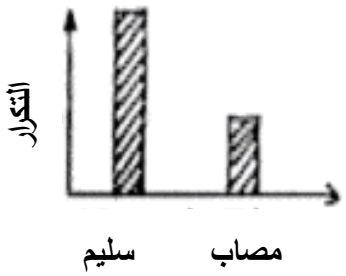
كلية الزراعة
قسم : المحاصيل الفرقة : الثالثة الشعبة : إنتاج نباتى
المادة : : أسس تربية محاصيل
نموذج إجابة امتحان الفصل الدراسى الثانى للعام الجامعى ٢٠١٤/ ٢٠١٥

إجابة السؤال الأول:

أ- المقصود بالإصول الوراثية ومصادرها المختلفة:

يقصد بالأصول الوراثية **Genetic resources** أو الجيربلازم **germplasm** مجموعة الجينات فى الأنواع النباتية، وتمثل جوهر تربية النبات والتى بدونها يستحيل إتمام برنامج تربية النبات. فهى تمثل المادة الأساسية التى بها يبدأ مربى النبات برنامجه فى تربية المحصول. وتشمل مصادرها : السلالات المحلية، **والأصناف التجارية، الأصول الوراثية لدى المربى، الأصناف البرية، الأصناف الحديثة، الطفرات.**

ب- مقارنة بين الصفات البسيطة والصفات الكمية:

الصفات البسيطة/ النوعية Quantitative	**الصفات الكمية Qualitative**
يتحكم فيها زوج أو عدد قليل من الوامل الوراثية Major genes	يتحكم فيها العديد من العوامل الوراثية Polygenes
التباين فيها متقطع discontinuous ولها فئات مظهرية محددة  	التباين فيها مستمر continuous مظهر الصفة متدرج القيم. Do not show clear-cut classes
لا تتأثر كثيرا بالظروف البيئية	تتأثر بشدة بالظروف البيئية
درجة التوريث لها عالية	درجة التوريث لها منخفضة
يعتمد تحليل هذه الصفات على العدد والنسب	تحتاج الى طرق تحليل محددة
يهتم توارثها بتزاوج الأفراد ودراسة نسلهم	يهتم توارثها بدراسة العشائر المختلفة
مثال: لون الزهرة، لون الحبوب، ارتفاع النبات، مقاومة بعض الأمراض.	مثال: محصول النبات، وزن الثمار.

ج- المكونات الأساسية للتباين الوراثى:

يتكون التباين الوراثى Genetic variance من ثلاثة مكونات رئيسية هى :

١- التباين الوراثى التجميعى Additive genetic variance: وهوالمسئول عن التشابه بين الأباء والأبناء واهو الجزء الذى يورث من التباين الوراى.

٢- التباين الوراثى السيادى Dominance genetic variance: ويقصد به تفاعل العوامل الوراثية على نفس الموقع الوراثى وقد يكون هناك سيادة كاملة (تامة) اذا كانت قيمة الجيل الأول تساوةى قيمة احد الأبوين، او سيادة جزئية اذا كانت قيمة الجيل الاول تختلف عم متوسط الابوين ولكنها لم تصل الى قيمة الابوين،.....

٣- التباين الوراثى التفوقى Epistasis genetic variance: ويقصد به تفاعل العوامل الوراثية غير الاليلية اى على مواقع مختلفة. وقد يكون مضيف × مضيف، مضيف × سيادة، أو سيادة × سيادة.

د- إختبار النسل:

يجرى هذا الاختبار لتحديد ما إذا كان الفرد يحمل صفة مرغوبة نتيجة العوامل الوراثية او ان هذه الصفة يعزى تفوقها الى تحسين الظروف البيئية وفيه يقوم المربى بزراعة النبات الذى يحمل الصفات المرغوبة ويحصل على نسل هذا النبات ومن خلال صفات النسل يمكن معرفة مصدر تفوق النبات الأب. فإذا كان النسل يجمل الصفات المرغوبة مثل النبات الأب ففى هذا الحالة يكون التفوق راجعا الى العوامل الوراثية. وكذلك يستخدم المربى هذا الاختبار عند الرغبة فى معرفة ما إذا كانت العوامل الوراثية التى يحملها النبات موجودة بحالة اصيلة Homozygous أم خليطة heterozygous.

هـ-طريقة التهجين مع تتبع النسب:

تستخدم هذه الطريقة فى تربية المحاصيل ذاتية التلقيح مثل القمح والشعير. وفيها يتم اختيار الأباء وتهجينها وابتداء من الجيل الثانى يتم حفظ سجلات نسب لكل نبات منتخب ونسله مع الاهتمام بإجراء العدوى الصناعية بالمسبب المرضى على النحو التالى :

العام الأول : التهجين بين الابوين أ × ب

العام الثانى : زراعة ١٠- ٢٥ نبات من الجيل الأول زراعة متباعدة مع العناية بها ودراسة صفاتها ومقارنتها بالابوين ويحصد كل نبات على حده .

العام الثالث : زراعة ٢٠٠٠ - ٦٠٠٠ نبات من نباتات الجيل الثانى على سطور ومسافات بين النباتات ويتوقف ذلك على نوع المحصول والغرض من التهجين والامكانيات المتاحة . وتجرى عدوى صناعية لمسببات الأمراض السائدة ثم يتم انتخاب ٢٠٠ - ٦٠٠ نبات من النباتات ذات الصفات المرغوبة .

العام الرابع : يزرع الجيل الثالث فى سطور على مسافات بحيث يزرع سطر من كل نبات منتخب فى الجيل الثانى ، وتجرى العدوى الصناعية ويتم الانتخاب على اساس النباتات الفردية حيث تنتخب احسن الخطوط (حوالى ٥٠ – ١٠٠ عائلة).

العام الخامس الى الثامن : تتبع نفس الخطوات السابقة فى الجيل الثالث ودائما يتم انتخاب احسن السطور وتنتخب احسن النباتات من احسن السطور (حوالى ٢٥ – ٥٠ سلالة نقية) .

العام التاسع : تجرى تجارب اولية لمقارنة المحصول ومقاومة الأمراض والحشرات السائدة فى المنطقة وتستبعد السلالات ذات الصفات غير المرغوبة .

العام العاشر الى الثالث عشر : تجرى تجارب كمية المحصول المكبرة بالمقارنة بالاصناف المحلية لعدة سنوات وفى مناطق عديدة ويستبقى فقط على السلالات المتفوقة وبعد ذلك يجرى اكثارها وتوزيعها على المزارعين .

(يمكن عمل رسم توضيحى لهذه الطريقة ويكتفى بكتابة الشرح على هذا الرسم).

<u>إجابة السؤال الثانى</u>: أجب عن أربعة نقاط فقط مما يلى: (٢٠ درجة)

أ- **عرف العقم الذكرى وما هى أنواعه وكيفية الاستفادة منه فى تربية النبات.**

هى عدم قدرة النبات علي أن يكون ملقحا لأزهاره أو لأزهار أية نباتات أخري لها نفس التركيب الوراثى. ويأخذ العقم الذكري أحد ثلاثة مظاهر هي :

١- عقم حبة اللقاح . Pollen Sterility:

حيث تخلو المتوك في هذه الحالة من حبوب اللقاح أو توجد بها حبوب لقاح ضامرة لاتستطيع القيام بعملية التلقيح .

٢- عقم الأسديه Staminal Sterility :

وفيه تتحور الأسدية إلى تراكيب أخري حيث تتحور أسدية نبات الجزر مثلا إلى تراكيب بتليه مختلفة الأشكال وتعرف هذه الحالة باسم Petaliody (Eisa and . Wallace, 1969).

٣- عدم تفتح المتوك Positionel sterility

وفيها تفشل المتوك في التفتح رغم أن بها عدداً كبيراً من حبوب اللقاح الخصبه القادرة على إحداث الإخصاب . وترجع ظاهرة العقم الذكرى هذه إلى عوامل وراثيه في النواة ، أو في السيتوبلازم أو في كل من النواة والسيتوبلازم

أولا : العقم الذكري الوراثي Genetic male sterility :

ثانيا : العقم الذكري السيتوبلازمي Cytoplasmic male sterility

ثالثاً: العقم الذكري الوراثي – السيتوبلازمي

Genetic Cytoplasmic Male Sterility

و يستخدم العقم الذكرى فى نقل تلك الصفة للأمهات و بالتالى لا يوجد الحاجة الى اجراء عملية الخصى.

ب- ما هو المقصود بقوة الهجين موضحا النظريات التى تفسر هذه الظاهرة.

ب- قوة الهجين

عندما تتزاوج سلالتان من سلالات التربية الداخلية متباعدتين وراثياً مع بعضهما فأن البذرة الهجينيه الناتجة تعطى نباتات غالباً ما تكون قوية و ذات إنتاجية عالية وذات تحمل أكبر و ارتفاع أطول مما فى كل من الأبوين وهذا الامتياز عن الأباء يطلق علية قوة الهجين ويمكن تعريفة كالأتي:-

عبارة عن القوة المتزايدة و التفوق فى النمو و المحصول و العمليات الفسيولوجية للنبات الهجين اذا ما قورن بالأبوين .

تفسير ظاهرة قوة الهجين:

يوجد العديد من النظريات و الاراء حول اعطاء تفسير لظاهرة قوة الهجين و فيما يلى أهم تلك الاراء.

الأسس الوراثية Genetical Causes

وضعت عدة نظريات لتفسير ظاهرة قوة الهجين منها :

أولاً : نظرية السيادة Dominate theory

عند تزاوج سلالتين أو صنفين أصيلين فى تركيبهما الوراثى و ليكن أ x ب فأن الأفراد الناتجة تتصف بقوة الهجين و التى تعمل على تجميع عوامل سائدة مفيدة تزيد من نمو المحصول و الأنتاج على الأبوين.

مثال:

AA BB cc dd × aa bb CC DD
2 1 2 1 1 2 1 2
6 6

و هنا يفترض ان الاباء أصيلة لاليلات أربعة عوامل وراثية و أن الهجين أصبح خليطاً عند الأربع عوامل كلها .. و فى حالة السيادة فانة من المتوقع ان يكون الهجين أحسن من الأبوين لأننا لو أفترضنا ان التركيب المتنحى xx يقدم وحدة واحدة و ان التركيب السائد XX, XX يقدم وحدتان و على ذلك فأن هذا التهجين يمكن تمثيلة كما يلى :

6 ×6

Aa Bb Cc Dd 8
2 2 2 2

أن العوامل السائدة و المفيدة القادمة من الصنف (أ) هى AABB و من الصنف (ب) CCDD بينما العوامل aabb, ccdd تكون غير مفيده و قد تكون ضارة و احيانا مسئولة عن ضعف هذه السلالات فى المحاصيل الخلطية الأخصاب

عند إجراء التزاوج بين السلالتين نحصل على الفرد الهجينAaBbCcDd الذى يتصف بقوة الهجين الناتجة عن تجميع العوامل السائدة القادمة من الابوين او ب وسيادتها اوقفت التاثير السئ والضار للاليلات المتنحية a,b,c,d وعلى هذا **الاساس فان نظرية السيادة تعنى :**

١- ان العوامل السائدة هى المسؤولة عن قوة النمو وزيادة المحصول.

٢- اوقفت تاثير الاليلات المتنحية الضارة عن طريق سيادتها عليها.

ثانيا: نظرية الخلط الوراثى Heterozygosity

أن التنبيه الفسيولوجى هو أساس هذه النظرية بأفتراض أن الخلط الوراثى يعمل على نوع من التنبيه الفسيولوجى فى الكائن الحى و تكون نتيجته أن صفات الفرد الهجين متفوق على أى فرد أصيل لأن الخلط الوراثى هو أساس قوة الهجين و على ذلك لا يمكن تثبيت قوة الهجين فى سلالة نقية و كذلك يطلق على هذه النظرية أسم نظرية السيادة الفائقة أو المتفوقة Over dominance لتفاعل اليلات الهجين و تفوقها على الأباء الأصيلة فمثلا فى حالة وجود زوج من الكروموسومات يكون موقع A و موقع a ثابت على نفس مواقع أزواج الكروموسومات الشبيهة و من خلال هذين الموقعين يمكن أن نحصل نباتات أصيلة سائدة AA و نباتات أصيلة متنحية aa و نباتات هجينية Aa و من الناحية الأنتاجية فأن الأفراد الهجينية أو الخليطة تفوقت فى الحاصل مقارنة بالأفراد الأصيلة السائة و المتنحية نتيجة تفاعل الأليلين A و a و قد يكون هذا صحيحا فى حالة تركيز الصفة على زوج واحد من العوامل الوراثية الواقعة على نفس الموقع من الكروموسومات و لاكن لا نفترض أن هذا الموقع فى سلسة متعددة من الاليلات Multiple alleles مثل A1, A2, A3, A4 و أن أى فرد لا يمكن أن يحمل اليل واحد و فى هذه الحالة فأن الأفراد أما أن تكون أصيلة و يمكن أن نحصل على أفراد غير أصيلة.

النباتات الخليطة	النباتات الأصيلة
A1A2A1A3A1A4	A1A1
A2A3A2A4	A2A2
A3A4	A3A3
	A4A4

أن أجتماع كل زوج من هذه الأليلات مع بعضها فى أى فرد يعطى نتيجة مغايرة لأجتماع أى زوج آخر.

ج- **ما هو المقصود بكلا مما ياتى وأهميته فى تربية المحاصيل:**

Monosomic, Inbred line, Pure Line

السلالة النقية عبارة عن " النسل الناتج من نبات ذاتي التلقيح أصيل وراثيا " وأوضحا أن أفراد السلالة النقية تكون أصيلة وراثيا Homozygous بنسبة ١٠٠ ٪ ، هذا إلي جانب أن تكون أفراد السلالة متجانسة وراثيا homogenous تماما. وهذا لا يتوفر في حقيقة الأمر إلا في النباتات ذاتية التلقيح وبالتالي فإن طريقة إنتخاب السلالة لا تتبع إلا مع هذه الفئة من النباتات .

وتجدر الاشارة إلي أن العشيرة التي يجري فيها هذا النوع من الإنتخاب لابد أن تكثر فيها الاختلافات أو التصنيفات الوراثية كالأصناف البلدية أو الأصناف القديمة غير المعتني بها أو الأصناف التي كانت في وقت ما من الأصناف الممتازة وتم توزيعها كأصناف تجارية عالية القيمة وبمرور الوقت تراكمت فيها الاختلافات الوراثية نتيجة حدوث ولو نسبة صغيرة من التلقيح الخلطي الطبيعي مع أصناف أخري ولعدة مواسم زراعية أو نتيجة لحدوث الطفرات بها مما أدي إلي تدهور صفاتها .

Inbred line ويتم ذلك بإجراء التلقيح الذاتى الصناعى لبعض النباتات ذات الصفات المرغوبة من العشيرة المفتوحة التلقيح أو اى مصدر اخر فقد يكون صنف تركيبى أو هجين زوجى، وتتم زراعة كل

كوز فى خط مستقل Ear to - row العام التالى ، ويستمر ذلك لمدة ٥ – ٧ اجيال وفى كل جيل يتم اجراء التلقيح الذاتى للنباتات التى تحمل الصفات المرغوبة .

Monosomic عبارة عن نقص زوج من الكروموسومات 2n-2

كلا من السلالات النقية او المرباه داخليا تستخدم فى انتاج اصناف جديدة او الدخول فى برامج التهجين و monosomic يستخدم فى معرفة العوامل الوراثية على الكروموسومات عن طريق التهجين و متابعة النسل.

د- ضع برنامج لنقل صفة بسيطة لمقاومة مرض الصدأ فى القمح علما بأن هذه الصفة يتحكم فيها زوج واحد من العوامل الوراثية. وماذا يفعل مربى النبات إذا كانت هذه الصفة متنحية.

د- برنامج التهجين الرجعى :

خطوات البرنامج

تكون خطوات برنامج التربية لنقل جين سائد وليكن (T) من الأب المانح الذى يكون تركيبة الوراثى (TT) إلى الأب الرجعى الذى يكون تركيبة (tt)كما يلى:

١- يلقح الأب الرجعى مع الأب المانح لانتاج نباتات الجيل الأول F1 والذى يكون تركيبها الوراثى (Tt).

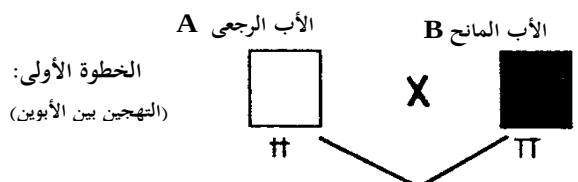
٢- تلقح نباتات الجيل الأول رجعيا الى الأب الرجعى لانتاج بذور الجيل الأول للتهجين الرجعى الأول (BC1F1) والتي تنعزل إلي متنحية أصيلة (tt)، وخليطة (Tt) بنسبة ١: ١ في الصفة المراد نقلها.

٣- تلقح نباتات الجيل الأول للتهجين الرجعي الأول (BC1F1) الحاملة للصفة (أي التي تكون تركيبها الوراثي Tt) رجعيا إلي الأب الرجعي لانتاج بذور الجيل الأول للتهجين الرجعي الثاني (BC2F1) والتى تنعزل الى متنحية أصيلة (tt) وخليطة (Tt) بنسبة ١ : ١ في الصفة المراد نقلها.

١- يستمر برنامج التهجين الرجعي علي هذا النحو السابق ذكره إلي أن يتم إنتاج بذور الجيل الأول للتهجين الرجعي السادس (BC6 F1) والتي تنعزل هي الأخري إلي متنحية أصيله (tt) وخليطة (Tt) بنسبة ١ : ١ في الصفة المراد نقلها .

٢- تزرع بذور الجيل الأول للتهجين الرجعي السادس (BC6 F1) وتستبعد النباتات الحاملة للصفة المتنحية غير المرغوب فيها ، وتلقح النباتات الحاملة للصفة السائدة ذاتيا لانتاج بذور الجيل الثاني للتهجين الرجعي السادس (BC6 F2) والتي تنعزل إلي متنحيه أصيلة (tt) وخليطه (Tt) وأصيلة (TT) بنسبة١: ٢: ١ في الصفة المراد نقلها .

٣- تزرع بذور الجيل الثاني للتهجين الرجعي السادس (BC6 F2) وتستبعد النباتات الحاملة للصفة المتنحية غير المرغوبة ، وتلقح النباتات الحاملة للصفة السائدة ذاتيا لانتاج الجيل الثالث للتهجين الرجعي السادس (BC6 F3) .



نظام يفسر كيفيه نقل جين سائد من الأب المانح B الى الأب الرجعى A باستخدام طريقة التهجين الرجعى

٤- تزرع بذور الجيل الثالث للتهجين الرجعي السادس (BC6 F3) وهي أنسال النباتات الفردية الحاملة للصفه المرغوبة من الجيل الثاني للتلقيح الرجعي السادس(BC6F2) ويلاحظ أن ثلثى النسل تنعزل نباتاتها بنسبة ٣ وهي الحاملة للصفة السائدة : ١ وهي الحاملة للصفة المتنحية وهي التي تنتج من نباتات الجيل الثاني للتهجين الرجعي السادس (BC6 F2) والتي كان

٥- تركيبها الوراثي (Tt) وتستبعد جميع الأنسال التي تظهر بها انعزالات في الصفة المراد نقلها ، أما الثلث المتبقي من النسل فإن جميع نباتاته تكون حاملة للصفة السائدة في حالة أصيلة أي التي تركيبها (TT) **وتلقح هذه النباتات ذاتيا** لإنتاج بذور الجيل الرابع للتهجين الرجعي السادس BC6 F4 وهي التي تخلط معا لتكون بذور المربي Breeder seeds للصنف الجديد والذي يكون مماثلا للأب الرجعي في جميع الصفات ماعدا في إحتوائه علي الصفة السائدة المرغوبة بحالة أصيلة وهي التي تم نقلها من الأب المانح . **وفى حالة الصفة المتنحية يجب تلقيح النباتات ذاتيا اولا ثم إجراء عملية الانتخاب قبل أجراء التلقيح الرجعى فى كل جيل.**

هـ- **ما هى خطوات إنتاج هجين فردى من الذرة الشامية.**

بعد ان يتم تحديد افضل السلالات الابوية يتم تكوين الهجن الفردية المتميزة بزراعة سلالتين مرباه داخليا أ، ب بحيث تزرع السلالة الآب (أ) بالتبادل مع السلالة الأم (ب) بمعدل ١ : ٢ خط ويتم ازالة النورات المذكرة من نباتات الأم وعند الحصاد تؤخذ الكيزان المتكونة على النبات الأم لتمثل تقاوى الهجين الفردى الجديد تمهيدا لتوزيعها على المزارعين.

إجابة السؤال الثالث:

أ- المقصود بالمعلمات الجزيئية واهميتها لمربى المحاصيل:

أن التطور الذى حدث فى طرق اكتشاف العلامات المميزة الجزيئية molecular markers قد أدى الى سهولة التحليل الوراثى للنباتات وتمييز الجينات وامكانية تحسين كثير من صفات النبات مثل المقاومة للأمراض والحشرات وغيرها ، حيث أن استخدام هذه العلامات المميزة يسهل من عمليات الأنتخاب للصفة المطلوبة كما أنها أكثر فعالية من استخدام المعلمات المبنية على الشكل الظاهرى morphological markers ولها أهمية كبيرة جداً فى مجال تربية النباتات لمقاومة الأمراض والحشرات. وعموما يمكن القول ان هذه المعلمات الجزيئية يمكن استخدامها فى رسم الخرائط الكروموسومية وتحدي البصمة الوراثية وتقييم درجة التباعد الوراثى وغيرها من الأغراض. ومن مميزات استخدامها :

- أنها معلمات ثابتة stable
- عدد المعلمات التي يمكن استخدامها لا نهائي
- يمكن اكتشافها في جميع الأنسجة بصرف النظر عن الخلية التي يكون عليها حالة النبات من النمو أو التطور .
- الدراسة علي مستوي ال DNA
- لا تتأثر بالظروف البيئية أي الثبات الوراثي .
- غالبا لا يظهر فيها التأثير المتعدد Pleiotopic effect أو تأثير التفوق epistasis ولا السيادة والتنحي حيث أن العلاقة بينها co dominant–

ب-دور الهندسة الوراثية فى تربية المحاصيل:

أن تقنية الهندسة الوراثية Genetical engineering أو ما يطلق عليها Recombinant DNA (DNAالمعاد تركيبه) تمثل آداة هامة وتفتح أفاقا جديدة أمام مربى النبات حيث يمكنه أن يتعامل بمهارة شديدة مع التركيب الوراثى للنبات داخل أنابيب الأختبار للاستفادة من كافة العوامل الوراثية من المصادر المختلفة والتى تكون مسئولة عن الصفات المرغوبة ، ويؤدى ذلك الى زيادة وتنوع الوعاء الجينى gene pool للنباتات المنزرعة من خلال ادخال جينات معينة لم تكن متوفرة من خلال الطرق التقليدية للتربية ، وكذلك تقصير الفترة الازمة لإنتاج أصناف وهجن جديدة . وعلى ذلك فإن المقدرة على إدخال جينات غريبة الى الخلايا النباتية وتطور هذه الخلايا الى نباتات خصبة تقدم لنا فرصة متميزة لتعديل وتحسين المحاصيل الحقلية ولا سيما فى مجال التربية المقاومة للأمراض والحشرات فيما يعرف باسم النباتات المحولة وراثياً Transgenic Plants .

ت-<u>طريقة Gene Gum</u>

تعتمد هذه الطريقة علي الدفع السريع للجينات المرغوبة الي داخل الخلايا أو الأنسجة باستعمال بندقية العامل الوراثي أو Genetic particle gun ، وفيها تستخدم جزيئات دقيقة (٠.٣ – ٠.٥ ميكرون) من معدن التنجستين أو الذهب وتكون مغطأة بالحامض النووي ويتم دفع هذه الجزيئات

micro projectiles الي داخل الخلية حيث تثقب وتخترق الجدار الخلوي حيث تلتصق وتتكامل جزيئات الحامض النووي DNA مع الجينوم النووي للنبات.

ويعتمد تكوين النباتات المحولة وراثيا على ثلاثة عوامل أساسية هى :

١-التعرف على الجينات المرغوبة وعزلها باستخدام انزيمات معينة تقوم بالتعرف عليها وقطعها بطرقة معينة .

٢-تحديد الطرق اللازمة لنقل هذه الجينات المرغوبة الى الخلايا المستقبلة .

٣-مقدرة هذه الجينات على التعبير فى الخلايا المستقبلة وليس المهم هو مجرد نقل الجين الى النبات بل ان يتم ذلك بكمية مناسبة وان يحدث تكامل بين هذا الجين وكروموسومات النبات .

ث-<u>طرق زراعة الأنسجة:</u>

اكثار السلالة الخضرية، زراعة الأجنة، زراعة المتوك، الاختلافات الجسمية، الأجنة الجسدية:

وفى طريقة الأجنة الجسدية تعتمد طريقة تكوين الأجنة علي نظرية القدرة الكامنة للخلية (Cell totipotence) والتي تعني قابلية أي خلية حية لتكوين نبات كامل ، وتعتبر طريقة تكوين الأجنة الجسدية ذات قدرة هائلة في تحقيق التكاثر الكلوني نظرا للأعداد الهائلة من الأجنة التي تتكون خلالها ، وذلك لأن كل خلية منفردة تتحول الي جنين له نفس التركيب الوراثي لنبات الأم مصدر الخلايا ، ونظرا لأهمية هذه الطريقة في الحصول علي العديد من النباتات من نسيج أو تجمع خلوي محدود وفي زمن محدود – جرام من كالوس الجزر أعطي ٥٠٠ نبات خلال شهر واحد – فقد استخدمت هذه الطريقة في اكثار العديد من النباتات ، وعموما يمكن الحصول علي الأجنة الجسدية من مزارع الكالوس (Callus cultures) ، والأخيرة هي الأكثر شيوعا والأسهل في الحصول علي الأجنة الجسدية .

ج-تعريف الـ Bt gene

فكرة ال Bt gene أن بكتريا Bacillus thurigiensis لها المقدرة على انتاج تركيبات بروتينية تشبه الكريستال و بعض هذه البروتينات Crystal protens تمثل مبيدات للحشرات و يطلق على هذه البروتينات (toxins Bt) و تعرف بأسم endotoxin أو Protoxins وتتحول الى توكسينات نشطة داخل القناة الهضمية ليرقات الحشرات نتيجة تأثير انزيمات البروتيز وتسبب هذه التوكسينات فى موت الحشرة . و أدى أستخدام ال Bt gene الى انتاج نباتات مقاومة للحشرات وهذا يؤدى الى زيادة الانتاج الى جانب الحفاظ على البيئة من التلوث بالمبيدات.