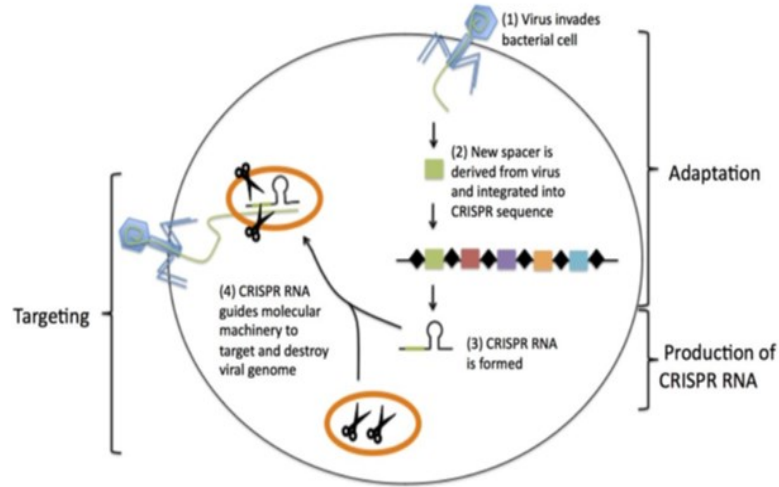


أخبار التقانة الحيوية

السنة السادسة عشر - العدد الثالث - تشرين الثاني - 2017

نشرة إعلامية فصلية يصدرها قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية في هيئة الطاقة الذرية



نظام كريسبر-كاس-9: أداة تحد في أبحاث السرطان

ينشأ السرطان نتيجة النمو غير المنتظم والانتشار الكبير للخلايا المحورة. وتركّز أغلب الأبحاث العلمية أهدافها على ضرورة السيطرة على المراحل الأولية لنشوء السرطان وتطوره. ظهرت في الآونة الأخيرة تقنية تعتمد على وجود تكرارات عنقودية متناوبة منتظمة التباعد تعرف باسم نظام كريسبر-كاس-9، والذي يعتمد على تقنية التحرير (التعديل: زيادة أو إزالة تسلسل نكليوتيدي) الجينومي بطريقة فعّالة. سرّع هذا النظام من إنشاء نماذج خلوية سرطانية حيوانية تساعد في الدراسات السرطانية في الوسط الحي سواء على مستوى أجنة الفئران أو البيوض الملقحة. وعُدّت هذه التقنية لتناسب أغلب متطلبات الأبحاث العلمية من حيث تتبع جزيئات الـ DNA الهدف وأيضاً تنظيم عملية النسخ أو التثبيط الجينومي. يمكن توجيه نظام كريسبر-كاس-9 لكلّ من جزيئات الـ DNA أو الـ RNA (مثلاً فيروسات أو غيرها) بحسب موقع أنزيم الكريسبر المكون من تسلسلاتٍ فاصلة قصيرة (قطع لفيروسات)، وقطع جينومية ذات تكرارية قصيرة. يتألف النظام من جزيئتين، جزيئة الـ RNA الدال (الموجه)، وجزيئة أنزيم القطع الكاس-9 "كما في الشكل المرفق". عندما يهاجم فيروس معين البكتيريا، فإن قطعاً من حمضه النووي - جزيئة RNA- تُضاف إلى مجموع التكرارات الفاصلة. تتم بعدها عملية نسخ لجزيئة الحمض النووي الفيروسي مع جزيئة RNA الدال، ثم يتم دمج هذه الجزيئة مع جزيئة أنزيم الكاس-9 لتشكيل جزيئة كريسبر-RNA تتوجه مباشرة لمهاجمة التسلسل الهدف للفيروس وبالتالي

تعطيله. تتجه الأبحاث في الوقت الحالي إلى توجيه نظام كريسبر-كاس-9 للتدخل بهدف إصلاح عدد من الطفرات الموجودة في المورثات المحفزة لنمو الخلايا السرطانية. تجاوزت هذه التقنية بكفاءتها أغلب المعوقات الموجودة مع تقنيات التعطيل أو الإخماد الجيني مثل siRNA أو shRNA المستخدمة في الأبحاث الحالية. حيث أنه من المحتمل أن تشكل هذه التقنية نقلة نوعية كبيرة على مستوى أبحاث السرطان والمعالجات الجينية وكذلك الأمراض الوراثية.

Curr Trends Biomedical Eng & Biosci, September 2, 2017

تطبيقات المعالجة الطبية باستعمال تقنية الـ CRISPR/Cas9

تسابقت كلُّ من الشركات الدوائية المعروفة والشركات الحديثة في تطوير معالجات معتمدة على تقنية الـ CRISPR. بالمقارنة مع الاستراتيجيات الأخرى المستعملة في المعالجة الوراثية، يعتقد بأن تقنية الجينوم المعدل بالـ CRISPR ستكون أسرع وأقل كلفة وأكثر أماناً. تساعد المعالجات الخلوية بالـ CRISPR، ذاتية المنشأ والتي تستعمل الجينوم المعدل لتصحيح طفرة في خلايا المريض نفسه، في التغلب على قضايا الرفض الناتجة عن معالجات الازدراع

إنخفاض إنتاج البروتين الطافر لحدّ الـ 90%. وتظهر بارقة أملٍ كحلٍّ علاجي. وتستمر دراساتٌ إضافيةٌ باستعمال مورثات هنتكتون بشرية.

مرض الملاريا والحشرة الناقلة:

يفرض موضوع أمراض الحشرات الناقلة مثل الملاريا، والـ Zika اهتماماً صحياً واسعاً عبر العالم. وللقضاء على انتشار أمراض الحشرات الناقلة، عدّل الباحثون تقنية الـ CRISPR/Cas9 إلى أنظمة "منشئ مورثي" بكفاءة عالية والذي يمكنه نشر مورثات مقاومة لهذا المرض إلى المجتمعات البشرية كافةً. ولخلق منشئ مورثي، توجه الباحثون لإدخال مجموعة من مورثات مقاومة المرض مع بعضها مع مركبات CRISPR g RNA و Cas9 داخل بنية الحمض الريبي منقوص الأكسجين وحيد السلسلة. يتضاعف المنشئ المورثي بعد الإدخال بشكل ذاتي في كلا الصبغيين الأبويين، ويورث بنسبة 99.5% إلى النسل. قدمت التحسينات في تقنية المنشئ المورثي حلاً متوسطة لإبادة هذه الأمراض.

أمراض الإيدز والفيروسات:

زودت تقنية التعديل المورثي استراتيجياتٍ وتطبيقاتٍ علاجيةً جديدةً ضد أمراض الإصابات الفيروسية. أُزح فيروس الإيدز من المريض بشكلٍ فعالٍ باستعمال المعالجة المورثية لإلغاء المستقبلات الأساسية لدخول الخلية وإصابتها. أظهرت الدراسات الحالية باستعمال تقنية الـ CRISPR أن الطفرات في مستقبلات CCR5 و CXR4 في كلٍّ من الخلايا الجذعية متعددة القدرات المحرّضة (ipSCs) والخلايا CD4+ البدئية يمكنها أن تؤدي إلى مقاومة فيروس الإيدز في النسل الناشئة من هذه الخلايا.

السمنة والاستقلاب

تُعدُّ مورثة الـ FTO واحدة من أكثر المورثات التي لها صلة قوية بالسمنة. ترتبط بعض التغيرات الوراثية المحددة بشكلٍ ذي دلالة مع السمنة والوزن الثقيل. أظهر الباحثون أن الإدخال بتقنيات الـ CRISPR/Cas9 الوسيطة يستطيع أن يحول تغيرات الـ FTO المسببة للسمنة إلى تغيراتٍ طبيعيةٍ في طليعة الخلايا الدهنية.

والتي تتطلب وجود متطوع متطابق. تعدُّ تقنية الجينوم المعدل بالـ CRISPR واعدةً بشكلٍ خاص في الأمراض التي يمكن معالجتها عن طريق خلايا معدلة يمكن أن تُستخلص بسهولة من المريض، والتي تسمح بمسح إضافي للتأكد من عدم وجود تعديلات في الجينوم سببت إسكاتاً لهدفٍ ما أثناء عملية قراءة الجينوم.

المعالجة المناعية للسرطان:

أشارت الدراسات الحديثة إلى أن تقنية الـ CRISPR/Cas9 المستعملة في المعالجة المناعية الوسيطة، أصبحت تستعمل في الصراع ضد نقائل سرطان الرئة في جامعة Sichuan والأورام النقوية في جامعة Pennsylvania، وتعتمد الأبحاث التي ستطبق تقنية الـ CRISPR/Cas9 على التخلص من مورثة الـ PD-1 في الخلايا التائية المستخلصة من المريض. تُعدُّ مورثة PD-1 منظماً مهماً في خفض نشاط الخلايا التائية ووظائفها كنقطة ضبط مناعية. بعد التخلص من مورثة PD-1، تتحرر الخلايا التائية المعدلة في مجرى الدم باتجاه السرطان الهدف. يقدم كبح مورثة الـ PD1 تسهيلات واعدة في معالجة السرطان. منذ سنة مضت، وافقت الـ FAD على معالجتين جديدتين معتمدتين على الأضداد كأساس في المعالجة والتي تستهدف PD-1، نيفولامبولمبروليزوماب.

تجديد النسيج

أشارت التقارير الحالية بأن تقنية الـ CRISPR/Cas9 ربما تكون أداةً أساسيةً في تحسين تمايز الخلية. وتستعمل تقنية الـ CRISPR لإنشاء أنماط خلوية مختلفة لعملية الإذراع، متضمنة الخلايا العضلية لمعالجة الحثل العضلي، والخلايا الجذعية الدموية لمعالجة فقر الدم المنجلي. أثبتت النتائج مجتمعةً أن تقنية الـ CRISPR/Cas9 يمكن تطبيقها في التمايز الموجه للخلايا وإعادة زراعتها.

المعالجة المورثية:

ينتج مرض هنتكتون وهو خلل عصبي وراثي عن تراكم بروتين هنتكتون الطافر ضمن الدماغ وتتكون بنتيجته أذيات في الإدراك، وخرف وموت. أظهر الباحثون باستخدام أنماط الفئران، أن تعديلاً لمورثة الـ CRISPR/Cas9 نستطيع معه أن نوقف إنتاج هذه البروتينات الطافرة. يُعدُّ الـ CRISPR/Cas9 المعدل كافياً في

تبدى الخلايا المعالجة زيادةً في الفعالية الاستقلابية ونقصاً في تعبير المورثتين *IRX3* و *IRX5*، وهي مورثات تحدد دسم الخلية كخلايا دهنية بيضاء لتخزين الدسم.

CRISPR Handbook, Second Edition · September 2016

تقنية الـ CRISPR أداة جديدة لمحاصيل محسنة:

يستخدم المختصون في علوم النبات طريقة التحرير المورثي (إضافة أو إزاحة مورثة أو صفة) للحصول على منتجات زراعية مستدامة وبنوعية عالية، إلا أن قبول المستهلك لهذه المنتجات ليس مضموناً.

أولى المحاصيل المصححة مورثياً بتقنية الـ CRISPR، آتية. تعمل شركة البذور ديوبونت (DuPont Pioneer) على التحضير لإطلاق صنف جديد من الذرة الشمعية والذي يتوقع أن يكون في الأسواق بحلول عام 2020. سيكون هذا الصنف أول نبات مصححاً مورثياً، باستخدام تقنية الـ CRISPR/Cas9، يطلق تجارياً في الأسواق. يرمز مصطلح الـ CRISPR للتكرارات المتناوبة القصيرة البينية المتجمعة بشكل نظامي. إن استخدام تقنية الـ CRISPR لإضافة أو إزاحة صفة من صفات النبات هي تقنية أسرع وأكثر دقة وسهولة في معظم الحالات من تقنيات التربية التقليدية أو طرائق التحوير الوراثي الأقدم. رغم قدرة الباحثين على استخدام تقنية الـ CRISPR لإضافة مورثات من أنواع أخرى إلى النبات، إلا أن عدداً كبيراً من المخبريين يبحث في التنوع المورثي الكبير ضمن الأنواع النباتية. ويأمل عندها مؤيدو هذه التقنية أن يحتضن المستهلك المحاصيل المصححة مورثياً. إلا أن الاستخدامات التجارية لتقنية الـ CRISPR يمكن أن تقلص إذا قررت الجهات الزراعية في الولايات المتحدة الأمريكية وأوربة ضبط المحاصيل المصححة مورثياً كما فعلت مع المحاصيل المعدلة وراثياً. ذكر Neal Gutterson نائب رئيس قسم الأبحاث والتطوير في شركة ديوبونت أن الشركة تتوقع من الولايات المتحدة الأمريكية أن تتعامل مع منتجها، الذرة الشمعية المصححة مورثياً، كمحصول تقليدي كونه لا يحتوي أية مورثات من أنواع أخرى. وفي الحقيقة، فإن صفة الشمعية تتواجد في عدد

من أصناف الذرة، وهي تزود البذور بكمية من النشاء تحتوي على 97% أميلوبكتين أعلى بالمقارنة مع الـ 75% أميلوبكتين المتوفرة في الذرة العلفية، ويتكون باقي محتوى البذرة من الأميلوز. ينحل الأميلوبكتين بشكل أكبر من الأميلوز، مما يجعل النشاء من الذرة الشمعية خياراً أفضل في مجال المواد اللاصقة ومكثفات الأغذية. يتعرف مربو النبات على الصفات الجديدة من خلال فحص النباتات الطافرة أو الاستثنائية، ويقومون على مدى عدة أجيال من التربية بإدخال الصفة الجديدة المرغوبة ضمن الأصناف النخبة وعالية الكفاءة، التي لا تحتوي على هذه الصفة. يبدأ مربو النبات بالتهجين الناتج عن إقحاح النباتات الطافرة بالنباتات النخبة، وتربية الهجن مع الآباء النخبة لعدة أجيال في عملية تسمى بالتهجين الرجعي. يهدف المربون إلى الحصول على نبات يقارب الصنف الأب مضافاً إليه الصفة الجديدة المرغوبة، إلا أن عملية الحصول على الصفة الجديدة بشكلٍ نقي من النباتات الطافرة تُعدُّ عمليةً صعبةً. فقد وجد الباحثون في شركة ديوبونت أن صفة الشمعية تأتي مع بعض الحمولة الوراثية حتى بعد التهجين الرجعي. وقد وجد الباحثون أن إنتاجية نباتات الذرة الشمعية كانت أقل من تلك التي تقدمها الأصناف النخبة (التي لا تحتوي على الصفة). وبما أن صفة الشمعية أصيلة عند بعض أصناف الذرة، لم تضطر شركة ديوبونت أن تعتمد على تقنيات الهندسة الوراثية التي استخدمها مربو النبات لإنتاج نباتات ذرة متحملة لمبيدات الأعشاب ومقاومة للحشرات، فهذه النباتات تحتوي على DNA من أنواع أخرى. ويتحتم على المربين عند استخدام الهندسة الوراثية تربية مئات بل آلاف النباتات المعدلة وراثياً لإيجاد أفضلها والحاملة للصفة المرغوبة والعمل على إدخال هذه الصفة في كل الأصناف النخبة. كما تحتاج هذه النباتات المعدلة وراثياً بطرائق التحوير الوراثي التقليدية إجراءات تنظيمية حتى يتم قبولها في الولايات المتحدة الأمريكية وبلدان أخرى قبل تسويقها. ما قامت به شركة ديوبونت عوضاً عن ذلك هو استخدام تقنية الـ CRISPR لإبطال عمل مورثة خاصة بإنزيم ينتج الأميلوز، وبذلك تم تصحيح مباشر للمورثة، وأنتجت الشركة صنف ذرة شمعية من النخبة بدون خسائر في الإنتاج أو إضافة محتوى من DNA

بهدف حماية الغذاء والبيئة من الملوثات المثابرة (Persistent contaminants). مما لا شك فيه، أن سلامة الغذاء والبيئة تُعدُّ من القضايا ذات النّقل الاستراتيجي والتي تكون عادة في مقدمة الأولويات التي تُرصد لها الحصة الأكبر من الدعم الحكومي لحل المشاكل المرتبطة بها، وبالتالي الارتقاء بنوعيتها. وبذلك أصبحت سلامة الغذاء والبيئة من أهم المؤشرات التي تأخذ بها المنظمات الدولية والحكومية في تصنيف مستوى المعيشة والسلامة في الدول. وهذا ما دفع الحكومات في البلدان المقتدرة إلى تخصيص الدعم المادي واللوجستي اللازمين لتحفيز سياساتها العلمية على تبني مشروعات تبحث في الكشف عن مشاكل تلوث الغذاء والبيئة وإيجاد طرائق ذكية وآمنة لحل هذه المشاكل بشكل ناجح. تُعدُّ الملوثات، البيولوجية منها أو الصناعية، من أهم المشاكل التي يمكن أن تصيب الغذاء والبيئة، وبالتالي تُشكل حماية الغذاء والبيئة من هذه الملوثات التحدي الأكبر الذي يواجه الباحثين في هذا المجال. أصبحت اليوم الاستراتيجيات التي تعتمد على الطرائق الفيزيا-كيميائية للتخلص من هذه الملوثات الخطيرة مرفوضةً جملةً وتفصيلاً، لما تسببه من خلل وضرر في النظام البيئي. وبذلك ركزت الجهود في الآونة الأخيرة في البحث عن تقانات بديلة تتسم بالفعالية في التخلص من الملوثات السامة، وتضمن في الوقت ذاته سلامة مكونات النظام البيئي المعالج بما فيها من متعضيات أو طحالب أو نباتات أو حتى حيوانات. وهنا تم طرح فكرة تعديل/تفعيل جينوم الكائنات الحية والتي تكون غالباً عرضةً لهذه الملوثات بهدف تدعيم مقدرتها البيولوجية على تحمل وامتصاص وحتى هضم هذه الملوثات السامة. بشكل عام، يدل مصطلح "هندسة الجينوم" على أية عملية تتخلل تهدف إلى إحداث أي تغيير موجه على مستوى المادة الوراثية (DNA) للخلية الحية. ويشمل هذا بطبيعة الحال التغيرات على مستوى الجينات (Genes) أو على مستوى

الغريب من أنواع أخرى، إلا أنه لا بد للباحثين في مجال التصحيح المورثي عند النبات من الاستمرار في التربية والاختبار والمراقبة لأن الصفات قد لا تتوافق مع بعضها أو لا تنتج فائدة معنوية. لاحظ الباحثون في هذه الشركة تقليصاً للوقت اللازم لوصول منتجهم إلى المزارع وذلك حتى خمس سنوات عوضاً عن ثماني سنوات في حالة الهجن. ويُعدُّ صنف الذرة الشمعية صنفاً نموذجياً لتجربة تقنية الـ CRISPR على المستوى الاستهلاكي نظراً لاحتوائه أصلاً على صفة مرغوبة ومسوقة ومألوفة لدى المزارعين، هذا بالإضافة إلى الفهم الجيد للمجموع الوراثي لنبات الذرة ولهذه الصفة بالذات. تساعد تقنية الـ CRISPR في استهداف دقيق للمورثة الهدف، وإيقاف تشغيلها أو تعديلها، كما يمكن استهداف أية مورثة وأكثر من مورثة بآن معاً. هناك عدد من المخابر المهمة بهذه التقنية لزيادة كمية الزيت في اللفت الزيتي، وتحسين الطعم والنكهة في البندورة التي خسرناها تدريجياً عبر تربية الأصناف ذات الإنتاجية الأعلى. إلا أن الأبحاث تتمحور في أغلبها حول إثبات نجاح مفهوم تقنية الـ CRISPR في النبات. من معوقات هذه التقنية الجديدة هو أن شركات البذور الصغيرة والمنظمات البحثية ليست جاهزة بعد لتطوير المحاصيل وتسويقها بهذه الصفات الجديدة. ومن المعوقات أيضاً تحكم بعض المنظمات ببراءات اختراع مهمة تخص تقنية الـ CRISPR، مما يجعل الباحثين يدرسون احتمالاتٍ أخرى تخص هذه التقنية، بالإضافة إلى وجود تساؤلاتٍ حول قبول المستهلك والقوانين الحكومية الناظمة. يتشارك العديد من الباحثين وجهة النظر أن على الجهات الناظمة التركيز فيما إذا كانت الصفات المضافة أو المعدلة هي التي تشكل الخطر وليست الطريقة التي أُستخدِمت لإضافة هذه الصفة.

Chemical & Engineering news, June 12, 2017

توظيف تقانة الـ CRISPR-Cas9 في خدمة السلامة الغذائية والبيئية

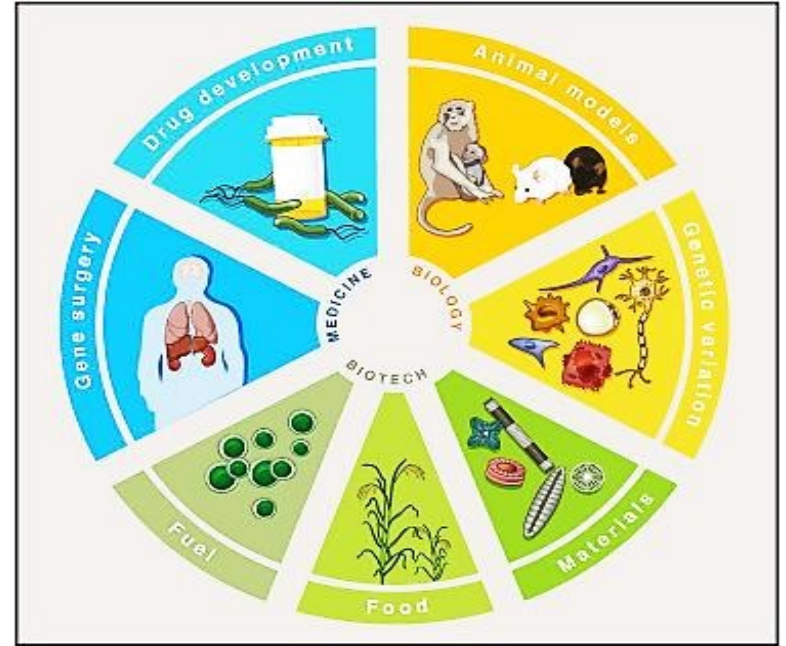
نسلط -في هذه المقالة المقتضبة- الضوء على آفاق استخدام الـ CRISPR-Cas9 كتقانة واعدة في هندسة جينوم الخلية الحية

كيف يمكن أن تُوظف تقانة الـ CRISPR-Cas9 في تأمين

غذاء سليم:

يُعدُّ الغذاء الآمن أو السليم (Safe food) حقاً من حقوق الإنسان التي تبنتها الجمعية العمومية للأمم المتحدة، وبالتالي فإن من مسؤوليات الحكومات تأمين هذا الحق، ولعل أهم التحديات التي تواجه الحكومات في هذه المسؤولية هي إمكانية تلوث الغذاء بالسموم البيولوجية، وأهمها السموم الفطرية (Mycotoxins)، أو السموم الصناعية وأهمها مركبات الديوكسين ومثاباتها. يُعرف عن السموم الفطرية أنها نواتج استقلاب ثانوية يفرزها نوعين أساسيين من الفطور هما: *Aspergillus flavus* و *Aspergillus parasiticus*. يسبب تلوث المنتجات الزراعية بهذه السموم خسائر فادحة لكونها تصبح غير قابلة للاستخدام في غذاء الإنسان أو الحيوان. وفي حال دخولها جسم الإنسان أو الحيوان فإنها تسبب تأثيرات سمية خطيرة قد تنتهي بتنشيط بعض حالات التسرطن، وحتى الموت في الجرعات المركزة. يتطلب التركيب الحيوي للسم في الخلية الفطرية تفعيل 18 جيناً منظمةً وفق تراتبية محددة ضمن عنقود جيني (Cluster genes)، وبالتالي، بما أن إنتاج السم الفطري يعتمد على التعبير الرنوي والبروتيني لجينات محددة داخل الخلية الفطرية فهناك إمكانية للتدخل في تعديل هذه الجينات، وبالتالي إمكانية ضبط أو كبح إنتاج السم الفطري على المستوى الجزيئي. وهنا يمكن توظيف تقانة الـ CRISPR-Cas9 من أجل تعديل أو إلغاء إحدى الجينات المسؤولة عن تركيب السم الفطري، وذلك على مستوى الدنا الفطري. وبالفعل شهد العام الماضي أولى محاولات ناجحةً لتعديل جينوم بعض أنواع الفطريات التابعة للجنس *Aspergillus* (Nodviq et al., PLOS one, 2016). حيث بينت الدراسة فعالية استخدام تقانة الـ CRISPR-Cas9 في إدخال معلمات جينية مرتبطةً بنشاط الفطر على إنتاج السم. تفتح هذه الدراسة آفاقاً واسعةً لاستخدام هذه التقنية في تحويل جينوم الفطريات المفرزة للسموم الفطرية وبالتالي تحقق إمكانيةً بيولوجيةً

منتسخاتها (Transcripts)، وتُعدُّ تقانة الـ CRISPR-Cas9 من أهم الآليات الجزيئية المستخدمة في التعديل/تحويل الجينوم في الخلية الحية. عُرفت وظيفة الـ CRISPR-Cas9 في البداية بكونها آلية من آليات النظام المناعي لدى البكتيريا (*Streptococcus thermophilus*)، والذي تستخدمه بشكل خاص ضد الغزو الجيني (Genetic invasion) من قبل العاثيات (Bacteriophages). تعتمد هذه الآلية على عنصرين جزيئيين هما الـ CRISPR وهو اختصار لما يُعرف Clusters Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats، والذي يدل على تكرارات قصيرة متناوبة ضابطة ومنتظمة ضمن عناقد جينية على سلسلة الدنا. ومن إنزيم هاضم للدنا هو الـ Cas9 (CRISPR-associated endonuclease9) (Barrangou, R., et al., Science, 2007). وبذلك فتحت هذه التقانة الحيوية آفاقاً جديدةً وواعدةً في علم الحياة، وفي مجالات متنوعة كالطب والعقاقير والغذاء والبيئة والوقود الحيوي وأمثلة النماذج البيولوجية الحيوانية والنباتية (شكل 1).



شكل 1 المجالات التطبيقية لتقانة "هندسة الجينوم Genome engineering"

مهمّة في كبح مقدرتها على تلوّث الغذاء بسمومها الخطيرة.

كيف يمكن أن تُوظَّف تقانة الـ CRISPR-Cas9 في معالجة مشاكل التلوّث البيئي

اتجهت الأنظار في الآونة الأخيرة إلى استخدام تقانات البيولوجيا الجزيئية في خلق نظم حيوية قادرة على امتصاص/حبس/مراكمّة/إبطال سمية الملوثات المثابرة التي قد تلوّث البيئة بدرجات خطيرة. تنقسم هذه النظم إلى فئتين، هما الكائنات الحية الدقيقة والنباتات. فيما يتعلق بالمتعضيات، بيّنت العديد من الدراسات أن بعض الكائنات الحية الدقيقة تمتلك مقدرات بيولوجية على امتصاص واستقلاب السموم العضوية التي تلوّث المواقع البيئية ومن أهمها مركبات الديوكسين (Dioxins) ومشابهاتها، وكذلك المبيدات الكيميائية بمختلف أنواعها. ترتبط هذه المقدرات بوجود جينات مسؤولة عن استقلاب مثل هذه المركبات وبالتالي تفكيكها إلى مكوناتها الأساسية، ثم الاستفادة منها كمصدر للطاقة. بيّنت دراسة نُشرت حديثاً إمكانية استخدام تقانة الـ CRISPR-Cas9 في هندسة الجينوم بكتريا *E. coli* وتحويلها إلى سلالة بكتيرية قادرة على تفكيك إحدى أهم المبيدات استخداماً وهو الأترازين (Atrazine) (Tanq et al., journal of biological engineering, 2017). تفتح هذه الدراسة آفاقاً جيدة في تطبيقات تقانة الـ CRISPR-Cas9 في مجال هندسة الجينوم البكتيري وبالتالي إمكانية الحصول على سلالات بكتيرية ذات مقدرات بيولوجية متميزة في تفكيك الملوثات البيئية. أما فيما يتعلق بالنباتات، فيمكن توظيف تقانة الـ CRISPR-Cas9 لرفع مقدرة النباتات على امتصاص الملوثات العضوية أو اللاعضوية ومراكمتها من التربة، حيث بيّنت الدراسات إمكانية استخدام هذه التقانة في بعض النماذج النباتية أو حتى بعض الأشجار كما هو الحال في أشجار الحور (Fan et al., Nature SR, 2015). لعل من أهم ميزات تقانة الـ CRISPR-Cas9 هي إمكانية استخدامها لتعديل جينوم جميع الأنواع النباتية أحادية وثنائية الفلقة. تفيد هذه التقانة في تفعيل/تحفيز بعض الأنزيمات المسؤولة عن

نقل المعادن مما يزيد من مقدرتها في امتصاص المعادن الثقيلة، التي قد تزداد تراكيزها في الترب الزراعية نتيجة للاستخدام المكثف للمركبات الكيميائية. من المتوقع أن تجذب تقانة الـ CRISPR-Cas9 المزيد من الانتباه في السنوات القادمة، لاستخدامها في مجال بيولوجيا النبات بهدف تطوير جينوم بعض النماذج النباتية لتصبح ذات كفاءات متميزة، وبالتالي إمكانية استخدامها كتقانات بيولوجية آمنة في عمليات إعادة تأهيل المواقع البيئية الملوثة.

ساهم في هذا العدد:

د. نزار مير علي، د. بسام الصفدي، د. وليد الأشقر، د. حسام مراد، د. عبد السميع هنانو، د. دانا جودة، البيولوجية فاتن معسعس، م.م. رنا زكريا.

التدقيق اللغوي: حسان بقلّة - ر. د. الإعلام

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