

الوراثة

Heredity

تنتقل الخصائص والصفات من جيل إلى الذي يليه وفقاً للمبادئ الشائعة التي تنطبق على كل شيء من النباتات إلى الإنسان. حيث تكشف قوانين الوراثة أن المعلومات تنتقل كجزيئات منفصلة وهي وحدات الوراثة التي نعرف اليوم باسم الجينات.

كان داروين على بينة في عدة أمور لكن مثل أي عالم رحب الصدر اعترف سريعاً بنواقص معارفه. فمن الملاحظ أنه لم يدرك كيفية انتقال الخصائص من الأبوين إلى النسل. على سبيل المثال، لماذا لا تظهر بعض السمات في جيل بعينه، بمعنى آخر، لماذا قد تكون أقرب في الشبه إلى أحد الأجداد عن أحد الآباء؟ فقد كتب داروين عام 1859 «إن القوانين التي تحكم الوراثة ما زالت غير معروفة بالكامل». تقريباً يعتقد كل علماء الطبيعة بمن فيهم داروين أن سمات النسل مثل لون الجلد أو الفراء هي مزيج من سمات الوالدين.

في عام 1865 دحض العالم والراهب النمساوي غريغور مندل نظرية المزيج في الوراثة. أثناء اجتماعين لجمعية التاريخ الطبيعي في مدينة برون عرض مندل نتائج السنة الثامنة في تجربة تهجين نبات البازلاء. فقد استخدم مندل ومساعدوه فُرَش الطلاء لنقل اللقاح بعناية من إحدى زهور النباتات إلى نبات آخر (تخصيب تهجين) أو إلى إحدى زهور النباتات نفسها (تخصيب ذاتي).

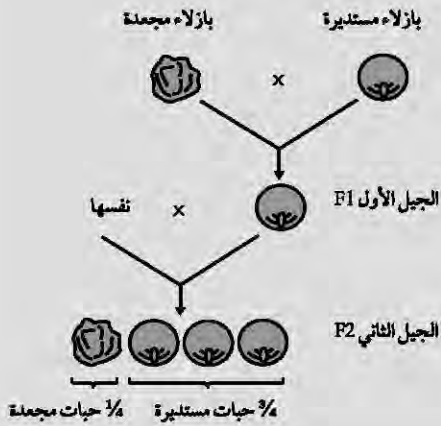
الخط الزمني

1865م	1868م	1883م
عرض مندل قوانين الوراثة بما فيها وحدات الوراثة باعتبارها جزيئات منفصلة.	طرح داروين نظرية شمولية التخلق (وهي أن جميع خلايا الكائنات تقلد جسيمات ذات خصائص وراثية) لنقل المعلومات الوراثية.	شرح وايزمان نظرية البلازما الجرثومية في علم الوراثة كدليل ضد نظرية شمولية التخلق.

درس مندل سبع خصائص: ارتفاع النبات، لون الزهرة، موقع الزهرة، شكل البازلاء، لون البازلاء، شكل غلاف البازلاء ولون غلاف البازلاء. لقد انقضت السنوات القليلة الأولى

تجربة نبات البازلاء لمندل

بعد تهجين نباتات نقية السلالة بحبات البازلاء مستديرة الشكل وتهجينها بحبات البازلاء المجعدة، ظهر كل النسل بحبات بازلاء مستديرة. إذن سمة الاستدارة هي السمة السائدة. وبعد تهجين هجينة الجيل الأول مع بعضها البعض، اكتسبت بعض نباتات الجيل الثاني سمة التجعد المتنحية. وقد بينت هذه النتيجة أن الجينات التي تحدد الصفات موروثة مثل الوحدات المنفصلة.



في التخصيب الذاتي للنباتات حتى ظهرت نفس السمات في كل جيل. تم تهجين تلك السلالات النقية لخلق هجينة تتزوج بهجينة أخرى، وعليه فقد لاحظ مندل أن عدد النسل مصحوب بكل سمة في كل خطوة، تكون تلك الاستنتاجات قاعدة المبادئ التي تفسر كيف تورث المعلومات البيولوجية.

قوانين الوراثة

عندما قام مندل بتهجين نباتات نقية السلالة بنباتات مختلفة السمات وجد أن النسل كان شبيهاً بأحد الوالدين وليس مزيجاً بينهما، فالنباتات المهجنة بحبات بازلاء مستديرة وتلك المهجنة بحبات

1909م

استخدم جوهانسون Johansen مصطلح «جين» لوصف الوحدات الوراثية التي تحدد الصفات.

1905م

أثبت العلماء البريطانيون أن وحدات الوراثة يمكن أن تحطم قوانين الوراثة.

1900م

أعاد علماء النبات الأوروبيون اكتشاف تجربة مندل على نبات البازلاء.

بازلاء مجمعة لم تنتج قط حبات بازلاء شبه مجمعة. في الواقع، سوف يرث النسل سمة واحدة دون الأخرى. كما سوف يُنتج التهجين بين حبات البازلاء المستديرة والمجمعة دائماً حبات بازلاء مستديرة الشكل. أدرك مندل أن واحدة من السميتين هي السائدة وقد عبر عن تلك العلاقة مستخدماً الحروف الكبيرة للسمة السائدة والحروف الصغيرة للسمة المتنحية. فمثلاً في تجربة البازلاء أخذت سمة الاستدارة round الحرف الكبير R وهي السمة السائدة وأخذت السمة المجمعة wrinkly الحرف الصغير r وهي السمة المتنحية.

نشأ هجين الجيل الأول عن طريق تهجين النباتات النقية فقط وظهرت السمات السائدة مثل حبات البازلاء المستديرة. لكن بعد أن قام مندل بتهجين هجين الجيل الأول F1 مع بعضه البعض فظهر هجين الجيل الثاني F2 معالجاً للسمات المتنحية من تهجين الأجداد النقي. استنتج مندل أن كل خاصية تتحدد من العناصر التي تخرج من الأزواج، على هيئة خاصية واحدة من كل أب وتتعزل قبل أن تنتقل إلى الجيل التالي. ويعتبر هذا هو أول مبدأ من مبادئ الوراثة المعروف بقانون انعزال الصفات.

بعد إحصاء عدد هجين الجيل الثاني التي يُظهر كل سمة، أثبت مندل أن نسبة النباتات ذات السمات السائدة في مقابل السمات المتنحية تكون دائماً 3:1. يمكن تفسير ذلك عن طريق العناصر خلف السمات المورثة في زوجين: إن الأزواج الأربع المتاح أن نجدهم في الجيل الثاني F2 هي: RR - Rr - Rr - rr كما نرى ثلاثة أرباع هذا الجيل يحمل السمة السائدة R. وبالرغم من أن النبات Rr يحتوي على حبات بازلاء مستديرة إلا أنه يحمل العنصر r، لذلك إذا تم التهجين بينهما فسوف يُعاد ظهور الزوج rr في نسلهما. هذا ما يفسر لماذا قد تختفي بعض السمات في جيل، لذلك قد تجد أن سماتك تتشابه مع أحد أجدادك أكثر من أحد أبويك.

درس مندل أيضًا توليفات من الخصائص مثل تهجين نباتات خضراء مع حبات البازلاء المستديرة (على أن تكون الاثنان سمات سائدة) ونباتات صفراء مع حبات البازلاء المجعدة (على أن تكون الاثنان سمات متنحية). تلك الهجائن لا تنتج نسلاً مشابهاً لأبائها فقط وإنما تنشئ هجائن بسمة متألّفة جديدة مثل حبات بازلاء مستديرة خضراء وحبات بازلاء مجعدة صفراء. وهذا يطرح أنه عندما تنعزل العناصر خلف السمات، تظل العناصر لكل خاصية منعزلة. وهذا هو المبدأ الثاني من مبادئ الوراثة المعروف بقانون التوزيع الحر.

الجينات

إن العناصر التي تحدد الصفات تُعرف اليوم بالجينات وتُعرف المتغيرات خلف السمات المختلفة بالأليلات. إن توليفة زوجين من الأليل تعطي الفرد نمطاً جينياً، فتكون النسختان المتماثلتان من الأليل RR / rr نمطاً جينياً متماثل الزيجوت $homozygous$ وتكون المتغيرات المختلفة Rr متخالفة الزيجوت $heterozygous$. تظهر نتائج الأنشطة الجينية في النمط الظاهري.

المندلالية الوراثة في الإنسان

تحدد السمات التي تتبع قوانين مندل للوراثة عن طريق جين واحد مع أليلات $alleles$ (صبغيات وراثية متضادة الصفات) سائدة ومتنحية، نادرة نسبياً. كان يُعتقد أن خصائص الإنسان مثل لون العين والقدرة على لف اللسان تعود للمندلية، لكن عرفت الآن بأنها تحدث بسبب جينات متعددة. واحد من الملامح المندلية القليلة هي شمع الأذن؛ حيث أن الأليل يحدد سمة شمع الأذن الرطبة التي تعتبر سائدة حتى الجافة التي تحدث للبشر ذوي الأليلين متنحيين. وتعتبر هذه الطفرة شائعة لدى الآسيويين. ملمح مندلي آخر وهو الخلل الجيني المسبب للتليف الكيسي وهو عبارة عن زيادة المخاط وتراكمه في الرئتين والجهاز الهضمي الناتج عن الطفرة المتنحية لجين منظم الإيصالية عبر الغشاء في التليف الكيسي $CFTR$. قد يكون الخلل المندلي ناتجاً عن طفرات سائدة مثل مرض هنتنغتون $Huntington$ وهو خلل تنكسي عصبي ناتج عن نسخة معيبة من الجين، قد يحدث هذا الخلل حتى وإن كانت الأليلات الأخرى طبيعية.

فضلاً عن التغير المستمر المتوقع من الامتزاج، فقد أثبت مندل أن وحدات الوراثة عبارة عن جزيئات منفصلة لا تمتزج. واليوم عرفنا أن تلك الوحدات هي الجينات؛ صاغ تلك المصطلحات عالم النبات الدنماركي ويلهلم جوهانسن Wilhelm Johannsen عام 1909.

خرق القوانين

لم تحظ أعمال مندل بشهرة واسعة حتى أعيد اكتشافها في عام 1900. فعندما كان علماء الأحياء يعيدون تجارب الراهب وجدوا أن الخصائص السبع التي حددها مندل أثبتت نفس النتائج في حين أظهرت الأخرى انحرافها عن قوانين الوراثة لدى مندل. فعلى سبيل المثال؛ في عام 1905 قام علماء الوراثة البريطانيون ويليام باتسون William Bateson وإديث ريبكا ساوندرز Edith Rebecca Saunders

«في الواقع، يتطلب الأمر بعض الشجاعة لتجري عملاً بعيد المدى مثل هذا، فأهميته لا تقدر بثمن عندما يتعلق بتاريخ تطور الأشكال العضوية.»

غريغور مندل

وريجنالد بونيت Reginald Punnett بتهجين سلالة نقية من نبات البازلاء مع زهرة بنفسجية وحبوب لقاح طويلة مقابل نبات وزهرة حمراء مقابل حبوب مستديرة. يعتبر اللون البنفسجي والسمات الطويلة هما السمة السائدة، لذلك سيظهر هجين واحد فقط من 16 في الجيل الثاني F2 في شكل زهور حمراء وحبوب مستديرة لكن من المتوقع أيضاً أن تظهر تلك النتيجة أكثر من ثلاث مرات.

توصل الثلاثي البريطاني إلى أن لون الزهرة وشكل حبوب اللقاح كانا بشكل أو بآخر مقترنين. وهذا ما يفسر سبب ميل توليفات معينة من السمات إلى التواجد معاً عبر أجيال متعاقبة. إن دراسة هذه التوليفات لاحقاً تكشف عن أن هذه السمات مقترنة لأنها جينات مادية مرتبطة بنفس الكروموسوم. وقد وجد علماء الوراثة العديد من الاستثناءات في قوانين

مندل متضمنة الأليات السائدة المشتركة والنمط الظاهري المعقد المحدد عن طريق جينات متعددة. سواء عن عمد أو بالصدفة تخدم خصائص مندل قوانين الوراثة السبعة التي وضعها أما البقية فلم تتبع نفس المسار. وعلى الرغم من ذلك فإن السمات المندلية البسيطة نادرة في حين لا تزال قوانين الوراثة تفسر الآلية الكامنة خلف انتقال المعلومات البيولوجية.

الفكرة الرئيسة

تورث الصفات كوحدات منفصلة تُسمى الجينات