هـ ـ امتصاص الماء : ـ Water absorption

يمتص الماء في الاجزاء المختلفة من القناة الوسطى ، فتقوم الانابيب الاعورية ليرقات البعوض والجراد الصحراوي والجزء الامامي من القناة الوسطى لذبابة التسي التسي والجزء الوسطي من القناة الوسطى ليرقات Lucilia بامتصاص الماء . وفي كثير من الحشرات يعاد امتصاص الماء من البول عن طريق حلم المستقيم ، وفي الحشرات التي تعيش على الحبوب المخزونة تلجأ ايضا الى استخدام الماء المتكون نتيجة عمليات الايض اذ تتكون ستة جزيئات من الماء نتيجة اكسدة الكلوكوز .

اما الحشرات التي تعيش في المياه العذبة وحشرات رتبة متشابهة الاجنحة ويرقات الحشرات ذوات الاستحالة التامة Holometabolous التي تعيش على اغذية سائلة فليس من الضرورة الحفاظ على الماء الا بكميات قليلة ولذا لايعاد امتصاص الماء ولذلك يلاحظ عدم وجود حلم المستقيم في اغلبية هذه الحشرات . ويتم امتصاص الماء عن طريق النقل الفعال والانتشار ، فامتصاص الماء عن طريق الانتشار يعتمد على الضغط التنافذي للدم الذي يزيد عما هو في محتويات القناة الهضمية واذا كانت الحالة معكوسة فيتم امتصاص الماء من الدم لينتقل الى القناة الهضمية اذ ان حموضة القناة الوسطى كما في يرقات Lucilia تعمل على تخثير بروتين الغذاء ويؤدي هذا الى نقصان الضغط التنافذي لمحتويات القناة الهضمية وبذا تسهل عملية امتصاص الماء . ويتم امتصاص الماء في يرقات Sialis عن طريق النقل الفعال وترتبط هذه العملية مع اخذ ايون الصوديوم (Waterhouse, Day في Roeder ,1953 House في Rockstein ,1974, Chapman 1978).

سؤال/ عالم الاحياء الدقيقة انواعها اماكن تواجدها فوائدها كيف تتغذى

تعرف الاحياء الدقيقة Micro-organism.

ان مصدر الاحياء الدقيقة في معظم الحشرات هو عن طريق التغذى على طعام ملوث بهذه الاحياء وفي بعض الحشرات الاخرى تتواجد هذه الاحياء داخل القناة الهضمية او داخل الانسجة الاخرى . وعلى العموم تمتاز الحشرات ذات القناة الهضمية غير الملتوية باحتوائها على اعداد قليلة من الاحياء الدقيقة مقارنة بالحشرات ذات

القناة الهضمية الملتوية التي تحتوي على اعداد كبيرة من الاحياء الدقيقة اذ يمتاز النوع الاخير من القناة الهضمية عن وجود مدى حموضة ولهذه العلاقة اهمية خاصة في تغذية الحشرات. وتوجد في القناة الخلفية ليرقات عائلة الجعلان غرفة تخمير تحتوي على احياء دقيقة تقوم محتوياتها بتحليل الخشب وبدون وجود هذه الاحياء فان اليرقات لاتستطيع ان تستخدم سيليلوز الخشب. وهناك حالات تشير بالاهمية الجزئية لتلوث الغذاء بالاحياء الدقيقة حيث يسبب هذا التلوث بزيادة معدل تطور الحشرة ، فيرقات ذبابة البصل تحتاج الى 27 يوم عندما ربيت على غذاء معقم لكي تصل الى طور العذراء ولكنها تحتاج الى 10 ايام في حالة تغذيتها على غذاء ملوث بالبكتريا وقد يرجع السبب الى ان هذه الاحياء تجهز الغذاء ببعض الفيتامينات المهمة للتطور اذ ان رأس البصل لايعتبر غذاء كاف لذبابة البصل اذ قد وجدت البكتريا في القنوات التي تحفرها اليرقة وان عدم وجود البكتريا يؤدي الى توقف نمو اليرقات.

وتوجد علاقة قوية ما بين الحشرات ذات الغذاء المحدود الذي يفتقر الى بعض المواد الضرورية وبين الاحياء الدقيقة_ حيث تقوم هذه الاحياء بسد النقص بالمواد الضرورية كما هو الحال في الحشرات المتغذية على الخشب وحشرات الحبوب الجافةوالحشرات التي تصيب الجلد والصوف والشعر وبعض حشرات رتبة متشابهة الاجنحة المتغذية على العصارة النباتية وكذلك في الحشرات الماصة التي تتغذى على الدم فقط ، ولهذا السبب يكون وجود الاحياء الدقيقة لازما في حالة هذه الحشرات.

ولو أن الغذاء المحدد لا يحدد وجود الاحياء الدقيقة حيث وجدت هذه الاحياء في بعض الحشرات التي تعيش على مصادر غذائية مختلفة كالصراصر والنمل فمثلا غذاء صراصر Blattella الخالي من الاحياء الدقيقة يسبب خلل في توازن الاحماض الامينية من جهة ونقص بفيتامين pyridoxine و Riboflavin حيث تقوم هذه الاحياء بتجهيز الغذاء بكميات اضافية من هذه المواد (House في Rockstein 1978 Chapman, 1972 Wigglesworth, 1974).

**أنواع الاحياء الدقيقة : ـ Types of Micro-organism**

تشكل البكتريا او الانواع المشابهة للبكتريا الانواع الاكثر شيوعا في غالبية الحشرات ، بالاضافة لذلك وجدت أنواع مختلفة من السوطيات في انواع من الصراصر المتغذية على الخشب وفي النمل الابيض . ولوحظ وجود انواع مختلفة من الخمائر في رتبتي متشابهة الاجنحة وغمدية الاجنحة وفي بقة Rhodnius وجدت الخميرة Actinomycete . وفي حالات كثيرة لم يتمكن من تشخيص انواع الاحياء الدقيقة الموجودة في كثير من الحشرات .

**موقعها بالجسم : ـ Location in the insect body**

تعيش السوطيات الموجودة في تجويف القناة الخلفية بصورة حرة كما في الصراصر المتغذية على الخشب والنمل الابيض ، وتعيش البكتريا في الزوائد الاعورية لحشرات رتبة متشابهة الاجنحة المتغذية على العصارة النباتية ، اما خمائر Actinomyces وجدت في تجاويف غدية خاصة تقع بين خلايا الجزء الامامي للقناة الوسطى .

ان معظم الاحياء الدقيقة تعيش داخل خلايا في اجزاء مختلفة من الجسم وتدعى بـ Mycetocytes وتتجمع هذه الخلايا معا لتكوين اعضاء خاصة تسمى Mycetome التي تمتاز بكبر حجمها وتندمج خلايا Mycetocytes في المرحلة المبكرة من نمو الجنين وفي بعض الاحيان تتطور ويتم نموها قبل دخولها الانسجة الخاصة . اما في الصراصر وعائلة الحشرات القشرية اللينة Coccidae فإن هذه الخلايا تنتشر بصورة غير منتظمة ما بين خلايا الجسم الدهني ، اما في حشرة Haematopinus فإن خلايا Mycetocytes تنتشر عشوائيا في الخلايا الطلائية للقناة الوسطى ، وفي حشرات اخرى فإن هذه الخلايا توجد في الانابيب المبيضية او سائبة في الدم ، وقد توجد على جدار القناة الهضمية كما في رتبة القمل الماص او تكون مستقلة عن القناة الهضمية كما في بعض حشرات رتبة غمدية الاجنحة حيث لوحظ في يرقة Calandra عن وجود تركيب خاص يشبه حرف U غني بالقصبات الهوائية يتركب أساسا من مجموعة من خلايا الاحياء الدقيقة ويقع هذا التركيب تحت القناة الامامية ، وفي بق الفراش Cimex توجد هذه الخلايا قرب الغدد التناسلية .

وبصورة عامة تمتاز الحشرات ذوات الاستحالة التامة بوجود خلايا الاحياء الدقيقة في الاطوار غير البالغة وخلال فترة الاستحالة Metamorphosis تنتشر لتستقر اخيرا في اعضاء الحشرة البالغة ، ففي حشرة Calandra البالغة مثلا تستقر الاحياء الدقيقة في الزوائد الاعورية . وفي بعض الحشرات كما في الصراصر المتغذية على الخشب يوجد نوعان من الاحياء الدقيقة النوع الاول عبارة عن سوطيات تعيش في القناة الخلفية والنوع الاخر بكتريا تعيش داخل خلايا الاجسام الدهنية ونفس هذه الحالة وجدت في النمل الابيض Mastotermes darwiniensis في حين ان بقية انواع النمل الابيض وجد فيها ان الاحياء الدقيقة تعيش في القناة الخلفية فقط .

## وظائف الاحياء الدقيقة في الحشرات : ـ

**The roles of Micro-organism**

في بعض الحالات تقوم الاحياء الدقيقة بتجهيز مواد غذائية مهمة ، فخميرة Stegobium تجهز الحشرات بفيتامينات B والستيرولات عن طريق افراز هذه المواد الى القناة الهضمية ، او قد تقوم الحشرات بهضم الاحياء الدقيقة والاستفادة من محتوياتها الضرورية . وتقوم الاحياء الدقيقة بتجهيز بعض الحوامض الامينية والببتيدات الثلاثية وفيتامينات B في الصرصر Blattella .ويحتوي الدم المعقم على كميات من فيتامينات B لاتسد أحتياج الحشرات المتغذية على الدم وعلى الاخص حشرتي Rhodnius, Triatoma وبذا تقوم الاحياء الدقيقة بسد هذا النقص .

وقد أثبت بأن الاحياء الدقيقة في رتبة متشابهة الاجنحة لها علاقة بعمليات تمثيل النتروجين وهذه العلاقة تتمثل بتثبيت النتروجين الحر او تحليل نواتج فضلات العمليات الحيوية كاليوريا وحامض اليوريك الى مركبات نتروجينية يمكن للحشرات الاستفادة منها .

والاحياء الدقيقة المشابهة للبكتريا في حشرة Sticotococcus لها علاقة بتعيين الجنس ، فتقوم المجاميع الخلوية للاحياء الدقيقة بغزو مبيض الانثى البالغة لتستقر في البويضات المجاورة فقط وبذا يتميز نوعان من البيض ، النوع الاول يحتوي على احياء دقيقة ، والثاني خال منها . وتتطور البيوض في هذه الحشرة عذريا ، فيتم انتاج

الذكور من البيض الخال من الاحياء بينما يتطور البيض المحتوي على احياء دقيقة الى اناث .

أن غياب الاحياء الدقيقة في الحشرات يؤدي الى تأثيرات سلبية ، فعند غيابها من يرقات Calandra مثلا فإن ذلك يؤدي الى انتاج حشرات بالغة صغيرة الحجم وضعيفة البنية . وعند حرمان حوريات بقة Rhodnius من الاحياء الدقيقة فإنها لا تستطيع الوصول الى طور البالغة .

**انتقال الاحياء الدقيقة : Transmission of Micro-organism**

لابد من وجود وسيلة يتم فيها نقل الاحياء الدقيقة من جيل الى اخر وهناك بعض الطرق يتم فيها هذا الانتقال . فيتم الانتقال في الصراصر وحشرات Componotes و Mastotermes وفي بعض الخنافس عن طريق هجرة خلايا Mycetocytes الى المبيض التي تحاط بالبكتريا وبعد ذلك يتم سحبها بواسطة زغيبات الغشاء المحي للبويضة ، وتدخل البكتريا الى بويضات رتبة متشابهة الاجنحة بنفس الطريقة ما عدا أن البكتريا تدخل البويضات عن طريق الخلايا الحوصلية .

وتتغذى حشرات عائلة خنافس الورق Chrysomelidae على البيض الملوث بالاحياء الدقيقة اذ تقوم الغدد الزائدة الانثوية بتلويث طبقة الكورين خلال فترة وضع البيض ولذا فإن هذه الحشرات تتغذى على البيوض الملوثة بهذه الاحياء . وتنتقل الاحياء الدقيقة في ذكور الخنافس عن طريق السائل المنوي ، وفي الحشرات التي تعيش في بيئة ضيقة يتم نقل الاحياء الدقيقة اليها عن طريق التلوث ببرازها كما في الصراصر التي تعيش على الخشب وبقة Rhodnius .

## ثانيا التغذية Nutrition

التغذية عبارة عن عملية أخذ الغذاء وأجراء العمليات الكيما فيزياوية عليه ، ويتبع ذلك نقل المواد الغذائية المتحللة الى أعضاء الجسم المختلفة لاستخدامه في الطاقة .

يتعلق موضوع تغذية الحشرات بصورة كبيرة بأحتساب المتطلبات الغذائية كما ونوعا . وأن العناصر الغذائية التي تدخل تجويف الجسم تساعد الحشرة على الحركة والمحافظة على عمليات الايض (الميتابولزم) بصورة طبيعية لكي تحصل الحشرة على الطاقة وعلى المواد الناتجة من عملية الايض للاستفادة منها في النمو والتطور .

واخيرا فإن عملية التغذية تتعلق بقابلية الحشرة التصنيعية لارتباط المتطلبات الغذائية بذلك . وتختلف نوعية الغذاء بأختلاف أنواع الحشرات واطوارها ، فبعض الحشرات البالغة لا تتغذى مطلقا بل تعتمد على المواد الغذائية المخزونة في انسجتها كما في بعض حشرات عائلة ذباب النغف ، اما البعض الاخر فتتغذى على محلول السكر فقط كما في الحشرات البالغة لرتبة حرشفية الاجنحة ، بينما بعض الانواع الاخرى وخاصة الاناث تحتاج في غذاءها مختلف العناصر الغذائية كما في ذباب Lucilia و Agria » .

وقد أثبت أن اليرقات والحوريات يجب أن تتغذى على كميات كبيرة لكي يتم خزن جزء كبير منها في انسجتها لاستخدامها في اطوار العذراء والبالغة لمجابهة المتطلبات الضرورية وخاصة لاكتمال نمو الاجهزة التناسلية وفي التكاثر كما في الذباب المنزلي والصرصر الامريكي .

اما في حشرات أخرى فإن المعيشة التكافلية تكون مصدرا اخرا للتغذية أذ توجد منافع مشتركة ما بين الاحياء الدقيقة والحشرات كما في الصرصر Blattela فتقوم الاحياء الدقيقة بتجهيز الحشرات بغذاء يحتوي على مختلف الفيتامينات والاحماض الامينية ، وفي بعض الاحيان يعتبر الغذاء المجهز بواسطة الاحياء الدقيقة غذاء أحتياطي

للحشرات في حالة عدم توفر الغذاء الكافي اليها كالبراغيث (Wigglesworth, 1972 House, في Rockstein, 1974 Chapman, 1978)

**القواعد الاساسية للتغذية :: ـ Principles of Nutrition**

أن القاعدة الاساسية المثلى لتغذية الحشرات تعني بأن الغذاء يجب أن يحتوي على جميع العناصر الغذائية الضرورية وبكميات كافية ومتوازنة . وفي حالة فقد او نقص أي مادة غذائية ضرورية او وجود المواد الغذائية بصورة غير متوازنة فإن هذا يؤدي الى ظاهرة سوء التغذية Malnutrition وهذه الظاهرة تسبب تشوهات مورفولوجية وفسيولوجية للحشرات .

هناك ثلاثة قواعد أساسية لتغذية الحشرات وهي : ـ

**1 ـ قاعدة التماثل : The Sameness rule**

تتطرق هذه القاعدة الى المتطلبات النوعية للحشرات والتي تكون متشابهة بغض النظر على النوع وعادة التغذية للانواع المختلفة من الحشرات ، وتعتبر هذه القاعدة عامة مع وجود قليل من الاختلافات التي قد تتعلق بالجنس والعمر أو الى نوع خاص من الحشرات أو عادة التغذية ، فمثلا أن جميع الحشرات المتغذية على النباتات تحتاج لفيتامين C (Ascorbic acid) وحشرة Drosphila Pachea بمفردها تحتاج الى ستيرول خاص ($\Delta^7$-Sterol) الموجود في نبات الصبير بينما عموم الحشرات تحتاج لمادة ($\Delta^5$-Sterol) وبالمثل فأن حشرة xyleborus لاتستطيع أستهلاك الكوليسترول Cholesterol بل تستخدم 7-Dehydrocholesterol أو Ergosterol . وقليل من الحشرات يجب أن يتوفر في غذاءها مادة فيتامين E α-Tocopherol . والبعض الاخر تحتاج الى أحماض دهنية وخاصة حامض Linoleic، ومع هذه الاختلافات فإن معظم الحشرات تحتاج في غذاءها نفس الحوامض الامينية والفيتامينات والدهون ولذا فيمكن اعتبار هذه القاعدة عامة وضرورية يمكن تطبيقها على نوعية المتطلبات الغذائية أكثر مما تنطبق على كمياتها وبوجه التحديد لمتطلبات الحشرات غير البالغة أكثر مما هو في الحشرات البالغة . ولو أن هذه القاعدة لاتخلو من

عيوب نتيجة بعض الاختلافات بالمتطلبات النوعية للحشرات وخاصة في الحشرات الطفيلية والمفترسة ولكنها تعتبر قاعدة عامة ومفيدة ترشدنا الى فكرة الغذاء الواحد حيث قد أكتشف الباحثين غذاء لمختلف الاحياء من ضمنها الاحياء المجهرية والنباتات والحشرات والطيور واللبائن ، فمثلا هناك أغذية أكتشفت لتربية حشرات معينة أمكن أستخدامها في تربية حشرات أخرى .

**2 ـ قاعدة نسبة المادة الغذائية :: ـ**

**The principle of nutrient proportionalitiy**

تعتبر هذه القاعدة كتحسين لقاعدة التماثل أذ تنحصر بكمية الاحتياجات الغذائية التي قد تختلف من نوع الى آخر وحتى في الانواع المتقاربة ، فمثلا كان نمو وتطور الصرصر Blattella طبيعيا في حالة تغذيتها على غذاء يحتوي 30% بروتين (كازين) و 36% كاربوهيدرات (كلوكوز) أي بنسبة 6:5 على التوالي ، وفي حالة تغذية حشرة Agria على غذاء يحتوي 2% أحماض أمينية و 0.5% كلوكوز أي بنسبة 1:4 على التوالي فإن نموها كان طبيعيا ، وتم الحصول على نفس النتيجة عند تغذية ذبابة phormia والذباب المنزلي على الكازين فقط بنسبة 21.3% و 20.3% على التوالي . وتستخدم هذه القاعدة لكي تتم عمليات الايض بصورة طبيعية أذ أن النسب غير المتوازنة تؤدي الى نقصان فعالية التحويل الغذائي للحشرة وكذلك تقلل من رغبة الحشرة من تناول الغذاء غير المتوازن وبذا يقل معدل نموها ، فعند تناول أي نوع من الحشرات كميات غير ملائمة وغير متوازنة لحامض أميني واحد قد يمنع نموها ففي حالة تغذية بالغة الدروسوفلا مثلا على غذاء مفتقر الى أحد العناصر الغذائية الضرورية فإنه يقلل قابلية الاخصاب كثيرا أو تزداد فترة حياتها قليلا .

وقد أشير بأن توازن العناصر الغذائية تعتبر من العوامل المهمة جدا في غذاء الحشرات لان الكميات غير المتوازنة لأي مادة غذائية قد يقلل من معدل أستخدام العناصر الغذائية الاخرى فالغذاء المتوازن والملائم يساعد الحشرة على أنتاج اعداد كبيرة من الافراد

وأن الغذاء هو أحد العوامل الحيوية التي تنظم اعداد وتذبذب أفراد الحشرة .

أن الاختلافات في تركيب الغذاء يؤثر على الحشرات بمختلف الطرق ، فمثلا أن كمية البروتين (وبالاخص الاحماض الامينية) والاحماض الدهنية والسكريات في أنسجة جسم الحشرة تعتمد على مكونات الغذاء المأخوذ ، فأستخدام التسميد والكيمياويات الاخرى تغير من مكونات النباتات الكمية وبذا فقد تزداد قيمتها الغذائية للحشرات . وهناك عديد من الحشرات يجب أن تتغذى على مصادر غذائية مختلفة لكي تستطيع أن تحافظ على التوازن الغذائي فمثلا كان النمو وفترة البقاء وقابلية الاخصاب في حشرات حرشفية الاجنحة أعلى بكثير في حالة تغذية يرقاتها على عوائل نباتية مختلفة مقارنة بتغذيتها على عائل واحد .

3 ـ قاعدة التكامل : ـ

**The principle of cooperating supplements**

ويعني بها أضافة أو أحلال مواد غذائية لتساهم الغذاء الشائع وذلك لاكمال الاحتياجات الغذائية الضرورية للحشرات . وعادة ماتكون هذه المواد عبارة عن احتياطات غذائية يتم تجهيزها بواسطة الاحياء الدقيقة وبدون هذه المواد فإن القيمة الغذائية للغذاء الرئيسي تكون محدودة . فتوجد بعض المواد يمكنها أن تحل محل عدد من الاحتياجات الغذائية كما في غذاء ذبابة الدروسفلا . وتحتاج ذبابة phormia في غذائها أما حامض Cystine أو حامض Methionine وليس كلاهما ، ويمكن لمادة Cistrulline أن تحل مكان حامض Arginine ، وبالامكان أحلال أحدى المواد التالية Thymidine أو Purine أو Serine محل حامض الفولك Folic في غذاء الدروسفلا .

الاحتياجات الغذائية للحشرات : ـ **Nutritional requriements**

1 ـ الماء : ـ تعتمد كمية الماء المتوفرة في الغذاء التي تحتاجها الحشرات على كمية الماء المفقودة عن طريق جسم الحشرات وخواص الكيوتكل والجهاز الاخراجي فمثلا أن أخراج نحل العسل والذباب المنزلي يكون على شكل سائل ولتعويض الماء المفقود

يجب على هاتين الحشرتين أن تأخذ كميات كبيرة من الماء لكي تبقى على قيد الحياة ، في حين أن سوسة الطحين التي تتمكن من العيش على مواد جافة جدا فإن برازها يحتوي على نسبة قليلة جدا من الماء وان هذه الحشرات تستطيع أن تحصل على الماء اللازم لاستمرارها على الحياة من الماء الناتج من عمليات أكسدة الغذاء الجاف ، أما الحشرات الصحراوية فتحصل على الماء بواسطة تغذيتها على بقايا النباتات الميتة التي أمتصت الماء من الجو أثناء الليل وذلك عند أنخفاض درجة الحرارة وأرتفاع انرطوبة في ذلك الوقت . (Wigglesworth 1972).

## 2 ـ البروتينات والاحماض الامينية :: ـ

**Proteins and amino acids**

تعتبر الاحماض الامينية الناتجة من تحليل البروتين من المواد الاساسية للنمو ، وأن قيمة البروتين الغذائية تعتمد على كمية ونوعية الاحماض الامينية ، فمثلا لالبومين البيض قيمة غذائية عالية لاحتوائه على جميع الانواع والكميات المطلوبة من الاحماض الامينية أما الجلاتين فيعتبر ذات قيمة غذائية واطئة وذلك لعدم أحتوائه على الحامض الاميني الضروري Tryptophan.

وغالبا ما يستعمل الكازين Casein في الغذاء الصناعي للحشرات اذ يعتبر كمصدر بروتيني أو نموذج جيد لأخلطة الاحماض الامينية ولكنه ليس افضل الاغذية الملائمة في تربية الحشرات ، وتبين أن البومين البيض يكون مفضلا للحشرات ذات النمو السريع . ووجد بأن اخلطة الحوامض الامينية لبروتين الكبد كان افضل ولو بقليل من الحوامض الامينية للكازين وذلك في تربية الطفيلي Agria ويعود ذلك بأن الاحماض الامينية المربوطة بالببتايد تكون اكثر استخداما من الاحماض الامينية الحرة . والجدول المرفق يوضح احتياجات بعض انواع الحشرات للاحماض الامينية .

يتضح من الجدول ان الاحماض الامينية العشرة الاوائل تعتبر ضرورية في غذاء اكثر الحشرات والتي وجدت ضرورية ايضاً للفئران ، اما في الصرصر Blattella فيلاحظ بالجدول ان بعض الاحماض الامينية

الضرورية لا تحتاجها الحشرة في غذائها حيث ذكرت التقارير بان الاحياء الدقيقة تساهم بتجهيز بعض الاحماض الامينية الضرورية بالاضافة لذلك فقد لوحظ في هذه الحشرة عن وجود السلفات غير العضوية في الغذاء التي يمكن ان تعوض عن حامضي Methionine و Cystine وكذلك وجود حامض Tryptophan بالغذاء بكمية كافية يمكن هذه الحشرة الاستغناء عن حامضي Phenyalanine وTyrosine.

أن نقص او زيادة بعض الاحماض الامينية في غذاء الحشرات يؤدي الى حدوث بعض الظواهر غير الطبيعية فعدم وجود حامض Glycine في غذاء الذبابة المعدنية يؤدي لاعاقة نمو هذه الحشرة واما زيادته في الغذاء فله تأثير سام وأفتقار غذاء صرصر Blattella وبعض انواع البعوض لحامض Cystine فان ذلك يؤثر على عملية الانسلاخ. واما نقص غذاء حشرة الدروسفلا لحامضي Glutamic, وAapartic فيقلل من نسبة الاخصاب.

وتتوقف نمو يرقات الدروسفلا والبعوض بعد الفقس مباشرة عند تربية اليرقات على غذاء ينقصه احد الاحماض الامينية العشرة الاولى الموضحة في الجدول. وتحتاج الاناث البالغة البروتينات في غذائها وذلك لنضوج البويضات، فيجب احتواء غذاء اناث الذباب المعدني على البروتينات وليس غذاء الذكور اذ ان الذكور لا تحتاجها في عملية نضوج الحيوانات المنوية.

وان الاحماض الامينية الضرورية الذي لا يحتويها غذاء بعض الحشرات فانها تصنع داخل جسم الحشرة (House في Rockstein 1974 Chapman 1978).

3 ـ الكاربوهيدرات :: ـ Carbohydrates

تعتبر الكاربوهيدرات المادة الرئيسية في غذاء اغلبية الحشرات، وتقسم هذه المادة الى ثلاثة انواع هي :

1 ـ كاربوهيدرات نقية : Pure Carbohydrates (Polyhydroxy aldehydes and Ketones) والتي تكون على هيئة :: ـ

أ ـ سكريات احادية Monosaccharides كالكلوكوز والفركتوز (السداسية) والرايبوز (خماسية).

ب ـ سكريات ثنائية Disaccharides والتي تحتوي على جزيئة الكلوكوز المرتبطة مع جزيئة كلوكوز اخرى كالمالتوز والتريهالوز او ترتبط مع الفركتوز كالسكروز .

جـ ـ السكريات القليلة Oligosaccharides والتي تحتوي ما بين 2-10 جزيئات من السكريات الاحادية منها Maltosyl fractoside .

د ـ السكريات المتعددة Polysaccharides التي تحتوي على عدة جزيئات من السكريات الاحادية او مشتقاتها وتشمل الكلايكوجين والكايتين Chitin والسكريات المخاطية Mucopolysaccharides .

**2 ـ السكريات المشتقة Derived Carbohydrates :** وتشمل السكريات ناقصة الاوكسجين مثل (2-deoxy-D-ribose) واسترات حامض الفوسفات مثل D-glucose -1- Phosphate والسكريات الامينية مثل 2-amino -2- deoxy-D-glucose والسكريات الحامضية كحامض Ascorbic وحامض Glucuronic ويتبع لها ايضا الكليسيرول والسوربتول والمانيتول .

**3 ـ الكاربوهيدرات المقترنة Conjugated Carbohydrates: وهي** عبارة عن اتحاد النوع الاول والنوع الثاني مع جزيئات غير كاربوهيدراتية اخرى كالنيكلوتيدات مثل Adenosine و Uridine والكلايكوبروتين (Glycoprotein)( لاحظ wilson 1972) اما التركيب الكيميائي لبعض انواع الكاربوهيدرات فهو موضح بالشكل التالي :: ـ

تعود أهمية الكاربوهيدرات الى الحصول على حالة مثلى في نمو وتطور وتكاثر الحشرات ، وتعتبر سكريات الكلوكوز والفركتوز والسكروز من الكاربوهيدرات ذات القيمة الغذائية الملائمة لمعظم أنواع الحشرات .

وتختلف الاطوار غير البالغة من الحشرات في مدى احتياجها لمادة الكاربوهيدرات إذ أن بعض انواع الحشرات لا تحتاج هذه المادة في غذاءها حيث يمكنها من أكسدة الحوامض الامينية والحوامض الدهنية

للحصول على الطاقة لغرض النمو والتطور، فمثلا أن يرقات Dermestes (غمدية الاجنحة) ويرقات خنافس الطحين Tribolium ويرقات بعوض Aedes ويرقات الذباب المنزلي وذبابة Phormia يمكنها النمو بنجاح بدون احتواء غذاءها على الكاربوهيدرات.

وتحتاج اليرقات التي تتغذى على الحبوب المحتوية على النشأ كحشرة Sitotroga (حرشفية الاجنحة) وسوسة الحبوب Sitophilus تركيز عالي من الكاربوهيدرات بمقدار 70% من الوزن الجاف. وفي حالة تربية حشرات المن في المختبر لوحظ بأنها تحتاج 15-35% (وزن/ حجم) من مادة السكروز في غذاءها. اما يرقات نحل العسل فتستخدم انواع كثيرة من الكاربوهيدرات أهمها السكروز ويليه الفركتوز والمالتوز والمليزيتوز والدكستروز والتريهالوز والدكسترين والكالكتوز واللاكتوز.

اما الحشرات البالغة المتغذية فإنها غالبا ما تحتاج كميات كبيرة من الكاربوهيدرات في غذاءها أذ أن هذه الكميات بالاضافة الى الاحتياطات الغذائية التي تنقل من الاطوار غير البالغة تكون ضرورية ومهمة في مواجهة المتطلبات اثناء الطيران والتكاثر ولطول فترة حياة الحشرة البالغة.

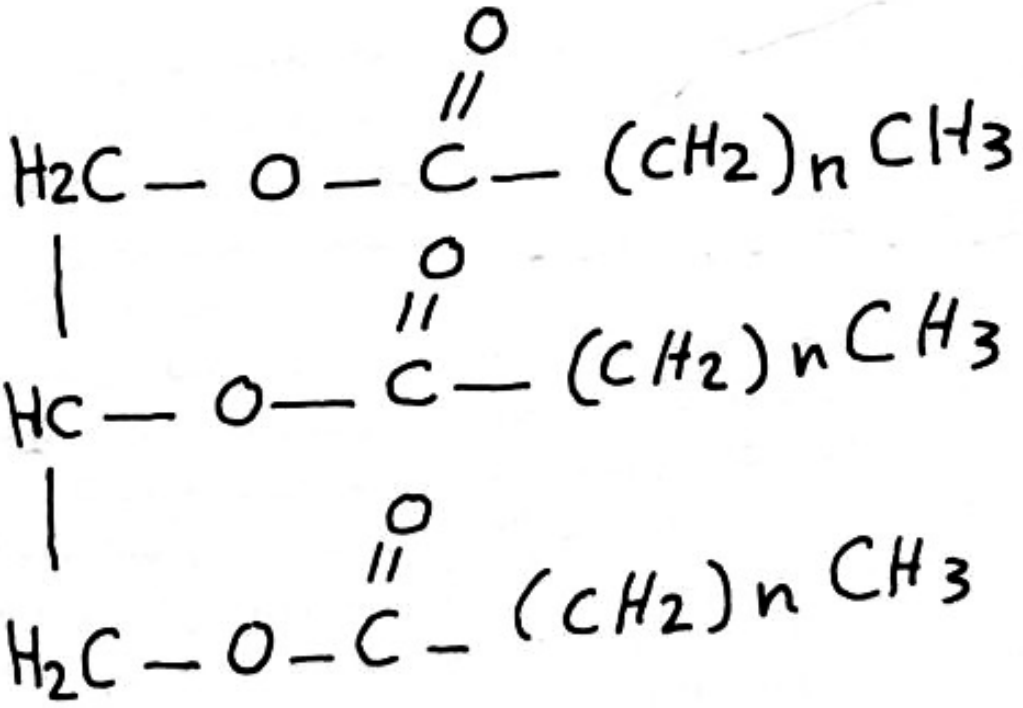
وتحصل الحشرات البالغة على الكاربوهيدرات اما من رحيق النباتات او من الحبوب، ففي الحالة الاولى تستهلك السكروز اما في الحالة الثانية فتستهلك مادة النشأ. معظم اناث رتبة ثنائية الاجنحة كالذباب المنزلي وذبابة Phormia يجب ان تستهلك الكاربوهيدرات والبروتين لكي تصنع عدد كبير من البيض. وفي دراسات اخرى لوحظ بأن غذاء صرصر Blattella المحتوي على الكاربوهيدرات يطيل من عمر هذه الحشرة (House في Chapman 1974 Rockstein في Chippendale, 1978 Rockstein في 1978).

**الدهون :: Lipids -**

عبارة عن مواد عضوية تتعلق باسترات الحامض الدهني، ويرمز لها بصورة عامة CnH2n + 1 COOH ويعتبر الدهن الاحتياطي الرئيسي لغذاء الحشرات. يوجد الدهن على هيئة كليسيرات

ثلاثية ـ Triglycerides التي فيها تتحد الاحماض الدهنية مع الكليسيرول Glycerol.

وتكون الدهون Fats صلبة في درجة حرارة 20°م اما الزيوت Oils فتكون سائلة على هذه الدرجة. والدهون والزيوت عبارة استرات الكليسيرلات الثلاثية، وأن معظم الاحماض الدهنية الشائعة تكون عبارة عن سلسلة متصلة من الهايدروركاربونات. وتعتبر الدهون المتعادلة Neutrsl Fats احتياط الطاقة في الحيوانات عامة ومن مكونات الاغشية الخلوية، وفيما يلي التركيب الكيمياوي للدهن المتعادل :: ـ



التركيب الكيميائي للدهن المتعادل Triglycerides

أذ يحتوي الدهن المتعادل والزيت على جزيئة من الكليسيرول متحدة مع 2-3 احماض دهنية Di-and Triglycerides .

وتعتبر الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة Polyunsaturated fatty acids والستيرولات Sterols من انواع الدهون الرئيسية لاحتياج الحشرات الغذائية .

## الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة : ـ
## Polyunsaturated fatty acids

أن احتواء الغذاء على الاحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة له تأثير ايجابي على نمو معظم الحشرات ، وتعتبر الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة وبالاخص التي تحتوي على 18 ذرة كاربون من الاحتياجات الغذائية اللازمة في غذاء معظم الحشرات . أن نقص الغذاء للحامض الدهني غير المشبع قد وضحت في عدة انواع من الحشرات ، ومن تلك الدراسات استنتج ظهور احدى او كلا النقطتين الاتيتين نتيجة هذا النقص : ـ

1 ـ يضعف النمو والتطور وفي الحالات الشديدة يمنع خروج الحشرة البالغة ، وفي حالة خروج الحشرة البالغة فإن الاجنحة ليس لها القدرة على التمدد او قد يؤدي الى فقدان حراشف الجسم والاجنحة .

2 ـ ضعف القدرة الجنسية .

ان فقدان غذاء العث والجراد لحامضي Linoleic (Cis. Cis-9,12-Octadecadlieonis) و Linolenic (9,12,15-octadecatrienoic) يسبب اضطراب نمو وعدم تكامل نمو الاجنحة في هذه الحشرات . ولوحظ توقف الانسلاخ في حوريات الجراد الصحراوي وعدم وصول يرقات العث الى طور العذراء في حالة تغذية هذه الحشرة على غذاء ينقصه حامض Linoleic ، أما فقدان غذاء صرصر Blattella لهذا الحامض فيؤدي الى اجهاض كبسول البيض او قد يؤدي الى انتاج حوريات مصابة بالشلل . وفي تجربة اخرى على عدد من بالغات سوسة الحبوب تم استعمال غذاء يحتوي على

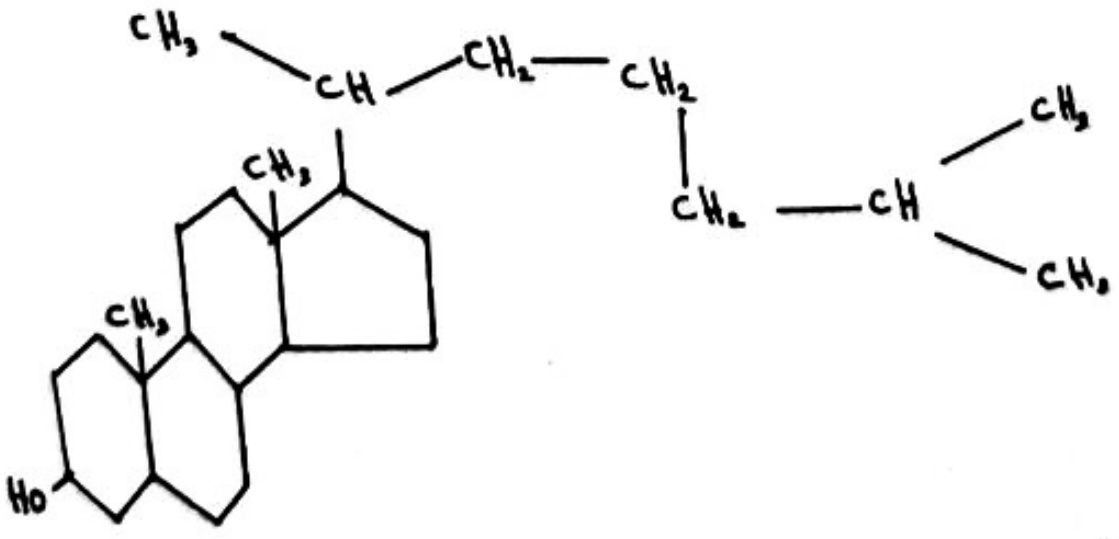
حامضي Linoleic و Linolenic في الحالة الاولى وحامض Olic (Cis -9-Octadecenoic) في الحالة الثانية فكانت الحالة الاولى افضل من الحالة الثانية من ناحية عدد وضع البيض وفترة حياة الحشرة البالغة . في حين أن اضافة حامض Olic لغذاء حشرة Argyrotaenia يعزز من نمو يرقات هذه الحشرة ، ولوحظ ان حامض Arachidonic (5,8,11,14- Eicosatetraenoic) يسرع معـــدل نمو يرقـــات خنفساء الخابرا Trogoderma ولا يؤثر على الحشرات الاخرى .

## الستيرولات : Sterols

تحتاج الحشرات في غذاءها الى مجموعة من الستيرولات أذ أن هذه المواد تعتبر مهمة وضرورية لنمو وتطور الاطوار غير البالغة . وأن الغذاء الخالي من الستيرولات يسبب أنخفاض نسبة أخصاب بيوض جميع الحشرات ، وللستيرولات وظائف مختلفة وهي : -

1 - تدخل في تكوين أغلفة الخلية
2 - تدخل في صناعة هرمون الأنسلاخ Ecdysone
3 - تدخل في تكوين الطبقة الشمعية لجليد الحشرة
4 - مركبات حاملة لجزيئة الدهن البروتيني Lipoprotein

ويسد الكوليستيرول معظم أحتياجات الحشرات الى الستيرولات ، وفيما يلي التركيب الكيمياوي للكولستيرول :: -




التركيب الكيمياوي للكوليستيرول

α or 1 Carbon ⟶ $CH_2-OH$

β or 2 Carbon $CH-OH$

α or 3 Carbon $CH_2-OH$

تركيب الكليسيرول

وتحتاج الحشرات ذوات التغذية النباتية الى الستيرولات النباتية phytosterols التي يمكنهـــا أن تتحول الـــى الكوليستيرول لتسد أحتياجات الانسجة المختلفة كما هو الحال في رتب حشرات غمدية الاجنحة ونصفية الاجنحة وغشائية الاجنحة وحرشفية الاجنحة التي تتغذى على النباتات ، وأن هذه الحشرات لها القدرة على تحويل (β-sitosterol) و Ergosterol الى الكوليستيرول .

أما الستيرولات الحيوانية Zymosterols فلها دور ضئيل في غذاء الحشرات ، فتحتاج بعض الحشرات مثلا كميات محدودة جدا من هذا الستيرول كما هو الحال في خنفساء الخابرا وفي بعوضة Aedes aegypti بينما خنفساء الحبوب المنشاوية Oryzaephilus يجب أن يتوفر في غذاءها كمية معتبرة من هذا الستيرول .

أما الحشرات ذات التغذية الحيوانية كما هو الحال في خنفساء الجلد Dermestes وحشرة Attagenus فيجب توفر الكوليستيرول في غذاءها لانها لاتستطيع أستخدام الستيرولات النباتية لعدم قدرتها على تحويلهم الى الكوليستيرول في عمليات الميتابولزم .

ولوحظ أن الستيرول ضروري في غذاء الذبابة المنزلية لكي تصل الى طور الغذراء وكذلك مهمة لمقاومة الذباب الى البكتريا . ووجد أن عدم أحتواء غذاء الدروسفلا للأركستول (ستيرول نباتي) وللكوليستيرول (ستيرول حيواني) يسبب توقف نمو اليرقات .

## 6 ـ المواد المعدنية :

Minerals

الحشرات كاللبائن تحتاج في غذاءها عديد من المواد غير العضوية ولكن مزيج الاملاح المستعمل في غذاء اللبائن يكون غير مناسبا للحشرات اذ ان هناك فروقات مابين الاملاح المستعملة للحشرات واللبائن ومنها .

1 ـ مزيج املاح اللبائن يحتوي على كمية كبيرة من عنصر الكالسيوم مقارنة باملاح الحشرات .
2 ـ تحتاج الحشرات عنصر الحديد اقل مما تحتاجة اللبائن .
3 ـ نسبة البوتاسيوم الى الصوديوم في غذاء الحشرات اكثر مما عليه في غذاء اللبائن .

ولا توجد معلومات كافية حول متطلبات الحشرات للمواد المعدنية والسبب يعود الى وجود كميات قليلة جدا من الاملاح في غذاء الحشرات وبذا فأن تحليلها كيمياويا لايمكن ضبطها لعدم نقاوة المواد الاخرى . والجدول المرفق طيا يبين متطلبات بعض الحشرات من الاملاح المعدنية .

وقد تحتاج الحشرات في غذاءها معظم الاملاح التي تحتاجها الفقريات فمثلا قد وجد بأن عنصر الكالسيوم يعتبر ضروريا في غذاء يرقات Aedes بينما لاتحتاجه حشرة الدروسفلا .

وخنفساء Tenebrio تحتاج في غذاءها عناصر المغنسيوم والكالسيوم والزنك ، بينما نسبة عالية من الزنك في غذاء حشرة Coreyra cephalonica لها تأثير سام ، ويتناقص نمو المن Aphis pisum بشدة في حالة زيادة او قلة تركيز الملحين فوسفات البوتاسيوم وكلوريد المغنسيوم عن المستوى المطلوب في الغذاء . وتتطلق احتياجات الحشرات البالغة للمواد المعدنية اساسا بنشاط التكاثر في الاناث فالاملاح تزيد انتاج البيض في بعوضة Aedes وفوسفات البوتاسيوم يسرع تطور البيض في ذبابة Phormia وقد تبين ان المنغنيز يعزز قدرة اخصاب حشرة Aptesis basizonus (House في Rockstein 1974).

٦ ـ الحوامض النووية : ـ

Nucleic acids

تستطيع الحشرات من تصنيع الحامض النووي RNA لسد احتياجاتها ولكن في بعض الانواع وبالاخص رتبة ثنائية الاجنحة وبعض انواع رتبة غمدية الاجنحة يكون فيها معدل تصنيع هذا الحامض في اجسامها لايكافيء مع معدلات نموها وتطورها.

ففي رتبة ثنائية الاجنحة فأن هناك زيادة في حجم الجسم تبلغ الف مرة بعد 4-5 ايام من الطور اليرقي الاول ولذا فيجب ان يكون هناك مصدر آخرا للحصول على كميات اخرى من الحامض النووي وهذا المصدر هو الغذاء.

ان غذاء يرقات ذبابة Cochliomyia hominivorax الخالي من حامض RNA يؤدى الى ايقاف نمو هذه اليرقات ثم موتها وتحدث نفس الحالة في بعض سلالات الدروسفلا.

ومن المركبات المهمة لحامض RNA المستخدمة في غذاء الذباب المنزلي هي قواعد البيورينات Purines والادينين Adenine والكوانين Guanine.

ويمكن احلال مزيج الادنين والسايتوسين والكوانين محل حامض RNA في غذاء الحشرة المذكورة اعلاه. ويزداد معدل نمو يرقات Agria عند زيادة مستوى حامض RNA في الغذاء الى 0.01% ولكن زيادة نسبته عن هذا الحد يؤدي الى انخفاض عدد البالغات الناتجة (House في Rockstein 1974, Chapman 1978).

اما حامض DNA فلم يظهر تأثيره بوضوح على نمو يرقات ذبابة Phormia ولكن قد يزيد نسبة العذارى الناتجة. وقد وجد الباحث (Chinezi 1975) بأن حامض DNA الناتج من تحلل غدة الحرير في دودة الحرير يستعمل كمادة غذائية يخزن اولا بالاجسام الدهنية ومن ثم يستخدم لبناء مح البويضات عند الحاجة.

## معامل الهضم والنسبة الغذائية وكفاءة التحول الغذائي للغذاء الى مواد بالجسم : ـ

يبلغ معامل الهضم في دودة الحرير 24% بينما في حشرة البرودينا Prodenia eridania يكون 48.5% و 46.3% في خنفساء Tenebrio molitor ويبلغ معامل الهضم في حشرة Aglais urticae 25.7% بينما في

فراشة اللهانة تبلغ 36.3% بينما تبلغ هذه القيمة 72% في ماشية الحليب التي تتغذى على مواد نباتية ويعود انخفاض معامل الهضم في الحشرات الى عدم قدرتها على هضم المواد الليفية في الغذاء. لقياس معامل الهضم في اي حشرة تطبق المعادلة التالية : -

$$\text{معامل الهضم} = \frac{\text{وزن الغذاء الجاف الذي تناولته الحشرة} - \text{وزن الفضلات الجاف}}{\text{وزن الغذاء الجاف الذي تناولته الحشرة}} \times 100$$

وتبلغ النسبة الغذائية لكثير من اليرقات التي تتغذى على مواد نباتية 0.33-1.18، وهذه النسبة منخفضة جدا مقارنة بما هو في الحيوانات المجترة التي تبلغ 3.2-4، عندما تتغذى على غذاء شبيه بنخالة الطحين التي تغذت عليها حشرة Tenebrio فبلغت النسبة الغذائية في هذه الحشرة 4.7 وتقاس النسبة الغذائية كما يلي : -

$$\text{النسبة الغذائية} = \frac{\text{الكاربوهيدرات المهضومة} + \text{الدهون المهضومة} \times 2.25}{\text{البروتين المهضوم}} \times 100$$

واختلفت كفاءة التحول الغذائي من 16.2 ليرقات حرشفية الاجنحة الى 33.5% في Rhopalosiphum ويجب ان تتناول ديدان الحرير 250 غم من ورق التوت الطري لتكوين 100 غم من اجزاء الجسم أثناء الاربعة أعمار الاولى و 462 غم أثناء العمر الخامس. وتبلغ الكفاءة في الصرصر Blattella المتغذى على الحليب الجاف وطحين الحنطة 31.4%، وفي يرقات Aglaisurt. المتغذية على أوراق نباتات شوكية كانت 16.2% وتبلغ في حشرة Anatismali المتغذية على حشرة المن Rhopalosiphum insertum 25% بينما تبلغ 20% في حشرة Coleomegilla maculata المتغذية على حشرة المن المذكورة أعلاه، وقد أستنتج بان كفاءة الطور الثابت للذى سبق أن تكون اكثر كفاءة من الاطوار المتأخرة. وتقاس كفاءة التحول الغذائي كما يلي : -

$$\text{كفاءة التحول الغذائي} = \frac{\text{الزيادة في وزن الحشرة الجاف}}{\text{وزن الغذاء الجاف الذي تناولته الحشرة}} \times 100$$

ولاتختلف محتويات الحشرة من الطاقة Energy content كثيراً عن طاقة الفقريات اذ يبلغ عدد السعرات الحرارية لكل غم من وزن الجسم في البيض واليرقات الحديثة الفقس واليرقات الكاملة التكوين والبالغة الذكر والانثى لدودة الحرير 2163 و 1632 و 1150 و 1937 و 1291 على التوالي، بينما تتراوح محتويات الرجل والارنب وبيضة الدجاج من الطاقة 1940 و 1958 و 2185 على التوالي.

وهناك بعض الحشرات تناولت غذاءا طبيعيا فيه كميات من النتروجين مناسبة وفيه طاقة حرارية كافية ولكن مع ذلك تفشل الحشرة في النمو عليه نمواً طبيعيا فيرقات الحرير كان نموها ضعيف على اوراق نباتية اخرى مثل اوراق الخس وبعض البقوليات مقارنة باوراق التوت (الشاذلي House, 1963 في Rockstein 1974).