٣ – النمو الحشرى:

تُعد تغذية الحشرة وأيض الغذاء الذى تستهلكه من أهم دلائل المقاومة والقابلية للإصابة.

٤ – فترة حياة الطور البالغ ومدى خصوبته وعدد البيض الذى تضعه كل أنثى.

٥ – اختيار الحشرة للموقع المناسب لها لوضع البيض oviposition.

٦ – قدرة البيض على الفقس egg hatchability.

٧ – الزيادة فى حجم عشيرة الحشرة (عن Smith وآخرين ١٩٩٤).

وراثة المقاومة

يمكن أن تكون وراثة المقاومة للحشرات والأكاروسات على أية صورة من الصور التى سبقت دراستها بالنسبة لمقاومة الأمراض، فهى قد تكون بسيطة، أو كمية، أو oligogenic (أى يتحكم فيها عدد قليل من الجينات الرئيسية)، وقد تكون جينات المقاومة سائدة، أو متنحية، أو ذات تأثير إضافى (جدولا ١٢–٢، و ١٢–٣).

ويتحكم – أحيانا – جين واحد فى مركب ما – يعد مادة أولية Precourser – لتمثيل سلسلة من المركبات الأخرى التى قد يكون بعضها مسئولا عن مقاومة الآفة. وفى حالات كهذه .. قد تكون المقاومة بسيطة (إذا تحكم جين واحد فى تمثيل المادة الأولية). ولكنها تظهر فى عدة صور. كذلك قد يتحكم جين آخر فى تمثيل مركب ثان يعمل بدورة كمادة أولية لتمثيل سلسلة المركبات التى قد تتشابه أو تختلف مع مركبات السلسلة الأولى؛ وبذا .. يمكن أن يتحكم فى المقاومة زوجان من الجينات غير الآليلية اللذان قد يكونان مسئولين عن نظامين مختلفين أو نظام واحد للمقاومة.

وجدير بالذكر أن المقاومة للحشرات أو الأكاروسات قد تكون تامة أو جزئية. ولا يجب إهمال النوع الثانى فى غياب المقاومة التامة للحشرة. لأن المقاومة الجزئية قد تغنى عن الرش بالمبيدات، وتفيد فى مكافحة الآفة إذا وجدت بأعداد قليلة. إلا أن المقاومة الجزئية لا تفيد إذا وجدت الآفة بأعداد كبيرة. أو إذا أصابت الجزء المستعمل فى الغذاء.

جدول (١٢-٢): وراثة المقاومة لعدد من الآفات الحشرية الرئيسية للمحاصيل الزراعية (عن Panda & Khush ١٩٩٥).

المحصول	الآفة الحشرية	وراثة المقاومة والجين أو الجينات التى يتحكم فيها[أ]
الأرز	Brown planthopper	Bph-1, bph-2, Bph-3, bph-4, pbh-5, Bph-6, bph-7, bph-8, Bph-9
	Whitebacked planthopper	Wbph-1, Wbph-2, Wbph-3, wbph-4, Wbph-5
	Green leafhopper	Glh-1, Glh-2, Glh-3, glh-4, Glh-5, Glh-6, Glh-7, glh-8
	Zigzag leafhopper	Zlh-1, Zlh-2, Zlh-3
	Gall midge	Gm-1, Gm-2
	Striped stem borer	Monogenic (antibiosis), Polygenic (tolerance)
القمح	Hessian fly	H-1, H-2, H-3, h-4, H-5, H-6, H-7, H-8, H-9, H-10, H-11, H-12, H-13, H-14, H-15, H-16, H-17, H-18, H-19, H-20, H-21, H-22, H-23, H-24, H-25, H-26
	Greenbug	gb (Gb-1), Gb-2, Gb-3, Gb-4, Gb-5
	Cereal leaf beetle	2-3 genes, polygenic
	Wheat stem sawfly	1-4 genes (stem solidness)
الذرة	European corn borer	Polygenic
	Corn earworm	Polygenic
	Western corn rootworm	Monogenic, polygenic
	Corn leaf aphid	Monogenic, polygenic
	Fall armyworm	Polygenic
	Spotted stem borer	Polygenic
السورجم	Corn leaf aphid	
	Greenbug	Monogenic, 2-3 genes
	Shootfly	Polygenic, tr (trichome on leaf surface)
	Sorghum midge	2-3 genes, polygenic
	Chinch bug	Monogenic, 1-2 dominant genes
	Stem borer	Polygenic
الشعير	Hessian fly	H-f, Hf-1, Hf-2
	Cereal leaf beetle	Monogenic
	Greenbug	Grb (Rsg-1a), Rsg-2b
	Corn leaf aphid	s-1, s-2(complementary)
القطن	Boll weevil	A few genes (pubescence, frego bract, okra leaf)
	Thrips (*Thrips* spp.)	H-1, H-2, Sm (hairiness, smooth leaf) nonpreference
	Tobacco budworm	Gl-2, Gl-3 (nonpreference/antibiosis)
	Jassids (*Empoasca* spp.)	H, H-1, H-2, a few modifiers (hairiness)
	Tarnished plant bug	

تابع جدول (١٢-٢):

المحصول	الآفة الحشرية	وراثة المقاومة والجين أو الجينات التى يتحكم فيها[أ]
	Pink bollworm	A few genes, polygenic
التفاح	Rosy leaf curling aphid	Sd-1, Sd-2, Sd-3, Sd-pr
	Rosy apple aphid	Smh
	Wooly apple aphid	Er
الراسبرى	Rubus aphid *Amphorophora rubi*	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, A-10, A-k4a
	Amphorophora agathonica	A-cor 1, A-cor 2, Ag-1, Ag-2, Ag-3 (complementary)
الكشمش الأسود	Leafcurling midge	Dt
	Gall mite	Ce
الوالح	Red scale	Polygenic
الكنتالوب	Melon aphid	Monogenic
	Red pumpkin beetle	Monogenic, polygenic
الخيار	Striped cucumber beetle	cu, polygenic
	Two-spotted spider mite	Bi, polygenic
الكوسة	Squash bug	Polygenic
القرع العسلى	Fruit fly	Fr (two complementary dominant genes)
الخس	Leaf aphid	Nr
	Root aphid	Cytoplasmic and nuclear genes (modifiers)
البامية	Cotton jassid	Polygenic, monogenic (cotyledonary stage)
الطماطم	Fruit borer	Polygenic
البطاطس	Potato tuber moth	A few genes, polygenic
فول الصويا	Mexican bean beetle	2-3 genes, polygenic
فاصوليا المنج	Azuki bean weevil	Monogenic
الفاصوليا	Leafhopper	Polygenic
اللوبيا	Cowpea aphid	Rac, Rac-1, Rac-2
	Cowpea seed beetle	rcm-1, rcm-2
البرسيم	Spotted alfalfa aphid	A few major genes
الحجازى	Pea aphid of alfalfa	Monogenic
	Sweet clover aphid	Monogenic
	Potato leafhopper	Polygenic

جدول (١٢-٣): وراثة المقاومة للحشرات فى بعض المحاصيل الزراعية (عن Singh ١٩٩٣).

نوع المقاومة	النوع المحصولى	الآفة	وراثة المقاومة[أ]	تواجد السلالات البيولوجية
المقاومة بسيطة أو	القمح	البقة الخضراء	1d + m	+
oligogenie	الأرز	نطاطات النباتات البنية	2D = 2d	+
		ذبابة التثأل	2D + 1d	+
		نطاطات النباتات ذات الظهر الأبيض	3D + 1d	+
		نطاطات الأوراق الخضراء	6D + 1d	+
	القطن	الجاسيد	1D + m	−
	الراسبرى	المن	1D	+
	التفاح	المن الصوفى	1D	+
	القمح	ذبابة هسيان	5D + 5d	+
		ذبابة الساق المنشارية	1D + 1d	−
	الشعير	البقة الخضراء	2D	+
	الذرة	حفار الساق	NK	−
	البرسيم الحجازى	من البسلة	1D + 1d	−
المقاومة كمية	القمح	خنفساء الأوراق	NK	−
	الأرز	حفار الساق	NK	−
	الذرة	دودة الكوز	NK	−
		من الأوراق	NK	−
	البرسيم الحجازى	المن المبقع	NK	−
	الكرنبيات	المن	NK	+
المقاومة	الذرة	حفار ساق الذرة الأوروبى	سيتوبلازمية	−
سيتوبلازمية	الخس	من الجذور	سيتوبلازمية	−

أ: D = سائد، و d = متنحى، و m = جينات محورة، و NK = غير معروف، و + تعنى تواجد طرز بيولوجية قادرة على كسر المقاومة، و − تعنى عدم العثور على طرز بيولوجية قادرة على كسر المقاومة.

ومن الأمثلة على الحالات المختلفة لوراثة المقاومة، ما يلى:

١ - المقاومة التى يتحكم فيها جين واحد:

من أمثلة المقاومة التى يتحكم فيها جين واحد مقاومة القمح للبقة الخضراء، والراسبرى للمن، والأرز لنطاطات الأوراق ونطاطات النباتات، والقطن للجاسيد، والتفاح للمن الصوفى.

وتتميز المقاومة البسيطة – عادة – بصفة معينة واحدة تكون هى المسئولة عن المقاومة. وبأنها يمكن أن تكسر بسهولة الطرز الحيوية الحشرية القادرة على إصابة النباتات الحاملة لها، ولكن غالبية حالات المقاومة البسيطة للحشرات تحتفظ بفاعليتها لفترات طويلة جدًّا لأسباب أسلفنا بيانها فى موضع آخر (عن Singh ١٩٩٣).

ومن الأمثلة على حالات المقاومة البسيطة للحشرات ما يلى (عن Gallun & Kush ١٩٨٠):

المحصول	الحشرة	وراثة المقاومة
القاوون	من القاوون *Aphis gosypii*	بسيطة وسائدة (الجين Ag)
الكوسة	خنفساء القرع العسلى الحمراء *Aulacophora foveicollis*	بسيطة وسائدة (الجين Af)
	خنفساء الخيار *Acalymma vittatum*	كمية والجينات ذات تأثير إضافى
	خنفساء الكوسة *Anasa tristis*	كمية وسائدة جزئيًّا

وتتوفر المقاومة البسيطة فى الأرز ضد نطاط الأوراق الأخضر green leafhopper الذى ينتشر تواجده فى كل آسيا، وخاصة فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. تصيب الحشرة الأرز مسببة له أضرارًا كثيرة مباشرة، فضلاً عن نقلها له لفيرس تنجرو tungro virus.

وتعرف عدة جينات لمقاومة تلك الحشرة، وهى تتوزع فى عدة أصناف من الأرز، كما يلى (عن Kush ١٩٩٢):

الجين	الصنف
Glh-1	**Pankhari 203**
Glh-2	**ASD 7**
Glh-3	**1R 8**
glh-4	**Ptb 8**
Glh-5	**ASD 8**
Glh-6	**1R 36**
Glh-7	**Modai Karuppan**
glh-8	**DV 85**

٢ – المقاومة التى يتحكم فيها عدد محدود من الجينات:

تعرف المقاومة التى يتحكم فيها عدد محدود من الجينات (من ٢–٤ جينات) باسم oligogenic resistance. وفيها قد يتحكم كل جين فى صفة بسيطة للمقاومة. أو تتحكم جميع الجينات – معًا – فى صفة واحدة تكون هى المسئولة عن المقاومة للحشرة. ومن الأمثلة على حالة المقاومة تلك مقاومة القمح لكل من ذبابة هسيان وذبابة الساق المنشارية. والشعير للبقة الخضراء، والبرسيم الحجازى للمن.

٣ – المقاومة التى يتحكم فيها عديد من الجينات:

تتميز المقاومة التى يتحكم فيها عدة جينات بانها تشتمل على أكثر من خاصية نباتية تؤثر فى صفة المقاومة. وبأنها أكثر ثباتًا، وبأن الاختلافات بين النباتات المقاومة والقابلة للإصابة ليست فاصلة كما فى حالة المقاومة البسيطة. وإنما يوجد فيها استمرارية. كما أن نقل تلك المقاومة إلى الأصناف التجارية يعد أكثر صعوبة من نقل المقاومة البسيطة. ومن أمثلتها مقاومة القمح لخنفساء أوراق الحبوب. والبرسيم الحجازى للمن المبقع. والأرز لثاقبات الساق. والذرة لدودة الكوز ومن الأوراق (عن Singh ١٩٩٣).

الطرز البيولوجية، وعلاقتها بالمقاومة، ونظرية الجين للجين

الطرز البيولوجية (السلالات الفسيولوجية)

تعرف السلالات الحشرية التى تتباين فى قدرتها على إصابة أصناف العائل التى تختلف – بدورها – فى جينات المقاومة التى تحملها باسم طرز بيولوجية biotypes. وهى تتشابه فى طبيعتها مع السلالات الفسيولوجية physiological races والطرز الباثولوجية pathotypes فى مسببات الأمراض. إلاّ أن معدل ظهور الطرز البيولوجية الجديدة فى الحشرات يقل كثيرًا عن معدل ظهور الطرز الباثولوجية فى مسببات الأمراض بمختلف أنواعها. كما أن ظهورها لا يكون لافتًا للنظر مثلما يكون عليه الحال بالنسبة للطرز الباثولوجية.