هيئة الطاقة الذرية السورية
Biotechnology News
# أخبار التقانة الحيوية
السنة العشرون – العدد الثالث –2021
نشرة إعلامية فصلية يصدرها قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية في هيئة الطاقة الذرية

## الكشف عن الآليات الجزيئية لعقار "مولنوبيرافير Molnupiravir" المرشح لفيروس كورونا

حصلت الولايات المتحدة أخيراً على 1.7 مليون جرعة من مركب يمكن أن يساعد في علاج مرضى "Covid-19". في الدراسات الأولية، استطاع المركب "Molnupiravir" التقليل من انتقال الفيروس التاجي "SARS-CoV-2"، لقد وضح الباحثون في معهد ماكس بلانك للكيمياء الفيزيائية الحيوية في غوتنغن وجامعة يوليوس ماكسيميليان في فورتسبورغ الآلية الجزيئية الأساسية، حيث يدمج العامل المضاد للفيروسات الوحدات البنائية المشابهه للحمض النووي الريبي في جينوم الحمض النووي الريبي للفيروس، وإذا تم تكرار هذه المادة الوراثية بصورة كبرى سيتم إنتاج نسخ مَعيبة من الحمض النووي الريبي ولا يعود العامل الممرض قادراً على الانتشار. ويجري حالياً اختبار Molnupiravir في التجارب السريرية.

منذ ظهور جائحة الفيروس التاجي، انطلق عدد من المشاريع العلمية للتحقيق في تدابير مكافحة الفيروس الجديد. يعمل الباحثون على تطوير لقاحات وأدوية مختلفة وبدرجات نجاح مختلفة. في العام الماضي اكتسب عقار Remdesivir المضاد للفيروسات الاهتمام عندما أصبح أول دواء ضد Covid-19 تتم الموافقة عليه. أظهرت الدراسات بما في ذلك العمل الذي قام به باتريك كرامر في معهد ماكس بلانك للكيمياء الفيزيائية الحيوية في غوتنغن وكلوديا هوبارتتر في جامعة جوليوس ماكسيميليان في فورتسبورغ (ألمانيا) سبب تأثير الدواء الضعيف على الفيروس.

تم تطوير Molnupiravir، وهو دواء مرشح آخر مضاد للفيروسات يستعمل في الأصل لعلاج الإنفلونزا. بناءً على التجارب السريرية الأولية يَعِد المركب بأن يكون فعالاً للغاية ضد SARS-CoV-2 يوضح مدير ماكس بلانك كريمر: "إن معرفة أن هناك عقاراً جديداً يعد أمراً مهماً وجيداً للغاية. ومع ذلك من المهم بالقدر نفسه فهم كيفية عمل Molnupiravir على المستوى الجزيئي من أجل اكتساب رؤى لمزيد من التطوير المضاد للفيروسات.

Molnupiravir هو دواء متاح عن طريق الفم يتم تنشيطه من خلال التمثيل الغذائي في الجسم. يعمل هذا العقار على مرحلتين: فعندما يدخل الخلية، يتم تحويله إلى وحدات بنائية تشبه الحمض النووي الريبي. في المرحلة الأولى تدمج آلة النسخ الفيروسي، المسماة RNA polymerase، هذه اللّبنات الأساسية في جينوم الحمض النووي الريبي للفيروس. مع ذلك، وخلافاً للعقار Remdesivir الذي يبطئ بوليميريز الحمض النووي الريبي الفيروسي، لا يتداخل Molnupiravir بصورة مباشرة مع وظيفة آلة النسخ. وبدلاً من ذلك في المرحلة الثانية تتصل الوحدات الشبيهة بالحمض النووي الريبي (RNA) مع اللبنات الأساسية للمادة الوراثية الفيروسية. "عندما يتم نسخ الحمض النووي الريبي الفيروسي لإنتاج فيروسات جديدة فإنه يحتوي على أخطاء عدة تسمى الطفرات ونتيجة لذلك لم يعد العامل الممرض قادراً على التكاثر".

يبدو أن Molnupiravir يؤدي أيضاً إلى حدوث طفرات في فيروسات RNA أخرى، مما يمنعها من الانتشار أكثر. يقول هوبارتتر، أستاذ الكيمياء في جامعة فورتسبورغ: "يمكن استعمال المركب في علاج مجموعة كاملة من الأمراض الفيروسية". إن المركب Molnupiravir لديه الكثير من الإمكانات وهو حالياً العقار المرشح الواعد في دراسات المرحلة الثالثة، حيث يتم اختباره على عدد كبير من المرضى. ومن المحتمل أن يتم الإعلان عما إذا كان Molnupiravir آمناً للموافقة عليه كدواء في النصف الثاني من العام.الحالي إن حكومة الولايات المتحدة متفائلة بالفعل وقد حصلت أخيراً قرابة 1.7 مليون جرعة تزيد قيمتها على مليار دولار.

*Science Daily, Aug 16, 2021*

## تحديد إنزيم جديد يصيب النباتات يمهد الطريق للوقاية المحتملة من الأمراض.

من خلال اكتشاف طرائق غير معروفة سابقاً تخترق بها مسببات أمراض المحاصيل جدران الخلايا النباتية، أتاح العلماء فرصاً لتطوير تقنيات فعالة لمكافحة الأمراض. يصف البحث الجديد، الذي نُشر في مجلة Science، عائلة من الإنزيمات الموجودة في الفطر Phytophthorainfestans حيث تعمل هذه الإنزيمات على تمكين مسببات الأمراض من هدم البكتين المكون الرئيس لجدران الخلايا النباتية، ومن ثم تمكين مسببات الأمراض من اختراق الدفاعات وإصابة النبات. اكتشف فريق الباحثين الدولي بقيادة علماء الأحياء والكيميائيين من جامعة York فئة جديدة من الإنزيمات التي تهاجم البكتين تدعى LPMOs، كما أظهر الفريق أيضاً أن تعطيل أو تثبيط المورثة التي تشفر هذا الإنزيم يجعل العامل الممرض غير قادر على إصابة المضيف. من المعروف أن الفطر P. infestans يسبب مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا، وهو مرض نباتي مدمر أدى إلى انتشار المجاعة في أوروبا وأكثر من مليون حالة وفاة في أيرلندا في أربعينيات القرن التاسع عشر، فيما أصبح يعرف باسم "المجاعة الكبرى". تستمر حتى وقتنا هذا العدوى والأمراض النباتية كل عام في إحداث أضرار تقدر بمليارات الدولارات لإنتاج المحاصيل العالمية مما يهدد الأمن الغذائي العالمي. يمكن أن يتيح تحديد هذه المورثة الجديدة طرقًا مبتكرة لحماية المحاصيل من هذه المجموعة المهمة من مسببات الأمراض. صرح المؤلف الرئيس للتقرير، الدكتور فيديريكو سابادين، من مركز المنتجات الزراعية الجديدة التابع لقسم الأحياء (CNAP) في جامعة يورك: "يبدو أن هذه الإنزيمات الجديدة مهمة في الفطريات المسببة للأمراض النباتية جميعها، وهذا الاكتشاف يفتح الطريق للاستراتيجيات القوية المحتملة في حماية المحاصيل".

*Science Daily, Aug 12, 2021*

## إحراز تقدم كبير لعلماء الخلايا الجذعية في بناء كلى مصغرة

ابتكر الباحثون ما يمكن أن يكون لبنة أساسية لتجميع كلية اصطناعية، عُرفت باسم أشباه العضيات، وهي عبارة عن هياكل بدائية للكلى، تشبه نظام أقنية التجميع ، تساعد في الحفاظ على توازن السوائل في الجسم ودرجة الحموضة من خلال تركيز البول ونقله. توفر أشباه العضيات هذه طريقة لدراسة أمراض الكلى التي يمكن أن تؤدي إلى فهم تطور المرض ومن ثم إيجاد علاجات جديدة للمرضى وهذا ما أكده الباحث Zhongwei Li وهو أستاذ مساعد في بيولوجيا الخلايا الجذعية. تمكن العلماء عن طريق استعمال خلايا UPCs (وهي الخلايا السلفية لبرعم الحالب وتلعب تؤدي دوراً مهماً في التطور المبكر للكلى) للفأر في البداية ومن ثم للبشر، من تطوير مزيج من الجزيئات التي تشجع الخلايا على تكوين أشباه عضيات مشابهة للبراعم الحالبية بما يشبه نظام أقنية تجميعي، وقد نجحوا أيضاً في العثور على مزيج مختلف لحث الخلايا الجذعية البشرية على التطور إلى أشباه عضيات برعم الحالب. ويمكن أيضاً تعديل أشباه العضيات السابقة وراثياً سواء للإنسان أو الفأر وذلك لإيواء الطفرات التي تسبب المرض عند المرضى، مما يوفر نماذج أفضل لفهم مشكلات الكلى وكذلك لفحص الأدوية العلاجية المحتملة. وكمثال على ذلك قام العلماء بإخراج مورثة لإنشاء نموذج شبه عضوي للتشوهات الخلقية في الكلى والمسالك البولية والمعروفة باسم CAKUT إضافة لكون أشباه عضيات برعم الحالب نماذج للمرض، أثبتت أنها مكون أساسي في وصفة الكلى الاصطناعية. ولاستكشاف هذا الاحتمال، قام العلماء بدمج أشباه عضيات برعم حالب الفأر مع مجموعة ثانية من خلايا الفئران (هذه المجموعة هي الخلايا السلفية التي تشكل النفرون التي هي عبارة عن وحدات الترشيح في الكلى). وبعد إدخال طرف برعم الحالب المزروع مخبرياً في كتلة NPCs السابقة ، لاحظ الفريق نمو شبكة واسعة من الأنابيب المتفرعة التي تذكرنا بنظام الأقنية التجميعي، مدمجة مع النفرون البدائي. فتوصلوا إلى أن كلية الفئران أنشأت صلة بين النفرون وقناة التجميع وهو معلم أساسي نحو بناء عضو وظيفي في المستقبل وهذا ما أكده الباحث Li.

*Science Daily:June 15, 2021*

## العلماء يعرّفون أنزيماً لصنع مادة كيميائية صناعية رئيسة في النباتات

حدد العلماء الذين يدرسون الكيمياء الحيوية لجدران الخلايا النباتية أنزيماً يمكنه تحويل أشجار الحور الخشبية إلى مصدر لإنتاج مادة كيميائية صناعية رئيسة. يمكن أن يؤدي البحث إلى مسار جديد مستدام لصنع حمض p-hydroxybenzoic، وهو لبنة بناء كيميائية مشتقة حالياً من الوقود الأحفوري، في الكتلة الحيوية النباتية. إن حمض p-hydroxybenzoic هو مادة كيميائية متعددة الاستعمالات، ويمكن أن يكون بمثابة لبنة لبناء البلورات

السائلة، ومطريات من راتنج النايلون، ومحفزاً للورق الحراري، ومادة خام لصنع البارابين، والأصباغ والملونات. بلغت القيمة السوقية العالمية لحمض هيدروكسي بنزويك 59 مليون دولار أمريكي في عام 2020 ومن المتوقع أن تصل إلى 80 مليون دولار أمريكي بحلول عام 2026. لكن العملية الحالية لصنع هذه المادة الكيميائية المهمة تعتمد على البتروكيماويات. يتطلب تركيبها ظروف تفاعل قاسية (درجة حرارة عالية وضغط مرتفع) ولها تأثيرات بيئية سلبية. إن إيجاد طريقة اقتصادية ومستدامة لصنع حمض p-hydroxybenzoic في النباتات يمكن أن يساعد في التخفيف من الآثار البيئية والمساهمة في الاقتصاد الحيوي الناشئ. ويُشير أحد الباحثين: "لقد حددنا أنزيماً رئيس اً مسؤولاً عن تخليق وتراكم p-hydroxybenzoate (pBA)/القاعدة المرافقة لحمض p-hydroxybenzoic في اللجنين، أحد البوليميرات الثلاثة الرئيسة التي تشكل الدعم الهيكلي المحيط بالنبات.وأيضاً: "قد يمكّننا هذا الاكتشاف من هندسة النباتات لتجميع المزيد من لبنة البناء الكيميائية هذه في جدرانها الخلوية، وهكذا من المحتمل أن تضيف قيمةً إلى الكتلة الحيوية." تتكون جدران الخلايا من مزيج من البوليمرات الشبيهة بسلاسل السليلوز والهيميسليلوز واللجنين – والتي تعد المصدر الرئيسي للكتلة الحيوية النباتية. واكتشف العلماء المسارات البيوكيميائية التي تبني هذه البوليميرات النباتية. وكان أحد الأهداف هو فهم كيف يمكن لتغيير مزيج البوليميرات هذا أن يجعل تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود حيوي أسهل وأكثر فعالية من حيث التكلفة. من الصعب تحطيم اللجنين، الذي يمنح النباتات السلامة الهيكلية والقوة الميكانيكية والعزل المائي. لكن الأبحاث الحديثة التي تهدف إلى إنتاج الإيثانول السليلوزي قادت التقدم التقني وفرصه لزيادة استعمالات اللجنين ومن ثم الزيادة في قيمة اللجنين.

لقد عَرَفَ العلماء أن اللبنات الأساسية التي يتكون منها اللجنين غالباً ما تحتوي على مجموعات كيميائية مختلفة، بما في ذلك pBA، مرتبطة على شكل سلاسل جانبية. وكانت الوظيفة الدقيقة لهذه المجموعات الجانبية غير معروفة. لكن العلماء اهتموا باستكشاف تأثيرها على بنية اللجنين وخواصه. لذلك، شرعوا في اكتشاف الأنزيم المسؤول عن ربط pBA باللجنين. وقالوا: "إذا تمكنا من تحديد هذا الإنزيم، ثم التحكم في تعبير المورثة التي تصنع هذا الأنزيم، فيمكننا التحكم بصورة فعالة في مستوى pBA في الكتلة الحيوية لنباتات الطاقة الحيوية".

**البحث عن المورثة:** أجرى العلماء دراستهم على شجر الحور. هذا النوع من الأشجار سريع النمو يحتوي على كتلة حيوية خشبية غنية. لقد برز كمادة وسيطة متجددة واعدة لإنتاج الوقود الحيوي والمواد الكيميائية الحيوية. كما أنها تحتوي على pBA باعتباره "الزخرفة" الجانبية الرئيسة على اللجنين. قام فريق البحث بفحص سلسلة من المورثات المرشحة التي حُددت من خلال دراسة الجينوم ذات الصلة للحور. وذلك لتحديد وتمييز الإنزيم (الإنزيمات) المعنية في ربط pBAأو مجموعات كيميائية أخرى باللجنين بصورة منهجية. وقالوا: "لقد استنسخنا 20 مورثة مرشحة يُعبّر عنها أساساً في الأنسجة الخشبية ومسؤولة عن ترميز الإنزيمات المسماة بـ acyltransferases وهذه الأخيرة، من المرجح أن تشارك في نقل المجموعات الكيميائية إلى الجزيئات المعنيّة". عبّر العلماء عن الإنزيمات التي رُمزّت من خلال هذه المورثات وخلطوا كلاً منها مع لبنات بناء مختلفة بما في ذلك مركب كربون مرتبط بالنظائر. سمحت تقنية التتبع بالنظائر ومجموعة من التقنيات الجزيئية الحيوية الأخرى للعلماء بمراقبة ما إذا كان كل إنزيم مرشح معنيّاً في ربط سلاسل جانبية مثل pBA (أو المجموعات الكيميائية الأخرى). كان العلماء قادرين على التركيز على المرشح الأكثر احتمالاً للتفاعل المعني. ومع ذلك، كان إثبات وظيفة الإنزيم في النباتات مهمة هائلة. استغرقت سنوات عديدة وتطلبت ظهور تطورات جديدة في علم الأحياء الجزيئي. إحدى هذه التقنيات الـ CRISPR/Cas9، وهو "مقص جيني" حديث يسمح بالتحرير الدقيق للمورثات في جينوم الكائن المستهدف. استعمال الفريق كريسبر/كاس 9 لتوليد تغييرفي الحور تم فيه حذف مورثة ترميز الإنزيم المرشح. وجد التحليل اللاحق عدم وجود pBA تقريباً على اللجنين في سيقان هذه النباتات. كما جربوا اختباراً مورثياً آخر عن طريق الإفراط في التعبير عن المورثة التي تنتج الإنزيم المرشح. راكمت هذه النباتات مستويات متزايدة من pBA. قال الباحث: "تقدم هذه البيانات معاً دليلاً قاطعاً على أن المورثة/الإنزيم الذي حددناه يمكن أن يربط pBA إلى لبنات بناء اللجنين".

يمكن أن يكون تكثيف محتوى pBA في النباتات من خلال التلاعب الجيني، إحدى الطرائق لإنتاج حمض p-hydroxybenzoic بصورة مستدامة. ووجد العلماء أيضاً أن اللجنين من النباتات التي صُممت لتجميع أقل من pBA كان من السهل إذابته في مذيب. هذا يعني أن pBA، في الطبيعة، تساعد على تقوية اللجنين. لذلك، فإن إحدى النتائج المحتملة الأخرى لتحديد إنزيم إضافة pBA إلى اللجنين يمكن أن تكون استراتيجيات وراثية لتكييف الخواص الكيميائية للّجنين. قد يؤدي خفض pBA إلى تحسين "إزالة اللجنين" من الكتلة الحيوية الخشبية لعمليات عدة مثل فصل الألياف وصنع الورق وإنتاج الوقود الحيوي. خلافاً لذلك، يمكن أن تؤدي زيادة مستويات pBA على اللجنين إلى تعزيز متانة الأخشاب مع توفير مسار لعزل الكربون على

المدى الطويل عن طريق حبس المزيد من الكربون في الكتلة الحيوية النباتية – وهو هدف رئيس آخر لوزارة الطاقة.

*Science Daily:Aug 5, 2021*

## دراسة جديدة تُظهر إمكانيات أنظمة هياكل البيانات لقواعد الحمض النووي الـ DNA

قدّمت مجموعة من الباحثين في عدد من الجامعات والمراكز البحثية رؤى مهمة حول كيفية وإمكانية تحويل الحمض النووي إلى بيانات بنيوية حية بتصميم ينظم البيانات، مثل أجهزة الحاسوب التقليدية. أنشأ فريق من الباحثين في كلية الحاسوب بجامعة نيوكاسل، هياكل بيانات ديناميكية جديدة للحمض النووي قادرة على تخزين المعلومات واسترجاعها، بطريقة منظمة اعتباراً من جزيئات الحمض النووي، كما قاموا بتحليل كيف يمكن لهذه الهياكل أن تكون مترابطة مع دوائر الحوسبة الخارجية للحمض النووي. أجرى الباحثون تجربة في الوسط الزجاجي لهياكل بيانات مكدسة، باستعمال بوليميرات الحمض النووي، والتي طُورت كنظام تفاعل كيميائي للحمض النووي الـ DNA، وهذا النظام المكدس قادر على تسجيل مجموعة من الإشارات، مؤلفة من إشارتين مختلفتين للحمض النووي (0 – 1)، بالإضافة الى تحرير الإشارات في المحلول بترتيب عكسي، ثم إعادة التسجيل. ونشرت في مجلة (Nature Communications) ويأتي هنا السؤال ما هو المكدس Stack: هو هيكل بيانات خطي يتبع ترتيباً معيناً، ليتم تنفيذ العمليات به، من تخزين المعلومات واسترجاعها، عن طريق بناء "بوليميرات" الحمض النووي واقتطاعها من خيوط مفردة السلسلة ssDNA وفي نهاية المطاف، قد يتم تضمين هيكل البيانات المكدس، في الجسم الحي in vivo لتخزين الرنا المرسال، وعكس الترتيب الزمني للاستجابة . ثبت في السنوات الأخيرة أن الحمض النووي الـ DNA هو ركيزة ممتازة لتخزين البيانات، ومورد متجدد ومستدام، مما دفع عدداً من الباحثين في جامعة نيوكاسل للبحث في مجال الاستدامة واتخاذ خطوات جريئة في مجال معالجة تصميم المعلومات الجزيئية الحية في الحمض النووي، وتجاوز مجرد تخزين البيانات، وهذا ما دفعنا لنكون قادرين على تنظيم هذه البيانات باستعمال علوم الحاسوب، لتشكل هياكل البيانات جوهر الخوارزميات جميعها التي تدير اقتصادنا الحديث، وكل هذا لأننا بحاجة للحصول على طريقة موحدة ومعيارية للعمل على البيانات المخزنة، وهذا ما تقدمه هياكل البيانات. إذا بدأنا في التفكير في تخزين البيانات، فإن أذهاننا تتصور على الفور الرقائق الإلكترونية، ومحركات أقراص USB، وعدداً من التقنيات الأخرى الموجودة. لكن على مدى السنوات القليلة الماضية، أقدم عدداً من علماء الأحياء على التحدي في قطاع وسائط تخزين البيانات، والذي بين بدوره أن طبيعة الحمض النووي كوسيلة عالية الاستقرار ومرنة، يمكن أن تعمل كمخزن بيانات رباعي، بدلاً من الثنائي. وعملنا على إثبات أنه من الممكن استعمال التشفير الرباعي لصياغة مدخلات، ومخرجات قابلة للقراءة، على صورة إشارات قابلة للبرمجة، وبهيكل بيانات خطي ومنظم، ليعطي عملنا المزيد من المعرفة في معالجة المعلومات على المستوى النانوي. وذكر باحث مشارك في الدراسة "يتم تمثيل كل من البيانات والعمليات بقطع قصيرة من الحمض النووي، مع مراعاة التطبيقات البيولوجية. من حيث المبدأ يمكننا تخيل مثل هذا الجهاز، ليتم استعماله داخل الخلية الحية، وعلى سبيل المثال، الجراثيم. وكل هذا يضيف إمكانية القوة الحسابية إلى المجالات التي يصعب الوصول إليها حالياً باستعمال الحوسبة الإلكترونية التقليدية القائمة على السيليكون، و في المستقبل يمكن استعمال هياكل البيانات هذه في المراقبة البيئية، والمعالجة الحيوية والإنتاج الحيوي، وحتى الطب النانوي الشخصي. كما قال الباحث المشارك في الدراسة، الدكتور بنجامين" كان من المثير حقاً تطوير نموذج حسابي لكيمياء الحمض النووي، متوافق مع النتائج التجريبية الناتجة عن المختبر، والذي سمح لنا بنموذج حسابي أدى إلى الحصول على معالجة فعلية لأداء هيكل البيانات المكدس للحمض النووي، وهكذا تمكنا من استكشاف حدوده المطلقة، بصورة منهجية واقتراح طرائق مستقبلية للتحسين". وفي النهاية يشكل نظام الحمض النووي المكدس التجريبي دليلاً على المبدأ القائل بأنه يمكن استعمال كيمياء بلمرة الـ DNA، كبنية بيانات ديناميكية لتخزين نوعين من إشارات الحمض النووي بترتيب معين. تسلط هذه الدراسة الضوء على الإمكانيات الهائلة لهذه التقنيات الحديثة، وكيف يمكن أن تساعد في تلبية متطلبات البيانات المتزايدة بسرعة.

*Science Daily, Aug 12, 2021*

## دراسة جينومية جديدة تبين التنوع الوراثي عند نبات الذرة

توضح دراسة لجينومات مُجمَعة من 26 سلالة من الذرة، منتشرة في العالم، مدى غنى التنوع الوراثي عند نبات الذرة. وتقدم هذه الدراسة مزيداً من المعلومات تساعد في فهم الآليات الوراثية الضابطة للصفات المرغوبة في المحصول. عُرضت تفاصيل الخرائط الوراثية لهذه الجينومات الـ 26 في ورقة بحثية نُشرت في مجلة العلوم تضم 46 باحثاً وباحثة، بحيث يمكن استعمال هذه الجينومات الجديدة كمرجعيات يتمكن من خلالها علماء النبات من انتخاب أفضل للمورثات التي يمكن أن تُحسن إنتاجية المحصول أو مستوى تحمل الإجهاد لديه. إن أول جينوم في الذرة رُسمت خريطته الوراثية هو للسلالة B73 جرى تجميع هذا الجينوم بجهود كل من باتريك شنابل من جامعة أيوا ودورين وير من مخابر كولد سبرينغ هاربر، وتم إنهاء تجميعه في 2009. منذ ذلك الوقت كان جينوم السلالة B73 المرجع الرئيس للذرة الإضافة لبعض تجميعات جينومية إضافية في السنوات الأخيرة، مما يعني محدودية المعلومات الوراثية المتوفرة لدى الباحثين بخصوص جينومات الذرة الأخرى وغير الموجودة ضمن السلالة B73 ومن هنا كان العمل على توفير المزيد من المعلومات من خلال تجميع جينومات لـ 26 سلالة من الذرة، والتي تشمل على مدى واسع من التنوع الوراثي. إلا أن هذا التنوع الوراثي الكبير شكل عقبات خلال تجميع هذه الجينومات، حيث إنَّ 85% من جينوم الذرة مؤلف من العناصر القافزة (transposable elements) وتسلسلات متكررة ضمن الجينوم. وبفضل التطورات التقنية الخاصة بالسلسَلة، تمكن الباحثون من إنتاج قراءات لتسلسلات طويلة مما يسهل عليهم ترتيبها بطريقة أكثر دقة. وتُمكن هذه التقنيات الحديثة من تجميع عموم الجينوم (pangenome) أو جينوم مرجعي يشمل على تنوع وراثي كبير، كما هو في الذرة، ويشكل هذا الاتجاه التقني الحدود التالية التي يصبو إليها البحث العلمي في هذا المجال.

*ScienceDaily:Aug 5, 2021*


**ساهم في هذا العدد:**

**د. نزار مير علي، د. وليد الأشقر، د. أيمن المريري، د. دانا جودت، د. ياسر البكري، د. انطونيوس الداوود، ب. محمد باسل الحلبي، ب. نور الفقسة، م.م رنا زكريا.**

**التدقيق اللغوي: حسان بقلة - ر. دائرة الإعلام، ولاء هركل**



**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**