

علم الوراثة الحديث

قال الله تعالى (اللهُ الَّذِي جَعَلَ لَكُمْ الْأَرْضَ قَرَارًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَصَوَّرَكُمْ فَأَحْسَنَ صُوَرَكُمْ وَرَزَقَكُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ ذَلِكُمْ اللهُ رَبُّكُمْ فَتَبَارَكَ اللهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ) صدق الله العظيم

علم الوراثة : العلم الذي يدرس الأليلات وما ينتج عنه من تنوع الكائنات الحية وكيفيه انتقالها وتوارثها من الآباء إلى الأبناء جيل بعد جيل سواء كانت متشابهة أم مختلفة .

- أول من درس علم الوراثة الحديث هو العالم مندل في منتصف القرن التاسع عشر حيث قام بمراقبة الصفات الموروثة للكائنات الحية وكيفيه انتقالها من الآباء إلى الأبناء .

- كانت مبادئ توريث الصفات مستخدمه منذ تاريخ بعيد لتحسين المحصول الزراعي وتحسين النسل الحيواني عن طريق تزويج حيوانات من سلالة ذات صفات جيدة – كمثال على ذلك الحصان العربي الأصيل حيث كان العرب يزاوجون الحصان والفرس الأقوياء ليحصلوا على نسل قوي.

س : كيف اهتم العرب بالخيول العربية الأصيلة وحافظوا على أنسابها و صفاتها ؟

1- بتكثيرها من سلالات الخيول المميزة بشكلها وقوتها .

2- عدم اختلاطها بالسلالات الأخرى .

الوراثة المنديلية

درست سابقا أن العالم مندل هو من درس علم الوراثة ، وقد نجح في تجاربه وذلك بسبب انه اتبع الطريقة العلمية في البحث والتجريب .

واختار مندل نبات البازيلاء في تجاربه وكان موفقا في اختياره لما يمتلكه هذا النبات من خصائص أهمها توفر نمطين مختلفين للصفة الواحدة مثل صفة طول الساق التي تقابلها صفة قصر الساق وعده صفات موجودة في الجدول التالي :

الصفة	لون الزهرة	لون البذرة	شكل البذرة	لون القرن	شكل القرن	موقع الأزهار	طول الساق
الصفة السائدة	أرجواني	أصفر	أملس	أخضر	ممتلئ	محوري	طويل
الصفة المتنحية	أبيض	أخضر	مجعد	أصفر	مجعد	طرفي	قصير

الشكل (١-٢): بعض الصفات المنديلية في نبات البازيلاء.

معلومات إضافية

عند اختيار كائن حي بهدف إجراء تجربته وراثية عليه لا بد من توافر الشروط فيه من أهمها :

1. التباير : وجود نمطين مختلفين للصفة الواحدة مثل صفة طول الساق وقصر الساق في نبات البازيلاء .
2. التراكيب الجديدة : يفضل الكائنات الحية التي يحدث فيها تراكيب جديدة
3. دوره الحياة قصيرة: كلما كانت دوره الحياة اقصر كلما كان ذلك أفضل للدراسة
4. عدد النسل : كلما زاد عدد النسل كلما كان أفضل للدراسة

تعاريف توضيحية

الطرز الشكلية : الصفة المظهرية التي يحملها الفرد ويعبر عنها بالكلمات مثل لون أزهره ،شكل القرنالخ

الطرز الجينية: التركيب الجيني للفرد ويعبر عنه بأحرف ويكون أليلان مثل A، a ، B، b ...الخ

الصفة السائدة : الصفة التي يكفي أليل واحد لظهورها في الفرد وتكون نقيه AA أو غير نقيه Aa وتظهر على الصفة المتنحية.

الصفة المتنحية : الصفي التي لا يكفي أليل واحد لظهورها في الفرد وتكون دائما نقيه ولا تظهر في أفراد الجيل الأول .

التلقيح الذاتي : هو أن تنتقل حبوب اللقاح من متك أزهره إلى ميسم أزهره نفسها .

التلقيح الخلطي : هو أن تنتقل حبوب اللقاح من متك أزهره إلى ميسم زهره أخرى.

تجارب مندل

افترض مندل أن أليل واحد على الأقل يتحكم في ظهور الصفة الوراثية الواحدة ، وأن لكل أليل شكلين ، يسمى كل منهما أليلا .

قام مندل بإجراء عملية تلقيح بين نباتين بازلاء طويل الساق نقي مع نبات بازلاء قصير الساق نقي فكانت جميع أفراد الجيل الأول طويل الساق غير نقية بنسبه 100 %

الطرز الشكلية للأبوين	طويل الساق (نقي)	قصير الساق (نقي)
الطرز الأليلية للأبوين	TT	tt
الطرز الأليلية لجاميئات الأبوين	T،T	t،t
الطرز الأليلية للأبناء	Tt ، Tt ، Tt ، Tt	
الطرز الشكلية للأبناء	طويل الساق ، طويل الساق ، طويل الساق ، طويل الساق ،	
النسبة المئوية	طويل الساق 100 %	

- ثم قام بإجراء تلقيح أفراد الجيل الأول فظهرت أفراد الجيل الثاني بنسبه
75% طويل الساق 25% قصير الساق

الطرز الشكلية للأبوين	طويل الساق (نقي)	قصير الساق (نقي)
الطرز الأليلية للأبوين	Tt	Tt
الطرز الأليلية لجاميئات الأبوين	t،T	t،T
الطرز الأليلية للأبناء	tt ، Tt ، Tt ، TT	
الطرز الشكلية للأبناء	طويل الساق ، طويل الساق ، طويل الساق ، قصير الساق ،	
النسبة المئوية	طويل الساق ، قصير الساق 75 % ، 25 % 3 ، 1	

واستنتج من تجاربه :

1. مبدأ السيادة التامة : إذا اجتمع أليلا الصفتين المتقابلتين في الفرد فان صفة الأليل السائد تظهر ولا تظهر صفة الأليل المتنحي .
2. قانون انعزال الصفات (قانون مندل الأول) : تنفصل أزواج الأليلات المتقابلة عن بعضها البعض عند تكوين الجامينات في مرحلة الانقسام المنصف .

قواعد الوراثة

1. إذا كانت النسبة بين الأبناء 100% سائدة فان الآباء احدهما سائد نقي والآخر متنحي .
2. إذا كانت النسبة بين الأبناء 3 : 1 فان الآباء كلاهما سائد غير نقي .
3. إذا كانت النسبة بين الأبناء 1:1 فان الآباء احدهما سائد خليط والآخر متنحي .

توضيح بالرموز

الطرز الأليلية للآباء	النسبة بين الأبناء
tt,TT	% 100
Tt,Tt	1 : 3
tt,Tt	1 : 1

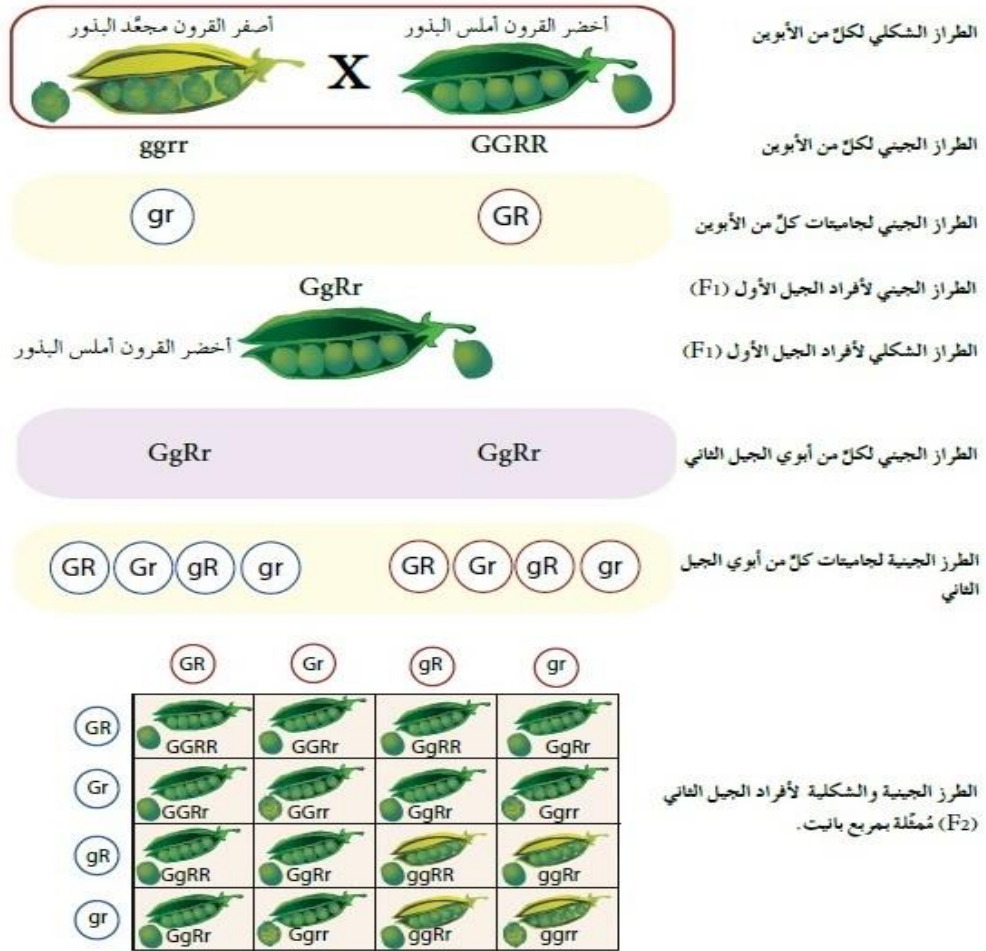
قانون مندل الثاني (التوزيع الحر)

لقح مندل في إحدى تجاربه نباتات بازلاء خضراء القرون ملساء البذور متماثلة الأليلات (للصفاتين معاً) مع نباتات بازلاء صفراء القرون مجعدة البذور . ورُمز إلى أليل القرون الخضراء (G) وإلى أليل القرون الصفراء (g) ، وأليل البذور الملساء (R) وأليل البذور المجعدة (r) . فظهرت نتائج الجيل الأول من التلقيح خضراء القرون ملساء البذور (للصفاتين معاً) .

وعند تلقيح أفراد الجيل الأول ذاتياً ، ظهرت النتائج في الجيل الثاني بالنسبة العددية (1:3:3:9) على النحو التالي :

9 خضراء القرون ملساء البذور 3 خضراء القرون مجعدة البذور
3 صفراء القرون ملساء البذور 1 أصفر القرون مجعد البذور

- الشكل التوضيحي لتجارب مندل الأولى والثانية



نتائج تجارب مندل لدراسة آلية توارث صفتين معاً في نبات البازيلاء.

ومن هذه التجربة توصل العالم مندل إلى قانون التوزيع الحر الذي ينص على أن :

أليلي كل صفة ينفصلان عن بعضهما ويتوزعان على الجاميات توزعا عشوائيا ومستقلا عن أليلي الصفة الأخرى أي أن كل صفة وراثية تورث بشكل مستقل عن الصفات الأخرى.

- يعد التوزيع الحر أحد أهم مصادر التنوع الوراثي في الكائنات الحية .

أمثلة

* اجري تزاوج بين ذبابه فاكهه (ذبابه خل) طويل الجناح سائدة نقيه TT وذبابه ضامرة الجناح متنحية tt ثم اجري تزاوج بين أفراد الجيل الأول الناتجة . المطلوب :

1. ما الطرز الأليلية والشكلية لإفراد الجيل الأول .
2. ما الطرز الأليلية والشكلية لإفراد الجيل الثاني .

* تم تلقيح نبات بازلاء احمر الأزهار غير نقي مع آخر ابيض الأزهار فإذا علمت أن أليل اللون الأحمر R ساند على أليل اللون الأبيض r . المطلوب :

1. اكتب الطرز الأليلية والشكلية للأبوين
2. اكتب الطرز الأليلية لجاميات الأبوين
3. اكتب الطرز الأليلية والشكلية للأبناء

* في الفئران وجد أن أليل اللون الأبيض (B) ساند على أليل اللون الأسود للشعر الأسود (b) فإذا أنجب لهما أفراد تحمل الصفات التالية :

- | شعر ابيض 1 | شعر اسود 1 | المطلوب |
|------------|--|---------|
| 1. | اكتب الطرز الأليلية والشكلية للأبوين . | |
| 2. | اكتب الطرز الأليلية لجاميات الأبوين | |
| 3. | اكتب الطرز الأليلية والشكلية للأبناء . | |

* إذا اجري تلقيح خلطي بين نباتات بازليلاء طويل الساق أملس الأزهار غير نقيه للصفتين مع نبات بازليلاء قصير الساق مجعد الأزهار ، فاجب عما يلي :
اكتب الطرز الأليلية لكل من الأبوين .

1. ما احتمال أن تتكون جاميتات (tr) عند كل من الأبوين .

2. ما الطرز الأليلية والطرز الشكلية للإفراد الناتجة .

إذا علمت أن صفة طول الساق (T) سائدة على قصر الساق (t) وصفه أملس البذور (R) سائدة على صفة مجعدة البذور (r) .

* في نبات البازليلاء صفة طول الساق (T) سائدة على صفة قصر الساق (t) وصفه اللون الأحمر (R) في الأزهار سائدة على صفة اللون الأبيض (r) فإذا تم التلقيح بين نباتين الأول طويل الساق احمر الأزهار والثاني طرازه الشكلي غير معروف فنتجت الأفراد التالية :

طويلة حمراء 15 طويلة بيضاء 14 قصيرة حمراء 5 قصيرة بيضاء 6

1. استنتج الطرز الأليلية للأبوين

2. ما الطرز الأليلية لإفراد الجيل الناتج من هذا التلقيح

3. ما الطراز الشكلي للأب الثاني المجهول

4. ما احتمال ظهور كل من التالية :

- نبات طويل الساق احمر الأزهار

- نبات قصير الساق احمر الأزهار

* في إحدى تجارب مندل على نبات البازليلاء تم التلقيح بين نبات احمر الأزهار أملس البذور مع نبات آخر ابيض الأزهار أملس البذور فنتجت الأفراد التي تحمل الصفات والأعداد التالية :

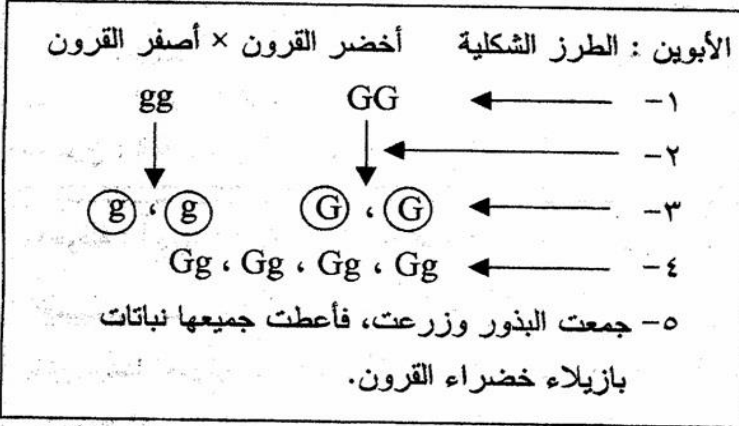
احمر أملس 28 احمر مجعد 9 ابيض أملس 27 ابيض مجعد 9

علما بان أليل اللون الأحمر R سائد على أليل اللون الأبيض r وأليل البذور الملساء B سائد على أليل البذور المجعدة b

1. استنتج الطرز الأليلية للأبوين

2. ما الطرز الأليلية لإفراد الجيل الناتج من هذا التلقيح

ب- يُمَثَّل الشكل المجاور خطوات توارث صفة لون القرون في نبات البازيلاء. المطلوب : (٧ علامات)



1- ماذا تمثل الخطوات المشار إليها

بالأرقام (١، ٣، ٤) ؟

2- ما نوع الانقسام الحاصل في الخطوة

التي يشير إليها الرقم (٢) ؟

3- لماذا لم تظهر نباتات بازيلاء صفراء

القرون في الخطوة رقم (٥) ؟

4- ما احتمال ظهور نباتات بازيلاء صفراء

القرون في التزاوج ($Gg \times Gg$) ؟

5- كيف أمكن الحصول على سلالة نقية للنباتين الأبوين؟

2

أ- أجري تلقيح بين نباتي بازيلاء، ثم أخذت البذور الناتجة وزرعت فأنتجت الأفراد ذات الصفات الآتية :

(١١٦) نباتاً طويل الساق أخضر القرون، (٤٢) نباتاً قصير الساق أصفر القرون، (١٢٢) نباتاً قصير الساق أخضر القرون، (٣٨) نباتاً طويل الساق أصفر القرون، فإذا كان جين طول الساق (T) سائد على جين قصر الساق (t)، وجين لون القرون الخضراء (G) سائد على جين لون القرون الصفراء ،

والمطلوب :

1- ما الطرز الجينية والشكلية للنباتين الأبوين (للصفتين معاً) ؟

2- ما احتمال الحصول على نبات طويل الساق أخضر القرون من بين جميع الاحتمالات الممكنة ؟

أ - أجري تلقيح بين نباتي بازيلاء، وجمعت البذور الناتجة وزرعت، فكانت النتائج كما يأتي : (٨ علامات)

($\frac{3}{8}$) نباتات ملساء القرون أرجوانية الأزهار، و($\frac{3}{8}$) نباتات ملساء القرون بيضاء الأزهار،

و ($\frac{1}{8}$) نباتات مجعدة القرون أرجوانية الأزهار، و ($\frac{1}{8}$) نباتات مجعدة القرون بيضاء الأزهار.

فإذا رُمز لجين القرون الملساء (R) ولجين القرون المجعدة (r) ، ورُمز لجين الأزهار الأرجوانية

اللون (A) ، ولجين الأزهار بيضاء اللون (a) ، المطلوب :

1- ما الطرز الجينية والطرز الشكلية لكل من النباتين الأبوين (للصفتين معاً) ؟

2- ما الطرز الجينية للنباتات الناتجة من هذا التلقيح ؟

يمثل مربع بانيت المجاور عملية تلقيح خلطي

بين نباتي بازلاء معا فإذا كان

يرمز لجين صفه طول الساق A و قصر الساق a

ويرمز لجين صفه البذور الملساء B

ويرمز لجين صفه البذور المجعدة b والمطلوب :

الجاميات	AB	Ab	aB	ab
Ab				
ab		2		1

1. اكتب الطراز الجيني للصفتين معا لكل من النباتات

الأب والنبات إلام؟

2. ما الطراز الجيني للنبات رقم 1؟

3. ما الطراز الشكلي للنبات رقم 2؟

4. ما احتمال الحصول على نبات طرازه الجيني AAbb من بين جميع النباتات الناتجة؟

اجري تلقيح بين نباتي بازلاء احدهما قصير الساق مجعد البذور وكانت أفراد الجيل الأول كما يأتي

(92) طويل الساق أملس البذور (91) قصير الساق مجعد البذور

(30) طويل الساق مجعد البذور (29) قصير الساق أملس البذور

إذا علمت أن جين البذور الملساء (R) ساند على جين البذور المجعدة (r) وجين طول الساق (T)

ساند على جين قصر الساق t. المطلوب :

1. ما الطرز الجينية للنباتين الأبوين (للصفتين معا)

2. ما الطراز الشكلي لنبات البازلاء (الأب الآخر) للصفتين معا

3. ما احتمال ظهور نبات بازلاء طويل الساق من بين جميع أفراد الجيل الأول

يتحكم في ظهور الشعر القصير في الأرانب أليل سائد (D) ويتحكم في ظهور الشعر الطويل أليل متنحي (d) ويتحكم في

ظهور الشعر الأسود أليل سائد (B) ويتحكم في ظهور الشعر البني أليل متنح (b) تزوجت أنثى شعرها قصير أسود غير

نقيه للصفتين مع ذكر شعره قصير بني نقي للصفتين. حسب التوزيع الحر:

1. اكتب الطرز الأليلية للصفتين معا للأفراد الناتجة من التزاوج؟

2. ما احتمال ظهور أرنب يحمل الطراز الأليلي (DdBb) من بين جميع الأفراد الناتجة؟

الجاميات	RH	Rh	rH	rh
Rh				
rh				

يمثل مربع بانيت المجاور عملية تلقيح خلطي

بين نباتين بازيلاء حيث يشير الرمز (R) إلى أليل صفة الأزهار الأرجوانية السائدة

والرمز (r) إلى أليل صفة الأزهار المتنحية

والرمز (H) إلى أليل صفة الأزهار المحورية السائدة

والرمز (h) إلى أليل صفة الأزهار الطرفية المتنحية . المطلوب :

1. ما الطرز الأليلية للنباتين الأبوين للصفتين معا
2. ما الطرز الأليلية والشكلية للنباتات التي تمثلها الأرقام (3. 2. 1)
3. ما احتمال ظهور نباتات بازيلاء بيضاء طرفية الأزهار من بين النباتات الناتجة جميعها ؟

جرى تلقيح بين نباتين بازيلاء احدهما طويل الساق أملس البذور والأخر مجهول الطراز الشكلي فظهرت نباتات بالصفات والنسب التية :

50 % طويلة الساق 50 % قصيرة الساق
75 % ملساء البذور 75 % مجعدة البذور

فإذا رمز لأليل صفة طول الساق بالرمز (T) ولأليل صفة قصر الساق (t) ورمز لأليل صفة البذور الملساء (A) ولأليل صفة البذور المجعدة (a) والمطلوب :

1. ما الطراز الأليلي لكل من النباتين الأبوين (للصفتين معا)
2. ما الطراز الشكلي للنبات المجهول ؟
3. ما احتمال ظهور نباتات طويلة الساق مجعدة البذور من بين النباتات الناتجة جميعها ؟

الجاميتات	RH	1	rH	rh
2	3	RRhh	4	5
rh	RrHh	6	rrHh	7

يمثل مربع بانيت المجاور عملية تلقيح بين نباتين
بازيلاء

فإذا رمز لأليل لون الأزهار الأرجواني بالرمز (R)
وأليل لون الأزهار الأبيض (r) ورمز لأليل موقع

الأزهار المحوري بالرمز (H) ولأليل موقع الأزهار الطرفي (h) والمطلوب :

1. اكتب الطرز الأليلية للجاميتات أو الأفراد التي تمثلها الأرقام (1 . 2 . 3 . 4 . 5)
2. ما النسبة المئوية للنباتات أرجوانية الأزهار المحتمل ظهورها من تلقيح النبات الممثل بالرقم (6) مع النبات الممثل بالرقم (7)

إذا اجري تلقيح بين نباتين بازيلاء مع بعضهما وجمعت البذور وزرعت فظهرت نباتات بالصفات والأعداد التالية

80 طويلة الساق أرجوانية الأزهار 28 طويلة الساق بيضاء الأزهار
27 قصيرة الساق أرجوانية الأزهار 10 قصيرة الساق بيضاء الأزهار

فإذا رمز لأليل طول الساق بالرمز (T) وأليل قصر الساق بالرمز (t) وأليل الأزهار الأرجوانية بالرمز (R) وأليل الأزهار
البيضاء (r) المطلوب :

1. ما الطرز الشكلية لكل من النباتين الأبوين للصفاتين معا ؟
2. ما الطرز الأليلية للجاميتات التي ينتجها النباتين الأبوين ؟
3. ما احتمال ظهور نبات بازيلاء قصيرة الساق بيضاء الأزهار من بين النباتات الناتجة جميعها ؟

جرى تلقيح بين نباتين بازيلاء احدهما ابيض الأزهار مجعد البذور والآخر مجهول الطراز الشكلي فنتجت نباتات بالإعداد والطرز الشكلية التيه :

97 نبات ارجواني الأزهار أملس البذور
95 نبات ابيض الأزهار مجعد البذور
92 نبات ارجواني الأزهار مجعد البذور
94 نبات ابيض الأزهار أملس البذور

فإذا رمز لأليل صفة اللون الأرجواني بالرمز R ولأليل اللون الأبيض r وركز لأليل صفة البذور الملساء بالرمز G ولأليل صفة البذور المجعدة g المطلوب

1. ما الطراز الأليلي لكل من النباتين الأبوين للصفاتين معا ؟
2. ما الطرز الأليلية المتوقعة لجاميتات النبات المجهول .
3. ما النسبة المئوية المتوقعة لظهور نباتات أرجوانية الأزهار من بين النباتات جميعها ؟

الجاميتات	1	tA
tA	TtAA	2
4	3	ttAa

يمثل مربع بانيت المجاور عملية تهجين بين نباتي بازيلاء حيث يسود أليل صفة طول الساق T على القصر t ويسود أليل صفة شكل البذور الملساء A على البذور المجعدة a المطلوب :

1. ما الطراز الشكلي لكل من النباتين الأبوين للصفاتين معا ؟
2. ما الطراز الأليلي لكل من الجاميتين المشار إليهما بالرقم 1 . 4 ؟
3. ما النسبة المئوية للنباتات قصيرة الساق ملساء البذور المحتمل ظهورها من تلقيح النبات المشار إليه بالرقم 2 مع النبات المشار إليه بالرقم 3 ؟

في نبات البازيلاء أليل صفه طول الساق T ساند على أليل قصر الساق t وأليل صفه اللون الأرجواني للإزهار R ساند على أليل صفه اللون الأبيض r وعند تلقيح نباتي بازيلاء الأول طويل الساق أرجواني الأزهار والآخر مجهول الطراز الشكلي نتجت نباتات تحمل صفات بالنسب التالية :

3 طويل أرجواني 3 طويل ابيض 1 قصير أرجواني 1 قصير ابيض والمطلوب :

1. ما الطراز الشكلي للنبات المجهول للصفتين معا ؟
2. ما الطرز الأليلية المحتملة للجاميتات الناتجة عن النبات الأول معا ؟
3. ما احتمال ظهور نباتات قصيرة الساق بيضاء الأزهار من بين النباتات الناتجة ؟

جرى تلقيح بين نباتي بندورة أحدهما أرجواني الساق (غير متمائل الأليلات) حواف أوراقه ملساء ، والآخر أخضر الساق حواف أوراقه مسننه (غير متمائل الأليلات) . فإذا رمز لأليل صفه اللون الأرجواني (G) ولأليل اللون الأخضر (g) ، ورمز لأليل صفه حواف الأوراق المسننة (B) ولأليل الحواف الملساء (b) . المطلوب

1. ما الطراز الجيني لكل من النباتين الأبوين للصفتين معا ؟
2. اكتب الطرز الجينية المتوقعة للأفراد الناتجة ؟
3. ما احتمال ظهور نباتات خضراء الساق حواف أوراقها ملساء من بين النباتات الناتجة جميعها ؟