## التداخل الجيني Gene Interaction

ان الصفة المدروسة تتاثر باكثر من زوج واحد من الجينات مما يؤثر على النسب المندلية المتوقعة في الجيل الثاني . لا يوجد استقلالية تامة في تحديد الصفات المظهرية اي لا يوجد هناك جين معين مسؤول عن ظهور صفة معينة فالشكل المظهري للنبات هو عبارة عن محصلة نواتج سلوك عدة جينات في ظروف بيئية معينة والظروف البيئية تشمل نوعين من العوامل

1. العوامل الخارجية (بيئية) وتشمل الحرارة ،الرطوبة ،الضوء والعوامل البيئية المحيطة بالفرد .
2. العوامل الداخلية( وراثية) مثل الوظائف الفسلجية ، الهرمونات، الانزيمات.

ان التفاعلات التي تحصل داخل الخلية تشكل ما يسمى الايض الوسطي وتحدث هذه التفاعلات على اساس التغير الذي يحصل من مادة الى اخرى وكل خطوة من هذه الخطوات تحتاج الى انزيم معين ومجموع الخطوات التي تحول المادة الاولية تشكل مسار البناء الحيوي ، وان مثل هذا المسار يحتاج الى النواتج الجينية الانزيمية والتي تعود الى جينات متعددة .

والمخطط التوضيحي التالي يمثل هذه السلسلة وهو يوضح التفاعل بين عدة ازواج من الجينات

$$P \xrightarrow{G1} e1 \rightarrow A \xrightarrow{G2} e2 \rightarrow B \xrightarrow{G3} e3 \rightarrow C$$

**مخطط (1) يوضح مسار البناء الحيوي للتداخل بين عدة ازواج من الجينات**

مسار البناء الحيوي:–هو مجموعة الخطوات التي تحول المادة الاولية (P) الى المادة (C) لانتاج الشكل المظهري الطبيعي . طريقة البناء الحيوي للمادة C من المادة الاولية P ، من المخطط المذكور اعلاه نلاحظ بان كل مادة من المواد الوسطية (A,B,C) تنتج من عمل الانزيمات ($e_1$ , $e_2$ , $e_3$) ، ويحدث التداخل الجيني عندما يقرر جينان او اكثر الانزيمات التي تدخل في مسار البناء الحيوي فاذا كانت المادة C تعتبر مادة اساسية لانتاج الشكل المظهري الطبيعي والاليلات الطافرة المتنحية ($g_1$ , $g_2$ ,$g_3$) تنتج انزيمات معينة فان الشكل الوراثي المتنحي لأي موقع من المواقع الجينية الثلاث سوف يؤدي الى انتاج النمط الظاهري الطافر فاذا كان الجين الطافر ($g_3$) فان الناتج الجيني ($e_3$) سوف يكون معيباً ولا يؤدي الى تحول المادة B الى C لذلك فان المادة B يحدث لها تجمعاً تراكمياً وهذا يحدث لان الجينات الطافرة ليس لها القدرة على انتاج الانزيمات السليمة اللازمة للتفاعل الكيمياوي .

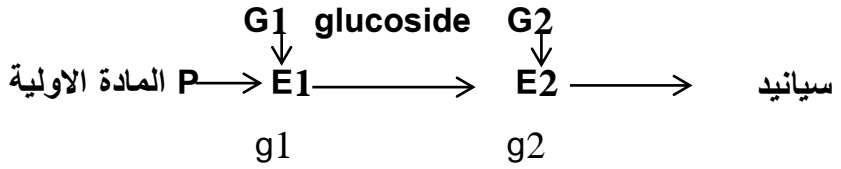
أما اذا كان الجين الطافر $g_2$ فان المادة المتراكمة هي A ونتيجة لذلك فان الطفرات تحدث اعاقة ايضية وهنا يكون الجين البري ($G_3$) يعتمدعلى الجين البري ($G_2$) لكي يعطي النمط الظاهري الطبيعي ، لذلك فليس

للجين ، لذلك فليس للجين ($G_3$) ولا الاليل ($e_3$) اي تاثير على النمط الظاهري بينما الجين الطافر ($g_2$) يخفي تعبير النمط الظاهري للاليل في الموقع ($g_3$) ويسمى الجين المثبط او المخفي لجين آخر في موقع آخر بالجين المتفوق(Epistatic gene ) اما الجين المثبط فيسمى المتفوق عليه (Hypostatic gene) .

ان السيادة هي عبارة عن حالة تفوق داخل الموقع الجيني الواحد او هي حالة تفوق بين اليلين في الموقع الجيني الواحد وهذا النوع من التفاعل يسمى Intra–allelic inter action وفيه يمنع او يخفي الاليل السائد تاثير الاليل المتنحي عند وجودهما معاً في الفرد الخليط .

**التداخل الجيني في البرسيم الابيض**

بعض سلالات هذا النبات تكون ذات محتوى عالي من السيانيد ، وسلالات اخرى تحوي كمية قليلة من السيانيد فعند اجراء التضريب بين سلالتين السابقتين فينتج افراد F1 والتي تعطي النسب التالية : 9 عالية السيانيد : 7 قليلة السيانيد ، وينتج السيانيد من المادة الاولية (gluco side) وذلك بواسطة تفاعل انزيمي ، حيث ان احد سلالات البرسيم الابيض تمتلك الانزيم لكن لاتحتوي على المادة الاولية ، اما السلالة الاخرى تنتج المادة الاولية لكن لا تستطيع ان تحوله الى سيانيد وهذا المخطط يوضح مسار البناء الحيوي للسيانيد .




**مخطط (1) مسار البناء الحيوي للسيانيد**

اما التفوق: هو اخفاء تاثير تعبير جين عندما يعبر جين آخر عن نفسه غير اليله ، ونتيجة للتداخل الجيني فان النسبة المندلية التي تظهر في F2 والناتجة من دراسة زوجين من الجينات وهي (9:3:3:1) سوف تتحور الى نسبة اخرى ويؤدي التداخل الجيني الى ظهور اشكال مظهرية جديدة في النسل الناتج لم تكن موجودة في الاباء .

ان (G) يؤدي الى انتاج الانزيم اما (g) يؤدي الى اعاقة ايضية وبعد اجراء الاختبارات اللازمة لفحص مستوى السيانيد في مستخلص الاوراق للـ F2 قبل وبعد اضافة ( glucoside) او الانزيم E2 فان النتائج تشير الى ان نسبة الانماط الظاهرية سوف تكون (7:9) اذا ما حفضت على اساس محتوى مستخلص الاوراق لمحتوى السيانيد بدون (glucoside) . بينما تكون نسبة الانماط الظاهرية لمحتوى السيانيد (4:12)

اذا ما تم تصنيفها على اساس مستخلص الاوراق مع (glucoside) او مستخلص الاوراق مع E2 بينما كانت النسبة القديمة هي 1:3:3:9 .

**أنواع التفوق Type of Epistasis**

1. التفوق السائد Dominant epistasis (1:3:12)

وهنا يعطي الاليل السائد لجين معين (A) نمطاً ظاهرياً يخفي نمط الجين الاخر (B) عندما يكون موجود باي حالة اليلية اخرى لـ(B) ، لهذا يكون (A) متفوق على (B) ولا يمكن للجين (B) ان يعبر عن نفسه الا بوجود الاليلين (aa) بصورة متنحية لهذا يكون (A–B–) و (A–bb) بنفس النمط الظاهري بينما يكون (B–aa) بنمط آخر و (aabb) بنمط آخر .

مثال ذلك لون الثمار في القرع الصيفي ، يتميز اللون الابيض للقرع الصيفي بكونه سائداً على الملون فاذا رمزنا للون الابيض بالرمز W وللون الملون Y فاذا تم تضريب بين الصنف الابيض WWyy مع الصنف الاصفر wwYY فان النمط الظاهري لافراد الجيل الاول يكون WwYy اما نباتات الجيل الثاني الناتجة من تضريب نباتات الجيل الاول تكون فيها النباتات المحتوية في نمطها الوراثي على (W–) 12/16 ، أما الانماط الوراثية المحتوية على افراد متماثلة متنحية ww فتعطي ثمار صفراء اللون بنسبة 3/16 بينما يعطي النمط الوراثي wwyy نسبة 1/16 ثمار خضراء اللون

2. التفوق المتنحي Recessive epistasis ( 9 : 3: 4)

هنالك حالات معينه يمنع فيها النمط الوراثي المتنحي المتماثل الزيجة (aa) التعبير المظهري للاليلات في الموقع (B) لذلك فان الموقع (A) يظهر تفوقاً متنحياً على الموقع (B) . ولا تستطيع الاليلات الاخرى ان تعبر عن نفسها الا عندما يكون الاليل الاول من النوع السائد

مثال: البصل

| بصل احمر | | بصل ابيض | | F1 | أحمر | F2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RRCC** | × | **rrcc** | ⟶ | **RrCc** | ⟶ | **9 : 3 : 4** |

**ابيض: أصفر: أحمر**

تفسير النتائج : الجين (C) يسبب الصبغة واليله المتنحي (c) لا يسبب الصبغة والجين (R) يحدد لون الصبغة الحمراء واليله المتنحي (r) يحدد اللون الاصفر لذلك فالتراكيب الوراثية للسلالة الحمراء RRCC وللسلاله البيضاء rrcc والتراكيب الوراثي RrCc اما افراد F2 فتكون

9 حمراء R–C–

3 صفراء rr C–

3 بيضاء R– cc

1 أبيض rrcc

النتيجة تحصل على ثلاث اشكال مظهرية (9 أحمر : 3 أصفر : 4 أبيض) ونلاحظ ان الجينين R و r لايستطيعان تكوين اللون الا في حالة وجود الجين C الخاص بتكوين الصبغة ، اما في حالة وجود الجين المتنحي (c) فيصبح تاثير الجين المكون للون منعدماً كما في التراكيب الوراثية التالية rrcc و R–cc .

3. التفوق السائد متماثل التاثير (الجينات المكرره السائده) ( 15 : 1)

هنا تعطي الاليلات السائدة للمواقع الجينية A و B نفس الطراز المظهري .

مثال: شكل الثمرة في نبات كيس الراعي

F2 F1

مثلث الثمرة × بيضوي ⟵ مثلث الثمرة ⟵ 15 مثلث : 1 بيضوي

aabb × AABB

مثلث الثمرة AaBb

AaBb × AaBb

15 : A–B– , 1 aabb

يوجد في النبات البري جينان يقرران شكل محفظة البذرة ، والاليلات المسببة للشكل المثلث تكون سائدة على الاليلات التي تقرر النمط الظاهري البيضوي لذلك فان نسبة الانماط الظاهرية في الجيل الثاني الناتجة من تضريب ثنائي الهجين المثلثي سوف تكون النسبة 15 مثلثي : 1 بيضوي.

4. التفوق المتنحي متماثل التاثير (الجينات المزدوجة المتنحية) ( 9 : 7 )

عندما يعطي التركيبين الوراثيين المتنحيين aa وbb للموقعين الجينيين اشكالاً ظاهرية متشابهة وهنا يكون (aaB–) و(A–bb) و(aabb) لهم نمط ظاهري واحد متشابه وعندما يوجد الاليلان السائدان معاً يعطيان نمطاً ظاهرياً مختلفاً .

مثال: لون الازهار في البزاليا

F2 F1

ابيض × ابيض ⟵ قرمزي ⟵ 9 قرمزي : 7 أبيض

F2 F1

A– bb : A–B– AaBb ⟵ AaBb ⟵ aaBB×AAbb

9 قرمزي : 3 أبيض

Aabb A–ab

3 أبيض 1 أبيض

9 قرمزي : 7 أبيض

5. التفوق المتماثل التاثير غير الكامل (9 : 6 : 1) ولها شكلان

1. اذا كان كل من الموقع الوراثي A والموقع الوراثي B بالاشكال الوراثية (A–bb) و(–aaB) يعطيان نفس النمط الظاهري

2. اذا كان وجود A و B في الشكل الوراثي (–A–B) يعطي تاثيراً تراكمياً للمواد الجينية الناتجة .

مثال: شكل ثمرة القرع الصيفي

يتقرر شكلها بوجود زوجين من الجينات

F2 F1

ثمار كروية × ثمار طولية ⟵ قصري الشكل ⟵ تكون اشكال الثمار في F2 (9 قرصية: 6 كروية : 1 طولية ) .

6. التفوق السائد المتنحي ( 13 : 3 )

عندما يعطي النمط الوراثي السائد في احد الموقعين –A والنمط الوراثي المتنحي للموقع الاخر bb نفس النمط الظاهري نحصل على النسبة 13 : 3 وبذلك تعطي التراكيب الوراثية (–A–B) و (A–bb) و (aabb) نمطاً ظاهرياً معيناً بينما يعطي التركيب الوراثي (–aaB) نمطاً ظاهرياً مختلفاً .

جدول (3) يوضح حالات التفوق في الجينات غير الاليلية

| التركيب الوراثي | A-B- | A-bb | aaB- | Aabb |
|---|---|---|---|---|
| التفوق السائد | 12 | | 3 | 1 |
| التفوق المتنحي | 9 | 3 | 4 | |
| التفوق السائد متماثل التاثير | 15 | | | 1 |
| التفوق المتنحي متماثل التاثير | 9 | 7 | | |
| التفوق المتماثل التاثير غير الكامل | 9 | 6 | | 1 |
| التفوق السائد المتنحي | 13 | | 3 | |

**الجينات المميتة وشبه المميتة**

**اولاً-الجينات المميتة Lethal genes**

**1-جين ذو تاثير مظهري متغلب وتاثير مميت متغلب**

تمكن اعالم العالم الفرنسي كينوت(Cuenot) من دراسة الجين ذو التاثير المتغلب فعندما قام بمزاوجة فأر اصفر الجسم مع انثى صفراء الجسم حصل على ابنائهما المكونة من (2 صفراء الجسم : 1رمادي الجسم : 1 أكواتي ) . وعندما قام باجراء تزاوج افراد صفراء مع رمادية الجسم حصل على الابناء الصفراء والرمادية بنسبة 1:1 وفسر العالم بان الفئران الصفراء النقية المتغلبة لا تكون على قيد الحياة.

$P_1$ Yy x Yy
$G_1$ Y , y Y, y
$F_1$ YY, Yy , Yy , yy
يموت 2 1

**2-جين ذو تاثير مظهري متنحي ومميت متنحي**

لوحظ في نبات الذرة وجود بادرات بيضاء اللون (البينو) هذه النباتات تموت لعدم قدرتها على القيام بعملية التركيب الضوئي مثل هذه النباتات ينعدم فيها الكلوروفيل لان الجينات التي تحمل هذه الصفة حدث فيها

طفرة متنحية والتركيب الوراثي النقي الذي يحمل هذه الجينات يموت في طور البادرة لذلك فالجينات المتنحية لا توجد الا في الحالة الهجينة

هنالك تحوير في النسب المظهرية للصفة الواحدة ناتجة عن تاثير الجينات التي تؤدي الى موت حاملها الذي يحمل التركيب الوراثي المتنحي . وهذه الجينات تؤدي الى نقص في رتب المظاهر الخارجية الناتجة من التضريبات ، ان ما يحصل في اغلب النباتات هو قدرتها على القيام بعملية التركيب الضوئي لصناعة غذائها ولاتمام هذه العملية فانها تحتاج الى الصبغة الخضراء (الكلوروفيل) الممتصه للضوء في الذرة الصفراء وجد العديد من ازواج الجينات التي يؤثر على الكلوروفيل ويرمز لاحد هذه الجينات (G) الذي ينتج الكلوروفيل بشكل اعتيادي وهو تام السيادة على اليله المتنحي (g) كما ان النباتات ذات التركيب الوراثي (Gg) تحتوي على الكلوروفيل وتستطيع القيام بعملية التركيب الضوئي بينما النباتات ذات التركيب (gg) لا تنتج الكلوروفيل وليس لها القدرة وليس لها القدرة على القيام بعملية التركيب الضوئي بسبب انتاجها للصبغات الكاروتينية ، لذا فان 1/4 النسل للاباء الهجينة يخلومن الكلوروفيل لذا فان النسبة المظهرية تصبح (3 : صفر) بدلاً من (3 : 1)

الاباء Gg x Gg

اخضر هجين اخضر هجين

F1 GG : Gg : Gg : gg

3 1

وبعد ان يظهر الجين المميت (g) تاثيره تصبح النسبة الوراثية (3: 0)بدلاً من(3:1)

ان الحصول على شكل واحد من الصفات المظهرية يعتبر دلالة واضحة على وجود جين متنحي مميت.

كذلك تم اكتشاف الجينات المميته في نباتات حلق السبع (*Antirrhinum majus*) ويعود الشكل الظاهري الاصفر للاوراق للشكل السائد فعند تهجين نباتين هجينين خضراء اللون فان النسل الناتج يكون مشتملاً على نباتات خضراء اللون بنسبة 3 : 0 لان النباتات التي تحمل التركيب الوراثي المتنحي سوف تموت في مرحلة البادرات لعدم قدرتها على القيام بعملية التركيب الضوئي لعدم وجود صبغة الكلوروفيل فيها بسبب وجود جين متنحي مميت لتصبح النسبة 3:0 بدلاً من 3:1

**ثانياً– الجينات شبة المميتة**

**الجينات شبه المميتة المتغلبة والمتنحية :**

1. الجينات شبة المميتة المتغلبة في الانسان :- تسمى الجينات بهذا الاسم لان الافراد الذين يحملونها لا تسبب موتهم جميعاً ، لكنها تسبب موت نصف الافراد لان هذه الجينات تكون ذات تاثير متغلب او متنحي ، ففي الانسان تظهر حالة مرضية تسمى (epiloia) سببها جين متغلب شبة مميت وعادة يصحب هذا المرض نموات غير طبيعية ونقص عقلي وامراض في القلب فعند اجراء تزاوج بين فرد مصاب بهذا المرض وفد سليم يتوقع ان يكون الافراد الناتجة بنسبة 1 : 1

شخص مصاب شخص سليم

$P_1$ Aa x aa

$G_1$ A , a a

$F_1$ Aa : aa

1 : 1

2. الجينات شبة المميتة المتنحية في الدروسوفلا :

مثل هذه الجينات لوحظت في حشرة الدروسوفلا حيث ان الجين الذي يسبب عدم وجود العين في الحشرة هو متنحي قياساً لاليله الذي يسبب وجود العين ان بعض الحشرات التي تحمل هذا الجين وتكون بشكل نقي تموت اثناء مرحلة نموها بسبب الجين المتنحي الذي يحمله.