التنوع البيولوجي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 يوليو 2025
doi: 10.3389/frym.2023.1065280-ar

من البذرة.. يبدأ كل شيء

Veronica M. Sondervan [1,2]***, Cecilia Zumajo-Cardona*** [2,3] ***و Barbara Ambrose*** [2*]
[1]قسم البيولوجيا، جامعة نيويورك، مركز جامعة نيويورك لعلم الجينوم وبيولوجيا الأنظمة، نيويورك، نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية
[2]حديقة نيويورك النباتية، برونكس، نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية
[3]قسم العلوم الحيوية، جامعة ميلانو، ميلانو بإيطاليا

هل تناولت الخبز أو الأرز مؤخرًا؟ أو ربما شيئًا يحتوي على الزيت؟ إذا كانت إجابتك بنعم، فمن المحتمل أنك كنت تتناول أطعمة مصنوعة من البذور. تُعد البذور مصدر غذاء مهمًا للإنسان والحيوان، وهي تشكل الحبوب والعدس والمكسرات وزيوت الطهي. لكن البذور مهمة أيضًا للنبات نفسه، إذ يمكن زراعتها في الأرض لتنمو نباتات جديدة. وتكون البذور -في بعض النباتات- مغطاة بالثمار. فثمرة الطماطم -مثلًا- مليئة بالبذور، أما الأفوكادو فيحتوي على بذرة كبيرة بداخله. وتحتوي نباتات أخرى مثل أشجار الصنوبر على ما يُسمى بالبذور العارية التي لا تغطيها ثمار. ولكن، ما هي البذور بالضبط، وكيف تصنع نباتات جديدة؟ لماذا تنمو البذور عند زراعتها وليس في عبوات البذور في المتجر؟ تابع القراءة وستكتشف الإجابات على هذه الأسئلة، وستتعجب من روعة البذور وتعقيدها وتنوعها غير العادي.

المراجعون الصغار

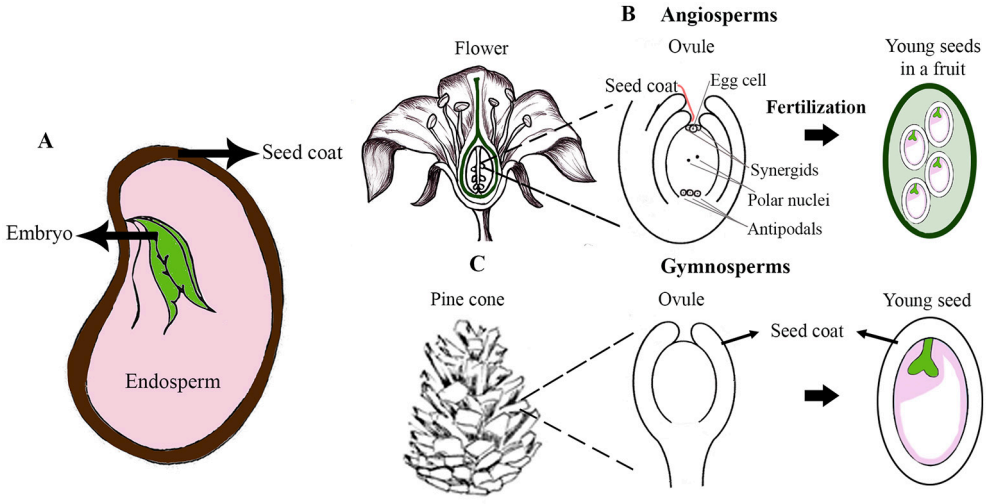
MOAB CHARTER SCHOOL
العمر: 9–12

OWEN
العمر: 10

عالم النباتات البذرية

من الحبوب التي تتناولها على الإفطار، والقهوة التي يشربها والداك، إلى ملابسك القطنية، تحيط بنا البذور ولها تأثير مباشر على حياتنا. فالنباتات التي تنتج البذور (وتسمى النباتات البذرية) موجودة في كل مكان حولنا، ولها أشكال وأحجام متنوعة. وتُعدُّ النباتات البذرية أكثر مجموعات النباتات وفرة على وجه الأرض، ويمكن العثور عليها في جميع أنواع البيئات. ومن المهم أن نعرف أن البذور نفسها قد أدت دورًا رئيسيًا في التنوع والوفرة المذهلين للنباتات البذرية.

تتكون البذرة من ثلاثة أجزاء رئيسية: الجنين النباتي، ونسيج يوفر المغذيات (غالبًا ما يُسمى السويداء)، وغلاف البذرة (الشكل 1). الجنين هو «النبات الصغير»، أي إنه الجيل الجديد الذي سينمو من النبات الأم. ويتكون الجزء الأكبر من البذرة -عمومًا- من السويداء، التي تزود الجنين بجميع العناصر الغذائية التي يحتاجها للبقاء على قيد الحياة حتى ينبت وينمو إلى نبات جديد. ويشكل غلاف البذرة طبقة واقية فوق السويداء والجنين، مما يوفر بيئة آمنة لنمو الجنين. وهو يمثل حاجزًا ضد الأخطار البيئية (البكتيريا أو الفيروسات أو الفطريات) التي يمكن أن تؤذي الجنين، مما يساعد الجنين على البقاء على قيد الحياة لفترات طويلة من الزمن. ويمكن أن يؤدي غلاف البذرة أيضًا دورًا في تحديد موعد إنبات الجنين [1, 2].



شكل 1

ثمة مجموعتان رئيسيتان من النباتات البذرية: نباتات مزهرة تسمى كاسيات البذور، ونباتات بدون أزهار تسمى عاريات البذور (الشكلان 1A, C). وتشمل كاسيات البذور جميع النباتات التي تنتج الأزهار والثمار. ويتطور الجزء الأنثوي من الزهرة ليصبح ثمرة تحمي البذور وتساهم في نشرها إلى أماكن جديدة [1]. ويمكن للثمار أن تفعل ذلك عن طريق تحلية مذاقها ليكون مُستساغًا للحيوانات أو عن طريق الطيران مع الرياح. ولكن ماذا عن عاريات البذور؟ يأتي الاسم من عبارة يونانية تعني «البذرة العارية».

الجنين النباتي (Embryo)
هو النبتة الصغيرة داخل البذرة التي ستنمو لتصبح نباتًا جديدًا.

السويداء (Endosperm)
هي النسيج الغني بالمغذيات داخل البذرة الذي يزود الجنين النباتي بالغذاء.

غلاف البذرة (Seed Coat)
هو النسيج الخارجي للبذرة الذي يغطي الأنسجة الداخلية مثل الجنين والسويداء ويحميها.

ينبت (Germinate)
هو خروج النبتة الجديدة من البذرة لأن الظروف مناسبة لنموها.

شكل 1
(A) الأجزاء الثلاثة الرئيسية للبذرة. **(B)** تبدأ البذيرات في النمو داخل أزهار كاسيات البذور. وإذا أزلنا البذيرة وقطعناها إلى نصفين، يمكننا أن نرى أن غلاف البذرة يتكون من طبقتين وبداخله ثماني خلايا. وبمجرد أن تخصِّب حبوب اللقاح البذيرة، فإنها تصبح بذرة. وتكون البذور مغطاة دائمًا -في كاسيات البذور- بثمرة. **(C)** نمو البذور في عاريات البذور، كما يتضح في مخروط الصنوبر. ويمكنك أن ترى أن غلاف البذرة يحتوي على طبقة واحدة فقط. ويستغرق تطور البذيرة إلى بذرة وقتًا أطول في هذه النباتات.

يشير هذا إلى أن هذه المجموعة من النباتات لا تنتج ثمارًا، مما يجعل البذور مكشوفة. وتُعد الصنوبريات (مثل أشجار الصنوبر) والجنكة مثالين من هذه المجموعة النباتية (الشكل 1C). وعلى الرغم من أن عاريات البذور ليس لها ثمار، فقد صممت استراتيجيات لنشر بذورها. فمثلًا، تحتفظ العديد من عاريات البذور ببذورها داخل مخاريط بذرية حتى تصبح جاهزة للانتشار، وعندها تنفتح المخاريط.

البذيرة (Ovule)

هي المرحلة المبكرة من تطور البذرة التي تشمل الخلية التناسلية الأنثوية.

حبوب اللقاح (Pollen)

هي الخلية التناسلية الذكرية.

من أين تأتي البذرة؟

تُعرف المرحلة الأولى من البذرة باسم البذيرة. وتتحول البذيرات إلى بذور من خلال عملية التخصيب. وكما هو الحال في الحيوانات، يحدث التخصيب عندما تندمج خلية تناسلية ذكرية- وهي حبوب اللقاح في النباتات- مع خلية تناسلية أنثوية مصدرها البذيرة، لينتج عن ذلك نبات جديد هو الجنين النباتي (الشكل 1).

ومن المثير للاهتمام أن ليس كل النباتات لديها بذور! والطحالب والسراخس مثالان على ذلك. فقبل ظهور النباتات البذرية منذ حوالي 400 مليون سنة مضت، كانت الأرض تهيمن عليها نباتات مثل الطحالب والسراخس التي لا يحمي أجنتها غلاف البذرة؛ ومن ثمّ، فإن هذه الأنواع أكثر حساسية للظروف القاسية في البيئة. ولا يزال أصل البذرة غير واضح، ويسعى العلماء إلى التوصل إلى إجابات عن هذه المسألة. ولكننا نعلم أن غلاف البذرة هو المسؤول عن صمود البذور أمام العديد من الصعوبات، وقد منح غلاف البذرة النباتات البذرية ميزة استثنائية.

ما الذي يجعل البذرة تبدأ في النمو؟

إذا سبق لك أن حاولت زراعة نباتات من البذور، فربما لاحظت أن البذور لا تبدأ في النمو تحت أي ظروف. ويرجع هذا إلى أن البذور الناضجة تكون خامدة: حيث يتباطأ نموها وتطورها أو حتى يتوقف. يمكن أن تنشأ حالة الخمود من غلاف البذرة الذي يمنع الماء أو الأكسجين من دخول البذرة أو يمكن أن تنشأ من حالة الجنين النباتي نفسه. ويمكن أن تظل البذور في حالة خمود لفترات طويلة جدًا؛ فقد نجح العلماء في زراعة نباتات من بذور يزيد عمرها عن 2000 سنة [3]!

خامد (Dormant)

تشير إلى مرحلة «انتظار» البذرة الظروف المناسبة لإنباتها ونموها.

وتسمح حالة الخمود للأجنة بالانتظار للحصول على الإشارات البيئية المناسبة قبل أن تنبت وتنمو لتصبح نباتات جديدة. ولكل نوع متطلبات مختلفة، غير أن معظم البذور لن تبدأ في النمو حتى تتلقى الكميات المناسبة من ضوء الشمس والماء. وبعض النباتات لديها متطلبات أكثر تطرفًا «لإنهاء» حالة الخمود. ففي المناخات الباردة، غالبًا ما تحتاج البذور التي تُنتج في الخريف إلى التعرض للبرد الشديد قبل أن تتمكن من إنهاء حالة الخمود، لمنع الأجنة النباتية من الإنبات في وقت مبكر جدًا خلال فصل الشتاء والتجمد. وغالبًا ما تحتاج البذور من البيئات التي تشهد حرائق منتظمة- مثل البراري- إلى التعرض للحرارة أو الدخان لإنهاء حالة الخمود [2].

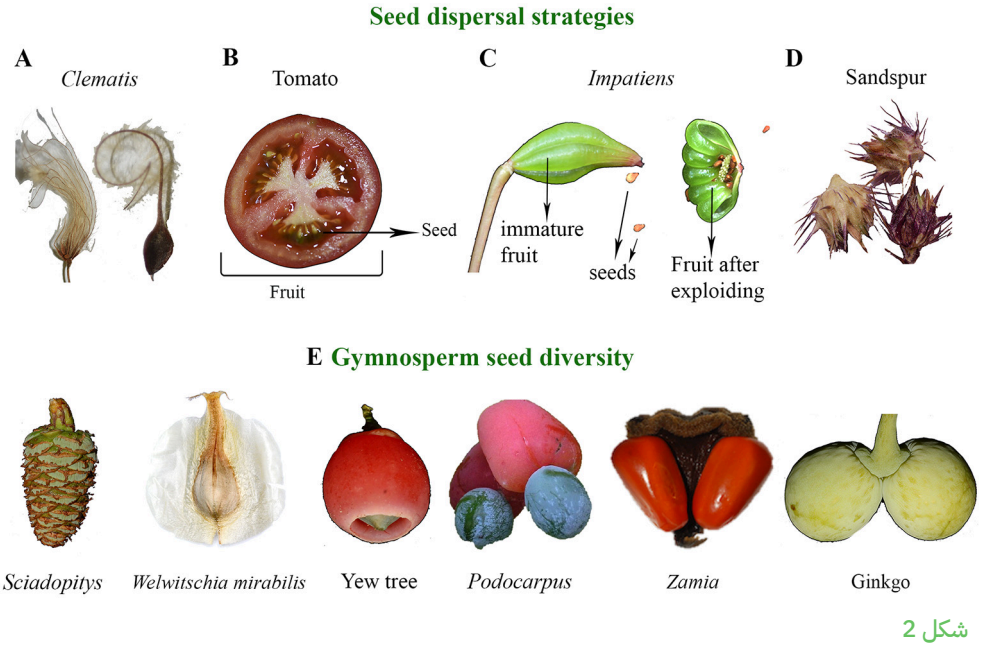
ولما كانت الحرائق قد تخلصت من الكثير من النباتات المنافسة الموجودة، فعندما تخرج هذه البذور من حالة الخمود، سيكون لدى النباتات الجديدة مساحة كبيرة ومغذيات تتيح لها النمو. ويمكن للعلماء التلاعب بإشارات الخمود للتسبب في إنبات البذور، أو لإبقائها في حالة خمود لفترة طويلة من أجل تخزينها.

الانتشار (DISPERSAL)

هو انتشار البذور إلى مواقع جديدة بعيدًا عن النبتة الأم.

كيف تنشر النباتات بذورها؟

تتعدد أشكال البذور وأحجامها، بدءًا من البذور الكبيرة بحجم رأسك إلى البذور التي لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر. وتحتاج كل هذه البذور إلى طرق للانتشار من النبات الأم، وهو ما يُسمى بالانتشار (الشكل 2). وثمة أربعة أنواع رئيسية من استراتيجيات انتشار البذور [4].



شكل 2

شكل 2

تحتوي البذور على مجموعة متنوعة من التركيبات والوظائف. ويمكن أن تنتشر البذور من كاسيات البذور عن طريق **(A)** الرياح؛ **(B)** الحيوانات؛ **(C)** الإطلاق الباليستي؛ **(D)** الالتصاق. **(E)** أمثلة على أشكال البذور التي تطورت بين عاريات البذور، المعروفة باسم «البذور العارية». على الرغم من أنها لا تحتوي على ثمار للمساعدة في الانتشار، فإنها لديها استراتيجيات انتشار مشابهة لاستراتيجيات انتشار كاسيات البذور (مصدر الصورة د: CC BY-SA 4., https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Sandspurs_1.jpg).

أولًا، يمكن أن تنتشر البذور عن طريق الرياح. فإذا سبق لك أن نفخت على زغب الهندباء، فأنت بذلك تساعد في نشر بذورها! إذ تحمل تلك الزغبات البيضاء البذور، ويمكنها أن تطير إلى حيث تأخذها الرياح. ومن الأمثلة الأخرى للنباتات التي تنتشر بذورها عن طريق الرياح السحلبية ونبات البجعة والقيقب وخشب الحور اللين *وياسمين البر* (الشكل 2A).

ثانيًا، يمكن أن تنتشر البذور عندما تأكلها الحيوانات. وغالبًا ما توجد هذه الطريقة بين النباتات ذات الثمار أو التوت حول بذورها. وعادةً ما تكون هذه البِنى لذيذة أو جذابة لإغراء الحيوانات بأكلها. ويبتلع الحيوان البذور أيضًا، فتمر بعد ذلك عبر الجهاز الهضمي للحيوان وتنتشر إلى مواقع جديدة من خلال فضلات الحيوان. وتأكل بعض الحيوانات الفاكهة (مثل الكرز والخوخ) وترمي البذور بعيدًا. وينشر البشر البذور بهذه

الطريقة أيضًا (الشكل 2B)! بيد أن طريقة الانتشار هذه لا تنجح مع جميع النباتات؛ فبعض النباتات تنتج بذورًا شديدة السُمية لمنع الحيوانات من أكلها.

ثالثًا، تستخدم بعض النباتات طريقة ممتعة وجذابة لنشر بذورها، تسمى الإطلاق الباليستي. ففي هذه النباتات، تنشق الثمرة وتقذف البذور بقوة كبيرة فتسقط البذور على الأرض على بُعد مسافة من النبات الأم. ويضمن هذا عدم تنافس النباتات الجديدة مع الأبوين. وأحد الأمثلة على ذلك هو نبات يسمى البلسم أو بيزي ليزيس، والذي قد تراه يزين الحدائق (الشكل 2C).

وأخيرًا، تمتلك بعض البذور أشواك أو نتوءات خاصة تلتصق بريش الطيور أو فراء الحيوانات أو ملابس الأشخاص أثناء مرورهم حتى تسقط في النهاية في مكان جديد. ومن الأمثلة على النباتات التي تستخدم طريقة «الالتصاق» هذه نباتات الأرقطيون وعشبة الساندسبير، والتي يُطلق عليها عادةً اسم «الملتصقات»، وهي نباتات متوفرة بكثرة في جنوب الولايات المتحدة (الشكل 2D).

كما وجدت عاريات البذور طرقًا فريدة لحماية بذورها ونشرها، وتمتاز بذورها أيضًا بتنوع هائل في الأشكال والألوان (الشكل 2E). ومن الصعب كسر المخاريط النموذجية الموجودة في أشجار الصنوبر، مما يوفر حماية للبذور بداخلها. وثمة أيضًا بذور مجنحة من نباتات مثل ويلويتشيا التي تعتمد على الرياح في نشر بذورها، بالإضافة إلى بذور ملونة ولحمية تنتشر عن طريق الحيوانات.

البذور التي نأكلها

من السهل التفكير في تناول السمسم أو بذور دوار الشمس، ولكن ثمة العديد من الأطعمة الشائعة الأخرى التي تأتي أيضًا من البذور! فيمكن طهي الحبوب مثل الأرز والقمح والذرة وأكلها مباشرة أو طحنها إلى دقيق. وتشكل الحبوب -في الواقع- معظم الطعام الذي يتناوله البشر حول العالم! كما أن الفاصوليا والعدس والمكسرات من البذور التي يشيع أكلها (الشكل 3). حتى فنجان القهوة الصباحي الذي يحتسيه الكبار أو لوح الشوكولاتة المفضل لديك مصنوع من بذور نباتات البن والكاكاو. وتُصنع العديد من الزيوت الشائعة المستخدمة في الطهي، مثل زيت الكانولا وزيت الفول السوداني، من عصر البذور لاستخراج الزيوت منها. وتنتج عاريات البذور كذلك -على الرغم من عدم شيوعها- بذورًا صالحة للأكل، مثل حبوب الصنوبر وبذور الجنكة (الشكل 2). ويمكن أن تكون البذور غذاءً جيدًا لأن السويداء تحتوي على الكثير من العناصر الغذائية. غير أن هذه المغذيات تختلف من نباتٍ لآخر، وتنتج بعض الأنواع بذورًا غير صالحة للأكل (مثل الأفوكادو) أو سامة للأكل (مثل بذور الخروع). وفي المرة القادمة التي تكون فيها في الخارج أو في متجر البقالة، انظر كم عدد أنواع البذور التي يمكنك التعرف عليها، وتذكر التنوع المذهل للبذور الموجودة ومدى أهميتها لحياة النباتات أيضًا.

البذور الصالحة للأكل (Edible Seeds)

هي البذور التي يمكن للإنسان أن يأكلها بأمان.

شكل 3

أمثلة على البذور التي تُعد مصادر غذائية مهمة. من المهم ملاحظة أن البذور في هذه الصورة قد عُولجت بحيث تكون صالحة للأكل وتدوم لفترة طويلة، وهذا ليس شكلها الطبيعي وهي في النبات.

شكر وتقدير

يتوجه المؤلفون بالشكر للمراجعين الصغار على المراجعة الدقيقة للمقال مع التعليقات المفيدة للغاية التي أثروا بها الموضوع، كما نشكر المحرر ومرشدي العلوم. حصل هذا المقال على تمويل من NSF-PGRP: IOS-1758800، ودعم إضافي من مؤسسة إيبلي للأبحاث، وبرنامج NIH QBIST، وزمالة هنري ماك كراكن من جامعة نيويورك. ونتوجه بالشكر أيضًا للمرشدين Gloria Coruzzi وDamon P. Little والمشرفين على الأطروحة Manpreet Katari وMichael Purugganan وDeren Eaton.

إفصاح أدوات الذكاء الاصطناعي

تم إنشاء النص البديل (alt text) المرفق بالأشكال في هذه المقالة بواسطة "فرونتيرز" (Frontiers) وبدعم من الذكاء الاصطناعي، مع بذل جهود معقولة لضمان دقته، بما يشمل مراجعته من قبل المؤلفين حيثما كان ذلك ممكناً. في حال تحديدكم لأي خطأ، نرجو منكم التواصل معنا.

المراجع

1. Foster, A. S., and Gifford, E. M. 1959. Comparative morphology of vascular plants. *Comp. Morphol. Vasc. Plants* 10:39.

2. Finch-Savage, W. E., and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol.* 171:501–23. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x
3. Sallon, S., Solowey, E., Cohen, Y., Korchinsky, R., Egli, M., Woodhatch, I., et al. 2008. Germination, genetics, and growth of an ancient date seed. *Science* 320:1464. doi: 10.1126/science.1153600
4. Howe, H. F., and Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13:301–28.

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 يوليو 2025

المحرر: John T. Van Stan

مرشدو العلوم: Kristen Welsh و Joan West

الاقتباس: Ambrose B و Sondervan VM, Zumajo-Cardona C (2025) من البذرة.. يبدأ كل شيء. Front. Young Minds.
doi: 10.3389/frym.2023.1065280-ar

مُترجَم ومقتبس من: Sondervan VM, Zumajo-Cardona C and Ambrose B (2023) How Seeds Shape Our World. Front. Young Minds 11:1065280.
doi: 10.3389/frym.2023.1065280

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2023 © 2025 و Sondervan, Zumajo-Cardona Ambrose. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

MOAB CHARTER SCHOOL، العمر: 12–9

نحن طلاب الصفين الخامس والسادس في مدرسة موآب المستقلة الواقعة في ... أجل، كما خمنت ... موآب، في يوتا! ولدينا مجموعة واسعة من الاهتمامات: الكلاب، والمخللات، والنحو، والفنون، والأشباح، وكرة القدم، والبلابل الدوارة، وألعاب الفيديو، والتنزه، والبطيخ. ونشعر بأننا محظوظون لأننا نعيش في مثل هذا المكان الجميل!

OWEN، العمر: 10
أبلغ من العمر 10 سنوات، وأنا مهتم بالعلوم والفيزياء. وفي الواقع، أنا أحتفظ بها كحيوانات أليفة! وإحدى الأشياء المفضلة لديّ هي القراءة. كما أنني أحب العلوم والبستنة. وأنا مهتم بزراعة النباتات آكلة اللحوم والفطر.

المؤلفون

VERONICA M. SONDERVAN
أنا مهتمة إلى حد كبير بكيفية إنتاج النباتات للأطعمة التي نتناولها، وبدراسة التنوع الواسع للنباتات والأطعمة في العالم والحفاظ عليها. وبعد العمل في العديد من المختبرات الجامعية ومختبرات وزارة الزراعة الأمريكية وحصولي على شهادتي الجامعية في علوم النبات من جامعة مينيسوتا - توين سيتيز، أسعى الآن للحصول على درجة الدكتوراة المشتركة من جامعة نيويورك وحديقة نيويورك النباتية في مختبر د. غلوريا كوروزي. ويركز بحثي الحالي على تطور البذور وتحديد الجينات المشاركة في كيفية بناء النباتات للبذيرات في الأنواع المختلفة، لا سيما عاريات البذور.

CECILIA ZUMAJO-CARDONA
لطالما كنت مفتونة بالنباتات والتنوع الهائل في الأشكال والألوان والتراكيب التي سمحت لها بأن تكون ناجحة ومهمة جدًا لنظامنا البيئي برمته. وقد صرت مهتمة بفهم الجينات المشاركة في هذا التنوع أثناء حصولي على شهادتي الجامعية في جامعة أنتيوكيا (كولومبيا) في مختبر بابون مورا، حيث درست الجينات المشاركة في نمو الثمرة. وقد حصلت على درجة الدكتوراة من حديقة نيويورك النباتية وجامعة مدينة نيويورك في مختبر أمبروز، حيث عملت بشكل أساسي على تطور البذور والنمو في النباتات الأولى التي ظهرت ببذور (كأشجار الصنوبر) لفهم الجينات الكامنة وراء التنوع الهائل في أشكال البذور بصورة أفضل.

BARBARA AMBROSE
أنا مديرة الأبحاث المختبرية وأمينة علم الجينوم النباتي في حديقة نيويورك النباتية (NYBG). كما أدرس مورفولوجيا النبات، والجينات التي تبني بِنى النبات، وكيف يمكن للتغيرات في الجينات أن تفسر الكم الهائل من التنوع النباتي الموجود. وأستخدم الأدوات التي تسمح لي برؤية البنى النباتية على نطاق صغير جدًا (الفحص المجهري الإلكتروني الماسح ومقاطع الأنسجة النباتية) بالإضافة إلى أدوات جزيئية أصغر حجمًا لدراسة الجينات. وأدرس علم الوراثة التطوري للأزهار والثمار، وعلى نطاق أوسع الهياكل التناسلية لجميع النباتات البرية. ويتمحور الكثير من أبحاثي الحالية على تطور ونمو النباتات الخالية من البذور: النباتات الليكوفية (الخدريات) والسراخس. bambrose@nybg.org*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology