



هيئة الطاقة الذرية السورية

Biotechnology News

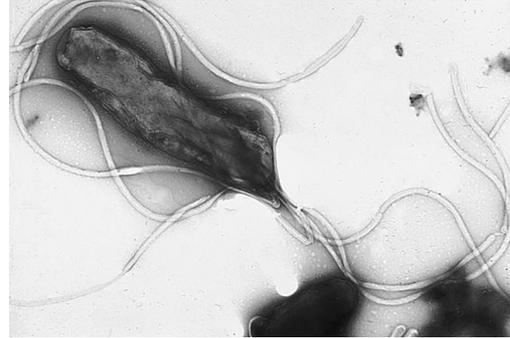
أخبار التقانة الحيوية

السنة الثالثة عشر - العدد الثالث - تموز - 2014

نشرة إعلامية فصلية يصدرها قسم التقانة الحيوية والبيولوجيا الجزيئية في هيئة الطاقة الذرية

البكتيريا تتجنب النظام المناعي بتفجير طفرات أثناء الإصابة الأولى

أشار أحد الأبحاث الحديثة إلى أن البكتيريا المسببة للقرحات تطلق سلسلة من الطفرات خلال المراحل الأولى من الإصابة، مما يسمح لها بتجنب الجهاز المناعي، حيث أظهرت الدراسة التفاعل بين الجهاز المناعي والبكتيريا الهاربة والذي يسمح لهذه الأخيرة بعكس الاستجابة المناعية عن طريق التطور سريعاً. اكتشف فريق البحث أن بكتيريا المعدة *Helicobacter pylori*، التي تسبب القرحات



للإنسان تخضع لتطور سريع فوراً بعد الإصابة يسمح لها بالنجاة من الجهاز المناعي وبالتالي تأسيس إصابة مزمنة. وقد قارن العلماء التسلسل الجيني لهذه

البكتيريا قبل الإصابة مباشرةً وبعد فترات محددة من الإصابة، فدهشوا بالنسب العالية للطفرات للملاحظة خلال الطور الأولي من الإصابة. إذ يمر الأشخاص المصابون بـ *H. pylori* بطور أولي حاد تكون خلاله الأعراض أكثر شدةً والاستجابة المناعية في أوجها. وقد وجدوا أن البكتيريا تراكم الطفرات بنسبة أسرع بـ 30 إلى 50 مرة أثناء الطور الحاد منه خلال الطور المزمن التالي والذي يكون قد حدث فيه توازن بين البكتيريا والاستجابة المناعية. هذا وإن نسبة تراكم الطفرات في جينوم الـ *H. pylori* أثناء الطور المزمن حددت سابقاً، عندما لم يكن أحد قد بحث في الطور الأولي الحاد بعد، لأنه من الصعوبة بمكان النقاط البكتيرية وسلسلتها وقت الإصابة الأولى. تُثير الإصابة بالـ *H. pylori* استجابة مناعية تشمل إطلاق جزيئات الأكسجين والنيتروجين الفعالة والمعروف بأنها تحدث طفرات في تسلسل الـ DNA مسببةً تكسراً في الصبغيات

وتأشُباً، حيث أظهرت دراسات سابقة أن جينوم الـ *H. pylori* يسمح بمثل هذه الانتهاكات. وقد وجد العلماء 1100 مورثة أساسية تشترك فيها السلالات الفردية للـ *H. pylori*، إلا أن حوالي 400 إلى 500 مورثة تختلف بين السلالات. وتسمح هذه النسب العالية من الطفرات والتأشُب التي تؤدي إلى هذا الاختلاف للبكتيريا بالتكيف جيداً مع مضيفها وتجنب الإبادة من قبل النظام المناعي للمضيف. إن المورثات التي ترمز بروتينات الغشاء الخارجي يمكن أن تنتج تغييراً في بنية البروتين، وبالتالي عندما لا يعود المفتاح ملائماً للقفلة (التفاعل النوعي)، يمكن للطفرات المورثية أن تسمح للبكتيريا بتجنب تعرف الأضداد عليها. ويجتمع الضغط الاصطفائي المكثف على البكتيريا للنجاة من الاستجابة المناعية مع النسب المتزايدة من الطفرات، لإنتاج نسبة لا تُصدّق من التغير المورثي. وهكذا فإن الانبثاق الأولي للطفرات خلال الطور الحاد من الإصابة يسمح للبكتيريا بالنجاة من الجهاز المناعي للمضيف، وبالتالي تأسيس إصابة مزمنة. إلا أنه ما يزال من غير المعروف ما إذا كانت الأنواع البكتيرية الأخرى غير الـ *H. pylori* تخضع لانطلاقاً مشابهة من التطور المتسارع عقب الإصابة مباشرةً، وهذا ما يسعى فريق البحث لمعرفة من خلال أبحاث مستقبلية على أنواع شائعة أخرى ممرضة للإنسان.

Pannstate SCIENCE June 16, 2014

اكتشاف مسارات جديدة للإنتاج العضوي لأغشية البكتيريا

قام عدد من علماء البيولوجيا العاملين في قسم البيولوجيا البكتيرية جامعة Ruhr-Universität في بوخوم (RUB) باكتشاف مسارات جديدة تستخدم من قبل البكتيريا لتصنيع

اكتشاف مورثة كسر السكون يمكن أن تقود

لأشجار متأقلمة مع تغير المناخ

كشفت العلماء عن مورثة تقوم بضبط وقت استيقاظ الأشجار من طور السكون الشتوي. يُعتقد أن وظيفة هذه المورثة هي عامل محدد في قدرة الأشجار على التأقلم مع التغيرات البيئية وخاصة تلك المرتبطة بتغيرات المناخ. بينما قام باحثون آخرون بتحديد المورثة المسؤولة عن إنتاج الأوراق الخضراء الأولى لدى النبات في فصل الربيع، فإن اكتشاف المورثة الضابطة لطور الثبات في أشجار الحور سيؤدي أخيراً لتربية نباتات قادرة بشكل أفضل على التأقلم مع المناخات الأكثر دفئاً. يقول البروفسور Steve Strauss، وهو أستاذ في التقانة الحيوية المرتبطة بأشجار الغابات، إنه لتاريخه لم يعزل أحد أية مورثة مشابهة تضبط وقت كسر السكون لدى النبات بعيداً عن النبات النموذج *Arabidopsis* والمعروف كنبات صغير مزهر وتابع لعائلة الخردل والملفوف. إن توقيت دورة النمو السنوية، أي متى تتفتح أوراق الأشجار، ومتى تنتج أزهارها ومتى تدخل في طور الثبات، له أهمية بالغة بكونه يساعد النبات على التأقلم مع التغيرات البيئية، وخاصة تلك المرتبطة بالمناخ. لكن ذلك يجب أن يكون متواكباً مع القدرات الوراثية للنبات. على الرغم من أن الأشجار تمتلك تنوعاً وراثياً كافياً لتكون قادرة على ضبط نموها وفقاً للظروف البيئية السائدة، إلا أن تغير العوامل المناخية من حرارة وهطولات مطرية في أجزاء كثيرة من العالم قد يُشكل عامل إجهاد حقيقي في المستقبل القريب. إذ بين بعض الخبراء أن بعض الأشجار ستكون ربما غير قادرة على التأقلم بسرعة كافية مع هذه التغيرات عن طريق التأقلم أو الهجرة. وبالنتيجة، سيكون لذلك تأثيرات على صحة الغابات، حيث من المحتمل اختفاء بعض الأشجار من المناطق التي تنمو فيها بشكل طبيعي وقد تنقرض بعض الأنواع الأخرى. في هذا الصدد، أكد البروفسور Steve أهمية المورثة المعزولة من أشجار الحور، والتي سُميت *EBB1*، في قدرتها على ضبط كسر طور الثبات وذلك عن طريق استخدام هذه المورثة في تقانة الهندسة الوراثية لدى الأشجار في المستقبل. إن المعرفة التي توصل إليها العلماء عن هذه المورثة ستتمكن من هندسة الأشجار وراثياً لتكون أكثر قدرة على التأقلم مع الظروف المناخية الطارئة. إن غياب المورثة *EBB1* لدى الأشجار

الليبيدات (الدهن) التي تدخل في تركيب الغشاء الخلوي تتمثل في دمج ما هو معروف مسبقاً عن مسارات إنتاج الليبيدات لدى البكتيريا وتلك المسارات المتبعة لدى الكائنات الحية العليا. وقد أدى هذا الاكتشاف للفريق البحثي بقيادة البروفيسورين Franz Narberhaus و Roman Moser إلى تنفيذ النظرية القائمة منذ وقت طويل بأن إنتاج الليبيدات لدى البكتيريا يختلف جوهرياً عنه مما لدى الكائنات الحية العليا. وليبيدات خاصة مهمة وهي قابلية امتصاصها بسرعة وسهولة من قبل أنسجة وخلايا الإنسان، لذلك عادة ما يطلى العديد من الأدوية بطبقة من الليبيدات لتسهيل امتصاصها. ولكن إنتاج الليبيدات بالطرائق القديمة للأغراض الطبية عادة ما يأخذ وقتاً طويلاً فضلاً عن كلفتها العالية. ولقد صرح Moser بأن "اكتشاف مثل هذه المسارات البيولوجية وأمثلتها بطرائق التقانة الحيوية يقدم إمكانات عظيمة لإنتاج الليبيدات صناعياً". لقد



حيث أبدت البكتيريا قدرتها على إنتاج أنزيم جديد لعب دوراً حاسماً في المسارات الجديدة المكتشفة وهذا الأنزيم له القدرة على تحفيز إنتاج أنواع أخرى من الليبيدات المختلفة بشكل هيكلي مثل ليبيد *Cardiolipin*، كما وجد أيضاً أن

للبيكتيريا *Xanthomonas* قدرة على إنتاج ليبيد *Lecithin* بالمسارات الجديدة وهذا الليبيد نادراً ما يتواجد في أغشية البكتيريا وعادة ما يتواجد في خلايا النباتات والحيوانات، ولقد علّل البروفيسور Narberhaus هذه الظاهرة بما يلي: "أتصور أنه في ظل نمو البكتيريا في بيئة تنافسية طبيعية، فإن هذا الأنزيم متعدد الاستعمالات يُكسب البكتيريا *Xanthomonas* ميزات أفضل من أنواع البكتيريا الأخرى"، كما صرح Narberhaus: "لكي نستطيع تنفيذ النظريات المثبتة المتعلقة بالإنتاج العضوي للغشاء الخلوي، من الأجدر دراستها في كائن حي غير تقليدي.

<http://phys.org Jun 13, 2014>

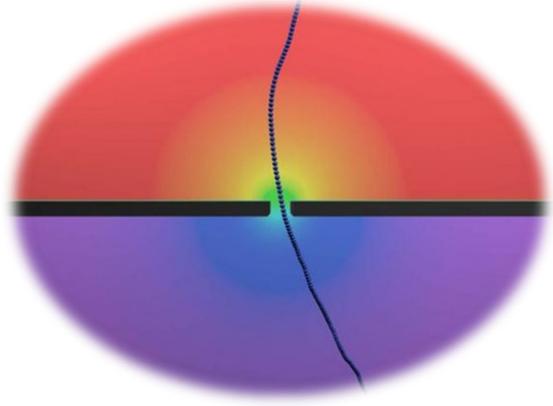
سيسمح لها في التوجه نحو الدخول في طور الثبات من خلال العمليات الفيزيولوجية. في حين أن التعبير الوراثي عن المورثة في بعض الأنسجة الخلوية سيمكّن النبات من كسر طور السكون وتنشيط عمليات النمو الأولى في الأفرع والأوراق الخضراء، وبالتالي دخول النبات في طور النمو النشط. بدأت هذه الدراسة عندما لاحظ البروفيسور Steve أن بعض أشجار الحور تبدأ بالنمو وتتفتح براعمها قبل غيرها ضمن حقل تجريبي تابع لجامعة Oregon. في صباح يومٍ من أيام شهر نيسان، لاحظ البروفيسور Steve أن أربع شجيرات صغيرة من الحور المزروعة ضمن أصصٍ قد أنتجت أوراق قبل أسبوعٍ على الأقل من مثيلاتها. كانت هذه الملاحظة هي بمثابة نقطة البداية لبرنامج بحثي بهدف تحديد هوية المورثة المسؤولة عن هذه الظاهرة. لقد حدّد الباحثون فيما بعد أن المورثة *EBB1* ترمز لبروتين مسؤول عن إشعار عملية البدء بالانقسام الخلوي في الميرستيم. كما يبدو أن المورثة تلعب دوراً مهماً في كبح التعبير الوراثي عن المورثات المسؤولة عن تحضير النبات للدخول في طور الثبات. كما لاحظ الباحثون أن هنالك أكثر من 1000 مورثة لدى الحور يمكن أن تتأثر بمورثة *EBB1*. يضيف البروفيسور Steve أنه من المحتمل أن يقوم مربو النبات باستخدام هذه المورثة في وقت ما لاحقاً، لاسيما وأن علماء تربية النبات يسعون جاهدين إلى تنظيم وحدات من المورثات وخاصة تلك المسؤولة عن قساوة أو شكل أو إزهار الأشجار. وعلى الرغم من تعريف العديد من المورثات المستخدمة في هذا الصدد، إلا أن فرصة التوجه نحو تربية الأشجار لتكون قادرة على التأقلم مع الظروف المناخية المتطرفة سوف تتنامى في المستقبل.

<http://oregonstate June 16, 2014>

استخدام العلماء للفيروس من أجل الكشف عن فيزياء المسام النانوية

يمكن للمسام النانوية أن توفر وسيلة جديدة لتسلسل الدنا بسرعة، ولكن الآلية الفيزيائية التي تحدث عند هذه المسام غير مفهومة جيداً حتى الآن مع الأخذ بالاعتبار أن العشوائية والتشكيل المتعرج للحمض النووي في الفراغ يجب أن يدخل ضمن معطيات فهم هذه الآلية. وضمن هذا المجال، كشفت تجارب بعض الباحثين من جامعة Brown عن آليات لم تكن معروفة

سابقاً تشرح آليات تفاعل البوليميرات مع المسام النانوية. ولفهم هذه الآلية، قام الباحثون عينهم بتبسيط الحالة من خلال استخدام فيروسات ذات شكل عصويّ طويلٍ قاسٍ متعرج بدلاً من جزيئات



الدنا لتجريبها على المسام النانوية. تأتي أهمية هذه المسام النانوية من كونها قد تؤدي في يوم من الأيام لثورة في عالم تسلسل

الدنا عن طريق تحريك جزيئاته في وقت واحد عبر فتحات صغيرة في غشاء رقيق، وبذلك قد يكون من الممكن فك شفرة سلاسل طويلة من الدنا بسرعة البرق. ومع ذلك، لم يصل العلماء حتى الآن للآلية الفيزيائية التي تحكم عملية التفاعل بين جدران الدنا والمسام النانوية. ولكن بمساعدة نوع معين من الفيروسات الآن، تمكن باحثو جامعة Brown من تسليط الضوء مباشرة على هذه الآلية الفيزيائية المبهمة للأزفاء (انتقال) عبر المسام النانوية. وبالنظر إلى أهمية النتائج المتحصل عليها، فإنها لن تساعد في تطوير الأجهزة النانوية المستخدمة في سلسلة الدنا فحسب، بل يمكن أن تؤدي أيضاً للوصول إلى طريقة جديدة للكشف عن مسببات الأمراض الخطيرة. من حيث المبدأ، يُعدّ المفهوم الكامن وراء معرفة تسلسل الدنا باستخدام المسام النانوية بسيطاً إلى حدّ ما. تعتمد الآلية ببساطة على ماهية مرور جزيئات الدنا عبر غشاء يفصل بين وسطين مختلفين في درجة الملوحة. عند تطبيق تيار كهربائي ضمن حقل التجربة، تنتقل سلاسل من وسط لآخر عبر المسام النانوية، وهذا سيولّد اختلافاً ملموساً يمكن قياسه بين طرفي الغشاء. تسمى هذه الظاهرة بالناقلية الغشائية. وبالنظر بدقة لهذه الاختلافات بين الواسطين، يأمل العلماء التمكن من تمييز النيكليوتيدات المختلفة لجزيئة الدنا (T, A, C, G). بالمقابل، يجب الانتظار بضع سنوات لنرى تسويقاً لجهاز سلسلة دنا يعتمد مبدأ المسام النانوية، لأنه بالرغم مما كشفه العلماء من أسرار حول الآليات الفيزيائية للعملية، يبقى جزءٌ يسيرٌ من المبادئ الأساسية مبهماً ضمن آلية تفاعل بوليميرات الدنا مع المسام النانوية. ويُعزى ذلك لمدى التعقيد الكبير في دراسة الدنا كونها في نهاية المطاف سلسلة من كرات تسبح عشوائياً ضمن السائل وهذا يعقد كثيراً من محاولة الوصول لفهم واضح لسلوكها الفيزيائي. فعلى سبيل

المثال، حتى الآن تُعدُّ العوامل المتحكممة بسرعة انتقال جزيئات الدنا عبر الغشاء غير مفهومة جيداً، فأحياناً تنتقل عبر المسام بشكل سريع وأحياناً أخرى تنزلق ببطء أكثر، وهنا لا أحد يفهم تماماً لماذا يحدث ذلك. هنا يجب معرفة أنه من الصعب عزل تأثير السحب على جزيئات الدنا، ولكن يمكن القيام به على الفيروسات مثلاً. ولذلك قام العالم McMullen وزملاؤه بدراسة هذا الخيار. لهذه الغاية استخدم الباحثون المذكورون فيروس *fd* الذي يصيب بكتريا *E. coli* وذلك لسببين أولهما أن جميع نسخ الفيروس متطابقة ولا تحمل تنوعاً وراثياً، والسبب الثاني يعود لشكل الفيروس العصوي الطويل المتعرج والمشابه لحد ما لشكل جزيئات الدنا. ولذلك من المتوقع أن يكون تأثير السحب عبر المسام النانوية للثنتين نفسه في كل مرة. وكما يتوقع العلماء، فإن تعييب تأثير السحب المتماثل في جميع الحالات عند الانتقال من المسام النانوية سيكون المصدر الوحيد للاختلاف. وهنا يجب معرفة أن جزيئات الفيروس الصغير تضغط باستمرار ضد جزيئات الماء المغمورة فيها. وهناك عدة دفعات حرارية عشوائية تدفع بالفيروس من الخلف لتسريع عبوره المسام النانوية. بالمقابل، من المؤكد وجود عدد قليل من الدفعات الأمامية تؤدي لإبطاء عبوره. كما أظهرت التجارب العملية في المختبر أنه في حين أوضحت الحركية الحرارية الكثير من التباين في سرعة الانتقال عبر المسام، فإنها لم تتمكن من تفسير كل شيء في الآلية الفيزيائية للانتقال. فقد تفاجئ الباحثون بوجود الاختلاف الذي يتسع في سرعة العبور بزيادة الجهد الكهربائي المطبق عبر المسام. منعت المفاجأة التي حدثت بظهور عوامل أخرى محددة لهذا الاختلاف الباحثين المعنيين من تحديد السبب الحقيقي للاختلاف، ولكن كان لديهم بعض الأفكار التي يمكن أن تفسر الحالة. يقول McMullen "إنه كان من المتوقع أن الجزيئات العابرة للمسام تختلف في سرعة عبورها كونها تمر من مركز المسام بصعوبة أكثر من تلك التي تمر عند حافة المسام. ولكن للأسف لم يتم إلى الآن التحقق من هذه الفرضية. ويقول McMullen: "سيكون من المفيد أيضاً القيام بقياس طول جدائل الدنا. فمن حيث المبدأ إذا استطعنا معرفة سرعة الانتقال عبر المسام يمكننا بسهولة الحصول على طول الدنا العابر". كما ساعدت هذه الأبحاث أيضاً في الكشف عن جوانب أخرى من عملية الانتقال التي يمكن أن تكون مفيدة في تصميم الأجهزة

المستخدمة لهذه التقنية في المستقبل. ومن جانب آخر، أظهرت الدراسة أن التيار الكهربائي يميل إلى محاذاة الفيروسات بجانبها الرأسي على المسام، ولكن في حالات عدم اصطافافها كما يجب، فإنها تميل لترتد حول حافة المسام حتى تقوم الحركية الحرارية بمجانستها في الوضع الصحيح لتمر عبر المسام. وبالمقابل، عند تطبيق جهد كهربائي عالٍ جداً، فإن الآثار الحرارية للانتقال تُقمع ويصبح الفيروس عالقاً على سطح الغشاء. وهذا يشير إلى ضرورة تطبيق جهد معتدل لحدوث الانتقال بيسر. لا شيء من هذا يمكن ملاحظته مباشرة - فهذا النظام الصناعي ببساطة صغير جداً مما يمنع من مشاهدة الظاهرة بشكل مباشر عند حدوثها. لكن استنتج الباحثون ما كان يحدث من خلال النظر في التغييرات الطفيفة في التيار عبر المسام. ويقول Stein إنه "عندما تتوه الفيروسات، فإنها تهلك في محيط المسام وبذلك نلاحظ هذه التغييرات في الجهد الكهربائي. ومع هذه التغييرات في التيار، بدأنا بتكوين فكرة عما تقوم به الجزيئات قبل الانزلاق عبر المسام. وعادةً ما تكون هذا الحساسات عمياء عما يجري حتى يتم عبور الجزيئة". يجب التنويه هنا إلى أن ما جمعه الباحثون من مشاهدات باستخدام الفيروسات في العبور عبر المسام النانوية لقساوتها وعدم قابليتها للطي على نفسها، كان من المستحيل الحصول عليه باستخدام جزيئات الدنا مباشرةً. وبالرغم من ذلك، يبقى الاختلاف مع جزيئات الدنا قائماً، حيث أنها يمكن أن تمر عبر المسام وهي مطوية على نفسها وبدون اصطافافها رأسياً. من وجهة نظر أخرى، وبعيداً عن النتائج الفيزيائية النظرية للبحث، يمكن توظيف المفاهيم والنتائج المتحصل عليها في تصميم أجهزة بمبدأ المسام النانوية بغية تشخيص وجود بكتيريا *E. coli* من خلال الكشف على الفيروس الذي يصيبها (*fd*). كما يمكن توظيف التقنية عينها في تشخيص العدوى بفيروسات خطيرة كـ *Ebola and Marburg* among.

News from Brown June 16, 2014

مشكلة متنامية

بدون إدارة حذرة، لن تستطيع محاصيل معدلة وراثياً

وقف انتشار الأعشاب المقاومة لمبيدات الأعشاب

يُعدُّ نبات *Amaranthus palmeri* عشباً لا يُستهان به. يمكن أن يتعدى طوله 2.5 م، وينمو أكثر من 6 سم في اليوم، وينتج

600.000 بذرة، له ساق خشبية صلبة قد تحطم المعدات الزراعية عند محاولة اقتلاعه. وأصبح أكثر مقاومة لمبيدات الأعشاب الواسعة الانتشار مثل الـ Glyphosate. وبات هذا النبات مصدراً لإزعاج المزارعين في 23 ولاية أمريكية على الأقل. تحاول وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) التعلم من تجربة الـ pigweed، والحدّ من الضرر الناجم عن حملة مكافحة الأعشاب. هناك توافق كبير على أن انتشار هذه النباتات المقاومة يعود إلى الاعتماد الواسع على المحاصيل المعدلة وراثياً والمقاومة لـ Glyphosate. وفي الوقت الذي انتشرت فيه هذه المحاصيل المعدلة وراثياً في منتصف التسعينيات، كان المزارعون يكافحون الأعشاب المقاومة للمبيدات لعقود عديدة، ولكن الاعتقاد الذي كان سائداً أن مبيد Glyphosate كان قادراً على التغلب على تلك الأعشاب بالرغم من تسجيل حالات عديدة مقاومة له. وقد انتشرت الأعشاب المقاومة للمبيد في 25 مليون هكتار من الأراضي الزراعية الأمريكية، كما ظهرت أيضاً في غيرها من البلدان التي تبنت المحاصيل المقاومة لمبيد Glyphosate. توصلت شركات تصنيع المواد الكيميائية إلى حلّ يتمثل في المحاصيل المهندسة لمقاومة عدد من المبيدات العشبية. وحسب اعتقادهم، فإن احتمال أن يصبح عشب ما مقاوماً لأكثر من مادة كيميائية ضئيل جداً. وفي الواقع، إن تكديس صفات المقاومة قد يؤخر من ظهور الأعشاب المقاومة ولكن ليس لفترة طويلة. إن الأعشاب بالفعل ماهرة، حيث أفاد المزارعون بأن بعض النباتات قد أصبحت مقاومة لأكثر من خمسة مبيدات عشبية. قد تكون المحاصيل المقاومة للمبيدات العشبية المتعددة مفيدة ولكن هناك قلقٌ من أن المزارعين سيعتمدون بشكل كبير على المواد الكيميائية وإهمال الطرائق الأخرى لمكافحة الأعشاب باستخدام مزيج من مبيدات الأعشاب التي تكون متخصصة بالأعشاب الغازية للحقول والدورة الزراعية والحراثة المعتدلة. تُعرف هذه الممارسات مجتمعة باسم مكافحة المتكاملة للأعشاب. وهنا يأتي دور وكالة حماية البيئة (EPA) في مسودتها حول تقييم استخدام مزيج من مبيدات الأعشاب حيث طلبت من شركة Dow AgroSciences، المصنّعة للمبيد، مراقبة ظهور الأعشاب المقاومة وإبلاغ الوكالة عنها. وفي حال حدث ذلك، فلدى الوكالة القدرة على فرض تقييدات على شركة Dow أو على استخدام مبيدات الأعشاب إذا رأت

ذلك ضرورياً. توفر وكالة حماية البيئة احتياطات معقولة، ولكن بمقدورها أن تفعل أكثر من ذلك بكثير. فعندما يجري نشر مجموعة متنوعة من المحاصيل المعدلة وراثياً لمقاومة الحشرات، يطلب المنظمون في الولايات المتحدة من المزارعين زراعة جزء من الحقل بنباتات غير معدلة وراثياً تلجأ إليها الحشرات من أجل التقليل من أثر ضغط الانتخاب وبالتالي تأخير ظهور صفة المقاومة. بشكل مماثل، قد تتطلب التدابير الخاصة بالمحاصيل التي تتحمل مبيدات الأعشاب استخدام دورة زراعية أو تغيير مبيدات الأعشاب. تكون مثل هذه الإجراءات مؤثراً على أن المنظمين والمزارعين على حدّ سواء قد أدركوا عواقب الاستخفاف بقدرة الأعشاب في تطوير المقاومة.

Nature 11 June 2014

ساهم في هذا العدد:

د. نزار مير علي، د. بسام الصفدي، د. وليد الأشقر، د. عبد السميع هنانو، د. أحمد غنام، د. أيمن مري، د. حسام الحاج علي، م. رنا اللياس، م.م. رنا زكريا.

التدقيق اللغوي: حسان بقلة - مكتب الترجمة

للاستعلام والمراسلة:

هيئة الطاقة الذرية، ص ب 6091 دمشق، سورية

هاتف 3921503/6، فاكس 6112289

Email: atomic@aec.org.sy

بريد الكتروني atomic@aec.org.sy