Lecture one

Temperature and Insect Development

Development; The population and fertility of Insects are affected by the habitat temperature in which they live, this gives meaning to the possibility of exploiting the forecasting of pest waves and population dynamics that serve to control programs.

Development of the insect and its relationship with environmental temperature means complex chemical reactions within the physiological insect system which is affected by temperature and might explain how to fit insects with different thermal environments.

LIBRAMONY

الحرارة وتطور الحشرات

- تتأثر الحشرات من ناحية تطورها وتعدادها وخصوبتها بحرارة الوسط التى تعيش به, وهذا يعطى مدلول لامكانية استغلال ذلك فى مجال التنبؤ بموجات الآفة وديناميكية تعدادها وهذا يفيد فى برامج المكافحة.
- تطور الحشرة وعلاقتة بالحرارة يعنى تفاعلات كيميائية معقدة تتم داخل نظام الحشرة الفسيولوجى والذي يتأثر بالحرارة والذي قد يوضح كيفية تلائم الحشرات مع بيئات حرارية متباينة.

Optimal Temperature Rang For Development

The thermal range insect life which capable of wider

range where the insect can maintain the continuity of its evolution and is called the preferred range for evolution and death rates are used to denote in laboratory experiments.

1- Constant Temperature:

Low temperature or high critical temperature caused a sharp increase in death rates, which vary according to the insect species and insect stage, when gypsy moth eggs were exposed to cold temperatures for the habitat, 50 percent of them were exposed to destruction, while the thermal rang for fruit fly eggs survival is between 15 and 35° c, while the appropriate rang for the development of eggs is between 16 and 28 ° c.

المدي الحراري الامثل للتطور

- المدى الحراري الذي تصبح الحشرة قادرة فية على الحياة اوسع من ذلك المدى الذي تكون فية الحشرة قادرة على الاحتفاظ باستمرارية تطورها وهو مايسمى بالمدى المفضل للتطور وتستخدم نسب الموت على الدلاله علية فى التجارب المعملية.

1- الحرارة الثابتة .Constant T: حيث تتسبب الحرارة المنخفضة او المرتفعة الحرجة للحرارة زيادة حادة فى نسب الموت والتى تختلف باختلاف النوع الحشري وشكل الطور الحشري, ففراشة الغجر gypsy moth عند تعرض بيضها لدرجة حرارة باردة بالنسبة لموطنها يتعرض نحو 50% منه للهلاك, فى حين ان بيض ذبابة الفاكهة المدى الحراري المناسب لبقاءة يكون مابين 15 و35 درجة مؤية بينما المدى المناسب لتطور البيض يكون مابين 16 و28 °م .

Fluctuating Temperature:

Temperature changes play an important role in influencing the evolution of insects, African field crickets when fixed temperature (20 ° c), the percentage of hatching promotes

18%, while if exposed to varying temperatures to this degree hatching rate is between 49 and 65 %.

Therefore, changing the thermal system with a low temperature an average of all day long about the constant temperature is valid for some insects to perform successful development contrary to the constant thermal systems.

But when the thermal range breadth in the direction of high temperature in changing systems, not achieve the same pervious benefit resulting in death of most of the insects.

Death rates depend on the duration of exposure to high-critical temperatures; this may be due to a disturbance in the chemical reactions of the metabolic process, where the food supply and oxygen support is not enough to counter the increased metabolism as a result of high temperature.

المدي الحراري الامثل للتطور

2- الحرارة المتغيرة .Fluctuating T: تلعب تغيرات درجة الحرارة دور هام فى التأثير على تطور الحشرات, فصرصور الغيط الاسود عندما يتعرض بيضة لدرجات حرارة ثابتة (20°م) تكون نسبة الفقس لاتزيد عن 18% بينما لو تعرض لدرجات حرارة متغيرة حول هذة الدرجة تتراوح نسبة الفقس مابين 49 و65%. وعلية فالنظم الحرارية المتغيرة والتى تنخفض فيها الحرارة فى متوسطها على مدار اليوم عن الحرارة الثابتة تكون صالحة لبعض الحشرات لتمارس عليها تطوراً ناجحاً عكس النظم الحرارية الثابتة. لكن عند اتساع المدى الحراري فى

اتجاة الحرارة العالية فى النظم المتغيرة لايحقق نفس الاستفادة السابقة حيث يتسبب ذلك فى موت اغلب الحشرات, وهنا تتوقف نسب الموت على مدة التعرض للحرارة العالية الحرجة وقد يرجع ذلك الى حدوث اضطراب فى التفاعلات الكيميائية الخاصة بعملية التمثيل الغذائي حيث يصبح المدد الغذائي والاكسجين غير كافى لمواجهة تزايد التمثيل الغذائي نتيجة ارتفاع درجة الحرارة.

Developmental Variables as Affected by Temperature

1- Duration of Development:

Constant Temperature:

It is well known that; the length of period stage during the metamorphosis phases decreases as the temperature increases and increases whenever the temperature decreases than the optimum temperature for development.

When the insect is exposed to a low temperature during its development and with the high temperature in the surrounding environment, the development period decreases until it reaches the optimal temperature of the development and then the growth curve is equal to zero**,** development rate curve is formed between 20-25 ° c and a maximum of between 25-30 ° c**.**

It is well known that; the male insects are faster in their development than females within one species. The relationship between the temperature and duration of development can be identified by equations, Janisch 1925**.**

تأثير الحرارة على متغيرات التطور

1- مدة التطور : أ- الحرارة الثابتة: من المعلوم ان طول فترة عمر الطور خلال مراحل التشكل يتنخفض كلما ارتفعت درجة الحرارة وتزيد كلما انخفضت درجة الحرارة عن درجة الحرارة المثلى للتطور , عندما تتعرض الحشرة لدرجة حرارة منخفضة خلال تطورها ومع ارتفاع درجة الحرارة فى الوسط المحيط بها تقل فترة التطور حتى نصل الى درجة الحرارة المثلى للتطور وعندها يصبح منحى النمو مساوياً للصفر, ومنحنى معدل التطور يتشكل مابين درجتى 25-20 °م وحد أقصي مابين 30-25 °م , ومن المعلوم بصفة عامة أن ذكور الحشرات أسرع فى تطورها من الأناث داخل النوع الواحد. ويمكن التعرف على العلاقة بين الحرارة ومدة التطور من خلال معادلات Janisch 1925 .

First equation:

Td= time / 2 [a[T-T opt.] + a [T opt. - T]

Td: development time**; Time:** the least duration of evolution is empirically proven at the optimal temperature**; a: private static** type**; T:** the temperature of the experiment; **T** opt: optical temperature.

This equation assumes that the thermal activation is shown by two processes, one of which is found in the lower temperatures of the optical temperature (positive effect) and the other higher than the optical temperature (negative effect) as a result of slow growth return on the metabolic disorder.

The relation between the rate of the development and temperature led to the law of thermal constant, which means striking the period of development in the heat effect and this means that there is a thermal point at the beginning of the effect, which then becomes a development time equal to zero for any development, this should be seen as being by default, because it can't get; Since evolution can be obtained by exposure to temperatures below the effect temperature; in the sense that there are insects can develop independent of thermal effects in a wide thermal range such as black carpet beetle insect.

Tc= td [T-T 0]

Tc: Thermal constant; td: development period; T: Experimental temperature; To: Start point effect; T-T 0: Temperature affecting upper starting point effect.

تأثير الحرارة على متغيرات التطور

المعادلة الأولى:

Td= time / 2 [a[T-T opt.] + a [T opt. - T]

Td مدة التطور , time اقل مدة تطور تثبت تجريبيا على درجة الحرارة المثلي , a ثابت خاص بالنوع , T درجة حرارة التجربة, T و opt درجة الحرارة المثلي

هذة المعادله تفترض ان التنشيط الحراري يظهر بفعل عمليتين احداهما موجودة في درجات الحرارة الاقل من المثلي (موجبة التأثير) والاخري اعلى من المثلي (سالبة التأثير) نتيجة بطء النمو العائد على اضطراب التمثيل الغذائي. العلاقة مابين معدل التطور والحرارة ادت الى قانون الثابت الحراري والذي يعني ضرب مدة التطور في الحرارة المؤثرة وهذا يعني ان هناك نقطة حرارية لبداية التأثير والتى عندها يصبح زمن التطور مساويا للصفر اى لاتطور وهذا يجب ان ننظر الية كونة افتراضيا لانه لايمكن الحصول علية, لانة يمكن الحصول على تطور بالتعرض لدرجات حرارة اقل من درجة حرارة التأثير بمعنى ان هناك حشرات يمكن ان تتطور مستقله عن التأثير الحراري في مدى حراري واسع مثل حشرة حنفساء السجاد السوداء.

Tc= td [T-T 0]

Tc ثابت حراري td مدة التطور T درجة الحرارة التجريبية T 0
نقطة بداية التأثير T-T 0 الحرارة المؤثرة الاعلى من نقطة بداية التأثير

Fluctuating Temperature:

It was noted that the development period becomes less when insects are exposed to a variable thermal system throughout the day by the conditions in which the insect is exposed under field conditions; the insects can under thermal system variable (periodic thermal conditions) when exposed to temperatures below the temperature of non-development; some can develop; probably the thermal needs of some determinants of the rate of development can covered by. Thermal variation in the lower range of the turning point of the development curve causes speeding of the development rate on the contrary when the thermal change is close to the optimum temperature can slow the rate of development, or be non-existent when compared with constant heat effect with a change over the mid-temperature of the thermal range.

.

تأثير الحرارة على متغيرات التطور

1- مدة التطور :

ب-الحرارة المتغيرة: لوحظ ان مدة التطور بتصبح اقل عندما تتعرض الحشرات لنظام حراري متغير على مدار اليوم بما يتطابق مع الظروف التى تتعرض لها الحشرة تحت ظروف الحقل ويمكن للحشرات تحت النظام الحراري المتغير (الظروف الحرارية الدورية) وعندما تتعرض لدرجات حرارة اقل من درجة حرارة اللاتطور يمكن لبعضها ان يتطور وربما ذلك يعود لان احتياجاتها الحرارية لبعض محددات معدل التطور يمكن تغطيها.

التغير الحراري فى المدى الاقل من نقطة التحول فى منحنى معدل التطور يسبب الاسراع فى معدل التطور على العكس عندما يكون التغير الحراري قريبا من درجة الحرارة المثلي يسبب بطء فى معدل التطور او معدوم عند مقارنتة بتأثير الحرارة الثابتة مع وجود تغير حول الحرارة الوسطى للمدى الحراري.

2- Adult longevity:

Constant Temperature:

Under constant temperature conditions, the period of the adult phase is longer on low temperature reverse high temperature; and often the lifespan of the female is shorter than the male at high temperatures, the gravid females of Anticassia have the shortest life of non-gravid at the same temperature

Fluctuating Temperature:

Insects under changing temperature conditions either live
longer or shorter depending on insect type; the life of the pink bollworm, Pectinophora gossypiella, is shorter at the fluctuating temperature while the mosquito; Aedes has a longer life span under the same conditions.

PRAMONY

تأثير الحرارة على متغيرات التطور

2- مدة حياه الطور الكامل:

درجات الحرارة الثابتة: تكون مدة حياة الطور الكامل اطول على درجات المنخفضة عكس الحرارة العالية, وتكون غالباً مدة حياة الاناث اقصر من الذكور فى درجات الحرارة العالية, فأنثي حشرة Anticassia الملقحة تكون اقصر حياة من غير الملقحة على نفس درجة الحرارة.

درجات الحرارة المتغيرة: الحشرات تحت هذة الظروف اما ان تعيش فترة اطول او أقصر وذلك حسب النوع فحشرة دودة اللوز القرنفلية تكون حياتها اقصر على درجة الحرارة المتغيرة بينما بعوضة الايديز تكون فترة حياتها اطول تحت ظروف درجات الحرارة المتغيرة.

3- Size and Weight of the adults:

The size and weight of insects reflect the degree of development and completeness, for example, the ovarian weight of female insects shows how maturity depending on temperature affects females during development and sensibility of ovarian growth with the right temperature for this growth; while the effect of temperature on head capsule and are biometric studies be steadier in change, but body weight is linked to body size when body weight large body size too big (ovaries and body size).

Constant Temperature:

Include numerous relationships by insect type as some insects appear stable in size on a wide range of temperatures, such as the pink bollworm and cabbage white butterfly (pupae and adults), while some insects such as Drosophila and Lixophaga, parasites weigh less in high temperature exposed about 14 ° c; unlike in the European corn borer is getting full insect weight increase temperature.

Fluctuating Temperature:

Changing temperature throughout the day causes adult
Appear smaller or larger in size depending on the type of insect, showing large adults with European corn borer and small adults with Egyptian cotton leaf-worm.

تأثير الحرارة على متغيرات التطور

3- حجم ووزن الحشرات الكاملة: يعتبر حجم ووزن الحشرات تعبيراً عن مدى درجة التطور ومدى اكتماله, فمثلاً وزن المبيض لاناث الحشرات يدل على مدى نضجها وهذا يتوقف على تأثير درجة الحرارة على الاناث خلال التطور ومدى تأثر نمو المبيض بدرجة الحرارة المناسبة لهذا النمو, فى حين أن تأثير درجة الحرارة على علبة

الرأس وهى من الدراسات البيومترية يكون أكثر ثباتاً فى تغيرة, ولكن يرتبط وزن الجسم بحجم الجسم فعندما يكون وزن الجسم كبير يكون حجم الجسم ايضاً كبير (المبايض وحجم الجسم).

الحرارة الثابتة: تشمل علاقات عديدة حسب النوع الحشري مثل بعض الحشرات تظهر ثبات فى الحجم على مدى واسع من درجات الحرارة مثل دودة اللوز القرنفلية ودودة ورق الكرنب (الحشرات الكامله والعذاري), بينما بعض الحشرات مثل الدروسوفلا وطفيل *Lixophaga* يقل وزنها بارتفاع درجة الحرارة المعرضة لها عن 14°م , على العكس فى حشرة دودة الذرة الاوربية يزداد وزن الحشرة الكامله بزيادة درجة الحرارة.

الحرارة المتغيرة: الحرارة المتغيرة على مدار اليوم تتسبب فى ظهور كوامل اصغر او اكبر فى الحجم على حسب نوع الحشرة, فتظهر الكوامل كبيرة الحجم مع دودة الذرة الاوربية وصغيرة الحجم مع دودة القطن.

4- Fecundity:

Temperature affects the insects produce eggs whether
Female sexual maturity before or after metamorphosis, temperature affects ovarian branches before metamorphosis and exit full adult and this goes back to affect body size

Constant Temperature:

Forming the eggs in water insect *Chaoborus* before metamorphosis and laying eggs once off and mating, the female lays eggs in a mass of up to 350 eggs at an egg temperature of 17 ° c; if the experimental temperature rose to 26 ° c decreased the number of eggs to 231 eggs. This means that the appropriate
temperature for the growth and development of larvae is suitable for laying eggs. There are insects like pink bollworms where Laying eggs after metamorphosis a thermal optical range for laying eggs; insect of *Platypilia carduidactyla* , lay their eggs in the thermal range from 10 to 28 ° c and the maximum number is placed on the degree of 19 ° c and black field cricket is placed in the range of 20 to 38 ° c and the maximum number a 34 ° c.

Fluctuating Temperature:

Insects that mature their ovaries before forming and are exposed to
varying temperatures throughout the day are long warming choices for egg production is the same as for development with his tendency to
widen compared to constant temperature; Aphis Therioaphis produces eggs between 8 and 32 °c, while the insect does not lay eggs except in a temperature range between 15 and 30 ° C.
When using heat periods close to those of the insect Habitat
Leads produce an enormous number of eggs when compared
to constant temperature as in the pink bollworm insect; on the contrary in the black field cricket and Mediterranean flour moth;
Moreover, the size of eggs produced is smaller.
Egg production is also affected by temperature changes associated with changes in the lighting period. For example, the pink bollworm moth puts 272 eggs at a fluctuating temperature of 26 ° C with a prolonged exposure period of light; but

when the dark period is up when the same fluctuating temperature is 26 ° c put 171 egg; while putting the number 132 eggs at constant temperature 26° c.

تأثير الحرارة على متغيرات التطور

4- معدل انتاج البيض :

تؤثر درجة الحرارة التى تتعرض لها الحشرات على انتاج الأناث من البيض سواء تم النضج الجنسي قبل أو بعد التشكل, وتؤثر الحرارة على عدد فروع المبيض قبل التشكل وخروج الحشرة الكاملة وهذا يعود الى تأثر حجم الجسم.

الحرارة الثابتة:

يتم تكوين البيض فى الحشرة المائية *Chaoborus* قبل التشكل ويتم وضع البيض بمجرد الخروج والتزاوج وتضع الانثي البيض فى كتل يصل عدد البيض بها الى 350 بيضة وذلك على درجة حرارة 17°م, وفى حال ارتفعت درجة الحرارة تجريبياً الى 26°م ينخفض عدد البيض الموضوع الى 231 بيضة. هذا يعنى ان درجة الحرارة المناسبة لنمو وتطور اليرقات هى مناسبة لوضع البيض.

وهناك حشرات مثل دودة اللوز القرنفلية يتم فيها وضع البيض بعد التشكل لها مدى امثل لوضع البيض وعامة لكل نوع حشرى درجة حرارة مثلى لوضع البيض مرتبطة بالمدى الحراري لظروف البيئة, فحشرة Platypilia carduidactyla تضع بيضها فى مدى حراري من 10 الى 28 °م وأقصي عدد يوضع على درجة 19°م وكذلك صرصور الغيط الاسود يتم وضعة للبيض فى مدى من 20 الى 38 °م وأقصى عدد على درجة 34°م.

الحرارة المتغيرة:

الحشرات التى تنضج مبايضها قبل التشكل وتتعرض لدرجات متغيرة على مدار اليوم يكون المدى الحراري المفضل لانتاج البيض هو نفسة الخاص بالتطور مع ميله للاتساع بالمقارنة بالحرارة الثابتة فحشرة المن *Therioaphis* ينتج البيض بين 8 و32 °م بينما لايضع البيض الا فى مدى حراري يتراوح مابين 15 و30°م.

عند استعمال فترات حرارية قريبة من تلك الخاصة بموطن الحشرة يؤدى ذلك الى انتاج عدد هائل من البيض عند المقارنة بالحرارة الثابتة كما فى دودة اللوز القرنفلية وقد يحدث العكس كما فى فراشة دقيق البحر الابيض المتوسط ويحدث ايضا كما فى صرصور الغيط الاسود علاوة على ان حجم البيض المنتج يكون اصغر.

يتأثر انتاج البيض ايضا بالتغير فى درجة الحرارة المرتبط بالتغير فى فترة الاضاءة فمثلاً دودة اللوز القرنفلية تضع 272 بيضة عند درجة الحرارة متذبذبة عند 26°م مع اطاله فترة الاضاءة المتعرضة لها لكن عندما تكون فترة الظلام هى الاعلى عند نفس الدرجة الحرارة المتذبذبة 26°م تضع 171 بيضة, فى حين تضع عدد 132 بيضة عند درجة حرارة ثابتة 26°م.

CIBAMONY

Current Concepts of Temperature Action

Thermal summing theory:

A theory commonly used in pest control to use as the basis formany laboratory exp eriments to determine the thermal constant for many insect species, through the thermal constant for any stage measurement can predict that within the preferred thermal range ,total temperature to each development period would be the same whether temperature fluctuated around the minimum or the maximum thermal range, meaning that development period is itself under conditions of regular temperature change daily or irregular temperature change and under constant temperature condition; thus the total temperature (total temperature days and total temperature hours) by can predict

when increasing the population and outbreak, so if the temperature rise start influencing point meaning begin to influence the average temperature is calculated time to air the region expected risk of pest and added to the total accumulated temperature, , so by applying it experimentally and by calculating thermal constant and total thermal to an insect, can identify and predict an explosion (outbreak) under the conditions of the field when measured the same temperature; A laboratory computation with field conditions may not be satisfactory, although there is a linear relationship in the correlation curve between the rate of evolution and temperature.

Ts(t)= tsto. T(x) dx

Ts(t) Thermal summing; T0 Threshold ; T x Temporary temp.

In the event of a conflict between the results of temperature change with its equivalent of thermal condition due to lack of a linear relationship between the rate of development and temperature are replacing Thermal summing theory by Development rate summing theory.

تأثير الحرارة على متغيرات التطور
النظريات الشائعة عن فعل الحرارة

نظرية الحرارة الكلية

نظرية شائعة الاستعمال فى مجال مكافحة الافات لاستخدامها كأساس لكثير من التجارب المعملية لتحديد الثابت الحراري لكثير من الانواع الحشرية ومن خلال الثابت الحراري لأي طور يمكن بالقياس التنبؤ بأن داخل المدي الحراري المفضل فأن المجموع الحرارة لكل مدة التطور ستكون هى نفسها سواء تذبذبت الحرارة حول الحد الادني او الحد الاعلي للمدى الحراري بمعنى ان مدة التطور هى نفسها تحت ظروف تغير الحرارة المنتظم اليومى او تغير الحرارة غير المنتظم وتحت ظروف الحرارة الثابتة, وعلية فأن مجموع درجة الحرارة (مجموع حرارة الايام ومجموع حرارة الساعات) يمكن بواسطتها التنبؤ بموعد تزايد التعداد وحدوث الانفجار outbreak , حيث اذا كانت درجة الحرارة تعلوا درجة بداية التأثير (To) Theoretical بمعنى تبدأ فى التأثير يتم حساب متوسط درجة الحرارة الوقتية Tx للهواء المنطقة المتوقع بها خطر الآفة ويضاف الى مجموع درجات الحرارة المتراكمة Ts(t), اذاً من خلال تطبيق ذلك معملياً من خلال حساب الثابت الحراري والمجموع الحراري لحشرة ما التعرف والتنبؤ بحدوث انفجار لها تحت ظروف الحقل عندما يقاس نفس درجات الحرارة, وقد لاتوافق ماتم حسابة معملياً مع الظروف الحقلية بدرجة مرضية على الرغم من وجود علاقة خطية فى منحنى العلاقة بين معدل التطور ودرجة الحرارة.

Ts(t)= tsto. T(x) dx

Ts(t)Thermal summing; T0 Threshold ; T x Temporary temp

فى حال وجود تضارب بين نتائج تغير الحرارة مع مايساويها من حاله الثبات الحراري والذي يعود الى عدم وجود علاقة خطية بين معدل التطور والحرارة فيتم استبدال نظرية الحرارة الكلية

Development rate summing theory:

The curves of the relationship between the temperature at the rate of development of the parameters of the rate of metabolism or the rate of chemical reactions, thus , development is a complex set of chemical reactions that controls specific enzyme

process rate for rate, the regular sequence of chemical processes to give special compound while developmental interactions to accumulation of development as a final product and the accumulation speed depend on temperature, rate of development, according to this theory is the measurement of chemical reactions behave course addition, this means that under the fluctuating temperature conditions is the same rate of development under constant temperature conditions; it is the result of the collection rate ratios, thus a predictable development rate simply by adding the development rate ratios obtained from relationship to temperature.Depending on the extent of the change, the temperature
adjusted ratios must collect either a day or hour or minute this through constant temperature results.

$P(t) = tso.\ P(x)\ dx;$ P(x) = rate percentage.

تأثير الحرارة على متغيرات التطور
النظريات الشائعة عن فعل الحرارة
نظرية معدل التطور الكلي :

تماثل منحنيات العلاقة بين الحرارة بمعدل التطور للمنحنيات الخاصة بمعدل التمثيل الغذائي او معدل التفاعلات الكيميائية, وعلية فأن التطور هو مجموعة معقدة من التفاعلات الكيميائية يتحكم فى معدلها عملية انزيمية محددة للمعدل, والعمليات الكيميائية العادية تسلسل لتعطى مركباً خاصاً بينما تؤدى تفاعلات التطور الى تراكم التطور كناتج نهائي وتعتمد سرعة التراكم على درجة الحرارة, ومعدل التطور وطبقاً لهذة النظرية يعتبر بالقياس للتفاعلات الكيميائية يسلك مسلك الاضافة, وهذا يعنى انه تحت ظروف الحرارة المتغيرة فأن معدل التطور يكون هو نفسة معدل التطور تحت ظروف الحرارة الثابتة وهو بذلك ناتج من جمع نسب المعدل, بناء علية فأن معدل التطور يمكن التنبؤ به ببساطة عن طريق اضافة نسب معدل التطور التى يحصل عليها من العلاقة بالحرارة الثابتة.

واعتمادا على مدى التغير فأن درجة الحرارة يجب ان تجمع نسب المعدل اما على فترة يوم او ساعة او دقيقة P(x), هذا من خلال نتائج الحرارة الثابتة.

$P(t)= tsto.\ P(x)\ dx$

نسبة المعدل P(x) بداية الوقتTo

LIBRAMONY

Lecture two

Development rate summing theory depends on the relationship between the light and temperature; therefore, the expectation for a generation of insect adult departure conflicts with a prediction by collecting rate ratios, this rule is not able to explain how development rate causes or how to control its rhythm adult exit occurs at a specific time from the day in an insect type.

One example that cannot be explained by this rule is the increase in fertility, which can be seen as a real fit from development to variable temperatures; from these adaptations:

1-Periodical activity throughout the day, when the rest requires metabolism on low temperature relatively less energy (break) after covering its food altogether during high-temperature activity; and it would cost under fluctuating temperatures conditions respiratory metabolism less under conditions of constant temperature, saving energy reflected on the growth and egg pod production (fecundity).

2-Thermal compensation occurs in metabolic rate leads to a rise in metabolic rate reflects on increasing growth and lack of development period and increased fertility.

3-There's an assumption to explain along the preferred term for development and fertility in low-temperature trend in fluctuating temperatures system; it is a disincentive to development be destroyed and damaged by short-term increase of critical degree to start influencing.

4-The fluctuating temperatures may cause temperature periods that activate the secretion nervous system, accompanied by a accompanied by modification in hormone concentration which in turn influences the stimulation and egg production; this is supported by the increasing concentration of juvenile hormone which has a role in ovarian activation and increase egg production when exposed to fluctuating temperature.

5- Fluctuating temperature may affect the daily organization of metabolic reactions or hormonal control in development; noting that the water insect Chaoborus affected her body weight per day at different times of day temperatures and diapause. Thus the correlation between the thermal period and photoperiod is a factor in the development time body weight and incidence rate of diapauses.

6-The thermal period may run like a photoperiod, continuous lighting conditions opened or continuous darkness may play fluctuating temperature cycles of rotation such as a succession of night and day; a parasite of

Nasonia causes thermal period equal photoperiod responses regarding the percentage of hibernation under conditions of continuous darkness; while under continuous light conditions as in insect Chaobours on thermal cycles around 20 ° c in warm period for 8, 12 and16 hours a day was the time development and body weight is equal to what happens under constant temperature 20 ° c and light 8, 12 and 16 hours; this indicates that the thermal period may play the same role of photoperiod.

نظرية معدل التطور الكلي :

نظرية معدل التطور تعتمد على العلاقة مابين الحرارة والضوء اى الربط مابين الفترة الحرارية والفترة الضوئية , ولهذا فان التوقع الخاص بزمن خروج جيل ما من كوامل حشرة يتعارض مع قاعدة التوقع عن طريق جمع نسب المعدل فهذة القاعدة ليست قادرة على شرح الطريقة التى بها يتسبب معدل التطور او كيف يضبط ايقاعة حتى يحدث خروج الكوامل فى وقت محدد فقط من اليوم فى نوع حشري ما.

ومن الأمثله التى لايمكن شرحها بهذة النظرية هى زيادة الخصوبة والتى يمكن النظر اليها كتلائم حقيقي من التطور تجاة الحرارة المتغيرة ومن هذة التلاومات:

1- دورية النشاط على مدار اليوم, عند الراحة يتطلب التمثيل الغذائي على درجة الحرارة المنخفضة طاقة اقل نسبياً (فترة الراحة) وذلك بعد ان تغطى احتياجاتها الغذائية كلياً خلال فترة النشاط على درجة الحرارة المرتفعة, وعلية ستكون تكاليف التمثيل التنفسي تحت ظروف الحرارة المتغيرة اقل عنها تحت ظروف الحرارة الثابتة, توفير الطاقة تنعكس على النمو وانتاج البيض.

2- حدوث تعويض حراري فى معدل التمثيل الغذائي يؤدى الى ذيادة معدل التمثيل الغذائي ينعكس على زيادة النمو وقله مدة التطور وزيادة الخصوبة.

3- هناك افتراض لتفسير امتداد المدى المفضل للتطور والخصوبة في اتجاة درجات الحرارة المنخفضة فى النظم الحرارية المتغيرة , هو وجود عامل مثبط للتطور يتم تدميرة واتلافة بواسطة الزيادة قصيرة المدى عن الدرجة الحرجة لبدء التأثير.

4- قد تسبب الحرارة المتغيرة وجود فترات حرارية تنشط الجهاز العصبي الافرازاي مما يصحبة من تحوير فى تركيز الهرمونات التى تؤثر بدورها فى تنشيط وانتاج البيض, ويدعم ذلك التعرض للحرارة المتغيرة يصاحبة زيادة تركيز JH هرمون الشباب والذي له دور فى تنشيط المبيض وزيادة انتاج البيض.

5- قد تؤثر الحرارة المتغيرة على التنظيم اليومى للتفاعلات الايضية او التحكم الهرمونى فى التطور, حيث وجد ان الحشرة المائية Chaoborus يتأثر وزن الجسم لكل يوم على درجات الحرارة فى اوقات اليوم المختلفة وكذلك السكون, وعلية ارتباط الفترة الحرارية والفترة الضوئية عاملا محركا لزمن التطور ووزن الجسم ونسبة حدوث السكون.

6- قد تعمل الفترة الحرارية مثل الفترة الضوئية, فتحت ظروف الاضاءة المستمرة او الاظلام المستمر قد تلعب الحرارة المتغيرة دورة التعاقب مثل دورة تعاقب الليل والنهار, ففى طفيل Nasonia تتسبب الفترة الحرارية حدوث استجابة مساوية للفترة الضوئية فيما يتعلق بنسبة البيات وذلك تحت ظروف الاظلام المستمر , بينما تحت ظروف الأضاءة المستمرة كما فى حشرة Chaobours على دورات حرارية حول 20°م بوجود فترات دافئة لمدة 8 و12 و16 ساعة يومياً كان زمن التطور ووزن الجسم مساوى لما يحدث تحت الحرارة الثابتة 20°م وفترة ضوء 8 و12 و16 ساعة, هذا انما يدل على ان الفترة الحرارية قد تلعب نفس دور الفترة الضوئية.

EBRAMON

Towards- an Improved Concept of Temperature Action

Development in insects has a twofold, growth (quantitative) and differentiation (qualitative face); quantitative change of insect stages is related to time; the duration of each stage is an expression of developmental time, measure mass change accompanying this process by measuring the size at different times and through which the growth curve can get. The rate of development relies on the growth rate and hormonal system that determines the critical size of the differentiation.
Egg production which distinguishes between quantitative and qualitative face, egg mass growth in size quickly adjusted while the number of eggs and egg size in the mass which is the differentiation process output split available of mass growth to the number of eggs and specific size.
The processes of growth and differentiation are temperature zones; where the temperature plays a role in growth processes and differentiation.

Some Fundamentals of Growth, Metamorphosis and Reproduction

Growth in insects is similar to other cold blood, with some deviation from the ideal growth curve might be due to: loss of weight or quantity of water ingestion during moult or timing of metamorphosis; where the insect (Metabola and Hemimetabola) growth terminated by metamorphosis.
The rate of growth achieved in a sufficient source of food, energy and oxygen in the presence of moult hormone (Ecdysone) responsible for moulting after achieving adequate levels of growth and metamorphosis also; it's a catalyst for growth and formation and is a catalyst for growth, and affect critical environmental conditions (light and temperature) to grow to the point where it might lead to growth slows or stops as in the case of diapause.
Environmental temperature has two effects on growth rate one directly through its effect on metabolic reactions, and another indirectly through its influence on glandular organ (catalyst).
Glandular organ in insects has an important role in the process of differentiation, glandular organ consists in insects:

- Neuronal cells of the brain
- Corpora Cardiaca
- Corpora allata
- Prothoracic gland

Endocrine gland secretory neurons consist of hormone secreted directly into the hemolymph.

نحو قاعدة متطورة عن فعل الحرارة

التطور فى الحشرات له وجهان هما النمو Growth (وجه كمي) والتكشف Differention (وجه كيفي), والتغير الكمى لاطوار الحشرة يرتبط بالزمن حيث تعتبر مدة كل طور تعبيرا عن زمن تطورة, ويمكن قياس تغير الكتله المصاحبة لهذة العملية من خلال قياس الحجم فى اوقات مختلفة ومن خلالها يمكن الحصول على منحنى النمو.
معدل التطور يعتمد على معدل النمو وعلى النظام الهرمونى الذي يحدد حجما حرجا للتكشف.
انتاج البيض نميز فية بين الوجه الكمى والكيفي, فكتله البيض تنمو فى الحجم بسرعة مضبوطة بينما عدد البيض وحجم البيض فى الكتله ناتج عملية التكشف حيث يتم خلالها انقسام المتاح من كتله النمو الى عدد بيض وحجم محدد.
عمليتى النمو والتكشف هما من مناطق فعل الحرارة, حيث تلعب درجة الحرارة دوراً فى عمليتى النمو والتكشف.

بعض اسس النمو والتشكل والتكاثر

النمو فى الحشرات يتشابة مع غيرها من ذوات الدم البارد, مع وجود بعض الانحراف عن منحنى النمو المثالى والذي قد يرجع الى : فقد الوزن أو ابتلاع كمية من الماء اثناء الانسلاخ أو توقيت التشكل حيث تنهى الحشرات كامله التشكل او غير كاملة التشكل نموها بحدوث التشكل.
معدل النمو يتحقق فى وجود مصدر كافى الاحتياجات الغذائية والطاقة والاكسجين فى وجود هرمون الانسلاخ Ecdysone وهو مسئول عن الانسلاخ بعد تحقيق قدر مناسب من النمو وايضاً عن التشكل ويعتبر دورة محفز للنمو Triggering , وتؤثر الظروف البيئية الحرجة (الحرارة الضوء) على النمو, لدرجة انها قد تؤدى الى تباطؤ النمو او توقفة كما فى حال السكون.
ولدرجة الحرارة البيئية تأثيران على معدل النمو احدهما مباشر من خلال تأثيرها على التفاعلات الايضية, واخر غير مباشر من خلال تأثيرها على الجهاز الغدى (محفز).

الجهاز الغدى فى الحشرات له دور هام فى عملية التكشف , ويتكون الجهاز الغدى فى الحشرات من:

1- خلايا عصبية مفرزة بالمخ (تتحكم في كل من غدتي الكوربورا كارديكا و الكوربورا الالاتا)
2- غدة الكوربورا كارديكا Corpora Cardiaca
3- غدة الكوربورا الالاتا Corpora allata
4- غدة الصدر الأمامي Prothoracic gland
والغدة الصماء تتكون من خلايا عصبية إفرازية تصب إفرازها الهرموني في الدم مباشرة

BRAVONY

Some Fundamentals of Growth, Metamorphosis and Reproduction

Rate of temperature development rate is influenced by two possibilities:
1. A critical size is achieved through growth processes.
2. A specific time-critical independent of growth.

The first possibility is consistent with the experimental results, where to reach a critical size, is need necessities of metamorphosis occurs; when the critical mass is, the rate of development will depend on the different processes: first, determine the critical size is achieved through a second operation and growth process,

This means that the metamorphosis depends on achieving critical size before becoming metamorphosis-enabled, and it must be known that critical mass can be reached in the larvae that fed on different food values or in the hungry larvae, where there is a timeline for development and this is reflected in the size.

Glandular system plays an important role in achieving the critical size; this has been demonstrated by typical experimental work, including the removal of the corpora allata gland or its implantation as an addition, or the increase in the concentration of the moulting hormone or the juvenile hormone or similarity; this leads to the exit of the insect growth curve early or late for its normal development (dwarves members when accelerating growth or giants members with slowly growing), thus the critical size of the metamorphosis can be determined as low or high through hormonal concentration, so size detective don't swift or slow growth rate, but due to the hormonal system mutated and its impact on critical size determination.

Certainly, the hormonal effect activates after providing the necessary nutrients to achieve the specified growth of the metamorphosis, and the hormonal system starts here, in case of starving the insect and the arrival of the stage to the period critical for metamorphosis produces small-size members or sterile, so hormonal activity is influenced by starvation.

Ovulation and egg production are affected by the same special effects on growth rate and the hormonal system has a role in controlling the growth, size of egg number and maturity within ovarian branches, when injected Insect ecdysteriodes or JHIII hormones have a role in increasing the weight of eggs and activate egg laying in some insects such as black field cockroach.

بعض اسس النمو والتشكل والتكاثر

يتأثير معدل التطور بالحرارة من خلال احتمالين:

1- أن يتحقق حجم محدد حرج عن طريق عمليات النمو

2- أن ينقضي وقت محدد حرج مستقل عن النمو

الاحتمال الاول هو المنسجم مع النتائج التجريبية حيث ان الوصول الى حجم حرج هو ضرورة من ضروريات حدوث التشكل, وعندما يتحقق الحجم الحرج فأن معدل التطور سيعتمد على **عمليتين مختلفتين: الاولى:** تحدد الحجم الحرج الذي يتم تحقيقة **عن طريق العملية الثانية:** وهى عملية النمو, بمعنى ان التشكل يعتمد على تحقيق حجم حرج قبل ان يصبح التشكل ممكنا, ولابد ان نعلم ان الحجم الحرج يمكن الوصول الية فى اليرقات التى تتناول اغذية متباينة القيمة او فى اليرقات الجائعة, حيث هناك مدى زمنى لحدوث التطور وهذا ينعكس فى الحجم .

ويلعب الجهاز الغدى دوراً هاما فى تحقيق الحجم الحرج واثبت ذلك من خلال اعمال تجريبية نمطية شملت استئصال غدة الكوربورا الاتا أو زراعتها كأضافة , أو زيادة تركيز هرمون الانسلاخ او هرمون الحداثة او مشابهاتهما هذا يؤدى الى خروج الحشرة عن منحنى النمو مبكراً او متأخراعن تطورها العادى (أفراد اقزام عند تسريع النمو أو افراد عمالقة ببطء النمو), علية فأن الحجم الحرج للتشكل يمكن ان يتحدد منحفضاً أو مرتفعاً عن طريق التركيز الهرمونى, اذاً الحجم المحقق لاينتج من اسراع او بطء معدل النمو ولكن نتيجة لتحور النظام الهرمونى وتأثيرة فى تحديد الحجم الحرج. ومن المؤكد ان التأثير الهرمونى لايتحقق الابعد توفير الغذاء الضروري لتحقيق النمو المحدد للتشكل وهنا يبدأ النظام الهرمونى العمل, فى حال تجويع الحشرة ووصول الطور الى الفترة الزمنية الحرجة للتشكل ينتج افراد صغير الحجم او عقيمة, اذاً النشاط الهرمونى يتأثر بالتجويع.

التبويض وانتاج البيض يتأثر بنفس المؤثرات الخاصة بمعدل النمو, والنظام الهرمونى له دورا فى التحكم فى نمو البيض وحجمة وعددة ونضجة داخل فروع المبيض, عند حقن الحشرة بمركبات Ecdysteriodes أو هرمون JHIII لها دور فى زيادة وزن البيض وتنشيط وضع البيض فى بعض الحشرات مثل صرصور الغيط الاسود.

Temperature Action on Development and Reproduction

Similar changes to the size of the individual and the size of the eggs are the result of environmental influences such as temperature photoperiod and thermal period and link with the glandular organ of nervous system events, as illustrated by the following examples:

1- The specified weight of the adult insect of Chaoborus is achieved on light periods different with a constant temperature of 20 ° c or thermal periods through about 20 ° c for periods of 8, 12 and 16 hours a day and the conditions that lead to shortening the development period; size is less, this is certainly due to the critical size modification by the glandular organ of the nervous system.

2- Black field cockroach laid fewer eggs under conditions of fluctuating temperature compared with constant temperature, if the number of eggs increases due to the eggs of the same egg mass formed as a result of the influence factors of metamorphosis.

Therefore, nervous glandular sensitivity towards temperature changes, affecting moulting hormone and juvenile hormone concentration; in comparison, the effect of temperature on growth rate is not only more uniform in all insects but in all cold blood, although there are differences in absolute growth rate, the relationship between temperature and rate of growth approximately follows t the theory of addition.

It is clear from the above that the temperature affects the rate of growth; metamorphosis and production of eggs, while the photoperiod affects both the metamorphosis and production of eggs, but it doesn't affect the growth rate, and these effects are mediated by glandular systems.

نحو قاعدة متطورة عن فعل الحرارة

تأثير الحرارة المزدوج على التطور والخصوبة

التغيرات المتشابهة لحجم الفرد وحجم البيض هى نتاج مؤثرات بيئية مثل الحرارة والفترة الضوئية والفترة الحرارية وارتباط ذلك بفعاليات الجهاز الغدى العصبي ويتضح ذلك من خلال الامثله التالية:

1- حشرة Chaoborus يعتمد وزن الحشرة الكامله المحقق من خلال فترات ضوئية مختلفة مع درجة حرارة ثابتة 20°م او من خلال فترات حرارية حول 20°م لمدد زمنية 8 و12 و16 ساعة يومياً, والظروف التى تؤدى الى تقصير فترة التطور يكون فيها حجم الكوامل اقل وهذا بالتأكيد يعود الى تحوير الحجم الحرج والذي يتم بفعل الجهاز العصبي الغدى.

2- صرصور الغيط الاسود يضع عدد اقل من البيض تحت ظروف الفترات الحرارية المتغيرة عن الحرارة الثابتة واذا زاد عدد البيض يعود ذلك الى قله حجم البيض لنفس كتله البيض المتكونة نتيجة تأثير عوامل التكشف.

داخل فروع المبيض, عند حقن الحشرة بمركبات Ecdysteriodes أو هرمون JHIII لها دور فى زيادة وزن البيض وتنشيط وضع البيض فى بعض الحشرات مثل صرصور الغيط الاسود. اذاً الجهاز العصبي الغدى لدية حساسية اتجاة تغيرات الحرارة والتى تؤثر على تركيز هرمونى الشباب والانسلاخ. حساسية النظام الغدى العصبي للحرارة ليست واحدة وهى صفة تعتمد على النوع, بالمقارنة فأن تأثير الحرارة على معدل النمو هو أكثر تماثلاً ليس فقط فى جميع الحشرات بينما فى جميع ذوات الدم البارد, ورغم أن هناك فروق فى معدل النمو المطلق فأن العلاقة بين الحرارة ومعدل النمو تتبع تقريباً نظرية الاضافة.يتضح مماسبق أن الحرارة تتؤثر على معدل النمو والتشكل وانتاج البيض بينما تؤثر الفترة الضوئية على كل من التشكل وانتاج البيض ولكنها لاتؤثر فى معدل النمو, وهذة التأثيرات تتوسطها النظم الغدية العصبية.

Evidence for the concept of Dual Temperature Action:

- **Sub-Threshold Development:**

Development can occur and be achieved under sub-threshold level of development, where the slow growth rate associated with certain conditions prevents the insect from achieving its critical size of metamorphosis in a certain period, but when exposed to high temperatures and suitable has been increasing growth followed by access to the critical mass of the metamorphosis.

- **Varying Temperature Coefficients of the Development Rate**:

Development in an insect, Pieris rapae, with temperature-dependent achieved almost constant body weight and that means weight independence temperature effect, while the size of insect body of Chaoboura growing in a linear relationship with increasing temperature between 17-26° c, insects can speed up or slow down their development not only by thermal compensation growth rate but by critical size modulation. Perhaps return the harmony of development time with low temperatures in the polar regions to the critical size modulation that is lower in these areas, Slowly growing insects develop relatively rapidly when the critical size required for metamorphosis is small.

Time of Development under Fluctuating Temperature:

Evidenced by the ability to control the duration of development by changing the critical size and growth rate that the rate of development is not a real rate on physical chemical sense such as growth rate, and it can be relied on as evidence of the rate of development as in the cabbage worm leaf cabbage, where the growth rate is rate is equal to the rate of development under the influence of fluctuating temperature, but this theory is not common; cotton leaf worm gives adult small size when the development period is less under the conditions of the fluctuating temperature compared to the constant temperature.

If fluctuating temperature has led to increased critical size, the influence of the duration of development differs:

1- May not offset the effect on the total growth rate increase
critical size, of thermal variation, this critical size needs more time (development time) compared to constant temperature conditions.
2- This may offset the effect on the total growth rate increase in critical size, meaning that critical size (development time) could be achieved at the same time under constant temperature conditions.
Growth rate under fluctuating temperature effect may lead to achieve critical size early or late if this rate not dependent on temperature.

Fluctuating Temp. and Increased Fecundity:
Egg masses are formed not only increasing depending on growth rate but metamorphosis is influenced by temperature affecting ovarian branches and number of eggs and egg size and duration of the mature eggs is complete, this mean increased fertility under fluctuating temperature conditions as in black field cockroach.

- **Photoperiod and Thermo period Action**:

Long day causes shortness of development in most insects,
already stated that development and body size in insect
Chaoborus is similar under different conditions of light period and constant temperature, with constant lighting conditions and fluctuating temperatures.
Sequence of the thermal cycle and its association with periodic light hour have an effect on the metamorphosis and these processes are mediated by a nervous glandular.

- **Temporal Programming of Adult Emergence and Oviposition**:

Emergence of adult and laying eggs is a daily
and laying eggs is a daily pattern shows that there are operations directed to that controlled by hours photoperiod and nervous glandular.
It time development consists of today's unit, and this illustrates
that development period can be finely regulated with different environmental situation.
Double action theory of temperature on development time and adult size and fertility produce events for temperature on the rate of growth is responsible for all growing operations, as well as accumulated effect of temperature controlled nervous glandular how especially type.

نحو قاعدة متطورة عن فعل الحرارة
نظرية التأثير اليومى للحرارة
التطور تحت حد بداية التأثير

يمكن للتطور ان يحدث ويتحقق تحت مستوى حد بداية التأثير للتطور, حيث معدل النمو البطئ المصاحب لظروف معينة بيمنع الحشرة من تحقيق حجمها الحرج للتشكل فى فترة معينة, ولكن عند التعرض لدرجات حرارة عالية ومناسبة قد تحقق قدر متزايد من النمو والذي يتبعة امكانية الوصول الى الحجم الحرج للتشكل.

تباين المعامل الحراري لمعدل التطور

مدة التطور فى حشرة ابى دقيق الكرنب تعتمد على درجة الحرارة مع تحقيقها وزن ثابت تقريبا للجسم وهذا يعنى استقلال الوزن عن تأثير الحرارة, فى حين ان حجم جسم حشرة Chaoborus يتزايد فى علاقة خطية بتزايد درجة الحرارة بين 17-26°م. الحشرات يمكنها أن تسرع أو تبطئ تطورها ليس بواسطة التعويض الحراري لمعدل النمو ولكن بواسطة تحوير الحجم الحرج, ربما يعود تلاءم مدة التطور مع درجات الحرارة المنخفضة فى المناطق القطبية هو ناتج تحوير الحجم الحرج الذي يقل فى هذة المناطق. الحشرات بطيئة النمو تتطور سريعاً نسبياً عندما يكون الحجم الحرج المطلوب الوصول اليه للتشكل صغيراً.

مدة التطور تحت تأثير الحرارة المتغيرة

يتضح من القدرة على التحكم فى مدة التطور عن طريق تغيير الحجم الحرج ومعدل النمو أن معدل التطور ليس معدلاً حقيقياً بالمعنى الكيميائي المادى مثل معدل النمو, وعلية يمكن الاعتماد على معدل النمو كدليل عن معدل التطور كما هو الحال فى دودة ورق الكرنب حيث معدل النمو لايتأثر بالحرارة حيث يكون معدل النمو مساويا لمعدل التطور تحت تأثير الحرارة المتغيرة, ولكن هذة النظرية لاتكون شائعة ففى دودة ورق القطن تعطى حشرات كامله صغيرة الحجم عندما تقل مدة التطور تحت ظروف الحرارة المتغيرة بالمقارنة بالحرارة الثابتة.

اما اذا قادت الحرارة المتغيرة الى زيادة الحجم الحرج فأن التأثير على مدة التطور تختلف:

1- قد لايعوض التأثير على مجموع معدل النمو الزيادة فى الحجم الحرج مما يعنى انه تحت ظروف التباين الحراري يحتاج هذا الحجم الحرج وقتاً اطول (مدة التطور) بالمقارنة تحت ظروف الحرارة الثابتة.

2- قد يعوض التأثير على مجموع معدل النمو الزيادة فى الحجم الحرج بمعنى أن الحجم الحرج (مدة التطور) قد يتحقق فى نفس الوقت تحت ظروف الحرارة الثابتة. معدل النمو تحت تأثير الحرارة المتغيرة قد يؤدى الى تحقيق الحجم الحرج مبكراً أو متأخراً اذا كان هذا المعدل لايعتمد على الحرارة.

الحرارة المتباينة وتزايد الخصوبة

كتل البيض المتكونة تتزايد ليس فقط اعتمادا على مجموع معدل النمو وانما التكشف يتأثر بالحرارة التى تؤثر على عدد فروع المبيض وعدد البيض وحجم البيض ومدة اكتمال البيض الناضج, وهذا يعنى تزايد خصوبة تحت ظروف الحرارة المتغيرة كما هو الحال فى صرصور الغيط الأسود.

دورية الحرارة- دورية الضوء

النهار الطويل يسبب قصر مدة التطور فى اغلب الحشرات وسبق وتم ذكر أن مدة التطور وحجم الجسم فى حشرة Chaoborus بيكون متماثل تحت ظروف فترات ضوئية مختلفة ودرجة حرارة ثابتة, مع ظروف أضاءة ثابتة ودرجات حرارة متغيرة. تعاقب الدورة الحرارية وارتباطة بساعة دورية الضوء يملك تأثيراً على التشكل وهذة العمليات يتوسطها نظام غدى عصبي.

FLORAMON

التخطيط الزمنى لخروج الكوامل ووضع البيض

خروج الكوامل ووضع البيض هى نسق يومى يوضح أن هناك عمليات موجه لذلك يتحكم فيها ساعة الفترة الضوئية ويتحكم فيها الجهاز العصبي الغدى, علية زمن التطور يتكون من وحدة اليوم, وهذا يوضح أن مدة التطور يمكن ضبطها بدقة مع مواقف بيئية مختلفة.

نظرية العمل المزدوج للحرارة في مدة التطور وحجم الكوامل والخصوبة تنتج احداثاً للحرارة على معدل النمو المسئول عن جميع عمليات التزايد, كذلك التأثير المتجمع للحرارة يتحكم فيه الجهاز العصبي الغدى بكيفية خاصة بالنوع.

ELBRAMONY

Lecture Three

Host-Plant Selection: How to Find a Host Plant.

Most species of insects are very selective feeders and meticulously choose the plants on which they deposit their eggs. Recent research on several species has shown that they select not only certain plant species but also specific plant organs. For several insect species it has been shown that they may even prefer particular individuals within a host-plant population. Selection behaviour indicate that, the host plant-range of a certain insect species dose not necessarily include all plant species that appear under laboratory testing conditions behaviourally acceptable or nutritionally adequate; under natural circumstance it is often more restricted. Also , host selection behaviour may change with the developmental phase of the insect and different life stages often differ in their host-plant preference or their ability to use a plant species as a host.

اغلب الحشرات تكون متخصصة فى اختيار عوائلها ويرتبط ذلك بالعائل التى ستضع علية البيض.
اعتماد اختيار الحشرة للعائل النباتي ليس فقط على نوعة وانما ايضاً على أجزاء محددة من النبات (أوراق- أذهار- ثمار- جذور- ساق).
يشير سلوك الاختيار الحشري للعوائل إلى أن المدى العوائلى من النباتات لأنواع معينة من الحشرات لا يشمل بالضرورة جميع أنواع النباتات التي تبدو مقبولة سلوكيًا أو ملاءمة من الناحية الغذائية في ظل ظروف الاختبارات المعملية؛ حيث تحت الظروف الطبيعية غالبًا ما تكون أكثر تقييدًا.
ايضاً سلوك الاختيار العوائلى قد يتغير خلال مراحل تطور الحشرة وغالبًا ما تختلف أطوارالحياة المختلفة للحشرة في تفضيلها للنبات العائل أو قدرتها على استخدام نوع نباتي كعائل.

Despite the fact that neonate insect larvae a small body size and consequently possess limited energy reserves, they are capable of leaving the plant on which they hatched if they appear to judge it unsuitable. There are a number of situations that make it necessary for a herbivorous insect to search for a host plant. For instance, eclosion of adults from pupae that overwintered in the soil may occur far from potential food or oviposition plants if these are annuals. The arrival in a novel habitat after migration or dispersal and local exhaustion of food plants are other examples of such circumstances. Food specialization requires the ability to find and recognize host plants, which in natural habitats often grow in mixed and complex vegetations.

على الرغم من حقيقة أن الحشرات الفاقسة تملك حجم صغير وان احتياجاتها من الطاقة محدودة الا انها تسطتيع مغادرة العائل الفاقسة علية عندما يتبين لها انه غير مناسب.
هناك العديد من الحالات التى توضح أهمية بحث الحشرات عن عوائلها، على سبيل المثال:
- **الحشرات الكامله الخارجة من عذاري أمضيت فترة الشتاء فى التربة بعيدة عن عوائلها التى تتغذي عليها أو ستضع البيض عليها وخاصة اذا كانت عوائلها حولية.**

•انتقال الحشرات الى بيئات جديدة بعد الهجرة أو الانتشار واستهلاك النباتات المحلية.
اذاً الغذاء الخاص بالنوع يحتاج الى قدرات من الحشرة للعثور على العائل النباتى والتعرف علية فى بيئه انتشارة والتي ينمو فيها بين عديد النباتات المتجمعة والمختلطة .

Host-Plant Selection: How to Find a Host Plant.

Terminology:

It is useful first to carefully define terms that are generally used to describe or categorize host-plant selection behaviour.

• **Searching:** when an insect is remote from a potential food plant, it needs to search for and find that plant. To locate a host plant, it needs to move towards it and contact it, or at least to arrive and stay in the proximity of it in order to further examine its characteristics. The observation that the insect contacts the plant, however, gives no information on the mechanism used in establishing this contact. The term 'searching' means' to look carefully in a place in an effort to find something.

• Finding; sometimes unfortunately used as a synonym, may rather be the end result of searching.

بعض التعريفات العلمية الخاصة بكيفية اختيار العائل النباتى:

البحث: عندما تكون الحشرة بعيدة عن غذائها المحتمل تحتاج ان تبحث عنه لتجدة، ولكى تجد هذا العائل لابد وان تتحرك نحوة للأمام وتتصل بة أو على الأقل الوصول الية، والبقاء على مقربة منه من أجل مواصله فحص خصائصة

مع ملاحظة ان اتصال الحشرة بعائلها لاتعطى آى معلومات عن كيفية حدوث هذا الاتصال.

تعريف البحث يعنى النظر بعناية فى المكان فى محاوله لإيجاد شئ ما، وايجاد شئ ما فى بعض الاحيان تعنى نهاية نتيجة البحث.

Selection: In the strict sense of the word, to select' means to choose from among alternative. In order to do this, it is necessary that differential sensory perception of alternative food plant occurs. Selection thus implies a weighting of alternatives. From a methodological point of view it is difficult to prove that comparison of alternatives is being behaviour, especially if contacts with potential hosts occur sequentially. Sequential contacting occurs more frequently than simultaneous contacting .In case in which alternatives have been assessed before final acceptance

occurs, either at a distance by approaching and turning away again or by actual contact-testing, the term selection behaviour is appropriate.

الاختيار: المعنى الدقيق لكلمة الاختيار هو القدرة على الاختيار بين البدائل المتاحة ، وللقيام بذلك يكون من الضروري اتمام الادراك الحسي لهذة البدائل من الغذاء النباتى .
الاختيار يدل على وجود ترجيح بين البدائل الغذائية. ومن وجهة النظر المنهجية من الصعب إثبات أن المقارنة بين البدائل يتم إجراؤها أثناء سلوك الاختيار، خاصة إذا كانت الاتصالات مع العوائل المحتمله تحدث بالتتابع. يحدث الاتصال المتسلسل بشكل متكرر أكثر من الاتصال المتزامن.
فى حال تقييم البدائل وقبل القبول النهائي يتم الاقتراب لمسافة والعودة مرة أخري أو عن طريق اختبار الاتصال الفعلى، هنا بيكون مصطلح السلوك الاختياري مناسب.

Acceptance: Acceptance of a plant is said to occur when either sustained feeding or oviposition occurs. Acceptance is a term devoid of assumptions implied by the term selection. For example, when a beetle is released in the middle of a monoculture and is observed to initiate sustained feeding after climbing a bean plant, it cannot be concluded that the beetle selected the bean plant as a host plant, since no alternatives were available. It can only be said that the bean plant is accepted by the insect.

Preference: when in dual or multiple choice assays an insect consistently feeds or oviposits more often on one of the alternative plants, it is said to ;prefer' that plant over the others. This may also be observed under field conditions when the degree of feeding or oviposition on a certain plant species is higher than would be predicted from its relative abundance. Clearly, preference is a relative concept and applicable only to the set of plant species or genotypes that were actually available to the insect.

القبول: قبول النبات يقال عندما يحدث تغذية مستدامة أو وضع البيض بواسطة الحشرة. القبول هو مصطلح خالٍ من الافتراضات التي ينطوي عليها اختيار المصطلح، على سبيل المثال عندما يتم إطلاق خنفساء الفول على عائل وحيد وهو نبات الفول يلاحظ انها تبدأ فى التغذية بعد تسلق النبات مباشرة، وعليه لايمكن أن نستنتج أن الحشرة قد قامت باختيار نبات الفول كعائل حيث لم يكن لديها بدائل متاحة للاختيار فيما بينها اذاً لا يمكن إلا أن نقول ان الحشرة قبلت نبات الفول.

التفضيل: من خلال الأختبارات المتعددة أو المزدوجة للتغذية أو وضع البيض تختار الحشرة واحد من ضمن النباتات البديله، ويقال عن ذلك تفضيل نبات على الآخرين.
وهذا يلاحظ ايضا تحت ظروف الحقل عندما يكون هناك وفرة مناسبة من النباتات ونجد تفضيل من الحشرة للتغذية ووضع البيض لبعض انواعها.

من الواضح أن التفضيل مفهوم نسبي ولا ينطبق إلا على مجموعة الأنواع النباتية أو الأنماط الجينية التي كانت متاحة بالفعل للحشرة.

Recognition: This term is often used in connection with acceptance. It means to know again and implicitly refers to a neural process. It implies that there is an internal standard or image of the plant sought for. This image is present in one or another from in the central nervous system of the insect. The profile of incoming sensory information on plant cues is compared to this stored image and when it matches sufficiently the plant is recognized as a host. The putative image is genetically fixed, but can be modified by experience to quite some extent.

From the above it appears that the term 'acceptance' is the most straightforward one, while searching, selection, preference and recognition implicitly refer to complex behavioural processes, the neural mechanisms of which are being elucidated. It is also important at this point to relate the behavioural terms defined above to the classification of semiochemicals that may effect host-plant selection behaviour, this terminology is summarized in following table.

التعرف: كثيراً ما يستخدم هذا المصطلح فيما يتصل بالقبول حيث انه يعنى اعادة التعرف مرة اخري على العائل من خلال عملية عصبية سلوكية، وهذا يدل على ان هناك قياسات داخلية أو صور للنبات التى تسعي اليها الحشرة وهذة الصورة موجودة بشكل أو اخر فى الجهاز العصبي المركزى للحشرة. حيث يتم مقارنة المعلومات الحسية للآشارات الواردة من النبات بالصورة المخزنة فى الذاكرة الحسية وعندما يحدث تطابق بما فيه الكفاية يتم التعرف على النبات كعائل.

والصورة المفترضة للنبات العائل تثبت وراثيا فى الحشرة ولكن يمكن تعديلها بالخبرة إلى حد ما. يتضح مما سبق أن مصطلح "القبول" هو الأكثر وضوحا، في حين أن كل من مصطلح البحث والاختيار والتفضيل والاعتراف يشير إلى عمليات سلوكية معقدة. ومن المهم أيضا في هذه المرحلة ربط المصطلحات السلوكية المحددة أعلاه بتعريف المواد النباتية الثانوية التي قد تؤثر على سلوك اختيار العوائل النباتية.

التسمية الكيميائية من حيث استجابات الحشرات

Table: Chemical designation in terms of insect responses

Attractant: A chemical that causes insects to make oriented movements towards its source.

Repellent: A chemical that causes insects to make oriented movements away from its source.

Arrestant: A chemical that may slow the linear progression of an insect by reducing actual speed of locomotion or increasing turning.

Feeding or ovipositional stimulant: A chemical that elicits feeding or oviposition in insects (feeding stimulant is synonymous with phagostimulant).

Deterrent: A chemical that inhibits feeding or oviposition when present in a place where insects would, in its absence, feed or oviposit.

Host-Plant Selection: A catenary process

Insects are often said to show' programmed behaviour' and stereotype, predictable sequences of behavioural acts, so-called reaction chains. This means that more or less distinct behavioural elements follow each other in a fixed order. The insect shows appropriate reactions to a succession of stimuli.

When the outcome of a sensory evaluation is rejection of a particular plant or plant part as food or oviposition site, the insect jump back to one of earlier steps in the reaction sequence. Modification of selection behaviour as a result of previous experience leads to faster decision making or to changes in preference, but the sequence remains the same.

In the process of host-plant selection two main consecutive phases may be distinguished, delimited by the intermittent decision to stay in contact with plant: 1- searching and 2- contact-testing; the first phase may end with the event of finding; the second phase ends by acceptance or rejection.

تسلسل اختيار العائل:

غالبا مايقال أن الحشرات تظهر سلوك مبرمج وصورة نمطية عند اختيار العائل، وتسلسل من الافعال السلوكية يمكن التنبؤ به، وهو مايسمى بسلاسل التفاعل، هذا يعنى أن عناصر السلوك الاقل أو أكثر اسقلالاً تتبع بعضها بترتيب ثابت ، والحشرة تظهر ردود فعل مناسبة تجاة التنبية.

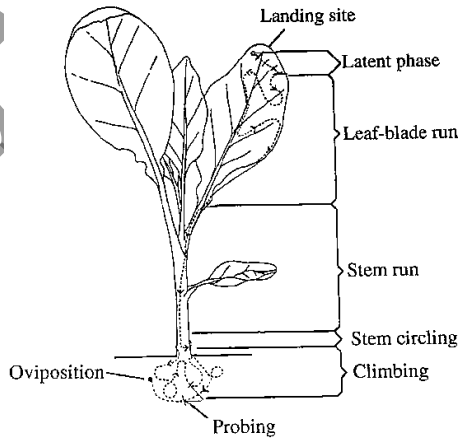
عندما يكون نتيجة التقييم الحسي هي رفض جزء معين من النبات أو النبات ككل كغذاء أو مكان لوضع البيض ، تقفز الحشرة للخلف وتعود الى احد الخطوات السابقة في تسلسل التفاعل.

تعديل سلوك الاختيار نتيجة للخبرة السابقة يؤدي إلى اتخاذ القرار أو التغييرات في التفضيل بشكل أسرع، ولكن التسلسل يبقي نفسه.

عملية اختيار العائل النباتي بواسطة الحشرة يتم تحديدها من خلال مرحلتين رئيسيتين متتاليتين يتم تميزهما وتحديدهم من خلال قرار متقطع بالبقاء على اتصال بالنبات: 1- البحث 2- اختبار الاتصال ، المرحلة الأولى ربما تنتهي مع نتيجة ايجابية، المرحلة الثانية تنتهي بالقبول أو الرفض له.

Figure A evidence the complex behaviour patterns involve a sequence of stimulation and response steps, as exemplified by oviposition behaviour in the cabbage root fly (*Delia radicum*).

An airborne gravid female fly may land in response to yellow-green wavelengths (500-600nm), as reflected by green foliage. During the 'latent phase' she walks along the leaf, pausing now and then to groom or to make short flight. During the next phase, the leaf-blade run' she walks continuously, often along the leaf edge and frequently changing direction. With taste hairs on her tarsi she assesses the suitability of the plant. If she contacts the appropriate chemical stimuli she moves on to a stem or a midrib of a leaf, which is quickly followed. At the stem base she moves around it sideways (stem circling), keeping her head downwards. During the climbing phase' she walks around close to the cabbage stem and occasionally climbs up the stem a few centimeters. She then starts 'probing' the soil with her ovipositor, probably testing soil particle size and water content. When again the adequate stimuli are perceived, she finally lays her eggs in the soil close to the stem.



قد تهبط أنثى الذبابة محمولة جواً استجابة للأطوال الموجية الصفراء والخضراء (500-600 نانومتر) ، كما تنعكس في أوراق الشجر الخضراء. خلال «المرحلة الكامنة» تتحرك الحشرة بطول الورقة ثم تتوقف ثم تستعد أو تطير قصيراً ثم فى المرحله التالية تتحسس النبات من خلال المشي المستمر على حوافة مع تغير اتجاهتها مع اختبار قابليتها للنبات كيميائيا من خلال الشعيرات الحسية للتذوق والموجودة على الرسغ, بعد اختبارها لمكونات العائل الكيميائية تتحرك نحو عرق الورقة الأوسط أو الساق ويتبع ذلك دورانها فى دوائر حول الساق ورأسها متجهه للاسفل وخلال مرحله نزولها لأسفل تتحرك حول جذع النبات واحياننا تصعد لاعلى الساق بضع سنتيمترات وبعدها تخترق التربة بواسطة اله وضع البيض (جس) لتختبر حجم جسيمات التربة ومحتواها المائي وعندما تجد التنبية المناسب تبدأ فى وضع البيض قريبا من الساق.

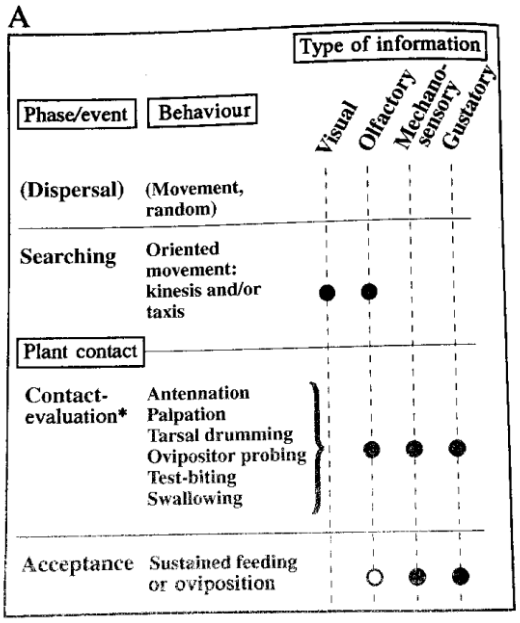
ELBRA

Acceptance is a crucial behavioural decision as it results in ingestion of plant material or deposition of eggs, with possible negative consequence for fitness. A host-plant selection sequence is schematically depicted in figure (A).

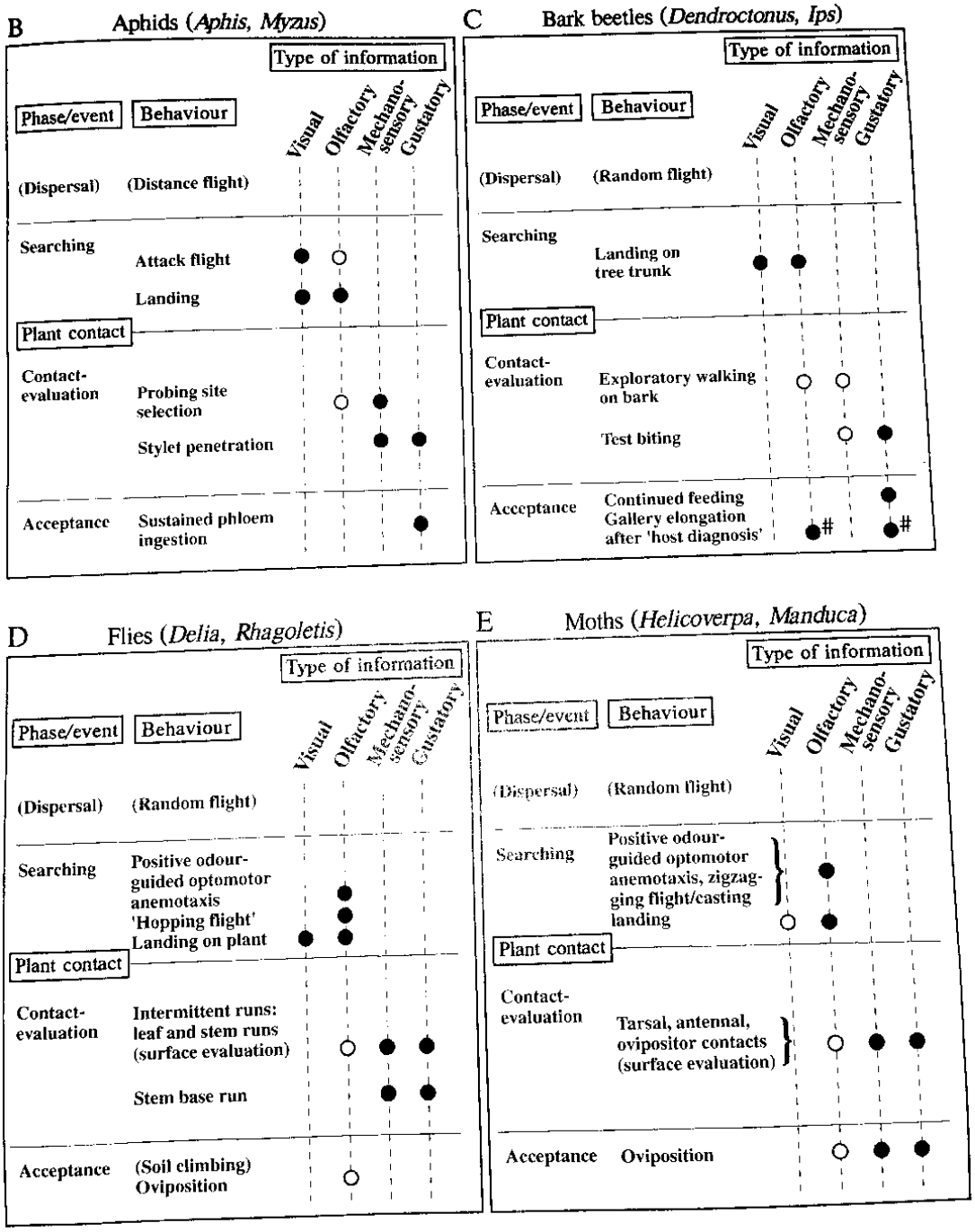
Generalized sequence of host-plant selection behaviour of insects. Left column: behavioural phase or event; middle column: common behavioural elements occurring within a behavioural phase; right column: main plant-derived stimuli affecting the behaviour. ●: well documented plant cues for several species; O: Suggested or probable; *: examples of behavioural elements displayed by many species, not all elements occur in a particular species and not necessarily in this sequence. Between brackets at the top, dispersal is indicated as a preceding behavioural phase with its behavioural elements.
B-E host selection behaviour sequence of representatives of the major insect orders.

القبول: هو قرار سلوكي حاسم لتناول المكون النباتى أو وضع البيض، مع احتمال وجود نتيجة سالبة فى الكفاءه.
تتابع اختيار العائل النباتى تم تخطيطية فى شكل (أ).
التسلسل العام فى سلوك اختيار العائل النباتي:
العمود الشمال: المرحله السلوكية او الحدث.
العمود الاوسط: طبيعة سلوك الاختيار.
العمود اليمين: نوع المنبهات المرسله من النبات التى تؤثر على السلوك (الرؤيا- الشم-أعضاء الحس الميكانيكية-التذوق)
●اشارات نباتية مؤكدة. ○اشارات نباتية محتمله او مقترحة.

A



FIRAMCO


B
Aphids (Aphis, Myzus)
Type of information
Phase/event
Behaviour
Visual
Olfactory
Mechano-sensory
Gustatory
(Dispersal)
(Distance flight)
Searching
Attack flight
Landing
Plant contact
Contact-evaluation
Probing site selection
Stylet penetration
Acceptance
Sustained phloem ingestion
C
Bark beetles (Dendroctonus, Ips)
Type of information
Phase/event
Behaviour
Visual
Olfactory
Mechano-sensory
Gustatory
(Dispersal)
(Random flight)
Searching
Landing on tree trunk
Plant contact
Contact-evaluation
Exploratory walking on bark
Test biting
Acceptance
Continued feeding
Gallery elongation after 'host diagnosis'
#
#
D
Flies (Delia, Rhagoletis)
Type of information
Phase/event
Behaviour
Visual
Olfactory
Mechano-sensory
Gustatory
(Dispersal)
(Random flight)
Searching
Positive odour-guided optomotor anemotaxis
'Hopping flight'
Landing on plant
Plant contact
Contact-evaluation
Intermittent runs: leaf and stem runs (surface evaluation)
Stem base run
Acceptance
(Soil climbing)
Oviposition
E
Moths (Helicoverpa, Manduca)
Type of information
Phase/event
Behaviour
Visual
Olfactory
Mechano-sensory
Gustatory
(Dispersal)
(Random flight)
Searching
Positive odour-guided optomotor anemotaxis, zigzagging flight/casting
landing
Plant contact
Contact-evaluation
Tarsal, antennal, ovipositor contacts (surface evaluation)
Acceptance
Oviposition

Going through the sequence, the number and intensity of the cues the plant offers to the insect increase and thereby also potentially the intensity and modalities of sensory information the insect can collect about the plant. A standardized host-plant selection sequence can be described as follows:

1-The insect has no physical contact with a plant and either rests or moves about randomly, walking or flying.

2-It perceives plant-derived cues, optical and/ or olfactory.

3-It responds to these cues in such a way that the distance between its body and the plant decreases.

4-The plants is found, i.e. it is contacted by either touching or climbing it or landing on it.

5-The plant surface is examined by contact-testing (e.g. palpation of leaf surface).

6- The plant may be damaged and the content of tissues released by nibbling or test-biting (chewing species), probing (sucking species) or puncturing with the ovipositor.

7-The plant is accepted (eggs being laid or continued feeding) or is rejected, resulting in the insect's departure.

تسلسل أختيار العائل النباتى:

الحشرات يمكنها التجمع حول النبات من خلال أعداد وكثافة الاشارات النباتية المرسله للحشرة فى شكل متسلسل، وايضاً كثافة وانماط المعلومات الحسية.

ويمكن وصف موحد لتسلسل اختيار العائل النباتى على النحو التالي:

1- ليس للحشرة أى اتصال مادى مع النبات وفي هذة الحاله هي إما تستريح أو تتحرك بشكل عشوائي أو تمشي أو تطير.

2- ادراك الإشارات المستمدة من النباتات، البصرية و/أو الشمية.

3- تستجيب لهذه الإشارات بحيث تنخفض المسافة بين جسمها والنبات.

4- يتم العثور على النباتات، أي يتم الاتصال بها إما عن طريق لمسها أو تسلقها أو الهبوط عليها.

5- يتم فحص سطح النبات عن طريق اختبار التلامس (مثل جس سطح الورقة).

6- قد يتضرر النبات ويطلق محتوى الأنسجة عن طريق القضم أو القرض (أنواع الحشرات القارضة) أو الوخز (الأنواع الماصة) أو الأختراق باستخدام اله وضع البيض.

7- يتم قبول النبات (يتم وضع البيض أو التغذية المستمرة) أو يتم رفضه، مما يؤدي إلى رحيل الحشرة.

Host-Plant Selection: A catenary process

During each of these steps the insect may decide to turn away from the plant before contacting it or to leave it after contact. When it arrives in a patch of potential host plants, it may exhibit repetition of the same sequence with respect to different plant individuals of the same or other species. In the end it may return to and select the plant that was examined first. The crucial decision to accept or to reject a plant is

based not only on sensory information of plant cues but also on the insect's physiology status.

Host-Plant Selection: Search Mechanisms

To understand the ways in which insects search, it is necessary to present a description of searching behaviour as well as a discussion of possible causal mechanisms involved.(Random search or highly directed search patterns)

In the field, random search has been described for various insects, such as polyphagous caterpillars, immature and mature polyphagous locusts, and adult oliphagous Colorado potato beetles. In these cases, frequency, rate and direction of movement appear unrelated to the suitability of plants within their perceptual range, i.e. the range in which host-plant derived cues are detectable by the sensory system.

خلال كل خطوة من هذه الخطوات قد تقرر الحشرة الابتعاد عن النبات قبل الاتصال به أو تتركه بعد الاتصال به. عندما تصل الحشرة الى منطقة تحتوى على عوائلها النباتية المحتمله، تظهر السلوك المتسلسل بنفس الخطوات للنباتات المختلفة لنفس النوع أو لانواع مختلفة، وفى نهاية الفحص يمكن أن تعود الى النبات الذي تم فحصة اولاً وتختارة ويستند القرار الحاسم لقبول أو رفض النبات ليس فقط على المعلومات الحسية من الاشارات النباتية ولكن أيضا على الحالة الفسيولوجية للحشرة.

ميكانيكية البحث:

لفهم الطرق التي تبحث بها الحشرات، من الضروري تقديم وصف لسلوك البحث بالإضافة إلى مناقشة الآليات السببية المحتملة المعنية. (بحث عشوائي أو أنماط بحث عالية التوجيه)

فى الحقل البحث العشوائي تم وصفة لحشرات متنوعة، مثل اليرقات متعددة العوائل، الجراد الناضج و غير الناضج والحشرات الكاملة محدودة العوائل مثل خنافس بطاطا الكولورادو.

في هذه الحالات، يبدو أن تواتر ومعدل واتجاه الحركة لا علاقة لها بمدى ملاءمة النباتات ضمن نطاقها الإدراكي، أي النطاق الذي يمكن فيه اكتشاف الإشارات المشتقة من النباتات المضيفة (العوائل) بواسطة النظام الحسي.

Host-Plant Selection: Search Mechanisms

The generation of random movements can be explained by the functioning of so-called' central motor programmes' located in CNS . When an insect becomes motivated to search for food, e.g. because blood trehalose levels fall below a certain level, these programmes are activated and as a result the insect may start a random walk.

During random search, several types of orientation response may be performed upon stimulation by plant-derived cues. These responses may be either non-directed or directed.

The non-directed in random movement are classified as kinesis. The insect may change its linear speed of movement or it may change rate or frequency of turning.

These kinetic responses often lead to area-restricted search, i.e. an intensified search in a small area. They are most prominent close to a host plant or upon contact **(figure b and c).** Rate of linear movement often decreases and turning rates increase.

يمكن تفسير انتاج الحركات العشوائية عن طريق ما يسمى بـ "برامج الحركة المركزية" الموجودة في الجهاز العصبي المركزي.
عندما تصبح الحشرة متحفزة للبحث عن الغذاء على سبيل المثال عندما يصبح مستوي التريهالوز فى الدم منخفض تحت مستوى معين يحدث تنشيط لهذه البرامج ونتيجة لذلك تبدأ الحشرة في المشي العشوائي وأثناء البحث العشوائي تظهر نماذج متعددة من استجابة التوجه الحركي ربما يتم تحفيزها بواسطة الإشارات المستمدة من النبات وقد تكون موجه أو غير موجة.
الحركة غير الموجة في الحركة العشوائية تصنف على انها حركية. فقد تغير الحشرة من سرعتها الخطية للحركة أو أنها قد تغير معدل دورانها.
وغالبا ما تؤدي هذه الاستجابات الحركية إلى البحث المحدود في المنطقة، أي البحث المكثف في منطقة صغيرة على مقربة من العائل النباتى مع الاتصال به وغالباً ما ينخفض معدل الحركة الخطية وتزداد معدلات الدوران.

Host-Plant Selection: Search Mechanisms

Directed movement in random movement becomes possible when the host plant emits signals that, either alone or in combination with a second cue, allow directionality to perceive by the sensory system of the searching insect. Movements in this case are directed by sensory information on external cues but may still be under influence of central motor programmes. Wind or light direction, perceived as air flow by mechanoreceptors or photo flow by photoreceptors, may be sampled successively at the left and right sides of the body by serial counterturning movements. Wind direction is detected mechanically by walking insects but mainly visually in the case of flying insects. Light compass orientation, is a main mechanism for insects walking on the ground.

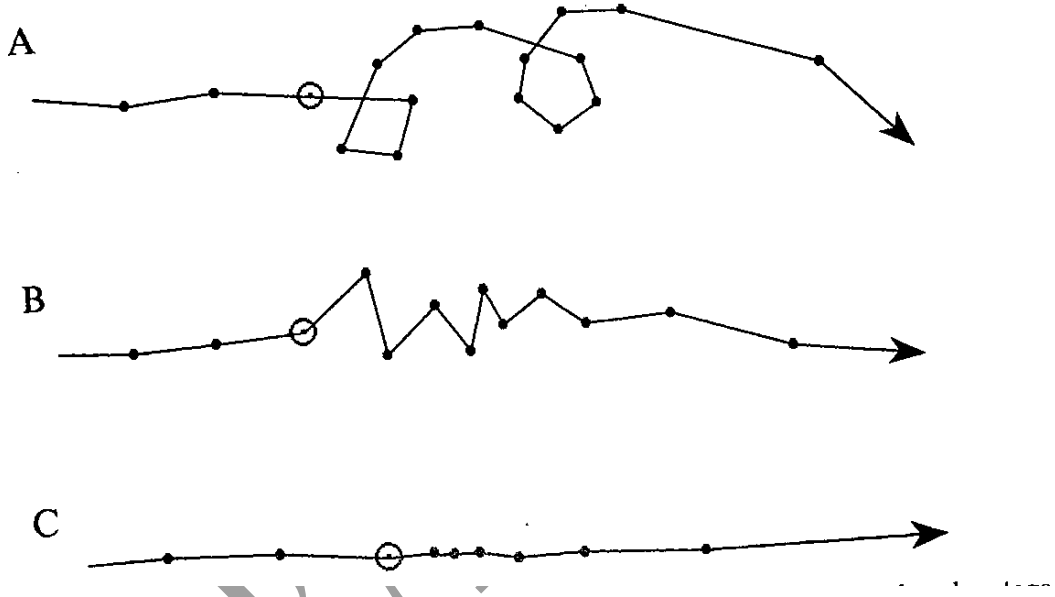
Directed orientation is often viewed as adaptive, as it improves the efficiency of search, i.e. it produces a higher success ratio per unit of time and energy invested in searching behaviour.

الحركة الموجة داخل الحركة العشوائية تصبح ممكنه عندما يصدر من العائل النباتى إشارات تصبح وحدها أو بالاشتراك مع اشارة ثانية منبهاً للحركة المباشرة بواسطة الجهاز الحسي للحشرة حيث يتم توجيه الحركه في هذه الحالة عن طريق المعلومات الحسية للاشارات ولكن ربما لا تزال تحت تأثير برامج الحركة المركزية.

يمكن أخذ عينات من اتجاه الرياح أو الضوء، الذي يُنظر إليه على أنه تدفق الهواء بواسطة المستقبلات الميكانيكية أو تدفق الصور بواسطة المستقبلات الضوئية، على التوالي في الجانبين الأيمن والأيسر من الجسم عن طريق حركات مضادة متسلسلة

يتم الكشف عن الاستجابة اتجاه الرياح ميكانيكيا عن طريق سلوك المشي في الحشرات المتحركة وسلوك الرؤيا من خلال الحشرات الطائرة. اتجاه بوصلة الضوء، هو آلية رئيسية للحشرات التي تمشي على الأرض..

غالبا ما ينظر إلى التوجه الموجه على أنه قابل للتكيف لأنه يحسن من كفاءة البحث بمعنى تحقيقة نسبة نجاح أعلى لكل وحدة من الوقت والطاقة المستثمرة في سلوك البحث.



Searching patterns used where resources are aggregated. In these cases it may be advantageous for an insect to search an the area of search include: (A) periodic increases in turning tendency generating looping or circling; (B) alternation in turning direction, generating zigzags; (C) adjustments in length of moves between stops.

Dots indicate landing, circled dots represent landing on host plants followed by egg laying.

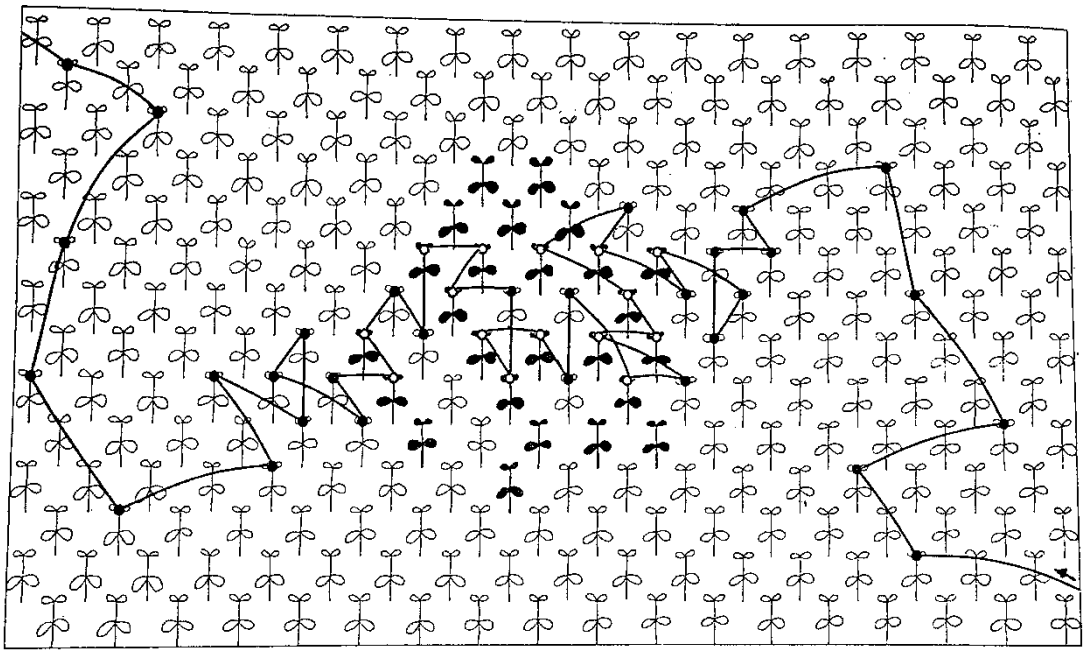
انماط البحث المستخدمة حيث يتم تجميع مصادرالعوائل .

يكون من المفيد للحشرة آن تقوم بالبحث فى مكان تجمع عوائلها النباتية وهذة الاستراتيجية تزيد من فرصتها لإيجاد عائلها النباتى.

أساليب التقيد بمنطقة البحث تشمل الآتى:

أ- الحشرة تزيد من حركتها الدائرية فى البحث مما يظهر ذلك فى شكل حلقات او دوائر.

ب- الحشرة تغير من اتجاة حركتها منتجة شكل زجزاجى فى البحث.
ج- تعديل فى طول مسافة تحركها بين كل توقف.
النقط تعنى الهبوط بينما النقط التى عليها دائرية تعنى هبوط يلحقة وضع بيض.



Behaviour search in egg laying females of *Cidaria albulata* , a specialist on *Rhinanthus spp*. The moths fly shorter distances between alighting's and show more turning flight near a host-plant, thereby increasing the chance of alighting on a host plant. Turning of flight path and alighting are stimulated by host-plant odour. Total number of plants=252; no. of *Rhinanthus* plant=25 total no. of alighting =45; number of alighting on *Rhinanthus*= 15

شكل يوضح سلوك بحث الفراشة الغجرية عند وضعها للبيض على حشيشة الخشخاش الأصفر حيث تطير لمسافات أقصر بين الهبوطات (النزول) مع اظهار المزيد من الطيران الدائري بالقرب من النبات المضيف لها مما يزيد من فرصة الهبوط على النبات العائل.
يتم تحفيز تغيير مسار الطيران والهبوط عن طريق رائحة النبات المضيف.

Lecture Four

Orientation to Host-Plant:

- **Optical versus chemical cues :**

Two important types of stimulus that could be used as directionality cues by insects are optical and odorous characteristics of plants. The relative importance of the two varies between species, as becomes particularly noticeable when diurnal and nocturnal species are compared. The nature of optical and chemical plant derived cues differs in some important aspects. The unit of light energy, the photon, moves self-propelled at the speed of light. the spectral reflectance pattern of a plant is not substantially altered by air movements and is relatively constant at varying distances from the plant. In contrast, volatile compounds emanating from plants move slowly. In still air they move by diffusion and in all dimensions, but in moving air their concentration in space is highly variable. Odour concentrations rise sharply when the plant is approached. Absolutely still air and complete absence of turbulence are very rare, if not completely lacking, under natural circumstances and wind speeds of diffusion of organic molecules. In moving air, the normal situation, volatiles are carried away from the source with the prevailing direction of air flow.

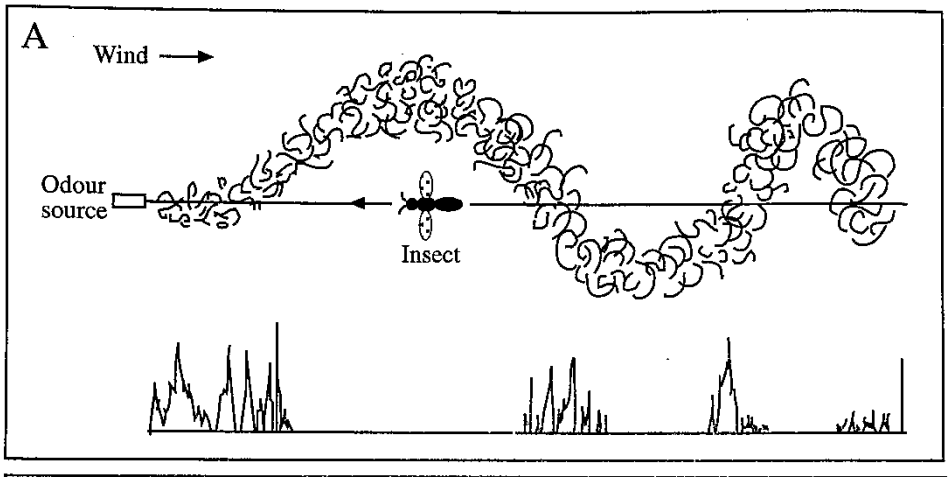
التوجه للعائل النباتى (الأنعكاس البصري- الاشارات الكيميائية)

نوعان مهمان من التنبية التي يمكن استخدامها من قبل الحشرات كعلامات توجيهية هما الخصائص البصرية والروائح المنبعثة من النباتات. تختلف الأهمية النسبية لكليهما بين الأنواع الحشرية، ويصبح الأمر واضحًا بشكل خاص عند مقارنة الأنواع الحشرية النهارية والليلية.

تختلف طبيعة الاشارات البصرية والكيميائية الصادرة من النبات في بعض الجوانب المهمة:

تتحرك وحدة طاقة الضوء(الفوتون) ذاتيًا بسرعة الضوء. لايتغير نمط الانعكاس الطيفي للنبات بشكل كبير بسبب حركة الهواء وهو ثابت نسبيًا على مسافات مختلفة من النبات.

على النقيض من ذلك، تتحرك المركبات المتطايرة الصادرة عن النباتات ببطء. ففي الهواء الساكن تتحرك هذه المركبات عن طريق الانتشار وفي جميع الأبعاد، ولكن في الهواء المتحرك يكون تركيزها في الفضاء متغيرًا للغاية. ترتفع تركيزات الرائحة بشكل حاد عند الاقتراب من النبات. الهواء الثابت بصورة مطلقة وغياب الاضطراب كاملاً يكون نادر جداً(ان لم يكن منعدماً تماماً) في ظل الظروف الطبيعية وسرعات الرياح التي تنتشر بها الجزيئات العضوية. في الهواء المتحرك، وفي الوضع الطبيعي، تنتقل المواد المتطايرة بعيدًا عن المصدر مع الاتجاه السائد لتدفق الهواء.



Schematic drawing of an undulating and meandering odour plume and an odour signal encountered over time when an insect moves upwind in a straight line to a small odour source.

رسم تخطيطي لأنبعاث الرائحة فى شكل سحابة متموجة ومتعرجة ومع ظهور أشارة الرائحة بمرور الوقت تتحرك الحشرة فى خط مستقيم عكس الرياح الى مصدر الرائحة.

Orientation to Host-Plant:

- **Optical versus chemical cues :**

When considering abiotic factors, optical plant characteristics are relatively constant with respect to their distribution and largely in dependent of temperature and wind speed, but of course they depended on light intensity. Odours emanating from plants have a spatially highly variable distribution and concentration, which depends on wind speed, on temperature and to some extent also on light intensity. Moreover, the quality and quantity of emitted plant volatiles may vary with the plant's physiological state and wounding effects. Apart from these abiotic factors, the main issues to be considered regarding the relative usability of optical and odorous cues are their specificity and their active space, effective zone or effective attraction radius.

The maximum distance over which plant cues can guide an insect to its host plant is another important factor, related to the concept of active space.

وعند النظر في العوامل غير الحيوية، تكون خصائص النبات البصرية ثابتة نسبيا فيما يتعلق بتوزيعها ولاتعتمد إلى حد كبير على درجة الحرارة وسرعة الرياح، ولكنها بالطبع تعتمد على شدة الضوء.
الروائح الصادرة من النباتات يصبح توزيعها وتركيزها فى الحيز متغير, وتتأثر بدرجة الحرارة وسرعة الرياح والى حد ما على شدة الاضاءة, وعلاوة على ذلك، فإن نوعية وكمية المواد النباتية المتطايرة والمنبعثة قد تختلف مع حالة النبات الفسيولوجية وتأثير الأصابة. وبعيدًا عن هذه العوامل غير الحيوية، فإن القضايا الرئيسية التي يجب مراعاتها فيما يتعلق بالقدرة النسبية على استخدام الإشارات البصرية

والرائحة هي خصوصيتها ومساحتها النشطة أو منطقتها الفعالة أو نصف قطر الجذب الفعال. إن المسافة القصوى التي يمكن من خلالها لإشارات النبات أن توجه الحشرة إلى نباتها المضيف هي عامل مهم آخر، يتعلق بمفهوم المساحة النشطة.

Active space is defined as the space within which the intensity of a stimulus or cue is above the threshold for a behavioural response. In the absence of visual cues, behavioural responses to plant odours have been demonstrated at distances of 5-30m for several oligophagous species, with a maximum of 100m reported for the onion fly , *Delia antiqua.*

Although in some instances odours may remain attractive despite mixing with other plant volatiles. Thus gravid beet flies (*Pegomya betae)* are attracted by the odour of young beet leaves over distances of up to 50m, even if these odours have passed non-host plant. Optical contrasts in a mixed plant stand may be perceived over distances of a few meters especially in flying insects.

Table 5.2 Distances over which odorous or optical plant cues have been shown to elicit positive taxis-type responses from herbivorous insect species

Insect species	*Distance (m)*	*Reference*
Odorous cues		
Leptinotarsa decemlineata	0.6	54
	6	33
Ceutorhynchus assimilis	20	38
Delia radicum	24	41
Dendroctonus spp.	30	127
Pegomya betae	50	2
Delia antiqua	100	55
Optical cues		
Delia brassicae	2	87
Empoasca devastans	3.6	95
Leptinotarsa decemlineata	8	115
Rhagoletis pomonella	10	4

تعرف المساحة النشطة على أنها المساحة التى تكون فيه كثافة (شدة) المنبة أوالاشارة أعلى من الحد الادنى للاستجابة السلوكية. في غياب الإشارات البصرية، الاستجابة السلوكية للروائح النباتية سجلت على مسافات من 5-30 متر لعدة أنواع حشرية من محدودة العوائل، مع حد أقصى وصل الى 100 متر تم رصدة مع ذبابة البصل.

فى بعض الحالات تظل الروائح الخاصة بالنوع فعاله وجاذبة على الرغم من أختلطها مع روائح متطايرة اخري من النباتات, فمثلاً ذبابة البنجر الحامله للبيض تنجذب الى اوراق البنجر الحديثة لمسافة تزيد عن 50 متر حتى لو كانت هذة الرائحة تمر عبر نباتات من غير عوائلها.
يمكن إدراك التباينات البصرية في مجموعة نباتية مختلطة على مسافات تصل إلى بضعة أمتار خاصة في الحشرات الطائرة.

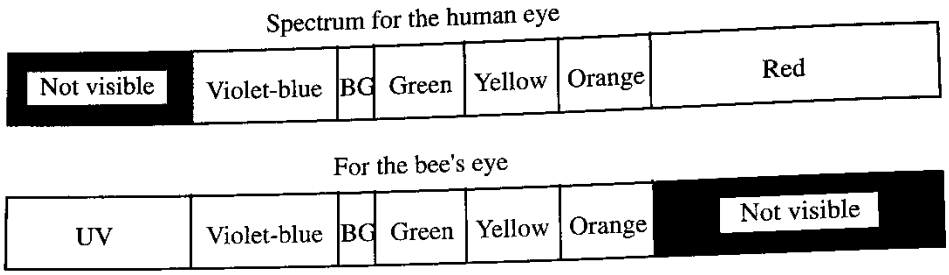
Visual responses to host-plant characteristics:

Three optical characteristics of plants may influence host selection behaviour: spectral quality, dimensions and pattern. The spectral sensitivity of insect compound eyes range from 350-650nm (near ultraviolet to red) and thus includes shorter wavelengths than that of the human eye. The ommatidium, the basic photoreceptor and image-formation unit of the insect compound eye, is of a fixed-focus type. This results in maximum acuity at very close range while at greater distances perception of shape is poor.

Although the size of plants or plant parts and their shapes show considerable variation between and within plant species, this variation presumably aids plant selection only at close distances.

To illustrate visual discrimination some examples of insect responses to optical host-plant cues, such as shape and color, will be presented.

A



الاستجابات البصرية لخصائص العائل النباتى:

قد تؤثر ثلاث خصائص بصرية للنباتات على سلوك اختيار العائل: جودة الطيف والأبعاد (الحجم) والنمط (الشكل). تتراوح الحساسية الطيفية للعيون المركبة في الحشرات من 350-650 نانوميتر (القرب من الأشعة فوق البنفسجية إلى الحمراء)، وبالتالي، فإن أطوال الموجات أقصر من أطوال الموجات في العين البشرية. إن العين المركبة للحشرات هي من النوع الذي يتميز ببؤرة ثابتة. ويؤدي هذا إلى الحد الأقصى من حدة البصر على مسافة قريبة للغاية بينما يكون إدراك الشكل ضعيفًا على مسافات أكبر. على الرغم من أن حجم النباتات أو أجزاء النبات وأشكالها تظهر تباينا كبيرا بين وداخل أنواع النباتات، ومن المفترض أن يساعد هذا التباين في اختيار النباتات على مسافات قريبة فقط.. ولتوضيح التمييز البصري، سيتم تقديم بعض الأمثلة لاستجابات الحشرات للإشارات البصرية للنبات المضيف، مثل الشكل واللون.
(علاقة عكسية بين طول الموجة طاقة الفوتون).

Lepidoptera:

The responsiveness of day-foraging butterflies to colours has been relatively well studies. When artificial green paper leaves are offered to oligophagous cabbage white butterflies, *P. rapae and P. brassicae*, naive individuals show landing responses, albeit at much lower frequencies than with cabbage leaves. Immediately upon alighting on the substrate they start to drum it for a few seconds, even through specific host-plant chemicals are absent.

These butterflies switch their colour preference for landing responses from green leaf colour to flower colours (yellow, blue and violet), depending on their motivation for oviposition or nectar feeding respectively.

حرشفية الاجنحة:

لقد تمت دراسة مدى استجابة الفراشات الباحثة عن الطعام خلال النهار للألوان بشكل جيد نسبيًا. عندما يتم تقديم أوراق خضراء صناعية إلى فراشات ابى دقيق الكرنب تظهر الأفراد الساذجة (عديمة الخبرة) استجابات للهبوط، وإن كان بترددات أقل بكثير من تلك التي تحدث مع أوراق الكرنب الطبيعية. بمجرد هبوطها على سطح المادة؟ تقوم بفحصة لبضع ثوانى حتى ولو كانت المركبات الكيميائية الخاصة بالعائل النباتي غائبة.

تقوم هذه الفراشات بتبديل تفضيلاتها اللونية لاستجابات الهبوط من لون الورقة الأخضر إلى ألوان الزهور (الأصفر والأزرق والبنفسجي)، اعتمادًا على دوافعها لوضع البيض أو التغذية على الرحيق على التوالي.

Diptera:

Females of *Rhagoletis pomonella* in searching of oviposition sites, i.e. apple fruits, the sequence of visually oriented behaviour can be described as a series of consecutive steps. At a distance of about 10m, a single tree is perceived as a silhouette contrasting against the background. Perception of colour is unlikely at this stage, especially when the insect is facing direct sunlight, as is the perception of details of shape, because of its limited visual acuity. When the fly is at a distance of a few meters or less from the plant and finds itself either in front, under or above the tree crown, spectral quality and intensity of the reflected light are the main cues evoking alightment on e.g. foliage, fruits or trunk. At still closer range (1m or less), as a third step, detailed discrimination on the basis of size or shape becomes possible.

ثنائية الاجنحة:

اناث *Rhagoletis pomonella* خلال بحثها عن ثمار التفاح لوضع البيض, تتبع سلوك بصريا موجها يمكن وصفه من خلال سلسله من الخطوات التالية:

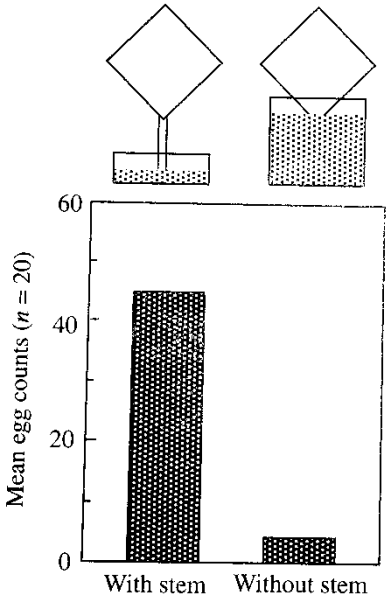
1- يمكن للحشرة وعلى مسافة حوالي 10 متر، ادراك شجرة واحدة كظل يتناقض مع الخلفية, ومن غير المحتمل إدراك اللون في هذه المرحلة ، خاصة عندما تواجه الحشرة أشعة الشمس المباشرة بسبب حدة بصرها المحدودة, فى حين يمكنها إدراك تفاصيل الشكل.

2- وعندما تصبح الذبابة على مقربة من النبات لمسافة بضعة أمتار أو أقل وتجد نفسها إما أمام أو تحت أو فوق تاج شجرة, فأن جودة الطيف وكثافة الضوء المنعكس هي الإشارات الرئيسية التي تثير الضوء على أوراق الشجر أو الثمار أو الجذع على سبيل المثال.

3- عندما يكون نطاق الاتصال قريب من النبات (واحد متر او اقل) وهى الخطوة الثالثه , يصبح التمييز الأختياري على اساس الحجم والشكل ممكنا للحشرة.

In the cabbage root fly, *Delia radicum*, visually-based landing responses occur when the flies are offered artificial leaves that have been painted with colours mimicking host-plant leaf reflectance profiles.

Artificial leaves (green paper dipped in paraffin and sprayed with a surface extract of cabbage leaves) with a stem of cabbage or not , were tested for oviposition preference of cabbage root flies. The type with a stem is significantly preferred for oviposition. Clearly plant colour, shape and size play important roles in the host selection behaviour of these flies.



ثنائية الاجنحة:

في ذبابة جذر نبات الكرنب، *Delia radicum*، تحدث استجابات الهبوط المعتمدة على الرؤية عندما يتم تقديم أوراق اصطناعية للذباب والتي تم طلائها بألوان تحاكي أنماط انعكاس أوراق النبات. تم اختبار أوراق الكرنب الصناعية (ورق أخضر مغموس بالبارافين ومرشوش بمستخلص سطحي من أوراق الكرنب) ذات ساق الكرنب أو بدونها لتحديد تفضيل ذباب جذور الكرنب لوضع البيض، حيث كان النوع ذو الساق مفضلاً بشكل كبير لوضع البيض. من الواضح أن لون النبات وشكل وحجمه يلعبون دورًا مهمًا في سلوك اختيار العائل لهذه الذباب.

Homotera:

The attraction to the colour of foliage has been studied extensively in aphids and whiteflies. *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* alight in the field preferentially on leaves reflecting a greater proportion of long-wave energy, with little or no regard for the taxonomic status of the plants. Since sugar beet leaves have a higher long/short-wave ratio than cabbage leaves, more cabbage aphids alight on sugar beet leaves than on cabbage, although the former is not one of its hosts. Long/short-reflectance ratio change with leaf age and water status. The colour attraction of these yellow-sensitive aphid species serves to bias their landings towards plants of the appropriate physiological type rather than to recognize their host-plant species. In fact, most diurnal insect are attracted to yellow. In many cases yellow surfaces act as a supernormal stimulus, because they emit peak energy in the same bandwidth as foliage, but at greater intensity.

Whiteflies avoid setting in the presence of short-wavelength illumination (400nm), but will alight on green light (550nm).

متشابة الاجنحة:

لقد تمت دراسة الانجذاب إلى لون أوراق الشجر على نطاق واسع في المن والذباب الأبيض. من الكرنب ومن الخوخ الاخضر تظهر فى الحقل تفضيل فى الهبوط على الأوراق التي تعكس نسبة أكبر من طاقة الموجات الطويلة، مع القليل من الاهتمام أو عدم الأهتمام للحاله التصنيفية للنباتات ولذلك نجد كثير من حشرات من الكرنب تهبط على أوراق بنجر السكر اكثر من نبات الكرنب حيث أن أوراق بنجر السكر لديها نسبة أطول للموجات الطويلة على عكس الموجات القصيرة المنبعثة من أوراق الكرنب ، على الرغم من أن نبات البنجر ليس واحداً من عوائلها. تغيير نسبة الأنعكاسية الطويله / القصيرة للموجات يتوقف على عمر الورقة والحاله المائية. أن الجاذبية اللونية التى تتميز بها هذة الأنواع من المن للون الأصفر تعمل على تحيزها الى النباتات على الاساس الحاله الفسيولوجية المناسبة بدلا من التعرف على انواع عوائلها النباتية المضيفة لها. في الواقع، تنجذب معظم الحشرات النهارية إلى اللون الأصفر, وفي كثير من الحالات تعمل الأسطح الصفراء كمحفز فوق العادى, لأنها تصدر طاقة الذروة في نفس النطاق الترددي مثل أوراق الشجر، ولكن بكثافة أكبر.

الذباب الابيض يتجنب للهبوط فى الاضاءة ذات طول موجة قصير(400 نانوميتر) , بينما تهبط فى الضوء الاخضر (550 نانوميتر).

Olfactory Responses to Host-plants:

We will discuss two examples of orientation to odours as demonstrated under laboratory circumstances, one of flying insect and one of a walking insect.

Flying insect:

When a flying female tobacco hornworm moth is searching for a host plant, she displays positive anemotaxis ,i.e. she flies upwind using the prevailing direction of air flow as a cue. Mechanoreceptors located on her antenna and serving as

anemoreceptors provide this directional information. Her flight path can be described as a regular zigzag of limited amplitude. How does the odour emitted by the tobacco plant come into play? Firstly, the host-plant odour may have acted as an activator for flight to occur, by inducing the moth to take off from a resting or walking condition. Once in flight, she may pick up an odour plume emanating from one or a group of host plants and her subsequent flight path is then mainly determined by trying to prevent loss of the odour plume.

الاستجابات الشمية للعوائل النباتية:

وسوف نناقش مثالين للتوجه إلى الروائح تحت الظروف المعملية، واحدة من الحشرات الطائرة واحدة من الحشرات التى تمشي:

الحشرات الطائرة: اناث دودة اوراق التبغ عندما تبحث عن عائلها تظهر تأثير ايجابى للانجذاب الريحي، فهى تطير عكس الريح باستخدام الاتجاه السائد لتدفق الهواء المحمل بالاشارة. توفر المستقبلات الميكانيكية الموجودة على قرون الأستشعار والتى تعمل كمستقبلات للريح المعلومات عن اتجاة الحركة. يمكن وصف مسار رحلتها بأنه خط متعرج منتظم ذي سعة محدودة.

كيف تلعب الرائحة التي تنبعث من نبات التبغ دورها؟

أولاً: ربما عملت رائحة النبات المضيف كمنشط لحدوث الطيران، عن طريق حث الفراشة على الإقلاع من حالة الراحة أو المشي وبمجرد الطيران، قد تلتقط عمودًا من الرائحة ينبعث من نبات واحد أو مجموعة من النباتات المضيفة، ثم يتم تحديد مسار رحلتها اللاحقة بشكل أساسي من خلال محاولة منع فقدان عمود الرائحة.

Olfactory Responses to Host-plants:

When over a certain minimum time interval olfactory receptor cells do not detect odour, a so-called casting response ensues. The moth reduces speed and increases the amplitude of the counterturns, thereby flying more across wind and regressing in a downwind direction. When during casting odour molecules are picked up again by the olfactory sensilla, upwind zigzagging is resumed. This sequence of behavioural acts may be reiterated until final approach of the host plant. Closer to the odour source the intervals between counterturns decrease. This host-searching mechanism is designated as odour-conditioned positive anemotaxis. The female's host-plant searching behaviour is in fact similar to odour-modulated upwind of male moths in search of females. In the latter case the odorous signal is a sex pheromone emitted by the female. A present view of the mechanisms steering this behaviour maintains that the serial counterturning is controlled by a motor programme in the central nervous system that is set in motion by olfactory activity, but afterwards is continued automatically.

و عندما لا تتمكن الخلايا المستقبلة للرائحة من اكتشاف الرائحة خلال فترة زمنية دنيا معينة، ويتبع ذلك مايسمي سلوك جمع الاستجابة, حيث تقوم الانثى فيه بتخفيض سرعتها وتزيد من مدى الحركة العكسية ,

وبالتالى تطير أكثر عبر الرياح وتتراجع فى اتجاة معاكس للرياح, وعندما يتم التقاط جزيئات الرائحة المتجمعة مرة اخري بواسطة الشعيرات الشمية يتم استئناف الحركة الزجزاجية عكس الريح , يمكن تكرار هذا التسلسل من الأفعال السلوكية حتى الاقتراب النهائي من العائل النباتي وتصبح الفواصل الزمنية بين الحركات العكسية منخفضة عند الاقتراب من مصدر الرائحة. وتمت تسمية آلية البحث هذه عن العائل باسم آلية الانجذاب الإيجابي المشروط بالرائحة. والسلوك البحثي للأناث عن العائل النباتى يشبه في الحقيقة طريقة بحث ذكور الفراشات حيث تتحرك عكس اتجاه الرياح للبحث عن الاناث, وتكون اشارة الرائحة فى هذه الحالة هى الفيرمون الجنسي المنبعث من الاناث.

إن وجهة النظر الحالية للآليات التي توجه هذا السلوك تؤكد أن التحول المعاكس التسلسلي يتم التحكم فيه بواسطة برنامج حركي في الجهاز العصبي المركزي يتم تشغيله بواسطة النشاط الشمي، ولكن بعد ذلك يستمر تلقائيًا.

Olfactory Responses to Host-plants:

Walking insect:

One of the best studied cases of the ability of a walking insect to orient to host-plant odours is the Colorado potato beetle. This specialist on solanaceous plants has a strong preference for the cultivated potato on which it is one of the most devasting insect pests. During the first 7 days of adult life the beetles need to feed in order to fully develop their flight muscles and as a consequence. Host-plant location is done by walking. To quantify its walking behaviour a locomotion compensator in combination with wind a wind tunnel has been used. This instrument allows detailed and automated recording of walking tracks without the insect contacting any obstacles.

When clean air is blown over a hungry beetle, it shows a menotactic response to the wind, maintaining a relatively constant angle to the wind direction. The walking track shows circling by making turns of 360 °. When the airstream carries the odour of intact potato plants, the straightness of the path increases dramatically.

الاستجابات الشمية للعوائل النباتية:

الحشرات المتحركة:

واحدة من أفضل الحالات التى درست قدرة الحشرات على المشي والتوجه نحو رائحة عائلها النباتى هى خنفساء بطاطا الكولورادو. وهى حشرة متخصصة على نباتات العائلة الباذنجانية وتفضل بقوة البطاطس المزروعة وهي واحدة من الآفات الحشرية الأكثر تدميراً.

خلال الـ 7 أيام الأولى من حياة كوامل الخنافس تحتاج إلى تغذية من أجل نمو كامل لعضلات الطيران، يتم تحديد موقع النبات المضيف عن طريق المشي ولقياس سلوك المشي، تم استخدام سلوك الحركة بالاشتراك مع الرياح ونفق الرياح وتتيح هذه الوسيلة تسجيل مسارات المشي بشكل تفصيلي وتلقائي دون أن يقابل الحشرة أي عقبات.

عندما يمرر هواء نقي على خنفساء جائعة فتظهر استجابة طفيفة للرياح، مما يحافظ على زاوية ثابتة نسبيًا لاتجاه الرياح, ويظهر مسار المشي الدوران من خلال عمل منعطفات دورانية قدرها 360 ° , وعندما يحمل تيار الهواء رائحة نبات البطاطس السليمة تزداد استقامة مسارها الحركى بشكل كبير.

Olfactory Responses to Host-plants:

Walking insect:

Now circling is absent, average walking speed is increased and the beetles spend more time walking upwind.

This response can be classified as positive odour conditioned anemotaxis. When the odour of non-host, for instance cabbage plants, is offered, the track parameters are similar to those recorded for clean air. When the odour of potato plants is combined with that of cabbage plants, the orientation response to potato is neutralized and the walking tracks of the beetles cannot be distinguished from those performed in clean air.

Somewhat unexpectedly. Similar effects were found when odour of another Solanaceous plant, wild tomato was offered. This plant is an unsuitable food for the beetle.

الاستجابات الشمية للعوائل النباتية:

الحشرات المتحركة:

وعندها تغيب الحركة الدورانية, وتزداد متوسط سرعة المشي وتصبح الخنافس تقضي وقتًا أطول في المشي عكس الريح. يمكن تصنيف هذه الاستجابة على أنها استجابة انجذاب ذات رائحة إيجابية.

عندما يتم تقديم رائحة غير المضيف، مثل نباتات الكرنب تكون معلمات المسار مماثلة لتلك المسجلة للهواء النظيف, عندما يتم دمج رائحة نباتات البطاطس مع رائحة نباتات الكرنب، يتم ابطال مفعول استجابة التوجيه للبطاطس ولا يمكن تمييز مسارات المشي للخنافس عن تلك التي تتم في الهواء النقي.

شكل غير متوقع إلى حد ما. تم العثور على تأثيرات مماثلة عند تقديم رائحة نبات آخر من الفصيلة الباذنجانية، وهو الطماطم البرية. هذا النبات ليس غذاءً مناسبًا للخنفساء.

ELBRARY

Lecture Five

Chemosensory basis of host-plant odour detection:

Insects heavily rely upon chemoreception when searching for food, oviposition sites and mating partners, as well as for social communication. In this context it is often stated that insects live in a chemical world. Chemoreception refers to the classical senses of small (olfaction, organs for detecting volatile chemical stimuli) and taste (gustation, or contact chemoreception for the detection of dissolved or solid chemicals. The distinction between the two is not absolute as insect taste sensilla have occasionally been found to respond also to odours.

المستقبلات الكيميائية اساس تحديد رائحة العائل النباتى:

تعتمد الحشرات اعتماداً كبيراً على المستقبلات الكيميائية للتغذية او وضع البيض والبحث عن الشريك الاخر للتزاوج وكذلك فى الاتصالات الاجتماعية. وفى هذا السياق كثيرا مايذكر ان الحشرات تعيش عالم من الكيمياويات. المستقبلات الكيميائية تشير الى حواس تقليدية مثل الشم (اعضاء الشم تستخدم للكشف عن المنبهات الكيميائية المتطايرة) والتذوق (مستقبلات الاتصال الكيميائي للكشف عن الكيمياويات المذابة او الصلبة). التفرقة بين الحساتين لايكون مطلقاً فبعض الحشرات تستطيع فيها اعضاء التذوق الاستجابة للرائحة.

Morphology of olfactory sensilla:

Olfactory chemoreceptor cells are associated with so-called sensills (singular: sensillum), organs consisting of neurons, accessory cells and a cuticular structure. The cell bodies of neurons are located at the base of the sensillum. Typically there are two to three neurons per sensillum, but examples of more (up to 30) neurons innervating one sensillum have also been reported. The dendrites are usually located in specialized cuticular structure, which are classified on the basis of external form. They include hairlike varieties, pegs and cones. Pegs or cones sunk in shallow depressions and pore plate organs. Chemosensory neurons are mostly bipolar and their axons run to the CNS via peripheral nerves without intermittent synapses. A filament-like extension of the neuron that protrudes into the sensillum cavity, the dendrite, is specialized to respond to the chemical stimulus with a graded potential called the receptor potential. When the potential reaches a value above a certain threshold, it gives rise to a train of action potentials.

التركيب المورفولوجى اعضاء حس الشم: خلايا مستقبلات الكيميائية لحاسة الشم يطلق عليه اعضاء حس, هى اعضاء تتكون من اعصاب وخلايا مساعدة وهيكل جليدى.

اجسام الخلايا العصبية تقع عند قاعدة الشعيرة الحسية, والعدد النموذجى لها فى اعضاء الحس التذوقى هو من اثنين الى ثلاثة لكل عضو حسي ولكن فى بعض الحشرات وجدت تزيد عن 30 , وتفرعات الخلايا توضع عادة فى تركيب هيكلى متخصص والذي يعرف بالشكل الخارجي, والذي يشتمل على تنوع من

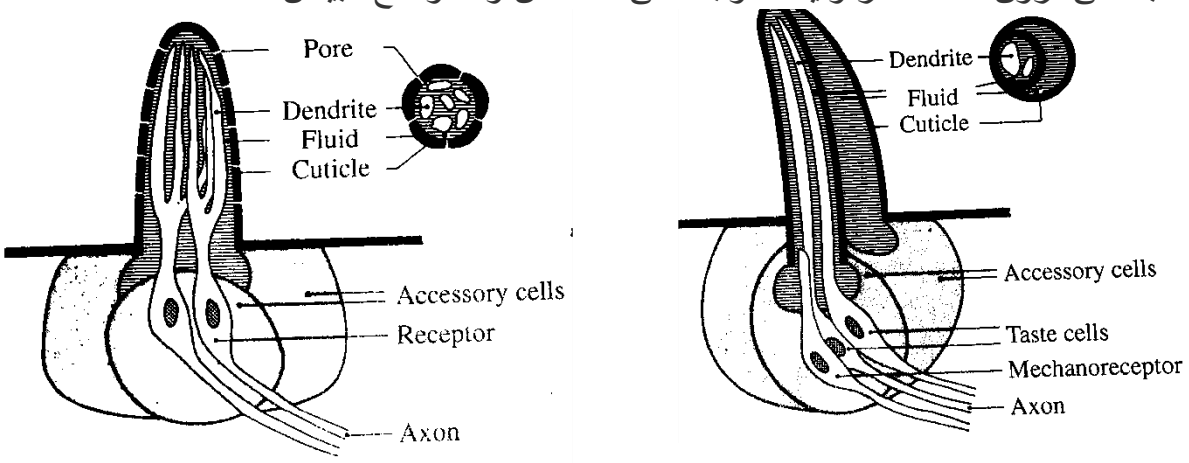
الشعيرات ومخاريط واوتاد حسية. وهذة المخاريط والاوتاد تكون مغمورة فى منخفضات سطحية و اعضاء صفيحية مسامية. الخلايا العصبية في المستقبلات الكيميائية تكون ثنائية القطب ومحاورها تذهب الى المخ بواسطة اعصاب طرفية بدون فراغات عصبية متقطعة.
ويمتد من الخلايا العصبية خيوط تبرز داخل تجويف الشعيرة الحسية, التفرعات العصبية الشجيرية تتخصص فى الاستجابة للمنبهات الكيميائية فى وجود جهد متدرج يسمى جهد الاستقبال, وعندما يصل جهد الاستقبال الى درجة تعلو الحد الادنى لبداية التأثير فأنة تثير سلسله من امكانيات العمل.

Morphology of olfactory sensilla:

There are some important structural differences between olfactory and gustatory sensilla. Olfactory sensilla are multiporous, the entire sensillum wall or plate is perforated by up to thousands of minute pores (diameter about 10-50nm) and dendrites are often branched. In contrast, gustatory sensilla are uniporous, the pore (diameter 200-400nm) mostly being located at the very tip of a peg- hair, or papilla-like sensillum. In both cases the dendritic tips are close to the pores, but are protected from desiccation by receptor lymph, which is secreted into the sensillum limen by the tormogen and trichogen cells at the sensillum base. Olfactory sensilla are predominantly present on antennae but may also occur on palpi and ovipositor.

التركيب المورفولوجى للشعيرات الشم:

يوجد اختلاف فى تركيب اعضاء الحس الخاصة بالشم والتذوق. اعضاء الحس الشمية تكون متعددة المسام وجدارها الداخلى او الصفيحة يكون مثقب الى الاف من المسام الدقيقة وقطرها يتراوح مابين 10 الى 50 نانوميتر ولها تفرعات متشعبة , على العكس اعضاء التذوق احادية المسام وقطرها يتراوح مابين 200 الى400 نانوميتر, ومعظمها يقع على راس وتد الشعرة , او الملامس الحسية. فى كلا الحالتين التفرعات تكون قريبة من طرف المسام ولكن تحمى من الجفاف بمستقبلات ليمفاوية, التى يفرز داخل فراغ عضو الاحساس من خلال خلايا تكوين الشعرة وخلايا غشاء الشعرة والموجودة فى قاعدة الشعيرة . اعضاء الشم توجد غالبا على قرون الاستشعار وايضاً توجد على الملامس واله وضع البيض.



Schematic drawing of a longitudinal and a transverse section of (A) an insect olfactory hair and (B) an insect taste hair.

Sensitivity of olfactory sensilla :

Like most sensory cells, chemoreceptors are especially responsive to changes in stimulus intensity, i.e. change in the concentrations of chemicals. Olfactory cells have been shown to handle up to ten odour pulses per second, which means that they can resolve the temporal pattern of odour bursts in a plume quite well. Responses to constant stimuli generally show sigmoid concentration response relationships at the level of electroantennogram (summated receptor potential) as well as single cell recordings.

Upon increasing the odour concentration by one order of magnitude, EAG amplitude and frequency of action potential typically become 1.5 – 3 times higher until saturating concentrations are reached, above which no further increase occurs. The discrimination of concentration differences is optimal in the range between threshold and saturating concentrations, i.e. the rising phase of the dose-response curves. This in principle enables the insect to sense odour gradients, on the basis of which it may perform tropotactic behaviour.

حساسية أعضاء حس الشم:

مثلها مثل الخلايا الحسية، تستجيب المستقبلات الكيميائية بشكل خاص للتغيرات في كثافة المنبهات، أي التغير في تركيزات المواد الكيميائية. وقد أظهرت الخلايا اعضاء الشم القدرة على التعامل مع ما يصل إلى عشرة نبضات رائحة في الثانية الواحدة، مما يعني أنه يمكنها أن تفصل العينات الزمنية لسلسله طلقات الرائحة على نحو جيد من الترتيب. الاستجابات للمنبهات الثابتة عامة تظهر علاقة خطية بين التركيز والاستجابة على مستوى الانتنو جرام الكهربي (جهاز يقيس محصله جهد المستقبلات) بالاضافة الى التسجيل للخلية المفردة.

عند زيادة تركيز الرائحة بمقدار واحد من حيث الحجم واتساع محصله جهد المستقبل , فتردد جهد النشاط عادة ما يصبح 1.5 - 3 مرات أعلى حتى يتم التوصل إلى تركيزات التشبع, اعلاها لاتحدث زيادة اضافية.

التميز الامثل بين مختلف التركيزات يكون فى المدى مابين التشبع وحد بداية التأثير اى فى مرحله الارتفاع فى منحنيات الاستجابة للجرعة, وهذا اساس تمكين الحشرة من الاحساس بتدرج الرائحة, على اساس ذلك يمكنها تنفيذ سلوك التكتيك المجاز.

Sensitivity of olfactory sensilla :

Sensitivity of detection is enhanced enormously by the neural phenomenon of convergence. The axons running from olfactory receptor cells make synaptic contacts with a limited number of first-order interneurons in the antennal lobe of the brain. Which means that they converge. This leads to an amplification of the signal (an interneuron receives inputs from many receptor cells simultaneously and its threshold may therefore be reached at a lower concentration than that necessary to depolarize a receptor cell) and improved signal-noise ratio by separating background activity from the presence of a volatile signal. Thus, a 100-1000-fold amplification of the signal can be measured in the deuterocerebral internneurons responding to green leaf volatiles in the Colorado potato beetle, as compared to the

sensitivity of its antennal receptors. The interneurons are organized in so-called glomeruli.

حساسية أعضاء حس الشم:

حساسية التعرف تزيد بشكل واضح عند حدوث التجمع العصبي, المحاور العصبية تمتد من خلايا مستقبلات الشم مكونة تشابك عصبي (سينابس) مع عدد محدود ومرتب من خلايا عصبية داخلية لفصوص حسية فى المخ, يعنى تجمع عصبي. وهذا يؤدى الى تضخم الاشارة العصبية, (الخلايا العصبية بالداخل تستقبل معلومات من عديد من خلايا المستقبله فى وقت واحد, ويمكن الوصول للحد الادنى لبداية التأثير على تركيز اقل من الضروري واللازم لحدوث استقطاب لخلايا المستقبل) ويحسن من نسبة تداخل الاشارات من خلال فصل النشاط من وجود اشارة متطايرة. ويمكن قياس التضخم فى الاشارة والتى تتراوح من 100 الى 1000 مرة فى الخلايا العصبية للراس عند الاستجابة للمواد المتطايرة من الاوراق الخضراء فى خنافس كولورادو البطاطس عند المقارنة بها فى المستقبلات الخارجية. يتم تنظيم عمل الخلايا العصبية الداخلية فما يسمي الكبيبات.

Specificity and olfactory coding:

Summated receptor potential (EAG) recordings from several species of insects have shown that generally occurring plant volatiles, such as green leaf alcohols, aldehydes, acetates and terpenoids evoke different response. The responses increase in amplitude with increasing carbon-chain lengths of the alcohols and aldehydes until an optimum is reached at or near C 6 – compounds, which at the same time are the most abundant chemicals in leaf headspaces.

How do olfactory receptors encode the multitude of volatile chemical stimuli present in the outside world into a message that will increase the chance of finding a host plant?. Rather than total antennal responses electrophysiological studies based on recordings of the activity of individual olfactory neurons, so-called single-cell recording, offer the possibility to determine which individual plant chemicals evoke changes in chemosensory activity (excitation or inhabitation), and how mixtures of chemicals are coded.

خصوصية وتشفير حاسة الشم:

مجموع الجهد المستقبل يتم تسجيله من انواع حشرية عديدة والتى تظهر عامة عندما تستقبل مواد نباتية متطايرة مثل الكحول, والاستيات والتيربينويد للاوراق الخضراء والتى تستدعى استجابات مختلفة, والاستجابة تزيد فى مداها عندما يزداد طول السلسله الكربونية للكحول والالدهيد حتى الوصول للامثل وهو او قريب من عدد 6 من ذرات الكربون, والتى تكون فى نفس الوقت هى المواد الاكثر وفرة فى الساحة الرأسية للورقة.

Specificity and olfactory coding:

The olfactory system functions as a filter because olfactory receptors are sensitive to only a limited array of stimuli. For each olfactory and gustatory receptors two main categories are recognized: specialist and generalist chemoreceptors. A specialist cell responds to only a small number of structurally related compounds. Among olfactory receptors, sex pheromone receptors are the classical example of specialist receptors. Recordings of neural responses evoked in single olfactory cells, obtained from some oligophagous species, have revealed the presence of specialist-type olfactory neurons that are sensitive to certain host-plant specific volatiles only. Such specialist receptors have been found, among others, in coleoptera, lepidoptera larvae and aphids, but not in all species studied. Volatiles emanating from plants in most cases excite generalist-type odour receptors. The response spectra of generalist receptors are by definition fairly broad and vary from cell, often with overlapping patterns.

خصوصية وتشفير حاسة الشم:

يعمل نظام الشم كمرشح لأن مستقبلات حاسة الشم حساسة لمجموعة محدودة فقط من المحفزات. لكل من مستقبلات الشم والتذوق فئتين رئيسيين متعارفان وهما: مستقبلات حسية متخصصة وأخري عامة. الخلايا متخصصة تستجيب فقط لعدد محدود من المركبات المرتبط معها تركيبياً. وتعتبر مستقبلات الفيرمون الجنسي مثال على ذلك. تسجيل ردود الفعل العصبي فى خلايا شم مفردة مثارة, تم الحصول عليها فى انواع محدودة العوائل, حيث تم الكشف عن خلايا حسية شمية متخصصة وحساسة لمواد نباتية متطايرة محددة بالعائل النباتى, وقد وجدت هذة المستقبلات المتخصصة ايضاً فى يرقات حرشفية غمدية الاجنحة والمن ولكن لاتوجد فى كل الانواع الحشرية. المواد المتطايرة المنبعثة من النباتات في معظم الحالات تثير مستقبلات رائحة من النوع العام. أطياف الاستجابة للمستقبلات العامة هي بحكم التعريف واسعة إلى حد ما, ولها تنوع فى الخلايا وغالباً مع انماط متداخلة.

Specificity and olfactory coding:

Sex pheromones, genes coding for carrier proteins that bind the pheromone molecules and transport them to the dendritic membrane have been cloned. In a addition genes coding for carrier proteins binding to general odourants have been characterized in several moth species.

The existence o68f specialist and generalist olfactory receptors are reflected in present ideas on the processing of sensory information in the CNS. Labelled–line codes have been inferred to operate in oligophagous species, in which the activity of such specialized chemoreceptors will trigger kinetic responses or odour-induced anemotaxis either positive or negative.

خصوصية وتشفير حاسة الشم:

الفيرمونات الجنسية, الترميز الجيني للبروتينات الناقله التى تربط جزيئات الفيرمون وتنقلها الى غشاء النهايات البعيدة فى المحور العصبي والمتخصص باستقبال المنبهات ويتم استنساخها . بالاضافة الى ذلك

الترميز الجينى او الشفرة الجينية للبروتينات الناقله المرتبطة بالروائح العامة تم وصفها فى عدد من انواع الفراشات.
ينعكس وجود مستقبلات الشم المتخصصة والعامة على معالجة المعلومات الحسية في الجهاز العصبي المركزي. وقد تم الاستدلال على خط الترميز المعلم للعمل في الأنواع محدودة العوائل, حيث يؤدي نشاط هذه المستقبلات الكيميائية المتخصصة إلى استجابات حركية او تحدث الرائحة انجذاب ريحي موجب او سالب.

Host-plant searching in nature:

When insect is searching in the field, it meets a multitude of stimuli, which are distributed heterogeneously. Inherent to the field situation is a lack of control over abiotic parameters and the stimulus situation. It is therefore difficult to assess the relative importance of the two main stimulus modalities, optical and odorous plant cues. For several insect species it has been shown that significant stimulus interactions occur. During searching for food or oviposition sites, the importance of different types of stimuli may change with distance to the plant.

Apple maggot fly is one of the causes of stimuli interaction, its visually-guided host searching behaviour has been described; these flies are highly responsive to particular visual stimuli, but only after they have been activated by apple odour. They show preferences for either yellow or red, depending on the size of the object and their motivational state. Spherical red objects of a limited diameter are preferred when the fly is searching for oviposition sites. In order to acquire carbohydrates, the flies feed on aphid honeydew, which is present on apple leaves.

البحث عن العائل للنباتى فى الطبيعة:

عندما تقوم الحشرة بالبحث فى الحقل يقابلها عديد من المنبهات موزعة بطريقة غير متجانسة, هناك فقد فى تنظيم العلامات غير حيوية وحاله المنبهات تحت ظروف الحقل الفطرية, اذاً هناك صعوبة فى اختبار الاهمية النسبية للعاملين الرئيسين فى انماط التنبية وهما اشارات الرؤية والرائحة. وكثير من الحشرات تظهر معنوية فى التنبية فى التفاعل مع المنبهات خلال البحث عن الطعام او وضع البيض, اهمية المنبهات المختلفة ربما يتبدل مع اختلاف المسافة من النبات. دودة التفاح فى شمال امريكا مثال لاحد حالات التفاعل التنبيهي , الرؤية كمنبة فى سلوك البحث عن العائل سيتم وصفها: هذة الذبابة تحقق استجابة عالية نحو منبهات الرؤية ولكن يتم ذلك بعد تنشيطها برائحة التفاح, واظهرت مفاضله بين اللون الاصفر والاحمر اعتماداً على حجم التفاح والحاله التحفيزية, وعندما تكون التفاحة ذات لون احمر ومحددة القطر يكون مفضله عندما تبحث الذبابة عن ثمرة لوضع البيض, ومن اجل الحصول على الكربوهيدرات الذباب يتغذي على الندوة العسلية والموجودة على اوراق التفاح.

Host-plant searching in nature:

, larger yellow spheres are preferred over red ones when the motivation for carbohydrate ingestion is high. Yellow serves as a supernormal substitute stimulus for the green hue of apple leaves; apple odour elicits upwind flight and odour-

induced anemotaxis allows the flies to locate an apple-bearing tree within a patch of trees devoid of apples by a series of tree-to-tree displacements. In the same way they can find a synthetic odour source outside an odourless patch. Once at a tree bearing apples, selection of individual fruits by size or colour is done mainly visually. However, when there are few fruits or when they are green instead of red and therefore lack contrast with the leaves, odorous cues are used to aid the selection process. In contrast , host selection behaviour of bark beetles in forest ecosystems is largely governed by chemical cues. highly intricate chemical communication systems are operating based on complicated interactions between host-tree odours, aggregation pheromones produced by the beetles or associated microorganism, and interspecific inhibitory semiochemicals.

البحث عن العائل للنباتى فى الطبيعة:

والتفاح الكروي كبير الحجم ذو اللون الاصفر يفضل عن الاحمر عندما يكون لديها رغبة كبيرة للتغذية على الكربوهيدرات. اللون الاصفر حافز بديل عن اوراق التفاح ذات الصبغة الخضراء. رائحة التفاح تثير الطيران عكس الرياح , والرئحة تحدث الانجذاب الريحى الذي يسمح للذباب ان تحدد مكان اشجار التفاح المثمرة بين عديد من الاشجار من خلال التقل من شجرة الى اخري. وبنفس الطريقة يمكنها تحديد مصدر الرائحة الصناعية خارج حيز عديم الرائحة, بمجرد وجودها على اشجار التفاح المثمرة يتم اختيار الثمار فرادى اعتماداً على الحجم او اللون ويتم ذلك من خلال الحاسة البصرية. ومع ذلك عندما يكون هناك عدد قليل من الثمار وذات لون اخضر وليست حمراء وبالتالى لاتختلف مع لون الاوراق, هنا تلعب اشارات الرائحة دوراً فى عملية الاختيار, على النقيض فخنافس اللحاء فى النظم البيئية للغابات يتحكم فى سلوكها الاشارات الكيميائية. نظم الاتصالات الكيميائية معقدة للغاية تعمل على أساس التفاعلات المعقدة بين الروائح شجرة العائل، الفيرومونات التجميع التي تنتجها الخنافس أو الكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بها، والمواد شبة الكيميائية المثبطة بين الانواع.

ELBK

Lecture Six

Hormones, Growth and Moulting

The earliest discovery of a glandular secretion into the blood of animals was made by Berthold in the middle of the last century, when he proved that the masculinizing effect of the testis in birds is due to a substance liberated into the circulation. This discovery led a number of authors, during the later years of the nineteenth century, to study the sexual glands of insects in order to test whether they are the source of a similar hormone. Castration in both sexes, with or without the implantation of gonads from the opposite sex, was carried out in a variety of insects: the silkworm Bombyx, the gypsy moth Lymantria, the cricket Gryllus, among others. All these experiments gave negative results and it became generally accepted that not only did the gonads of insects not secrete hormones, but that insects did not secrete any hormones at all.

ELBRAMON

The" moulting hormone"

This dogma delayed research and it was not until 1917 that Kopec discovered that if full-grown caterpillars of Lymantria were ligated halfway along the

body, the anterior half duly pupated but the posterior half remained unchanged as a larva; and that removal of the brain from such full-grown caterpillars likewise prevented pupation-although starved larvae from the same batch, with the brain intact, pupated and developed into adult moths. If the nerve cord was cut through just behind the head, pupation and further development were not affected. From these experiments Kopec concluded that the brain was the source of a hormones necessary for growth and metamorphosis.

MONY

The suggestion that the brain was a secretory organ was surprising; it prejudiced the acceptance of these results. When Hachlow in 1931 experimented with the pupae of various butterflies which he transected at different levels and then sealed the cut ends by fixing them with wax to glass plates, he found that it was always the fragment that included the thorax which alone completed its development to the adult. From this he concluded that some centre of an undetermined nature (he did not specify a hormone source) situated in the thorax, was controlling growth and metamorphosis. Experiments on the same lines as those of Kopec were carried out in the blowfly Calliphora in 1935 by Fraenkal who likewise found that if the larvae, a few hours before puparium formation was due to occur, were ligatured around the middle, the cuticle of the anterior half was transformed into a hard and dark "puparium; the posterior half retained the white and soft character of the larva.

At about this same time similar results were obtained in the blood sucking bug Rhodnius. This insect has five larval stages in each of which it takes only a single gigantic meal of blood; it then moults to the next instar, ten to twenty days later according to which larval stage is being studied. Thus the 4^{th}- stage larva requires about 14^{th} days between feeding and moulting at 26 ^{0}C. If the head is removed and the neck sealed with paraffin wax soon after feeding, no growth occurs and the larva does not moult-although such larvae remained alive for many months. But at about four days after feeding in the 4 thstage there is a "critical period", such as had been observed by Kopec in Lymantria, and after this critical period moulting takes place normally even after decapitation (Fig 1) The headless insect very rarely sheds the old cuticle; but otherwise the entire process of growth and cuticle formation, often with normal hardening and pigmentation, is completed.

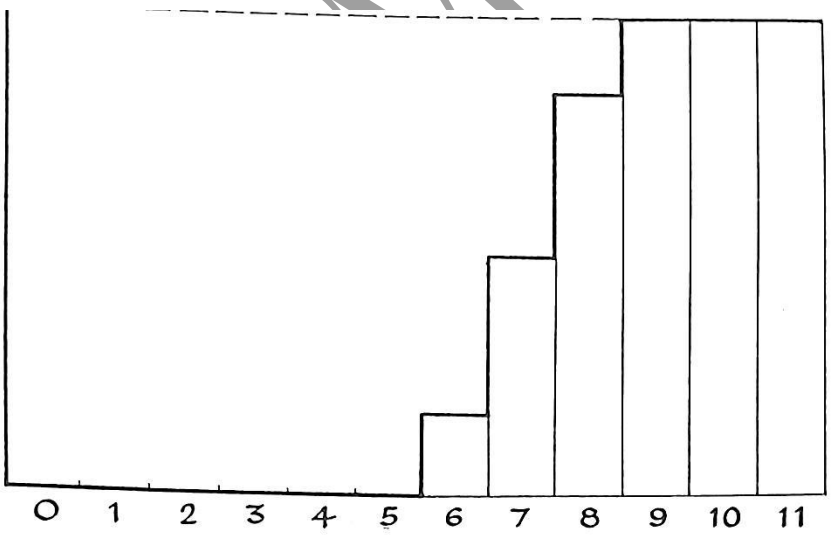


FIG. 1. Effect of decapitation on moulting of *Rhodnius* 5th-stage larva. Ordinate: proportion of larvae moulting; abscissa: number of days after feeding when a given batch was decapitated.

Here again there was clear-cut evidence that the moulting process was initiated by a hormone present in the circulating blood; for if two larvae of Rhodnius were decapitated, one at twenty-four hours after feeding(that is, before the critical period) and the other at seven or eight days after feeding (that is, after the critical period) and these two insects were then joined with paraffin wax-then the twenty-four hour insect also would be induced to moult. The same result was obtained if the cut ends were not brought directly into contact but were connected by a glass capillary several millimeters long.

Source of the moulting hormone

Early it was discovered by Ernst Scharrer that the brain in many animals contains cells which often give the histological appearance of secreting cells. They were called "neurosecretory cells" and were found in mammals and other vertebrates, and in many invertebrates, including the honey-bee among insects. Hanstrom undertook to look for cells of this type in Rhodnius and he readily demonstrated their presence in the dorsum of the brain. IT was them found tat if the region containing the neurosecretory cells was cut out from the brain of a Rhodnius larva a few days after feeding, and was implanted into the abdomen of a larva decapitated before the critical period, this larva could be induced to moult. No other part of the brainhad this effect. This was indeed the first demonstration of a function (and an endocrine function) for the neurosecretory cells in any animal.

But it will be recalled that Hachlow had shown that in the pupa of Lepidoptera the centre necessary for growth and moulting appeared to be located in the

thorax. And it was found by Burtt in Calliphora and by Hadorn and Neel in Drosophila that if the "ring gland" of Weismann (fig. 2) was excised the larva was no longer able to from the puparium; and that 'ring glands" taken from mature Drosophila larvae and implanted into younger larvae, will induce puparium formation before the normal time. It appeared that in these insects this thoracic gland was the source of the hormone.

As long ago, in his classic work on the goat moth caterpillar Cossus,(حشرة (تصيب البلوط) Lyonet had described what he called" granulated vessels" in the fore-part of the thorax. It was found by Fukuda that it is this gland, commonly called today the "prothoracic gland", which is the source of the moulting hormone in the silkworm Bombyx.