- المستقيم Recrum.

ان البطانه الكايتينيه في منطقة اللفائفي والقولون عادة ما تكون على شكل طيات ومزوده بزوائد شبيه بالشعر او الاشواك. وان اللفائفي يختلف في طوله بين القصير والطويل وفي بعض الحشرات قد لا يميز عن القولون وفي بعض الحشرات قد ترتفع انابيب اعوريه من القولون. اما منطقة المسقيم فهي عباره عن غرفة بيضويه وعادة مت تكون غنيه بزوائد.

التغذيه Nutration

ان الحشرات تتغذى على انواع كثيرة من المواد الغذائيه ولو ان الغذاء الطبيعي لبعض الانواع قد يتحدد على نوع او نوعين من المواد الغذائيه. ان التغذيه اللازمه للنمو والتطور والتكاثر قد عرفت من الناحيه الكيميائيه لكثير من الحشرات وبكمية اكبر من خلال استعمال الغذائيه ان المواد الغذائيه الضروريه هي.

1- الماء والاملاح المعدنيه

ولو ان هذه المواد تكون متواجده من الغذاء ان الحشره الموجوده في البيئيه الجافه يمكن ان تنتج الماء من خلال الاكسده. ان احتياج الحشره من البوتاسيوم والمغنسيوم والفوسفيت، اما الصديوم والكالسيوم والكلوزريد فتحاتجه بكمية اقل، وكيات اقل من الخارصين والمنغنيز والنحاس يمكن ان تحتاجه بعض الوقت.

2-مصادر الطاقة

عادة ما يؤخذ على صورة كاربوهيدرات وان الاختلاف هو الى اين ستستعمل . لكن الدهون والحوامض الامينية .ايضا تزود بالطاقة اثناء الاكسدة.

3-البروتينات و الحوامض الامينية

ان الحشرة تحتاج الى الحوامض الامينية لتعويض الانسجة و النمو . وان هذه تنتج من خلال هضم البروتينات .

4- عوامل النمو المذابة

تحتاج الحشرة لكثير من الفيتامينات لنموها معظمها من B-COMPLES

الهضم

ان عملية الهضم هي الغرض الاساسي من عملية التغذيه وقد تكون عملية الهضم على نوعين:

1- الهظم الميكانيكي والذي يحدث في القانصه (الجزء الاخير من الامعاء الاماميه) وذلك لاتخاذ الكيوتكل المبطن للقانصه شكل اسنان. (انظر الرسم)
2- الهظم الميكانيكي وتحث نتيجة فعل الانزيمات المفرزم من بطانة المعده ، او بفعل اللعاب المفرز من غدة اللعاب والمتجمع في التجويف لفمي والحوصله.

الا انه ومهما كان الهظم في القناة الهظميه الاماميه فانه لا يرتقي الى حد الامتصاص في القناة الهضميه الوسطى، وان ذلك يحدث بفعل الانزيمات داخل الامعاء الوسطى حيث تصل دقائق الغذاء من الصغر يحيث تستطيع العبور من خلال فتحات الغشاء البلازمي.

وعليه فان كميات الانزيمات ونوعيتها يعتمد على نوع الغذاء ومدى تعقيده حيث كلما كانت المادة الغذائيه معقدة كللما احتاج الى كمية اكبر من الانزيمات الهاضمه.

ان الهظم قد يحدث في الثلثين الاوليين من الامعاء الوسطى وان ما يخفف من الاحتكاك بين المادة الغذائيه وبطانة الامعاء هو الغشاء المسمى Peritrophic membrane.

الامتصاص

ان نتائج عملية الهظم هي الامتصاص التي تتم في عملية الامتصاص التي تجري في الامعاء الوسطى وبعض الشيء في الامعاء الخلفية عندما يكون المادة للامتصاص من البول .ولكن ليس هناك أي امتصاص في القناة الهظمية الامامية وان الخلية المسؤولة عن عملية الامتصاص هي تلك الخلايا التي تنتج الانزيمات .

ان التهام الغذاء لا يحدث .وان جميع المواد تمتص امتصاصا.

ان عملية الامتصاص قد تكون بعملية نشطة او بطيئة او عملية نشطة .وذلك يعتمد على تركيز المادة داخل وخارج الامعاء .الانتشار يحدث من التركيز العالي الى التركيز الواطىء.

الحركة البطيئة للماء تشمل الحركة من المحلول ذات الضغط الازموزي الواطىء الى ذات الضغط الازموزي العالي .
اما الامتصاص النشط فأنه يعتمد على عمليات حيوية لسريان المواد ضد التركيز .

الكاربوهيدرات

تمتص الكاربوهيدرات عاى صورة سكريات اولية ، وهذا يأخذ مكانه في الامعاء الوسطى وخاصة في caeca. ان عملية الامتصاص للسكر تنتج من تحلل كاربوهيدرات معقدة يعتمد على الانتشار من التركيز العالي في الامعاء الى التركيز الواطىء في الدم .و هذا يسهل من التحول المباشر للسكر الاحادي الى سكريات ثنائية في الاجسام الدهنية التي تحيط بالامعاء .وبذلك يصبح تركيز السكريات الاحادية اقل في الدم .ولكن اذا كان تركيز السكريات الاحادية كبير جدا . فأن الانتشار يكون سريع في البداية . وان التحويل المباشر لهذه السكريات يجعلها تتجمع في الدم. ونتيجة لهذا فأن الانتشار خلال جدار الامعاء سيقل و نسبة الامتصاص تتباطأ.
اعتياديا فأن التركيز العالي في الامعاء الوسطى يتجنب من خلال نسبة تفريغ الحوصلة .والتي هي واطئة عندما يكون نسبة السكر عالي.
ان تحول السكر الى " سكريات ثنائية " . تزيد من الوزن الجزيئي لذلك فأن الامتصاص المعاكس أي الى الامعاء يقل او هناك عامل اخر هو امتصاص الماء و النتيجة هي زيادة تركيز السكر في الامعاء وبذلك يصبح الامتصاص عالي .

البروتينات

ان البروتينات تمتص بحالة حوامض امينية و الامتصاص يمتص في داخل الامعاء الوسطى و الاعورية جزء مهم لامتصاص كلاسين و السيرين . ولكن الحوامض الامينية التي تعبر مع البول عن طريق انابيب مالبيجي يعاد امتصاصه في المستقيم .
في بعض الاوقات ربما تمتص البروتينات وهي بحالتها ، ولكن تهظم داخل الخلايا.
وامتصاص الحوامض الامينية ايضا يعتمد على تركيزها في الغذاء و الدم . في البعض يكون التركيز عالي في الغذاء عنه في الدم .و بذلك يعبر عن طريق passive والبعض الاخر قد يكون التركيز عالي في الدم .

الدهون

القليل يعرف عن امتصاص الدهون، ولكن ربما تمتص الدهون دون تغيير.

الخلاصه:

ان عملية الهضم تتم عن طرييقن

1- خارجية : يطحن الغذاء خارج الجسم
2- داخليه من خلال الانزيمات التي تفرز من الخلايا او عن طريق الـ **microorganisims.**

ان الامتصاص يتم عن طريقتين :

1- غير النشطه: اعتمادا" على التركيز داخل وخارج الخلايا
2- النشطه: والتي تعتمد على بعض العمايات الحيويه لسير المواد ضد التركيز العالي او ضد الطاقه الكهربائيه.

الجهاز الابرازي

ان الوظيفة الاساسية للجهاز الابرازي هو للحفاظ على الثبات النسبي للبيئة الداخلية لانسجة الجسم .ومن بين عمليات التنظيم هي التخلص من الفضلات النترويجية التي تنتج عن تكسر البروتينات و السيطرة على التركيب الايوني للدم.
ان من اهم اعراض الابراز هي انابيب مالبيجي ، والتي تعمل مع الارتباط مع القناة الخلفية ، اعضاء اخرى مثل النفروسايت ، الاجسام الدهنية ،و بعض الغدد الراسية.

انابيب مالبيجي

اكتشف لاول مرة من قبل عالم التشريح الايطالي مالبيجي ، وهذه موجودة في كل الحشرات وهي تراكيب طويلة ،نحيفة ، مسدودة الاطراف ،تسبح و بحرية داخل التجويف الجسمي داخل الدم تفتح من الطرف القريب في الامعاء الخلفية

ويعتقد بأنها اساسا ناشئة من Ectodermal ، الا ان البعض الاخر يعتقد بأنها ناشئة من مناطق خلوية غير متميزة واقعةما بين الامعاء الوسطى والخلفية في الطرف عادة حرة . الا ان البعض الاخر ملاصق للامعاء الخلفية .ربما تحمل الانابيب ضد المستقيم في كيس اسطواني ذو غشاء رقيق .
ان الجزء الخارجي لانابيب مالبيجي تكون غنية بشبكة من القصبات الرفيعة .وان تفرعاتها الكبيرة تستخدم لوضع تلك الاعضاء في مكانها .ان عدد انابيب مالبيجي تختلف الا انها تكون ثابتة ضمن الرتبة .فهي تكون اثنان او مضاعفاتها .الانه بعض الاستثناءات قد تحدث هي خمسة . وقد تكون انابيب مالبيجي متمثلة بشكل حليمات . في ذات الذنب القافز و في المن قد تكون معدومة . وقد تتجمع انابيب مالبيجي في اطرافها لتكون ما يشبه المثانة تفتح عند الامعاء .
عند فحص انابيب مالبيجي بمقطع عرضي . فأنها تبين أنها مركبة من حوالي 8,3 خلايا طلائية كبيرة .ذات حجم غير ثابت و ذات نواة كبيرة وقد تكبر في الحجم اثناء التطور . الى ان تصبح خلية عملاقة قد تحوي على مجموعة من الانوية . ان جدار هذه الخلايا عندما ملاصقة لجدار الانبوب فأنها تكون حاوية على Microill . اما الجدار المعاكس فأنه يحتوي عاى طيات دقيقة جدا توجد داخل الخلية مايتوكوندريا ، اجسام كولجي .

فسلجة الاخراج
ان انابيب مالبيجي تقوم بطرد المواد النترويجنية الضارة المتخلفة عن هضم البروتينات على صورة بول " الذي يحتوي على حامض البوليك " أو اليوريك أو احد املاحه على الامونيوم الصوديوم او البوتاسيوم .
وان هذه المواد تكون غير ذائبة في الماء تحوي على نسبة من النتروجين . بعض الحشرات قد تطرح المواد النتروجية بكميات قليلة .وقد تختلف عند الانسلاخ او تغير الغذاء .