حقوق الطبع محفوظة

الوراثة الجزيئية للحشرات

مقدمة عن المبادئ والتطبيقات

تأليف
مارغوري هوي

ترجمة
يحيى زكي العتال
أحمد الخازم الغامدي

مارغوري هوي

حقوق الطبع محفوظة

II

الوراثة الجزيئية للحشرات

مقدمة عن المبادئ والتطبيقات

الجزء الاول

تأليف

مارغوري هوي

ترجمة

د. يحيى زكي العتال
دكتوراة الحشرات التطبيقية - علوم النحل كرسي المهندس عبدالله بقشان للابحاث النحل - كلية علوم الاغذية والزراعة - جامعة الملك سعود

أ. د. أحمد الخازم الغامدي
دكتوراة علم النحل - المشرف على كرسي المهندس عبدالله بقشان للابحاث النحل - كلية علوم الاغذية والزراعة - جامعة الملك سعود

مقدمة المترجمين

يُعدُّ هذا الكتاب واحداً من أهم الترجمات في مجال البيولوجية الجزيئية للحشرات. حيث ينفرد عن غيرة من المراجع والمقررات الجامعية لمرحلة البكابوريوس والماجستير بأنه يقدم شرحاً وافياً عن المورثات وتنظيم المادة الوراثية من حيث تركيب المورث ومضاعفته ونسخه وترجمته وتنظيمه وتطوره والتحكم بالمورثات في الحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى. كما يشرح في الباب الثاني شرحاً تفصيلياً عن تقنات الوراثة الجزيئية المستخدمة في قص ولصق واستنساخ الحمض النووي، والتعبير عنه والنواقل الوراثية المستخدمة في عمليات التعديل الوراثي والمكتبات الوراثية وسَلسَلة الحمض النووي مع ذكر الأمثلة التوضيحية المتعلقة بالحشرات. ويعرض الباب الثالث من هذا الكتاب التطبيقات المختلفة لعلم البيولوجيا الجزيئية بالحشرات فيقدم شرحاً وافياً عن تحديد الجنس في الحشرات، وتطور الأجنة، ومورثات الصدمة الحرارية، ومورثات الحرير، والوراثة الجزيئية لسلوك الحشرات، والتعلم والذاكرة، كما يعرض عرضاً شاملاً لموضوعات التنظيم الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي في الحشرات وبيئة الحشرات الجزيئية، وأخيراً يتحدث عن استخدام الحشرات المعدلة وراثيا في مجال مكافحة الأفات. وقد تم تنظيم الكتاب بثلاثة أبواب وأربعة عشر جزءاً تحتوي على عشرات الأشكال، والجداول، والصناديق التوضيحية.وقد وضعت ترجمة هذا الكتاب في جزئين، حيث يحتوي الجزء الأول على البابين الأول والثاني، بينما يحتوي الجزء الثاني على الباب الثالث (تطبيقات في علم الحشرات) بالإضافة إلى ثبت المصطلحات وكشاف الموضوعات.

لقد تطور علم البيولوجية الجزيئية المعني بدراسة الحشرات من حيث التركيب والوظيفة والسلوك تطوراً كبيراً ومدهشاً خلال العقدين الماضيين، فقد تم الإنتهاء من استكمال مشروع تعريف جينوم ذبابة الفاكهة ونحل العسل ودودة القز، والعديد من الحشرات الأخرى ونتج عنها الكثير من المفاجآت بما يتعلق بالمورثات وتركيبها ووظيفتها وتطورها، كما أصبح التعديل الوراثي في الحشرات بما فيها ذبابة الفاكهة أمراً ممكنا بل وروتينياً، ليس ذلك فحسب، بل إن التقنيات الجزيئية المستخدمة أصبحت متوفرة وبسيطة من حيث الإجراءات. ويعدُّ هذا الكتاب بنسخته الأصلية مقرراً دراسياً في العديد من الجامعات الأجنبية، ومرجعاً مهماً باللغة العربية لعلماء الحشرات بشكل عام وللباحثين في محال البيولوجية الجزيئية للحشرات ولطلبة علم الحشرات بشكل خاص، وسوف يساعد هذا الكتاب علماء الحشرات بإعداد وتنفيذ مشاريع بحثية جديدة ذات أهمية عظمى في فهم تركيب ووظيفة وسلوك الحشرات.

لقد استنفذت عملية ترجمة هذا الكتاب الجهد والوقت على مدار عامين كاملين، ونحن على يقين بأن الكمال أنما هو سراب لايمكن الوصول الية ولكنّا عملنا بكل جهد ممكن على إخراجة بالشكل المطلوب حتى يتسنى للطلبة والباحثين الاستفادة منه بأكبر قدر ممكن. فبعد شكر الله عز وجل الذي ألهمنا المقدرة على القيام بهذا العمل نتوجة بالشكر الجزيل إلى معالي مدير جامعة الملك سعود الأستاذ الدكتور بدران بن عبدالرحمن العمر حفظه الله، وسعادة الأستاذ الدكتور أحمد بن سالم العامري على الدعم المتواصل والحثيث لأعضاء هيئة التدريس والباحثين ؛ بهدف رفعة وتميز جامعتنا العزيزة وتبوئها المكانة المرموقة التي نصبو جميعا اليها. كما نشكر الأساتذة الذين قاموا بمراجعة وإبداء الملاحظات على النسخة الأولية لهذا العمل، ولمن قاموا بتقيم هذا

العمل على أرائهم وتعليقاتهم الصادقة والبناءة. والشكر موصول لمدير ومنسوبي مركز الترجمة بالجامعة لما قدموه من جهدٍ، ودعمٍ، وتسهيلات لترجمة هذا الكتاب، ونسأل الله العلي القدير أن يجزيهم عنا خير الجزاء، وأن يجعل هذا العمل في ميزان حسناتنا جميعا يوم لا ينفع مال ولا بنون إلَّا من أتى الله بقلب سليم.

د. يحيى زكي العتال

د. احمد الخازم الغامدي

جامعة الملك سعود

مقدمة الطبعة الأولى

أدى تحسين تقنيات الحمض النووي (DNA) المؤلّف (المهجن) خلال العشرين سنةً السابقة إلى تقدمٍ مثيرٍ في دراسة موّرثات محددة بشكلٍ مفصل على المستوى الجزيئيّ، وكذلك إلى تقدم مذهل ومفاجئ في علم الأحياء الجزيئية، الخلويّة والتطورية. وقد وُجهت معظم دراسات علم الوراثة الجزيئيّة التي أجريت على الحشرات لدراسة ذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*)، كما نتجت بيانات قليلة نسبياً باستخدام طرق البيولوجية الجزيئية من تحليلات الحشرات الأخرى. ومع ذلك، فإن لتطبيق علم الوراثة الجزيئيّة على الحشرات الأخرى غير ذبابة الفاكهة القدرة على إحداث ثورة في علم الأحياء للكائنات والمجتمعات. ولكن لماذا اُستخدمت التقنيات الوراثيّة الجزيئيّة بشكل قليل جداً من قبل علماء الحشرات؟ قد يكون هناك عددٌ من الأسباب. إن تقنيات الحمض النووي المؤلّف تُستخدم بسهولة أكثر من قبل الباحثين الذين تلقوا تدريباً في مجال الكيمياء الحيوية والقليل من علماء الحشرات قد تلقوا تدريباً في هذا المجال، كما أن هذه التقنيات ما زالت وحتى وقتٍ قريب، مُعقدة وصعبة نسبياً، بحيث تتطلب مهاراتٍ تقنيّة عالية، بالإضافة إلى أن علماء الحشرات قد تباطؤوا في الإستفسار والسؤال عن كون هذه التقنيات مناسبة لدراسة الحشرات والمجتمعات الحشرية، لأن معظم الأبحاث المنشورة سلطت الضوء على مضوعات أساسية لتركيب المورثات، تنظيم عملها و وظيفتها وتنظيمها التطوري ونشوئها في ذبابة الفاكهة.

الأهداف

وهدفي هو أن أعرض لعلماء الحشرات مفاهيم علم الوراثة الجزيئيّة دون الافتراض بأنهم قد تلقوا تدريباً سابقاً في مجال علم الأحياء الجزيئيّة. ولم يُقصد من هذا الكتاب أن يكون بديلاً عن التدريب الرسمي في مجال علم الوراثة الجزيئيّة أو الكيمياء الحيويّة. وإذا رغب القُراء المبتدئين في تطوير مهارات الوراثة الجزيئيّة، يجب عليهم الحصول على التدريب الإضافيّ في مجال علم الوراثة والكيمياء الحيويّة. ومع ذلك، يقدم الكتاب مدخلاً إلى المصطلحات، وكذلك لمحة عامة للمبادئ والتقنيات والتطبيقات المُمكنة لعلم الوراثة الجزيئية فيما يتعلق بالمواضيع ذات الأهمية لعلماء الحشرات. ومع التفصيل بعرض واستخدام الأمثلة من الأبحاث والمقالات المنشورة حول ذبابة الفاكهة، فقد أُستخدمت أمثلة عن مِفصَليات الأرجل الأخرى. ومع ذلك، و بدون شك، فإن ذبابة الفاكهة هي النموذج الرئيس لدراسة علم الوراثة الجزيئيّة في الحشرات. آملاً بأن يكون هذا الكتاب جسراً لعلماء الحشرات الذين يسعون إلى تطبيق الأساليب المثيرة التي تم تطويرها على ذبابة الفاكهة، كما أنه سيعرض لباحثي ذبابة الفاكهة بعض المشاكل والقضايا ذات الأهمية لعلماء الحشرات الذين يسعون إلى حل هذه المشاكل التطبيقية. ولعل هذا الكتاب يساعد على كسر الحواجز بين علماء الحشرات وعلماء ذبابة الفاكهة المنعزلين عن بعضهم بعضاً من حيث وجهة النظر والمصطلحات التقنية. وإذا ساعد هذا الكتاب على تحقيق هذه الأهداف، فإنه سيكون قد حقق هدفه.

التنظيم

وقد صُمم هذا الكتاب لتتم دراسته خلال فصل دراسي واحد في دراسة علم الوراثة الجزيئيّة بالحشرات في المراحل المتأخرة من مرحلة البكالوريوس أو المراحل

المبكرة لطلاب الدراسات العليا المبتدئين. ويستعرض الباب الأول من الكتاب معلومات أساسية حول المادة الوراثية والأحماض النووية DNA و RNA، والجزيئات المهمة الأخرى (الفصول ١- ٤). ويمكن للقراء اللذين قاموا بدراسة مادة الوراثة حديثاً تخطي هذه الفصول. ويصف الفصل الخامس النظم الوراثيّة الموجودة في الحشرات، ونظرة عامة للتطور في الحشرات كافية لفهم التقنيات اللاحقة مثل التحول والتعديل الوراثي من خلال العنصر الوسيط P وتحديد الجنس. وتُوفر الفصول من السادس وحتى التاسع مقدمة عن التقنيات المفيدة، بما في ذلك الاستنساخ، وبناء مكتبة المعلومات الوراثية، ومعرفة التركيب المتسلسل للمورثات، وتفاعل البلمرة المتسلسل، والتحول الناتج عن العنصر P في ذبابة الفاكهة. ويمكن لمعظم القراء العاملين بمجال البيولوجية الجزيئيّة تخطي هذا القسم كذلك. ولم يُقصد من الفصول السادس وحتى التاسع لتكون بمثابة الجزء العملي أو كدليل مختبر، ولكن في بعض الحالات، تم وضع مخططاً لتنفيذ بعض التقنيات من أجل تزويد المبتدئ بشعور حول درجة التعقيد أو البساطة لتلك الإجراءات والخطوات وبعض القضايا المهمة في حل المشاكل لاحقاً. وفي جميع أجزاء الكتاب، وُضعت المراجع للقارئ المُهتم بمتابعة مواضيع وتقنيات مُحددة، على الرغم من أنها ليست شاملة، إلا أنها توفر لمحة تاريخية، ولم يقدم المؤلف دائماً إشارات عن المنشور الأول حول الموضوع المعني. وبدلاً من ذلك، استعرض المقالات أو المنشورات المرجعية أو المنشورات الحديثة والتي تتضمن إشارات عن المراجع السابقة.

وأخيراً، في الباب الثالث للكتاب (الفصول من العاشر إلى الرابع عشر)، حاولتُ أن أوضح بأن تقنيات الوراثية الجزيئيّة يمكن أن تحل سِلسلة متنوعة من المشاكل الأساسية والتطبيقية. ويَهدف الباب الثالث بأن يستعرض للقراء الأبحاث الجزيئية المثيرة والتي أدت إلى ثورة علم الأحياء، وعلم البيئة، والتصنيف والسلوك، وعلم وظائف الأعضاء، والتطور، وتحديد الجنس، ومكافحة الأفات الحشرية. ويمكن قراءة كل فصل من فصول هذا القسم منفرداً، على افتراض أن القارئ يُلم بالمفاهيم المناسبة أو المعلومات المُقدمة في البابين الأول والثاني.

يبدأ كل فصل بلمحة عامة أو ملخص موجز عن المادة العلمية التي يُغطيها ذلك الفصل. وينبغي قراءة النظرة العامة قبل وبعد قراءة كل فصل على حدىً لاستعراض المفاهيم التي تم شرحها. ويَتبع ذلك لمحة عامة موجزة تتناول التاريخ المنطقي للموضوع. وتوجد المراجع في نهاية كل فصل لمزيد من القراءة. وحيث يمكن، تتم الإشارة إلى الكتب أو الدراسات المرجعية من أجل تقديم مُدخلٍ حول الأبحاث المنشورة. وقد تم تضمين المراجع الحديثة، ولكن لم تُبذل أي محاولة لاستعراض كل ما كُتب حول موضوعٍ محدد. وتم تضمين بعض خطط وطرق البحث البسيطة، لإضفاء نكهة لبعض التقنيات المحددة، على الرغم بأننا لم نقصد منها بأن تكون كاملةً. وتُوجد المراجع حول الكتيبات العملية أو الكتب التقنية في نهاية كل فصل من الفصول أيضاً. وعندما يتم ذكر المصطلح لأول مرة، فإنة يكتب بحروف غامقة ويتم تعريفه بشكلٍ موجز أو وصفه في المسرد في نهاية الكتاب. وأخيراً، في الملحق الأول، تم وضع توثيق زمني لبعض التطورات المعنوية و الكبيرة في علم الوراثة وعلم الأحياء الجزيئية و يعطينا علم وراثة الحشرات الجزيئيّة فكرة عن سرعة هذه التطورات المذهلة التي حدثت سابقاً ومستمرةً بالحدوث. وقد طبعت ترجمة

هذا الكتاب في جزئين، يضم الجزء الاول منها الفصول السبعة الاولى بالإضافة الى مقدمة وثبت مصطلحات متماثل في الجزئين.

إن تطور علم الوراثة الجزيئية سريعٌ ومستمر، ويمكن لهذا الكتاب بجزئيه الأول والثاني أن يوفر مقدمة عن مبادئ علم وراثة الحشرات الجزيئيّة وبعض تطبيقاتها. ومن المستحيل تقديم مراجعة ومسح أدبي شامل لعلم وراثة الحشرات الجزيئيّة في كتاب بهذا الحجم. لذا يتضمن المسح المرجعي المُستشهد به بهذا الكتاب مراجعَ من عام ١٩٩٣م، ويُركز على علم الوراثة. ولم يُقصد به أن يكون مدخلاً لجميع جوانب "علم الحشرات الجزيئيّة"، والذي يُعرف بأنه "مزيج لعلوم الحشرات، وعلم الأحياء الجزيئيّة، والكيمياء الحيويّة"، و من الصعب تميز الخط الفاصل بين علم الحشرات الجزيئية وعلم وراثة الحشرات الجزيئيّة.

و قبل نشر هذا الكتاب بفترة وجيزة، نُشر كتابان على صلة بهذا الموضوع: الطرق الجزيئيّة لعلم الحشرات التطبيقية والأساسية، وحُرر من قبل J Oakeshott و M. J. Whitten، و كتاب علم الحشرات الجزيئي، الذي حَرره J. M. Crampton و P. Eggleston. و كل منهما متعدد المؤلفين و يحتويان على بعض الموضوعات المُدرجة هنا، ولكن في هذين الكتابين من المفترض بأن يكون لدى القارئ معرفة مسبقة بالتقنيات الوراثية الجزيئية والمصطلحات، وستكون صعبة بالنسبة للقارئ المبتدئ.

المؤلف

مقدمة الطبعة الثانية

حدث تطور مذهل في علم وراثة الحشرات الجزيئية منذ إصدار الطبعة الأولى لهذا المؤلف في سنة ١٩٩٤م. كما أن تحول الحشرات وإدراج مورثات في حشرات أخرى غير ذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*) قد أصبح أمراً روتينياً. وقد استكمل مشروع تعريف جينوم ذبابة الفاكهة عام ١٩٩٩م، ونتج عنه العديد من المفاجآت والفرص لمستقبلٍ واعدٍ ومثمرٍ للكشف عن المورثات وتطوير فهم حول تركيب المورثات وظيفتها وتتطورها. أن الكشف عن دفائن وأسرار هذه البيانات القيمة يحتاج إلى عدة سنوات من العمل، ولكن من المحتمل أن يؤدي ذلك بالنهاية إلى فهم تطور هذه الحشرة. أن علم بيولوجية الحشرات سيصبح نشطاً مرةً أخرى مع استخدام علم المورثات، التعبير عن المورثات والعلوم المتعلقة بالبروتينات. أن الحصول على التسلسل الكامل لمجموعة المورثات لكائنات أخرى حقيقة النواة و معقدة، بما فيها الدودة الثعبأنية (نيماتودا) (*Caenorhaditis elegans*) والانسان (*Homo sapiens*)، فتح أبواباً إضافيةً ؛ لمقارنة ترتيب وتنظيم مجموعات المورثات، نشوئها و وظيفتها.

أن الطرق والتقنيات الجزيئية تغييرت بسرعة في السنوات القليلة الماضية مع وجود كمية كبيرة ومتنوعة من أدوات وتقنيات استخلاص وتنقية الأحماض النووية (DNA, RNA) الجاهزة للاستخدام، وكذلك نَسّخ الحمض النووي ومعرفة تَسلسُل المورثات ومضاعفة الحمض النووي من خلال تفاعل البلمرة المتسلسل. ويقدم استخدام شرائح المورثات (chips)، ونظم المورثات المصفوفة (Microarray) أدواتٍ جديدة لدراسة وظائف المورثات. وأدت هذه التحسينات على الأدوات الجزيئية الجاهزة على تبسيط وسهولة التعامل مع الطرق والوسائل الجزيئية للعاملين بعلوم الحشرات.

لقد تم الحفاظ في هذه النسخة على نفس طريقة التنظيم في النسخة السابقة. ولكن تم تطعيم الفصول بالمراجع الحديثة. وقد تمت إضافة المراجع التي تزودنا بمدخل للمسح الأدبي الحديث، وفي بعض الأحيان تمت الإشارة إلى بعض الدراسات المرجعية. وأقر بأنني لم أتمكن من تضمين مراجع لجميع الدراسات الجزيئية الحديثة في الحشرات، ولكن يوجد العديد منها مما يشير إلى نضوج علم الحشرات الجزيئي.

أن هذا الكتاب مُعدٌّ للعلملين والباحثين الجدد بعلم الحشرات. و أمل بأن يساعد هذا الكتاب للبدء بمشاريع منتجة ومثيرة التي تعمل على توظيف هذه الأدوات الجزيئية القيمة. ويجب على أولئك الباحثين الذين لا يمتلكون خبرة سابقة في مجال الوراثة الجزيئية بالحشرات أن يقوموا بقراءة هذا الكتاب من البداية وحتى النهاية. وقد تم التركيز على المفاهيم الأساسية في اللمحة العامة وتساعد قراءتها قبل قراءة الفصل وبعدها في زيادة الفهم. ويجب التعرض ودراسة الأشكال وخاصة تلك التي توضح الطرق البيولوجية خلال قراءة النص. في الكثير من الحالات، فإن المفاهيم والمصطلحات الواردة يمكن استيعابها بشكل أفضل عند دراسة الشكل وقراءة النص معاً.

وفي النهاية فإنني أتقدم بالشكر لجميع الأسخاص الذين قاموا بالتعليق على النسخة الأولى لهذا الكتاب وأولئك الذين قدمو مقترحات مفيدة على المسودات الأولى للنسخة الثانية بما فيهم Anna Malacrida, David Haymer, A. Jeyaprakash, Lucy Skelley, Juan Alvarez, Jim Hoy and Alison Walker. . وأنا ممتن جداً للأشخاص الذين قاموا برسم التوضيحات، وعملها وكذلك لكل من Pam Howell، Mike

Sanford، وكذلك Pat Hope ؛ لمساعدتهم في إتمام هذا العمل ورسوماته التوضيحية.
وهذا المنشور تابع لسلسلة منشورات محطة تجارب فلوريدا الزراعية برقم R-08721.

المؤلف

الباب الأول: المورثات وتنظيم الجينوم في حقيقيات النواة

الفصل الأول: الحمض النووي (DNA)، تركيب المورّث، ومضاعفة الحمض النووي

(DNA) ٣

١,١ نظرة عامة ٤

٢,١ مقدمة عن المبدأ والنظرية الأساسية ٥

٣,١ ظهر عالم الحمض النووي (RNA) اولاً ٧

٤,١ التركيب الجزئيي للحمض النووي (DNA) ٨

٥,١ التركيب الجزئيي للحمض النووي (RNA) ١٠

٦,١ التركيب اللولبي المُزدوج ١١

٧,١ ترتيب القواعد التكاملي في أزواج - أمرٌ أساسي ١٣

٨,١ أشكال الحمض النووي (DNA) ١٥

٩,١ المورّثات ١٦

١٠,١ الشفرة الوراثيّة تكرارية وذات تسلسل ثلاثي ٢١

١١,١ تنظيم المورّث ٢٣

١٢,١ الاهمية الجوهرية لكفاءة تضاعف الحمض النووي (DNA) ... ٢٨

١٣,١ تضاعف الحمض النووي (DNA) شبه محافظ ٢٩

١٤,١ يبدأ التضاعف من أصل ومنشأ التضاعف ٢٩

١٥,١ يحدث التضاعف بالاتجاه من ٥´ إلى ٣´ فقط ٣٣

١٦,١ يتطلب تضاعف الحمض النووي (DNA) لبادئ نووي من الحمض النووي (RNA) ٣٤

١٧,١ ربط قطع الحمض النووي (DNA) المُضاعفة ٣٥

١٨,١ تضاعف الحمض النووي (DNA) في حقيقيات النواة ٣٧
١٩,١ الجسيمات الطرفية في النهاية : حل لفقدأن الحمض النووي (DNA) أثناء التضاعف ٤٢
٢٠,١ دقة تضاعف الحمض النووي (DNA) وعملية إصلاح أخطاء التضاعف ٤٣
٢١,١ الطفرات في مجموعة المورّثات ٤٤
٢٢,١ الإتفاقيات المشتركة على المصطلحات الوراثيّة ٥٠
٢٣,١ الآنعزال المستقل وإعادة التركيب والتوليف أثناء التكاثر الجنسي .. ٥١
مراجع عامة ٥٣
المراجع المستشهد بها ٥٣

الفصل الثاني: نسخ ، ترجمة، وتنظيم الحمض النووي (DNA) حقيقي النواة ٥٩
١,٢ نظرة عامة ٦٠
٢,٢ مقدمة ٦٢
٣,٢ تصنيع الحمض النووي (RNA) هو نسخ مورّث ٦٤
٤,٢ ينطوي النسخ على الوصل والبدء والاستطالة والإنهاء ٦٥
٥,٢ نُسخ الحمض النووي (RNA) هي أطول من مورّثات تشفير البروتين . ٧٠
٦,٢ حتمية تعديل وتجهيز نسخ الحمض النووي (RNA) لمورّثات تشفير البروتين في حقيقيات النوى ٧٠
٧,٢ الربط باستبعاد المناطق غير المشفرة (الإنترونات) ٧٣
٨,٢ تتضمن الترجمة على تصنيع البروتين ٧٥
٩,٢ مراقبة الحمض النووي الرسول (mRNA): ومعالجة الضرر ... ٨١

١٠,٢ خروج ودخول من وإلى النواة ٨٣
١١,٢ نقل البروتينات داخل السيتوبلازم..... ٨٥
١٢,٢ ثبات الحمض النووي الرسول (mRNA). ٨٧
١٣,٢ مرافقين وتراكيب البروتين المعقدة ٨٨
١٤,٢ إسكات الحمض النووي (RNA) أو إجراء عملية التدخل (RNAi) . ٨٩
١٥,٢ تنظيم عمل المورّث في حقيقيات النوى ٩٠
١٦,٢ العوازل والحدود ٩٨
١٧,٢ دمغ الصبغيّ أو المورّث بإضافة مجموعة الميثيل (المثيَلة) في الحشرات؟ ٩٨
١٨,٢ مجموعة المورّثات وتطور حقيقيات النواة ١٠١
مراجع عامة ١٠٣
المراجع المستشهد بها ١٠٣

الفصل الثالث: الحمض النووي (DNA) بالنواة وخارج النواة في الحشراتْ ١٠٩
١,٣ نظرة عامة ١١٠
٢,٣ مقدمة ١١١
٣,٣ مفارقة القيمة C ١١٢
٤,٣ الحمض النووي (DNA) المتكرر شائع في الحشرات ١١٥
٥,٣ تكوين الحمض النووي (DNA) في الحشرات ١١٨
٦,٣ الصبغيّات عبارة عن حمض نووي (DNA) وبروتينات ١١٩
٧,٣ طي جزيئات الحمض النووي (DNA) الرقيقة والطويلة في مساحات صغيرة
٨,٣ تركيب النواة ١٢١

٩,٣ الكروماتين الاحادي والكروماتين غير المتجانس ١٢٣
١٠,٣ الجسيم المركزي ١٢٦
١١,٣ جُسيمات طرفيّة ١٢٨
١٢,٣ الصبغيّات خلال الانقسام الفتيلي والانقسام الاختزالي ١٣٠
١,١٢,٣ الانقسام الفتيلي ١٣٤
٢,١٢,٣ الانقسام الاختزالي ١٣٩
١٣,٣ أضرار الصبغيّة ١٤٤
١٤,٣ تعدد الخيوط الصبغيّة ١٤٧
١٥,٣ نفخ الصبغيّة ١٤٩
١٦,٣ الصبغيّات B ١٥٠
١٧,٣ الصبغيّات الجنسيّة ١٥١
١٨,٣ الوراثة خارج النواة في موّرثات السبحيّة ١٥٢
١٩,٣ العناصر القابلة للتنقل هي وكلاء في كل مكان لتغييرمجموعة الموّرثات ١٥٩
المراجع المستشهد بها ١٦٠

الفصل الرابع : الأجهزة الوراثية ، التطور النشوئي للجينوم والتحكم الوراثي في تطور أجنة الحشرات ١٧٠
١,٤ نظرة عامة ١٧١
٢,٤ مقدمة ١٧٢
٣,٤ الأجهزة الوراثية في الحشرات ١٧٣
٤,٤ تعدد الصيغ الصبغية الداخلية شائع في الأنسجة الجسدية لمفصليات الأرجل١٧٦

٥,٤ وراثة الحشرات غير ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogater* ... ١٧٧
٦,٤ ديناميكية المجموعة الوراثية في الحشرات ١٧٩
٧,٤ صبغيّات B ١٨٠
٨,٤ الحمض النووي (DNA) فريد – التسلسل داخل النواة ١٨٢
٩,٤ التسلسل متوسط التكرار للحمض النووي (DNA) في النواة ... ١٨٣
١,٩,٤ مورثات الصدمة الحرارية ١٨٣
٢,٩,٤ مورثات الهستونات ١٨٦
٣,٩,٤ مورثات رد الفعل المناعي ١٨٧
٤,٩,٤ مورثات الرايبوسومات ١٨٨
٥,٩,٤ مورثات الحرير ١٩٠
٦,٩,٤ مورثات الحمض النووي الناقل (tRNA) ١٩١
٧,٩,٤ مورثات بروتين الفتيلوجنين (Vitellogenin) ١٩١
٨,٩,٤ العناصر المتنقلة ١٩٣
١٠,٤ الحمض النووي (DNA) عالي التكرار ٢٠١
١١,٤ إنتاج كميات كبيرة من البروتينات في وقت قصير: تضخيم المورثات ومضاعفة المورث ٢٠٣
١,١١,٤ مورثات غشاء البيض (chorion) في ذبابة الفاكهة والعث ... ٢٠٤
٢,١١,٤ المناعة للمبيدات الحشرية ٢٠٩
١٢,٤ تعدد الجينومات في الحشرات (ما هو الفرد البيولوجي) ٢١١
١,١٢,٤ تعدد المتكافلات ٢١٢
٢,١٢,٤ الولباشيا (Wolbachia) ٢١٦

٣,١٢,٤ الفيروسات متعددة الحمض النووي (DNA) في الطفيليات ... ٢٢٤
٤,١٢,٤ المتكافلات المعوية في مفصليات الأرجل ٢٢٧
١٣,٤ تطور الحشرات ٢٣٤
١,١٣,٤ تكوين البويضة في ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* .. ٢٣٥
٢,١٣,٤ تطور الجنين في ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* ... ٢٣٧
٣,١٣,٤ التطور بعد الجنيني ٢٣٩
١٤,٤ تشريح التطور مع ذبابات الفاكهة *Drosophila melanogaster* الطافرة ٢٤٣
١,١٤,٤ المورثات المتأثرة بالأم ٢٤٥
٢,١٤,٤ مورثات التقسيم الزيجوتية ٢٤٩
١,٢,١٤,٤ مورثات الفرجة ٢٥٠
٢,٢,١٤,٤ مورثات الحكم- الثنائي ٢٥٢
٣,٢,١٤,٤ مورثات قطبية الحلقة ٢٥٢
٤,٢,١٤,٤ مورثات قطبية ٢٥٣
١٥.٤ التفاعلات المتبادلة أثناء التطور ٢٥٧
١٦,٤ التشابهات والإختلافات في تطور حشرات أخرى ٢٥٨
١,١٦,٤ التطور في خنفساء الدقيق Tribolium ٢٥٩
١٧,٤ التطور النشوئي- الانتقال وثورة الدراسات التطورية ٢٦٠
المراجع العامة ٢٦٥
مواقع الشبكات ذات العلاقة ٢٨١

الباب الثاني: تقنيات الوراثة الجزيئية

الفصل الخامس: بعض الأدوات الأساسية كيفية قص ولصق، ونسخ وقياس، وتصوّير الحمض النووي (DNA) ٢٨٥

١,٥ نظرة عامة ٢٨٦

٢,٥ مقدمة لتجربة بسيطة ٢٨٧

٣,٥ استخلاص الحمض النووي (DNA) ٢٩١

٤,٥ ترسيب الأحماض النووية ٢٩٣

٥,٥ تقطيع الأحماض النووية (DNA) ٢٩٧

٦,٥ قطع الأحماض النووية (DNA) بإنزيمات القطع الداخلي ٢٩٧

٧,٥ ربط جزيئات الحمض النووي (DNA) ٣٠٣

٨,٥ نمو ، وحفظ ، وتخزين البكتيريا العصوية (*E. coli*) ٣٠٦

٩,٥ بلازميدات للاستنساخ في البكتيريا العصوية (*E. coli*) ٣٠٧

١٠,٥ تعديل البكتيريا العصوية (*E. coli*) وراثيا بالبلازميدات ٣١٤

١١,٥ تنقية الحمض النووي (DNA) للبلازميد من البكتيريا العصوية (E. coli) ٣١٧

١٢,٥التّرحْيل الكهربائي في الآجاروز والمادة الهلاميّة الأكريلاميد ... ٣١٩

١٣,٥ كشف، مشاهدة، وتصوير الأحماض النووية في المادة الهلاميّة .. ٣٢٤

١٤,٥ تحديد الحمض النووي (DNA) عن طريق تحليل التشرب البقعي (Southern Blot) ٣٢٦

١٥,٥ تعليم الحمض النووي (DNA) أو (RNA) ٣٣٠

١٦,٥ إزالة الحمض النووي (DNA) من الآجاروز بعد التّرحْيل الكهربائي ٣٣٤

١٧,٥ رسم خرائط مواقع القطع ٣٣٦

المراجع العامة ٣٣٨
المراجع المستشهد بها ٣٣٩
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة الآنترنت ٣٤٠

الفصل السادس: الاستنساخ والتعبير النواقل ، المكتبات وترتيبها ... ٣٤٣
١,٦ نظرة عامة ٣٤٤
٢,٦ مقدمة ٣٤٥
٣,٦ المكتبة النموذجية الخاصة بالمورثات ٣٤٨
١٣.٦ البكتيريا العاثية λ كناقل ٣٥١
٢,٣,٦ الاستنساخ بواسطة الكوزميدات (Cosmids) ٣٦٥
٣,٣,٦ الاستنساخ بواسطة البكتيريا العاثية الخيطية M13 ..... ٣٦٩
٤,٣,٦ بلازميدات الجراثيم العاثية (Phagmids) ٣٧١
٥,٣,٦ باكس (BACs) ٣٧٤
٤,٦ استنساخ الحمض النووي (DNA) المكمل ٣٧٥
٥,٦ إنزيمات تستخدم في الاستنساخ ٣٨٠
٦,٦ عزل مورث محدد من مكتبة وراثية ٣٨١
٧,٦ عنونة المسبارات بطرق مختلفة ٣٩١
١,٧,٦ تصنيع مسبارات الحمض النووي المعنونة بواسطة بادئات عشوائية . ٣٩٤
٢,٧,٦ تصنيع مسبارات بتطويل البادئة ٣٩٤
٣,٧,٦ مسبارات خلفية التوسيم ٣٩٥
٤,٧,٦ مسبارات وحيدة الخيط ٣٩٥

٥,٧,٦ مسبارات صناعية ٣٩٦
٨,٦ نواقل فيروسية (Baculovirus) للتعبير عن متعددات الببتيد الغريبة داخل خلايا الحشرات ٣٩٧
مراجع عامة ٤٠٠
المراجع المستشهد بها ٤٠٠

الفصل السابع: سلسلة الحمض النووي (DNA) وظهور المصطلح المتعلق بالعلوم الجزيئية "أومكس" ٤٠٥
١,٧ نظرة عامة ٤٠٦
٢,٧ مقدمة ٤٠٨
٣,٧ الطريقة ثنائية منقوص الأكسجين أو طريقة إختتام السلسلة ... ٤١١
٤,٧ فروقات في طرق السلسلة ثنائية منقوص الأكسجين ٤١٥
٥,٧ يمكن تحليل تسلسلات الحمض النووي (DNA) بواسطة المواد الهلاميّة متعددة الأكريلاميد ٤١٥
٦,٧ تفاعلات السلسلة بحاجة إلى بادئة ٤٢٠
٧,٧ السلسلة بطريقة ماكسام وجلبرت Maxam and Gilbert ٤٢٢
٨,٧ إستراتيجيات السَلسَلة العشوائية "شوتجن" للجينوم ٤٢٥
٩,٧ سلسلة الحمض النووي (DNA) باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٤٢٦
١٠,٧ مسلسلات الحمض النووي (DNA) الأتوماتيكية ٤٢٨
١١,٧ تحليل بيانات تسلسل الحمض النووي (DNA) ٤٢٩
١٢,٧ بنوك تسلسلات الحمض النووي (DNA) ٤٣٢

١٣,٧ تاريخ موجز لمشروع جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٤٣٤
١,١٣,٧ مشروع جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* الأصيل ٤٣٥
٢,١٣,٧ مشروع جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* الحقيقي ٤٣٦
٣,١٣,٧ تحليل الجينوم ٤٣٨
٤,١٣,٧ مفاجئات في جينوم ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٤٣٩
١٤,٧ تحليل بيانات الحمض النووي ٤٤٠
١٥,٧ تحيلات جينوم لمفصليات أرجل أخرى ٤٤٣
١٦,٧ العناصر المتنقلة كوسائل للتطور النشوئي للجينوم ٤٤٤
١٧,٧ مصفوفات الحمض النووي (DNA) الدقيقة، رقائق المورثات، ومختبر على الرقيقة ٤٤٧
١٨,٧ علم جزيئية البروتينات: "أومك" أخرى ٤٥١
١٩,٧ المورثات الوظيفية ٤٥٤
٢٠,٧ المورثات البنائية: أفق آخر جديد؟ ٤٥٥
٢١,٧ المورثات المقارنة ٤٥٦
٢٢,٧ عصر ما بعد الجينومات: الإختزالية تفسح الطريق لصفات طارئة؟ . ٤٥٧
المراجع المستشهد بها ٤٦٠
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة الآنترنت ٤٦٦

الفصل الثامن: مضاعفة الحمض النووي (DNA) تفاعل البلمرة المتسلسل، جعلته البيولوجيا الجزيئية سهل المنال ٤٧٠
١,٨ نظرة عامة ٤٧١

٢,٨ مقدمة ٤٧٢
٣,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٤٧٥
١,٣,٨ الدورات القليلة الأولى حرجة ٤٧٦
٢,٣,٨ قوة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٤٨٠
٣,٣,٨ إجراءات وطرق تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) المعيارية ... ٤٨٠
٤,٣,٨ إنزيمات بلمرة الحمض النووي (DNA-Polymerases) ٤٨١
٥,٣,٨ إنزيمات بلمرة أخرى للحمض النووي (DNA) متحملة للحرارة . ٤٨٣
٦,٣,٨ البادئات أساسية ٤٨٨
٧,٣,٨ تخزين الحشرات لعمليات البلمرة (PCR) ٤٩٠
٨,٣,٨ تحضير عينات الحمض النووي (DNA) ٤٩٢
٩,٣,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) أتوماتيكي ٤٩٨
١٠,٣,٨ خصوصية تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ٥٠٢
١١,٣,٨ الكشف عن الأخطاء العرضية للبادئة ٥٠٥
١٢,٣,٨ كم عدد الدورات التي يحتاجها تفاعل البلمرة (PCR)؟ ... ٥٠٦
١٣,٣,٨ التخفيف من الملوثات الضارة ٥٠٧
٤,٨ بعض التعديلات على تفاعل البلمرة (PCR) ٥١٢
١,٤,٨ استخدام تقنية بلمرة قطع الحمض النووي مختلفة الطول (AFLP) في تحديد البصمة الوراثية للحمض النووي ٥١٢
٢,٤,٨ تفاعل البلمرة المثبت (Anchored PCR) ٥١٥
٣,٤,٨ بادئات عشوائية ٥١٥
٤,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الغير متماثل ٥١٧

٥,٤,٨ بادئات مختلفة (منحلة) ٥١٧
٦,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) ببداية ذات درجة حرارة مرتفعة .. ٥١٩
٧,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) معكوس ٥٢٠
٨,٤,٨ تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) طويل عالي المصداقية..... ٥٢١
٩,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) متعدد ٥٢٦
١٠,٤,٨تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الشبكي ٥٣٠
١١,٤,٨تفاعل بلمرة متسلسل متبوع بقطع إنزيمي للنواتج (RFLP—PCR) . ٥٣٠
١٢,٤,٨تفاعل بلمرة متسلسل (PCR) كمي ٥٣١
١٣,٤,٨بادئات عشوائية ٥٣٣
١٤,٤,٨ تفاعل البلمرة المتسلسل المرتبط بالزمن (الكمي Real time PCR) . ٥٣٨
١٥,٤,٨تفاعل البلمرة المتسلسل بالنسخ العكسي (RT-PCR) ٥٤٠
١٦,٤,٨تفاعل البلمرة المتسلسل الكمي (TaqMan-PCR) ٥٤١
٥,٨ بعض التطبيقات البحثية ٥٤٢
١,٥,٨ مضاعفة الحمض النووي (DNA) الأثري ٥٤٢
٢,٥,٨ مضاعفة الحمض النووي (DNA) القديم..... ٥٥٠
٣,٥,٨ مضاعفة الحمض النووي (RNA) ٥٥٢
٤,٥,٨ تحليل الحمض النووي الرسول (mRNA) متعدد الأدنين ٥٥٢
٥,٥,٨ استنساخ المورثة ٥٥٢
٦,٥,٨ الكشف عن مضاعفة المورثة ٥٥٧
٧,٥,٨ الكشف عن مثيلة الحمض النووي (DNA) ٥٥٨
٨,٥,٨ الكشف عن كائنات ممرضة في ناقلات من مفصليات الارجل .. ٥٥٨

٩,٥,٨ الكشف عن مقاومة مبيدات الآفات ٥٦٠
١٠,٥,٨ البيولوجيا التطورية ٥٦١
١١,٥,٨ هندسة الحمض النووي (DNA) ٥٦١
١٢,٥,٨تقيم كفاءة مقاومة المرض ٥٦٢
١٣,٥,٨تحليلات تطورية نشوئية ٥٦٣
١٤,٥,٨سلسلة الحمض النووي (DNA) ٥٦٥
٦,٨ ملاحظات ختامية ٥٦٩
المراجع المستشهد بها ٥٧١

الفصل التاسع : نواقل العنصر المتنقل لتعديل ذبابة الفاكهة Drosophila وحشرات أخرى ٥٨٦
١,٩ نظرة عامة ٥٨٧
٢,٩ مقدمة ٥٨٩
٣,٩ عناصر- P و أعراض حالة تدهور الهجن (Hybrid Dysgenesis) .. ٥٩٠
٤,٩ تنوع تركيب العنصر- المتنقل P ٥٩١
٥,٩ طريقة انتقال العناصر- P ٥٩٤
٦,٩ أصل العناصر- P في ذبابة الفاكهة *D. melanogaster* ٥٩٥
٧,٩ نواقل عنصر- P والتعديل الوراثي للخلايا الجرثومية ٥٩٩
١,٧,٩ طرق العمل ٥٩٩
٢,٧,٩ توصيف المتحولات ٦٠٧
٨,٩ استخدام نواقل العنصر- P ٦٠٧

١,٨,٩ وضع علامة (توسيم) على العنصر المتنقل (*Transposon*) ... ٦٠٨

٢,٨,٩ التعبير عن المورثات الخارجية ٦٠٨

٣,٨,٩ تقييم تأثيرات الموقع ٦٠٩

٤,٨,٩ نقل المورثة المستهدف ٦٠٩

٩,٩ تحويل حشرات أخرى باستخدام نواقل عناصر- P ٦١٤

١٠,٩ التطور النشوئي لمقاومة العناصر- P ٦١٥

١١,٩ استخدام العناصر- P في قيادة المورثات في المجتمعات ٦١٧

١٢,٩ علاقة عناصر- P بعناصر متنقلة أخرى ٦١٨

١٣,٩ عناصر متنقلة أخرى تستطيع تحويل ذبابة الفاكهة *D. melanogaster* . ٦١٨

١٤,٩ أدوات تحويل محسنة لذبابة الفاكهة *Drosophila* ٦١٩

١٥,٩ نواقل عناصر متنقلة لتحويل حشرات غير ذبابة الفاكهة *Drosophila* . ٦٢٢

١,١٥,٩ الناقل *piggy Bac* ٦٢٢

٢,١٥,٩ الناقل *Hermes* ٦٢٣

٣,١٥,٩ الناقل *Minos* ٦٢٤

٤,١٥,٩ الناقل *Mariner* ٦٢٥

٥,١٥,٩ الناقل *Hobo* ٦٢٧

١٦,٩ التحريك العابر (المتقاطع) لنواقل العناصر المتنقلة ٦٢٨

١٧,٩ تحويل نواقل العناصر المتنقلة غير النشطة إلى نواقل نشطة ٦٢٩

١٨,٩ كبت تعبير مورثة معدلة وراثياً ٦٣٠

١٩,٩ طرق تحويل أخرى ٦٣٠

المراجع المستشهد بها ٦٣٢

الباب الثالث: التطبيقات في علم الحشرات

الفصل العاشر: تحديد الجنس في الحشرات ٦٤٥

١,١٠ نظرة عامة ٦٤٦

٢,١٠ مقدمة ٦٤٧

٣,١٠ تكلفة ومنافع التكاثر الجنسي ٦٤٨

١,٣,١٠ التكاثر الجنسي له تكلفة (ثمن) ٦٤٨

٢,٣,١٠ يجب أن تكون منافع الجنس كبيرة ٦٤٩

٣,٣,١٠ أصل الجنس ٦٥٠

٤,١٠ يتضمن تحديد الجنس الأنسجة غير الجنسية وأنسجة الخط الجرثومي . ٦٥١

٥,١٠ تحديد الجنس في ذبابة الفاكهة *D. melanogaster* ٦٥٢

١,٥,١٠ تعويض الجرعة لدى الصبغيّات الجنسية (x) ٦٥٢

٢,٥,١٠ تحديد الجنس في الخلايا غير الجنسية ٦٥٦

٣,٥,١٠ تحديد الخلايا الجرثومية المنتجة للجاميتات ٦٦٤

٦,١٠ هل آليات تحديد الجنس متنوعة؟ ٦٦٥

١,٦,١٠ الإختلافات داخل النوع ٦٦٩

٢,٦,١٠ التأثيرات البيئية ٦٧٢

٣,٦,١٠ تحديد الجنس بعد مرحلة الزيجوت ٦٧٤

٧,١٠ نموذج مفرد ؟ ٦٧٥

٨,١٠ تستطيع آلية دفع الانقسام المنصف أن تشوه النسب الجنسية ... ٦٧٨

١,٨,١٠ مشوه عملية انفصال الصبغيات ٦٧٩

٢,٨,١٠ المشوهين في البعوض ٦٨٠

٣,٨,١٠ التحيز للإناث في النسب الجنسية في ذباب العين الساقية ... ٦٨١

٤,٨,١٠ آلية دفع الانقسام المنصف كأداة لمعالجة الآفات؟ ٦٨١

٩,١٠ عقم الهجين ٦٨٢

١٠,١٠ ميديا في حنفساء القمح ٦٨٣

١١,١٠ عوامل سيتوبلازمية تشوة النسب العادية للجنس ٦٨٣

١,١١,١٠ سبيروبلازما ٦٨٤

٢,١١,١٠ بكتيريا على شكل حرف L ٦٨٥

٣,١١,١٠ الولباشيا ٦٨٥

١٢,١٠ حلم يتكون فقط من إناث أحادية العدد الصبغيّ ٦٩١

١٣,١٠ صبغيّات نسبة الجنس الأبوية و عدم التوافق السيتوبلازمي في *Nasonia* ٦٩١

١٤,١٠ قتل الذكر في خنافس أبو العيد Coccinilidae ٦٩٣

١٥,١٠ الجنس والحشرات المصنفة ٦٩٤

١,١٥,١٠ التحكم الوراثي ٦٩٤

٢,١٥,١٠ التحسين الوراثي في المتطفلات (Parasitioids) ٦٩٩

مراجع عامة ٧٠٠

بعض مواقع الشبكة العنكبوتية ذات العلاقة ٧١٠

الفصل الحادي عشر: الوراثة الجزيئية لسلوك الحشرات ٧١٢

١,١١ نظرة عامة ٧١٣

٢,١١ مقدمة ٧١٤

٣,١١ الجهاز العصبي للحشرة ٧١٧

٤,١١ التحليلات الوراثية التقليدية للسلوك ٧٢٠
١,٤,١١ تجارب المزاوجة المتقاطعة ٧٢١
٢,٤,١١ تجارب الانتخاب ٧٣٠
٣,٤,١١ بعض السلوك المحدد من مورثات متعددة ٧٣٣
٥,١١ تحليلات وراثة جزيئية لسلوك الحشرات ٧٣٥
١,٥,١١ الساعة الضوئية الدورية ٧٣٦
٢,٥,١١ التعلم لدى ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٤١
٣,٥,١١ المورثات الوظيفية لسلوك الشم في ذبابة الفاكهة *Drosophila* .. ٧٥٤
٤,٥,١١ التعلم لدى نحل العسل *Apis mellifera* ٧٥٦
٥,٥,١١ الفرمونات في الحشرات ٧٥٧
٦,٥,١١ الكيمياء الحيوية العصبية لذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٥٩
٧,٥,١١ وظائف متباعدة للمورثتين Est-6 و Est-5 في نوعأن من ذبابة الفاكهة
Drosophila ٧٦٥
٨,٥,١١ سلوك التزاوج في ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٦٧
٩,٥,١١ مورثات التنوع في ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٧٠
٦,١١ أمراض الانسان العصبية التحللية والإدمأن في ذبابة الفاكهة *Drosophila* ٧٧٢
المراجع المستشهد بها ٧٧٧

الفصل الثاني عشر: التنظيم الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي لمفصليات الأرجل٧٩٢
١,١٢ نظرة عامة ٧٩٣
٢,١٢ مقدمة ٧٩٤

٣,١٢ الخلافات حول التصنيف (التنظيم) الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي ٧٩٨
١,٣,١٢ الصفات الجزيئية مقابل صفات الشكل الخارجي ٧٩٩
٢,٣,١٢ الساعة الجزيئية ٨٠٠
٣,٣,١٢ النظرية المحايدة (أو شبه المحايدة) في التطور النشوئي ٨٠٣
٤,٣,١٢ التماثل النشوئي والتشابه ٨٠٥
٤,١٢ الطرق الجزيئية للتصنيف الحيوي الجزيئي والتطور النشوئي .. ٨٠٦
١,٤ .١٢ الترّحْيل الكهربائي للبروتين ٨٠٩
٢,٤,١٢ علم الخلية الجزيئي ٨١٢
٣,٤,١٢ تحليل طول القطع متعددة الأشكال (RFLP) ٨١٤
٤,٤,١٢ سلسلة الحمض النووي (DNA) ٨١٧
٥,٤,١٢ تحليلات قطع الحمض النووي (DNA) الجينومي ٨١٨
٥,١٢ الأهداف من تحليل الحمض النووي (DNA) ٨١٩
١,٥,١٢ السبحيات (الميتوكوندريا) ٨١٩
٢,٥,١٢ الحمض النووي (RNA) الرايبوسومي ٨٢٥
٣,٥,١٢ الحمض النووي (DNA) التابع البنائي ٨٣١
٤,٥,١٢ المناطق غير المشفرة (الإنترونات) ٨٣١
٥,٥,١٢ المورثات النووية المشفرة- للبروتينات ٨٣٢
٦,٥,١٢ تغييرات وراثية نادرة ٨٣٣
٦,١٢ خطوات تحليل التاريخ التطوري لبيانات تسلسل الحمض النووي . ٨٣٥
١,٦,١٢ أشجار المورثات أو أشجار الأنواع ٨٣٥
٢,٦,١٢ أشجار ذات جذود وأشجار ليس لها جذور ٨٣٦

٣,٦,١٢ أنواع الأشجار ٨٣٦
٤,٦,١٢ اهداف المشروع وتسلسلات الحمض النووي (DNA) المناسبة .. ٨٣٩
٥,٦,١٢ مقارنة التسلسل مع تسلسلات بنوك المعلومات الوراثية (BLAST) ٨٤١
٦,٦,١٢ محاذات التسلسلات ٨٤٦
٧,٦,١٢ بناء تاريخ تطوري نشوئي للأنواع ٨٤٦
٨,٦,١٢ أخطاء عابرة ٨٥٥
٩,٦,١٢ رزمة برامج حاسوبية ٨٥٦
٧,١٢ شجرة الحياة العالمية ٨٥٨
١,٧,١٢ نطاقين ٨٥٨
٢,٧,١٢ ثلاثة نطاقات ٨٥٨
٣,٧,١٢ أصل الكائنات الحية حقيقية النواة ٨٥٩
٨,١٢ السجل الأحفوري لمفصليات الارجل ٨٦٥
٩,١٢ التحليلات الجزيئية لتاريخ التطور النشوئي لمفصليات الأرجل .. ٨٧٢
١,٩,١٢ الحمض النووي الرايبوسومي (rRNA) ٨٧٢
٢,٩,١٢ مورثات Hox وتاريخ التطور النشوئي لمفصليات الارجل ... ٨٧٦
٣,٩,١٢ مورثات Hox و التطور النشوئي لزوائد مفصليات الارجل .. ٨٧٧
٤,٩,١٢ علاقات تطور نشوئي جزيئية أخرى للحشرات ٨٧٨
٥,٩,١٢ الآنسجام بين الأشجار المبنية على الشكل الخارجي والجزيئي .. ٨٧٩
١٠,١٢ التطور النشوئي الجزيئي والتنوع ٨٨٠
١,١٠,١٢ مفاهيم النوع ٨٨٠
٢,١٠,١٢ كم هو عدد المورثات المشتركة في التنوع؟ ٨٨٢

٣,١٠,١٢ الكشف عن أنواع غامضة ٨٨٦
بعض المجلات ذات الصلة ٨٨٩
المراجع المستشهد بها ٨٨٩
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة الآنترنت ٩٠٠

الفصل الثالث عشر: بيئة مجتمع الحشرة والوراثة الجزيئي ٩٠٢
١,١٣ نظرة عامة ٩٠٣
٢,١٣ مقدمة ٩٠٤
٣,١٣ ما هو علم البيئة الجزيئي ؟ ٩٠٥
٤,١٣ جمع مفصليات الأرجل من الحقل بهدف التحليل ٩٠٧
٥,١٣ الطرق الجزيئية البيئية ٩٠٨
١,٥,١٣ تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) الخاص بالمورثة البديلة ... ٩١٥
٢,٥,١٣ الإنزيمات المتماثلة (التّرحْيل الكهربائي للبروتين) ٩١٦
٣,٥,١٣ تحليل طول القطع متعددة الأشكال بالقطع الإنزيمي باستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR-RFLP) ٩١٧
٤,٥,١٣ التعدد الشكلي للخيط المزدوج (DSCP) ٩١٨
٥,٥,١٣ تحليل ذو الخيوط غير المتجانسة (HDA) ٩١٩
٦,٥,١٣ شرائح مصفوفات دقيقة ٩٢١
٧,٥,١٣ التوابع البنائية الدقيقة ٩٢٤
٨,٥,١٣ تحليل تعدد طول القطع بالقطع الإنزيمي (RFLP) ٩٢٧

٩,٥,١٣ تحليل تعدد اطوال القطع بالقطع الإنزيمي وباستخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (RFLP-PCR) ٩٢٨
١٠,٥,١٣ التضاعف العشوائي للحمض النووي متعدد الأشكال بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (RAPD-PCR) ٩٢٩
١١,٥,١٣ السلْسلة ٩٣٤
٦,١٣ تحليل البيانات الجزيئية ٩٣٥
١,٦,١٣ الإنزيمات المتماثلة ٩٣٦
٢,٦,١٣ التوابع البنائية الدقيقة ٩٤٠
٣,٦,١٣ التضاعف العشوائي للحمض النووي متعدد الأشكال بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل (RAPD-PCR) ٩٤١
٤,٦,١٣ تحليلات تعدد طول القطع بالقطع الإنزيمي (RFLP) ٩٤١
٥,٦,١٣ السلسلة ٩٤٢
٧,١٣ حالات دراسية في البيئة الجزيئية وبيولوجيا المجموعة ٩٤٢
١,٧,١٣ الإختلافات الوراثية في دودة الخريف المسلحة (Fall Armyworm) . ٩٤٢
٢,٧,١٣ عزل المجموعة والانتقال الوراثي التدريجي في السيكادا.... ٩٤٦
٣,٧,١٣ إستئصال ذبابة فاكهة البحر المتوسط في كاليفورنيا ؟ ٩٥٣
٤,٧,١٣ دفاعات النبات ضد الحشرات العاشبة ٩٨٠
٨,١٣ كائنات معدلة وراثياً والبيئة التطورية النشوئية ٩٨٢
٩,١٣ مكافحة الآفات التطبيقية ٩٨٣
١,٩,١٣ تجربة" ماذا يعني" ٩٨٣
١٠,١٣ مجلات علمية ذات علاقة ٩٨٥

المراجع المستشهد بها ٩٨٥
بعض المواقع ذات الصلة على شبكة العنكبوتية ٩٩٨

الفصل الرابع عشر: الآفة والحشرات النافعة المعدلة وراثياً لبرامج مكافحة الآفات٩٩٩

١,١٤ نظرة عامة ١٠٠٢
٢,١٤ مقدمة ١٠٠٥
٣,١٤ لماذا الحشرات المعدلة وراثياً ؟ ١٠٠٥
١,٣,١٤ الحشرات النافعة ١٠٠٥
٢,٣,١٤ الآفات الحشرية ١٠٠٦
٤,١٤ لماذا نستخدم الطرق المعدلة وراثياً ؟ ١٠١٢
٥,١٤ ماذا يتضمن مشروع يستخدم طرق تطعيم الحمض النووي (DNA) ؟ ١٠١٤
٦,١٤ ماذا يتوفر من طرق تحويل وتعديل الخلايا الجرثومية المنتجة للجاميتات؟ ١٠١٨
١,٦,١٤ نواقل عنصر- P ١٠١٩
٢,٦,١٤ نواقل عنصر متنقل أخرى ١٠٢٣
٣,٦,١٤ نواقل فيروسية ١٠٢٨
٤,٦,١٤ النقل الوراثي الجانبي ١٠٣٢
٥,٦,١٤ تطعيم في الموقع من خلال إجراء (FLP) ١٠٣٤
٦,٦,١٤ بدون نواقل ١٠٣٥
٧,١٤ الطرق الحالية المحتملة لإدخال حمض نووي (DNA) غريب إلى داخل أنسجة مفصليات الأرجل ١٠٣٥
٨,١٤ أي المورثات متوفرة للإدخال؟ ١٠٣٦

٩,١٤ لماذا تعتبر الإشارات المنظمة مهمة؟ ١٠٥٠
١٠,١٤ كيف يمكن تحديد الحشرات المتحولة؟ ١٠٥١
١١,١٤ كيف يمكن نشر الآفة المعدلة وراثياً ومفصليات الأرجل النافعة؟ . ١٠٥٣
١٢,١٤ هل من الممكن أن يعمل إسكات المورثة على التقليل
من فاعلية البرنامج؟ ١٠٥٨
١٣,١٤ المخاطر المحتملة المرتبطة بإطلاق مفصليات أرجل معدلة وراثياً .. ١٠٥٩
١,١٣,١٤ مخاطر نسبية ١٠٦٠
٢,١٣,١٤ مواضيع لمخاطر عامة ١٠٦٠
٣,١٣,١٤ النقل الأفقي للمورثة ١٠٦٣
١٤,١٤ إطلاقات دائمة لمفصليات معدلة وراثياً إلى داخل البيئة ١٠٦٩
١,١٤,١٤ نماذج للتنبؤ ١٠٧١
١٥,١٤ إستنتاجات ١٠٧٣
المراجع المستشهد بها ١٠٨٠
بعض مواقع الشبكة العنكبوتية ذات العلاقة ١١٠٣

ثبت المصطلحات ١١٠٧
كشاف الموضوعات ١٢٠٩

View publication stats