

الوراثة mendelian inheritance

قانون مندل الثاني - قانون التوزيع المستقل

Principle of Independent Assortment

Mendel's Law of Independent Assortment

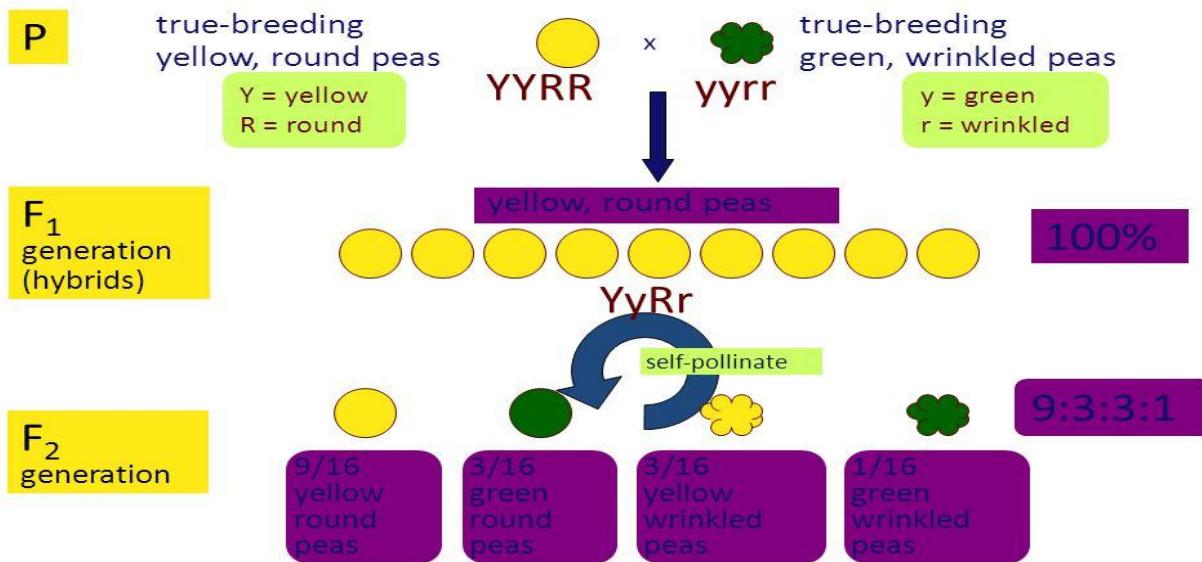
Mendel's Dihybrid crosses

توصل العالم مندل في تجاربه أيضا إلى أنه إذا تزاوج فردان نقيان مختلفان في زوجين أو أكثر من الصفات المتبادلة، فتوريث صفة كل زوج مستقلة وتظهر في الجيل الثاني بنسبة (1:3:3:9)، ويسمى هذا القانون، بـقانون التوزيع الحر للعوامل الوراثية، أو قانون التوزيع المستقل(الحر).

اكمل مندل تجاربه على نبات البازلاء بدراسة السلوك الوراثي لزوجين من الصفات المتضادة Dihybrid فأجرى تلقيحاً خلطياً بين نباتي البازلاء يحمل أحدهما صفتين سائدتين نقietin هما بذور ملساء الشكل وصفراء اللون والآخر يحمل صفتين متختيتين هما بذور مجعدة الشكل وخضراء اللون. فظهرت أفراد الجيل الأول كلها لها شكل ظاهري مشابه للصفتين السائدتين(بذور ملساء صفراء اللون) وبعد تلقيح أفراد الجيل الأول ذاتياً نتجت أفراد الجيل الثاني بالنسب المذكورة بالجدول التالي.

المشاهد(الفعلي)	المتوقع	الصفة
315	312.75	نباتات مستديرة صفراء
108	104.25	نباتات مستديرة خضراء
101	104.25	نباتات مجعدة صفراء
32	34.75	نباتات مجعدة خضراء

Dihybrid cross



لاحظ أن النسبة التي حصل عليها مندل في تجاربها السابقة على زوج واحد من الصفات أي نسبة 3:1 وهذا يعني أن توارث لون البذور لا يرتبط بتوارث شكلها، أي أن كل صفتين متضادتين (صفاء وخضراء)، يتم توارثهما بشكل مستقل عن الصفتين الآخرين (ملساء ومجعدة). وقد استنتج مندل من هذه النتائج قانون التوزيع المستقل.

التلقيح الاختباري (الرجعي) لقانون مندل الثاني (Back crosses cross)

تعلمنا سابقاً أن الفرد الذي يحمل صفة متحية يكون تركيبه الجيني نقىًّا دائمًا، في حين أن الفرد الذي يحمل صفة سائدة يمكن أن يكون تركيبه الجيني نقىًّا أو هجينًا (خلطياً) Heterozygous Homozygous

كيف يمكن تحديد التركيب الجيني لفرد يحمل الصفة السائدة، فيما إذا كان نقىًّا أو هجينًا لهذه الصفة؟
يُعد التلقيح الاختباري من أفضل الطرق لتحديد التركيب الجيني لفرد ذي الصفة السائدة ويتم ذلك بإجراء تلقيح خلطي بين الفرد الذي يحمل الصفة السائدة غير محددة التركيب الجيني مع فرد آخر يحمل الصفة المتحية المضادة لها.

هناك خطوتين لعمل ذلك

الأولى: تزاوج مع الصفة السائدة النقية (إذا كانت هجين أو نقية تعطي شكل ظاهري مماثل)

الثانية: بنفس المعاملة تزاوج مع صفة متحية (إذا كانت هجين سوف تعطي 1:1 (المجهولة:المتحية) لكن لو كانت نقية سوف تكون 100% تحمل صفة المجهول).

مثال: في إحدى النباتات صفة لون الأزهار الحمراء طولية الساق سائدة على صفة لون الأزهار البيضاء قصيرة الساق. كيف يمكن تحديد ما إذا كان هذا النبات ذو الأزهار الحمراء الطولية متماثل (نقىًّا) أم هجينًا لهذه الصفة؟

الحل :

إذا كانت نقية TTRR سوف تكون النتيجة كلها مماثلة للمجهول إذا الصفة نقية سائدة.

لكن لو كان في الجيل الأول هجين يحتمل أن يكون تركيبة الوراثي $TtRr$ يتم تزاوجه مع $trrr$ الصفة المتنحية للصفتين بحيث تكون جاميات $TtRr$ أربع أنواع هي (tr, tr, tR, TR) بحيث تعطي لنا بعد تزاوجهم جيل تكون النسبة $1:1:1:1$ بحيث كل شكل ظاهري يعطينا ربع الإنتاج تتبعي الجدول الآتي للاحتمالات ومنها نتوصل للتركيب الوراثي لكل نوع مجھول التركيب الوراثي

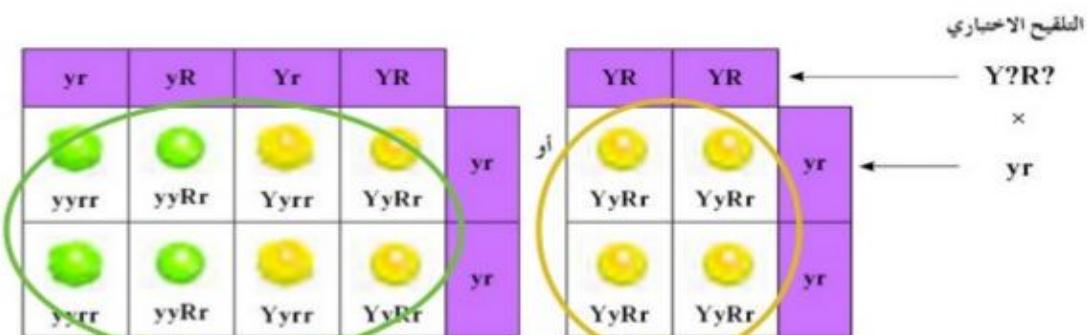
أمشاج هجين F1	الصفة المتنحية لامشاج الاب	الشكل الظاهري Phenotype
	التركيب الوراثي لزايجوت Genotype	
TR	TRtr	طويل حمراء
Tr	Trtr	طويل بيضاء
tR	tRtr	قصير حمراء
tr	trtr	قصير بيضاء

	tr(recessive parent gamete)	
F1 hybrid gamete	Zygote genotype	Phenotype
TR	TRtr	Tall Red
Tr	Trtr	Tall White
tR	tRtr	Dwarf Red
tr	trtr	Dwarf White

DIHYBRID TEST CROSS (1:1 : 1 : 1)

وعلى هذا النمط نقوم بتوقع باقي الاحتمالات وعلى أساسها يتم الاختبار الرجعي .

مثال آخر للتلقيح الاختباري



إذا كان نبات البازلاء المراد اختباره سائدًا فستكون نسبته ($YyRr$) هجهنًا للصفتين الذور الناتجة $1:1:1:1$ أي بذرة واحدة صفراً ملساء، بذرة واحدة صفراً مجعدة، بذرة واحدة خضراء ملساء، بذرة واحدة خضراء مجعدة

إذا كان نبات البازلاء المراد اختباره سائدًا نقى للصفتين فستكون جميع الذور ($YYRR$) الناتجة ملساء وصفراً اللون ($YyRr$)

النظرية الكروموسومية في الوراثة The Chromosomal Theory

عرفت أن خلايا أفراد النوع الواحد من الكائنات الحية تحتوي على عدد ثابت من الكروموسومات (2n) Diploid بشكل أزواج في الخلايا الجسدية للكائنات الراشدة أي أن الكروموسومات تكون على شكل أزواج وكل زوج من الكروموسومات الجسدية يتكون من كروموسومين متماثلين أحدهما من الذكر والأخر من الأنثى أما الخلايا التناسلية (الأمشاج) فتكون أحادية المجموعة الكروموسومية (n) Haploid أي أن تكون الكروموسومات بحالة فردية.

وبعد دراسة الانقسام المتساوي Mitosis عام 1875م والانقسام المنصف Meiosis عام 1890م بدأ العلماء بلاحظة التشابه بين سلوك الكروموسومات وسلوك العوامل الوراثية mendelian التي عُرفت فيما بعد بالجينات وقد توصل العالم الألماني بوفرلي Bovri والعالم الأمريكي ساتون Sutton عام 1902م كل على حدة إلى أساس النظرية الكروموسومية اعتماداً على الأدلة التالية:

1. توجد الكروموسومات والعوامل الوراثية (الأليلات) على شكل أزواج في الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).
2. تنفصل أزواج الكروموسومات المتماثلة، وتتعزل أليلات الصفة الواحدة في الأمشاج نتيجة الانقسام المنصف، بحيث يحتوي المشيخ على نصف العدد الأصلي منها.
3. يسلك كل زوج من الكروموسومات سلوكاً مستقلاً عن غيره عند تكوين الأمشاج فيتوزع كل زوج من(قانون التوزيع الحر).
4. تستعاد الحالة الزوجية لكل من الكروموسومات ونتيجة عملية الإخصاب.

وقد وضع ساتون وبوفري أساس النظرية الكروموسومية، وساعدت تجارب العالم الأمريكي مورجان على ذبابة الفاكهة في تأكيد هذه النظرية وتطويرها.

وطبقاً لهذه النظرية: فإن الجينات تقع على الكروموسومات وإن الكروموسوم الواحد قد يحمل مئات منها وبالتالي فإن قوانين الوراثة تفسر بسلوك الكروموسومات نفسها.

تفسير قوانين مندل بنظرية الكروموسومات

ولتفسير قوانين مندل على أساس سلوك الكروموسومات التي تحمل الجينات . تتابع الخطوات لصورة التالية التي توضح الأساس الكروموسومي لقوانين مندل)

توارث زوجين من الصفات التي درسها مندل في تجربته، وهما لون البنور وشكلها تتابع الآتي:

1. يظهر زوجين من الكروموسومات في خلايا الأبوين وزوجين من الصفات

2. تقع أليلات الصفة الواحدة على كروموسومين متماثلين

3. هنا أليلات الصفات المختلفة على كروموسومين مختلفين حيث أليل اللون على زوج كروموسومات متماثلة وأليل شكل البذرة على زوج آخر من الكروموسومات المتماثلة.

لماذا تسلك أليلات الصفات المختلفة سلوكاً حراً في توزيعها؟

أثناء الانقسام المنصف، تسلك أليلات الصفات المختلفة سلوكاً مشابهاً لسلوك الكروموسومات، إذ تفصل وتتوزع على الأمشاج توزيعاً حراً ومستقلاً عن بعضها، وهذا يفسر قوانين مندل في الوراثة.

ملاحظة

وجود جينين متضادين متقابلين محمولين على كروموسومين متماثلين لنفس الصفة تسمى الجينات المتضادة وكل جين يسمى بـ "أليل" "Allele" للجين المقابل له، فمثلاً في الطراز الجيني Pp يكون جين اللون الأرجواني P أليل لجين اللون الأبيض p والعكس صحيح.

