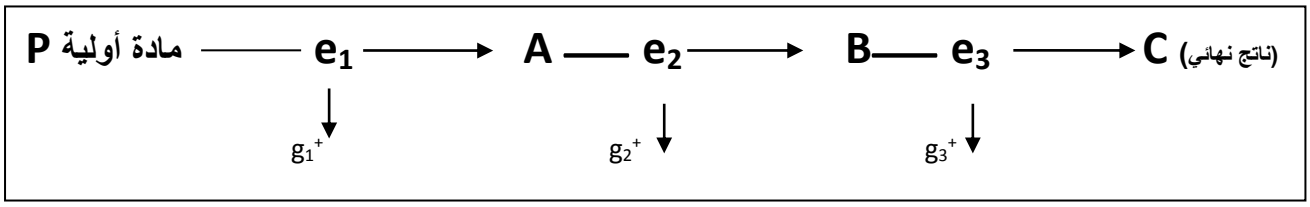
التفاعل الوراثي

تفاعلات شفعين من المورثات:

الطابع الظاهري هو محصلة نواتج المورثة المعبر عنها تحت ظروف بيئية معينة، ولا تشمل البيئة العوامل الخارجية فحسب، بل تشمل أيضا العوامل الداخلية مثل الهرمونات والانزيمات ، وتحدد المورثات تركيب البروتينات وجميع الانزيمات المعروفة هي بروتينات وتقوم الانزيمات بوظائف التحفيز Catalylic Functions اذ تسبب انفصال الجزيئات المختلفة واتحادها وتشكل مجمل التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية معا التفاعلات الوسيطة للاستقلاب (الايض)Intermediary metabolism وتحدث هذه التفاعلات كخطوات للتحول من مادة الى اخرى وتتحقق كل خطوة بواسطة انزيم نوعي متخصص وتشكل مجموعة الخطوات التي تحول مادة اولية الى ناتج نهائي سلسة تخليق حيوي Biosynthetic pathway.

ويتطلب الامر عادة وجود عدة مورثات لتحديد الانزيمات التي يتضمنها حتى ابسط سلاسل التفاعلات الحيوية وتنتج كل مادة ناشئة عن الايض(A.B.C) عن التأثير المحفز (المنشط) للأنزيمات المختلفة فسلسلة الانزيمات e1.e2.e3تتحدد بمورثات نمطها بري g1+, g2+, g3 (wild type genes).



ويحدث التفاعل الوراثي عندما تقوم مورثتان أو أكثر لتحديد الانزيمات التي تنشط خطوات سلسلة تفاعل معروفة فاذا كانت المادة C ضرورية لإنتاج طابع ظاهري عادي واذا كانت المورثات المتنحية الطافرة $g_1.g_2.g_3$ تنتج انزيمات ناقصة فان الطابع الظاهري الطافر(غير العادي) يمكن ان ينتج من الطابع الوراثي المتنحي الاصيل لأي من المواقع الثلاثة فاذا كان طافرا g3 لا يحدث تحول B الى C وتميلB الى التجمع بكمية كبيرة اما اذا كانت g2 هي المورثة الطافرة فلا يحدث تحول A الى المادة (B) وتميل المادة A الى التجمع، ولذلك يقال ان هذه المورثات الطافرة تنتج موانع ايضية metabolic blocks، ويمكن لاحد الكائنات اذا ما احتوى على طفرة في الموقع g_2 فقط انا يبدي طابعا ظاهريا عاديا اذا ما اعطى المادة B او المادة C ولكن كائن به طفرة في الموقع g_3 وهو ذو حاجة ماسة محددة للمادة C وبذلك تكونg_3^+ معتمدة على المورثة g_2^+حتى يعبر عن نفسه بطابع

ظاهري عادي واذا كان الطابع الوراثي اصيلا للموقع المتنحي g2 فإن سلسة التفاعل تنتهي عند المادة A ولا يكون بذلك للموقع g_3^+ ولا لقرينة المتنحي g_3 أي تأثير في الطابع الظاهري ويستطيع الطابع الوراثيg_2g_2 ان يخفي او يحجب التعبير المظهري لمورثات الموقع g_3 ويمكننا بذلك القول ان المورثة او الموقع الذي يكتب او يحجب فعل مورثة او موقع اخر انه متفوق Epistatic وتكون المورثة او الموقع المكبوت متفوقا عليه Hypostatic وقد تبين بعد ذلك ان كلا الموقعين قد يتبادلا التفوق كل على اخر والان اصبح تعبير التفوق مرادفا لمعظم انماط التفاعل الوراثي فالسيادة تضمن كبتا لمورثة من مورثتي الموقع الواحد على الاخرى اي تقوم مورثة بحجب تأثير المورثة القرينة ضمن الموقع الواحد بينما يتضمن التفوق كبتا لمورثات موقع محدد على مورثات موقع اخر او تأثير يحجب به موقع مورثي تعبير موقع مورثي اخر وبذلك فالنسبة المظهرية التقليدية في الجيل الثاني من الهجونة الثنائية (1:3:3:9) تتغير لتعطي تراكيب مظهرية جديدة تحت تأثير التفاعلات الوراثية.

اولاً_ تفاعلات التفوق: Epistasis Interactions

يتميز هذا النموذج من التفاعل المورثي بتفوق مورثة ما سائدة أو متنحية على مورثة أخرى غير قرينة معها أي A تثبط عمل B أو العكس (A >B, B>A) أو أن الشفع المورثي المتنحي aa يثبط عمل المورثة B (aa > B)، وتسمى عندها المورثة A المتفوقة، والمورثة B المتفوق عليها.

وبالتالي فإن ظاهرة التفوق عكس ظاهرة السيادة وتختلف عن التفاعل المتمم للمورثات:

- السيادة سيطرة مورثة على مورثة أخرى قرينة معها في الشفع المورثي (Aa ,Bb).
- التفوق سيطرة مورثات أحد الموقعين على مورثات الموقع الآخر غير القرين سواء بحالة سائدة أو متنحية (A–B– ,aaB–) أي تمنع مورثة عمل مورثة أخرى.
- التفاعل المتمم للمورثات: تشترك مورثتان مع بعضهما لإعطاء صفة ما.

إذا تواجدت علاقة تفوق بين موقعين وراثيين فان عدد الطوابع الظاهرية التي تظهر في النسل الناتج من أبوين كلاهما ثنائي الهجين يكون أقل من أربعة.

1_التفوق السائد 1:3:12(Dominant Epistasis):

عندما تنتج المورثة السائدة أحد الموقعين (المورثة A مثلا) طابعا خاصا معينا بغض النظر عن الحالة المورثية في الموقع الاخر فانه يقال للموقع A انه متفوق على الموقع B. وبالإضافة الى ذلك فانه طالما كانت المورثة A قادرة على التعبير عن نفسها في وجود اي من (B اوb) تكون هذه الحالة تفوقا سائدا وتستطيع مورثات الموقع المتفوق عليه (Bاوb) أن تعبر عن نفسها عندما يكون الطابع الوراثي للفرد أصيلا متنحيا في الموقع المتفوق (aa) فقط ولذلك فان الطوابع الوراثية (A–B– ،A–bb) تنتج الطابع الظاهري نفسه بينما ينتج الطابعان الوراثيان(aabb و aaB–) طابعين ظاهرين اضافيين وتصبح النسبة التقليدية (1:3:3:9) معدلة الى (1:3:12).

2– التفوق المتنحي (3:13) (المورثات المانعة):

ان تأثير التفوق بين شفعين من المورثات يمكن أن يكون أيضا جامعا لشكلين من أشكال التفوق بمعنى أنه يمكن لتأثير التفوق ان يظهر عندما يكون أحد المواقع سائدا، أو عندما يكون شكل المورثات الاخر (الموقع الآخر) متنحيا أصيلا. وتصبح نسبة توزع الطوابع الظاهرية التقليدية (13:3).

ثانياً–التكامل بين أثر المورثات:

نقول عن شفعين من المورثات انهما متكاملان عندما يكون الموقعان (الشفعان من المورثات) مسؤولين عن تكوين الصفة ما، اذ لا يستطيع أي من الموقعين انتاج الصفة وحده على انفراد بل يحتاج انتاج الصفة الى تكامل فعل شفعين من المورثات (موقعين) معا، حيث أن كلا من الشفعي المورثات يكون مسؤولا عن تكوين مواد تدخل في سلسلة العمليات الكيميائية –الحيوية المؤدية الى تكوين الصفة الظاهرية. ولهذا نقول أن الموقع الأول (شفع المورثات الأول) يكمل الموقع الثاني لإظهار الصفة فالموقعان متكاملان والمورثات متكاملة الأثر وتتحول النسبة (9:3:3:1) الى أحد النسب التالية (9:3:3:1) أو(9:7) أو(9:6:1) أو (9:3:4).

1–تكامل المورثات السائدة، وتكامل المورثات المتنحية (1:3:3:9):

عندما يكون سائدين (A–B–) تنتج صفة مظهرية وعندما يكون الموقعان متنحيان تنتج صفة مظهرية اخرى. أما طابعان الوراثيان (A–bb،aaB–) فيغيب بها تكامل وينتجان صفتين مظهريتين أخريين (صفة مظهرية لكل طابع وراثي).

2- تكامل اثر المورثات السائدة :(7:9)

يكمل الموقع الاول السائد (A-) أثر الموقع الثاني السائد (B-) ليعطي الطابع الوراثي (A-B-) طابعا ظاهريا ناتجا عن تكامل أثر المورثات السائدة في الموقعين اما في ما تبقى من طوابع وراثية (aabb، aaB-، A-bb) فيغيب التكامل السائد وتعطي الطوابع الوراثية الثلاثة طابعا ظاهريا واحدا وتعطي النسبة (7:9).

3- تكامل اثر المورثات السائدة :(1:6:9)

تكامل الموقعين السائدين (A-B-) يعطي طابعا ظاهريا محدداً. وغياب التكامل السائد (A-bb، aaB-) يعطي طابعا ظاهريا ثانيا والتنحي الأصيل على الموقعين يعطي طابعا ظاهريا ثالثا ،والنسبة (1:6:9)

4-التكامل السائد المترافق مع التفوق المتنحي (4:3:9)

يكمل الموقع السائد (A-) الموقع السائد (B-) وبالتالي يعطي الطابع الوراثي (A- B-) صفة مظهرية محددة ويتفوق الموقع (B) المتنحي الأصيل (bb)على الموقع (A) في كل الحالات (اي aa،A-) فيعطي بذلك طابعا ظاهريا ثانيا وبينما يظهر الطابع الوراثي (aaB-) طابعا ظاهريا ثالثا وتصبح النسبة (4:3:9).

ثالثا: تماثل أثر المورثات:

الموقع الاول (A-) ينتج طابعا ظاهريا والموقع الثاني (B-) ينتج الطابع الظاهري نفسه وكذلك الطابع الوراثي (A-B-) ينتج الطابع الظاهري نفسه كما في الحالتين السابقتين أما الطابع الوراثي (aabb) ينتج طابعا ظاهريا ثانيا وفق النسبة (1:15).

رابعا: الاثر المتعدد للمورثة الواحدة Pleiotropism:

ترتبط معظم التفاعلات الكيميائية – الحيوية في الكائنات الحية ببعضها وهي تعتمد غالبا على بعضها اذ يمكن أن تستخدم نواتج أحد التفاعلات في عمليات البناء الكبيرة الاخرى ولذلك من غير المدهش أن يأخذ التعبير المظهري لأحد المورثات أكثر من شكل واحد أو بمعنى أدق يمكن للمورثة بهذه الحالة أن تعبر عن ذاتها مظهرياً معطية أكثر من صفة واحدة فلقد لوحظ في الشعير أن هنالك موروثة واحدة مسؤولة بآن واحد عن صفتي كثافة السنبلة وطول المسافة بين عقدية الأخيرة (السلامية الاخيرة) ولاحظ ماندل ان احدى المورثات التي درسها كانت

تؤثر في الوقت نفسه في لون أزهار البازلاء (أحمر وأبيض) ولون غلاف البذرة (رماديا او بنيا) ووجود البقع الحمراء في آباط الأوراق أو غيابها وتتوزع النسب المظهرية لكل صفة بنسبة (1:3).

خامسا :المورثات ذات الاثر التراكمي (الصفات الكمية)Additive genes

يطلق على وراثة الأثر التراكمي للمورثات مصطلح وراثة العوامل الوراثية المتعددة Polygenes أو الوراثة الكمية Quantitative Genetics والصفات الكمية هي تلك الصفات الناتجة عن تحكم عدد كبير أو قليل من المورثات ذات الأثر التراكمي والتي يتميز كل منها بامتلاكه لأثر فردي طفيف على الصفة الكمية المعنية وتقاس الصفة الكمية بوحدات الطول أو الوزن أو الحجم أو المساحة أو غيرها من وحدات القياس ويعبر عنها رقميا مما يميزها عن الصفات النوعية أو الوصفية.

والمورثات المتعددة التي تسبب الاختلافات الوراثية في الصفات الكمية ليست نوعا منفصلا من المورثات وهي لا تخرج عن أنها مورثات تؤثر قرائنها Alleles في الطوابع الظاهرية تأثيراً طفيفاً مما يؤدي الى ظهور فروق مظهرية صغيرة ولدراسة وراثة المورثات المتعددة يلجأ الى الاستعانة بطرق احصائية دقيقة.

أمثلة

في نبات كيس الراعي تكون الثمار إما مثلثة الشكل أو بيضاوية هجنت سلالتان نقيتان ثمارهما مثلثة، فأعطت جيلاً أول مثلث الثمار وبالتلقيح العشوائي لنباتات الجيل الأول بعضها مع بعض تم الحصول على نباتات الجيل الثاني وهي موزعة بنسبة 15 مثلث:1 بيضاوي الثمار.

1- كيف تفسر هذه الهجونة؟

2- مانوع التفاعل المتحكم بهذه النتائج؟

الحل:

1- نتائج الهجونة في الجيل الثاني تشير إلى أنها ثنائية الانعزالات (16 تركيب وراثي) وحيث أن الأبوين مثلثا الثمار، وكذلك الجيل الأول، فلا شك أن كلاً من الأبوين ذو طابع وراثي نقي مخالف للآخر كي يأتي الجيل الأول هجيناً على الموقعين، مما يسمح له بالانعزال في الجيل الثاني إلى (16) تركيب وراثي وعليه:

الطابع الظاهري للآباء: مثلث × مثلث

الطابع الوراثي للآباء: AAbb × aaBB

الأعراس: 1/1 Ab × 1/1 aB

الجيل الأول: AaBb

الجيل الثاني:

الطوابع الظاهرية	النسب	الطوابع الوراثية
مثلث	16/15	A–B– 9/16
		A–bb 3/16
		aaB– 3/16
بيضاوي	16/1	aabb 1/16

16/15

إن كلاً من شفعي المورثات (A–, B–) السائدة يتحكم بشكل الثمار المثلثة واجتماعهما في طابع وراثي واحد (A–B–) يعطي ثماراً مثلثة والطابع الوراثي الوحيد الذي يعطي طابعاً ظاهرياً بيضاوياً للثمار (aabb).

ب– تماثل أثر المورثات (A–) مع (B–).

2– الوراثة الكمية:

ينتج اللون الأحمر في حبوب القمح عن تحكم الطابع الوراثي (R–B–) ويتحكم الطابع الوراثي المتنحي الأصيل على الموقعين (rrbb) باللون الأبيض، والطوابع الوراثية (R–bb, rrB–) تنتج حبوباً بنية اللون، لقح صنف أحمر أصيل الطابع الوراثي مع صنف أبيض.

أ– ماهي الطوابع الظاهرية المتوقعة في الجيل الأول والجيل الثاني؟

ب- إذا لقحت أفراد الجيل الثاني بنية اللون مع بعضها بعض صناعياً بطريقة عشوائية (على اعتبار القمح من ذاتيات التلقيح) ماهي النسب المظهرية والوراثية المتوقعة في النسل؟

ج_ مانوع هذا التفاعل الوراثي؟

الحل:

الطابع الظاهري للآباء: أبيض × أحمر

الطابع الوراثي للآباء: rrbb × RRBB

الجيل الأول: RrBb

الجيل الثاني:

أحمر = 16/9

بني = 16/6 (16/3 + 16/3)

أبيض = 16/1

ب- يجب أولا أن نحدد نسبة الطوابع الوراثية التي تمثل أفراد الجيل الثاني بنية اللون:

النسبة إلى تراكيب الجيل الثاني البنية	النسبة إلى مجموع تراكيب الجيل الثاني	
6/1	1/16 RRbb	(1/4RR)(1/4bb)
6/2	2/16 Rrbb	(1/2Rr)(1/4bb)
6/1	1/16 rrBB	(1/4rr)(1/4BB)
6/2	2/16 rrBb	(1/4rr)(1/2Bb)
6/6	16/6	المجموع

وبالتالي يمكن حساب التكرارات النسبية للتزاوجات المختلفة على الرقعة الشطرنجية:

	1/6 RRbb	2/6 Rrbb	1/6 rrBB	2/6 rrBb
1/6 RRbb	RRbb ×RRbb 36/ 1	RRbb× Rrbb 36/2	RRbb× rrBB 36/ 1	RRbb× rrBb 36/2
2/6 Rrbb	RRbb ×Rrbb 36/ 2	Rrbb× Rrbb 36/4	Rrbb× rrBB 36/ 2	Rrbb× rrBb 36/4
1/6 rrBB	rrBB ×RRbb 36/ 1	rrBB × Rrbb 36/2	rrBB × rrBB 36/ 1	rrBB × rrBb 36/2
2/6 rrBb	rrBb ×RRbb 36/2	rrBb × Rrbb 36/4	rrBb × rrBB 36/2	rrBb × rrBb 36/4

بعد تنفيذ هذه التلقيحات وضرب النسب الوراثية بتكرارات التزاوج:

التزاوجات	النسل	النسب الوراثية (f)	تكرار التزاوج (m)
RRbb ×RRbb	RRbb	100	36/1
RRbb× Rrbb	RRbb, Rrbb	1/2, 1/2	36/4
RRbb× rrBB	RrBb	100	36/2
RRbb× rrBb	RrBb, Rrbb	1/2, 1/2	36/4
Rrbb× Rrbb	RRbb, Rrbb, rrbb	1/2, 1/4, 1/2	36/4
Rrbb× rrBB	RrBb, rrBb	1/2, 1/2	36/4
Rrbb× rrBb	RrBb, rrBb, Rrbb, rrbb	1/4, 1/4, 1/4, 1/4	36/8
rrBB× rrBB	rrBB	100	36/1
rrBb× rrBB	rrBb, rrBB	1/2, 1/2	36/4
rrBb× rrBb	rrBB, rrBb, rrbb	1/2, 1/4, 1/2	36/4

ملخص الطوابع الوراثية:

RRbb 9/1
RrBb 9/2
Rrbb 9/2
rrBB 9/1
rrBb 9/2
rrbb 9/1

ج- نوع التفاعل : (9:6:1) تكامل أثر المورثات السائدة.

مسائل

مسألة 1–لقحت سلالتان من بازلاء الزهور، كلتاهما ذات أزهار بيضاء، ونتج جيل أول أزهاره أرجوانية، ثم نتج عن التلقيح العشوائي لأفراد الجيل الأول نسل مكون من (96) نباتاً أظهر (53) نباتاً منها أزهاراً أرجوانية و(43) نباتاً أزهاراً بيضاء.

أ– ماهي النسبة المظهرية التي تنطبق تقريباً على الجيل الثاني؟

ب–ما هو طراز التفاعل الذي تتضمنه هذه الحالة؟

ت–ماهي التراكيب الوراثية المحتملة لسلالات الآباء؟

مسألة 2–مورثة اللون الأبيض (W) لثمار الكوسا سائدة على مورثة اللون الأخضر (w) ومورثة اللون الأصفر (Y) سائدة على مورثة اللون الأخضر أيضاً (y).

عند إجراء التهجين بين سلالتين نقيتين من الكوسا أحداهما بيضاء الثمار والأخرى صفراء الثمار كانت نباتات الجيل الأول (F1) بيضاء الثمار، وبترك نباتات الجيل الأول للتلقيح العشوائي الخلطي بعضها مع بعض (F1×F1) ظهرت نباتات الجيل الثاني (F2) موزعة على ثلاثة طوابع ظاهرية وفق الأعداد التالية:

60 نبات أبيض الثمار، 15 نبات أصفر الثمار، 5 نباتات خضراء الثمار.

أ–وضح هذه الهجونة وراثياً؟

ب–ما نوع التفاعل؟

مسألة 3–يمكن في الدجاج أن يتحكم بلون الريش شفعان من المورثات مختلفان، أحدهما يمنع ظهور اللون بسبب سيادته (–A) والآخر يمنع ظهور اللون لكونه متماثل المورثات (الأليلات) المتنحية (bb).

وهكذا فالتهجين بين السلالتين (أبيض × ملون) أعطى أفراداً في الجيل الأول (F1) ذات لون أبيض وعند تهجين أفراد الجيل الأول مع بعضها (F1×F1) أعطى افراد الجيل الثاني الموزعة على طابعين ظاهريين (13 أبيض: 3 ملونة). حلل هذه الهجونة وراثياً وفسرها؟

مسألة 4–من المعروف أن أشكال العرف في الدواجن أربعة، ويحكمها موقعان وراثيان. فالطابع الوراثي (R–P–) ينتج العرف الجوزي، وهو المميز لقطيع مالاي، و(R–pp) ينتج العرف الوردي المميز لقطيع الوياندوت، و(rrP–) ينتج العرف البازلائي المميز لقطيع البراهما، و(rrpp) ينتج العرف المفرد المميز لقطيع الليجهورن.

1– إذا لقح وياندوت نقي مع براهما نقي، فما هي النسب المظهرية المتوقعة في الجيلين الأول والثاني؟

2– حدد نسبة الطرز المظهرية للعرف المختلفة المتوقعة في النسل الناتج من كل من التلقيحات التالية:

م	التهجينات المطلوبة	م	التهجينات المطلوبة
1	Rrpp × RrPP	2	rrPp × RrPp
3	RrPP × RRPp	4	RrPp × rrpp
5	RrPp × RRpp	6	RRpp × rrpp
7	RRPP × rrpp	8	Rrpp × Rrpp
9	rrPp × Rrpp	10	rrPp × rrpp

3– ماهو نوع التفاعل الذي لاحظته؟

مسألة 5– افترض أن التلقيح بين سلالتين نقيتين من البرسيم الأبيض يتميز كل منهما بمحتواه المنخفض من السيانيد، ينتج فقط نسلا متميزا بإنتاجه العالي من السيانيد. وعندما لقحت أفراد الجيل الأول رجعياً لأي من السلالتين الأبويتين كان الجيل الرجعي الناتج مؤلفاً من 50% منخفض السيانيد و50% عالي السيانيد.

1– ماهو طراز التفاعل المشار إليه في المسألة؟

2– ماهي النسبة المظهرية المتوقعة في الجيل الثاني؟

3– إذا شاهدت النسبة (12:4) في النسل الناتج من آباء ذات محتوى عالي من السيانيد فما هي الطوابع الوراثية للآباء؟

4- إذا سمح لأفراد الجيل الثاني ذات السيانيد المنخفض – باستثناء أفراد المتنحي الأصيل في الموقعين- بالتزاوج عشوائياً بعضها مع بعض، ماهي نسبة النسل المتميز بمحتواه العالي من السيانيد المتوقعة في النسل؟

مسألة 6- لقح صنف من القمح حبوبه ملونة مع سلالة غير ملونة ونتج جيل أول كله ملون، وفي الجيل الثاني كان 64/1 من النسل حبوبه غير ملونة.

1- كم عدد أشفاع المورثات التي تتحكم بلون الحبة؟

2- ماهي الطوابع الوراثية للآباء و الجيل الأول؟

3- مانوع التفاعل؟

{انتهت الجلسة}