كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثانية

المادة : وراثة نباتية

المحاضرة : الخامسة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

التّفاعلات المورّثيّة Gene interactions

وفق قوانين ماندل

أجرى ماندل تجاربه على سلالات صافية أو نقية، وعلى صفات تتبع مبدأ السيادة التامّة Complete dominant، وعلى مورّثة مستقلة قي عملها بإظهار الصّفة المسؤولة عنها، ممّا أدّى لكتابة مبدأي ماندل (قانون الانعزال وقانون التوزّع المستقل)، كما أدّى لنسب توزّع أنماط ظاهريّة تتبع تراتبية معيّنة بحسب عدد الصّفات الظّاهريّة المدروسة، ونستطيع تلخيص ما درسناه سابقاً عن نتائج ماندل بالجدول التّالي:

الهجونة الأحاديّة	الهجونة الأحاديّة – التّلقيح الاختباري
F2: 3 : 1 متنحي : سائد	1 : 1 متنحي : سائد
الهجونة الثّنائيّة	
F2: 9 : 3 : 3 : 1 متنحي : سائد على الأوّل متنحي على الثاني: متنحي على الأوّل سائد على الثّاني : سائد على الموقعين	
الهجونة الثّنائيّة – التّلقيح الاختباري	
1 : 1 : 1 : 1 متنحي : سائد على الأوّل متنحي على الثاني: متنحي على الأوّل سائد على الثّاني : سائد على الموقعين	

فيما بعد ماندل تبيّن أنّ العلاقة بين المورّثات والصّفات على درجة عالية من التّعقيد، فقد أظهرت العديد من التّجارب والأبحاث الوراثيّة حقائق لا تتفق دوماً مع مبدأي ماندل ونسب توزّع الأنماط الظاهرية المعروفة بتجاربه.

فمثلاً يفترض قانون الهجونة الثّنائيّة استقلالاً في انتقال المورّثة عبر الأجيال، ولكن هذا الافتراض لا يتضمن بالضرورة استقلالاً في عمل المورّثة، فأحياناً النّمط الظّاهريّ يكون حصيلة عمل مشترك لعدد كبير من المورّثات، حيث لا تتمكّن مورّثة واحدة من إعطائه لوحدها.

إنّ ما تمّت ملاحظته من أنّ الصّفة الواحدة قد تنتج من تفاعل عمل عدد من المورّثات نتيجة مجموعة من التّفاعلات الاستقلابية التي تجري ضمن الخلية، كما قد تنتج صفة ما من علاقة الكائن بالوسط الّذي يعيش به، وكذلك قد يكون للمورّثة الواحدة أثر في إظهار صفات متعدّدة، كلّ ما سبق أدّى إلى إيجاد طرق جديدة لأنماط أو نماذج التّوريث Patterns of Inheritance ، كل نمط من هذه الأنماط يصف كيفية انتقال الصفة من الآباء إلى الأبناء، والعلاقة بين الطرز الجينية والطرز الظاهرية، وممآ سبق نجد أنه قد أصبح لدينا:

١. أنماط التوريث الماندلية (البسيطة): الهجونة الأحادية (لصفة واحدة)، والهجونة الثنائية (لصفتين مستقلتين).

- السّيادة التامة (Complete Dominance)

٢. أنماط التوريث اللاماندلية وتشمل:

أ- التفاعل الجيني (Gene Interaction) مثل:

التّفاعل بين مورّثات متقابلة (التفاعل بين أليلات الجين الواحد) Gene Interaction - allelic genes :

- السّيادة غير التامة (Incomplete Dominance)

- السيادة المشتركة (Codominance)

- الجينات المتعددة الأليلات (Multiple Alleles)

- الجينات المميتة (Lethal Genes)

التّفاعل بين مورّثات غير متقابلة Gene Interaction - No-allelic genes

- تكامل أثر المورّثات (Complementary genes)، وتكون بأثر متشابه، بأثر مختلف، ومزدوجة التأثير.

- التّفوّق (Epistasis).

- العامل المانع السّائد (Inhibitor dominant gene)

- مورّثات متماثلة الأثر (Genes similar effect)

- مورّثات تراكميّة الأثر: الصفات الكمية (Quantitative Traits)

ب- أنماط تعتمد على موقع الجين:

- الصفات المرتبطة بالجنس (Sex-linked Inheritance)

- الصفات المحكومة بالجنس (Sex-influenced Traits)

ج- أنماط تعتمد على مصدر الجين (خارج النواة):

الوراثة السيتوبلاسميّة (Cytoplasmic Inheritance) .

التّفاعل بين مورّثات غير متقابلة No-allelic genes

- يؤدّي التّفاعل بين مورّثات غير متقابلة إلى نسب انفصال ماندليّة معدّلة.
- أي المورّثات لا تظهر صفاتها بشكل محدّد، وإنّما يمكن أن تتفاعل مع بعضها معطيةً خصائص جديدة.
- إذا كان الزّوج المورّثي A يتميّز بسيطرته بإظهار صفة ما.
- والزّوج المورّثي B يتميّز بإظهار صفة ثانية.
- فالفرد الحامل لزوجي المورّثات A و B يعطي صفة ثالثة نتيجة التّفاعل بينهما.

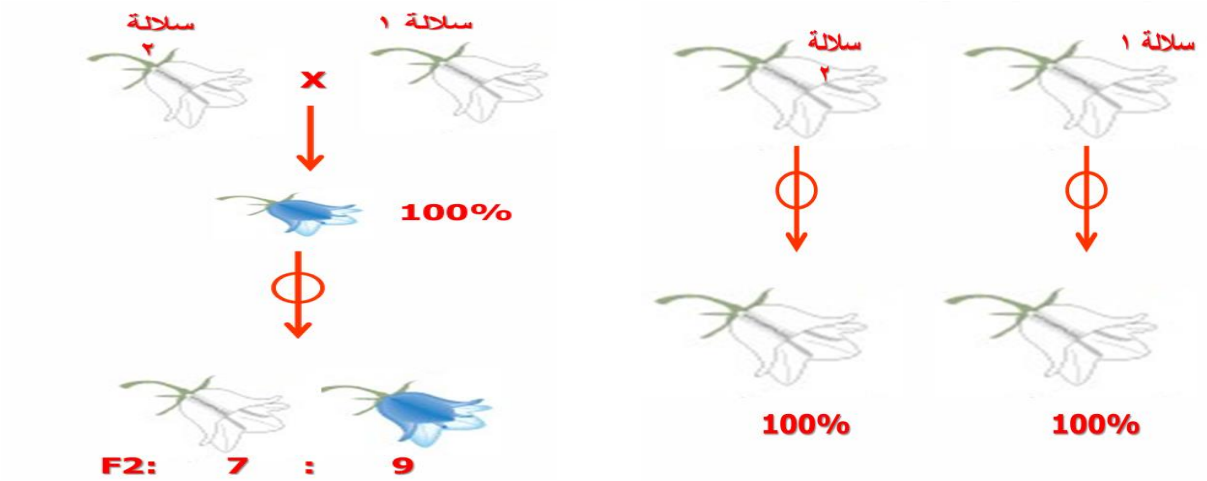
أوّلاً: تكامل أثر المورّثات Complementary genes

للتكامل المورّثي عدّة نسب انفصال للأنماط الظّاهريّة النّاتجة عن التّلقيح الذّاتي لأفراد الجيل الأوّل:

١ـ نسبة الانفصال (٩: ٧)

تكامل المورثات ذات أثر متشابه، نسبة الانفصال (٩: ٧)

المثال: الجلبان العطري *Lathyrus odaratus*

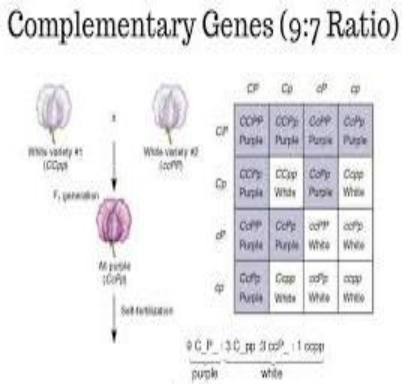


ما الذي حدث مع الجلبان العطري؟

- عندما قاموا بتهجين سلالتين نقيتين من نبات الجلبان، كلتاهما تنتج أزهاراً بيضاء، أبيض * أبيض ← أرجواني ؟؟؟، كانت النتيجة مفاجئة، جميع نباتات الجيل الأول (F1) كانت أزهارها أرجوانية ؟؟؟

وعند تزاوج نباتات الجيل الأول ذاتياً، ظهر في الجيل الثاني (F2) النسبة التالية 9 :أرجواني : ٧ أبيض.

هذه النسبة (9:7) لا تنتمي لأي من أنماط التوريث الماندلية البسيطة (كـ ٣:١ أو ٩:٣:٣:١)، مما يشير إلى تفاعل بين جينين.



- نستنتج: لدينا مورثتين غير متقابلتين (أي بموقعين وراثيين) تحكمان الصّفة، وتعملان بالشّكل التّالي:
- عند وجودهما معاً مجتمعتين بشكل سائد تظهر صفة، نتيجة تكامل تأثيرهما.
- عند غياب إحدى المورثتين السّائدتين أو كلتيهما تغيب الصّفة.

أو نستطيع أن نقول يحكم الصفة زوجان من المورثات، كل زوج مسؤول عن صفة معينة من التفاعلات الحيوية (الإنزيمات)، وعمل كل زوج يكمل عمل الآخر، وبالتالي وجود كلا الزوجين ضمن نفس التركيب الوراثي ضروري لظهور الصفة.

الجين C ينتج إنزيم C ودوره يحفّز الخطوة الأولى أو الوسطى في مسار تصنيع الأنثوسيانين، وهو تحويل مادة أولية (طليعة) إلى صبغة وسطى عديمة اللون مثل Leucoanthocyanidin

الجين P مثلاً ينتج إنزيم P ودوره يحفز الخطوة الأخيرة والحاسمة في المسار، وهو تحويل تلك الصبغة الوسطى عديمة اللون إلى صبغة الأنثوسيانين الملونة (الأرجوانية).

فيكون تفسير النمط الظّاهري وفقاً للتركيب الوراثي كما يلي:

الآباء:(P) السلالة البيضاء الأولى CC pp :لديها إنزيم C لكن تفتقد إنزيمP
السلالة البيضاء الثانية cc PP :تفتقد إنزيم C لكن لديها إنزيم P

الجيل الأول (F1) جميع الأفراد Cc Pp

أي لديهم أليل C سائد و أليل P سائد، لذلك المسار مكتمل والأنزيمين الذين يكمّلان عملي بعضهما لإظهار صفة اللون الارجواني موجودين وبالتّالي لون الأزهار كلّها أرجواني.

الجيل الثاني (F2) من التلقيح الذاتي لـ:(Cc Pp x Cc Pp) F1

نستخدم مربع بانيت موسعاً لجميع توليفات الجينين معاً. الناتج الكلاسيكي من التهجين الثنائي هو 9:3:3:1، ولكننا نعيد تصنيفها بناء على اللون:

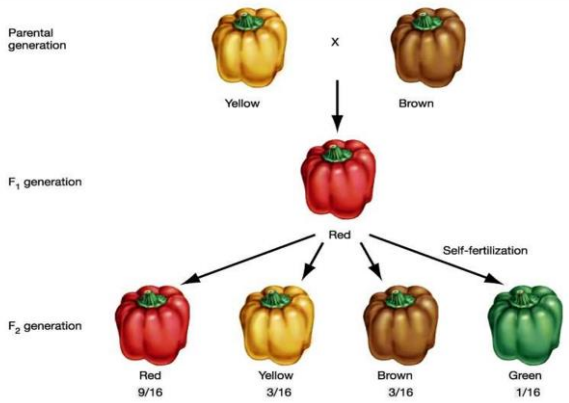
النمط الجيني	التصنيف في التهجين الثنائي	إعادة التصنيف حسب اللون
C_ P_	9	أرجواني 9
C_ pp	3	
cc P_	3	أبيض 7
cc pp	1	
النتيجة النهائية: 9 أرجواني : 7 أبيض		

إذاً الصّفة المرتدّة: هي صفة غابت لفترة ثمّ عادت فجأة ويحكمها زوجان من الموثّات المتكاملة، افترقا بسبب طفرة ثمّ عادا واجتمعا لتعود الصّفة للظهور ثانية باجتماعهما.

٢ـ نسبة الانفصال (٩: ٣ : ٣: ١)

تكامل المورّثات ذات أثر مِختلف، نسبة الانفصال (٩: ٣ : ٣: ١)

المثال: ثمار الفليفلة



- الصفة يحكمها زوجان من المورثات
- الثمار الحمراء تحمل موقعين وراثيين بشكل سائد، أي يخضع اللون الأحمر لتأثير مشترك لموقعين (A و B) ويظهر بنسبة ٩ / ١٦.
- غياب أحد الموقعين يعطي إما اللون الأصفر أو البني، وبنسب ٣ /١٦ لكل صفة .
- الثمار الخضراء تحمل موقعين وراثيين بشكل متنحي، بنسبة ١ / ١٦.

دراسة حالة تكامل المورّثات ذات أثر مِختلف ـ الفليفلة

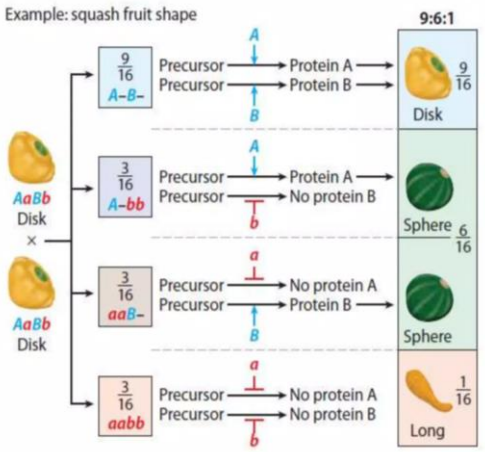
	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (أحمر)	AABb (أحمر)	AaBB (أحمر)	AaBb (أحمر)
Ab	AABb (أحمر)	AAbb (أصفر)	AaBb (أحمر)	Aabb (أصفر)
aB	AaBB (أحمر)	AaBb (أحمر)	aaBB (بني)	aaBb (بني)
ab	AaBb (أحمر)	Aabb (أصفر)	aaBb (بني)	aabb (أخضر)

النمط الظاهري	الطرز الجينية	عدد المربعات	النسبة (من 16)	النسبة المئوية
أحمر	AABB, AABb, AaBB, AaBb	9	9/16	56.25%
أصفر	AAbb, Aabb	3	3/16	18.75%
بني	aaBB, aaBb	3	3/16	18.75%
أخضر	aabb	1	1/16	6.25%
المجموع	-	16	16/16	100%

٣- نسبة الانفصال (٩: ٦: ١)

تكامل المورّثات ذات أثر متشابه (مزدوجة التأثير)، نسبة الانفصال (٩: ٦: ١)

المثال: ثمار الكوسا الأمريكي (القرع) **Squash**



- مورثتان موجودتان على موقعين مختلفين:
- وجود كلّ واحدة منهما على حدى (سواء A أو B) يعطي صفة معينة.
- وجودهما معاً مجتمعتين (A و B) في التّركيب الوراثي يؤدي لصفة جديدة.
- غياب كليهما يؤدّي إلى صفة ثالثة.

تكامل المورّثات ذات أثر متشابه (مزدوجة التأثير) - ثمار الكوسا الأمريكي (القرع)

النمط الظاهري	الطرز الجينية	عدد المربعات	النسبة (من 16)
قرع كروي	A_B_ (AABB, AABb, AaBB, AaBb)	9	9/16
قرع قرصي	A_bb + aaB_ (AAbb, Aabb, aaBB, aaBb)	6	6/16
قرع متطاول	aabb	1	1/16
المجموع	-	16	16/16

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (قرع كروي)	AABb (قرع كروي)	AaBB (قرع كروي)	AaBb (قرع كروي)
Ab	AABb (قرع كروي)	AAbb (قرع قرصي)	AaBb (قرع كروي)	Aabb (قرع قرصي)
aB	AaBB (قرع كروي)	AaBb (قرع كروي)	aaBB (قرع قرصي)	aaBb (قرع قرصي)
ab	AaBb (قرع كروي)	Aabb (قرع قرصي)	aaBb (قرع قرصي)	aabb (قرع متطاول)

إنّ وجود أليل سائد من كلا الجينين (A,B معاً) يُنتج صفة جديدة (شكل ثمار كرويّ).

وجود أليل سائد لمورّثة واحدة فقط (إمّا A أو B) يُنتج الصّفة الأساسيّة (شكل ثمار قرصيّ).

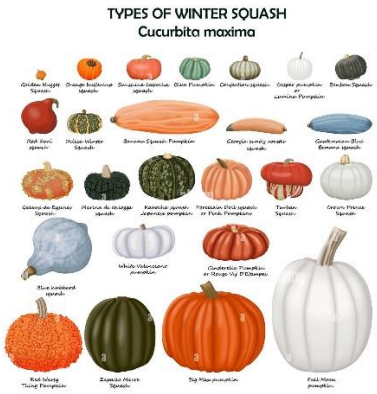
غياب كلا الأليلين السّائدين (لا A ولا B) يُنتج صفة ثالثة (شكل ثمار متطاول).

مع تمنيّاتنا بالتّوفيق

د. ريما الموعي د. ميسون زياده

ملاحظة ١: السكواتش (Squash)

هو مصطلح عام للاستخدام اليومي يشير إلى عدة أنواع من جنس القرع (Cucurbita) التي تنتمي إلى عائلة القرعيات (Cucurbitaceae)



ملاحظة ٢: بالانتقال إلى عالم الحيوان

من الجدير بالملاحظة أن توريث شكل العرف عند الدجاج يتبع تكامل المورّثات ذات الأثر المختلف، نسبة الانفصال (٩: ٣ : ٣: ١)

G	PR	Pr	pR	pr
PR	PPRR جوزي	PPRr جوزي	PpRR جوزي	PpRr جوزي
Pr	PPRr جوزي	PPrr بازلائي	PpRr جوزي	Pprr بازلائي
pR	PpRR جوزي	PpRr جوزي	ppRR وردي	PpRr وردي
pr	PpRr جوزي	Pprr بازلائي	PpRr وردي	pprr مفرد

النسب المظهرية: ٩ جوزي – ٣ وردي – ٣ بازلائي – ١ مفرد