### شكل النمو النباتى

لا توجد حالات من المقاومة يكون مردها إلى شكل نباتى معين، وإن كان من الممكن أن يرتبط الشكل بالعوامل المسئولة عن المقاومة، ومن أمثلة ذلك ما يلى:

١ – تكون أصناف القطن ذات الأوراق الشبيهة بأوراق البامية أقل تعرضًا للإصابة بغالبية آفات القطن الحشرية.

٢ – تكون أصناف السورجم الأكثر طولاً، والتى تتباعد أوراقها عن بعضها البعض وتصنع زوايا ضيقة مع السيقان أقل قابلية للإصابة بالمن.

٣ – تقل أعداد التربس التى تصيب البصل كلما ازداد انفراج الزاوية التى يصنعها نصل الورقة مع الساق الكاذبة، علمًا بأن الزاوية الضيقة قد توفر حماية أكثر للتربس ضد الظروف الجوية غير المناسبة (عن Sadasivam & Thayumanavan ٢٠٠٣).

## دور الخصائص النباتية البنائية (التركيبية والتشريحية) فى المقاومة

### الشموع السطحية

يُغطى أديم الأوراق النباتية بطبقة من الشمع توفر حماية لها من الفقد الرطوبى والإصابة بالأمراض والحشرات. والشمع هو إيستر لحامض دهنى طويل السلسلة وكحول أليفاتى ذات وزن جزيئى مرتفع. وتتباين الشموع النباتية من أقل من ١٪ من الوزن الجاف للنبات إلى عدة أضعاف ذلك.

**يدخل فى تركيب الدهون التى تغطى الأديم النباتى epicuticular lipids، المكونات الرئيسية التالية:**

١ – المركبات الهيدروكربونية ومشتقاتها، مثل: الألكينات alkanes والكحولات الثانوية والكيتونات ketones والكيتولات ketols والداى كيتونات diketons.

٢ – إسترات الشموع والمركبات القريبة منها، مثل: إسترات الألكيل alkyl esters والأحماض الدهنية، والألدهيدات aldehydes والكحولات الدهنية fatty alcohols.

٣ – مركبات أخرى، مثل: β- sitosterol، و diterpene esters، و triterpenoids و phenolic esters.

هذا .. ويتباين تواجد تلك الدهون الأديمية - بمختلف أنواعها - باختلاف النوع النباتى، وعمر النبات، والظروف البيئية، والجزء النباتى، وسطح الورقة (العلوى أم السفلى)، وعمر الورقة، وظروف النمو (بالحقل أم بالصوبة أم بحجرات النمو). وما من شك فى أن تلك المركبات الكيميائية السطحية بالأوراق تؤثر فى سلوك الحشرات التى تمتلك القدرة على تعرف تلك المركبات سواء أكان ذلك باللمس أو بالشم. وتتباين كثيرًا تلك الشموع السطحية فى تأثيراتها على سلوك الحشرات (جدولا ١٤-٥، و ١٤-٦) (عن Sadasivam & Thayumanavan ٢٠٠٣).

جدول (١٤-٥): الشموع النباتية السطحية التى تعمل كجاذبات للتغذية أو معيقات لها حسب محتواها الكيميائى (عن **Panda & Khush ١٩٩٥**).

| النبات | الحشرة | الهوية الكيميائية للشمع | التأثير على سلوك الحشرة |
|---|---|---|---|
| السورجم (النباتات الصغيرة) | *Locusta migratoria* | Surface wax: nonpolar compound (fractions containing n-alkaline, esters, and p-hydroxybenzaldehyde) | معيقة |
| *Avena sativa* | *Oscinella frit* | Hydroxy-β-diketones | جاذبة |
| *Vicia faba* | *Acyrthosiphon pisum* | Surface wax: alkanes $C_{32}$ | جاذبة / محفزة |
| *Brassica* spp. | *Acyrthosiphon pisum* | Surface wax: alkanes $C_{29}$ fatty acid | معيقة |
| أوراق التفاح | *Aphis pomi* | Aqueous surface extract: phenolic glucoside, i.e., phloridzin | جاذبة / محفزة |
| | *Rhopalosiphum insertum* | | جاذبة / محفزة |
| | *Aphis pisum* | | معيقة |
| | *Myzus persicae, Amphorophora agathonica* | | معيقة |
| الأرز (صنف مقاوم) | *Nilaparvata lugens* | Epicuticular wax: higher proportion of short-chain hydrocarhons and carhonyl compounds | معيقة |
| أوراق التوت | *Bombyx mori* | Surface waxes: $C_{26}$ and $C_{28}$ alcohols | محفزة |

تابع جدول (١٤-٥).

| النبات | الحشرة | الهوية الكيميائية للشمع | التأثير على سلوك الحشرة |
|---|---|---|---|
| البيسية والبلسم White spruce and balsam fir | *Choristoneura fumiferana (spruce budworm)* | Extracts of epicuticular wax | جاذبة / محفزة |
| القطن | *Anthonomus grandis* | Esters from surface wax of cotton buds and anthers (geranylgeraniol with $C_{22}$ and phytol with $C_{12}$ acid moiety) | جاذبة / محفزة |
| Cotton *G. hirsutum* variety Acala SJ2 | *Spodoptera littoralis* | Phylloplane alkalinity from cotton leaf surface | معيقة |

جدول (١٤-٦): أمثلة لبعض حالات الشموع السطحية – المسئولة عن المقاومة للحشرات – فى النباتات (عن **Sadasivam & Thayumanavan** ٢٠٠٣).

| النوع النباتى | الحشرة | التأثير عليها |
|---|---|---|
| البروكولى | *Phyllotreta albionica* | الأوراق الشمعية أكثر مقاومة عن العادية |
| *Brassica oleracea* var. *acephala* | *Brevicoryne brassicae* | لا يمكن للحشرة استعمار النباتات غير الشمعية |
| | *Aleyrodes brassicae* | لا يمكن للحشرة استعمار النباتات غير الشمعية |
| *Rubus phoenicolasius* | *Byturus tomentosus* | النباتات الشمعية مقاومة |
| | *Amphorophora rubi* | النباتات الشمعية مقاومة |
| الخروع | *Empoasca flavescens* | القابلية للإصابة مع الغطاء الشمعى |
| | *Achaea janata* | كثافة حشرية منخفضة مع نقص أو اختفاء الغطاء الشمعى |
| السورجم | كل الحشرات | تختفى القشور الشمعية فى الهجن المقاومة |
| | المن | الأوراق الشمعية مقاومة |
| | *Tetranychus telarius* | الأوراق الشمعية مقاومة |
| | *Macrosiphon avenae* | الأصناف غير الملساء مقاومة |

تابع جدول (١٤-٦).

| النوع النباتى | الحشرة | التأثير عليها |
|---|---|---|
| | | *Schizaphis graminum* ارتباط اختفاء الشموع بالمقاومة |
| القمح | ناخر الساق | للشمع السطحى تأثير معين |
| قصب السكر | | *Eldana saccharina* يُسهم الشمع السطحى فى المقاومة |
| البصل | | *Thrips tabaci* تزداد المقاومة فى النموات الشمعية |

**ومن الأمثلة العامة على دور الشموع السطحية فى مقاومة الحشرات، ما يلى:**

١ - مقاومة الراسبرى *Rubus phoenicolasius* ذو الإفرازات الشمعية الثقيلة لكل من خنفساء الراسبرى *Byturus tomentosus*، ونوع المن Amphorophora rubi.

٢ - مقاومة بعض المحاصيل الصليبية لخنفساء الكرنب *Phyllotreta albionica* والفراشة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella*.

٣ - تقضى يرقات بعض الحشرات وقتًا أطول بصورة معنوية فى الحركة على سطح أوراق الكرنب المغطاة بطبقة سميكة من الشمع عما فى الأصناف العادية.

وعلى الجانب الآخر، فإن الأوراق الشمعية للكيل تحفز تغذية من الكرنب *Brevicoryne brassicae* وذبابة الكرنب البيضاء *Aleurodes brassicae*.

كذلك فإن الشموع السطحية لبعض الأنواع النباتية تحتوى على مركبات كيميائية تؤثر فى سلوك الحشرات. وعلى سبيل المثال .. تحفز المركبات الكبريتية التى تدخل فى تكوين الشموع السطحية للبصل استقرارفراشة الكرات *Acrolepiopsis assectella* لأجل وضع بيضها، ويكون لمركبات الـ furanocoumarins التى تنبعث من شموع أوراق الجزر تأثيرًا مماثلاً على ذبابة صدأ الجزر *Psilia rosae* (عن Smith وآخرين ١٩٩٤).

## الأديم النباتى

إن الأديم النباتى عبارة عن غشاء غير متجانس يتواجد فيه الشمع والبكتين والسيليلوز - بنسب متباينة - فى إطار من الكيوتين، ويلعب الأديم دورًا هامًا فى قدرة الحشرات على التغذية والعثور على موقع لوضع بيضها.

## السيليكا

تقدم جذور النباتات بامتصاص السيليكا الذائبة، حيث تنتقل فى النبات إلى أن تترسب فى بعض الأنسجة، ولقد أوضحت عديد من الدراسات وجود علاقة بين ترسبات السيليكا فى بعض الأنسجة النباتية ومقاومة النباتات لبعض الحشرات. تتعارض زيادة ترسبات السيليكا مع تغذية الحشرات وقدرتها على حفر أنفاق لها فى عوائلها، وتؤدى إلى سرعة استهلاك أجزاء فمها (عن Smith وآخرين ١٩٩٤).

ولقد وجد أن عديدًا من الأنواع النباتية – وخاصة من العائلات: النجيلية Graminae، والنخيلية Palmae، والـ Cyperaceae – تحتوى على ترسبات من السيليكا على جدر البشرة، يكون لها دور فى مقاومة بعض الحشرات (جدول ١٤-٧).

جدول (١٤-٧): حالات من المقاومة للحشرات ترتبط بتواجد السيليكا على النباتات (عن Sadasivam & Thayumanavan ٢٠٠٣).

| النبات | الحشرة | تأثير السيليكا على الحشرة |
|---|---|---|
| الأرز | *Chilo suppressalis* | تآكل فك الحشرة |
| | *Chilo zacconius* | ضعف القدرة على البقاء |
| | *Scirpophaga incertulas* | قلة التواجد على النبات |
| السورجم | *Atherigona varia soccata* | قلة التواجد على النبات |
| | ناخرة الساق | قلة التواجد على النبات |
| القطن | نطاطات الأوراق | قلة التواجد على النبات |
| البامية | نطاطات الأوراق | قلة التواجد على النبات |

ولقد لوحظت زيادة فى شدة الإصابة بحشرة *Chilo suppressalis* عندما زرع القمح فى الأراضى الفقيرة فى السيليكون عنه فى الأراضى الغنية به. كما وجد ارتباط بين مقاومة الشيلم لحشرة *Oscinella frit* (الـ frit fly) وبين محتواه من السيليكا.

## صلابة السيقان والأنسجة وسمك الأنسجة

تتعارض صلابة مختلف الأجزاء والأنسجة النباتية مع تغذية الحشرات. كما أن زيادة سمك السيقان بزيادة عدد طبقات خلايا الأنسجة الخارجية يحد من قدرة

الحشرات على اختراق السيقان، أو من وصول أجزاء فم الحشرات الثاقبة الماصة – كالمن – إلى اللحاء (عن Smith وآخرين ١٩٩٤).

وتعرف أمثلة عديدة على التغيرات فى مدى صلادة سيقان النباتات وتأثير ذلك على قابليتها للإصابة ببعض الآفات الحشرية (جدول ١٤–٨)، وتظهر تلك الحقيقة – بصورة خاصة – فى حالة حفارات الساق، ولكنها لا تقتصر عليها. ونجد – على سبيل المثال – أنه فى الجنس *Cucurbita* .. تعد السلالات ذات السيقان المتخشبة الصلبة التى تتميز بحزمها الوعائية المندمجة الصلبة المصدر الرئيسى لمقاومة حشرة *Melittia cucurbita* (حفار ساق الكوسة Squash Vine Borer)؛ حيث تعيق هذه الحزم الوعائية اختراق اليرقة للساق وتغذيتها عليه.

جدول (١٤–٨): تأثير خصائص السيقان – والأعضاء النباتية الأخرى – وصلابتها على مقاومة النباتات للحشرات (عن Sadasivam & Thayumanavan ٢٠٠٣).

| النوع المحصولى | الخصائص التشريحية | الحشرة | التأثير على الحشرة |
|---|---|---|---|
| القمح | ساق مصمته | ذبابة ساق الحنطة النشارى *Cephus cinctus* | جفاف البيض وضعف حركة اليرقات |
| قصب السكر | صلادة قشرة الساق ومحتواها من الألياف | يرقات *Diatrea saccharalis* | لوحظت المقاومة |
| | بروزات مسننة بالعرق الوسطى للأوراق، ولجننة الجدر الخلوية وعدة طبقات من الخلايا الاسكليرونشيمية، وعدد من الأحزمة الوعائية | *Diatrea saccharalis* | لوحظت المقاومة |
| | ساق صلبة | *Chilo sacchariphagus indicus* | ضعف التغذية |
| | صلابة قشرة الساق | *Chilo infuscatellus* | ضعف التغذية |
| *Cucurbita* spp | حزم وعائية صلبة متقاربة | حفار ساق الكوسة *Melittia cucurbitae* | المقاومة للاختراق والتغذية |

تابع جدول (١٤-٨).

| النوع المحصولى | الخصائص التشريحية | الحشرة | التأثير على الحشرة |
|---|---|---|---|
| الطماطم البرية | طبقة سميكة من القشرة بالساق | المن *Macrosiphum euphorbiae* | منع القليم من الوصول إلى النسيج الوعائى |
| البرسيم الحجازى | حزم وعائية ملجننة | *Empoasca fabae* | ضعف القدرة على تحديد موقع لوضع البيض |
| اللفت وكرنب بروكسل | صلابة الأوراق | خنفساء المسترد *Phaedon cochleariae* | ضعف قدرة اليرقات على التغذية والنمو |
| اللوبيا | سماكة جدر القرن | سوسة اللوبيا *Chalcodermus aeneus* | ضعف القدرة على اختراق القرون |
| الأرز | زيادة سمك طبقة تحت البشرة | *Chilo suppressalis* | لوحظت المقاومة |
| | طبقات سميكة من الخلايا الاسكليرونشيمية تحت البشرة | حفار الساق | لوحظت المقاومة |
| | زيادة سماكة الطبقة الاسكليرونشيمية عن البارانشيمية | حفار الساق | لوحظت المقاومة |
| السورجم | لجننة واضحة – جدر سميكة تحيط بأغلفة الحزم الوعائية بمجموعة الأوراق الصغيرة القمية | *Atherigona varia soccata* | لوحظت المقاومة |
| الباذنجان | طبقات سميكة من الحزم الوعائية ذات الخلايا الملجننة | *Leuinodes orbonalis* | ضعف القدرة على اختراق القمة الخضرية |
| القطن | زيادة تصلب قمة الساق إلى الضعف | المن | لوحظت المقاومة |

## دور الخصائص النباتية الكيميائية الحيوية فى المقاومة

### تباين أنواع المركبات الكيميائية المؤثرة فى الحشرات

تتباين أنواع المركبات المؤثرة على الكائنات الأخرى (allelochemicals) التى تفرزها النباتات. كما تتباين فى تأثيراتها على سلوك وفسيولوجيا الحشرات. كما يلى (جدولا ١٤-٩، و ١٤-١٠):