هيئة الطاقة الذرية السورية
Biotechnology News
أخبار التقانة الحيوية
السنة الثالثة عشر - العدد الثاني - نيسان - 2014
نشرة إعلامية فصلية يصدرها قسم التقانة الحيوية والبيولوجيا الجزيئية في هيئة الطاقة الذرية

تطوير مسكن للآلام فموي مشتق من السم الموهن للحلزون

أفاد العلماء أنهم قد تمكنوا من تطوير خمسة مواد تجريبية جديدة على الأقل بدءاً من بروتين صغير تم العثور عليه في سم الحلزونات المخروطية والتي يمكن أن تؤدي يوماً ما إلى تطوير أدوية فموية آمنة وفعالة لعلاج الآلام العصبية المزمنة. وأوضحوا

أنَّ هذه المواد قد تكون أقوى من المورفين مع آثار جانبية أقل واحتمال حدوث اعتياد أقل. ويقول المشرف على هذه الدراسة الباحث David Craik: "هذه خطوة هامة يمكنها أن تشكِّل خطة متكاملة لتطوير صنف جديدً من الأدوية، قادرة على تخفيف شدةً الألم المزمن والذي يصعب للغاية علاجه في الوقت الراهن". كما أوضح أنَّ الألم الحاد يحدث عندما تتم استثارة الجهاز العصبي بواسطة جرح أو إصابة، وينحسر بشكل تلقائي مع مرور الوقت. وعلى العكس من ذلك، يظهر ألم الاعتلال العصبي المزمن عندما يتأذى الجهاز العصبي بحد ذاته. ويمكن لهذا النمط من الألم، والذي غالباً ما تكون شرارة انطلاقه وجود أمراض كمرض السكري، والتصلب اللويحي أو أمراض أخرى، أن يستمر لأشهر أو لسنوات. وأضاف: "تملك العلاجات الحالية لآلام الاعتلال العصبي المزمن تأثيرات جانبية خطيرة، وتوفر الراحة لواحد فقط من بين كل ثلاثة مرضى". وكانت الحلزونات المخروطية هي المصدر غير المتوقع الذي شكلّ أحد الحلول الممكنة، وهي عبارة عن حيوانات بحرية تستخدم السم لشل فرائسها. حيث يحتوي هذا السم على مئات الببتيدات المعروفة باسم conotoxins سموم الحلزونات. ويؤكد الباحث أن بعض هذه conotoxins تملك تأثيرات مسكنة عند الإنسان. بيد أنَّه حتى وقتنا الراهن، لم تتم الموافقة إلا على واحد فقط من الأدوية المشتقة منها للاستخدام عند البشر. ويمتلك هذا الدواء، والمُسمى بـziconotide عيباً كبيراً يتمثل بضرورة تسريبه بشكل مباشر ضمن الجزء السفلي من الحبل الشوكي، والذي يُعَدُ من الإجراءات الراضة (invasive) بشكلٍ واضح. ويعمل الفريق على تطوير الأدوية المعتمدة على الـ conotoxins والتي يمكن أن تُؤخَذ عن طريق الفم الأمر الذي يسهل عملية إعطائه للمرضى. في الأبحاث السابقة، وجد أعضاء الفريق طريقة لتعديل ببتيدات conotoxins، حيث تمكنوا من تشكيل سلاسل دائرية من الحموض الأمينية، ونتيجة لذلك، فإنَّ الببتيدات المعدلة، والتي ترتبط في الأساس بشكل دائري، كانت غاية في الثبات والمقاومة للأنزيمات في الجسم لدى الجرذان المخبرية، والتي تمثِّل البديل الأكثر شيوعاً للإنسان في العديد من التجارب، وقد أدى تناول جرعة واحدة صغيرة من النموذج الدوائي المنتج عن واحدة من هذه conotoxins الحلقية إلى تخفيض الألم إلى حدٍ كبير وذلك عند القيام بقياس شدته. وبناءً على هذا البحث، استنتج العلماء أنَّ هذا النموذج الدوائي الأولي أكثر فعاليةً بحوالي 100 مرة من المورفين أو الجابابنتين، وهما الدواءان اللذان يُعتبران "المعيار الذهبي" في علاج الألم العصبي المزمن. ويقول Craik: "إنَّ الإدمان هنا أقل مدعاةً للقلق، لأن conotoxinsتعمل في الدماغ على مستقبلات مختلفة عن تلك

التي يعمل عليها المورفين والأدوية الأفيونية الأُخرى". وأضاف "لا ندري شيئاً عن الآثار الجانبية لهذا الدواء بعد، حيث لم يتم اختباره على البشر، ولكننا نعتقد أنه سيكون آمنا". ويعمل هذا الدواء من خلال آلية مختلفة تماماً عن آلية عمل المورفين، لذلك فنحن نعتقد أن إمكانية وجود آثار جانبية لهذا الدواء ضئيلة للغاية. ويُعتَبَر هذا الأمر من المزايا الكبيرة لهذا الدواء". وقد قام فريق العمل بتطوير مالا يقل عن خمسة مواد إضافية جديدة اعتماداً على النموذج الدوائي لـ conotoxins الحلقي. وهم حالياً بصدد تقييم الإمكانات العلاجية لهذه المواد الجديدة، والتي قاموا بتطويرها عبر تعديل في تكوين الحموض الأمينية في النموذج الدوائي المذكور والذي قاموا باستخدامه في دراساتهم الأولية. كما يأملون في الحصول على تمويل كافٍ مع الحصول على موافقة بإجراء الدراسات على الإنسان.

ScienceDaily March 16, 2014

أفضل عشر حقائق عن المحاصيل المعدّلة وراثياً

-الحقيقة الأولى: **تعد سنة 2013 هي السنة الثامنة عشر للنجاح التجاري للمحاصيل المعدلة** ويعد عام 1996 عام التسويق التجاري الأول لهذه المحاصيل المعدلة. وقد تحقق بين عامي 1996-2013 معدلات نمو مضاعفة في المساحات المزروعة بهذه المحاصيل. وتمكنت هذه المحاصيل من تحقيق انخفاض في نفور مزارعي العالم منها وزيادة الثقة بها في كل من الدول النامية والصناعية على حد سواء. وقد تجاوزت المساحات المزروعة بين العامين المذكورين 1.5بليون هكتار (وهو ما يعادل نصف مساحة الصين أو الولايات المتحدة الأمريكية).

-الحقيقة الثانية: **زيادة المساحات المزروعة من 1.7 مليون هكتار في عام 1996 إلى أكثر من 175 مليون هكتار في عام 2013.** وهو ما جعل تقانة المحاصيل المعدلة الأسرع تبنياً في الوقت الحديث. وقد قدرت المساحات المزروعة بالمحاصيل المعدلة عام 2013 بـ 5 مليون هكتار، وبمعدل نمو سنوي 3%. ومن الملاحظ أنَّ أكثر الأرباح السنوية الخجولة والصعود المتواصل لها والمتكهن بها لبضع سنوات قادمة قد نشأ عن مستويات تبني مثالية سابقة بين (90-100%) للمحاصيل المعدلة الأساسية، مع عدم ترك مجال للتوسع أو ترك القليل منه.

-الحقيقة الثالثة: **زيادة عدد الدول المهتمة بالمحاصيل المعدلة والصفات المتراكمة** حيث بلغ عدد الدول التي زرعت المحاصيل المعدلة عام 2013 (27) دولة، منها 19 دولة نامية و8 دول صناعية. وقد شغلت الصفات المتراكمة مساحة 47.1 مليون هكتار أو ما يعادل نسبة 27%.

-الحقيقة الرابعة: **قيام الدول النامية بزراعة هكتارات من الأراضي تفوق تلك التي زرعتها الدول الصناعية، وذلك للسنة الثانية على التوالي.** حيث حققت الدول النامية نمواً أكثر من 54% (ما يعادل 94 مليون هكتار) للمحاصيل المعدلة لعام 2013 مقارنة بالدول الصناعية التي حققت 46% (ما يعادل 81 مليون هكتار).

-الحقيقة الخامسة: **بلغ عدد المزارعين الذين اعتمدوا زراعة المحاصيل المعدلة 18 مليون مزارع لعام 2013 بينما بلغت 0.7 مليون لعام 2012**، أي بنسبة زيادة فوق 90%، أو أكثر من 16.5 مليون، وهؤلاء من مزارعي الدول النامية الفقراء. كما سُجّل 7.5 مليون مزارع صغير في الصين في عام 2013 اختاروا أن يزرعوا أكثر من 15 مليون هكتار من نباتات القطن Bt نتيجة للمساعدات المعنوية التي قدمت لهم وقد استفاد من الذرة الحيوية في عام 2013 ما يقاربً 400.000 مزارع صغير في الفيليبين.

-الحقيقة السادسة: **أعلى 5 دول زرعت المحاصيل المعدلة.** تأتي الولايات المتحدة في المرتبة الأولى بـ70.1 مليون هكتار وبمتوسط تبني لكل هذه المحاصيل يقارب 90%. فقد تم زُراعة أول ذرة حيوية مقاومة للجفاف من قبل 2000 مزارع أمريكي على مساحة 50.000 هكتار، لتأتي البرازيل في المرتبة الثانية ولخمس سنوات متعاقبة حيث مثلت محرك النمو العالمي، علماً أنَّ مساحاتها المزروعة بالمحاصيل المعدلة مقارنة بأي دولة أخرى في ازدياد. ومن المثير للعجب تسجيل زيادة 3.7 مليون هكتار، أي ما يزيد بمقدار 10% عن عام 2012، حيث بلغت المساحة المزروعة 40.3 مليون هكتار. وقد احتلت الأرجنتين المرتبة الثالثة بـ24.4 مليون هكتار. لتحل الهند محل كندا في المرتبة الرابعة بمساحة مزروعة من قطن Bt تقدر بـ11 مليون هكتار وبمستوى تبني 95%. لتتراجع كندا إلى المرتبة الخامسة بـ10.8 مليون هكتار وبمستوى تبني 96%.

-الحقيقة السابعة: **وضع المحاصيل المعدلة في أفريقيا.** زادت المساحات المزروعة من قطن Bt لكل من بوركينا فاسو

والسودان إلى 50% و300% على التوالي في عام 2013. وقد وضع مشروع WEMA جدولاً لتسليم أول ذرة معدلة ومقاومة للجفاف إلى أفريقيا في عام 2017. ثلاث متطلبات تحول دون تبني زراعة المحاصيل المعدلة وهي نقص الأساس العلمي والحاجة إلى الأنسب، إضافة إلى نقص الأنظمة الضابطة للتكلفة/الوقت الفعالين. إنّ التنظيم المسؤول والصارم الغير شاق مطلوب سيما للدول النامية الصغيرة والمعدمة.

-الحقيقة الثامنة: **وضع المحاصيل المعدلة في أوروبا**. قامت خمس دول أوروبية في عام 2013 بزراعة 148.013 هكتار من الذرة المعدلة وراثياً بزيادة 15% عن عام 2012، وتحتل اسبانيا المرتبة الأولى بين الدول الأوروبية بزراعة الذرة المعدلة بمساحة 136.962 هكتار، محققة زيادة 18% عن عام 2012 وبمستوى تبني يعادل 31% لعام 2013.

-الحقيقة التاسعة: **مساعدات مقدمة بوساطة المحاصيل المعدلة**. أسهمت المحاصيل المعدلة منذ عام 1996 حتى 2012 في الأمن الغذائي وفي استقرار التغيرات المناخية والبيئية وذلك عن طريق خلق زيادة في إنتاج المحاصيل بما يعادل 116.9 بليون دولار أمريكي، إضافة لإسهامها في خلق بيئة أفضل من خلال ادخار 497 مليون كيلو غرام من المبيدات الحشرية. تم تقليص انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2012 بما يعادل 26.7 بليون كيلو غرام وهو يساوي ما تطلقه 11.8 مليون سيارة على الطريق لمدة سنة، إلى جانب صيانة التنوع الحيوي عن طريق توفير 123 مليون هكتار من الأراضي في الفترة بين عامي 1996-2012. كما ساعدت في تخفيف حاجة 16.5 مليون مزارع وعائلاتهم في العالم.

-الحقيقة العاشرة: **آفاق مستقبلية**. ما تستطيع أن تحققه المحاصيل المعدلة وراثياً من زيادة في إنتاجها السنوي يشوبه تفاؤل حذر ويعود ذلك إلى ارتفاع معدلات التبني (90% أو أكثر) لهذه المحاصيل الأساسية في أسواق البلدان المتطورة والصناعية في السنوات السابقة. وقد أعلنت كل من بنغلادش وإندونيسيا وبنما عن موافقتها على زراعة هذه المحاصيل لعام 2013 مع خطط لتسويقها تجارياً في عام 2014.

ISAAA March 16, 2014

التغير المناخي سيخفض غلة المحاصيل في وقت أبكر من المتوقع؟

يقول Andy Challinor وهو أحد الباحثين في مدرسة الأرض والبيئة من جامعة Leeds: "أظهر بحثنا أن غلة المحاصيل سوف تتأثر سلباً بالتغيرات المناخية في وقتٍ أبكر جداً من التوقعات. علاوةً على ذلك، سيختلف تأثير التغير المناخي على المحاصيل

من سنة لأخرى ومن مكان لآخر مع تنوع أكبر كلما أصبح الجو متقلباً". وأشار الباحثون أن مناطق العالم ذات المناخ الحراري المعتدل مثل أوربا وغالبية شمال أميركا، يمكنها أن تصمد دون أي تأثير ملحوظ على غلة المحاصيل في حال حدوث ارتفاع طفيف في درجات الحرارة. يقول الباحث Challinor: "نتيجة توافر معطيات علمية جديدة فإن تأثيرات التغير المناخي في المناطق معتدلة الحرارة سوف تحدث بشكلٍ أبكر من السابق". وقد أشار الباحثون إلى أننا سنرى بالمتوسط تأثير سلبي متزايداً لتغير المناخ على غلة المحاصيل اعتبارا من سنة 2030، وسيكون التأثير الأكبر في النصف الثاني من القرن، عندما يصبح انخفاض المحصول بمقدار 25% شائعاً. أُخذت هذه الإحصائيات في الحسبان عند استخدام تقنيات الأقلمة الطفيفة من قبل المزارعين بغرض تخفيف تأثيرات تغير المناخ، مثل التعديلات البسيطة للنوع النباتي المزروع وتاريخ الزراعة. وفي وقت لاحق من هذا القرن، ستكون التحولات والابتكارات الزراعية الكبيرة ضرورة ملحة لحماية إنتاج المحاصيل للأجيال القادمة. وقد خلص الباحث إلى أن تغير المناخ يعني حصاداً أقل من المتوقع، مع اختلاف البلدان في خسائرها أو أرباحها في السنوات المختلفة، ولكن تبقى الصورة العامة سلبية، وبدأنا نرى الآن كيف يمكن للبحث أن يدعم عمليات الأقلمة بتجنب التأثيرات الأسوأ".

ScienceDaily March 16, 2014

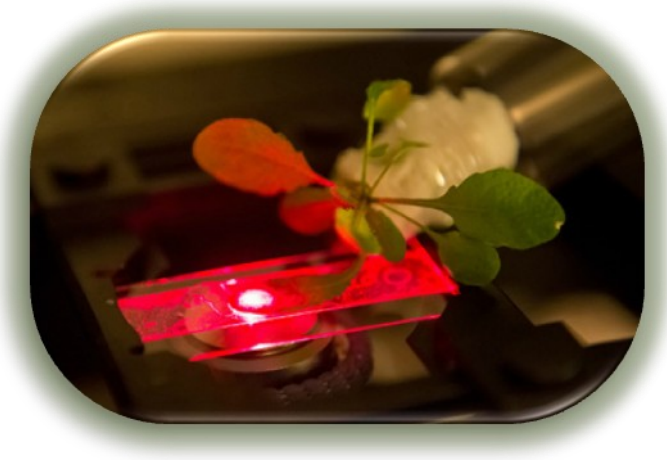
مركبات الشكل الثالث للتبغ الرئيسة تسبب أذى للـ DNA ومرض السرطان بشكل كامن

يتثبت دخان السجائر ذو الرائحة المزعجة على الجدران والأثاث. وقد اقترحت الأبحاث العلمية اليوم أن مركباً واحداً من الشكل الثالث لدخان السجائر، والذي نتج عن شكله الثاني المتفاعل مع الهواء الداخلي يسبب ضرراً للـ DNA كما أنه يسلك الطريق الذي يمكن أن يقود إلى سرطان كامن. أكد ذلك أكثر من 10000 عرض قدم في اللقاء الوطني ومعرض الجمعية الكيميائية الأمريكية (ACS) الـ 247 في Dallas. وقال Bo-Hang وهو من قدم البحث "أنّ فكرة الشكل الثالث للدخان، والتي عرضت في حلقات بحث أجريت من عدة سنوات ماضية، تؤكد وبشدة على الاقتراح الذي أظهر دوره في تهديد الصحة العامة. وكانت المناقشة المثلى حول وضع أسس لمنع التدخين في المنازل. وبينت الأبحاث أن عدد مركبات الشكل الثاني للدخان يقارب 4000 مركب والتي تدوم لفترة طويلة في المنزل بعد تخامد السيجارة. واعتماداً على الدراسات المنجزة من قبل مخبر LBNL فإنّ لهذه المواد القدرة على التفاعل مع الملوثات الداخلية مثل الأوزون وحمض الآزوت مُشكلة مركبات جديدة بعضها يسبب السرطان. تدخل واحدة من هذه المركبات ضمن ما يسمى NNA وهو تبغ نتروساميني نوعي حيث تتثبت على الـ DNA وتشكل معقد ضخم. ونتيجة هذا الارتباط تحدث طفرات وراثية، كما يلعب الـ NNA أيضاُ دوراً في تحطيم الـ DNA إلى مركبات تدعى NNK وهي منتجات من النيكوتين معروفة بقدرتها على التسبب بسرطان كامن. يقود هذا النوع من تلف الـ DNA إلى نمو عشوائي للخلايا مشكلاً ورماً سرطانياً. واستغرق تأكيد دور الشكل الأولي وهو استنشاق الشخص للدخان مباشرة من السيجارة في إحداث السرطان عدة سنوات لذلك فإن الربط بين الشكل الثالث للدخان (أو NNA) والسرطان ربما سيأخذ وقتاً طويلاً. ودعت الدراسات الأولى لطبيعة هذه المواد والتعرض لها وتأثيراتها على الصحة إلى تأسيس جمعية في كاليفورنيا عام 2010 تؤمن دعماً مادياً للأبحاث، التي تتقصى الشكل الثالث للدخان. ويؤكد الباحث Hang الذي يعمل على NNA المسبب لتلف DNA أنه يمكن أخيراً أن تستخدم كمعلمات حيوية في تحديد الأشخاص المعرضين للشكل الثالث للدخان. وقد لاحظ أن الخطورة الصحية الكبيرة تكمن على الأطفال الرضع الذين يزحفون فيلتقطون أو يبتلعون أو يستنشقون مركبات الشكل الثالث للدخان مع العلم أن أحجامهم الصغيرة ومراحل تطورهم الأولى تجعلهم أكثر عرضة للتأثيرات البيئية الخطرة من البالغين. سُجل في عام 2011 ما يقارب 44 مليون بالغ أمريكي يدخنون السجائر والتي تصنف على أنها السبب الرئيسي للموت في هذا البلد و34 مليون شخص يدخنون بشكل يومي اعتماداً على بيانات من مراكز مراقبة الأمراض والوقاية منها. تكمن الطريقة المثلى للتخلص من بقايا الدخان من الشكل الثالث في إزالة الأشياء الملوثة كالأريكة والسجاد إضافةً إلى الأسقف والجدران وفي بعض الأحيان تبديل ورق الحائط الملوث. وبما أنّ عملية تبديل الأثاث مكلفة فإن تهوية وغسل الملابس والستائر والفراش يعد أمراً ضرورياَ للتخلص من بعض أثارها السلبية.

ScienceDaily March 16, 2014

تحويل النبات لمصدر طاقة متجدد من خلال تطبيق تقانة النانو عليها

يعمل فريق من الباحثين على إضافة وظيفة جديدة للنباتات، تتمثل في جعلها كواشف للملوثات البيئية وذلك من خلال تزويد النباتات المختبرة بجزيئات نانوية كاشفة. حيث تمكن مجموعة من الباحثين من تعزيز قدرة النباتات على تثبيت الطاقة الضوئية بنسبة 30% من خلال غرس أنابيب كربون نانوية البعد ضمن الصانعات الخضراء لهذه النباتات. كما تمكن هؤلاء الباحثون وباستعمال نوع آخر من هذه الأنابيب الكربونية النانوية من



تحوير النباتات المدروسة بحيث تستطيع تثبيت غاز أكسيد النتريك. لقد ظهرت الفكرة الأولى لهذه التقنية منذ المحاولات الأولى لمخبر Strano لتحضير خلايا ضوئية ذاتية الإصلاح

ضمن خلايا النبات. ويرغب باحثو هذا المخبر في تطوير تلك الخلايا لتقوم بعملية التركيب الضوئي على خطوتين: الأولى يتم خلالها امتصاص الضوء من قبل الصبغات الموجودة في الصانعة (وبشكل أساسي الكلوروفيل) مهيجة بذلك سيلاً من الالكترونات التي تتدفق ضمن أغشية طيات الصانعة، حيث يقوم النبات باستغلال هذا التيار الناتج في إنجاز المرحلة الثانية للتركيب الضوئي وهي بناء السكر في الخلايا، وفي حال عزل هذه الصانعات من خلايا النبات فإنها تحتفظ بقدرتها على امتصاص الضوء ولعدة ساعات قبل أن تتأثر بروتينات التركيب الضوئي بشكل سلبي بالضوء والأكسجين الهوائي، وهو الأمر الذي تقوم خلايا النبات بتلافيه في الحالة العادية. ولإطالة القدرة الإنتاجية للصانعات الخضراء المعزولة قام الباحثون بتزويدها بجزيئات نانوية من مادة أكسيد السيريوم والتي يرمز لها بـ (nanoceria) وهي مضادات أكسدة قوية يمكنها منع وإزالة آثار الضوء والأكسجين السلبية وبالتالي حماية الصانعات من الضرر. هذا وقد استخدمت تقنية جديدة تدعى بـ Lipid Exchange Envelope Penetration (LEEP) من أجل إدخال هذه الجزيئات النانوية إلى الصانعات حيث يتم من خلال التقانة المذكورة ربط الجزيئات بحمض عديد الأكريليك، وهو من المواد عالية الشحنة، مما يسمح لهذه الجزيئات باختراق الغشاء الدهني الكاره للماء والمحيط بالصانعة مما يؤدي إلى تدني مستويات الضرر في هذه الصانعات المختبرة. وباستخدام نفس التقانة استطاع الباحثون غرس أنابيب كربون نانوية ناقلة مغطاة بشحنة سلبية من DNA داخل الصانعات، وتقوم هذه الأنابيب الكربونية بدور الهوائي الذي يلتقط أطوال موجات جديدة من الضوء لم تكن الصانعة قادرة على امتصاصها كالضوء الأخضر والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء. وقد لوحظ زيادة جيدة في إنتاجية الصانعة عند مقارنة إنتاجية الصانعة الخضراء المزودة بأنابيب الكربون النانوية وأنابيب النانوسيريوم بتلك الصانعة العادية ولعدة ساعات. وفي خطوة لاحقة توجه الباحثون نحو النباتات الحية بتطبيق تقنية الغرس الوعائي على نبات *Arabidopsis thaliana* من خلال تطبيق محلول يحتوي جزيئات نانوية على الوجه السفلي للورقة حيث تكثر المسامات المسؤولة عن التبادل الغازي للنبات مما ساعد في تعزيز التركيب الضوئي للنبات المختبر بنسبة 30%.

أما الأمر الذي لم يتم بعد معرفته هو مدى مساعدة هذه الأنابيب النانوية في خطوة بناء السكر وبالتحديد استقلاب الغلوكوز. في خطوة لاحقة تم الاستفادة من هذه التجربة باستعمال النبات المختبر كمشعر كيميائي بحقنه بأنابيب نانوية من الكربون الحساس لغاز أكسيد النتريك (وهو من الملوثات البيئية الناتجة عن عمليات الحرق)، حيث تم في مخبر Strano تحضير أنابيب كربونية نانوية حساسة تجاه مواد كيماوية مختلفة منها بيروكسيد الهيدروجين و الـTNT المتفجر وغاز السارين، حيث تتغير مطيافية الأنابيب النانوية عند ارتباطها بهذه المواد. وقد تحدث العالم Giraldo عن ذلك بقوله: "سنتمكن في يوم من الأيام من تطويع هذه الأنابيب الكربونية النانوية ككواشف فورية سريعة للجذور الحرة والجزيئات المرتبطة بعناصر مميزة حتى بتراكيز قليلة". هذا ويأمل الباحثون من خلال تطوير هذه الكواشف الجديدة تجاه مواد مختلفة أن يتمكنوا من تحوير نباتات حساسة للتلوث البيئي أو حساسة لدى تعرضها للفطريات أو المبيدات الحشرية أو السموم البكترية. و كما يفتح هذا البحث الأفاق لمجال جديد ومشتركً بين علم الحياة النباتية وتقانة الهندسة الكيميائية النانوية حاملاً في طياته فوائد هامة لكلا المجالين.

ScienceDaily March 16, 2014

ساهم في هذا العدد:

د. نزار مير علي، د. بسام الصفدي، د. وليد الأشقر، د. مازن صافي، د باسل صالح، م. فاتن معسعس، م جنى مير أسعد، م. انتصار قره جولي، م. رنا الياس، م.م. رنا زكريا.

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