كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الاولى

المادة : علم الحياة الحيوانية١

المحاضرة : الثالثة/نظري/ د .فيينا

علم الوراثة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

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

الهجونة الثنائية

أجرى ماندل التهجين بين نبات بازلاء يحمل صفتين سائدتين صافيتين وبين نبات بازلاء يحمل صفتين متنحيتين، وكانت هاتين الصفتين متقابلتين وراثياً، فكانت أفراد الجيل الأول F_1 جميعها تحمل الصفتين السائدتين ، وعندما قام ماندل بتهجين أفراد الجيل الأول مع بعضها البعض لاحظ أن النسب قد اختلفت تماما عما هو عليه الحال في الهجونة الأحادية إذ كان هناك فقط أربع احتمالات توزعت وفق النسبة (3:سائد 1 :متنحي).

لقد ظهر في الجيل الثاني للهجونة الثنائية ست عشر احتمالاً.
قام مندل في إحدى تجاربه بإجراء عمليات التهجين بين نباتين أبوين نقيين يختلفان عن بعضهما بصفتين متغايرتين، إذ كان أحد النباتين يعطي بذوراً صفراء(صفة اللون) ملساء(صفة الشكل)، بينما كان النبات الأب الثاني ينتج بذوراً خضراء مجعدة .تعد صفتي الملاسة (R) واللون الأصفر (Y) صفتين سائدتين على صفتي التجعيد(r) واللون الأخضر(y).

وبما أن الأبوين ينتميان إلى سلالتين نقيتين فإن هذا يعني أن نمطيهما الوراثيين سيكونان على النحو(RRYY x rryy). ووجد مندل أن بذور جميع نباتات الجيل الأول كانت صفراء ملساء (الصفتين السائدتين).

وعند إجراء التلقيح الذاتي بين نباتات الجيل الأول لاحظ أن النسب قد اختلفت تماما عما هو عليه الحال في الهجونة الأحادية إذ كان هناك فقط أربع احتمالات توزعت وفق النسبة

(3سائد 1 :متنحي .)لقد ظهر في الجيل الثاني للهجونة الثنائية ست عشر احتمالاً.
16/9 : كانت بذوراً ذات صفات سائدة(صفراء ملساء)أفراد تحمل الصفتين السائدتين.

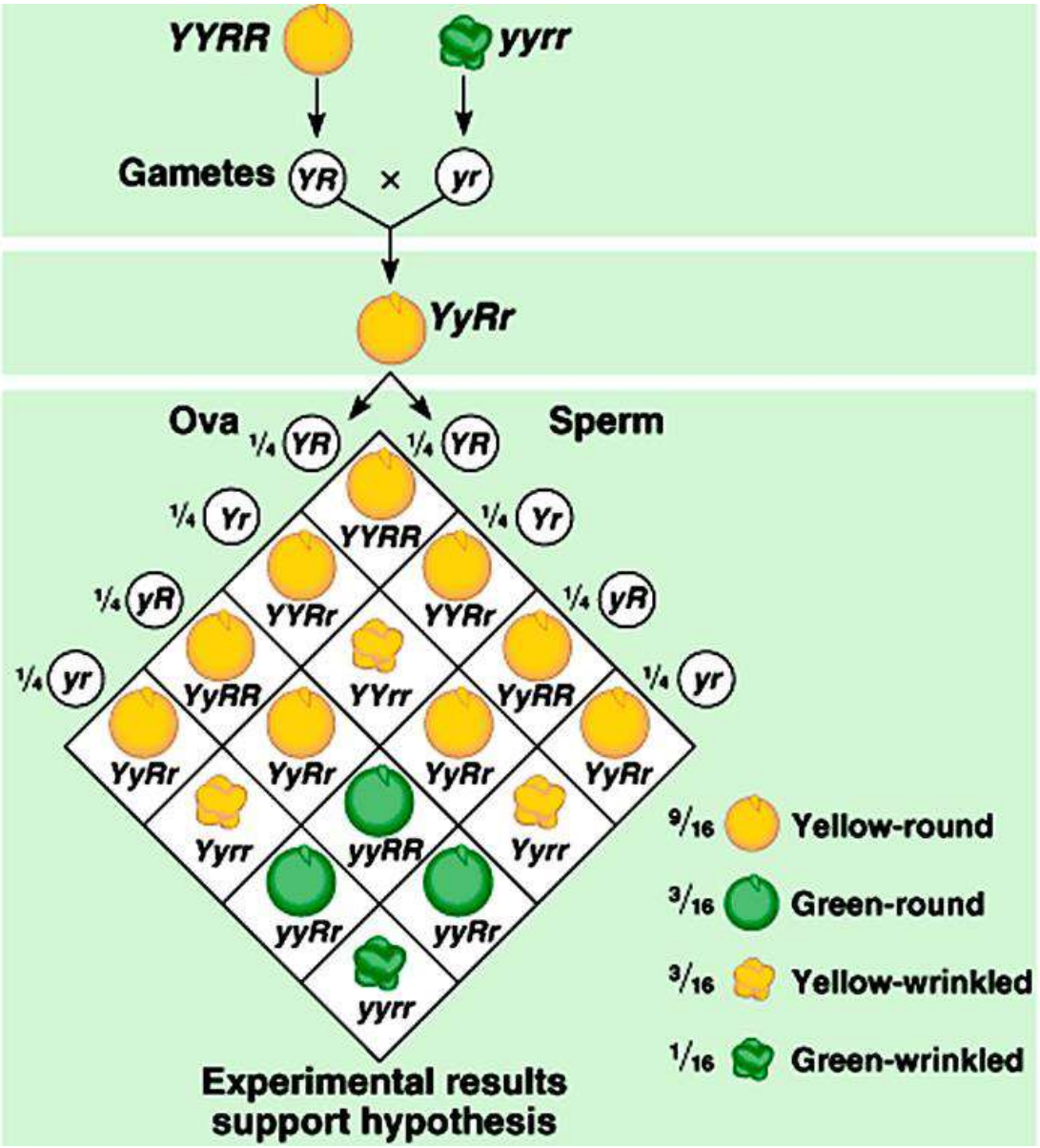
16/1 : كانت بذوراً ذات صفات متنحية (خضراء مجعدة)

16/3: كانت بذوراً ذات صفات مختلطة جديدة (صفراء مجعدة)

16/3 : كانت بذوراً ذات صفات مختلطة جديدة (خضراء ملساء)

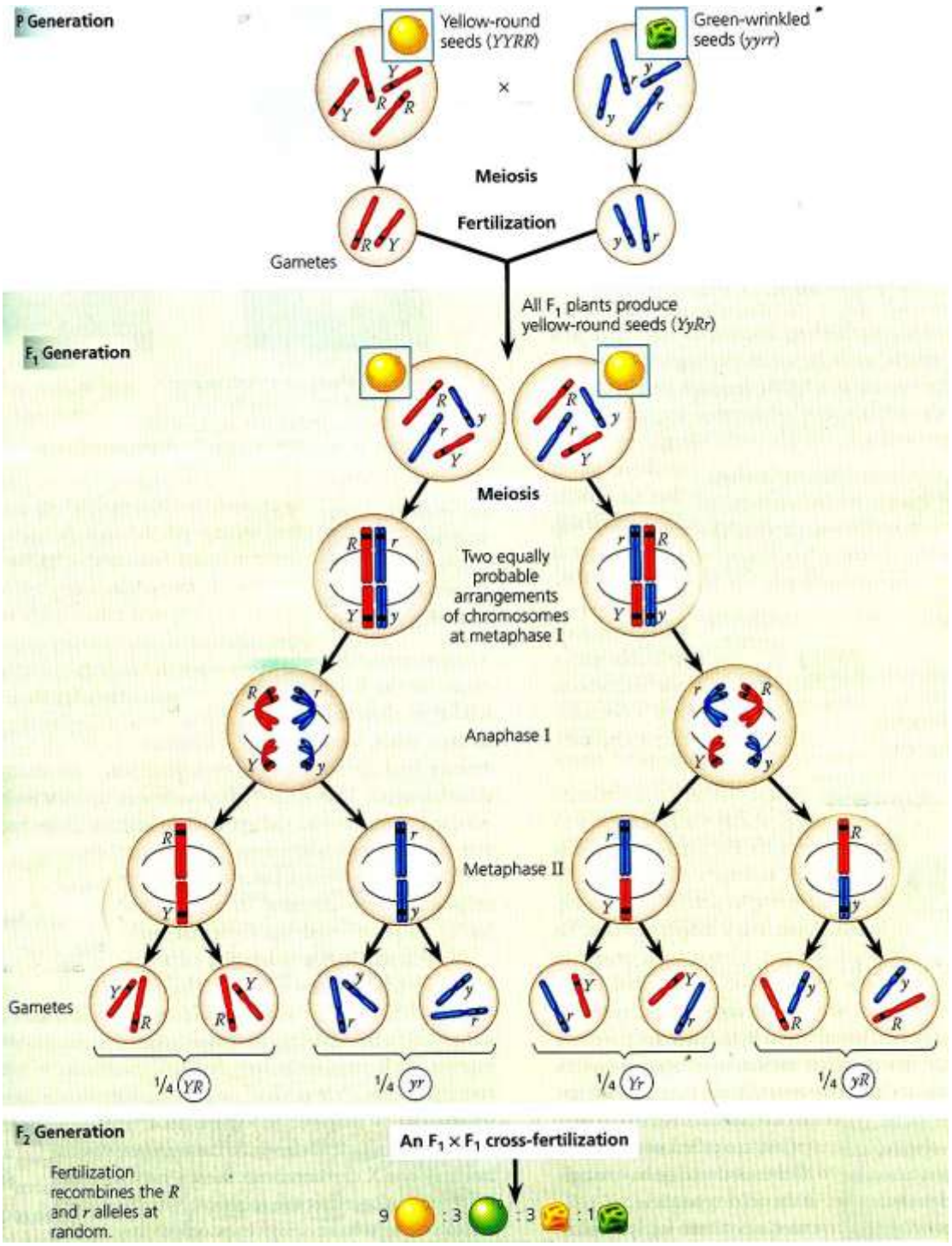
لاحظ مندل بنتيجة الهجونة الثنائية أنه قد حصل على نمطين ظاهريين جديدين(صفراء مجعدة، خضراء ملساء .)إلا أنه قد ظهرت أربعة أنماط وراثية جديدة (RRYY, RrYy, RrYY,

RRYy) لم تكن موجودة لدى الأبوين، وذلك نتيجة التراكيب الوراثية الجديدة المحتملة، وتوزعت هذه الأنماط الوراثية ضمن نمطين ظاهريين اثنين جديدين فقط.



استناداً إلى نتائج الهجونة الثنائية وضع مندل قانونه الوراثي الثاني(**قانون التوزع المستقل)** ينص هذا القانون على الآتي : يتوزع أليلا مورثة معينة مسؤولة عن صفة محددة عند تشكل الأعراس بطريقة مستقلة تماماً عن توزع أليلي مورثة أخرى مسؤولة عن صفة أخرى.

يمكن لنا الآن بعد أن تم اكتشاف الصبغيات والـ DNA المحمول فيها أن نفسر قانون التوزع المستقل على أنه توزع مستقل لأليلات المورثات المحمولة على صبغيات مختلفة أثناء تشكل الأعراس تبقى النسبة 9:3:3:1 التي تم التوصل إليها في الجيل الثاني بنتيجة الهجونة الثنائية صحيحة طالما كان الأبوين ينتميان لسلالتين نقيتين، أحدهما متماثل اللواقح وسائد تجاه الصفتين، والآخر متماثل اللواقح ومتنحي تجاه الصفتين معاً.(RRYY x rryy).



لقد تم التوصل إلى النتائج الآتية بخلاصة تجارب مندل:

– يساهم كل من الأبوين بأحد العوامل(أليل)لكل صفة وراثية عند الأبناء

–ينفصل هذان العاملان(الأليلان)عن بعضهما البعض أثناء تشكل الأعراس

–يساهم الأب والأم بشكل متساو في تكوين مورثات الأبناء

–الصفات المكتسبة من البيئة لا يمكن توريثها إلى الأبناء

–العوامل أو المورثات التي لا تعبر عن نفسها من خلال نمط ظاهري تمثل مورثات متنحية.

يشير مصطلح النمط الظاهري إلى المظهر الخارجي الذي تبدو عليه الصفات، بينما يشير مصطلح النمط الوراثي إلى الهوية الوراثية للكائن والتي تكون غير بادية للعيان.

الطفرات

أشار العالم الهولندي هوغو دو فريسHugo de Vries عام 1902 خلال تجاربه على نبات زهرة الربيع أنه توصل إلى نتائج لا يمكن تفسيرها وفق الوراثة المندلية .لقد وجد أنه ظهرت لديه في الأجيال اللاحقة من هذا النبات صفات لم تكن موجودة لدى الأبوين، كما أنها لم تكن موجودة أصلاً في سلالة هذا النبات .أشار دو فريس إلى أن هذه الصفات الجديدة ظهرت نتيجة تغير حاد ومفاجئ في بعض المورثات المسؤولة عن صفات محددة في النبات، وأن هذا التغير الحاد في المورثات قابل للتوريث من الآباء إلى الأبناء، وأنه يمكن أن ينتقل كانتقال المورثات الأخرى من جيل لجيل.

أطلق دوفريس على هذا التغير المفاجئ في المادة الوراثية اسم طفرة Mutation وسمى الكائنات التي يمكن أن تظهر فيها تغيرات وراثية حادة ومفاجئة بالكائنات الطافرة . وهكذا كان دوفريس أول من أطلق تسمية طفرة، وكان محقا في هذه التسمية.

إن مفهوم دوفريس للطفرة وإشارته إلى إمكانية حدوثها شكل المصدر لتفسير بعض

التغيرات الوراثية، وقدم خدمات كبيرة في مجال الوراثة ولو أن معظم الأمثلة التي أشار إليها عند زهرة الربيع لم تكن طفرات بالمعنى العلمي.

التهجين الراجع للهجونة الثنائية:

يدعى التهجين بين أفراد الجيل الأول F_1 للهجونة الثنائية مع الأب المتنحي بالتهجين الراجع، ويستخدم هذا التهجين لا ظهار مبدأي الافتراق (الانفصال) والتوزع المستقل لكل من شفعي المورثات المتقابلة، وهكذا تتفق الطوابع الظاهرية للاتحادات المتشكلة لشفعي المورثات المتقابلة في الأبناء مع انفصال المورثات وتوزعها في أعراس الهجين الثنائي (أب الجيل الأول F_1 الهجين) والجدول التهجيني التالي يبين ذلك:

النمط الظاهري للآباء فرد من F_1 طويل ومشرشر * أب متنحي قصير غير مشرشر

النمط الوراثي للاباء DdCc * ddcc

الأعراس ($_{1/4}$DC+$_{1/4}$Dc+$_{1/4}$dC+$_{1/4}$dc) * ($_{1/1}$dc)

النمط الوراثي للأبناء $_{1/4}$DdCc+$_{1/4}$Ddcc+$_{1/4}$ddCc+$_{1/4}$ddcc

النمط الظاهري25% طويل مشرشر+25%طويل غير مشرشر +25%قصير مشرشر+25%قصير غير مشرشر

إذاً في التهجين الراجع للهجونة الثنائية يختلف عن التهجين الراجع للهجونة الأحادية ، ويكون الاختلاف في نسب التهجين ، وتكون نسب التهجين الراجع للهجونة الثنائية كما يلي:

25 % طويل الساق ومشرشر الأوراق (صفة الأب السائد)F_1

25% طويل الساق غير مشرشر الأوراق(صفة جديدة)

25% قصير الساق مشرشر الأوراق(صفة جديدة)

25% قصير الساق غير مشرشر الأوراق (صفة الأب المتنحي)

التهجين الاختباري:

يحدث التهجين الاختباري بين أب سائد الصفات غير معروف النمط الوراثي مع أب متنحي حتماً معروف النمط الوراثي لأن المتنحي يكون متماثل اللواقح (صافي) . ويمكن تطبيق هذا التهجين في الهجونة الأحادية والهجونة الثنائية.

التهجين الاختباري في الهجونة الأحادية:

أ- أب سائد*أب متنحي ⟵ جميع الأبناء تحمل صفة سائدة

نقول أن الأب السائد يحمل صفة سائدة متماثلة اللواقح أي صافي.

ب_ أب سائد*أب متنحي ⟵ 50% أبناء تحمل الصفة السائدة +50% أبناء تحمل الصفة المتنحية، نستنتج بأن الأب السائد متخالف اللواقح أي غير صافي.

التهجين الاختباري في الهجونةالثنائية:

أ-أب سائد * أب متنحي ⟵ 100% أبناء تحمل الصفتين السائدتين، نستنتج أن الأب السائد متماثل اللواقح أي أب صافي.

ب- أب سائد * أب متنحي ⟵ 25% صفتا الأب السائد +25% صفتا الأب المتنحي+25% الصفة السائدة الأولى مع الصفة المتنحية الثانية +25% الصفة السائدة الثانية مع الصفة المتنحية الأولى .

نستنتج أن هذا الأب يحمل صفتان سائدتان غير صافيتان أو ليست بمتماثلة اللواقح أو متخالف اللواقح.

مبدأ التوزع المستقل والصبغيات:

المورثات المتوضعة في صبغيات مستقلة تتوزع مستقلة خلال الانقسام المنصف MIOSIS

يمتلك خنزير غينيا Guinea pig صيغة صبغية 2n تشتمل على 64 صبغي . تتوضع مورثة قصر الشعر S على أحد الصبغيات وهي سائدة على مورثة طول الشعر التي تتوضع على الصبغي المقابل ، وتسود مورثة اللون الأسود B المتوضعة على صبغي آخر من الصبغيات الكبيرة على مورثة اللون البني b المتوضعة على الصبغي المقابل .

عند التهجين بين سلالة تتميز باللون الأسود والشعر القصير (أب سائد) مع سلالة تتميز بلون بني وشعر طويل (أب متنحي) ، فإن أفراد الجيل الأول F_1 كلها متخالفة اللواقح وتحمل

المورثات السائدة ، وعند تهجين أفراد الجيل الأول مع بعضها نحصل على النسب التالية في الجيل الثاني F_2:

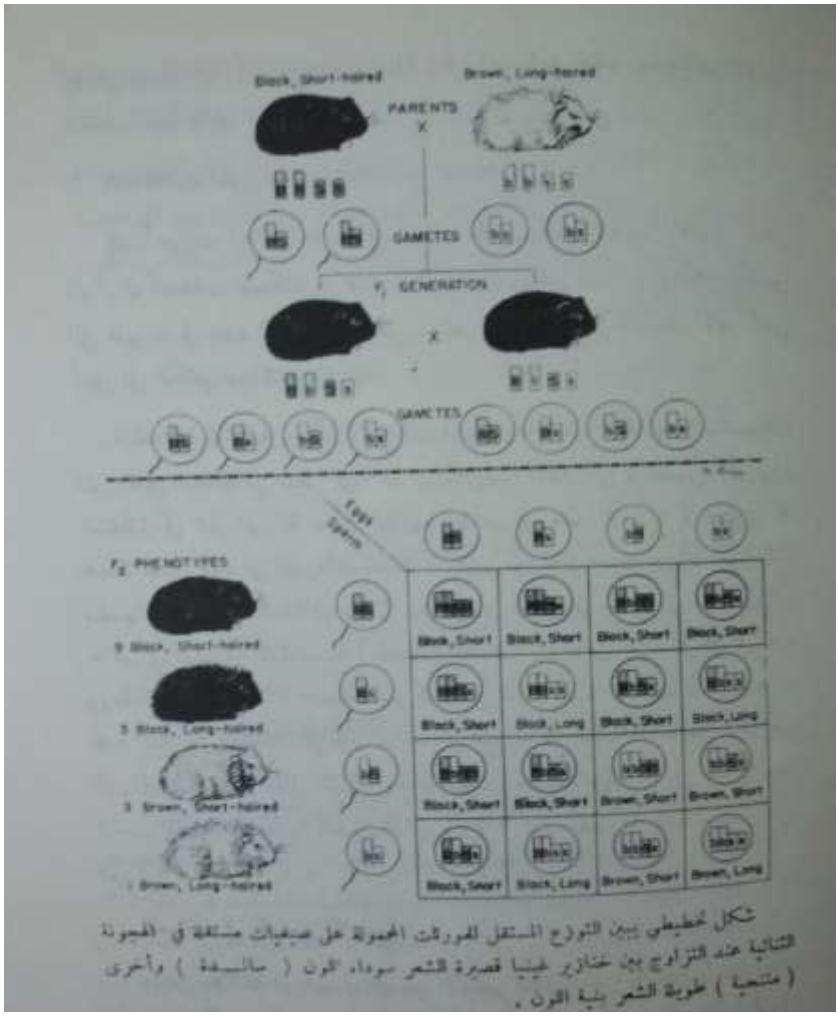
9/16 أفراد بلون أسود وشعر قصير

3/16أفراد بلون أسود وشعر طويل

3/16 أفراد بلون بني وشعر قصير

1/16 أفراد بلون بني وشعر طويل

نستنتج من هذه الهجونة أن أزواج (أشفاع) المورثات المتقابلة تتوزع توزعا مستقلا بشرط أن تكون محمولة على صبغيات مستقلة ، وهذا يعني أن كل زوج من المورثات المتقابلة يجب أن يكون محمولا على صبغيين متقابلين مختلفين عن الصبغيين المتقابلين الذي يتوضع عليهما الزوج الثاني من المورثات . وهكذا نرى أن قانون ماندل محدود وأقل شمولية من قانونه الأول.



شكل تخطيطي يبين التوزع المستقل للورثات الحمولة على صبغيات مستقلة في الحمولة التالية عند التزاوج بين خنازير غينيا قصيرة الشعر سوداء اللون (سائدة) وأخرى (متنحية) طويلة الشعر بنية اللون .

النمط الظاهري للآباء خنزير أسود قصير الشعر * خنزير بني طويل الشعر

النمط الوراثي S††S B| |B * s††s b||b

الأعراس ($_{1/1}$S†|B) * ($_{1/1}$s†|b)

النمط الوراثي للجيل الأول F_1 B||b S††s

النمط الظاهري F_1 100% خنازير سوداء قصيرة الشعر

F_1*F_1

النمط الوراثي B||b S††s* B||b S††s

نفس الأعراس * ($_{1/4}$ S†|B +$_{1/4}$s†|B +$_{1/4}$b|†S +$_{1/4}$b|†s)

الهجونة الثلاثية

قام ماندل باستخدام ثلاث صبغيات معاً ، وأطلق على هذه الهجونة الثلاثية، فأجرى التهجين بين نبات بازلاء يحمل ثلاث صفات سائدة هي بذور ملساء وفلقات صفراء وازهار بنفسجية مع نبات بازلاء بذور مجعدة وفلقاه خضراء وازهاره بيضاء، جميع صفات النبات الثاني متنحية. فكانت أفراد الجيل الأول جميعها تحمل الصفات السائدة، وعند تزاوج أفراد الجيل الأول F1 مع بعضها البعض، فحصل في الجيل الثاني على النسب التالية

$\frac{27}{64}$ فرد بذور ملساء وفلقات صفراء وأزهار بنفسجية.

$\frac{9}{64}$ أفراد بذور ملساء وفلقات صفراء وأزهار بيضاء

$\frac{9}{64}$ أفراد بذور ملساء وفلقات خضراء وأزهار بنفسجية

$\frac{9}{64}$ أفراد بذور مجعدة وفلقات صفراء وأزهار بنفسجية

$\frac{3}{64}$ أفراد بذور ملساء وفلقات خضراء وأزهار بيضاء

$\frac{3}{64}$ أفراد بذور مجعدة وفلقات صفراء وأزهار بيضاء

$\frac{3}{64}$ أفراد بذور مجعدة وفلقات خضراء وأزهار بنفسجية

$\frac{1}{64}$ أفراد بذور مجعدة وفلقات خضراء وأزهار بيضاء

لا تصبح هذه النتائج صحيحة إلا إذا كانت كل صفة محمولة على صبغي مستقل ، فلدينا في الهجونة الثلاثية ثلاث صفات، فيجب أن تحمل ثلاث صبغيات مستقلة عن بعضها حتى تحقق النسب الماندلية.

يزداد التعقيد في تحديد عدد الأعراس المختلفة عن بعضها البعض في حمل المورثات المفردة ولكن هناك احتمال قانون لحساب عدد أنواع الأعراس ويعطي ب2^n حيث 2 عدد ثابت ، أما n فهي دلالة على عدد المورثات المتخالفة اللواقح ، أما المورثات المتماثلة اللواقح فلا تؤخذ بالحسبان نهائياً ولكنها تدخل في تركيب الأعراس

مثال:

فالطابع الوراثي AaBbRr تبلغ أعراسه 2^n =2^3=2*2*2=8

أما الطابع الوراثي AaBbRrEe تبلغ أعراسه 2^n =2^4=16 أعراس

و الطابع الوراثي AABBRrEe تبلغ أعراسه 2^2 =2^2=4 عروس

و الطابع الوراثي AABBRREe تبلغ أعراسه 2^1 =2^1=2عروس

و الطابع الوراثي AABBRREE تبلغ أعراسه 2^0= 2^0=1عروس

مكتبة A to Z