جامعة تكريت – كلية الزراعة– قسم وقاية النبات

– المرحلة الثالثة-

المحاضرة الرابعة

فسلجه الحشرات – التطور والغدد الصماء Development & Endocrine Glands

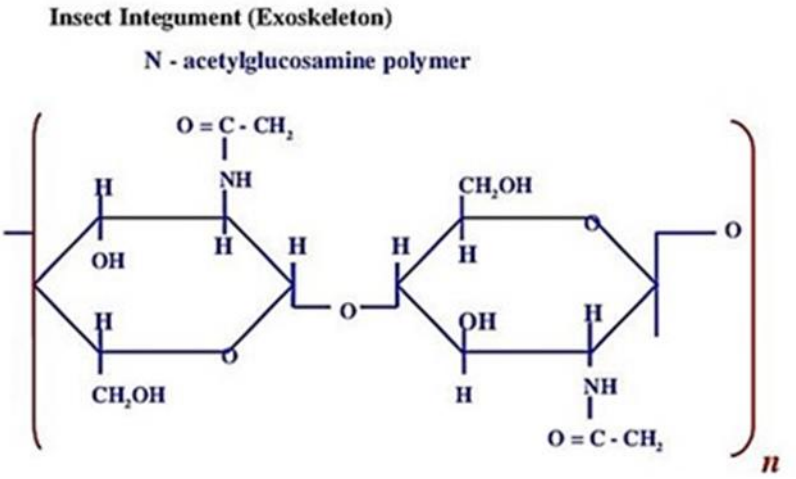
استاذ المادة

أ.م.د. محمد شاكر منصور

Dr. Mohammed Sh. Mansor-entomology of physiology

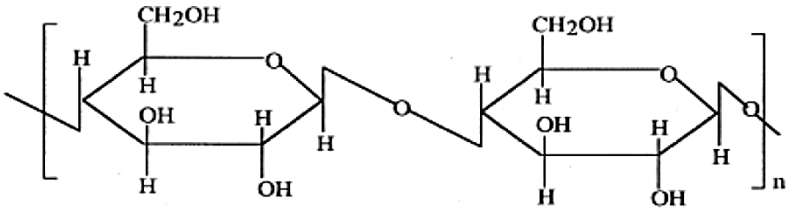
* **التركيب (المكونات) الكيميائي لجدار جسم الحشرة** : يحتوي جدار الجسم على المكونات الاتية :

١. **الكايتين** Chitin : يعتبر من اهم مكونات الكيوتكل ، وهو من السكريات النتروجينية المعقدة ، وان وحدة جزيئة الكايتين هي N-Acetyl Glucose Amine (NAGA) اذ ترتبط المئات من هذه الوحدات مكونة سلاسل طويلة تسمى الكايتين. ان كل وحدتين من NAGA تسمى Chitobiose وهو سكر ثنائي.

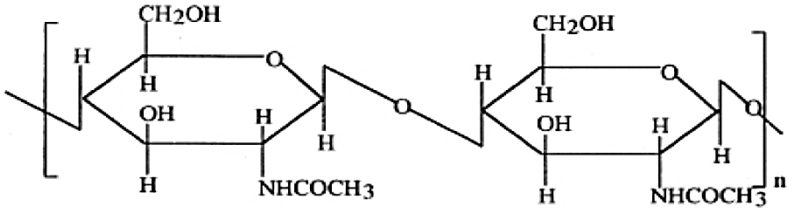


يتركز الكايتين في طبقة الكيوتيكل الداخلية بنسبة ٦٠% من الوزن الجاف كما في الصرصر الامريكي ، وبنسبة ٢٢% في طبقة الكيوتيكل الخارجية ، في حين **لا** يحتوي الكيوتيكل السطحي على اية نسبة منة.
وبشكل عام نسبة تواجده في كيوتكل الحشرات تبلغ ٣٣% من الوزن الجاف وبمدى يتراوح ٢٥-٥٥% .
يعطي الكايتين القوة لجدار الجسم لكن لا يعطيه الصلابة Hardness .

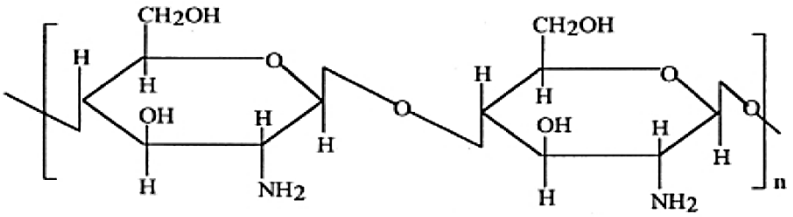
Dr. Mohammed S. Ma... physiology



Cellulose



Chitin



Chitosan

Dr. Mohammed Sh. Mansour-ent... ...ysiology

٢. **البروتينات** Proteins : يحتوي جدار جسم الحشرة على اكثر من ٥٠% بروتين على اساس الوزن الجاف ، يطلق على البروتين المستخرج من كيوتكل الحشرة Arthropodin (البروتين الذائب) وهو خليط من انواع مختلفة من البروتينات من حيث مكوناتها من الاحماض الامينية ونسب تواجدها ، ويتميز بروتين Arthropodin بالاتي :

أ- قابل للذوبان في الماء الساخن.

ب- لا يتصلب في الحالة الاعتيادية (تحت الظروف الاعتيادية).

ت- يتحول الـ Arthropodin (البروتين الذائب) في منطقة الكيوتيكل الخارجية الى بروتين صلب Sclerotin بعملية تسمى بعملية التصلب Sclerotization .

يوجد نوع اخر من البروتين في جدار الجسم وفي مناطق اتصال الاجنحة بجدار الجسم والمفاصل المختلفة المستخدمة في الطيران والقفز هو بروتين الـ Resilin ولمرونته العالية يسمى البروتين المطاطي Rubber- like protein (بروتين شبيه المطاط) وهذا البروتين لا يشبه بروتين الكيوتيكل لأنه * غير ذائب * ولا يتصلب * وهو بروتين عديم اللون.

٣. **معقد البروتين والكايتين** Chitin-Protein Complex : وهو عبارة عن جزيئات معقدة تتكون من ارتباط سلسلة الكايتين بالبروتين بروابط (اواصر) كيميائية مختلفة الانواع خاصة الاواصر

التساهمية ولهذا السبب لايمكن استخلاصها كجزيئات سليمة ، ولا يمكن فصل الكايتين عن البروتين ويسمى هذا المعقد (معقد البروتين والكايتين) بالكايتين الطبيعي Native chitin لاحتوائه اصلا على الكايتين او ان الكايتين يتواجد طبيعيا مرتبطا بالبروتينات .

٤. **الدهون** Lipids : تشكل الدهون بصورة عامة نسبة قليلة جدا بالنسبة الى الوزن الجاف الى الكيوتكل ، لكن من الممكن الحصول عليها وبكميات لابأس بها من جلود الانسلاخ والافرازات الشمعية مثل شمع العسل والقشور الشمعية في الحشرات القشرية. الدهون في الكيوتيكل هي :

أ. البارافينات Paraffin : عدد ذرات الكاربون من C25 – C43 ومنها المشبعة وغير المشبعة.

ب. استرات الحوامض الدهنية المشبعة والتي تكّون مع انواع الكحول المشبع مادة الشمع Wax .

ت. الاستيرولات واستراتها.

ث. الدهون الفسفورية Phospholipids .

تتواجد الدهون بشكل حر او مرتبطة مع البروتينات وتكون معقد البروتين الدهني Lipoproteins .

٥. **المكونات اللاعضوية** Inorganic components : وتشمل (Mg^{+2} ، K^{+1} ، Na^{+1} ، Po^{-4} ، Co^{+3}). تشكل المحتويات اللاعضوية اقل من ١% من الوزن الجاف للكيوتكل.

* في حشرة *Musca autumnalis* تشكل كاربونات الكالسيوم $CaCo_3$ النسبة الاكبر من المكونات اللاعضوية بنسبة ٦٠- ٨٠% من وزن الكيوتكل الجاف لان جدار جسمها يتصلب بعملية التكليس Calcification تترسب $CaCo_3$ في كيوتكل الحشرات وتساهم في صلابة الكيوتكل.

* ان عملية التكلس Calcification هي بديل لعملية التصلب وتحدث في الحشرات المائية ولذلك تصل نسبة $CaCo_3$ فيها ٧٥% من الوزن الجاف للكيوتكل.

٦. **الفينولات** Phenols : يعتقد ان تواجد المركبات الفينولية ذات علاقة بعملية التصلب ، وبعضها الاخر قد يعمل على منع اكسدة الدهون Antioxidants او قد تساهم في عملية تكوين الالوان.

٧. **الانزيمات** Enzymes : ان اهم الانزيمات المتواجدة في كيوتكل الحشرات هي انزيمات الاكسدة والتي تسمى Phenol oxidases (Phenolases ، Catechol oxidases) وهذه الانزيمات مهمة في عملية التصلب في جدار الجسم ، والتي يزداد نشاطها بعد عملية الانسلاخ خاصة في طبقة الكيوتيكل الخارجية اذ تؤكسد هذه الانزيمات الفينولات التي تدخل عملية التصلب.

* هناك انزيمات اخرى مثل انزيمات تخليق البروتينات او انزيمات الارتباط لتكوين (لتخليق) جزيئات Glycoprotein او Lipoproteins فضلا عن انزيمات تحليل البروتينات Proteinases والكايتين Chitinase والتي تتواجد عند عملية الانسلاخ Ecdysis (Moulting) وتكوين الكيوتيكل الجديد.

٨. **الصبغات** Pigments : تتواجد الصبغات التالية في جدار الجسم او طبقة البشرة او الدم او الحراشف والتي تعطي الالوان المختلفة في الحشرات ومنها الاتي :

Dr. Mohammed Sh. Mansour-entomology of physiology

أ. صبغة الميلانين Melanin : تتواجد في طبقة الكيوتكل الخارجي Exocuticle وتعطي اللون الاسود او البني المحمر او البني الذهبي.

ب. صبغة الكاروتين Carotenoide : تعطي اللون الاصفر او البرتقالي او الاحمر (ترتبط مع البروتينات).

ت. صبغة Tetrapyrrole : توجد في دم الحشرات متحدة مع البروتين لونها ازرق.

ث. صبغة Pteridines : توجد في اجنحة الحشرات وفي اجزاء اخرى مثل العين وفي جدار الجسم ايضا ، الوانها الابيض والأصفر.

ج. صبغة الفلافينات Flavons : الوانها الاصفر والأحمر والأزرق والقرمزي وتوجد في الاجنحة.

صبغة Ommochromes : الوانها الاصفر والبني الفاتح وتتواجد في طبقة البشرة في حشرات رتبتي مستقيمة وحرشفية الاجنحة وفي العيون المركبة لبعض الحشرات.

انواع الهرمونات ووظائفها

١. هرمون المخ (الدماغ): Prothoracic trophic Hormone (PTTH) ويسمى بالهرمون المنشط لغدة الصدر الامامي.

مصدره : زوج من الخلايا العصبية الافرازية الجانبية في المخ الاول Protocerebrum . **وظيفته** :

أ. ينشط او يحفز غدة الصدر الامامي PGT على افراز هرمون الانسلاخ Ecdysone والذي يعمل على انسلاخ الحشرة وتحولها الى طور اخر.

ب. ويعتقد ان لهرمون PTTH دورا في

تنشيط غدة CA

ت. حالات السكون

ث. تحفيز نمو المبايض

ج. تنشيط بعض الانزيمات.

Dr. Mohammed Sh. Mansour-Entomology of physiology

Development & Endocrine Glands فسلجه الحشرات – التطور والغدد الصماء

٢. هرمون الانسلاخ Moulting Hormone (MH) او Ecdysone

مصدره : غدة الصدر الامامي Prothoracic Gland (PTG) او تسمى بالغدة الانسلاخية Ecdysial Gland (EG) . **وظيفته** : أ. السيطرة على عملية الانسلاخ بين طور واخر اذ يعمل على تنشيط خلايا البشرة لكي تقوم بدورها في عملية انسلاخ الكيوتيكل القديم وتكوين الكيوتيكل الجديد

ب. التاثير على نضج المبايض **ج.** كسر حالة السكون الفسلجي **د.** له تاثير على نمو الانسجة الاولية وتطورها **هـ.** له تاثير على عملية تحلل بعض الانسجة اثناء فترة العذراء. **و.** يعتقد ان له دور في انسلاخ الاجنة الكاملة وهي داخل البيضة (اذ وجد الهرمون داخل البيوض).

٣. هرمون الشباب (الصبا ، الطفولة) Juvenile Hormone (JH)

مصدره : غدة الاجسام الكروية Corpora Allata (CA) . **وظائفه** : الحفاظ على مميزات الاطوار غير البالغة (الحفاظ على الصفات اليرقية) وإنه يحافظ على صفات الكيوتيكل الجديد اي يمنع التغير في الشكل لأنه عند ارتفاع تركيزه يمنع عملية التمييز التي تحصل في اقراص البلوغ لأنسجة الجسم ، * تشير معظم الدراسات الى **وظيفتين رئيسيتين** له :

أ. الفعل المورفولوجي للهرمون: اي السيطرة على شكل الحشرة او عملية التشكل (المحافظة على الصفات اليرقية ويمنع عملية التشكل تحول اليرقة الى عذراء او تحول العذراء الى بالغة او تحول عمر يرقي الى عمر يرقي اخر) (تركيز عالي من الهرمون).

ب. السيطرة على انظمة التكاثر من حيث نضجها ونضج البويضات والحيامن.

ت. له تاثير على السكون الفسلجي (سكون اليرقة).

٤. هرمون خروج البالغات Eclosion Hormone

مصدره : الخلايا العصبية الافرازية الوسطية في المخ الاول ويخزن في الاجسام القلبية (CC) وينطلق الى الدم والطبيعة الكيميائية : شخص على إنه بروتين **ووظيفته** :

أ. تحفيز سلوك الكاملة عند خروجها من العذراء ، اذ يؤثر الهرمون على الجهاز العصبي الذي بدورة يؤثر على حركة العضلات البطنية للعذراء اذ تتحرك البطن وتهتز وتلتوي حوالي اكثر من ساعة لكي تخرج الكاملة من العذراء

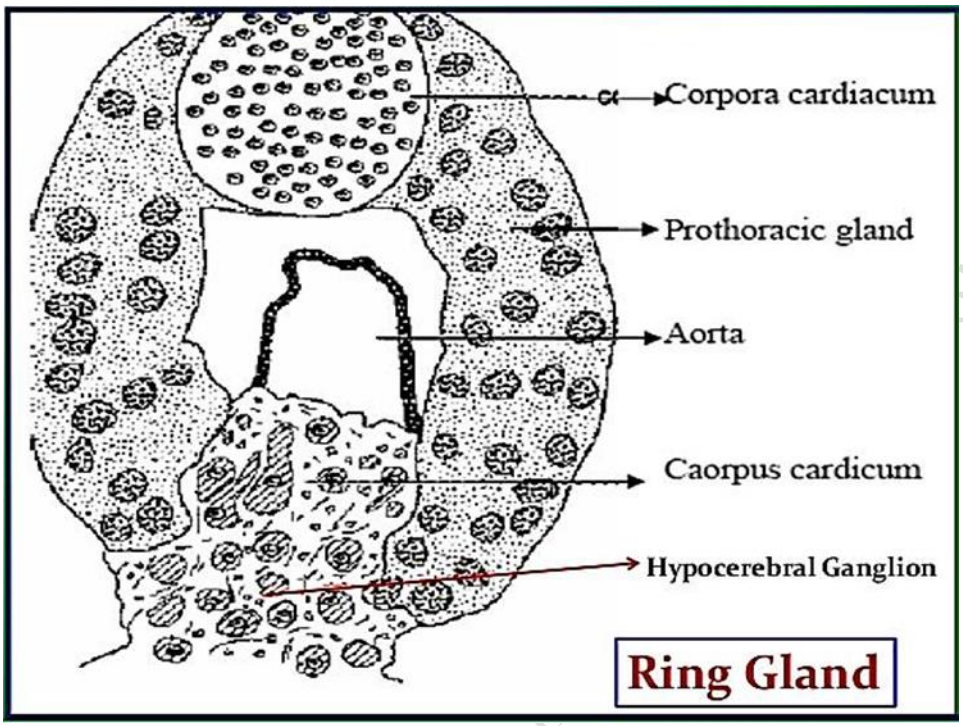
ب. يعمل الهرمون على ضمور العضلات ما بين البطنية للكاملة بعد خروجها

ج. ينشط سلوك الكاملة بعد الخروج

Dr. Mohammed Sh. Mansor-entomology of physiology

فسلجه الحشرات – التطور والغدد الصماء Development & Endocrine Glands

د. تم تشخيصه في اجنة الحشرات في البيضة ويعتقد بانة يحفز سلوك الجنين للخروج من البيضة.



٥. هرمون الدباغة Bursicon Hormone هرمون التصلب Tanning Hormone

عملية تصلب في كيوتكل الحشرة يحدث تحت سيطرة هذا الهرمون.

مصدره :هو افراز عصبي من الجهاز العصبي (المخ).

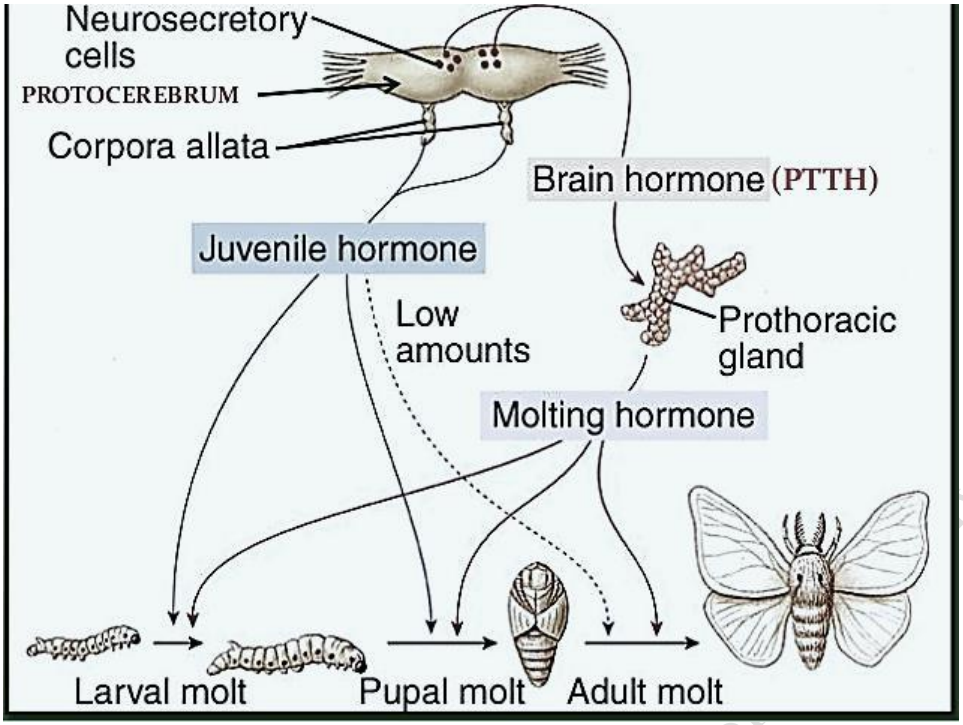
وظيفته : أ. له دور مهم في عملية تصلب الكيوتيكل ويعد عامل دباغة Tanning factor .

ب. يحفز طبقة البشرة على تكوين طبقة الكيوتيكل الداخلية.

ج. له دور في تخليق (تصنيع) البروتينات في جدار الجسم.

Dr. Mohammed Sh. Mansour - Entomology

فسلجه الحشرات – التطور والغدد الصماء Development & Endocrine Glands



عملية الانسلاخ Ecdysis : بما ان جليد الحشرة صلب وغير مرن بدرجة يوازي زيادة نمو انسجة الاطوار غير البالغة من الحشرات فلذلك تقوم هذه الحشرات بنزع جليدها القديم Exuviae or Cast skin بين فترة واخرى وابداله بجليد اخر جديد اوسع من الجليد القديم وتدعى هذه العملية بالانسلاخ.

ان عملية الانسلاخ تحدث في جليد جسم الحشرة وفي كيوتكل بعض الاعضاء الداخلية التي هي بالاصل انبعاجات من الجليد الخارجي كالقناة الهضمية الامامية والخلفية والقصبات الهوائية.

يختلف عدد الانسلاخات بحسب نوع الحشرة فهو احد مميزاتها ، وتسمى الحشرة بين الانسلاخين المتعاقبين بالطور Instar فهو طور يرقي Larval instar في اليرقات وطور حوري Nymphal instar في الحوريات والحوريات المائية ذات الخياشيم ، والطور الواقع بين فقس البيضة والانسلاخ الاول يدعى بالطور الاول First instar وبين الانسلاخين الاول والثاني بالطور الثاني Second instar وهكذا. وتعرف المدة اللازمة لإكمال نمو الطور بالمرحلة Stadium ، والمرحلة اللازمة لإكمال نمو الطور الاول تعرف بالمرحلة الاولى First stadium واللازمة لاكمال الطور الثاني بالمرحلة الثانية Second stadium وهكذا. ليس من الضروري ان تكون مراحل نمو الحشرة متساوية بل القاعدة او الشائع انها مختلفة من مرحلة الى اخرى كما ان مراحل نمو نوع معين من الحشرات لا تساوي مراحل نمو نوع اخر. علاوة على

Dr. Mohammed Sh. Mahdi - entomology physiology

فسلجه الحشرات – التطور والغدد الصماء Development & Endocrine Glands

ذلك فان المراحل تتاثر بدرجة الحرارة فهي تقصر في حدود معينة اذا ارتفعت درجة الحرارة وبالعكس عند انخفاض درجة الحرارة.

*** وتتم عملية الانسلاخ بطرق مختلفة ، وفيما ياتي خطوات الطريقة الشائعة :**

١. قبل ابتداء عملية الانسلاخ تتوقف اليرقة او الحورية عن الحركة والتغذية وتسكن لفترة قصيرة ، واثناء ذلك تنشط خلايا البشرة Epidermis وتاخذ في الانقسام فيزداد عدد الخلايا غير المتماثلة حجما فتاخذ هذة الطبقة شكلا متعرجا نحن طبقة الكيوتكل مما يؤدي الى انفصال الكيوتكل بدفعة الى الخارج اي بعبارة اخرى ان الجليد القديم يصبح سائبا عن طبقة البشرة ، مكونا فراغا بين طبقتي الكيوتكل والبشرة الداخلية.

٢. يملاء هذا الفراغ بسائل تفرزة خلايا البشرة او الغدة الجلدية Dermal gland وهو سائل الانسلاخ Moulting fluid ، الذي يملاء الفراغ المتكون بين الجليد الداخلي للجليد القديم والجليد السطحي للجليد الجديد ، ويحتوي هذا السائل على انزيمات منها انزيم الكايتينيز Chitinase وانزيم البروتييز Protease .

٣. تبدا خلايا البشرة بافراز كيوتكل جديد ، ابتداءا بطبقة الكيوتكل السطحي Epicuticle تليها طبقة الكيوتكل الاولية Procuticle وهي تمثل طبقة الكيوتكل الخارجية Exocuticle وطبقة الكيوتكل الداخلية Endocuticle .

٤. يهضم انزيم الكايتينيز Chitinase مادة الكايتين وانزيم البروتييز Protease يحلل البروتين من الكيوتكل القديم وتمتص خلايا البشرة نواتج هذا التحليل لتستعملها في بناء الكيوتكل الجديد ، وفي النهاية يصل مقدار ما يهضم من الكيوتكل القديم الى ٨٥% منة ولا يبقى منة سوى ١٥% يطرح للخارج في الجدار القديم المنزوع من الحشرة. لا يؤثر هذان الانزيمان على الكيوتكل الجديد لان ما يلامس هذين الانزيمين منة هو طبقة الكيوتكل السطحي التي لا تتاثر بالانزيمين.

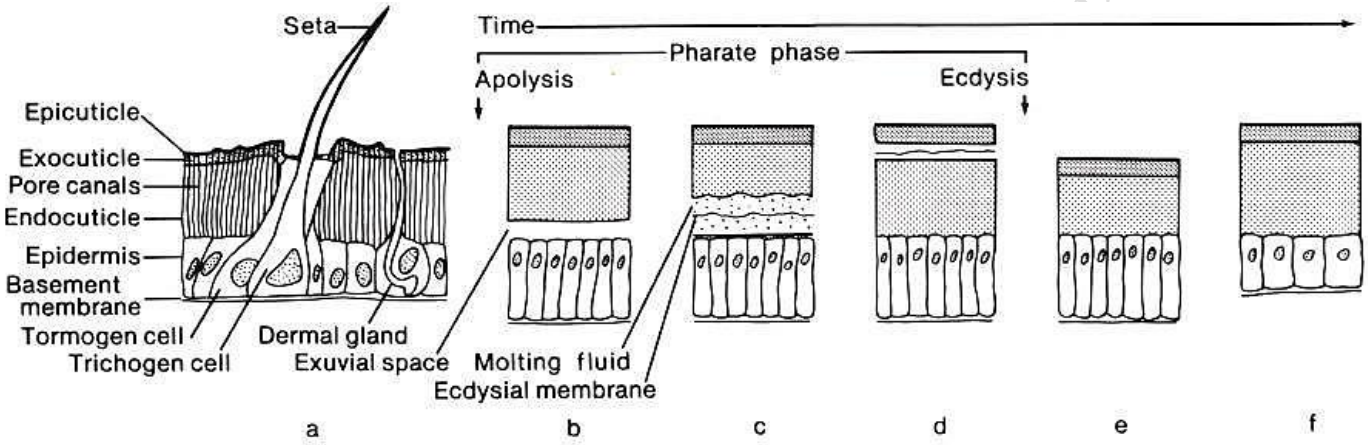
٥. عندما يكتمل بناء الكيوتكل الجديد تفرز بعض غدد البشرة الداخلية التي تفتح في جدار الجسم افرازاتها فوق الكيوتكل الجديد لتكون الطبقة الشمعية فوق الكيوتكل السطحي.

٦. تبدأ الحشرة بالتخلص من ما تبقى من الكيوتيكل القديم وتكون الحشرة في هذه المرحلة ساكنة ولا تتغذى حتى يكتمل انسلاخ جليدها ، يبدا الشق في منطقة الصدر وعلى طول الخط الوسطي حيث يكون الكيوتيكل ضعيفا ، ويسبب ضغط الدم هذا التمزق اذ تتقلص البطن ويندفع الدم الى الصدر حيث يضغط على جدار الجسم من الداخل ويزيد من فعل هذا الضغط ابتلاع الحشرة للهواء اذا كانت معيشتها على اليابسة او الماء اذا كانت مائية

Dr. Mohammed Sh. Mansur-entomology of physiology

المعيشة ، بعد ان يتمزق جدار الجسم في اعلى الصدر تبدا الحشرة بسحب جسمها من الجليد القديم يساعدها سائل الانسلاخ في انزلاق جسمها للخارج ، يخرج الصدر اولا ثم يندفع للأمام فيضغط راسها على صندوقة شاقا الدرز الجمجمي فتخرج الحشرة راسها وزوائدها ثم الارجل الصدرية واخيرا البطن ، وفي حوالي هذا الوقت تمتص البشرة الداخلية سائل الانسلاخ.

تتم عملية الانسلاخ بتخلص الجسم من الكيوتيكل القديم نهائيا والذي قد يبقى مرتبطا بالحشرة لفترة قصيرة بواسطة الخيوط الحلزونية المبطنة للقصبات الهوائية التي تنسلخ هي ايضا والتي تمتد من الثغور التنفسية.



٧. تكون الحشرة بعد الانسلاخ مباشرة ذات لون ابيض لماع او مشوبا بصفرة ويستمر كذلك لفترة قصيرة ، يكون الكيوتكل الجديد عندئذ مرنا قابلا للتوسع فتوسعة الحشرة بابتلاع الحشرة الهواء او الماء لزيادة حجمها وبواسطة ضغط الدم الهيدروليكي والعضلات فيصبح جدار الجسم اكبر من الجليد المنسلخ ويتسع لنمو الحشرة للفترة المقبلة حتى الانسلاخ التالي ، بعد ذلك يتصلب جدار الجسم ويتلون بلون غامق حسب لون الحشرة الطبيعي.

يمكن مشاهدة جلود الحشرات المنسلخة بسهولة عند فحص الحشرات التجمعية المعيشة كالمن والقفازات ، يشبة جلد الانسلاخ الحشرة الذي سلختة تماما وبذلك يمكن تشخيص الحشرات من هذة الجلود المنسلخة.

٨. تنشط الحشرة من جديد وتستانف حياتها الاعتيادية بالتغذي والنمو حتى تصل موعد الانسلاخ التالي وهكذا حتى تصل الدور الكامل حين لا تنسلخ الحشرة بعدة.

Dr. Mohammed Sh. M. Physiology