SC.BIO(3) حيوان
علم الحشرات عام

GENERAL ENTOMOLOGY

إعداد
أ.د .خالد سعيد محمد عثمان

Khaled S M Osman
كلية العلوم
Faculty of Science
قسم علم الحيوان
Zoology Department
2024 / 2025

الكلية: التربية
Faculty of Education

المستوى الثاني
Second Graduate
التخصص: البيولوجيا

Biology and Geology
تاريخ النشر: 2024
عدد الصفحات:
المؤلفون:
أ.د .خالد سعيد محمد
الرموز المستخدمة
نص للقراءة والدراسة
أنشطة ومهام
أسئلة للتفكير والتقييم الذاتي
فيديو للمشاهدة
رابط خارجي
تواصل عبر مؤتمر الفيديو

Contents

A- Entomology

Contents

Preface تمهيد

Insect Scientific Importance الاهمية العلمية للحشرات

Insect Economic Importance الأهمية الاقتصادية للحشرات

Dangers of the Insects مخاطر الحشرات

B- Benefits of the Insects فوائد الحشرات

Insect Morphology الشكل الظاهربو مناطق جسم الحشرات

Insect Head الرأس في الحشرات

Mouth parts أجزاء فم الحشرات

Antennae قرون استشعار الحشرات

Insect Thorax الصدر في الحشرات

Insect Thorax Segmentation تعقل الصدر في الحشرات

Wings الأجنحة

Legs الأرجل

Insect Abdomen البطن في الحشرات

Insect Abdomen Segmentation التعقل في بطن الحشرات

External Genetalia الاعضاء التناسلية الخارجية

Sting of Honey bee workers حمة شغالات النحل

Insect Taxonomy مقدمة في تصنيف الحشرات

History of Insect Taxonomy تاريخ تصنيف الحشرات

Apterous Insects الحشرات عديمة الأجنحة

Pterygota الحشرات المجنحة

Exopterygota الحشرات خارجية الأجنحة

Endopterygota الحشرات خارجية الأجنحة

4. Quistions for training أسئلة

Preface

Insects are one of the classes of arthropod animals, and insects gained their importance as they are the most common on earth among living organisms as well as the effective positive and negative their impact on humans, animals and plants. Therefore, it is important to study an insect including different aspects. This note will present an introduction to entomology. In general, we will study the importance of insects spiritually, scientifically and economically. Moreover, it includes the general characteristics of insects. The morphology of insects in different body regions will be involved in the current preliminary study. We will present brief notes on the internal anatomy of insects of some body systems. Furthermore, we'll show an introduction to classification of insects and some orders. Finally, hope you my students benefit and enjoy studying this scientific materials.

Prof. Dr. Khaled S. M. Osman

2024-2025

Why we care about insects?!!!

لماذا ندرس علم الحشرات؟

Firstly: For their spiritual significance أولا: لأهمتها الروحية

The mosquitoes mentioned in the Holly Books……

البعوض و قد ذكر فى الكتاب المقدس القرآن

1. House Flies الذبابة المنزلية
2. Termites النمل الأبيض
3. True Ants النمل الحقيقى
4. The Bees النحل
5. Locusts الجراد
6. Louse القمل

} mentioned in the Holly Books

2.2. Secondly: ثانيا
For their scientific importance
لأهميتها العلمية

A- Insect Ratio نسبة الحشرات

Class: Insecta is a class of phylum Arthropoda

تعد طائفة الحشرات احدى طوائف شعبة مفصليات الأرجل

Phylum Arthropoda is a phylum of Kindom Animalia

تعد مفصليات الارجلهى شعبة تنتمى للملكة الحيوانية

Kindom Animalia is one of 5 kingdoms that are:

و أن المملكة الحيوانية واحدة من خمس ممالك هن:

1. Monera
2. Protista
3. Animalia
4. Plantae
5. Fungi

Species of class insects represent 61 % of all being organisms

حيث تمثل الحشرات 50.2% من كل ممالك الكائنات الحية

Moreover, they represent 72% of all animals

و أن الحشرات تمثل 72% من كل المملكة الحيوانية

B-Tolerance التحمل

They live in all environments استطاعت ان تتأقلم للغيش قى معظم البيئات

***Hot wells** آبار حارة

***The two earth poles** فى القطبين

***Temperature and Hinton 1960 experiment**

تحملها لفرق درجات الحرارة طبقا لتجربة Hinton كالتالى

University of Florida Book of Insect Records

Chapter 4 *Most Tolerant of Cold*

JASON P.W. HALL

Department of Entomology & Nematology
University of Florida, Gainesville, Florida 32611-0620

1 May 1994

In laboratory tests, Hinton (1960) found that dehydrated larvae of the African chironomid Polypedilum vanderplanki *(Diptera) could survive submersion in liquid helium (-270 C). This phenomenon seems related to its ability to tolerate extreme desiccation.*

The aim of this paper is to identify the insect species most tolerant to cold. 'Most tolerant to cold' is here taken to mean ability to survive the lowest temperature. The search was an open ended one, such that the results could come from individuals studied under natural or laboratory conditions.

Methods

I first searched the secondary literature, such as general ecology, entomology and physiology textbooks. All author's names associated with work on cold tolerance were then subjected to a literature search. The Agricola data base 1970-1993, was also searched for reference to papers on cold tolerance in insects.

subjected to repeated dehydration, and accordingly *P. vanderplanki* has evolved the capacity to tolerate severe desiccation in an anhydrobiotic state. It seems likely that it is due to this phenomenon that the insect is able to survive extreme temperatures. Hinton (1960) placed the larvae directly in liquid helium from room temperature. Only larvae that had been desiccated to a water content of 8% survived freezing at -270 C and subsequently metamorphosed, after warming and rehydration. When frozen fully hydrated, the larvae failed to recover, apparently because of damage to the fat body (Leader 1962). In contrast, elimination of body water in freezing-tolerant nonanhydrobiotic species can often be detrimental to the chances of survival at low temperatures (Salt 1961).

The lowest temperature survived by any insect in a nonanhydrobiotic state is -196 C by the prepupae of the sawfly *Trichiocampus populi*. Tanno (1968) employed a three step procedure consisting of freezing the prepupae at -20 C, transferring them to -5 C for several hours and

Fig. (1): ***Adults of Polypedilum vanderplanki***

Fig (2): *Larva Polypedilum vanderplanki*

***Humidity or moisture** الرطوبة

***pH** درجة الحموضة و القلوية

***Salinity** الملوحة

***Oil wells of Petroleum** الابار البترولية

1.3. Thirdly: ثالثا
For the Economic importance
لأهمية الحشرات اللإقتصادية
Insect Dangers لخطورتها

Fig (3): *A harmed man by an insect*

A- On Human على الإنسان
1- Annoyance pest الآفات الموعجة

2-Vectors of Disease Pathogens ناقلات مسببات الأمراض

Fig (4): *Aedes feeding on its host*

بعوضة الييدس تغتذى على دم العائل

B- On Animals: Causing diseases ……. Causing disturbance

على الحيوان و تسبب الامراض و مزعجة أيضا (أذكر بالأمثلة)

B- On Plants: For Leaves - For Stems - For Roots

على النبات

A- Dangers of the Insects
On Plants
Pulvinaria tenuivalvata على اوراق النبات , ***Sesamia cretica*** على السيقان القصب and ***Gryllotalpa africana*** ضد جذور النبات **attack certain plan Leaves, stems and roots, respectively.**

Benefits of the Insects الفوائد الاقتصادية للحشرات
I- Benefits of the Insects to Human

Benefits Bee Honey on digestive System Treatment of Digestive upset اضطرابات المعدة, hepatitis, cholecytitis التهاب المرارة, gingivitis التهاب اللثة, tooth decayتسوس الأسنان

Fig. (6): *Tooth decay*

Benefits on skin: Benefits to epidermis, Analgesic against pain of burns and wounds على الجلد و البشرة و مسكن لالام الجروح و الحروق

Benefits on Circulatory System: Raising the ratio of hemoglobin, treatment Anemia and strengthen the heart muscles. مفيد للجهاز الدورى لرفع نسبة الهيموجلوبين الدم و تقوية عضلات القلب

Benefits on Respiratory System: Expectorant طارد للبلغم, **Treatment of cough** علاج السعال **and Pneumonia** الالتهاب الرئوى

Benefits on Nervous System: Treatment of nervous headache, Polio

على الجهاز العصبى و الصداع العصبى و و الوقاية من شلل الاطفال و و تقوية النظر و التهبات القرنية

strengthen eyesight, heal corneal, ulcers, and infections

يقوي النظر، ويشفي به تقرحات القرنية ,

Genital system and increases the energy and sexual strength

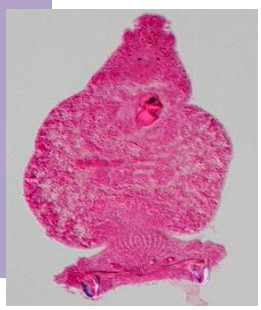
تقوية القدرة الجنسية

A2-Cantharidin: from blister beetles: It is a burn agent or a poison in large doses and for treating molluscum contagiosum that caused by a virus of the skin وقد استخدمت كأدوية موضعية فعالة لعلاج عدوى الجلد الناجم عن فيروس

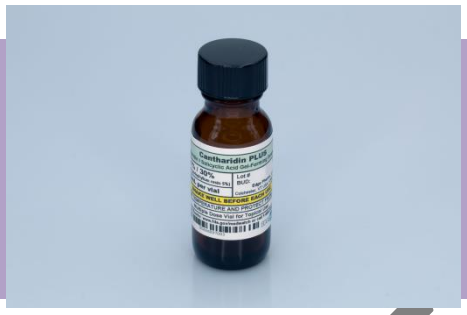
A3- Allantoin: It is an anti-septic مطهر produced by some larvae of some و هو مطهر

A4- Carmine dye: Carmine also is called cochineal, cochineal extract of *Dactylopius coccus*, الحشرة القشرية القرمزية **, natural red dye, E120, is a pigment of a bright-red color obtained for coloring red medicaments.**

صبغ الكارمين فى المستحضرات التجميل و الدواء و الغذاء و الزجاد و غيرها



Dactylopius coccus



Cantharidin *Bee Honey*

Fig (7): *Insects and their products*

Lac: secreted by some scale insects اللاك

Silk: from *Bombyx mori* (Silk worm) الحرير

Fig (8): ***Cocoons from a silk production factory in Wuhan, China. (Photograph by Leellen Solter.)***

شرانق من مصنع لإنتاج الحرير في ووهان، الصين. (تصوير ليلين سولتر).

I- Benefits of the Insects to Human

B) Insects as food: الحشرات كغذاء

Eggs of *Lethcerus niloticus*, *Gryllus bimaculatus* and *Schistocerca grigaria or* Locusts

C) The Insects and the researches الحشرات و البحث العلمى

D) The insects and the Arts الحشرات و الفن

Fig (9): ***Thai market selling deep-fried insects (anticlockwise left, front): locusts, bamboo-worms, moth chrysalis, crickets, scorpions, and diving beetles***

سوق تايلاندي يبيع الحشرات المقلية (عكس اتجاه عقارب الساعة إلى اليسار ، من الأمام): الجراد ، وديدان الخيزران ، وعثة الشرنقة، والصراصير ، والعقارب ، وخنافس الغوص

Fig (10): ***Hollywood uses darkling ground beetle to produce works of art***. الحشرات و هوليود

تستخدم هوليوود السلوكيات الجوهرية للحشرات مثل خنفساء الأرض الداكنة لإنتاج أعمال فنية.

Fig (11): *Live death-watch beetles adorned as living jewe-lry in market in Mexico. (Photograph by Susan Post.)*

خنافس ساعة الموت الحية مزينة كمجوهرات حية في السوق في المكسيك. (تصوير سوزان بوست.)

Honey Bee

Paederus fuscipes

Blister beetle

Cochineal insect

Cochineal insect

Calliphora vicina

نبابة زرقاء

Dactylopius coccus الحشرة القشرية القرمزية

Hualophora cecropia

Fig (12): *Some economic insects*

C- Benefits of the Insects on plants: Pollens transmitting of about 3000 plant species and the insects as biological control in instance *Tichogramma* sp.

فوائد الحشرات على النباتات

تنقل حبوب اللقاح حوالي 3000 نوع نباتي بالاضافة أن الحشرات كمكافحة بيولوجية على سبيل المثال *Trichogramma* sp.

الوضع التصنيفى لطائفة الحشرات

Taxonomy of Class: Insecta

Kingdom: Animalia

Subkingdom: Eumetazoa

Phylum: Arthropoda

Class: Insecta

General Characters of the Insects

السمات العامة للحشرات

The word "insect" comes from the Latin word insectum, meaning "with a notched or divided body", or literally "cut into", from the neuter singular perfect passive participle of insectare, "to cut into, to cut up", from in- "into" and secare "to cut";[10] because insects appear "cut into" three sections. A calque of Ancient Greek: ἔντομον (éntomon), "cut into sections", Pliny the Elder introduced the Latin designation as a loan-translation of the Ancient Greek word ἔντομος (éntomos) or "insect" (as in entomology), which was Aristotle's term for this class of life, also in reference to their "notched" bodies. "Insect" first appears documented in English in 1601 in Holland's translation of Pliny. Translations of Aristotle's term also form the usual word for "insect" in Welsh (trychfil, from trychu "to cut" and mil, "animal"), Serbo-Croatian (zareznik, from rezati, "to cut"), Russian (насекомое (nasekomoje), from seč'/-sekat, "to cut"), etc

Insects (from Latin *insectum*)are pancrustacean hexapod invertebrates of the class **Insecta**. They are the largest group within the arthropod phylum. Insects have a chitinous exoskeleton, a three-part body (head, thorax and abdomen), three pairs of jointed legs, compound eyes and one pair of antennae. Insects are the most diverse group of animals; they include more than a million described species and represent more than half of all known living organisms.[1][2] The total number of extant species is estimated at between six and ten million;[1][3][4] potentially over 90% of the animal life forms on Earth are insects.[4][5] Insects may be found in nearly all environments, although only a small number of species reside in the oceans, which are dominated by another arthropod group, crustaceans, which recent research has indicated insects are nested within.

Nearly all insects hatch from eggs. Insect growth is constrained by the inelastic exoskeleton and development involves a series of molts. The immature stages often differ from the adults in structure, habit and habitat, and can include a passive pupal stage in those groups that undergo four-stage metamorphosis. Insects that undergo three-stage metamorphosis lack a pupal stage and adults develop through a series of nymphal stages.[6] The higher level relationship of the insects is unclear. Fossilized insects of enormous size have been found from the Paleozoic Era, including giant dragonflies with wingspans of 55 to 70 cm (22 to 28 in). The most diverse insect groups appear to have coevolved with flowering plants.

Adult insects typically move about by walking, flying, or sometimes swimming. As it allows for rapid yet stable movement, many insects adopt a tripedal gait in which they walk with their legs touching the ground in alternating triangles, composed of the front and rear on one side with the middle on the other side. Insects are the only invertebrates to have evolved flight, and all flying insects derive from one common ancestor. Many insects spend at least part of their lives under water, with larval adaptations that include gills, and some adult insects are aquatic and have adaptations for swimming. Some species, such as water striders, are capable of walking on the surface of water. Insects are mostly solitary, but some, such as certain bees, ants and termites, are social and live in large, well-organized colonies. Some insects, such as earwigs, show maternal care, guarding their eggs and young. Insects can communicate with each other in a variety of ways. Male moths can sense the pheromones of female moths over great distances. Other species communicate with sounds: crickets stridulate, or rub their wings together, to attract a mate and repel other males. Lampyrid beetles communicate with light.

Humans regard certain insects as pests, and attempt to control them using insecticides, and a host of other techniques. Some insects damage crops by feeding on sap, leaves, fruits, or wood. Some species are parasitic, and may vector diseases. Some insects perform complex ecological roles; blow-flies, for example, help consume carrion but also spread diseases. Insect pollinators are essential to the life cycle of many flowering plant species on which most organisms, including humans, are at least partly dependent; without them, the terrestrial portion of the biosphere would be devastated Many insects are considered ecologically beneficial as predators and a few provide direct economic benefit. Silkworms produce silk and honey bees produce honey and both have been domesticated by humans. Insects are consumed as food in 80% of the world's nations, by people in roughly 3000 ethnic groups.[8][9] Human activities also have effects on insect biodiversity.

Although traditionally grouped with millipedes and centipedes—possibly on the basis of convergent adaptations to terrestrialisation[19]—evidence has emerged favoring closer evolutionary ties with crustaceans. In the Pancrustacea theory, insects, together with Entognatha, Remipedia, and Cephalocarida, make up a natural clade labeled Miracrustacea within Crustaceans, now termed Pancrustacea

Insects form a single clade, closely related to crustaceans and myriapods.[20]

Other terrestrial arthropods, such as centipedes, millipedes, scorpions, spiders, woodlice, mites, and ticks are sometimes confused with insects since their body plans can appear similar, sharing (as do all arthropods) a jointed exoskeleton. However, upon closer examination, their features differ significantly; most noticeably, they do not have the six-legged characteristic of adult insects.

The higher-level phylogeny of the arthropods continues to be a matter of debate and research. In 2008, researchers at Tufts University uncovered what they believe is the world's oldest known full-body impression of a primitive flying insect, a 300-million-year-old specimen from the Carboniferous period.[22] The oldest insect fossil was considered to be the Devonian *Rhyniognatha hirsti*, from the 396-million-year-old Rhynie chert.[23] However, other analyses have disputed this placement, finding it to be more likely a myriapod.[24]

Four super radiations of insects have occurred: beetles (from about 300 million years ago), flies (from about 250 million years ago), moths and wasps (both from about 150 million years ago).[25] These four groups account for the majority of described species. The flies and moths along with the fleas evolved from the Mecoptera.

The origins of insect flight remain obscure, since the earliest winged insects currently known appear to have been capable fliers. Some extinct insects had an additional pair of winglets attaching to the first segment of the thorax, for a total of three pairs. As of 2009,

no evidence suggests the insects were a particularly successful group of animals before they evolved to have wings.

Late Carboniferous and Early Permian insect orders include both extant groups, their stem groups,[27] and a number of Paleozoic groups, now extinct. During this era, some giant dragonfly-like forms reached wingspans of 55 to 70 cm (22 to 28 in), making them far larger than any living insect. This gigantism may have been due to higher atmospheric oxygen levels that allowed increased respiratory efficiency relative to today. The lack of flying vertebrates could have been another factor. Most extinct orders of insects developed during the Permian period that began around 270 million years ago. Many of the early groups became extinct during the Permian-Triassic extinction event, the largest mass extinction in the history of the Earth, around 252 million years ago.

The remarkably successful Hymenoptera appeared as long as 200 million years ago in the Triassic period, but achieved their wide diversity more recently in the Cenozoic era, which began 66 million years ago. A number of highly successful insect groups evolved in conjunction with flowering plants, a powerful illustration of coevolution.

Many modern insect genera developed during the Cenozoic. Insects from this period on are often found preserved in amber, often in perfect condition. The body plan, or morphology, of such specimens is thus easily compared with modern species. The study of fossilized insects is called paleoentomology.

تأتي كلمة "حشرة" من الكلمة اللاتينية **insectum** ، والتي تعني "بجسم مسنن أو مقسم" ، أو حرفياً "مقطوع إلى"، من المفعول السلبي الكامل المفرد المحايد للحشرة، "للتقطيع ، لتقطيع" ، من **"in- "into" and secare "to cut**؛ لأن الحشرات تظهر "مقطعة إلى" ثلاثة أقسام. من اليونانية القديمة: **ἔντομον (éntomon)** ، "مقطعة إلى أقسام"، قدم بليني الأكبر التسمية اللاتينية كترجمة مستعارة للكلمة اليونانية القديمة **ἔντομος (éntomos)** أو "حشرة" (كما في علم الحشرات)، والتي كانت مصطلح أرسطو لهذه الطبقة من الحياة، أيضًا في إشارة إلى أجسادهم "المحززة". ظهرت "الحشرة" لأول مرة موثقة باللغة الإنجليزية عام **1601** في ترجمة هولندية لبليني.

و الحشرات هي لافقاريات سداسية الأرجل من طائفة **Insecta**. و هى أكبر مجموعة داخل شعبة المفصليات. و هى حشرات لها هيكل خارجي كيتيني، وجسم من ثلاثة أجزاء (الرأس والصدر والبطن)، وثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية، وعيون مركبة وزوج واحد من قرون الاستشعار. و الحشرات هي المجموعة الأكثر تنوعا من الحيوانات؛ تشمل أكثر من مليون و مائتين نوع موصوف وتمثل أكثر من نصف جميع الكائنات الحية المعروفة. يقدر العدد الإجمالي للأنواع الموجودة بين ستة وعشرة ملايين؛ يحتمل أن يكون أكثر من **50٪** من أشكال الحياة الحيوانية على الأرض من الحشرات. يمكن العثور على الحشرات في جميع البيئات تقريبًا، على الرغم من وجود عدد صغير فقط من الأنواع التي تعيش في المحيطات،

والتي تهيمن عليها مجموعة أخرى من مفصليات الأرجل، وهي القشريات، والتي أشارت الأبحاث الحديثة إلى أن الحشرات متداخلة داخلها.

تفقس الغالبية العظمى من الحشرات تقريبًا من البيض. إن نمو الحشرات مقيد بالهيكل الخارجي غير المرن، وينطوي التطور على سلسلة من الانسلاخ. غالبًا ما تختلف المراحل غير الناضجة عن البالغين في البنية والعادة والموئل، ويمكن أن تشمل مرحلة العذراء السلبية في تلك المجموعات التي تخضع لتحول من أربع مراحل. تفتقر الحشرات التي تخضع لتحول ثلاثي المراحل إلى طور العذراء ويتطور البالغون خلال سلسلة من مراحل الحورية. علاقة المستوى الأعلى للحشرات غير واضحة. تم العثور على حشرات متحجرة ذات حجم هائل من العصر الباليوزويك ، بما في ذلك حشرات اليعسوب العملاقة ذات الأجنحة من 55 إلى 70 سم (22 إلى 28 بوصة). يبدو أن مجموعات الحشرات الأكثر تنوعًا قد تطورت مع النباتات المزهرة.

عادة ما تتحرك الحشرات البالغة عن طريق المشي أو الطيران أو السباحة في بعض الأحيان. نظرًا لأنه يسمح بالحركة السريعة والمستقرة ، فإن العديد من الحشرات تتبنى مشية ثلاثية حيث تمشي بأرجلها تلامس الأرض في مثلثات متناوبة ، تتكون من الأمام والخلف على جانب واحد والوسط على الجانب الآخر. الحشرات هي اللافقاريات الوحيدة التي طورت طيرانها ، وجميع الحشرات الطائرة مشتقة من سلف واحد مشترك. تقضي العديد من الحشرات جزءًا من حياتها على الأقل تحت الماء، مع تكيفات اليرقات التي بها الخياشيم، وبعض الحشرات البالغة مائية ولها تكيفات للسباحة. بعض الأنواع، مثل متزلج الماء ، قادرة على المشي على سطح الماء.

غالبًا ما تكون الحشرات انفرادية، لكن بعضها، مثل بعض النحل والنمل والنمل الأبيض ، اجتماعي ويعيش في مستعمرات كبيرة جيدة التنظيم. تظهر بعض الحشرات، مثل حشرة أبو مقص، رعاية الأم، وحماية بيضها وصغارها. و يمكن للحشرات التواصل مع بعضها البعض بعدة طرق. يمكن للذكور الشعور بفيرومونات الإناث على مسافات بعيدة. كما تتواصل الأنواع الأخرى من خلال الأصوات: تتجول الصراصير أو تحك أجنحتها معًا لجذب رفيقة وصد الشرور الأخرى. تتواصل خنافس لامبريد بالضوء.

يعتبر البشر حشرات معينة آفات، ومحاولة للسيطرة عليها باستخدام المبيدات الحشرية، ومجموعة من التقنيات الأخرى. تتسبب بعض الحشرات في إتلاف المحاصيل عن طريق التغذي على الأوراق أو الفاكهة أو الخشب. بعض الأنواع طفيلية، وقد تكون ناقلة للأمراض. تؤدي بعض الحشرات أدوارًا بيئية معقدة؛ فأنواع من الذباب على سبيل المثال ، يساعد في استهلاك الجيف ولكنه أيضًا ينشر الأمراض. و الملقحات الحشرية ضرورية لدورة حياة العديد من أنواع النباتات المزهرة التي تعتمد عليها معظم الكائنات الحية، بما في ذلك البشر، جزئيًا على الأقل؛ بدونهم، سيتم تدمير الجزء الأرضي من المحيط الحيوي. تعتبر العديد من الحشرات مفيدة بيئيًا كحيوانات مفترسة وقليل منها يوفر فائدة اقتصادية مباشرة. تنتج ديدان القز الحرير وينتج نحل العسل العسل. و يتم استهلاك الحشرات كغذاء في 80٪ من دول العالم ، من قبل الناس في حوالي 3000 مجموعة عرقية. و تؤثر الأنشطة البشرية أيضًا على التنوع البيولوجي للحشرات.

على الرغم من تجميعها تقليديًا مع الديدان الألفية والمئويات - ربما على أساس تكيفات متقاربة مع التكاثر الأرضي - إلا أن الأدلة ظهرت لصالح روابط تطورية أوثق مع القشريات. في نظرية Pancrustacea ، تشكل الحشرات ، جنبًا إلى جنب مع Entognatha و Remipedia و Cephalocarida ، كليدًا طبيعيًا يسمى Miracrustacea داخل القشريات ، ويطلق عليه الآن اسم Pancrustacea. تشكل الحشرات شكلا وثيق الصلة بالقشريات وعضلات الأرجل. أحيانًا يتم الخلط بين مفصليات الأرجل الأرضية الأخرى، مثل العقارب، والعناكب ، وقمل الخشب ، والعث، والقراد مع الحشرات لأن خطط أجسامهم يمكن أن تبدو متشابهة ، وتتقاسم (كما تفعل جميع المفصليات) الهيكل الخارجي المفصل. ومع ذلك، عند الفحص الدقيق، تختلف ميزاتها اختلافًا كبيرًا؛ والأكثر وضوحًا، ليس لديهم السمة ذات الأرجل الستة للحشرات البالغة.

و لا تزال أصول طيران الحشرات غامضة، حيث يبدو أن لبعض الحشرات المنقرضة زوج إضافي من الجنيحات متصل بالجزء الأول من الصدر، ليصبح المجموع ثلاثة أزواج. اعتبارًا من عام 2009 ، لا يوجد دليل يشير إلى أن الحشرات كانت مجموعة ناجحة بشكل خاص من الحيوانات قبل أن تتطور لتصبح لها أجنحة.

و تشمل رتب الحشرات المتأخرة الكربونية وأوائل العصر البرمي كل من المجموعات الموجودة ومجموعاتها الجذعية ، وعددًا من مجموعات حقب الحياة القديمة ، انقرضت الآن. خلال هذه الحقبة ، وصلت بعض الأشكال العملاقة الشبيهة باليعسوب إلى مسافات أجنحتها من 55 إلى 70 سم (22 إلى 28 بوصة) ، مما يجعلها أكبر بكثير من أي حشرة حية. قد تكون هذه العملاقة ناتجة عن ارتفاع مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي التي سمحت بزيادة كفاءة الجهاز التنفسي مقارنةً باليوم. يمكن أن يكون نقص الفقاريات الطائرة عاملاً آخر. تطورت معظم رتب الحشرات المنقرضة خلال العصر البرمي الذي بدأ منذ حوالي 270 مليون سنة. انقرضت العديد من المجموعات المبكرة خلال حدث الانقراض البرمي-الترياسي ، وهو أكبر انقراض جماعي في تاريخ الأرض ، منذ حوالي 252 مليون سنة.

ظهرت غشاء البكارة الناجح بشكل ملحوظ منذ 200 مليون سنة في العصر الترياسي ، لكنها حققت تنوعها الواسع مؤخرًا في عصر حقب الحياة الحديثة ، والذي بدأ منذ 66 مليون سنة. تطور عدد من مجموعات الحشرات الناجحة للغاية جنبًا إلى جنب مع النباتات المزهرة ، وهذا دليل قوي على التطور المشترك.

تطورت العديد من أجناس الحشرات الحديثة خلال حقب الحياة الحديثة. غالبًا ما توجد الحشرات من هذه الفترة محفوظة في العنبر، وغالبًا ما تكون في حالة ممتازة. وبالتالي يمكن مقارنة مخطط الجسم ، أو الشكل ، لمثل هذه العينات بسهولة مع الأنواع الحديثة. دراسة الحشرات المتحجرة تسمى علم الحفريات القديمة.

Segmentation

Insect Morphology

The Insect Head

Capsule and Appendages

I. **Head Functions**
II. **Head Types**
III. **Head Morphological Regions**
IV. **Appendages: Mouth parts and Antennae**

Types Mouthparts

Ento or Endognathous m.p.

Types Mouthparts

Ecto or Exoognathous m.p.

Suctorial Mouthparts

A- Piercing and sucking Mouth parts e.g. *Culex pipiens*

Mechanism of Piercing and sucking mouthparts work

B- Sucking Mouth parts in Moths and Butterflies

Antennae

قرون الاستشعار فى الحشرات

a) Location

b) Morphological Structure

c) Functions:

Explanation:

The head is enclosed in a hard, heavily sclerotized, unsegmented, exoskeletal head capsule, or epicranium, which contains most of the sensing organs, including the antennae, ocellus or eyes, and the mouthparts. Of all the insect orders, Orthoptera displays the most features found in other insects, including the sutures and sclerites.[60] Here, the vertex, or the apex (dorsal region), is situated between the compound eyes for insects with a hypognathous and opisthognathous head. In prognathous insects, the vertex is not found between the compound eyes, but rather, where the ocelli are normally. This is because the primary axis of the head is rotated 90° to become parallel to the primary axis of the body. In some species, this region is modified and assumes a different name.

INSECT THORAX

Insect Thoracic General characters:

Morphological Description Thoracic Segmentation

Thoracic Nota or Terga

Thoracic Sterna

INSECT APPENGAGES

A- INSECT WINGS

1- Identification

2- Wing Margins, Angles and Regions

3- Wing Growth Theory

4- Structures (Sclerites and veins)

5- Comstock and Needham System of Wing Type 6- Wing Modifications

7- Wing Couplings

The thorax is a tagma composed of three sections, the prothorax, mesothorax and the metathorax. The anterior segment, closest to the head, is the prothorax, with the major features being the first pair of legs and the pronotum. The middle segment is the mesothorax, with the major features being the second pair of legs and the anterior wings. The third and most posterior segment, abutting the abdomen, is the metathorax, which features the third pair of legs and the posterior wings. Each segment is delineated by an intersegmental suture. Each segment has four basic regions. The dorsal surface is called the tergum (or notum) to distinguish it from the abdominal terga. The two lateral regions are called the pleura (singular: pleuron) and the ventral aspect is called the sternum. In turn, the notum of the prothorax is called the pronotum, the notum for the mesothorax is called the mesonotum and the notum for the metathorax is called the metanotum. Continuing with this logic, the mesopleura and metapleura, as well as the mesosternum and metasternum, are used.

INSECT ABDOMEN
البطن فى الحشرات

General information
Segmentation:
Spiracles: الفتحات التنفسية
Abdominal Segmentation
****External Genital Organs or Genitalia:**
A- Female External genital organs or genitalia:
B- Male External genital organs or genitalia:
Abnoramal Abdominal Segmentation
Abdominal Appendages
Ovipositors

The abdomen is the largest tagma of the insect, which typically consists of 11 segments and is less strongly sclerotized than the head or thorax. Each segment of the abdomen is represented by a sclerotized tergum and sternum. Terga are separated from each other and from the adjacent sterna or pleura by membranes. Spiracles are located in the pleural area. Variation of this ground plan includes the fusion of terga or terga and sterna to form continuous dorsal or ventral shields or a conical tube. Some insects bear a sclerite in the pleural area called a laterotergite. Ventral sclerites are sometimes called laterosternites. During the embryonic stage of many insects and the postembryonic stage of primitive insects, 11 abdominal segments are present. In modern insects there is a tendency toward reduction in the number of the abdominal segments, but the primitive number of 11 is maintained during embryogenesis. Variation in abdominal segment number is considerable. If the Apterygota are considered to be indicative of the ground plan for pterygotes, confusion reigns: adult Protura have 12 segments, Collembola have 6. The orthopteran family Acrididae has 11 segments, and a fossil specimen of Zoraptera has a 10-segmented abdomen.

تعقل الجسم
رأس الحشرة
I. وظائف الرأس
ثانيًا. أنواع الرأس
ثالثا. رئيس المناطق المورفولوجية
رابعا. الزوائد: أجزاء الفم وقرون الاستشعار
أنواع أجزاء الفم
أجزاء فم داخلية .
أجزاء فم خارجية.

آلية عمل أجزاء الفم الثاقبة الماصة مثل أنثى بعوضة *Culex pipiens*
آلية عمل أجزاء الفم الماصة مثل الفراشات الفراشات
قرون استشعار
قرون الاستشعار فى الحشرات
موقع؟؟؟؟؟
ب) الهيكل الصرفي
ج) الوظائف:
توضيح:
و يُحاط الرأس بكبسولة رأس هيكلية خارجية صلبة شديدة التصلب وغير مقسمة أو epicranium ، والتي تحتوي على معظم أجهزة الاستشعار ، بما في ذلك الهوائيات أو العين أو العينين وأجزاء الفم. من بين جميع رتب الحشرات ، يظهر Orthoptera معظم الميزات الموجودة في الحشرات الأخرى ، بما في ذلك الغرز والتصلب. هنا ، يقع الرأس ، أو القمة (المنطقة الظهرية) ، بين العيون المركبة للحشرات ذات الرأس الخبيث والرأس الخبيث. في الحشرات النذير ، لا يوجد الرأس بين العيون المركبة، ولكن بدلاً من ذلك ، حيث توجد العين بشكل طبيعي. وذلك لأن المحور الأساسي للرأس يدور بزاوية 90 درجة ليصبح موازٍ للمحور الأساسي للجسم. في بعض الأنواع ، يتم تعديل هذه المنطقة وتفترض اسمًا مختلفًا.

الخصائص العامة لصدلر الحشرات:
الوصف المورفولوجي للصدر
الصفائح الظهرية نوتا او ترجة الصدر
الصفائح البطنية للصدري

تعريف الجناح
حواف و زوايا و مناطق جناح الحشرة
نظرية نشوء الأجنحة
تركيب الجناح
نظام كومستوك و نيدهام للتعرق الجناح فى الحشرات

التشابك فى الحشرات

الصدر فى الحشرات عبارة عن طبقة تتكون من ثلاثة أقسام ، الصدر ، والصدر ، والميتاثوراكس. الجزء الأمامي ، الأقرب إلى الرأس، هو ما قبل الصدر، وتتمثل السمات الرئيسية له في أول زوج من الأرجل والقصبة. الجزء الأوسط هو منطقة الصدر ، وتتمثل السمات الرئيسية في الزوج الثاني من الأرجل والأجنحة الأمامية. الجزء الثالث والأخير ، المتاخم للبطن، هو metathorax، والذي يتميز بالزوج الثالث من الأرجل والأجنحة الخلفية. يتم تحديد كل جزء بخياطة بين القطاعات. كل جزء يحتوي على أربع مناطق أساسية. يُطلق على السطح الظهري اسم tergum (أو notum) لتمييزه عن terga البطني. يطلق على المنطقتين الجانبيتين غشاء الجنب (المفرد: الجنب) ويسمى الجانب البطني بالقص. في المقابل ، يُطلق على notum of the prothorax اسم Prothorax ، ويسمى mesonotum بـ notum ويسمى notum بـ metanotum metathorax. استمرارًا لهذا المنطق ، يتم استخدام الميزوبليورا والميتابلورا ، وكذلك الوسط الأوسط والنقائل.

INSECT ABDOMEN
البطن فى الحشرات

معلومات عامة

التعقل:

الفتحات التنفسية

عقل البطن

** الأعضاء التناسلية الخارجية أو الأعضاء التناسلية:

أ- الأعضاء التناسلية الخارجية أو الأعضاء التناسلية الأنثوية:

ب- الأعضاء التناسلية الخارجية أو التناسلية الذكرية:

الزوائد البطنية

آله وضع البيض

البطن هو أكبر منطقة للحشرة ، والذي يتكون عادة من 11 قطعة وأقل تصلبًا من الرأس أو الصدر. يتم تمثيل كل جزء من أجزاء البطن بواسطة عظم القص المتصلب والقص. يتم فصل Tergaعن بعضها البعض وعن الغشاء الصدري أو الجنبة المجاورة بواسطة الأغشية. توجد الفتحات في المنطقة الجنبية. يتضمن الاختلاف في خطة الأرض هذه اندماج terga أو sterna وterga لتشكيل دروع ظهرية أو بطنية مستمرة أو أنبوب مخروطي. تحمل بعض الحشرات مادة صلبة في المنطقة الجنبية تسمى لاتيروترجيت. تسمى أحيانًا التصلب البطني اللاحق. خلال المرحلة الجنينية للعديد من الحشرات ومرحلة ما بعد الجنين للحشرات البدائية ، يوجد 11 قطعة في البطن. في الحشرات الحديثة ، هناك ميل نحو تقليل عدد أجزاء البطن ، ولكن يتم الحفاظ على العدد الأولي وهو 11 أثناء مرحلة التطور الجنيني. الاختلاف في عدد قطعة البطن كبير. إذا تم اعتبار Apterygota كمؤشر للخطة الأرضية للظفرة ، فإن الارتباك

يسود: تحتوي البروتورا البالغة على 12 جزءًا ، و Collembola بها 6. عائلة orthopteran Acrididae بها 11 مقطعًا ، وعينة أحفورية من Zoraptera بها 10 مجزأة في البطن.

Exoskeleton

A- The Insect Body Wall or (The Insect Integument)

The insect body wall or integument

I- The insect body wall or integument

Shape

The insect body wall or integument consists of

a) Integument layers

i- Cuticle

ii- Epidermis

iii- Basement membrane

Integument Ecdysis

The Aim of the Integument Ecdysis

For insect growth through the rigid integument

Mechanism or Procedure of the Ecdysis

Some Terms on Ecdysis or Moulting

1- Stadium:

2- Stage:

3- Instar:

4- Ecdosone:

5- Juvenile:

Expalnation:

The insect outer skeleton, the cuticle, is made up of two layers: the epicuticle, which is a thin and waxy water resistant outer layer and contains no chitin, and a lower layer called the procuticle. The procuticle is chitinous and much thicker than the epicuticle and has two layers: an outer layer known as the exocuticle and an inner layer known as the endocuticle. The tough and flexible endocuticle is built from numerous layers of fibrous chitin and proteins, criss-crossing each other in a sandwich pattern, while the exocuticle is rigid and hardened. The exocuticle is greatly reduced in many insects during their larval stages, e.g., caterpillars. It is also reduced in soft-bodied adult insects.

Insects are the only invertebrates to have developed active flight capability, and this has played an important role in their success.[34]:186 Their flight muscles are able to contract multiple times for each single nerve impulse, allowing the wings to beat faster than would ordinarily be possible.

Having their muscles attached to their exoskeletons is efficient and allows more muscle connections.

الهيكل الخارجي للحشرات

أ- جدار جسم الحشرة أو (غلاف الحشرة)

جدار جسم الحشرة أو غلافه

يتكون جدار جسم الحشرة أو التكامل من

طبقات الجليد

بشرة

الغشاء القاعدى

الانسلاخ فى الحشرات

الهدف من الانسلاخ

لنمو الحشرات من خلال الجليد الصلب

و للإنسلاخ آلية

بعض المصطلحات المتعلقة بغسيل الكلى أو الانسلاخ

1- الفترة بين كل انسلاخين

2- طور:

3- شكل:

4- اكديسون:

5-جيفونيل:

يتكون الهيكل العظمي الخارجي للحشرة، البشرة، من طبقتين: الطبقة الخارجية الرقيقة والشمعية المقاومة للماء ولا تحتوي على مادة الكيتين، وطبقة سفلية تسمى الطبقة السطحية. الجسيم الكيتيني هو الكيتين وأسمك بكثير من اللقيمة ويتكون من طبقتين: طبقة خارجية تعرف باسم الجسيم الخارجي وطبقة داخلية تعرف باسم الحبيبة الداخلية. تم بناء الحبيبة الداخلية الصلبة والمرنة من طبقات عديدة من الكيتين الليفي والبروتينات ، تتقاطع مع بعضها البعض في نمط شطيرة، في حين أن الجسيمات الخارجية صلبة ومتصلبة. يتم تقليل الجسيمات الخارجية بشكل كبير في العديد من الحشرات خلال مراحل اليرقات ، مثل اليرقات. يتم تقليله أيضًا في الحشرات البالغة رخوة الجسم.

الحشرات هي اللافقاريات الوحيدة التي طورت قدرة طيران نشطة ، وقد لعب هذا دورًا مهمًا في نجاحها. سيكون ممكنا عادة.

إن ربط عضلاتهم بهيكلهم الخارجي فعال ويسمح بمزيد من الروابط العضلية

Internal Anatomy of the Insects
Introduction
to
Insect Internal Anatomy
Physiological View
مقدمة فى التشريح الداخلى للحشرات
نظرة فسيولوجية

1- Digestive System

1- الجهاز الهضمى

2- Respiratory Systems

2- الجهاز التنفسى

3- Circulatory System

3- الجهاز الدورى

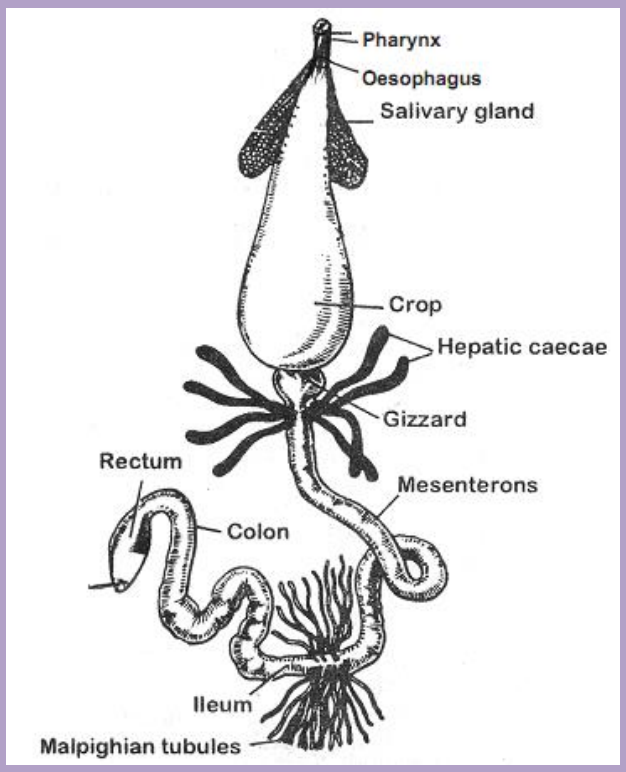
Nervous system

The nervous system of an insect can be divided into a brain and a ventral nerve cord. The head capsule is made up of six fused segments, each with either a pair of ganglia, or a cluster of nerve cells outside of the brain. The first three pairs of ganglia are fused into the brain, while the three following pairs are fused into a structure of three pairs of ganglia under the insect's esophagus, called the subesophageal ganglion

The thoracic segments have one ganglion on each side, which are connected into a pair, one pair per segment. This arrangement is also seen in the abdomen but only in the first eight segments. Many species of insects have reduced numbers of ganglia due to fusion or reduction. Some cockroaches have just six ganglia in the abdomen, whereas the wasp *Vespa crabro* has only two in the thorax and three in the abdomen. Some insects, like the house fly *Musca domestica*, have all the body ganglia fused into a single large thoracic ganglion.

At least a few insects have nociceptors, cells that detect and transmit signals responsible for the sensation of pain. This was discovered in 2003 by studying the variation in reactions of larvae of the common fruit-fly Drosophila to the touch of a heated probe and an unheated one. The larvae reacted to the touch of the heated probe with a stereotypical rolling behavior that was not exhibited when the larvae were touched by the unheated probe. Although nociception has been demonstrated in insects, there is no consensus that insects feel pain consciously.

Digestive system



Stomach of Cockroach, Periplaneta americana

القناة الهضمية للصرصور الأمريكى

A-Alimentary Canal
B- Salivary Canal

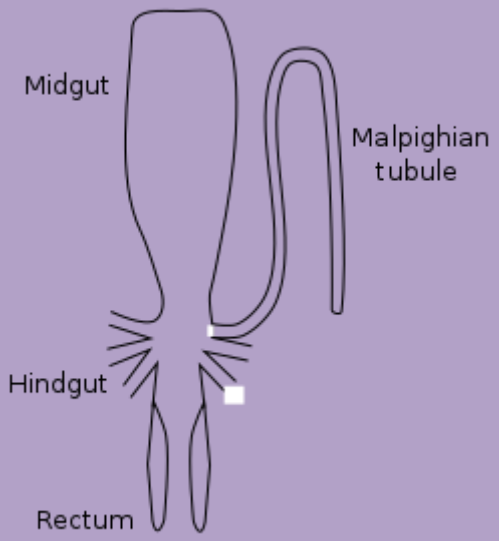
An insect uses its digestive system to extract nutrients and other substances from the food it consumes. Most of this food is ingested in the form of macromolecules and other complex substances like proteins, polysaccharides, fats and nucleic acids. These macromolecules must be broken down by catabolic reactions into smaller molecules like amino acids and simple sugars before being used by cells of the body for energy, growth, or reproduction. This break-down process is known as digestion.

There is extensive variation among different orders, life stages, and even castes in the digestive system of insects. This is the result of extreme adaptations to various lifestyles. The present description focuses on a generalized composition of the digestive system of an adult orthopteroid insect, which is considered basal to interpreting particularities of other groups.

The main structure of an insect's digestive system is a long enclosed tube called the alimentary canal, which runs lengthwise through the body. The alimentary canal directs food unidirectionally from the mouth to the anus. It has three sections, each of which performs a different process of digestion. In addition to the alimentary canal, insects also have paired salivary glands and salivary reservoirs. These structures usually reside in the thorax, adjacent to the foregut. The salivary glands in an insect's mouth produce saliva. The

salivary ducts lead from the glands to the reservoirs and then forward through the head to an opening called the salivarium, located behind the hypopharynx. By moving its mouthparts the insect can mix its food with saliva. The mixture of saliva and food then travels through the salivary tubes into the mouth, where it begins to break down. Some insects, like flies, have extra-oral digestion. Insects using extra-oral digestion expel digestive enzymes onto their food to break it down. This strategy allows insects to extract a significant proportion of the available nutrients from the food source. The gut is where almost all of insects' digestion takes place. It can be divided into the foregut, midgut and hindgut.

Foregut



Stylized diagram of insect digestive tract showing malpighian tubule, from an insect of the order Orthoptera

The first section of the alimentary canal is the foregut , or stomodaeum. The foregut is lined with a cuticular lining made of chitin and proteins as protection from tough food. The foregut includes the buccal cavity (mouth), pharynx, esophagus and crop and proventriculus (any part may be highly modified), which both store food and signify when to continue passing onward to the midgut.

Digestion starts in buccal cavity (mouth) as partially chewed food is broken down by saliva from the salivary glands. As the salivary glands produce fluid and carbohydrate-digesting enzymes (mostly amylases), strong muscles in the pharynx pump fluid into the buccal cavity, lubricating the food like the salivarium does, and helping blood feeders, and xylem and phloem feeders.

From there, the pharynx passes food to the esophagus, which could be just a simple tube passing it on to the crop and proventriculus, and then onward to the midgut, as in most insects. Alternately, the foregut may expand into a very enlarged crop and proventriculus, or the crop could just be a diverticulum, or fluid-filled structure, as in some Diptera species.

Bumblebee defecating. Note the contraction of the abdomen to provide internal pressure

Midgut

Once food leaves the crop, it passes to the midgut , also known as the mesenteron, where the majority of digestion takes place. Microscopic projections from the midgut wall, called microvilli, increase the surface area of the wall and allow more nutrients to be absorbed; they tend to be close to the origin of the midgut. In some insects, the role of the microvilli and where they are located may vary. For example, specialized microvilli producing digestive enzymes may more likely be near the end of the midgut, and absorption near the origin or beginning of the midgut.

Hindgut

In the hindgut, or proctodaeum, undigested food particles are joined by uric acid to form fecal pellets. The rectum absorbs 90% of the water in these fecal pellets, and the dry pellet is then eliminated through the anus, completing the process of digestion. Envaginations at the anterior end of the hindgut form the Malpighian tubules, which form the main excretory system of insects.

التشريح الداخلي للحشرات

1- الجهاز الهضمى

2- Respiratory Systems

2- الجهاز التنفسى

3- Circulatory System

3- الجهاز الدورى

الجهاز العصبي

يمكن تقسيم الجهاز العصبي للحشرة إلى دماغ وحبل عصبي بطني. تتكون كبسولة الرأس من ستة أجزاء مدمجة ، لكل منها زوج من العقد ، أو مجموعة من الخلايا العصبية خارج الدماغ. يتم دمج الأزواج الثلاثة الأولى من العقد في الدماغ، بينما يتم دمج الأزواج الثلاثة التالية في هيكل مكون من ثلاثة أزواج من العقد تحت

مري الحشرة، تسمى العقدة تحت المريء تحتوي الأجزاء الصدرية على عقدة واحدة على كل جانب ، وهي متصلة بزوج ، زوج واحد لكل جزء. يظهر هذا الترتيب أيضًا في البطن ولكن فقط في الأجزاء الثمانية الأولى. العديد من أنواع الحشرات قد قللت من عدد العقد بسبب الاندماج أو الاختزال. تحتوي بعض الصراصير على ست عقد فقط في البطن ، بينما يحتوي دبور فيسبا كرابرو على اثنتين فقط في الصدر وثلاثة في البطن. بعض الحشرات ، مثل ذبابة المنزل Musca domestica، لديها كل العقد في الجسم مدمجة في عقدة صدرية كبيرة واحدة.

تمتلك بعض الحشرات على الأقل مستقبلات للألم، وهي خلايا تكتشف وتنقل الإشارات المسؤولة عن الإحساس بالألم. تم اكتشاف ذلك في عام 2003 من خلال دراسة التباين في تفاعلات يرقات ذبابة الفاكهة الشائعة عند لمس مسبار ساخن وآخر غير ساخن. تفاعلت اليرقات مع لمس المسبار المسخن بسلوك دائري نمطي لم يكن معروضًا عندما تم لمس اليرقات بواسطة مسبار غير ساخن. على الرغم من إظهار الشعور بالألم في الحشرات، إلا أنه لا يوجد إجماع على أن الحشرات تشعر بالألم بوعي.

الجهاز الهضمي
القناة الهضمية
الغدد اللعابية

تستخدم الحشرة جهازها الهضمي لاستخراج العناصر الغذائية والمواد الأخرى من الطعام الذي تستهلكه. يتم تناول معظم هذا الطعام في شكل جزيئات كبيرة ومواد معقدة أخرى مثل البروتينات والسكريات والدهون والأحماض النووية. يجب تقسيم هذه الجزيئات الكبيرة عن طريق التفاعلات التقويضية إلى جزيئات أصغر مثل الأحماض الأمينية والسكريات البسيطة قبل استخدامها من قبل خلايا الجسم للطاقة أو النمو أو التكاثر. تُعرف عملية التكسير هذه باسم الهضم.
هناك تباين كبير بين مختلف الرتب ومراحل الحياة وحتى الطوائف في الجهاز الهضمي للحشرات. هذا هو نتيجة التكيف الشديد مع أنماط الحياة المختلفة. يركز الوصف الحالي على التركيب المعمم للجهاز الهضمي لحشرة Orthopteroid بالغة، والتي تعتبر أساسية لتفسير خصوصيات المجموعات الأخرى.
الهيكل الرئيسي للجهاز الهضمي للحشرة هو أنبوب مغلق طويل يسمى القناة الهضمية ، والذي يمتد طوليًا عبر الجسم. تقوم القناة الهضمية بتوجيه الطعام بشكل أحادي من الفم إلى فتحة الشرج. يتكون من ثلاثة أقسام، كل منها يؤدي عملية هضم مختلفة. بالإضافة إلى القناة الهضمية ، تمتلك الحشرات أيضًا غددًا لعابية وخزانات لعابية مقترنة. عادة ما توجد هذه الهياكل في القفص الصدري، بجوار المعى الأمامي. تنتج الغدد اللعابية في فم الحشرة اللعاب. تؤدي القنوات اللعابية من الغدد إلى الخزانات ثم تتقدم عبر الرأس إلى فتحة تسمى اللعاب، وتقع خلف البلعوم السفلي. عن طريق تحريك أجزاء فمها يمكن للحشرة أن تمزج طعامها مع اللعاب. ثم ينتقل خليط اللعاب والطعام عبر الأنابيب اللعابية إلى الفم ، حيث يبدأ في الانهيار. بعض الحشرات ، مثل الذباب ، لديها هضم خارج الفم. الحشرات التي تستخدم الهضم خارج الفم تطرد إنزيمات الجهاز الهضمي إلى طعامها لتفتيته. تسمح هذه الإستراتيجية للحشرات باستخراج نسبة كبيرة من العناصر الغذائية المتاحة من مصدر الغذاء. الأمعاء هي المكان الذي يتم فيه هضم جميع الحشرات تقريبًا. يمكن تقسيمها إلى المعى الأمامي ، المعى المتوسط ، المعى الخلفي.

المعى الأمامي

القسم الأول من القناة الهضمية هو المعى الأمامي ، أو stomodaeum. المعى الأمامي مبطن ببطانة جلدية مصنوعة من الكيتين والبروتينات كحماية من الأطعمة القاسية. يتضمن المعى الأمامي التجويف الشدقي (الفم) والبلعوم والمريء والمحصول وبروفنتريكولوس (أي جزء يمكن تعديله بدرجة كبيرة) ، والتي تخزن الطعام وتدل على وقت الاستمرار في المرور إلى المعي المتوسط.
يبدأ الهضم في التجويف الشدقي (الفم) حيث يتحلل الطعام الممضوغ جزئيًا بواسطة اللعاب من الغدد اللعابية. نظرًا لأن الغدد اللعابية تنتج إنزيمات هضم السوائل والكربوهيدرات (معظمها من الأميليز)، فإن العضلات

القوية في البلعوم تضخ السوائل في تجويف الشدق ، وتزييت الطعام مثل اللعاب، وتساعد مغذيات الدم ، ومغذيات نسيج الخشب واللحاء.
من هناك ، يقوم البلعوم بتمرير الطعام إلى المريء، والذي يمكن أن يكون مجرد أنبوب بسيط يمرره إلى المحصول وبروفنتريكولوس، ثم إلى الأمعاء الوسطى ، كما هو الحال في معظم الحشرات. بالتناوب ، قد يتوسع المعى الأمامي إلى محصول متضخم للغاية وبروفنتريكولوس ، أو يمكن أن يكون المحصول مجرد رتج ، أو بنية مملوءة بالسوائل، كما هو الحال في بعض أنواع Diptera.

طنانة يتغوط. لاحظ انكماش البطن لتوفير الضغط الداخلي

المعى المتوسط

بمجرد أن يترك الطعام المحصول، فإنه ينتقل إلى المعي المتوسط، المعروف أيضًا باسم الميزنترون، حيث تتم غالبية عملية الهضم. الإسقاطات المجهرية من جدار المعي المتوسط ، والتي تسمى microvilli، تزيد من مساحة سطح الجدار وتسمح بامتصاص المزيد من العناصر الغذائية ؛ تميل إلى أن تكون قريبة من أصل المعي المتوسط. في بعض الحشرات ، قد يختلف دور الميكروفيلي ومكان وجودها. على سبيل المثال ، قد يكون الميكروفيلي المتخصص الذي ينتج إنزيمات هضمية على الأرجح بالقرب من نهاية المعي المتوسط، والامتصاص بالقرب من منشأ أو بداية الأمعاء المتوسطة.
هيندجوت
في المعى الخلفي، أو المستقيم، يتم ربط جزيئات الطعام غير المهضومة بحمض البوليك لتشكيل كريات برازية. يمتص المستقيم 90٪ من الماء في كريات البراز هذه، ثم يتم التخلص من الحبيبات الجافة من خلال فتحة الشرج ، لإكمال عملية الهضم. تشكل التخيلات في الطرف الأمامي من المعى الخلفي نبيبات Malpighian، والتي تشكل نظام الإخراج الرئيسي للحشرات.

Excretory system

Insects may have one to hundreds of Malpighian tubules. These tubules remove nitrogenous wastes from the hemolymph of the insect and regulate osmotic balance. Wastes and solutes are emptied directly into the alimentary canal, at the junction between the midgut and hindgut.

Reproductive system

Main article: Insect reproductive system

The reproductive system of female insects consist of a pair of ovaries, accessory glands, one or more spermathecae, and ducts connecting these parts. The ovaries are made up of a number of egg tubes, called ovarioles, which vary in size and number by species. The number of eggs that the insect is able to make vary by the number of ovarioles with the rate that eggs can develop being also influenced by ovariole design. Female insects are able make eggs, receive and store sperm, manipulate sperm from different males, and lay eggs. Accessory glands or glandular parts of the oviducts produce a variety of substances for sperm maintenance, transport and fertilization, as well as for protection of eggs. They can produce glue and protective substances for coating eggs or tough coverings for a batch of eggs

called oothecae. Spermathecae are tubes or sacs in which sperm can be stored between the time of mating and the time an egg is fertilized.

For males, the reproductive system is the testis, suspended in the body cavity by tracheae and the fat body. Most male insects have a pair of testes, inside of which are sperm tubes or follicles that are enclosed within a membranous sac. The follicles connect to the vas deferens by the vas efferens, and the two tubular vasa deferentia connect to a median ejaculatory duct that leads to the outside. A portion of the vas deferens is often enlarged to form the seminal vesicle, which stores the sperm before they are discharged into the female. The seminal vesicles have glandular linings that secrete nutrients for nourishment and maintenance of the sperm. The ejaculatory duct is derived from an invagination of the epidermal cells during development and, as a result, has a cuticular lining. The terminal portion of the ejaculatory duct may be sclerotized to form the intromittent organ, the aedeagus. The remainder of the male reproductive system is derived from embryonic mesoderm, except for the germ cells, or spermatogonia, which descend from the primordial pole cells very early during embryogenesis.

الجهاز الإخراجي

قد تحتوي الحشرات على واحد إلى مئات من نبيبات Malpighian. تزيل هذه الأنابيب النفايات النيتروجينية من الدملمف للحشرة وتنظم التوازن التناضحي. يتم تفريغ النفايات والمذابات مباشرة في القناة الهضمية ، عند التقاطع بين المعى المتوسط والمعي الخلفي.

الجهاز التناسلي

المقال الرئيسي: الجهاز التناسلي للحشرات

يتكون الجهاز التناسلي للأنثى من زوج من المبايض والغدد الملحقة وواحد أو أكثر من الحيوانات المنوية والقنوات التي تربط هذه الأجزاء. يتكون المبيضان من عدد من أنابيب البيض ، تسمى المبايض ، والتي تختلف في الحجم والعدد حسب الأنواع. يختلف عدد البويضات التي تستطيع الحشرة تكوينها حسب عدد المبايض، حيث يتأثر المعدل الذي يمكن أن تتطور فيه البويضات أيضًا بتصميم البويضات. تستطيع إناث الحشرات إنتاج البويضات ، واستقبال الحيوانات المنوية وتخزينها، والتلاعب بالحيوانات المنوية من مختلف الذكور ، ووضع البويضات. تنتج الغدد الملحقة أو الأجزاء الغدية من قنوات البيض مجموعة متنوعة من المواد لصيانة الحيوانات المنوية ونقلها وتخصيبها، وكذلك لحماية البويضات. يمكنهم إنتاج الغراء والمواد الواقية لطلاء البيض أو الأغطية القاسية لمجموعة من البيض تسمى oothecae. الحيوانات المنوية هي أنابيب أو أكياس يمكن فيها تخزين الحيوانات المنوية بين وقت التزاوج ووقت إخصاب البويضة.

بالنسبة للذكور ، الجهاز التناسلي هو الخصية ، المعلقة في تجويف الجسم عن طريق القصبة الهوائية والجسم الدهني. تحتوي معظم ذكور الحشرات على زوج من الخصيتين، يوجد بداخلهما أنابيب أو حويصلات منوية محاطة بكيس غشائي. تتصل الجريبات بالأوعية المؤجلة عن طريق القناة الأسهرية، ويتصل كل من الحويصلات الأنبوبية بقناة القذف المتوسطة التي تؤدي إلى الخارج. غالبًا ما يتم تكبير جزء لتشكيل الحويصلة المنوية، التي تخزن الحيوانات

المنوية قبل تصريفها إلى الأنثى. تحتوي الحويصلات المنوية على بطانة غدية تفرز العناصر الغذائية لتغذية الحيوانات المنوية والحفاظ عليها. تنبثق قناة القذف من انغماس خلايا البشرة أثناء النمو ، ونتيجة لذلك، يكون لها بطانة بشرة. قد يتم تصلب الجزء الطرفي من قناة القذف لتشكيل العضو الداخلي، **aedeagus**. يُشتق ما تبقى من الجهاز التناسلي الذكري من الأديم المتوسط الجنيني، باستثناء الخلايا الجرثومية، أو الحيوانات المنوية، التي تنحدر من خلايا القطب البدائية في وقت مبكر جدًا أثناء التطور الجنيني.

Respiratory system

A- Types of Respiratory organs according the habitats

B- Types of the Tracheal System

The tube-like heart (green) of the mosquito Anopheles gambiae extends horizontally across the body, interlinked with the diamond-shaped wing muscles (also green) and surrounded by pericardial cells (red). Blue depicts cell nuclei.

Insect respiration is accomplished without lungs. Instead, the insect respiratory system uses a system of internal tubes and sacs through which gases either diffuse or are actively pumped, delivering oxygen directly to tissues that need it via their trachea . In most insects, air is taken in through openings on the sides of the abdomen and thorax called spiracles.

The respiratory system is an important factor that limits the size of insects. As insects get larger, this type of oxygen transport is less efficient and thus the heaviest insect currently weighs less than 100 g. However, with increased atmospheric oxygen levels, as were present in the late Paleozoic, larger insects were possible, such as dragonflies with wingspans of more than two feet (60 cm).

There are many different patterns of gas exchange demonstrated by different groups of insects. Gas exchange patterns in insects can range from continuous and diffusive ventilation, to discontinuous gas exchange. During continuous gas exchange, oxygen is taken in and carbon dioxide is released in a continuous cycle. In discontinuous gas exchange, however, the insect takes in oxygen while it is active and small amounts of carbon dioxide are released when the insect is at rest. Diffusive ventilation is simply a form of continuous gas exchange that occurs by diffusion rather than physically taking in the oxygen. Some species of insect that are submerged also have adaptations to aid in respiration. As larvae, many insects have gills that can extract oxygen dissolved in water, while others need to rise to the water surface to replenish air supplies, which may be held or trapped in special structures.

Circulatory system

A- Haemocol

Drawing and Explanaition?????????

B- Blood Vessel

- Aorta

- Heart

Drawing and Explanaition

C- Insect Blood

- Types and comparison

Because oxygen is delivered directly to tissues via tracheoles, the circulatory system is not used to carry oxygen, and is therefore greatly reduced. The insect circulatory system is open; it has no veins or arteries, and instead consists of little more than a single, perforated dorsal tube that pulses peristaltically. This dorsal blood vessel is divided into two sections: the heart and aorta. The dorsal blood vessel circulates the hemolymph, arthropods' fluid analog of blood, from the rear of the body cavity forward. Hemolymph is composed of plasma in which hemocytes are suspended. Nutrients, hormones, wastes, and other substances are transported throughout the insect body in the hemolymph. Hemocytes include many types of cells that are important for immune responses, wound healing, and other functions. Hemolymph pressure may be increased by muscle contractions or by swallowing air into the digestive system to aid in molting.[76] Hemolymph is also a major part of the open circulatory system of other arthropods, such as spiders and crustaceans.

الجهاز التنفسي

أ- أنواع أجهزة التنفس حسب الموائل

ب- أنواع جهاز القصبة الهوائية

يمتد القلب الشبيه بالأنبوب (الأخضر) للبعوضة Anopheles gambiae أفقياً عبر الجسم ، مترابطًا مع عضلات الجناح على شكل الماس (أيضًا خضراء) ومحاطة بخلايا التامور (أحمر). يصور اللون الأزرق نوى الخلية.

يتم تنفس الحشرات بدون الرئتين. بدلاً من ذلك ، يستخدم الجهاز التنفسي للحشرات نظامًا من الأنابيب والأكياس الداخلية التي تنتشر من خلالها الغازات أو يتم ضخها بشكل نشط ، لتوصيل الأكسجين مباشرة إلى الأنسجة التي تحتاجها عبر القصبة الهوائية. في معظم الحشرات ، يدخل الهواء من خلال فتحات على جانبي البطن والصدر تسمى الفتحات التنفسية.

الجهاز التنفسي عامل مهم يحد من حجم الحشرات. مع زيادة حجم الحشرات ، يكون هذا النوع من نقل الأكسجين أقل كفاءة ، وبالتالي فإن أثقل حشرة تزن حاليًا أقل من 100 جرام. ومع ذلك ، مع زيادة مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي ، كما كانت موجودة في أواخر حقب الحياة القديمة ، كان من الممكن وجود حشرات أكبر ، مثل اليعسوب مع أجنحة يزيد طولها عن قدمين (60 سم).

هناك العديد من الأنماط المختلفة لتبادل الغازات التي أظهرتها مجموعات مختلفة من الحشرات. يمكن أن تتراوح أنماط تبادل الغازات في الحشرات من التهوية المستمرة والمنتشرة إلى تبادل الغازات المتقطع. أثناء التبادل المستمر للغاز، يتم أخذ الأكسجين وإطلاق ثاني أكسيد الكربون في دورة مستمرة. ومع ذلك، في التبادل الغازي المتقطع، تأخذ الحشرة الأكسجين بينما تكون نشطة ويتم إطلاق كميات صغيرة من ثاني أكسيد الكربون عندما تكون الحشرة في حالة راحة. التهوية المنتشرة هي ببساطة شكل من أشكال التبادل المستمر للغازات التي تحدث بالانتشار بدلاً من امتصاص الأكسجين جسديًا. بعض أنواع الحشرات المغمورة لديها أيضًا تكيفات للمساعدة في التنفس. كيرقات، تمتلك العديد من الحشرات خياشيم يمكنها استخراج الأكسجين المذاب في الماء، بينما يحتاج البعض الآخر إلى الصعود إلى سطح الماء لتجديد إمدادات الهواء ، والتي قد تكون محتجزة أو محاصرة في هياكل خاصة.

الجهاز الدورى

أ- التجويف الدموى

ب- الوعاء الدموى

- الأورطي
- قلب

ج- دم الحشرات

نظرًا لتوصيل الأكسجين مباشرة إلى الأنسجة عبر القصبة الهوائية ، لا يتم استخدام نظام الدورة الدموية لنقل الأكسجين، وبالتالي يتم تقليله بشكل كبير. نظام الدورة الدموية للحشرات مفتوح. لا تحتوي على عروق أو شرايين ، وبدلاً من ذلك تتكون من أكثر بقليل من أنبوب ظهري واحد مثقوب ينبض بشكل تمعجي. ينقسم هذا الوعاء الدموي الظهري إلى قسمين: القلب والشريان الأورطي. يدور الوعاء الدموي الظهري الدملمف، السائل التناظري للمفصليات من الدم، من الجزء الخلفي من تجويف الجسم إلى الأمام. يتكون Hemolymph من البلازما حيث يتم تعليق خلايا الدم. يتم نقل العناصر الغذائية والهرمونات والنفايات والمواد الأخرى في جميع أنحاء جسم الحشرة في الدملمف. تشمل خلايا الدم أنواعًا عديدة من الخلايا المهمة للاستجابات المناعية والتئام الجروح والوظائف الأخرى. يمكن زيادة ضغط الدم الليمفاوي عن طريق تقلصات العضلات أو عن طريق ابتلاع الهواء في الجهاز الهضمي للمساعدة في طرح الريش. يعتبر Hemolymph أيضًا جزءًا رئيسيًا من الجهاز الدوري المفتوح لمفصليات الأرجل الأخرى ، مثل العناكب والقشريات.

Reproduction and development

A pair of *Simosyrphus grandicornis* hoverflies mating in flight.

A pair of grasshoppers mating.

The majority of insects hatch from eggs. The fertilization and development takes place inside the egg, enclosed by a shell (chorion) that consists of maternal tissue. In contrast to eggs of other arthropods, most insect eggs are drought resistant. This is because inside the chorion two additional membranes develop from embryonic tissue, the amnion and the serosa. This serosa secretes a cuticle rich in chitin that protects the embryo against desiccation. In Schizophora however the serosa does not develop, but these flies lay their eggs in damp places, such as rotting matter.[79] Some species of insects, like the cockroach Blaptica dubia, as well as juvenile aphids and tsetse flies, are ovoviviparous. The eggs of ovoviviparous animals develop entirely inside the female, and then hatch immediately upon being laid.[6] Some other species, such as those in the genus of cockroaches known as Diploptera, are viviparous, and thus gestate inside the mother and are born alive. Some insects, like parasitic wasps, show polyembryony, where a single fertilized egg divides into many and in some cases thousands of separate embryos Insects may be univoltine, bivoltine or multivoltine, i.e. they may have one, two or many broods (generations) in a year.

The different forms of the male (top) and female (bottom) tussock moth *Orgyia recens* is an example of sexual dimorphism in insects.

Other developmental and reproductive variations include haplodiploidy, polymorphism, paedomorphosis or peramorphosis, sexual dimorphism, parthenogenesis and more rarely hermaphroditism. In haplodiploidy, which is a type of sex-determination system, the offspring's sex is determined by the number of sets of chromosomes an individual receives. This system is typical in bees and wasps.[82] Polymorphism is where a species may have different morphs or forms, as in the oblong winged katydid, which has four different varieties: green, pink and yellow or tan. Some insects may retain phenotypes that are normally only seen in juveniles; this is called paedomorphosis. In peramorphosis, an opposite sort of phenomenon, insects take on previously unseen traits after they have matured into adults. Many insects display sexual dimorphism, in which males and females have notably different appearances, such as the moth Orgyia recens as an exemplar of sexual dimorphism in insects.

Some insects use parthenogenesis, a process in which the female can reproduce and give birth without having the eggs fertilized by a male. Many aphids undergo a form of parthenogenesis, called cyclical parthenogenesis, in which they alternate between one or many generations of asexual and sexual reproduction.[83][84] In summer, aphids are generally female and parthenogenetic; in the autumn, males may be produced for sexual reproduction. Other insects produced by parthenogenesis are bees, wasps and ants, in which they spawn males. However, overall, most individuals are female, which are produced by fertilization. The males are haploid and the females are diploid.

Insect life-histories show adaptations to withstand cold and dry conditions. Some temperate region insects are capable of activity during winter, while some others migrate to a warmer climate or go into a state of torpor.[85] Still other insects have evolved mechanisms of diapause that allow eggs or pupae to survive these conditions.

التكاثر و النمو

A pair of *Simosyrphus grandicornis* hoverflies mating in flight.

زوج من ذباب Simosyrphus grandicornis يتزاوج أثناء الطيران.

A pair of grasshoppers mating.

زوج من الجنادب يتزاوج.

تفقس غالبية الحشرات من البيض. يحدث الإخصاب والنمو داخل البويضة ، محاطًا بقشرة تتكون من أنسجة الأم. على عكس بيض المفصليات الأخرى ، فإن معظم بيض الحشرات مقاوم للجفاف. هذا لأنه داخل المشيمة يتطور غشاءان إضافيان من النسيج الجنيني، السلى والمصل. هذا المصل يفرز بشرة غنية بالكيتين التي تحمي الجنين من الجفافلكن في بعض الذباب تضع بيضها في أماكن رطبة، مثل المواد المتعفنة. بعض أنواع الحشرات، مثل الصرصور Blaptica dubia ، وكذلك حشرات المن الصغيرة وذباب تسي تسي، هي بيوضة ولودة حيث يتطور بيض الحيوانات المولودة بالبويضات بالكامل داخل الأنثى، ثم يفقس فور وضعها. بعض الأنواع الأخرى، مثل تلك الموجودة في جنس الصراصير المعروفة باسم Diploptera ، هي ولود، وبالتالي فهي تحمل داخل الأم وتولد حية. تظهر بعض الحشرات، مثل الدبابير الطفيلية، تعدد الأجنة، حيث تنقسم بويضة واحدة مخصبة إلى عدة وفي بعض الحالات آلاف من الأجنة المنفصلة. عام.

و تشمل الاختلافات التنموية والتكاثرية الأخرى الصبغيات الصبغية، وتعدد الأشكال، وتضخم الشكل أو تماثل الشكل، وازدواج الشكل الجنسي، والتوالد العذري، ونادرًا ما يحدث الخنوثة. في الصبغيات الفردية، وهو نوع من نظام تحديد الجنس، يتم تحديد جنس النسل من خلال عدد مجموعات الكروموسومات التي يتلقاها الفرد. هذا النظام نموذجي في النحل والدبابير. تعدد الأشكال هو المكان الذي قد يكون فيه للأنواع أشكال أو أشكال مختلفة، كما هو الحال في katydid المستطيل المجنح، والذي يحتوي على أربعة أنواع مختلفة: الأخضر والوردي والأصفر أو البني. قد تحتفظ بعض الحشرات بأنماط ظاهرية لا تظهر عادة إلا في الأحداث؛ وهذا ما يسمى تضخم الحدود. في حالة التعرق، وهي ظاهرة معاكسة، تأخذ الحشرات سمات لم تُرَ من قبل بعد أن تنضج لتصبح بالغة. تظهر العديد من الحشرات ازدواج الشكل الجنسي، حيث يكون للذكور والإناث مظاهر مختلفة بشكل ملحوظ ، مثل عودة العثة Orgyia كنموذج لمثنوية الشكل الجنسي في الحشرات.

تستخدم بعض الحشرات التوالد العذري، وهي عملية يمكن للأنثى من خلالها التكاثر والولادة دون تخصيب الذكر للبويضات. يخضع العديد من حشرات المن لشكل من أشكال التوالد العذري، يسمى التوالد العذري الدوري، والذي يتناوب فيه بين جيل واحد أو عدة أجيال من التكاثر اللاجنسي والجنسي. في الصيف، تكون حشرات المن بشكل عام إناثا وتتكاثر وراثيا. في الخريف، قد يتم إنتاج الذكور من أجل التكاثر الجنسي.

الحشرات الأخرى التي تنتج عن التوالد العذري هي النحل والدبابير والنمل ، حيث تفرخ الذكور. ومع ذلك ، بشكل عام ، معظم الأفراد هم من الإناث ، والتي يتم إنتاجها عن طريق الإخصاب. الذكور أحادي العدد والإناث ثنائية الصبغة.

يظهر تاريخ حياة الحشرات تكيفات لتحمل الظروف الباردة والجافة. بعض حشرات المنطقة المعتدلة قادرة على النشاط خلال فصل الشتاء ، بينما يهاجر البعض الآخر إلى مناخ أكثر دفئًا أو يدخل في حالة من السبات. لا تزال الحشرات الأخرى قد طورت آليات السبات التي تسمح للبيض أو الشرانق بالبقاء على قيد الحياة في هذه الظروف

Metamorphosis

Metamorphosis in insects is the biological process of development all insects must undergo. There are four forms of metamorphosis: ametabola, paurometabola, hemimetabola and holometabola.

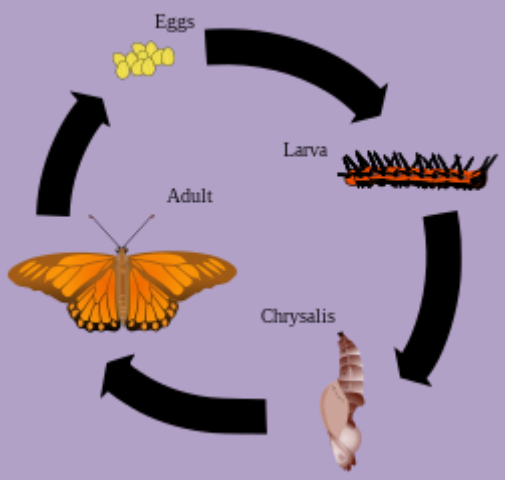
Incomplete metamorphosis Hemimetabolism

Hemimetabolous insects, those with incomplete metamorphosis, change gradually by undergoing a series of molts. An insect molts when it outgrows its exoskeleton, which does not stretch and would otherwise restrict the insect's growth. The molting process begins as the insect's epidermis secretes a new epicuticle inside the old one. After this new epicuticle is secreted, the epidermis releases a mixture of enzymes that digests the endocuticle and thus detaches the old cuticle. When this stage is complete, the insect makes its body swell by taking in a large quantity of water or air, which makes the old cuticle split along predefined weaknesses where the old exocuticle was thinnest.[34]:142[87]

Immature insects that go through incomplete metamorphosis are called nymphs or in the case of dragonflies and damselflies, also naiads. Nymphs are similar in form to the adult except for the presence of wings, which are not developed until adulthood. With each molt, nymphs grow larger and become more similar in appearance to adult insects.

This southern hawker dragonfly molts its exoskeleton several times during its life as a nymph; shown is the final molt to become a winged adult (eclosion).

Complete metamorphosis Holometabolism



Gulf fritillary life cycle, an example of holometabolism.

Holometabolism, or complete metamorphosis, is where the insect changes in four stages, an egg or embryo, a larva, a pupa and the adult or imago. In these species, an egg hatches to produce a larva, which is generally worm-like in form. This worm-like form can be one of several varieties: eruciform (caterpillar-like), scarabaeiform (grub-like), campodeiform (elongated, flattened and active), elateriform (wireworm-like) or vermiform (maggot-like). The larva grows and eventually becomes a pupa, a stage marked by reduced movement and often sealed within a cocoon. There are three types of pupae: obtect, exarate or coarctate. Obtect pupae are compact, with the legs and other appendages enclosed. Exarate pupae have their legs and other appendages free and extended. Coarctate pupae develop inside the larval skin.[34]:151 Insects undergo considerable change in form during the pupal stage, and emerge as adults. Butterflies are a well-known example of insects that undergo complete metamorphosis, although most insects use this life cycle. Some insects have evolved this system to hypermetamorphosis.

Complete metamorphosis is a trait of the most diverse insect group, the Endopterygota. Endopterygota includes 11 Orders, the largest being Diptera (flies), Lepidoptera (butterflies and moths), and Hymenoptera (bees, wasps, and ants), and Coleoptera (beetles). This form of development is exclusive to insects and not seen in any other arthropods.

التحول

التحول في الحشرات هو العملية البيولوجية للتطور التي يجب أن تخضع لها جميع الحشرات. هناك عدة أنواع من التحول منها التحول الغديم و التحول التدريجي و التحول الناقص و التحول الكامل

تحول غير كامل Hemimetabolism

تتغير الحشرات ذات الأوزان النصفية ، التي تعاني من تحول غير كامل ، تدريجيًا من خلال خضوعها لسلسلة من الانسلاخ. تذوب الحشرة عندما يكبر هيكلها الخارجي ، والذي لا يتمدد ويحد من نمو الحشرة. تبدأ عملية

طرح الريش عندما تفرز بشرة الحشرة نسيجًا جديدًا داخل الطبقة القديمة. بعد إفراز هذه اللقيمة الجديدة ، تطلق البشرة مزيجًا من الإنزيمات التي تهضم الجُبيبة الداخلية وبالتالي تفصل البشرة القديمة. عندما تكتمل هذه المرحلة ، تجعل الحشرة جسمها منتفخًا عن طريق امتصاص كمية كبيرة من الماء أو الهواء ، مما يجعل الجلد القديم ينقسم على طول نقاط الضعف المحددة مسبقًا حيث كانت الجسيمات الخارجية القديمة أنحف. تسمى الحشرات غير الناضجة التي تمر بتحول غير كامل بالحوريات أو في حالة اليعسوب والديدان ، أيضًا naiads. تتشابه الحوريات في الشكل مع البالغ باستثناء وجود الأجنحة التي لا تتطور حتى سن الرشد. مع كل ذيذبة ، تنمو الحوريات بشكل أكبر وتصبح أكثر تشابهًا في المظهر مع الحشرات البالغة.

هذا اليعسوب الباكر الجنوبي يطرح هيكله الخارجي عدة مرات خلال حياته كحورية. الموضح هو تساقط الشعر الأخير ليصبح بالغًا مجنحًا (الخفقان).

التحول الكامل Holometabolism

دورة الحياة الحبيبية الخليجية ، مثال على استقلاب الهولومض.

الاستقلاب الشامل ، أو التحول الكامل ، هو المكان الذي تتغير فيه الحشرة في أربع مراحل ، بيضة أو جنين ، يرقة ، خادرة والبالغ أو إيماجو. في هذه الأنواع ، تفقس البيضة لإنتاج يرقة ، والتي تكون بشكل عام شبيهة بالديدان. يمكن أن يكون هذا الشكل الشبيه بالديدان واحدًا من عدة أنواع: eruciform (مثل كاتربيلر) ، أو Scarabaeiform (يشبه اليرقة) ، أو Campodeiform (ممدود ، ومسطح ، ونشط) ، و elateriform (يشبه الديدان السلكية) أو vermiform (يشبه اليرقة). تنمو اليرقة وتتحول في النهاية إلى خادرة ، وهي مرحلة تتميز بانخفاض الحركة وغالبًا ما تكون مختومة داخل شرنقة. هناك ثلاثة أنواع من الشرانق: مستقيمة ، أو منتفخة ، أو ضيقة. العذارى الملتصقة تكون مضغوطة ، مع إرفاق الأرجل والملاحق الأخرى. الشرانق الناضجة لها أرجلها وملحقاتها الأخرى حرة وممتدة. تتطور الشرانق الضيقة داخل جلد اليرقات [34]: 151 تخضع الحشرات لتغير كبير في الشكل خلال مرحلة العذراء ، وتظهر كبالغين. تعتبر الفراشات مثالاً معروفًا للحشرات التي تخضع لتحول كامل ، على الرغم من أن معظم الحشرات تستخدم دورة الحياة هذه. طورت بعض الحشرات هذا النظام إلى فرط التمثيل.

التحول الكامل هو سمة من سمات مجموعة الحشرات الأكثر تنوعًا ، Endopterygota. تتضمن Endopterygota 11 طلبًا ، أكبرها Diptera (الذباب) ، Lepidoptera (الفراشات والعث) ، و Hymenoptera (النحل ، الدبابير ، والنمل) ، و Coleoptera (الخنافس). هذا الشكل من التنمية يقتصر على الحشرات ولا يظهر في أي مفصليات الأرجل الأخرى

Senses and communication

Many insects possess very sensitive and specialized organs of perception. Some insects such as bees can perceive ultraviolet wavelengths, or detect polarized light, while the antennae of male moths can detect the pheromones of female moths over distances of many kilometers. The yellow paper wasp (Polistes versicolor) is known for its wagging movements as a form of communication within the colony; it can waggle with a frequency of 10.6±2.1 Hz (n=190). These wagging movements can signal the arrival of new material into the nest and aggression between workers can be used to stimulate others to increase foraging expeditions There is a pronounced

tendency for there to be a trade-off between visual acuity and chemical or tactile acuity, such that most insects with well-developed eyes have reduced or simple antennae, and vice versa. There are a variety of different mechanisms by which insects perceive sound; while the patterns are not universal, insects can generally hear sound if they can produce it. Different insect species can have varying hearing, though most insects can hear only a narrow range of frequencies related to the frequency of the sounds they can produce. Mosquitoes have been found to hear up to 2 kHz, and some grasshoppers can hear up to 50 kHz. Certain predatory and parasitic insects can detect the characteristic sounds made by their prey or hosts, respectively. For instance, some nocturnal moths can perceive the ultrasonic emissions of bats, which helps them avoid predation. Insects that feed on blood have special sensory structures that can detect infrared emissions, and use them to home in on their hosts.

Some insects display a rudimentary sense of numbers,[91] such as the solitary wasps that prey upon a single species. The mother wasp lays her eggs in individual cells and provides each egg with a number of live caterpillars on which the young feed when hatched. Some species of wasp always provide five, others twelve, and others as high as twenty-four caterpillars per cell. The number of caterpillars is different among species, but always the same for each sex of larva. The male solitary wasp in the genus Eumenes is smaller than the female, so the mother of one species supplies him with only five caterpillars; the larger female receives ten caterpillars in her cell.

Light production and vision

Most insects have compound eyes and two antennae.

A few insects, such as members of the families Poduridae and Onychiuridae (Collembola), Mycetophilidae (Diptera) and the beetle families Lampyridae, Phengodidae, Elateridae and Staphylinidae are biolumin

escent. The most familiar group are the fireflies, beetles of the family Lampyridae. Some species are able to control this light generation to produce flashes. The function varies with some species using them to attract mates, while others use them to lure prey. Cave dwelling larvae of Arachnocampa (Mycetophilidae, fungus gnats) glow to lure small flying insects into sticky strands of silk. Some fireflies of the genus Photuris mimic the flashing of female Photinus species to attract males of that species, which are then captured and devoured. The colors of emitted light vary from dull blue (Orfelia fultoni, Mycetophilidae) to the familiar greens and the rare reds (Phrixothrix tiemanni, Phengodidae). Most insects, except some species of cave crickets, are able to perceive light and dark. Many species have acute vision capable of detecting minute movements. The eyes may include simple eyes or ocelli as well as compound eyes of varying sizes. Many species are able to detect light in the infrared, ultraviolet and the visible light wavelengths. Color vision has been demonstrated in many species and phylogenetic analysis suggests that UV-green-blue trichromacy existed from at least the Devonian period between 416 and 359 million years ago.

الحواس والتواصل

تمتلك العديد من الحشرات أجهزة إدراك حساسة ومتخصصة. يمكن لبعض الحشرات مثل النحل أن ترى أطوال موجات فوق بنفسجية، أو تكتشف الضوء المستقطب، بينما تستطيع ذكور العثة أن تكتشف الفيرومونات لإناث العثة على مسافات تصل إلى عدة كيلومترات. يُعرف دبور الورق الأصفر (Polistes versicolor) بحركاته المتذبذبة كشكل من أشكال الاتصال داخل المستعمرة؛ يمكن أن تهتز بتردد 10.6 ± 2.1 هرتز (ن = 190). يمكن أن تشير حركات الاهتزاز هذه إلى وصول مواد جديدة إلى العش ويمكن استخدام العدوانية بين العمال لتحفيز الآخرين على زيادة حملات البحث عن الطعام. هناك ميل واضح لوجود مقايضة بين حدة البصر والحدة الكيميائية أو اللمسية، بحيث يكون لدى معظم الحشرات ذات العيون المتطورة هوائيات بسيطة أو منخفضة، والعكس صحيح. هناك مجموعة متنوعة من الآليات المختلفة التي تستطيع الحشرات من خلالها إدراك الصوت؛ في حين أن الأنماط ليست عالمية، يمكن للحشرات عمومًا سماع الأصوات إذا كان بإمكانها إنتاجها. يمكن أن يكون لدى أنواع الحشرات المختلفة سمع متفاوت، على الرغم من أن معظم الحشرات لا يمكنها سماع سوى نطاق ضيق من الترددات المتعلقة بتردد الأصوات التي يمكن أن تنتجها. تم العثور على البعوض يسمع ما يصل إلى 2 كيلو هرتز ، ويمكن لبعض الجنادب سماع ما يصل إلى 50 كيلو هرتز. يمكن لبعض الحشرات المفترسة والطفيلية اكتشاف الأصوات المميزة التي تصدرها فرائسها أو مضيفها، على التوالي. على سبيل المثال، يمكن لبعض العث الليلي إدراك انبعاثات الموجات فوق الصوتية للخفافيش ، مما يساعدهم على تجنب الافتراس. تمتلك الحشرات التي تتغذى على الدم هياكل حسية خاصة يمكنها اكتشاف انبعاثات الأشعة تحت الحمراء واستخدامها في المنزل على مضيفيها.

تظهر بعض الحشرات إحساسًا بدائيًا بالأرقام ، مثل الدبابير الانفرادية التي تتغذى على نوع واحد. تضع الدبور الأم بيضها في خلايا فردية وتزود كل بيضة بعدد من اليرقات الحية التي يتغذى عليها الصغار عند الفقس. تقدم بعض أنواع الدبابير دائمًا خمسة، بينما توفر الأنواع الأخرى اثني عشر، والبعض الآخر يصل ارتفاعه إلى أربعة وعشرين يرقة لكل خلية. يختلف عدد اليرقات باختلاف الأنواع، ولكنه دائمًا ما يكون هو نفسه لكل جنس من اليرقات. ذكر الدبابير الانفرادي في جنس Eumenes أصغر من الأنثى، لذلك تزوده أم أحد الأنواع بخمس يرقات فقط؛ تستقبل الأنثى الأكبر عشرة يرقات في زنزاتتها عدد قليل من الحشرات، مثل أفراد عائلات Poduridae و (Collembola) Onychiuridae، Phengodidae، Elateridae و Staphylinidae هي تلألؤ بيولوجي. Lampyridae (Diptera) Mycetophilidae وعائلات الخنافس، المجموعة الأكثر شيوعًا هي اليراعات، وهي خنافس من عائلة Lampyridae. بعض الأنواع قادرة على التحكم في هذا الجيل الضوئي لإنتاج ومضات. تختلف الوظيفة مع بعض الأنواع التي تستخدمها لجذب الأصدقاء، بينما يستخدمها البعض الآخر لجذب الفريسة. تتوهج يرقات Arachnocampa التي تعيش في

الكهوف (Mycetophilidae ، فطريات البعوض) لجذب الحشرات الطائرة الصغيرة إلى خيوط لزجة من الحرير. بعض اليراعات من جنس Photuris تحاكي وميض أنواع Photinus الأنثوية لجذب الذكور من هذا النوع، والتي يتم التقاطها والتهامها بعد ذلك. تختلف ألوان الضوء المنبعث من الأزرق الباهت (Orfelia fultoni، Mycetophilidae) إلى اللون الأخضر المألوف والأحمر النادر (Phrixothrix tiemanni، Phengodidae). معظم الحشرات، باستثناء بعض أنواع صراصير الكهوف ، قادرة على إدراك الضوء والظلام. العديد من الأنواع لديها رؤية حادة قادرة على اكتشاف الحركات الدقيقة. قد تشمل العيون عيونًا بسيطة أو عيونًا بالإضافة إلى عيون مركبة بأحجام مختلفة. العديد من الأنواع قادرة على اكتشاف الضوء في الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأطوال الموجية للضوء المرئي. تم إثبات رؤية الألوان في العديد من الأنواع، ويشير التحليل الوراثي إلى أن ثلاثية الألوان فوق البنفسجية والأخضر والأزرق كانت موجودة على الأقل من العصر الديفوني بين 416 و 359 مليون سنة مضت.

Sound production and hearing

Insects were the earliest organisms to produce and sense sounds. Insects make sounds mostly by mechanical action of appendages. In grasshoppers and crickets, this is achieved by stridulation. Cicadas make the loudest sounds among the insects by producing and amplifying sounds with special modifications to their body to form tymbals and associated musculature. The African cicada Brevisana brevis has been measured at 106.7 decibels at a distance of 50 cm (20 in). Some insects, such as the Helicoverpa zea moths, hawk moths and Hedylid butterflies, can hear ultrasound and take evasive action when they sense that they have been detected by bats.Some moths produce ultrasonic clicks that were once thought to have a role in jamming bat echolocation. The ultrasonic clicks were subsequently found to be produced mostly by unpalatable moths to warn bats, just as warning colorations are used against predators that hunt by sight. Some otherwise palatable moths have evolved to mimic these calls. More recently, the claim that some moths can jam bat sonar has been revisited. Ultrasonic recording and high-speed infrared videography of bat-moth interactions suggest the palatable tiger moth really does defend against attacking big brown bats using ultrasonic clicks that jam bat sonar.

Very low sounds are also produced in various species of Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea and Neuroptera. These low sounds are simply the sounds made by the insect's movement. Through microscopic stridulatory structures located on the insect's muscles and joints, the normal sounds of the insect moving are amplified and can be used to warn or communicate with other insects. Most sound-making insects also have tympanal organs that can perceive airborne sounds. Some species in Hemiptera, such as the corixids (water boatmen), are known to communicate via underwater sounds. Most insects are also able to sense vibrations transmitted through surfaces.

Communication using surface-borne vibrational signals is more widespread among insects because of size constraints in producing air-borne sounds.[103] Insects cannot effectively produce low-frequency sounds, and high-frequency sounds tend to disperse more in a dense environment (such as foliage), so insects living in such environments communicate primarily using substrate-borne vibrations The mechanisms of production of vibrational signals are just as diverse as those for producing sound in insects.

Some species use vibrations for communicating within members of the same species, such as to attract mates as in the songs of the shield bug Nezara viridula. Vibrations can also be used to communicate between entirely different species; lycaenid (gossamer-winged butterfly) caterpillars, which are myrmecophilous (living in a mutualistic association with ants) communicate with ants in this way.[106] The Madagascar hissing cockroach has the ability to press air through its spiracles to make a hissing noise as a sign of aggression; the death's-head hawkmoth makes a squeaking noise by forcing air out of their pharynx when agitated, which may also reduce aggressive worker honey bee behavior when the two are in close proximity.

كانت الحشرات أول الكائنات الحية التي تنتج الأصوات وتستشعرها. تصدر الحشرات الأصوات في الغالب عن طريق العمل الميكانيكي للملحقات. في الجنادب والصراصير ، يتم تحقيق ذلك عن طريق التجويف. يُصدر السيكادا أعلى الأصوات بين الحشرات عن طريق إنتاج الأصوات وتضخيمها مع تعديلات خاصة على أجسامهم لتشكيل الطبلة والعضلات المرتبطة بها. تم قياس الزيز الأفريقي Brevisana brevis عند 106.7 ديسيبل على مسافة 50 سم (20 بوصة). يمكن لبعض الحشرات، مثل عثة Helicoverpa zea، وعثة الصقور، وفراشات Hedylid ، سماع الموجات فوق الصوتية واتخاذ إجراءات مراوغة عندما تشعر أن الخفافيش اكتشفتها. تنتج بعض العث نقرات فوق صوتية كان يُعتقد في السابق أنها تلعب دورًا في تشويش الخفافيش. تحديد الموقع بالصدى. تم العثور لاحقًا على أن النقرات فوق الصوتية تنتج في الغالب عن طريق فراشات غير مستساغة لتحذير الخفافيش ، تمامًا مثل استخدام الألوان التحذيرية ضد الحيوانات المفترسة التي تصطاد عن طريق البصر. تطورت بعض حشرات العث المستساغة لتقليد هذه الدعوات. في الآونة الأخيرة ، تمت إعادة النظر في الادعاء بأن بعض العث يمكنها تشويش السونار الخفافيش. يشير التسجيل بالموجات فوق الصوتية وتصوير الفيديو عالي السرعة بالأشعة تحت الحمراء لتفاعلات فراشة الخفافيش إلى أن عثة النمر اللطيفة تدافع حقًا ضد مهاجمة الخفافيش البنية الكبيرة باستخدام نقرات فوق صوتية تؤدي إلى ازدحام سونار الخفافيش.

تصدر أصوات منخفضة جدًا أيضًا في أنواع مختلفة من غمدية الأجنحة وغشائيات الأجنحة وقشريات الأجنحة و Mantodea و Neuroptera. هذه الأصوات المنخفضة هي ببساطة الأصوات التي تصدرها حركة الحشرة. من خلال الهياكل الصخرية المجهرية الموجودة على عضلات ومفاصل الحشرة ، يتم تضخيم الأصوات الطبيعية للحشرات المتحركة ويمكن استخدامها للتحذير أو التواصل مع الحشرات الأخرى. تحتوي معظم الحشرات التي تصدر الصوت أيضًا على أعضاء طبلة يمكنها إدراك الأصوات المحمولة في الهواء. من المعروف أن بعض الأنواع في نصف الأجنحة، مثل corixids (ملاحو الماء) ، تتواصل عبر الأصوات تحت الماء. تستطيع معظم الحشرات أيضًا استشعار الاهتزازات التي تنتقل عبر الأسطح.

يعد الاتصال باستخدام الإشارات الاهتزازية المحمولة على السطح أكثر انتشارًا بين الحشرات بسبب قيود الحجم في إنتاج الأصوات المحمولة جواً. لا تستطيع الحشرات إنتاج أصوات منخفضة التردد بشكل فعال، وتميل الأصوات عالية التردد إلى التشتت أكثر في بيئة كثيفة (مثل أوراق الشجر) ، لذلك فإن الحشرات التي تعيش في مثل هذه البيئات تتواصل بشكل أساسي باستخدام الاهتزازات التي تحملها الركيزة. متنوعة مثل تلك لإنتاج الصوت في الحشرات.

تستخدم بعض الأنواع الاهتزازات للتواصل داخل أعضاء من نفس النوع، مثل جذب الزملاء كما هو الحال في أغاني حشرة الدرع Nezara viridula. يمكن أيضًا استخدام الاهتزازات للتواصل بين الأنواع المختلفة تمامًا؛ تتواصل اليرقات الليكينية (الفراشة ذات الأجنحة ذات الأجنحة)، وهي نباتات نباتية (تعيش في علاقة متبادلة مع النمل) مع النمل بهذه الطريقة. يمتلك صرصور مدغشقر الهسهسة القدرة على الضغط على الهواء من خلال فتحاته لإحداث ضوضاء هسهسة كعلامة على العدوان؛ يُحدث العث ذو رأس الموت ضجيجًا صريرًا عن طريق إجبار الهواء على الخروج من البلعوم عند الهياج، مما قد يقلل أيضًا من سلوك نحل العسل العدواني عندما يكون الاثنان على مقربة.

Chemical communication

Chemical communications in animals rely on a variety of aspects including taste and smell. Chemoreception is the physiological response of a sense organ (i.e. taste or smell) to a chemical stimulus where the chemicals act as signals to regulate the state or activity of a cell. A semiochemical is a message-carrying chemical that is meant to attract, repel, and convey information. Types of semiochemicals include pheromones and kairomones. One example is the butterfly Phengaris arion which uses chemical signals as a form of mimicry to aid in predation.[109]

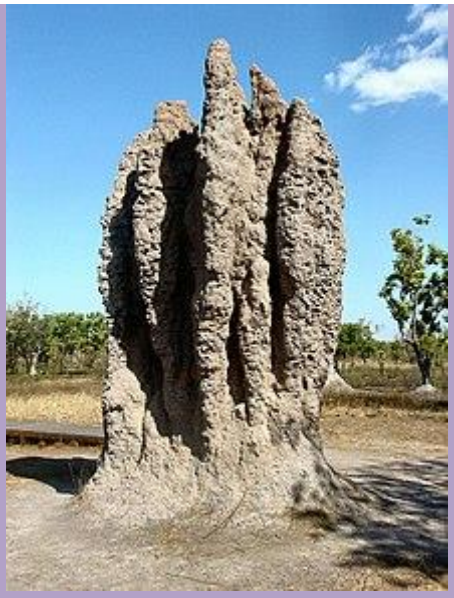
In addition to the use of sound for communication, a wide range of insects have evolved chemical means for communication. These chemicals, termed semiochemicals, are often derived from plant metabolites including those meant to attract, repel and provide other kinds of information. Pheromones, a type of semiochemical, are used for attracting mates of the opposite sex, for aggregating conspecific individuals of both sexes, for deterring other individuals from approaching, to mark a trail, and to trigger aggression in nearby individuals. Allomones benefit their producer by the effect they have upon the receiver. Kairomones benefit their receiver instead of their producer. Synomones benefit the producer and the receiver. While some chemicals are targeted at individuals of the same species, others are used for communication across species. The use of scents is especially well known to have developed in social insects.[34]:96–105 Cuticular hydrocarbon are nonstructural materials produced and secreted to the cuticle surface to fight desiccation and pathogens. They also serve as pheromones

الاتصالات الكيميائية

تعتمد الاتصالات الكيميائية في الحيوانات على مجموعة متنوعة من الجوانب بما في ذلك الذوق والشم. الاستقبال الكيميائي هو الاستجابة الفسيولوجية لعضو حاسة (مثل الذوق أو الرائحة) لمحفز كيميائي حيث تعمل المواد الكيميائية كإشارات لتنظيم حالة الخلية أو نشاطها. المادة الكيميائية شبه الكيميائية هي مادة كيميائية تحمل رسائل تهدف إلى جذب المعلومات وصدها ونقلها. تشمل أنواع المواد الكيميائية شبه الكيميائية الفيرومونات والكيرومونات. أحد الأمثلة على ذلك هو فراشة Phengaris arion التي تستخدم إشارات كيميائية كشكل من أشكال التقليد للمساعدة في الافتراس.

بالإضافة إلى استخدام الصوت للاتصال، طورت مجموعة واسعة من الحشرات وسائل كيميائية للاتصال. غالبًا ما تُشتق هذه المواد الكيميائية ، المسماة بالمواد شبه الكيميائية، من مستقلبات النبات بما في ذلك تلك التي تهدف إلى جذب، وصد، وتوفير أنواع أخرى من المعلومات. تستخدم الفيرومونات، وهي نوع من المواد شبه الكيميائية، لجذب أقران من الجنس الآخر، لتجميع أفراد معينين من كلا الجنسين، لردع أفراد آخرين عن الاقتراب، ولتحديد أث، ولإثارة العدوان في الأفراد القريبين. تستفيد Allomones منتجها من خلال تأثيرها على جهاز الاستقبال. تستفيد Kairomones من جهاز الاستقبال بدلاً من المنتج. سينومونات تفيد المنتج والمتلقي. في حين أن بعض المواد الكيميائية تستهدف الأفراد من نفس النوع، يتم استخدام مواد أخرى للتواصل عبر الأنواع. من المعروف جيدًا أن استخدام الروائح قد تطور في الحشرات الاجتماعية. كما أنها تعمل كالفيرومونات.

Social behavior



A cathedral mound created by termites (Isoptera).

Social insects, such as termites, ants and many bees and wasps, are the most familiar species of eusocial animals. They live together in large well-organized colonies that may be so tightly integrated and genetically similar that the colonies of some species are sometimes considered superorganisms. It is sometimes argued that the various species of honey bee are the only invertebrates (and indeed one of the few non-human groups) to have evolved a system of abstract symbolic communication where a behavior is used to represent and convey specific information about something in the environment. In this communication system, called dance language, the angle at which a bee dances represents a direction relative to the sun, and the length of the dance represents the distance to be flown. Though perhaps not as advanced as honey bees, bumblebees also potentially have some social communication behaviors. Bombus terrestris, for example, exhibit a faster learning curve for visiting unfamiliar, yet rewarding flowers, when they can see a conspecific foraging on the same species.

Only insects that live in nests or colonies demonstrate any true capacity for fine-scale spatial orientation or homing. This can allow an insect to return unerringly to a single hole a few millimeters in diameter among thousands of apparently identical holes clustered together, after a trip of up to several kilometers' distance. In a phenomenon known as philopatry, insects that hibernate have shown the ability to recall a specific location up to a year after last viewing the area of interest.[113] A few insects seasonally migrate large distances between different geographic regions (e.g., the overwintering areas of the monarch butterfly).

السلوك الاجتماعي

تعتبر الحشرات الاجتماعية ، مثل النمل الأبيض والنمل والعديد من النحل والدبابير ، أكثر أنواع الحيوانات eusocial شيوعًا. إنهم يعيشون معًا في مستعمرات كبيرة جيدة التنظيم والتي قد تكون متكاملة بإحكام ومتشابهة وراثيًا لدرجة أن مستعمرات بعض الأنواع تعتبر أحيانًا كائنات خارقة. يُقال أحيانًا أن الأنواع المختلفة

من نحل العسل هي اللافقاريات الوحيدة (وهي بالفعل واحدة من المجموعات غير البشرية القليلة) التي طورت نظامًا للتواصل الرمزي المجرد حيث يتم استخدام السلوك لتمثيل ونقل معلومات محددة حول شيء ما في البيئة. في نظام الاتصال هذا ، الذي يسمى لغة الرقص ، تمثل الزاوية التي ترقص فيها النحلة اتجاهًا بالنسبة للشمس ، ويمثل طول الرقصة المسافة التي يجب قطعها. من المحتمل أيضًا أن يكون لنحل العسل والنحل الطنان بعض سلوكيات التواصل الاجتماعي. على سبيل المثال ، يُظهر Bombus terrestris منحنى تعليمي أسرع لزيارة أزهار غير مألوفة ، لكنها مجزية، عندما يرون علفًا محددًا من نفس النوع.

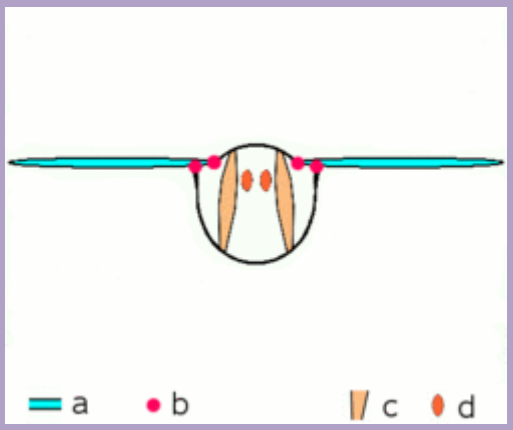
فقط الحشرات التي تعيش في أعشاش أو مستعمرات تظهر أي قدرة حقيقية على التوجيه المكاني الدقيق أو توجيه صاروخ موجه. يمكن أن يسمح هذا للحشرة بالعودة دون خطأ إلى حفرة واحدة قطرها بضعة ملليمترات بين آلاف الثقوب المتشابهة على ما يبدو متجمعة معًا ، بعد رحلة تصل إلى عدة كيلومترات. في ظاهرة تُعرف باسم Philopatry، أظهرت الحشرات التي تعيش في فترة السبات القدرة على تذكر موقع معين لمدة تصل إلى عام بعد آخر مشاهدة للمنطقة محل الاهتمام. تهاجر بعض الحشرات موسمياً مسافات كبيرة بين مناطق جغرافية مختلفة (على سبيل المثال ، مناطق الشتاء لفراشة الملك).

Locomotion

Flight

Main articles: Insect flight and Insect wing

White-lined sphinx moth feeding in flight



Basic motion of the insect wing in insect with an indirect flight mechanism scheme of dorsoventral cut through a thorax segment with

a wings

b joints

c dorsoventral muscles

d longitudinal muscles.

Insects are the only group of invertebrates to have developed flight. The evolution of insect wings has been a subject of debate.

Some entomologists suggest that the wings are from paranotal lobes, or extensions from the insect's exoskeleton called the nota, called the paranotal theory. Other theories are based on a pleural origin. These theories include suggestions that wings originated from modified gills, spiracular flaps or as from an appendage of the epicoxa. The epicoxal theory suggests the insect wings are modified epicoxal exites, a modified appendage at the base of the legs or coxa. In the Carboniferous age, some of the Meganeura dragonflies had as much as a 50 cm (20 in) wide wingspan. The appearance of gigantic insects has been found to be consistent with high atmospheric oxygen. The respiratory system of insects constrains their size, however the high oxygen in the atmosphere allowed larger sizes. The largest flying insects today are much smaller, with the largest wingspan belonging to the white witch moth (Thysania agrippina), at approximately 28 cm (11 in).

Insect flight has been a topic of great interest in aerodynamics due partly to the inability of steady-state theories to explain the lift generated by the tiny wings of insects. But insect wings are in motion, with flapping and vibrations, resulting in churning and eddies, and the misconception that physics says "bumblebees can't fly" persisted throughout most of the twentieth century.

Unlike birds, many small insects are swept along by the prevailing winds[118] although many of the larger insects are known to make migrations. Aphids are known to be transported long distances by low-level jet streams. As such, fine line patterns associated with converging winds within weather radar imagery, like the WSR-88D radar network, often represent large groups of insects.[120] Radar can also be deliberately used to monitor insects.

الطيران

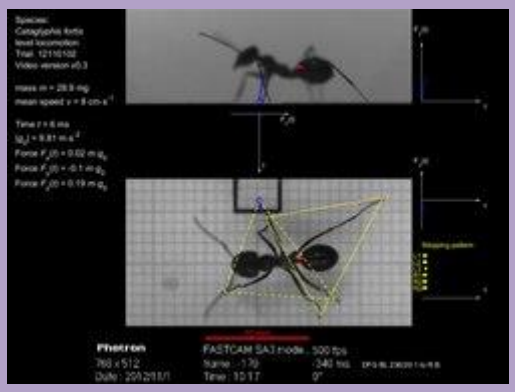
الحشرات هي المجموعة الوحيدة من اللافقاريات التي طورت الطيران. كان تطور أجنحة الحشرات موضوعًا للنقاش. يقترح بعض علماء الحشرات أن الأجنحة هي من فصوص خوارزمية، أو امتدادات من الهيكل الخارجي للحشرة تسمى nota، تسمى النظرية الخارقة. نظريات أخرى تستند إلى أصل الجنبي. تتضمن هذه النظريات اقتراحات بأن الأجنحة نشأت من الخياشيم المعدلة، أو السديلة spiracular أو من أحد ملحقات epicoxa. تقترح نظرية epicoxal أن أجنحة الحشرات عبارة عن مخارج epicoxal معدلة، وهي ملحق معدل في قاعدة الساقين أو الكوكسا. في العصر الكربوني، كان لبعض حشرات اليعسوب ميجانيورا ما يصل إلى 50 سم (20 بوصة) من حيث اتساع جناحيها. تم العثور على ظهور الحشرات العملاقة ليكون متسقًا مع ارتفاع نسبة الأكسجين في الغلاف الجوي. يقيد الجهاز التنفسي للحشرات حجمها، لكن الأكسجين العالي في الغلاف الجوي سمح بأحجام أكبر. أكبر الحشرات الطائرة اليوم أصغر بكثير ، مع أكبر جناحيها ينتمي إلى عثة الساحرة البيضاء (Thysania agrippina) ، بحوالي 28 سم (11 بوصة).

لطالما كان طيران الحشرات موضوعًا ذا أهمية كبيرة في الديناميكا الهوائية ، ويرجع ذلك جزئيًا إلى عدم قدرة نظريات الحالة المستقرة على تفسير قوة الرفع التي تولدها الأجنحة الصغيرة للحشرات. لكن أجنحة الحشرات تتحرك ، مع الخفقان والاهتزازات، مما يؤدي إلى تموج ودوامات، واستمر الاعتقاد الخاطئ بأن الفيزياء تقول "لا يمكن للنحل الطنان أن يطير" طوال معظم القرن العشرين.

على عكس الطيور ، فإن العديد من الحشرات الصغيرة تجتاحها الرياح السائدة [118] على الرغم من أن العديد من الحشرات الكبيرة تقوم بالهجرات. من المعروف أن حشرات المن تنتقل لمسافات طويلة بواسطة تيارات نفاثة منخفضة المستوى. على هذا النحو ، فإن أنماط الخطوط الدقيقة المرتبطة بالرياح المتقاربة داخل

صور رادار الطقس، مثل شبكة رادار WSR-88D، غالبًا ما تمثل مجموعات كبيرة من الحشرات. يمكن أيضًا استخدام الرادار عن عمد لرصد الحشرات.

Walking



Spatial and temporal stepping pattern of walking desert ants performing an alternating tripod gait. Recording rate: 500 fps, Playback rate: 10 fps.

Many adult insects use six legs for walking and have adopted a tripedal gait. The tripedal gait allows for rapid walking while always having a stable stance and has been studied extensively in cockroaches and ants. The legs are used in alternate triangles touching the ground. For the first step, the middle right leg and the front and rear left legs are in contact with the ground and move the insect forward, while the front and rear right leg and the middle left leg are lifted and moved forward to a new position. When they touch the ground to form a new stable triangle the other legs can be lifted and brought forward in turn and so on. The purest form of the tripedal gait is seen in insects moving at high speeds. However, this type of locomotion is not rigid and insects can adapt a variety of gaits. For example, when moving slowly, turning, avoiding obstacles, climbing or slippery surfaces, four (tetrapod) or more feet (wave-gait) may be touching the ground. Insects can also adapt their gait to cope with the loss of one or more limbs.

Cockroaches are among the fastest insect runners and, at full speed, adopt a bipedal run to reach a high velocity in proportion to their body size. As cockroaches move very quickly, they need to be video recorded at several hundred frames per second to reveal their gait. More sedate locomotion is seen in the stick insects or walking sticks (Phasmatodea). A few insects have evolved to walk on the surface of the water, especially members of the Gerridae family, commonly known as water striders. A few species of ocean-skaters in the genus Halobates even live on the surface of open oceans, a habitat that has few insect species.

Use in robotics

See also: Robot locomotion and Hexapod (robotics)

Insect walking is of particular interest as an alternative form of locomotion in robots. The study of insects and bipeds has a significant impact on possible

robotic methods of transport. This may allow new robots to be designed that can traverse terrain that robots with wheels may be unable to handle.

المشي

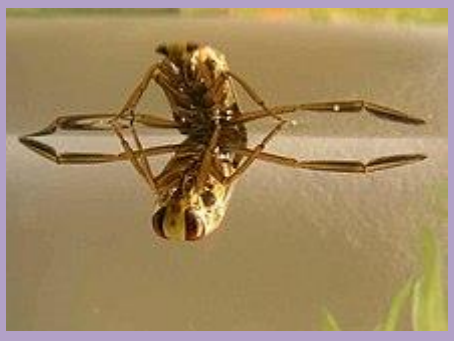
تستخدم العديد من الحشرات البالغة ستة أرجل للمشي وتتبنى مشية ثلاثية. تتيح المشية الثلاثية المشي السريع مع الحفاظ دائمًا على وضعية ثابتة وقد تمت دراستها على نطاق واسع في الصراصير والنمل. تستخدم الأرجل في مثلثات بديلة تلامس الأرض. بالنسبة للخطوة الأولى ، تكون الساق اليمنى الوسطى والساقين اليسرى الأمامية والخلفية على اتصال بالأرض وتحريك الحشرة للأمام ، بينما يتم رفع الساق اليمنى الأمامية والخلفية والساق اليسرى الوسطى وتحريكها للأمام إلى وضع جديد. عندما تلمس الأرض لتشكيل مثلث مستقر جديد ، يمكن رفع الأرجل الأخرى وتقديمها إلى الأمام وهكذا. يُرى أنقى أشكال المشية الثلاثية في الحشرات التي تتحرك بسرعات عالية. ومع ذلك ، فإن هذا النوع من الحركة ليس جامدًا ويمكن للحشرات أن تتكيف مع مجموعة متنوعة من المشيات. على سبيل المثال ، عند التحرك ببطء ، والانعطاف ، وتجنب العوائق ، والتسلق أو الأسطح الزلقة ، قد تلامس أربعة (رباعي الأرجل) أو أكثر (مشية موجة) الأرض. يمكن للحشرات أيضًا تكييف مشيتها للتعامل مع فقدان طرف أو أكثر.

تعد الصراصير من أسرع عداء الحشرات ، وبأقصى سرعة ، تعتمد الجري على قدمين للوصول إلى سرعة عالية تتناسب مع حجم جسمها. عندما تتحرك الصراصير بسرعة كبيرة ، يجب أن يتم تسجيلها بالفيديو بعدة مئات من الإطارات في الثانية للكشف عن مشيتها. لوحظ المزيد من الحركة الهادئة في الحشرات العصوية أو العصي (Phasmatodea). تطور عدد قليل من الحشرات للمشي على سطح الماء ، وخاصة أعضاء فصيلة Gerridae ، المعروفة باسم متزلج الماء. حتى أن أنواعًا قليلة من المتزلجين على المحيطات من جنس الهالوبات تعيش على سطح المحيطات المفتوحة ، وهي موطن يحتوي على عدد قليل من أنواع الحشرات.

يعتبر المشي مع الحشرات ذا أهمية خاصة كشكل بديل من أشكال الحركة في الروبوتات. دراسة الحشرات وذوات القدمين لها تأثير كبير على طرق النقل الروبوتية الممكنة. قد يسمح هذا بتصميم روبوتات جديدة يمكنها اجتياز التضاريس التي قد لا تتمكن الروبوتات ذات العجلات من التعامل معها.

Swimming

Main article: Aquatic insects



The backswimmer *Notonecta glauca* underwater, showing its paddle-like hindleg adaptation

A large number of insects live either part or the whole of their lives underwater. In many of the more primitive orders of insect, the immature stages are spent in an aquatic environment. Some groups of insects, like certain water beetles, have aquatic adults as well.

Many of these species have adaptations to help in under-water locomotion. Water beetles and water bugs have legs adapted into paddle-like structures. Dragonfly naiads use jet propulsion, forcibly expelling water out of their rectal chamber.[125] Some species like the water striders are capable of walking on the surface of water. They can do this because their claws are not at the tips of the legs as in most insects, but recessed in a special groove further up the leg; this prevents the claws from piercing the water's surface film.[73] Other

insects such as the Rove beetle Stenus are known to emit pygidial gland secretions that reduce surface tension making it possible for them to move on the surface of water by Marangoni propulsion (also known by the German term Entspannungsschwimmen).

السباحة

يعيش عدد كبير من الحشرات إما جزئيًا أو طوال حياتها تحت الماء. في العديد من الرتب البدائية للحشرات، تقضي المراحل غير الناضجة في بيئة مائية. بعض مجموعات الحشرات ، مثل بعض خنافس الماء، لديها أيضًا حشرات مائية.

العديد من هذه الأنواع لديها تكيفات للمساعدة في الحركة تحت الماء. تمتلك خنافس الماء وحشرات الماء أرجلًا تتكيف مع هياكل تشبه المجداف. تستخدم حيوانات البعسوب النفاثة الدفع النفاث، حيث تقوم بطرد المياه بالقوة من حجرة المستقيم. بعض الأنواع مثل متزلج الماء قادرة على المشي على سطح الماء. يمكنهم القيام بذلك لأن مخالبهم ليست على أطراف الساقين كما هو الحال في معظم الحشرات ، ولكنها غارقة في أخدود خاص أعلى الساق ؛ هذا يمنع المخالب من اختراق غشاء سطح الماء. من المعروف أن حشرات أخرى مثل خنفساء روف Stenus تنبعث من إفرازات الغدة الفيدية التي تقلل التوتر السطحي مما يجعل من الممكن لها التحرك على سطح الماء عن طريق دفع Marangoni.

Insect Ecology

Insect ecology is the scientific study of how insects, individually or as a community, interact with the surrounding environment or ecosystem. Insects play one of the most important roles in their ecosystems, which includes many roles, such as soil turning and aeration, dung burial, pest control, pollination and wildlife nutrition. An example is the beetles, which are scavengers that feed on dead animals and fallen trees and thereby recycle biological materials into forms found useful by other organisms. These insects, and others, are responsible for much of the process by which topsoil is created.

علم البيئة

بيئة الحشرات هي الدراسة العلمية لكيفية تفاعل الحشرات، بشكل فردي أو كمجتمع، مع البيئة المحيطة أو النظام البيئي. تلعب الحشرات أحد أهم الأدوار في نظمها البيئية، والتي تتضمن العديد من الأدوار، مثل تحول التربة والتهوية ودفن الروث ومكافحة الآفات والتلقيح وتغذية الحياة البرية. ومن الأمثلة على ذلك الخنافس، التي تتغذى على الحيوانات الميتة والأشجار المتساقطة، وبالتالي تعيد تدوير المواد البيولوجية إلى أشكال تجدها كائنات أخرى مفيدة. هذه الحشرات، وغيرها، مسؤولة عن الكثير من العملية التي يتم من خلالها تكوين التربة السطحية.

INTRODUCTION
TO
INSECT TAXONOMY
مقدمة فى تصنيف الحشرات
Class: Insecta
طائفة الحشرات

A- Identification of Taxonomy

ا- تعريف علم التصنيف

B- History of the Insect Taxonomy

ب- تاريخ علم تصنيف الحشرات

C- Insect taxonomic Methods

جـ طرق تصنيف الحشرات

D- Insect Taxonomic Plan

د- الخريطة التصنيفية لطائفة الحشرات

E- Apterygota (Order:Collembola)

هـ الحشرات عديمة الاجنحة و منها رتبة ذات الذنب القافز

F- Exopterygota (Order: Isoptera)

و- الحشرات خارجية الأجنحة و منها رتبة متساوية الاجنحة

G- Endopterygota (Order: Hymenoptera)

ز- الحشرات داخلية الأجنحة و منها رتبة غشائية الأجنحة

Pollination

See also: Pollination

European honey bee carrying pollen in a pollen basket back to the hive

Pollination is the process by which pollen is transferred in the reproduction of plants, thereby enabling fertilisation and sexual reproduction. Most flowering plants require an animal to do the transportation. While other animals are included as pollinators, the majority of pollination is done by insects.Because insects usually receive benefit for the pollination in the form of energy rich nectar it is a grand example of mutualism. The various flower traits (and combinations thereof) that differentially attract one type of pollinator or another are known as pollination syndromes. These arose through complex plant-animal adaptations. Pollinators find flowers through bright colorations, including ultraviolet, and attractant pheromones. The study of pollination by insects is known as anthecology.

Parasitism

Many insects are parasites of other insects such as the parasitoid wasps. These insects are known as entomophagous parasites. They can be beneficial due to their devastation of pests that can destroy crops and other resources. Many insects have a parasitic relationship with humans such as the mosquito. These insects are known to spread diseases such as malaria and yellow fever and because of such, mosquitoes indirectly cause more deaths of humans than any other animal.

Relationship to humans

As pests

See also: Pest insect

Aedes aegypti, a parasite, is the vector of dengue fever and yellow fever

Many insects are considered pests by humans. Insects commonly regarded as pests include those that are parasitic (e.g. lice, bed bugs), transmit diseases (mosquitoes, flies), damage structures (termites), or destroy agricultural goods (locusts, weevils). Many entomologists are involved in various forms of pest control, as in research for companies to produce insecticides, but increasingly rely on methods of biological pest control, or biocontrol. Biocontrol uses one organism to reduce the population density of another organism—the pest—and is considered a key element of integrated pest management.

Despite the large amount of effort focused at controlling insects, human attempts to kill pests with insecticides can backfire. If used carelessly, the poison can kill all kinds of organisms in the area, including insects' natural predators, such as birds, mice and other insectivores. The effects of DDT's use exemplifies how some insecticides can threaten wildlife beyond intended populations of pest insects.

In beneficial roles

See also: Economic entomology § Beneficial insects

Because they help flowering plants to cross-pollinate, some insects are critical to agriculture. This European honey bee is gathering nectar while pollen collects on its body.

A robberfly with its prey, a hoverfly. Insectivorous relationships such as these help control insect populations.

Although pest insects attract the most attention, many insects are beneficial to the environment and to humans. Some insects, like wasps, bees, butterflies and ants, pollinate flowering plants. Pollination is a mutualistic relationship between plants and insects. As insects gather nectar from different plants of the same species, they also spread pollen from plants on which they have previously fed. This greatly increases plants' ability to cross-pollinate, which maintains and possibly even improves their evolutionary fitness. This ultimately affects humans since ensuring healthy crops is critical to agriculture. As well as pollination ants help with seed distribution of plants. This helps to spread the plants, which increases plant diversity. This leads to an overall better environment. A serious environmental problem is the decline of populations of pollinator insects, and a number of species of insects are now cultured primarily for pollination management in order to have sufficient pollinators in the field, orchard or greenhouse at bloom time.[142]: 240–243 Another solution, as shown in Delaware, has been to raise native plants to help support native pollinators like L. vierecki.

The economic value of pollination by insects has been estimated to be about $34 billion in the US alone. Products made by insects. Insects also produce useful substances such as honey, wax, lacquer and silk. Honey bees have been cultured by humans for thousands of years for honey, although contracting for crop pollination is becoming more significant for beekeepers. The silkworm has greatly affected human history, as silk-driven trade established relationships between China and the rest of the world.

Pest control. Insectivorous insects, or insects that feed on other insects, are beneficial to humans if they eat insects that could cause damage to agriculture and human structures. For example, aphids feed on crops and cause problems for farmers, but ladybugs feed on aphids, and can be used as a means to significantly reduce pest aphid populations. While birds are perhaps more visible predators of insects, insects themselves account for the vast majority of insect consumption. Ants also help control animal populations by consuming small vertebrates.[145] Without predators to keep them in check, insects can undergo almost unstoppable population explosions.

Medical uses. Insects are also used in medicine, for example fly larvae (maggots) were formerly used to treat wounds to prevent or stop gangrene, as they would only consume dead flesh. This treatment is finding modern usage in some hospitals. Recently insects have also gained attention as potential sources of drugs and other medicinal substances. Adult insects, such as crickets and insect larvae of various kinds, are also commonly used as fishing bait.

In research

The common fruit fly *Drosophila melanogaster* is one of the most widely used organisms in biological research.

Insects play important roles in biological research. For example, because of its small size, short generation time and high fecundity, the common fruit fly Drosophila melanogaster is a model organism for studies in the genetics of higher eukaryotes. D. melanogaster has been an essential part of studies into principles like genetic linkage, interactions between genes, chromosomal genetics, development, behavior and evolution. Because genetic systems are well conserved among eukaryotes, understanding basic cellular processes like DNA replication or transcription in fruit flies can help to understand those processes in other eukaryotes, including humans. The genome of D. melanogaster was sequenced in 2000, reflecting the organism's important role in biological research. It was found that 70% of

the fly genome is similar to the human genome, supporting the evolution theory.

As food

Main articles: Insects as food and Entomophagy

In some cultures, insects, especially deep-fried cicadas, are considered to be delicacies, whereas in other places they form part of the normal diet. Insects have a high protein content for their mass, and some authors suggest their potential as a major source of protein in human nutrition. In most first-world countries, however, entomophagy (the eating of insects), is taboo.[152] Since it is impossible to eliminate pest insects from the human food chain, insects are inadvertently present in many foods, especially grains. Food safety laws in many countries do not prohibit insect parts in food, but rather limit their quantity. According to cultural materialist anthropologist Marvin Harris, the eating of insects is taboo in cultures that have other protein sources such as fish or livestock.

Due to the abundance of insects and a worldwide concern of food shortages, the Food and Agriculture Organization of the United Nations considers that the world may have to, in the future, regard the prospects of eating insects as a food staple. Insects are noted for their nutrients, having a high content of protein, minerals and fats and are eaten by one-third of the global population.

As feed

Main article: Insects as feed

Several insect species such as the black soldier fly or the housefly in their maggot forms, as well as beetle larvae such as mealworms can be processed and used as feed for farmed animals such as chicken, fish and pigs.

In other products

Further information: Biorefinery

Insect larvae (i.e. black soldier fly larvae) can provide protein, grease, and chitin. The grease is usable in the pharmaceutical industry (cosmetics, surfactants for shower gel) -hereby replacing other vegetable oils as palm oil.

Also, insect cooking oil, insect butter and fatty alcohols can be made from such insects as the superworm (Zophobas morio).

As pets

Many species of insects are sold and kept as pets. There are even special hobbyist magazines such as "Bugs" (now discontinued).

In culture

Main article: Insects in culture

Scarab beetles held religious and cultural symbolism in Old Egypt, Greece and some shamanistic Old World cultures. The

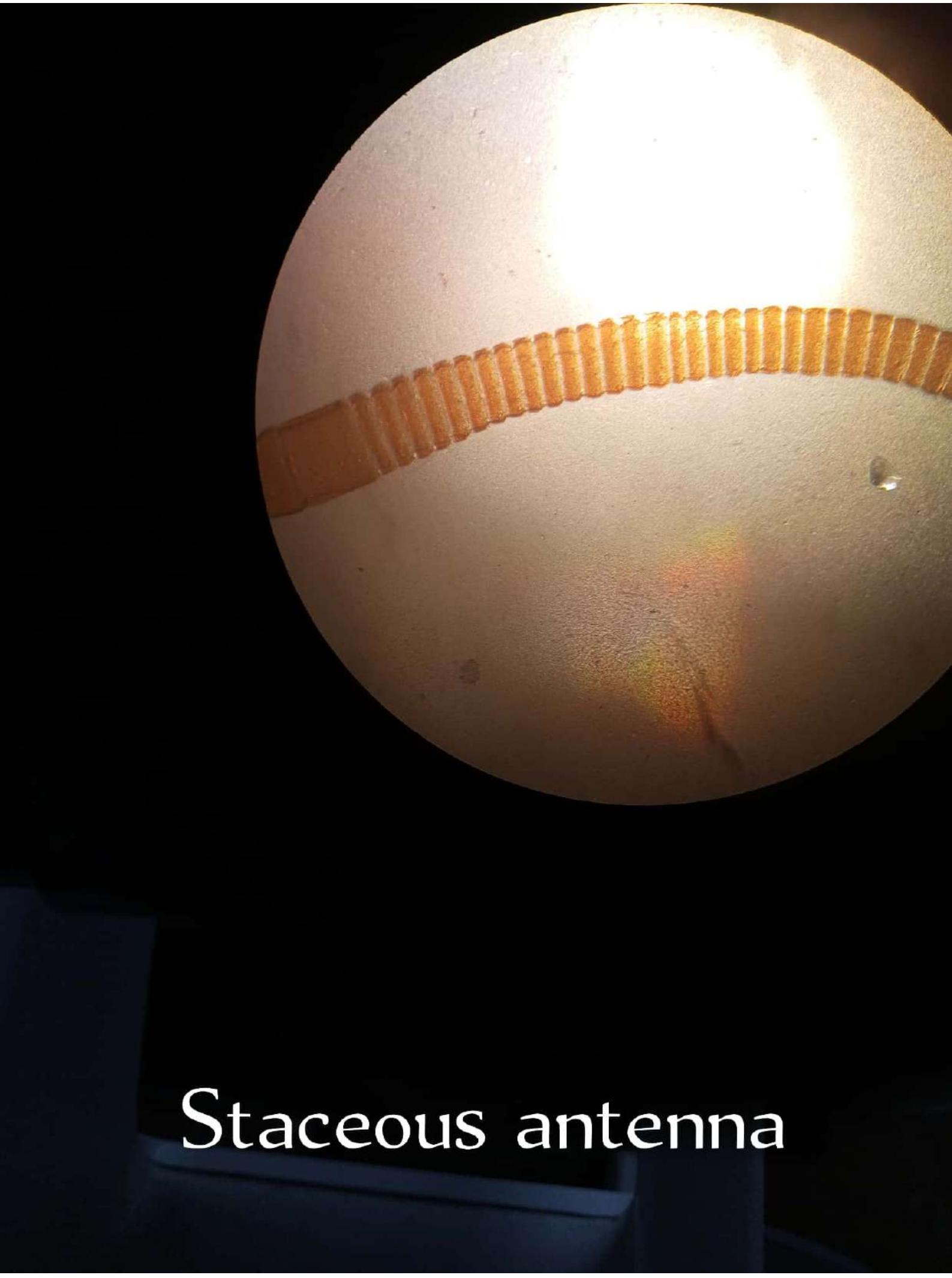
ancient Chinese regarded cicadas as symbols of rebirth or immortality. In Mesopotamian literature, the epic poem of Gilgamesh has allusions to Odonata that signify the impossibility of immortality. Among the Aborigines of Australia of the Arrernte language groups, honey ants and witchetty grubs served as personal clan totems. In the case of the 'San' bush-men of the Kalahari, it is the praying mantis that holds much cultural significance including creation and zen-like patience in waiting.

References

1. ^ Jump up to:[a] [b] *Chapman, A.D. (2006). Numbers of living species in Australia and the World. Canberra: Australian Biological Resources Study. ISBN 978-0-642-56850-2.* [permanent dead link]
2. ^ *Wilson, E.O. "Threats to Global Diversity". Archived from the original on 20 February 2015. Retrieved 17 May 2009.*
3. ^ *Novotny, Vojtech; Basset, Yves; Miller, Scott E.; Weiblen, George D.; Bremer, Birgitta; Cizek, Lukas; Drozd, Pavel (2002). "Low host specificity of herbivorous insects in a tropical forest". Nature.* ***416*** *(6883): 841–844. Bibcode:2002Natur.416..841N. doi:10.1038/416841a. PMID 11976681. S2CID 7458 3.*
4. ^ Jump up to:[a] [b] [c] *Erwin, Terry L. (1997). Biodiversity at its utmost: Tropical Forest Beetles (PDF). pp. 27–40. Archived (PDF) from the original on 9 November 2018. Retrieved 16 December 2017.* In: *Reaka-Kudla, M.L.; Wilson, D.E.; Wilson, E.O., eds. (1997). Biodiversity II. Joseph Henry Press, Washington, D.C. ISBN 9780309052276.*
5. ^ *Erwin, Terry L. (1982). "Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species" (PDF). The Coleopterists Bulletin.* ***36****: 74–75. Archived (PDF) from the original on 23 September 2015. Retrieved 16 September 2018.*
6. ^ Jump up to:[a] [b] [c] "insect physiology" *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*, Ch. 9, p. 233, 2007
7. ^ *Vincent Brian Wigglesworth. "Insect". Encyclopædia Britannica online. Archived from the original on 4 May 2012. Retrieved 19 April 2012.*
8. ^ *"Insects could be the key to meeting food needs of growing global population". the Guardian. 31 July 2010. Retrieved 13 January 2022.*
9. ^ *Ramos-Elorduy, Julieta; Menzel, Peter (1998). Creepy crawly cuisine: the gourmet guide to edible insects. Inner Traditions / Bear & Company. p. 44. ISBN 978-0-89281-747-4. Retrieved 23 April 2014.*
10. ^ Jump up to:[a] [b] *Harper, Douglas; Dan McCormack (November 2001). "Online Etymological Dictionary". LogoBee.com. p. 1. Archived from the original on 11 January 2012. Retrieved 1 November 2011.*
11. ^ *"Insect translations".*
12. ^ Jump up to:[a] [b] *Sasaki, Go; Sasaki, Keisuke; Machida, Ryuichiro; Miyata, Takashi & Su, Zhi-Hui (2013). "Molecular phylogenetic analyses support the monophyly of Hexapoda and suggest the paraphyly of Entognatha". BMC Evolutionary Biology.* ***13****: 236. doi:10.1186/1471-2148-13-236. PMC 4228403. PMID 24176097.*
13. ^ Chinery 1993, p. 10.
14. ^ Chinery 1993, pp. 34–35.
15. ^ Jump up to:[a] [b] *Kjer, Karl M.; Simon, Chris; Yavorskaya, Margarita & Beutel, Rolf G. (2016). "Progress, pitfalls and parallel universes: a history of insect phylogenetics". Journal of the Royal Society Interface.* ***13*** *(121): 121. doi:10.1098/rsif.2016.0363. PMC 5014063. PMID 27558853.*
16. ^ *Hughes, Joseph & Longhorn, Stuart (2016). "The role of next generation sequencing technologies in shaping the future of insect molecular systematics". In Olson, Peter D.; Hughes, Joseph & Cotton, James A. (eds.). Next Generation Systematics. Cambridge University Press. pp. 28–61. ISBN 978-1-139-23635-5. Retrieved 27 July 2017.*, pp. 29–30

References

بيولوجية الحيوان العملية باللغتين العربية والإنجليزية (الجزء الثالث) : للدكتور أحمد حماد الحسيني والدكتور إميل شنودة دميان ، القاهرة (مصر): دار المعارف 1969.



Staceous antenna

Scanned with CamScanner

Filiform antenna

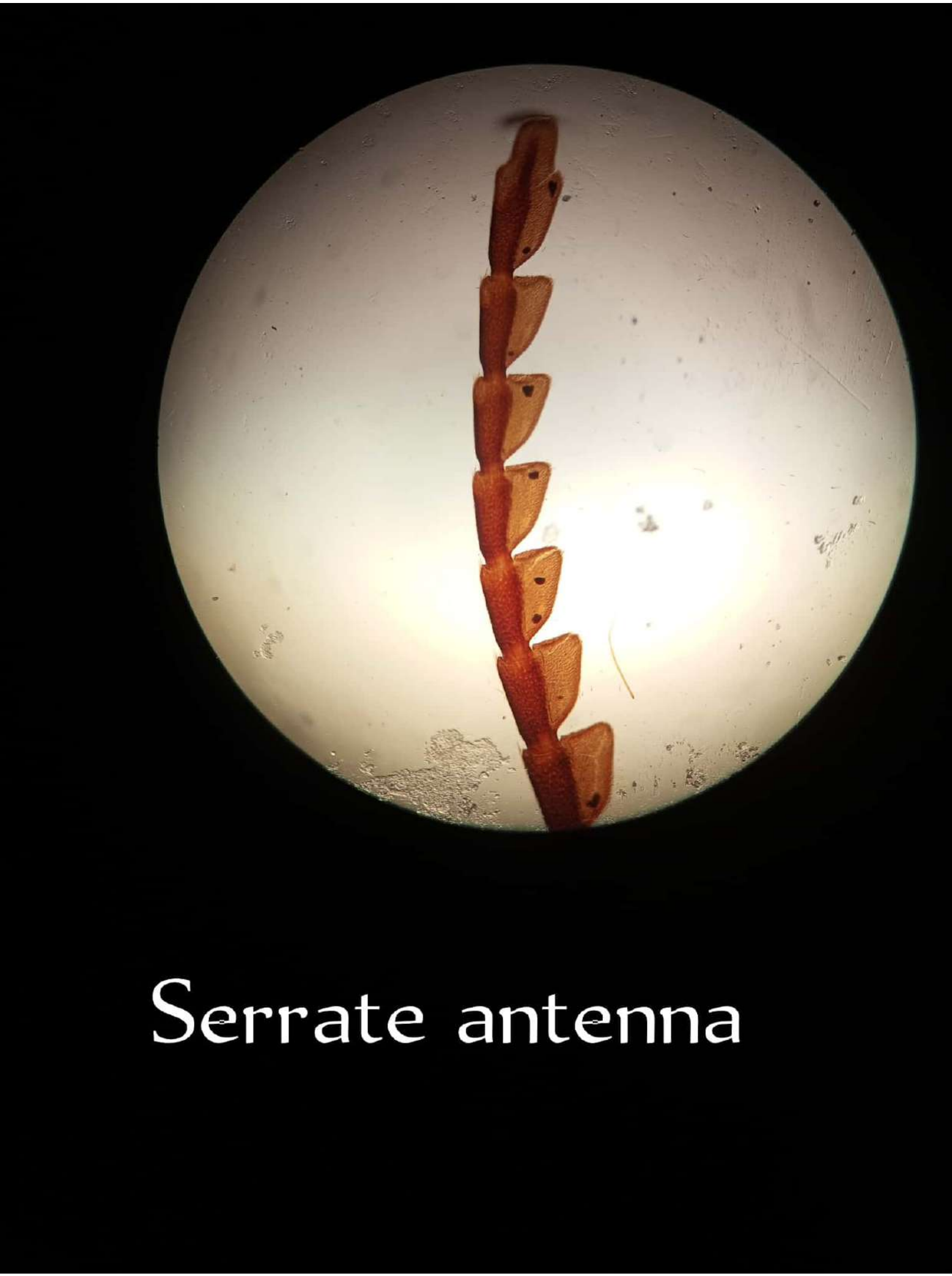
Scanned with CamScanner

Moniliform antenna

Scanned with CamScanner

Clavate antenna

Scanned with CamScanner



Serrate antenna

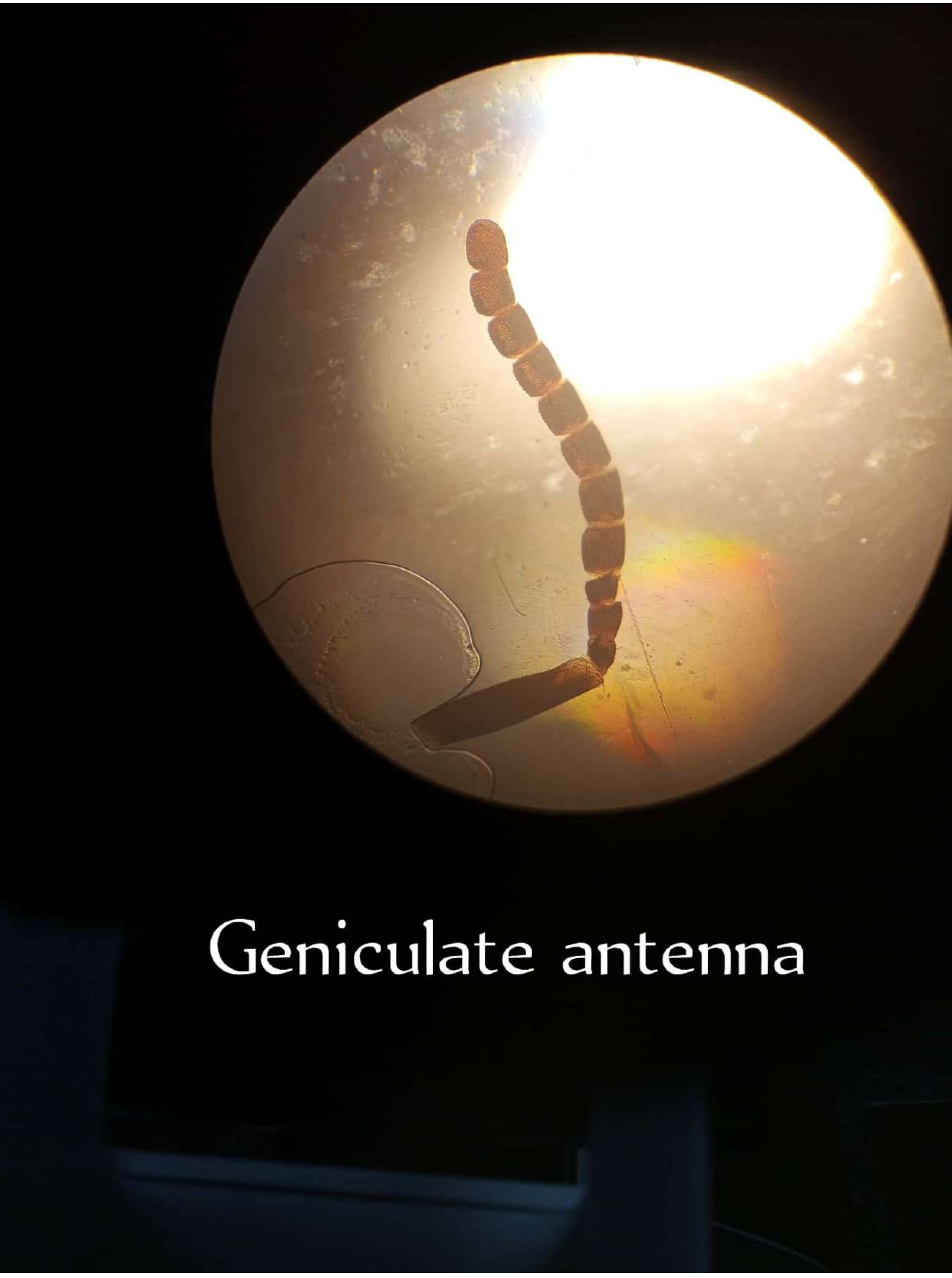
Scanned with CamScanner

Aristate antenna

Scanned with CamScanner

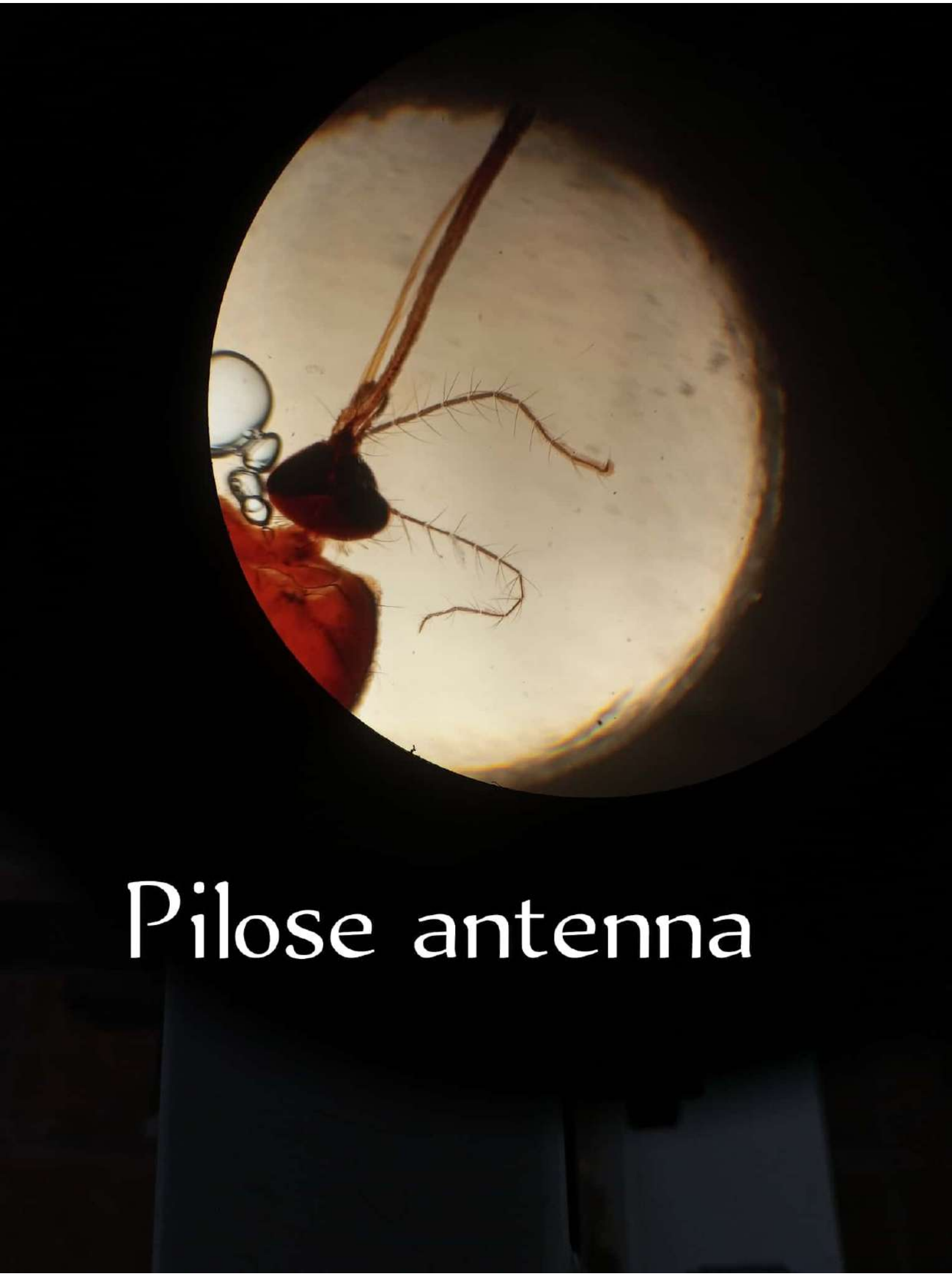
Stylate antenna

Scanned with CamScanner

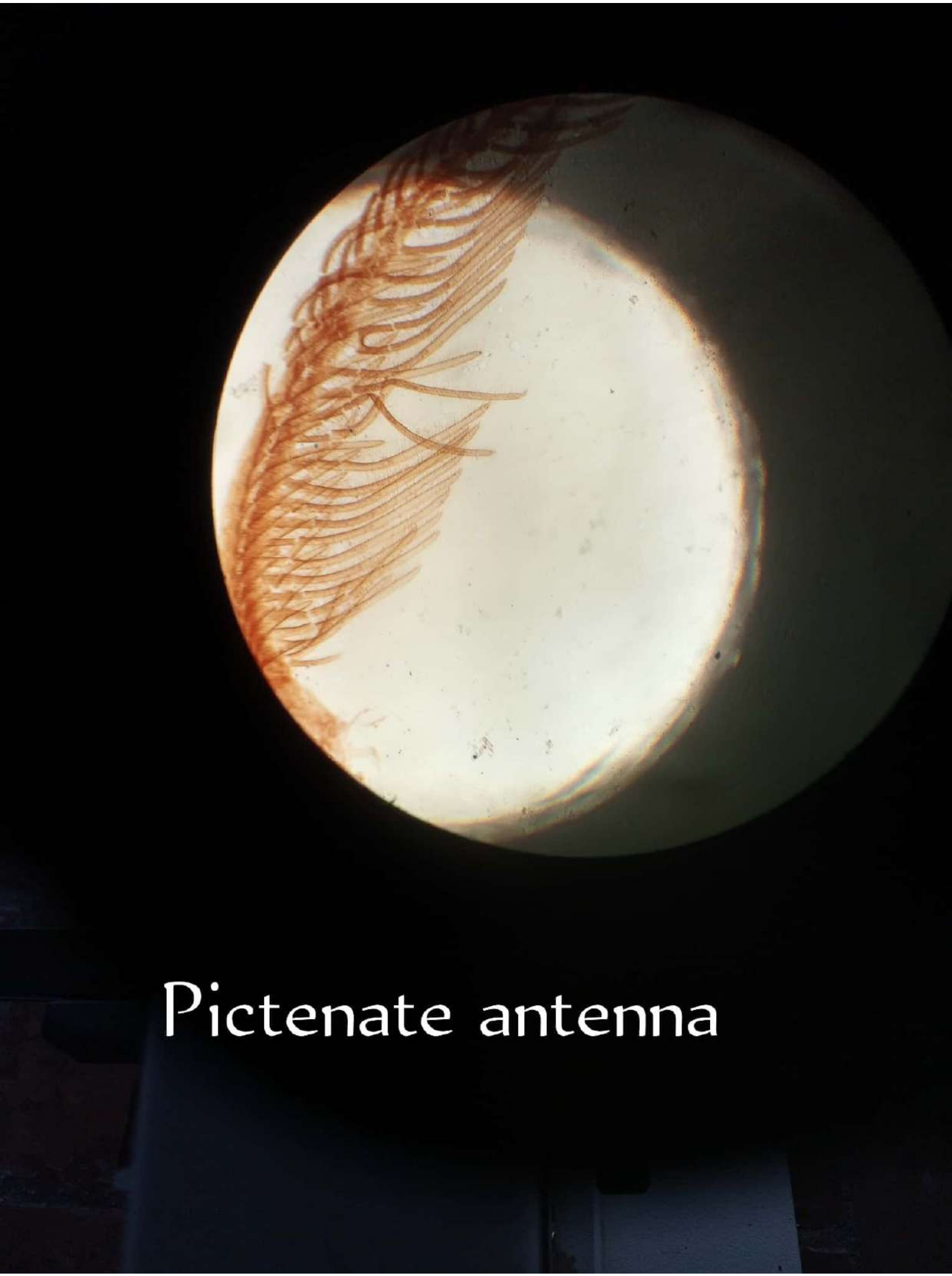


Geniculate antenna

Scanned with CamScanner

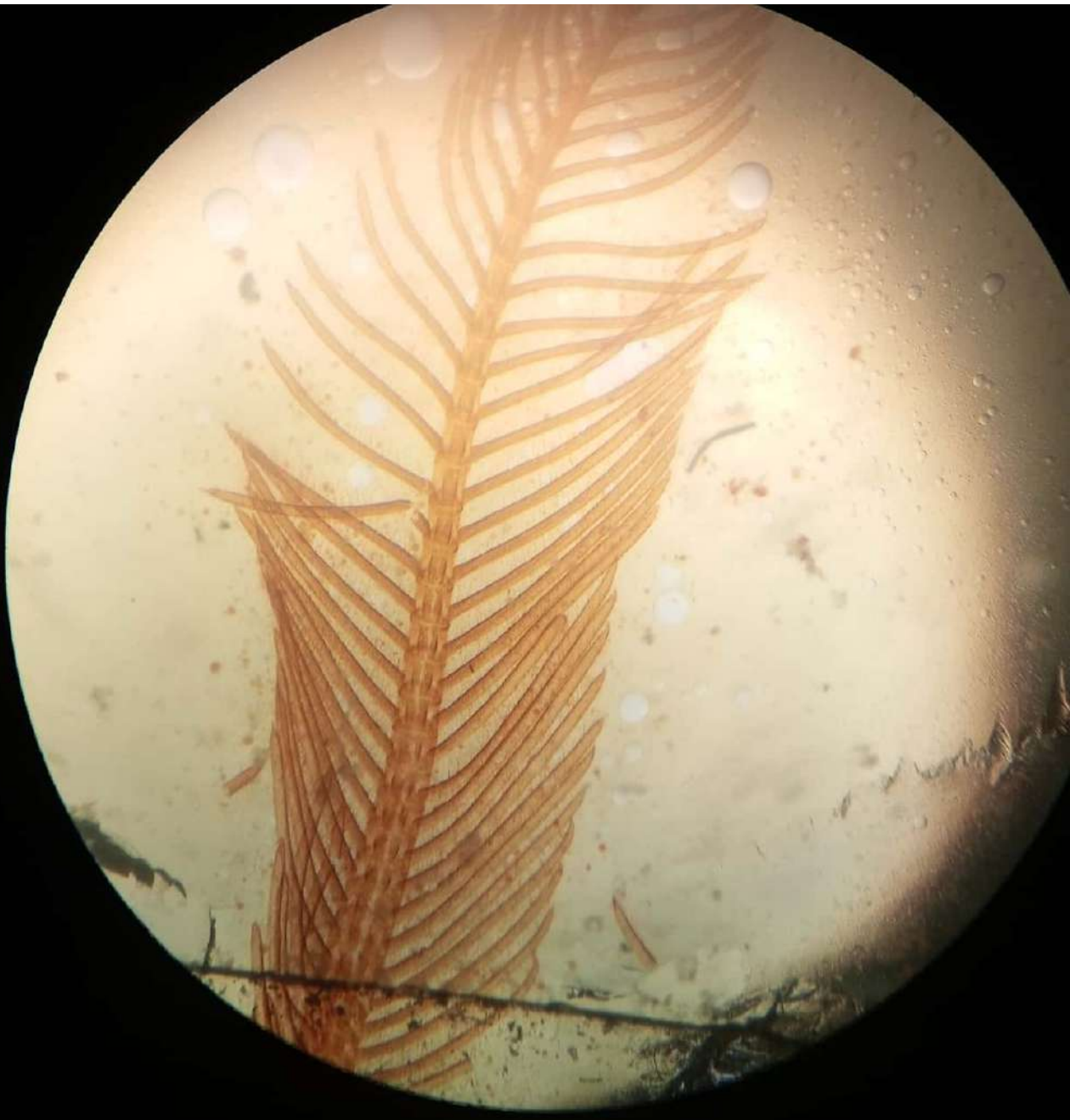


Scanned with CamScanner



Pictenate antenna

Scanned with CamScanner



Bipectinate antenna

Scanned with CamScanner

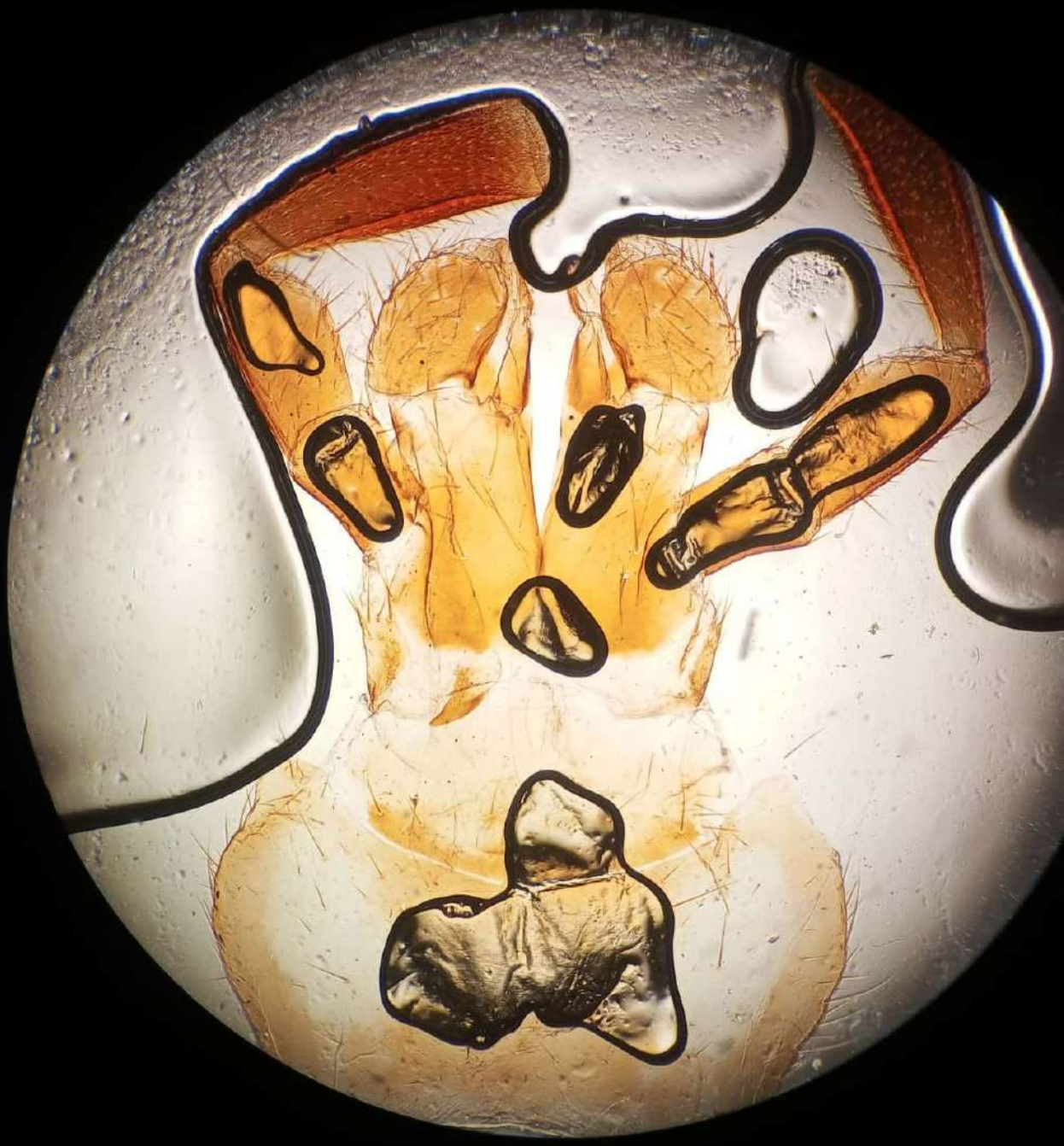
Scanned with CamScanner

Lamellata antenna

Scanned with CamScanner

Stylate antenna

Scanned with CamScanner



Bitting or chewing mouth part

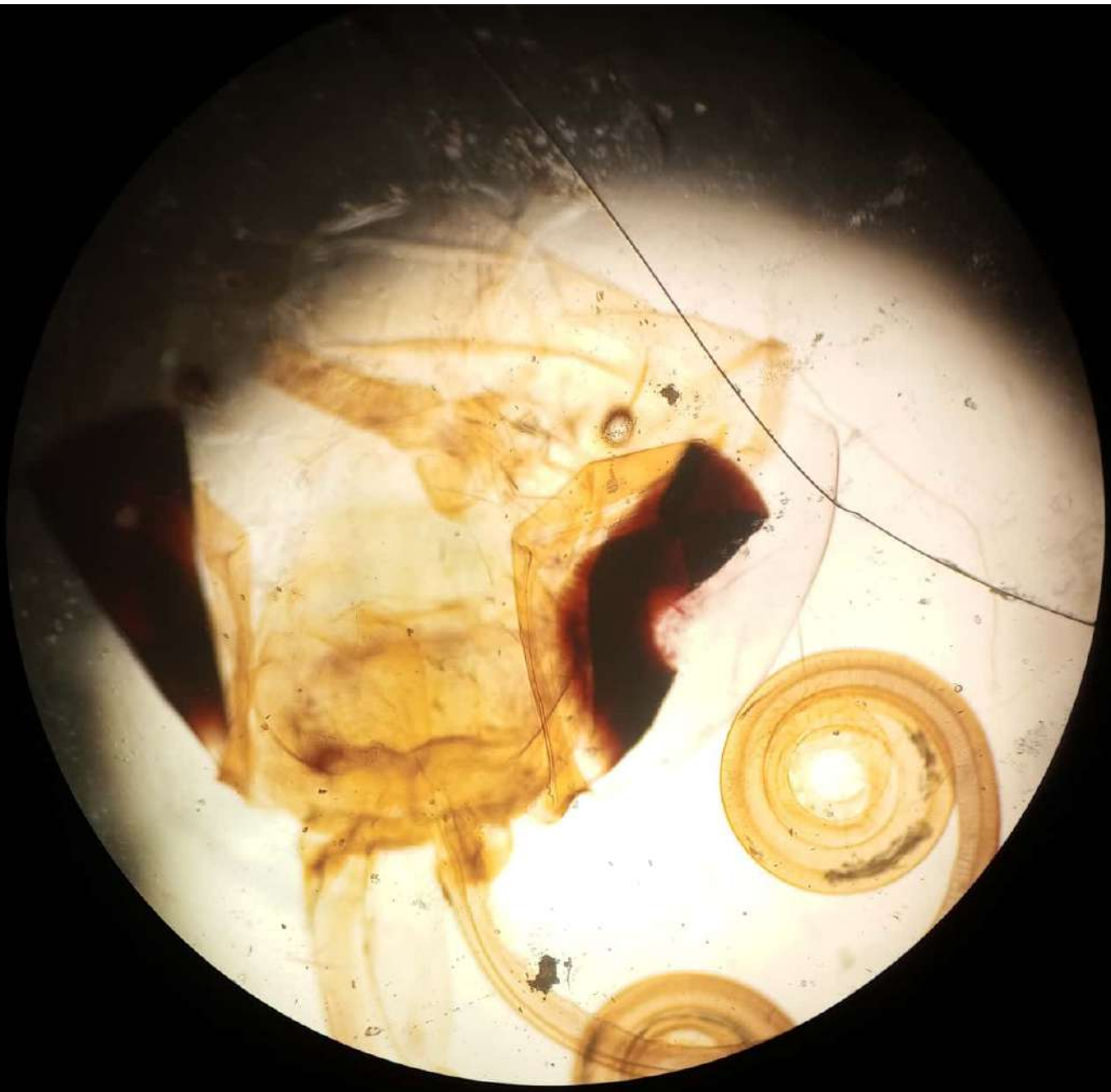
Scanned with CamScanner

Bitting and labbing mout part

Scanned with CamScanner

sponging mouth part

Scanned with CamScanner



Sucking mouth part

Scanned with CamScanner

Percing and sucking mouth part

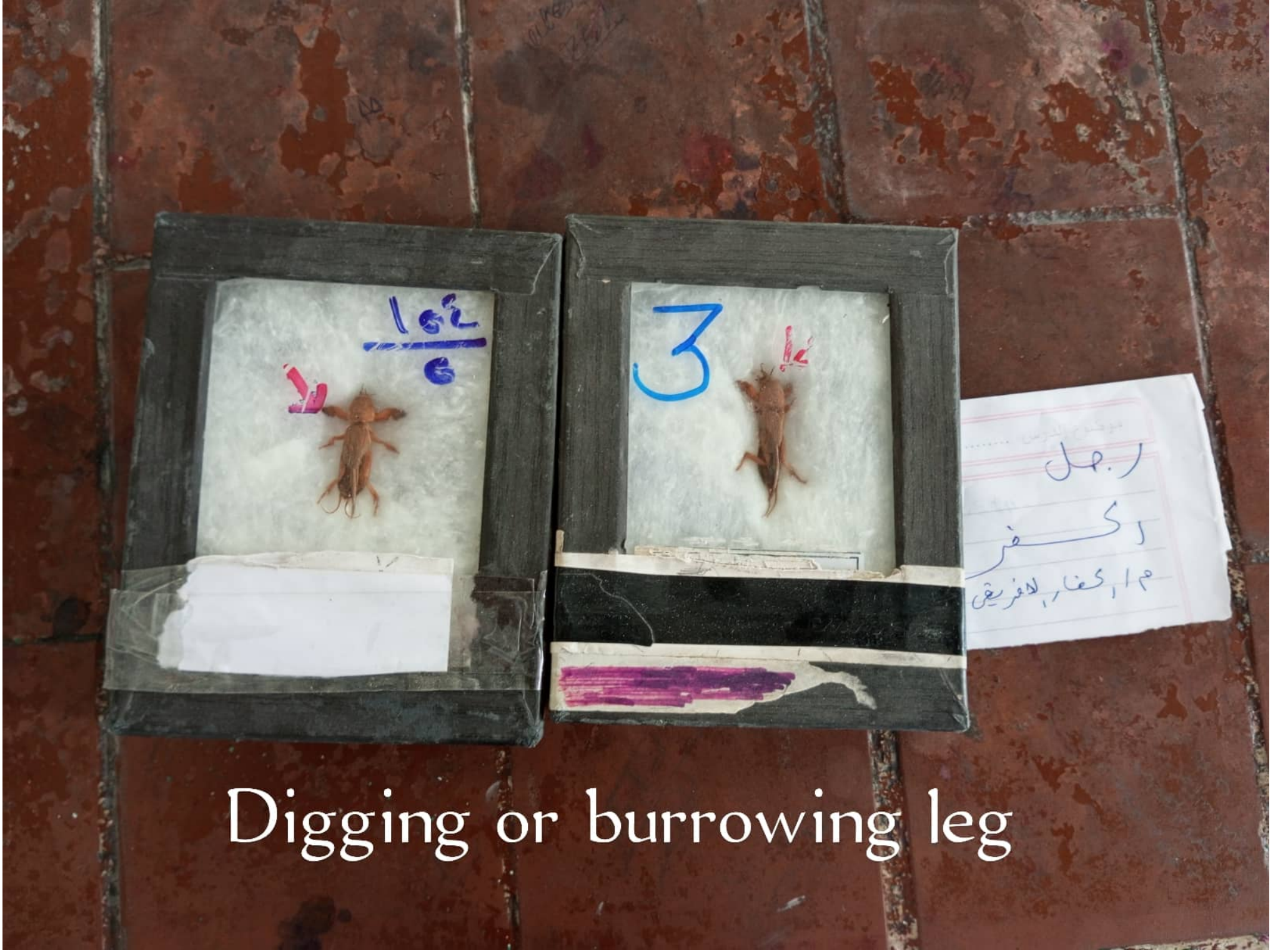
Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

Swimming leg

Scanned with CamScanner

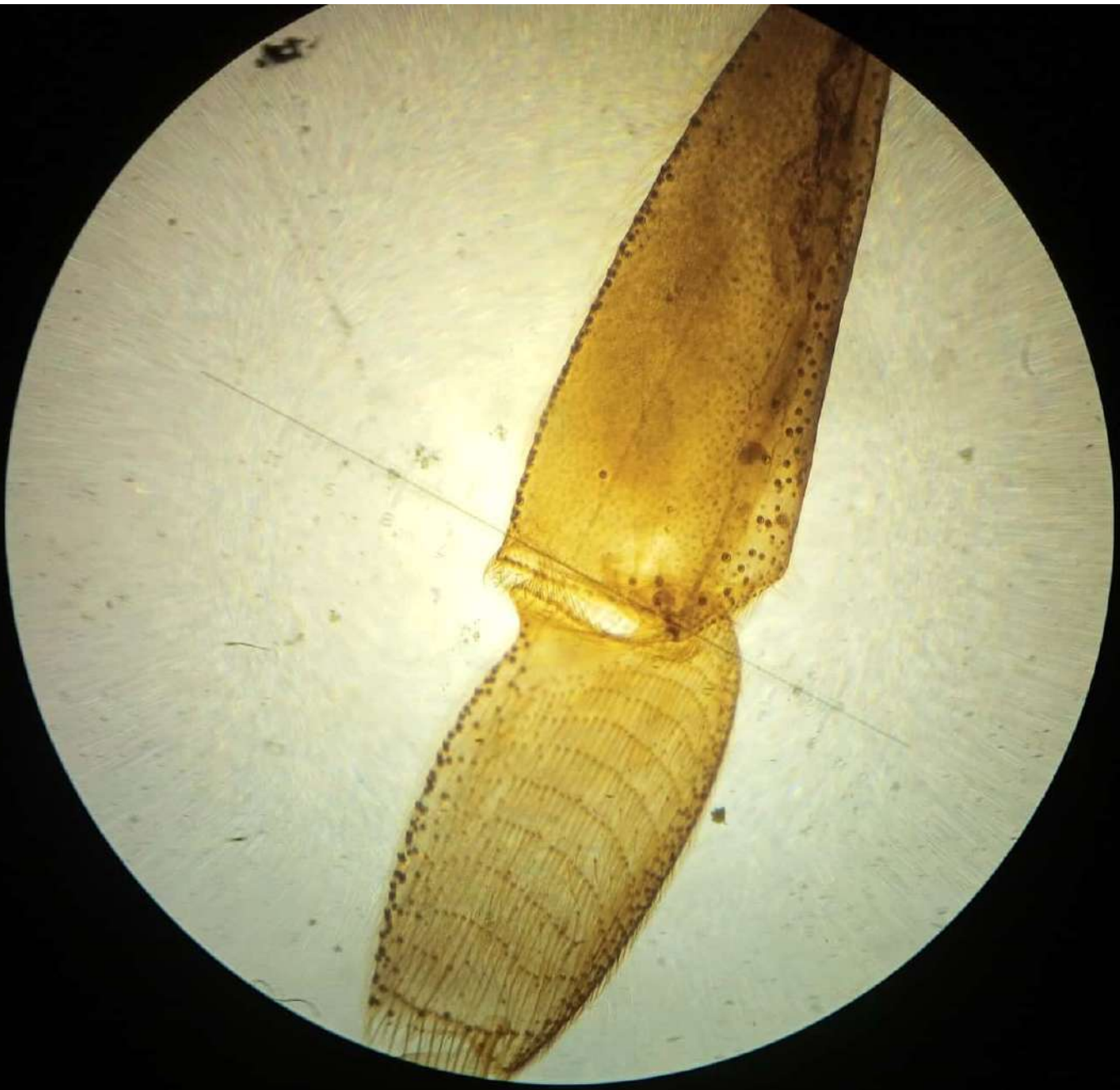
Scanned with CamScanner



Digging or burrowing leg

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner



Collecting food leg

Scanned with CamScanner

Clining leg

Scanned with CamScanner

Walking on step surface leg

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

Helter wing

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

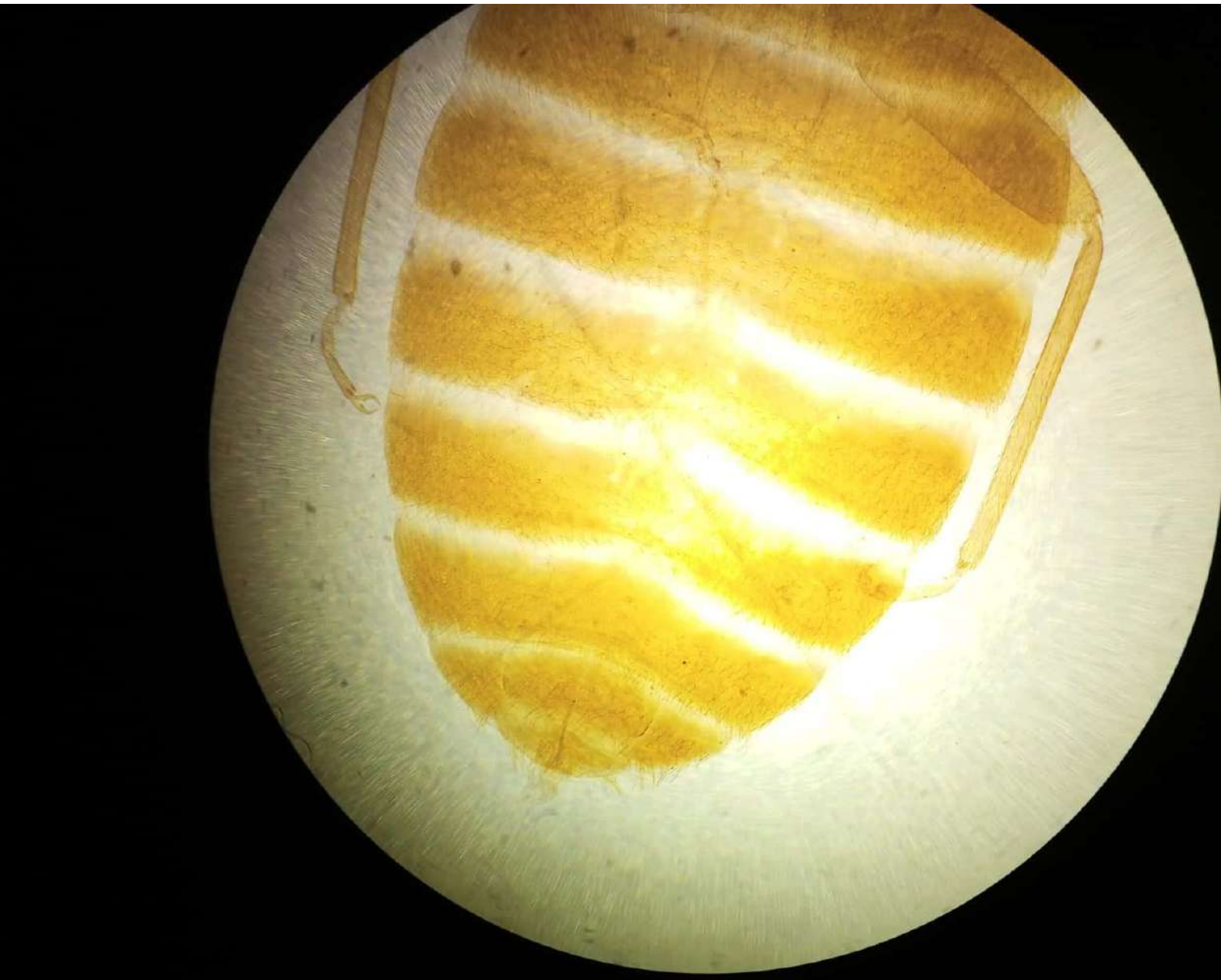
Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

کولومبولا

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner



انثي بق الفراش

Scanned with CamScanner

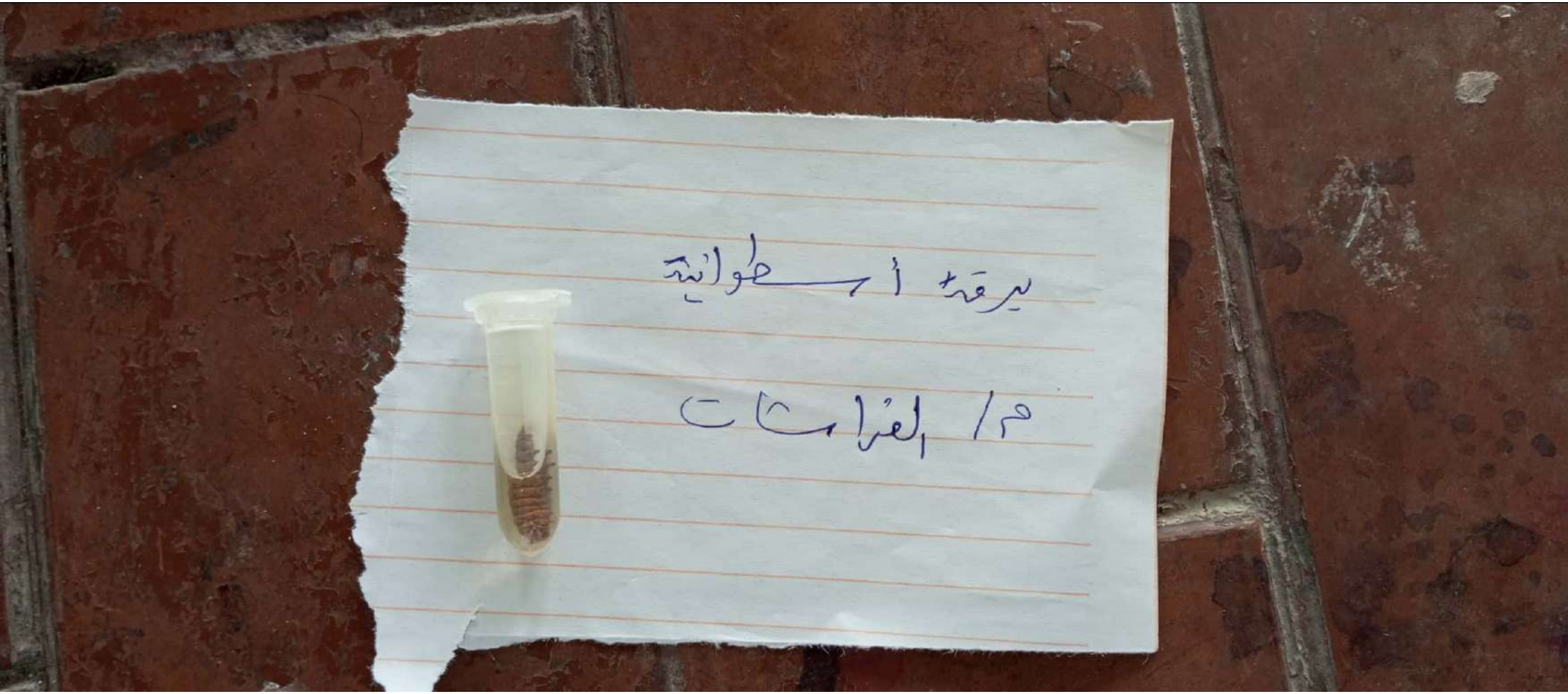
Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

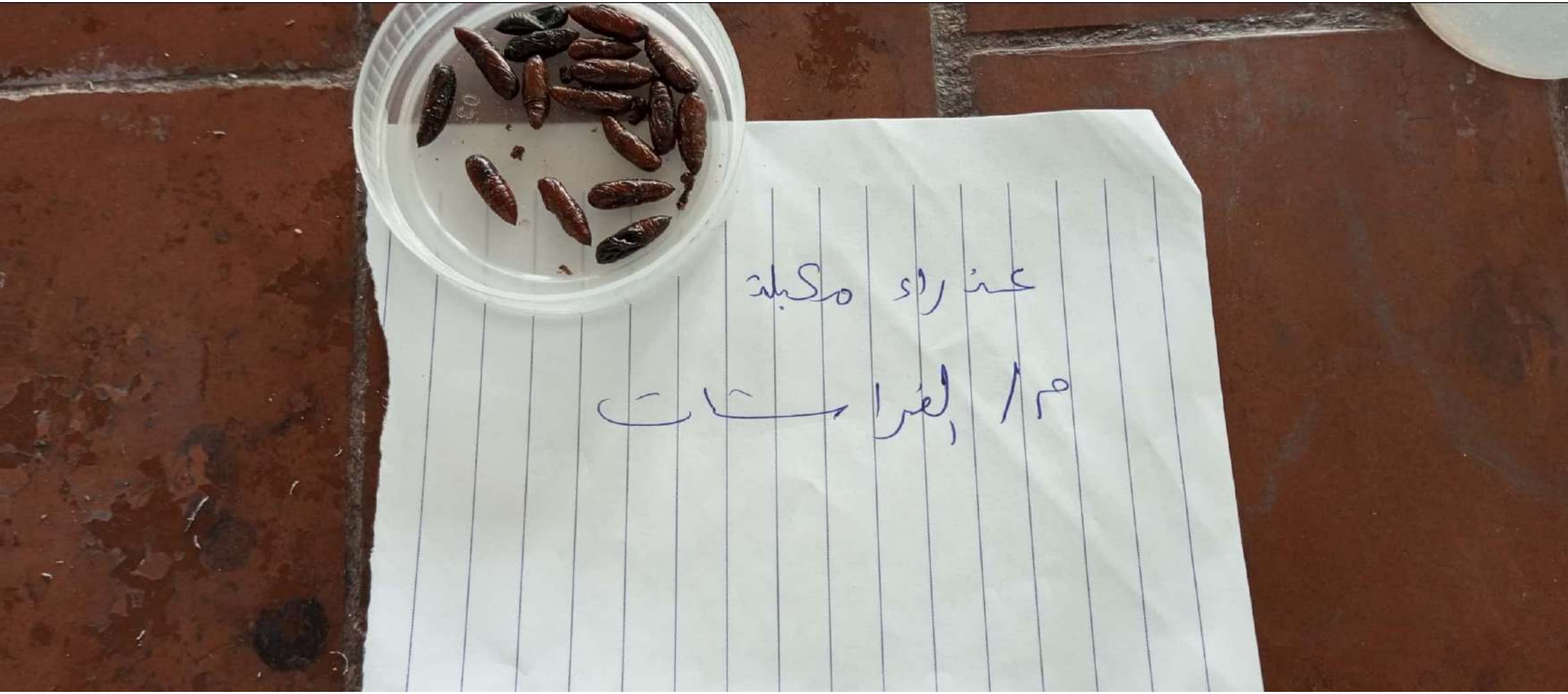
Scanned with CamScanner

اله اللسع

Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner