قسم :المحاصيل **الفرقة: الرابعة** **برنامج الإنتاج النباتي (محاصيل)**

نموذج إجابة مادة: الاتجاهات الحديثة فى تربية المحاصيل **تاريخ الإمتحان السبت/ 2020/7/25**

إمتحان النظري النهائي للفصل الدراسي الثاني للعام الجامعى 2019/ 2020

اجب عن ستة نقاط فقط من الأسئلة التالية: (10 درجات لكل سؤال)

1- أذكر الخطوات المتبعة لزراعة الخلايا و الأنسجة النباتية ثم تكلم بإختصار عن الأهداف الرئيسية لمعامل زراعة الأنسجة.

الخطوات المتبعة لزراعة الخلايا و الأنسجة النباتية:

أولا: إختيار الجزء النباتي:

1-إختيار نبات الأم Selective of mother plants

2- إختيار الجزء الذى يزرع Selective of an explant

أ - الجزء النباتى المستخدم Explant

ب - عمر المنفصل النباتى Age of Explant

ج - حجم المنفصل النباتى Size of Explant

د - موسم الحصول على المنفصل النباتى Season of Explant

هـ – نوعية وجودة مصدر النبات Quality of the Explant Source

ثانيا: عملية التعقيم و الزراعة للجزء النباتي:

تعقيم الجزء المستعمل Sterilization of the Explant

زراعة الجزء المستعمل على سطح البيئة Culture of the explant

تحضين المزارع Incubation of the cultures

أ - الإحتياجات الضوئية Light requirement وتشتمل على:

1 - الكثافة الضوئية Light intensity

2 - الفترة الضوئية Photoperiod

ب - الإحتياجات الحرارية Heat requirement

ثالثا: عملية الأقلمة و الزراعة في التربة و الحقل للنباتات المستولدة:

أقلمة النباتات Acclimatization

الزراعة في الصوبة أو الحقل Greenhouse and Field

الأهداف الرئيسية لمعامل زراعة الأنسجة

تعتبر الأهداف الرئيسية لمعامل زراعة الأنسجة هي تعظيم الفائدة من تكنيك زراعة الأنسجة لتحسين ناتج البحث العلمي للمحاصيل وتنحصر هذه الأهداف في

1- **الإكثار الدقيق للشتلات** تجرى عديد من البحوث لإيجاد نظم الإكثار السريع لعدد من الحاصلات التي يزداد الطلب عليها خاصة إن كانت صعبة الإكثار.

2- **إنتاج المركبات الثانوية معمليا** تركز عدد من البرامج البحثية على زيادة إنتاجية المركبات الثانوية مثل الزيوت الطيارة والعقاقير والصبغات والمبيدات الحشرية....الخ من خلال تقنيات زراعة الأنسجة لأنسجة الكالس أو اى أجزاء أخرى للنبات

3- **حفظ الأصول الوراثية** توفر برامج زراعة الأنسجة عملية الحفظ للأصول الوراثية سواء كانت برية أو أصناف موجودة أو ناتجة من برامج التربية أو الهندسة الوراثية وذلك لفترات مختلفة لحين الاحتياج أليها. وتقوم عديد من لأبحاث بدراسة طرق الحفظ المختلفة على الحاصلات البستانية لتحديد الوسيلة المثلى لكل محصول(التبريد، التجفيف، مثبطات النمو، الكبسلة، الحفظ بالنيتروجين السائل للفترات الطويلة).

4- **التحسين الوراثي** تستخدم تطبيقات زراعة الأنسجة من خلال الاختلافات الجسدية بين خلايا أنسجة الكالس واستخدام المطفرات في إنتاج نباتات متحملة للملوحة والجفاف بالإضافة إلى الجهود المبذولة لإيجاد التقنية المثلى لعملية دمج البروتوبلاست للحاصلات البستانية المختلفة للاستفادة منها في برامج التربية.

2- أذكر تقنيات زراعة الأنسجة مع شرح إحداها بالتفصيل.

تقنيات (مجالات) زراعة الأنسجة:

أولاً: الإكثار الدقيق Micro propagation:

ثانياً: زراعة الأجنة Embryo culture:

ثالثاً: الأجنة الجسمية Somatic embryogenesis:

رابعاً: زراعة المتوك Anther culture:

خامساً: التهجينات الجسدية Somatic hybridization: **ويشرح الطالب إحدى هذه الطرق كما يلى**

أولاً: الإكثار الدقيق Micro propagation:

يستفاد من مزارع الإكثار الدقيق في إنتاج سلالات خضرية تحتوي علي عشرات الآلاف من النباتات الصغيرة خلال فترة وجيزة.

ويفضل دائماً استخدام القمة المرستيمية لأنها تكون خالية من الفيرس كما يجب استخدام أجزاء صغيرة من ساق النبات تحتوي كل منها علي عقد وبرعم جانبي .

ويحدث الإكثار الدقيق في المزارع بواحدة من ثلاث طرق :

1- من خلال الكالس:

تعد هذه الطريقة من أسرع طرق الإكثار الدقيق إلا أن هذه الطريقة غير مفضلة للأسباب التالية:

أ. لأن الكالس غير ثابت وراثياً حيث تظهر به حالات مختلفة من التضاعف الكروموسومي.

ب. لم يتميز الكالس إلي نموات نباتية في العديد من المحاصيل الهامة.

2- من خلال تكوين البراعم العرضية:

يقصد بالبراعم العرضية تلك البراعم التي تتكون مباشرة من العضو النباتي دون أن يفصل بينها نسيج كالوس.

وتتكاثر أعداد كبيرة من المحاصيل الاقتصادية بهذه الطريقة

3- من خلال تحفيز التفرع الجانبي:

يتم تحفيز التفرع الجانبي في المزارع بتوفير السيتوكينين بها بتركيز معين إما مع الأكسين أو بدونه حيث يؤدي توافر السيتوكينين بالمزرعة إلي نمو البراعم الجانبية التي تكون في القمم المرستيمية الجديدة وهكذا. ويؤدي استمرار هذه العملية لعدة مرات إلي تكوين كتلة من النموات الجديدة.

ثم يلي ذلك نقل هذه النموات إلي بيئة أخري تختلف في مكوناتها الهرمونية حتي تتم عملية التجذير ومع تكوين الجذور تنقل هذه النباتات إلي أصص معقمة بحرص تام ويجب رعايتها تماماً حتي يتم نقلها إلي البيوت المحمية.

المراحل المختلفة للإكثار الدقيق (إكثار السلالة الخضرية)

1- المرحلة الصفرية (Stage 0) : اختيار وانتخاب النباتات التي سوف تستخدم في عملية الزراعة .

2- المرحلة رقم 1 (Stage 1) : بدء عمل مزارع الأنسجة عن طريق اختيار المنفصل النباتي والتعقيم السطحي له والغسيل ثم الزراعة علي وسط غذائي مناسب.

3- المرحلة رقم 2 (Stage 2) : إكثار النباتات بواسطة مضاعفة عدد البراعم أو عن طريق تكون الأنسجة الجسدية .

4- المرحلة رقم 3 (Stage 3): إنبات الأجنة الجسدية أو تكوين الجذور علي البراعم المتضاعفة في المعمل.

5- المرحلة رقم 4 (Stage 4): نقل النباتات الحديثة إلي تربة معقمة وذلك للتقسية والأقلمة إما داخل صوب زجاجية وفي بعض الأحيان تشمل المرحلة تكوين الجذور تحت ظروف المعمل وذلك عن طريق تطويل فترة المرحلة الثالثة.

تلعب هذه التقنية دوراً هاماً في اكثار بعض النباتات البستانية واما في حالة محاصيل الحقل فإن استخدامها يكون محدود حيث أن مثل تلك المحاصيل تنتج كمية وفيرة من البذور كما أنها تحتاج إلي عمالة كثيرة وتكلفة عالية في عمليات الإكثار الدقيق في المعمل ونقل البادرات للزراعة في مساحات واسعة في الحقل.

وعموماً يمكن استخدام هذه الطريقة في انتاج نباتات خالية من المسببات المرضية خاصة الفيروسات ، ولقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح في انتاج بعض أصناف البطاطس والكسافا والبرسيم الأحمر وبعض أنواع الأعشاب الهامة وكانت خالية من الإصابة الفيروسية.

ويمكن استخدام هذه الطريقة في حفظ وتبادل الأصول الوراثية.

ومن أهم فوائد الإكثار الخضري الدقيق :

1. تسمح بإعطاء أعداد كبيرة من النباتات والخالية من الأمراض وجيدة النمو تضاهي آلاف المرات من عدد النباتات الذي يمكن الحصول عليه بالطرق التقليدية .
2. تسمح بالحصول على نباتات خالية من الأمراض الفيروسية وذلك عند زراعة المرستيم الذي لا يصاب بالفيروسات.
3. تضمن تقنيات التكاثر الخضري الدقيق الحصول على نباتات مشابهة تماما للنباتات الأم .
4. تسمح بإكثار أنواع وأصناف يصعب إكثارها بالطرق التقليدية مثل النخيل حيث تعد طريقة الإكثار بالفسائل هي الطريقة الشائعة في إكثار النخيل وهذه الطريقة محدودة الإنتاج وصعبة .
5. تسمح بإكثار الأصناف والسلالات عديمة البذور كما تسمح بإكثار الأصناف الجديدة التي يمكن الحصول عليها نتيجة عمليات التحسين الوراثي المختلفة .
6. تعمل على سهولة تداول النباتات بين المراكز العالمية والدول ، وحفظ الأصول الوراثية والإستغناء عن حقول الأمهات الكبيرة قدر الإمكان وتسمح بالعمل على مدار السنة دون التأثر بالعوامل الخارجية .

ثانياً: زراعة الأجنة Embryo culture:

هي عبارة عن زراعة وتنمية الأجنة النباتية بعد عزلها في ظروف معقمة وزراعتها علي البيئات الغذائية المناسبة بغرض الحصول علي نباتات قادرة علي النمو وإنتاج بذور ذات حيوية.

هناك مجموعة من العقبات التي تنشأ نتيجة التهجين بين الأنواع النباتية المتباعدة وراثياً تؤثر علي تكوين الأندوسبرم ونمو الجنين نتيجة اختلاف مستوي التضاعف أو التحورات الكروموسومية أو عدم التوافق السيتوبلازمي وغيرها وللتغلب علي هذه العقبات يمكن استخدام طريقة زراعة الأجنة حيث يتم زراعة الجنين الناتج من التهجين علي بيئة غذائية مناسبة تحت ظروف التعقيم . ويجب تحديد مجموعة من العوامل لضمان نجاح هذه الطريقة مثل:

1. تحديد موانع التهجين.
2. اختيار الأباء المناسبة لعملية التهجين.
3. الأختيار المناسب للنبات الأم.
4. الظروف المثلي للبيئة الغذائية المستخدمة.
5. عمر الجنين وقت زراعته علي البيئة الغذائية.

وقد تستعمل هذه التقنية في التغلب علي مشاكل السكون في البذور في الهجن النوعية ولها دور هام في مقاومة الأمراض والحشرات .

طرز زراعات الأجنة:

أ) زراعة أجنة غير ناضجة Immature embryos تكون ناشئة من بذور لم تنضج بعد وهذه الطريقة تستخدم عادة لتفادي ظاهرة عدم اكتمال نمو الأجنة وكذلك الموت المبكر لها.

ب) زراعة أجنة ناشئة من بذور ناضجة Ripe seeds وهذا النوع من المزارع يسهل اجراؤه ويستعمل هذا الطراز من زراعات الأجنة لمنع التثبيط الكامل الذي يحدث في إنبات البذور، وفي هذا الشأن وجد أن استخدام بيئات مغذية بسيطة التركيب مكونة من أملاح وسكريات وأجار يكون ملائم وكافي لذلك الطراز من الزراعة.

وعموماً لا يمكن القول بأن زراعات الأجنة في حد ذاتها عمليات سهلة أو بسيطة فلقد قام Lange عام 1969 بعزل 1888 جنين من الشعير ولكنه قد نجح في الحصول علي 201 نبات فقط من هذه الأجنة وذكر أن **الأسباب التي تؤدي إلي نقص حيوية هذه الأجنة هي :**

1. حدوث تلوث للأجنة أو أنها كانت مصابة بنسبة تصل إلي 15%.
2. صغر حجم الأجنة المعزولة ولهذا يجب رفع نسبة تركيز السكروز في بيئة العزل لاستحداث نمو هذه الأجنة الصغيرة.
3. حدوث اضطراب في تطور الأجنة المعزولة.
4. حدوث أضرار أثناء عزل الأجنة وخصوصاً عند استخدام البذور الصلبة.
5. أسباب أخري ترجع إلي البيئات المغذية التي تنمو عليها الأجنة من ناحية التركيب والمواد التي تحتويها.

العوامل التي تؤثر علي نجاح زراعة اللأجنة:

يعتمد تطور الجنين الذي تم عزله من البذور علي البيئات الاصطناعية علي عوامل متعددة منها:

1. التركيب الوراثي Genotype.
2. درجة تطور الجنين حين إجراء عملية عزله Developmental stage of the embryo at isolation.
3. ظروف النمو المحيطة بالنبات الأم Growth conditions of the mother plant.
4. تركيب البيئة الغذائية Composition of nutrient media.
5. الأوكسجينOxygen .
6. الضوء Light.

7. درجة الحرارة Temperature.

التطبيقات العملية لمزارع الأجنة النباتية Practical application of plant embryo cultures

1. إمكانية الحصول علي الهجن البعيدة التي يستحيل الحصول عليها أو إنتاجها بالطرق العادية .
2. إنتاج النباتات الأحادية بسبب الاستبعاد الكروموسومي الذي يحدث أحياناً بعد التهجينات البعيدة، ثم يقوم المربي بمضاعفة الكولشسين فيتجمع لديه عدد كبير من النباتات الأصلية المختلفة وراثياً وبالتالي يمكن الانتخاب لأفضلها ليصبح صنف جديد.
3. تقصير دورة التربية وذلك بالتخلص من حالات سكون البذرة التي قد تمتد إلي شهور .
4. إكثار بعض النباتات التي لا تنبت بذورها.
5. التخلص من ظاهرة التثبيط الكامل لإنتاج البذور.
6. إنبات بذور إجبارية التطفل.
7. إنتاج النباتات الأحادية.
8. منع الإجهاض الجنيني المصاحب للنضج المبكر.
9. منع إجهاض الأجنة نتيجة لظاهرة عدم التوافق.
10. التكاثر الخضري.

ثالثاً: الأجنة الجسمية Somatic embryogenesis:

هي تلك الأجنة التي تتكون من الخلايا الخضرية وهي تنشأ بدون حدوث إخصاب كما هو الحال في الجنين الزيجوتي الناتج من اتحاد الجاميطات وهي لا تحتوي علي إندوسبرم.

مصادرها:

1- نسيج ميزوفيل الأوراق.
2- الساق.
3- الجذر.
4- حبوب اللقاح.
5- البروتوبلاست.

تكوين الأجنة الجسمية:

يجب توافر شروط معينة لتكوين الأجنة الجسمية في مزارع الخلايا:

أ. منظمات النمو الأوكسينيات والسيتوكينينات فمثلاً في مزارع الجذور تتكون الكالوس عندما تكون البيئة في الأوكسين وعند نقل هذه الخلايا إلي بيئة ذات تركيز منخفض أو خالية من الأوكسين فأنه تتميز الأجنة الكاملة.

ب. مصدر النيتروجين في البيئة فيكون في صورة مختزلة مثل كلوريد أمونيوم أونترات بوتاسيوم ، وتكوين الأجنة يتطلب حد أدني من أيون الأمونيا داخل الخلايا ويتحقق ذلك بوجود تركيز منخفض من الأمونيا أو تركيز مرتفع من النترات في البيئة.

ت. يجب توفير تركيز عالي من البوتاسيوم .

ث. ألا يزيد الأكسجين الذائب عن 1.5 مليجرام/لتر لأن التركيز العالي يشجع تكوين الجذور.

أهمية الأجنة الجسمية:

1. إكثار السلالة الخضرية للنباتات المتميزة والمتجانسة وراثياً.
2. انتاج البذور صناعياً.
3. يمكن استخدامها في انتاج أصناف مقاومة للأمراض الفيروسية.
4. لها دور هام في انتاج النباتات المحولة وراثياً.
5. استخدام الكالوس والأجنة كمصدر للبروتوبلاست لاسترجاع النباتات.
6. التخليق الحيوي للمركبات الميتابولزمية.

رابعاً: زراعة المتوك Anther culture:

تفيد مزارع المتوك في انتاج النباتات الأحادية Haploids ثم بعد ذلك يتم مضاعفتها بمعاملتها بالكولشسين وبالتالي الوصول إلي الأصالة الوراثية بطريقة سريعة والتي تستغرق 5-7 أجيال من التلقيح الذاتي ولكن تستغرق جيل واحد بهذه الطريقة.

يتم انتاج النباتات الأحادية Haploids من المتك المعزولة بطريقتين:

أ- الطريقة المباشرة: وفي هذه الحالة نجد أن حبة اللقاح ينتج منها جنين ويتشكل بصورة مباشرة.

ب- الطريقة غير المباشرة: حيث يتكون أولاً كالوس من حبة اللقاح ثم بعد ذلك يتم تولد أجنة أو أفرع عرضية .

ملحوظة: اتضح أن أفضل مرحلة لعزل وزراعة المتك في الأنابيب عندما تكون حبوب اللقاح داخل المتك ولم تدخل بعد في طور انقسامها الأول.

ما يراعي عند عمل مزارع المتوك:

1. يجب أن تؤخذ المتوك من نباتات حديثة الإزهار ويكون ذلك في مرحلة معينة من تكوين حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة ، لذلك يفضل زراعة النباتات التي تؤخذ منها المتوك في ظروف متحكم فيها بيئياً ليمكن الربط بين المظهر الخارجي للبرعم الزهري والمرحلة المناسبة لتكوين حبوب اللقاح.
2. يجب تطهير البراعم الزهرية المنتخبة بأحد المطهرات المناسبة ثم تفصل الأسدية كاملة (متك+خيط) وتوضع في طبق بتري معقم.
3. يجب أن تسحق أحد المتوك في صبغة أسيتوكارمن لإختبار مرحلة تكوينه فإذا كانت المرحلة مناسبة تفصل بقية المتوك عن الخيوط وتوضع أفقياً في بيئات زراعية.
4. يجب الحذر والحرص عند فصل وزراعة المتوك حتي لا تحدث أضراراً لها حيث أن تجريحها يؤدي إلي تحفيز تكوين كالوس من خلال جدر المتوك وهي خلايا ثنائية.
5. يجب تحصين مزارع المتوك من الضوء لمدة 12-18 ساعة وعلي درجة حرارة 28 درجة مئوية بالتبادل مع فترة ظلام مدتها 6-12 ساعة علي درجة حرارة 22 درجة مئوية ، بعد 3-8 أسابيع يبدأ تفتح المتوك وتحولها إلي اللون البني وذلك بسبب ضغط الكالوس المتكون من حبوب اللقاح علي المتوك أو بسبب النباتات الصغيرة التي تنمو فيها.
6. تفصل النباتات المفردة أو النموات الخضرية المتكونة من الكالوس بعد أن يصل 3-5 سم وتنقل إلي بيئة مناسبة لتكوين الجذور ثم بعد ذلك تنقل النباتات التي تكونت جذورها إلي أصص صغيرة معقمة.

أهمية مزارع المتوك:

1- ترجع أهمية هذه المزارع إلي الحصول علي نباتات أحادية المجموعة الكروموسومية إما من خلال تكوين الأجنة أو تكوين كالوس ويفيد ذلك في الآتي:

أ. تستخدم النباتات الأحادية في الحصول علي نباتات ثنائية أصيلة من المحاصيل الخلطية التلقيح وذلك بمعاملتها بالكلوشسين وذلك يوفر 5-7 أجيال للتربية الذاتية.

ب. تفيد النباتات الأحادية في الحصول علي مختلف حالات التعدد الكروموسومي الغير تام.

2- تفيد مزارع المتوك في التعرف علي الطفرات المنتخبة بسهولة.

3- استخدمت مزارع المتوك في إنتاج أصناف محسنة لبعض المحاصيل في وقت قياسي مثل القمح – الأرز – الشعير.

4- إنتاج أصناف هجين جميع نباتاتها مذكرة وهذا يفيد في تربية النباتات.

5- تلعب دور هام في مجال التربية للمقاومة للأمراض والحشرات.

خامساً: التهجينات الجسدية Somatic hybridization:

يطلق علي اندماج بروتوبلاست الخلايا الجسمية اسم التهجين الجسمي وعدد الكروموسومات في ذلك الهجين يكون مساوياً لمجموع عدد الكروموسومات الموجودة في الخليتين الأبويتين ، ومن ثم فإن المعلومات الوراثية التي توجد في الخليتين يحدث لهما انتقال من الآباء إلي الأبناء.

طرق عزل البروتوبلاست:

يمكن تقسيم الطرق التي يتم بها عزل البروتوبلاست إلي ثلاث مجموعات:

1. عزل ميكانيكي (بدون إنزيمات).
2. عزل إنزيمي متدرج في خطوتين.
3. عزل عن طريق مخاليط الإنزيمات

مصادر البروتوبلاست:

1. الأوراق.
2. الفلقات.
3. السويقة الجنينية.
4. جذور البادرات.
5. معلق الخلايا.
6. الكالوس.

كيفية إجراء التهجين الجسمي:

1- إختيار وتنمية النباتات التي سوف تؤخذ منه العينة النباتية.

2- تعقيم الجزء النباتي.

3- معاملة الجزء النباتي بالإنزيمات المناسبة للحصول علي البروتوبلاست حيث يتم إزالة جدار الخلية وهناك ثلاثة إنزيمات هامة مطلوبة لهضم الجدار الخلوي وهي السليلوز والهيمسيليلوز والبكتينيز وبعد الحصول علي البروتوبلاست يجب أن تجري لها عمليات تنقية بالترشيح خلال مناخل فولاذ لا يصدأ أو من خلايا مناخل نايلون حتي يمكن إزالة الشوائب والتي تتمثل في مكونات الجدر الخلوية وبقايا الخلايا وغيرهما.

4- الأندماج حيث عندما يتم تحرير البروتوبلاست تتم عملية الاندماج وذلك بإضافة بعض المواد الكيماوية الهامة مثل Polyethylene glycol (PEG) والتي تساعد في عملية اتحاد البروتوبلاست أو يمكن ذلك بتعريض معلق البروتوبلاست إلي مجال كهربي حتي يحدث الاتحاد بين البروتوبلاست وهي أكثر فاعلية من الأولي كما أنها لا تحدث تأثير سام علي البروتوبلاست.

5- إجراء اختبارات لتقييم الناتج ومردودة في تربية النبات.

تطبيقات (أهمية) استخدام التهجين الجسمي:

1. تخليق هجن لا يمكن الحصول عليها بواسطة التلقيحات العادية وذلك لموانع تقسيمية أو موانع أخري.
2. الحصول علي رباعيات المجموعة الكروموسومية Tetraploids وخصوصاً إذا لم يتم بنجاح الحصول عليها بواسطة معاملات الكولشيسين.
3. يمكن كذلك استخدام التهجين الجسمي في حالة تكون نباتات معرضة للموت نتيجة لوجود تشوهات في الأعضاء الجنسية أو نتيجة لوجود صفة العقم الذكري Male Sterility.
4. في حالة التهجين النوعي قد يظهر ما يسمي بالهجن غير المتماثلة وذلك نتيجة لأن بعض الكروموسومات وليس جميعها يتحد أو ينضم بعد انقسام النواة.
5. أثناء التكاثر الجنسي تنتقل نواة الجاميطة المذكرة إلي النسل الناتج وفي حالة التهجين الجسمي ينتقل السيتوبلازم أيضاً إلي الهجين (النسل الناتج) أي يحدث في هذه الحالة تهجين سيتوبلازمي، لذلك فعن طريق التهجين الجسمي يمكن نقل المعلومات الوراثية والتي كانت موجودة في السيتوبلازم إلي النسل الناتج وخصوصاً في حالة ما إذا كان أحد شركاء التهجين به عقم ذكري ، وعموماً في حالات التهجين السيتوبلازمي يمكن استبعاد نواة أحد شركاء التهجين إما قبل انقسامها لأو بعد انقسامها بالتشعيع.
6. الحصول علي توليفات جينومية مختلفة للميتوكوندريا من خلال الهجن السيتوبلازمية.
7. نقل صفة العقم الذكري السيتوبلازمي الهامة في برامج التربية.
8. الحصول علي نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش مثل أترازين حيث توجد هذه الصفة في جينوم الكلوروبلاست.
9. تعد مزارع البروتوبلاست أفضل من مزارع الخلايا ويجب استعمالها كبداية في عمليات الإكثار وعزل السلالات الطفرية.
10. دمج بروتوبلاست الأنواع النباتية البعيدة عن بعضها معاً وهو ما يعد وسيلة فعالة لإجراء التهجينات البعيدة.
11. سهولة إدخال تراكيب مجهرية حية أو غير حية في الخلايا النباتية ويستفاد من ذلك في دراسات الهندسة الوراثية.
12. إجراء الدراسات الفسيولوجية الخاصة بتمثيل الجدار الخلوي وخصائص الغشاء البلازمي.
13. زراعة كلوروبلاستيدات نباتات عالية الكفاءة في عملية البناء الضوئي في بروتوبلازم نباتات منخفضة الكفاءة.
14. الحصول علي تباينات وراثية يمكن الاستفادة منها في تحسين النباتات خاصة الأنواع العقيمة منها التي لا تنتج بذوراً.
15. وقد أمكن عن طريق دمج البروتوبلاست الأنواع البعيدة معاً إنتاج أربعة أنواع من الهجن هي:
    أ. هجن تحتوي علي العدد الكامل لكروموسومات الأبوين.
    ب. هجن خليطة وعقيمة أنتجت بإضافة هيئات كروموسومية من أنواع برية إلي النوع المنزرع .
    ج. هجن تحتوي علي جزء من الهيئة الكروموسومية لأنواع أخري.
    د. هجن تحتوي علي نواة أحد الأنواع وسيتوبلازم كلا النوعين "هجن سيتوبلازمية".

ومن أهم المشاكل التي نواجهها عند إجراء التهجين الجسمي ما يلي:

1. كيفية اختيار ناتج التهجين وفي العادة تتم هذه العملية من خلال الطفرات الناتجة وبمعيار مدي مقاومة الهجن للأمراض النباتية أو مدي تحملها لظروف الإجهاد غير الملائمة.
2. ناتج التهجين الجسمي يكون في العادة غير متوازن بمعني غنه قد يكون عقيماً أو غير ثابت أو قد يكون به تكوين غير مكتمل أو ناقص ونتيجة لذلك لا يستطيع الحياة وعموماً يظهر هذا النوع خصوصاً إذا تم التهجين الجسمي بين شركاء ذات بعد وراثي تقسيمي كبير .

3- ما المقصود بالنباتات المعدلة وراثياً مع ذكر طرق نقل الجين و شرح احداها بالتفصيل.

النباتات المهندسة أو المعدلة وراثيا هى نباتات تحتوى على جين أو العديد من الجينات والتى تم ادخالها بطرق البيوتكنولوجيا الحديثة ، وهذا الجين الذى تم ادخاله (الجين المنقول) يتم الحصول عليه من نبات ذو قرابة وراثية أو يختلف تماما عن النبات المراد تحسينه (النبات المستهدف) ، ويطلق عليه نبات معدل وراثيا. وفى الواقع أن كل المحاصيل تقريبا قد تم تعديلها وراثيا على مدى العصور الماضية من حالتها البرية الاصلية الى ما هى عليه الان اما بالانتخاب أو بطرق التربية التى يتحكم فيها الانسان.

انتاج المحاصيل المعدلة وراثياً:

يعتمد انتاج النباتات المحولة وراثيا على طريقة نقل العمل الوراثى المرغوب حيث توجد عدة طرق يتم من خلالها نقل الجين الى النباتات المستهدفة . يتم انتاج تلك المحاصيل عن طريق عملية تعرف بالهندسة الوراثية ، يتم خلالها نقل جينات ذات أهمية اقتصادية من كائن الى آخر. ويتم ادخال جين معين الى جينوم النبات بأحد الطرق الاتية (طرق نقل الجين Gene Transfer Methods) :-

1- طريقة الاصابة بالبكتريا الزراعية Agrobacterium mediated Gen Transfer

أن بكتيريا (Agrobacterium tumefuciens) والتي تسبب مرض التدرن التاجي للجذور في المحاصيل ثنائية الفلقة تعتبر بلا شك أفضل ناقل طبيعي للعامل الوراثي المرغوب بهدف انتاج النباتات المحولة وراثياً. فهذه البكتيريا لها المقدرة علي نقل جزء من البلازميد والذي يطلق عليه Ti-plasmid إلي الجينوم النووي للخلايا النباتية حيث يتكامل هذا البلازميد والذي يطلق عليه Transferred DNA (T-DNA) مع جينوم النبات العائل وينتقل إلي نسل النباتات المحولة وراثياً بطريقة مندلية. ولقد اتبعت هذه الطريقة في كثير من المحاصيل الحقلية مثل فول الصويا والقطن والبرسيم الحجازي والطماطم وغيرها من نباتات ذات الفلقتين.

فعالية هذه الطريقة تختلف كثيراً وتتوقف علي مجموعة من العوامل مثل:

أ- النوع النباتي.
ب- التركيب الوراثي للنبات.
ت- سلالة الأجروبكتريم المستخدمة.
ث- الحالة الفسيولوجية للنبات المعطي donor.
ج- طريقة زراعة الأنسجة المستخدمة ، وغيرها من العوامل.

وبعد تنمية بكتيريا الأجروبكتريم علي الأنسجة النباتية تنقل النباتات إلي بيئة تحتوي علي مضادات حيوية لقتل البكتيريا وللتمييز بين النباتات المحمولة وراثياً من غير المحولة.

ولزيادة معدل العدوي بسلالة البكتيريا يمكن استخدام وسائل ميكانيكية مثل الملاقط أو استخدام بودرة الكاربوراندم لعمل جروح في النبات الأصلي ، وهناك بعض المواد الكيماوية مثل الجلوكوز أو Xylose أو acetosyringone يمكنها تنشيط عملية العدوي بسلالة بكتيريا الأجروبكتيريم ومثل هذه المواد تتواجد طبيعياً عند حدوث جرح في خلايا النبات وتلعب دوراً هاماً في حدوث العدوي ، وكثيراً من نباتات الفلقة الواحدة لا تنتج مثل هذه المواد وربما يفسر ذلك عدم إمكانية نقل الجين من هذه النباتات باستخدام سلالات الأجروبكتيريم.

2- البروتوبلاست والنقل المباشر Protoplast and Direct Gene Transfer

أن استخدام هذه الطريقة في نقل الجين لا يحتاج إلي ناقل بيولوجي كما هو الحال في بكتيريا الأجروبكتيريم فعملية نقل الجين تكون عملية فيزيائية وبذلك يتم التغلب علي مشكلة تحديد مدي معين من العوائل النباتية التي تستخدم فيها هذه الطريقة بمعني أنها يمكن أن تستخدم في مدي واسع من النباتات سواء كانت ذات فلقة واحدة أو ذات فلقتين.

أن وجود مادة Polyethylene glycol والتي يرمز لها بالرمز (PEG) يسمح للأحماض النووية بالدخول إلي بروتوبلاست النبات ، ومن العوامل الهامة التي تحدد فعالية نقل الجين بواسطة طريقة PEG هو تركيز أيونات المنجنيز والكالسيوم وتركيز مادة PEG.

كذلك يمكن استعمال النبضات الكهربائية القصيرة ذات الجهد العالي electroporation لتحقيق هذا الهدف ، وفيها يتم استخدام نبضات كهربائية عالية الجهد لفترة قصيرة لعمل ثقوب في الغشاء الخلوي مما يسمح بدخول الـ DNA الغريب دون أن يؤثر ذلك علي حيوية الخلايا النباتية، ولكي تتم عملية التحول فهناك طريقتين أما استخدام نبضة كهربائية عالية الجهد لفترة قصيرة حوالي 1500 V/ cm لمدة 10 ثواني أو نبضات ذات جهد كهربي أقل مع مدة أطول أي حوالي 350 V/ cm لمدة 54 ثوانية ، وإذا أضيف مادة PEG إلي النبضات الكهربائية العالية الجهد يؤدي ذلك إلي تحسين في عملية التحول الوراثي.

3- طريقة Biolistics

وقد يطلق عليها Particle gun وتعتمد هذه الطريقة علي التحريك السريع للحبيبات الدقيقة التي تحمل الجينات المرغوبة إلي داخل الخلايا أو الأنسجة، وأحياناً يطلق عليها Gene gun بندقية العامل الوراثي أو Particle gun ، وفيها تستخدم جزيئات دقيقة (0.3 – 0.5 ميكرون) من معدن التنجستين أو الذهب وتكون مغطأة بالحامض النووي ويتم دفع هذه الجزيئات Microprojectiles إلي داخل الخلية حيث تخترق الجدار الخلوي وعندئذ يتم فصل جزيئات الحامض النووي DNA لتتكامل مع الجينوم النووي للنبات .

هذه الطريقة فعالة ولا تعتمد علي نوع النسيج المستخدم ، وتحقق هذه الطريقة مزايا عديدة منها:

أ- طريقة سهلة وسريعة.
ب- يمكن من خلالها نقل الجينات إلي عدة خلايا one shot yields many hits .
ت- يمكن للخلايا أن تتحمل عملية اقتحام الجزيئات لها.
ث- الجينات المتحركة إلي داخل الخلية يمكنها استئناف النشاط البيولوجي.
ج- تعمل بكفاءة سواء علي السطح أو في الطبقات الغائرة للأعضاء النباتية المختلفة.

4- طريقة الحقن الدقيق Microinjection

وفيها يتم استخدام أنبوب شعري ميكروسكوبي صغير جداً مصنوع من الزجاج قطره يتراوح من ميكرون واحد إلي عدة ميكرونات وذلك بحقن محلول الـ DNA إلي السيتوبلازم أو إلي نواة الخلية الحية، والطريقة تجعل الخلية التي تم حقنها تستمر في النمو والتكاثر.

وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح في الحصول علي نبات محول وراثياً في بروتوبلاست البرسيم الحجازي ووصل معدل الحصول علي نباتات محواة وراثياً 30% وفي خس الزيت وصل المعدل إلي 80%.

وبالمقارنة بطريقة Biolistics نجد أن هذه الطريقة تحتاج إلي مهارة أعلي وآدوات أكثر كما أن خلية واحدة هي التي تستقبل جزيء DNA في كل عملية حقن ، ولكنها تحقق مزايا عديدة وهي:

أ- يمكن التحكم في كمية الـ DNA المراد ادخالها إلي الخلية.
ب- يمكن للباحث أن يحدد الخلية التي يقوم بحقنها بالـ DNA .
ت- عملية حقن الـ DNA تكون دقيقة وتحت التحكم المرئي Under visual control.
ث- يمكن استخدامها حتي في حالة الخلايا ذات التراكيب الصغيرة مثل الميكروسبور Microspores وغيرها.
ج- يمكن استخدامها مع أنواع وأصناف مختلفة.

5- طريقة Microtargeting

أن كفاءة استخدام طريقة بكتيريا الأجروبكتيريم وطريقة الحقن الدقيق وكذلك طريقة Biolistics في عملية نقل العامل الوراثي إلي خلايا القمة النامية للفرع الخضري لم تحقق النجاح المطلوب، ولذلك تم استخدام جهاز جديد يسمح بتوجيه جزيئات microprojectiles إلي المساحات الصغيرة جداً في القمة النامية لبادرات المحاصيل النجيلية.

وهذا الجهاز يجمع بين مزايا طريقة الحقن الدقيق (حيث يتم نقل الجينات إلي عدة خلايا مرة واحدة).

نظراً لأن القمة المرستيمية للفرع الخضري تمثل تراكيب دقيقة جداً وتكون من خلايا صغيرة جداً فهناك **بعض النقاط الواجب مراعاتها للتغلب علي المشاكل الفنية التي قد تظهر عند استخدام هذه الطريقة فيما يلي:**

أ- يجب العمل علي اسراع حركة الجزيئات حتي تصل إلي منطقة الهدف.
ب- يجب أن يكون الجزيئات متماثلة في الحجم.
ت- يجب وصول هذه الجزيئات إلي الهدف في صورة جزيئات مفردة .
ث- قدرة هذه الجزيئات علي اختراق الهدف يجب أن تكون متغيرة ويمكن التنبؤ بها .
ج- تتميز الجزيئات بقدرتها علي حمل الـ DNA والعمل علي وصوله إلي خلية الهدف وأطلاقه بكفاءة عالية.

أمكن استخدام هذه الطريقة بنجاح في الحصول علي نباتات محولة وراثياً تحمل الصفات المرغوبة.

6- طريقة شعرات السليكون Silicon Whiskers

حيث يتم استخدام ابرة ميكروسكوبية صغيرة جداً من شعرات السيليكون لاختراق الجدار الخلوي والوصول إلي الخلية والبروتوبلاست .

وفيها يتم ببساطة خلط مجموعة شعيرات السيليكون مع الخلايا النباتية في أنبوبة اختبار وتتم عملية الرج لفترة محددة وهذا يفتح الطريق لانتشار الـ DNA في الخلايا النباتية.

أمكن الحصول علي بعض النباتات المحولة وراثياً في الذرة الشامية باستخدام هذه الطريقة.

4- أذكر مميزات المعلمات الجزيئية ثم عدد انواع المعلمات الجزيئية مع شرح إحداها .

- ❑ 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

Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLP)
Minisatellites or Variable Number of Tandem Repeats (VNTR)
Internal Transcribed Spacer regions of nuclear ribosomal genes (ITS)
Sequence-Tagged Sites (STS)
Microsatellites, Simple Sequence Repeat (SSR),
Amplified Sequence Length Polymorphism (ASLP)
Sequence Characterized Amplified Region (SCAR)
Cleaved Amplified Polymorphic Sequence (CAPS)
Single-Strand Conformation Polymorphism (SSCP)
Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE)
Thermal Gradient Gel Electrophoresis (TGGE)
Heteroduplex Analysis (HDA)
Denaturing High Performance Liquid Chromatography (DHPLC)
Multiple Arbitrary Amplicon Profiling (MAAP)
Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)
DNA Amplification Fingerprinting (DAF)
Arbitrarily Primed Polymerase Chain Reaction (AP-PCR)
Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR)
Single Primer Amplification Reaction (SPAR)
Directed Amplification of Minisatellite DNA (DAMD)
Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP)
Selectively Amplified Microsatellite Polymorphic Loci (SAMPL)

Activate
Go to PC s

ثم يشرح الطالب إحدي هذه الطرق بالتفصيل.

5- تكلم بأختصار عن الاهمية التطبيقة للمعلمات الجزيئية.

1. يمكن من خلالها وصف وتمييز التراكيب المختلفة .
2. يمكن الاستفادة من هذه الطرق فى تكوين و رسم الخرائط الكروموسومية للجينومات المختلفة و تحديد مواقع الجينات المسئولة عن الصفات على الكروموسومات.
3. يمكن استخدامها في تنقية السلالات النقية
4. يمكن من خلالها معرفة الجينات الرئيسية المسئولة عن مقاومة الأمراض و تحمل الجفاف و الملوحة و فى تحديد المواقع الوراثية المرتبطة بالصفات الكمية Quantitaive Trait Loci.
5. إمكانية تعظيم درجة الخلط الوراثى heterozygosis وبالتالى قوة الهجين وذلك بإختيار الأباء والمتابعدة وراثيا عن طريق العلامات المميزة الجزئية .
6. يمكن أستخدام هذه الطرق لتحسين كفاءة عملية الأنتخاب و أستخدام الأنتخاب المبني علي العلامات المميزة الجزيئية Marker assisted selection (MAS)– يمكن أن يحقق المزايا التالية :-

أ- امكانية الانتخاب في طور البادرة للصفات التي تظهر متاخرة في مراحل النمو مثل المحصول والعقم الذكري والمقاومة لبعض الأمراض والحشرات وغيرها .

ب- سهولة الانتخاب في حالة الصفات المتنحية والتي تحتاج الي مجهود أكبر في حالة استخدام الطرق التقليدية .

ت- يمكن اجراء الأنتخاب للصفات التي يصعب التربية لها أو تكون مكلفة أو تحتاج لفترة طويلة مثل الصفات المورفولوجية للمجموع الجذري والتربية لسلالات معينة من المسببات المرضية والحشرات والمقاومة للجفاف والملوحة ونقص العناصر الغذائية وغيرها . ونظرا لأن الانتخاب لصفة مقاومة الامراض والحشرات يمكن اجرائه بدون عدوي صناعية وهذا يترتب عليه تجنب أي أخطار قد تنتج من عدم تطبيق العدوي الصناعية بالطريقة السليمة كما أنه يمكن ممارسة الأنتخاب في المناطق التي لا يسمح فيها باستخدام او اجراء العدوي الصناعية

ث- امكانية التمييز بين النباتات الاصلية والخلطية دون الحاجة الي اختبار النسل (حيث أن معظم العلامات الجزيئية تكون (Co dominant)

ج- يمكن اجراء الأنتخاب لأكثر من صفة في نفس الوقت .

6- تكلم عن الصعوبات التى تواجه مربى النبات أثناء تنفيذ برنامج التربية. وما هى التقنية التى استخدمت للتغلب على هذه الصعوبات.

هناك بعض الصعوبات والمشاكل التى تواجه مربى النبات أثناء تنفيذ برنامج التربية لنقل الصفات المرغوبة كالمقاومة للامراض والحشرات وغيرها وتتمثل هذه الصعوبات فيما يلى :

1- يحتاج مربى النبات الى عدة اجيال (عدة سنوات) many generations needed حتى يمكن نقل الصفة المرغوبة من خلال برنامج التهجين الرجعى أو طرق التهجين الاخرى مثل التهجين مع تتبع النسب أو التهجين التجميعى أو غيرها.

2- كثير من الصفات المرغوبة تكون صفات كمية quantitative traits يتحكم فيها العديد من العوامل الوراثية polygenetic

3- تحتاج بعض الصفات الى مجهود كبير من المربى ليتم نقلها كما هو الحال عند التربية لمقاومة الأمراض والحشرات فيلجأ المربى الى استخدام العدوى الصناعية بالمسببات المرضية.

4- كثير من الصفات الهامة تتأثر بالتفاعل بين التركيب الوراثى والظروف البيئية السائدة فى المنطقة .

التقنية التى استخدمت للتغلب على هذه الصعوبات:

ظهرت تقنية العلامات المميزة الجزيئية للتغلب على مثل هذه الصعوبات ولتمثل آداة هامة لزيادة فعالية وكفاءة برامج تربية النبات . وقد ذكر McKersi and Brown، 1997 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.

7- تكلم عن اشهر الامثلة التى تدل على نجاح تقنية الهندسة الوراثية.

أولاً : زيادة انتاجية النباتات Increasing Yields :

1. **نقل جينات التمثيل الضوئى إلى الأرز:**

في المعهد القومي الياباني للموارد البيولوجية ، تمكن العلماء من نقل جينات التمثيل الضوئى photosynthesis من البطاطس إلى الأرز لزيادة كفاءته في إنتاج النشا النباتي. وقد أدت هذه العملية إلى زيادة المحصول بنسبة 30%.

2. **تعديل الميتابولزم (التمثيل الغذائى) فى النباتات**

تمكن علماء آخرون من تعديل الميتابولزم (التمثيل الغذائي) في النباتات عن طريق إبطال مفعول بعض الجينات لكي يتحول مسار بعض المغذيات nutrients من جزء إلى جزء آخر من أجزاء النبات. فمثلا النباتات الزيتية كالكانولا canola (الشلجم من عائلة اللفت) يزداد الإنتاج كلما زاد تركيز الأحماض الدهنية في البذور وليس في الأوراق .

3. **تطوير محاصيل أكثر قدرة على استخلاص العناصر الغذائية من التربة**

يستطيع العلماء أيضا، باستخدام البيوتكنولوجيا ، تطوير محاصيل أكثر قدرة على استخلاص العناصر الغذائية من التربة. مثال ذلك ما قام به العلماء المكسيكيون من تجارب أسفرت عن إنتاج نباتات عبر جينية لها القدرة على إفراز حمض الستريك citric acid من جذورها إلى التربة، فتزداد حموضة التربة قليلا ما يؤدى إلى انسياب أو تفكك المعادن المرتبطة بجزيئات التربة فيمتصها النبات بسهولة .

4. **انتاج اصناف من القمح تثبت الازوت الجوى.**

النيتروجين أو الآزوت nitrogen هو العنصر السهل الممتنع ، فعلى الرغم من أنه يشكل أكبر نسبة من الهواء الجوى (80%)، إلا أن معظم الكائنات الحية بما فيها النباتات لا تستطيع الاستفادة منه فى صورته الغازية، وفى نفس الوقت لا تستطيع الاستغناء عنه، فهو إذن العنصر المحدد limiting factor لنمو هذه الكائنات. من هنا، يحاول الباحثون فى مختلف التخصصات معرفة أسرار العلاقة التكافلية التي تسمح لبكتيريا العقد الجذرية root nodules الموجودة في جذور النباتات البقولية كالفاصوليا والبازلاء من تثبيت النيتروجين الجوى وتحويله إلى أمونيا يستفيد منها النبات الذي يحتضن هذه البكتيريا في جذوره . وقد تعرف علماء النبات فى المجر وفى إنجلترا على الجين النباتى الذى يمكن النبات من تكوين علاقة تكافلية مع بكتيريا تثبيت النيتروجين الموجودة فى التربة. وتعرف علماء الميكروبيولوجيا فى جامعة كوينزلاند فى استراليا على جينات البكتيريا التى تحفز النبات على تكوين العقد الجذرية وقد أدى التعاون بين علماء البيولوجيا في الاتحاد الأوربي والولايات المتحدة وكندا إلى فك شفرة الجينوم الخاص بإحدى سلالات بكتيريا تثبيت النيتروجين، وتمكن علماء كيمياء البروتينات من معرفة التركيب الدقيق للإنزيم البكتيري الذي يقوم بتحويل النيتروجين الجوى إلى صورة أخرى يمكن للنبات أن يمتصها ويستفيد منها .

ثانياً : نباتات تقاوم الآفات Pest-Resistant Plants :

1. **الذرة المقاوم للحشرات Bt gene.**

فكرة ال Bt gene أن بكتريا التربة المسماة (Bacillus thuringiensis Bt) 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 موت الحشرات التي تتطفل على بعض المحاصيل الزراعية دون أن يضر بالمحصول نفسه أو بالإنسان . ويعد حفار الذرة الأوروبي European corn borer من أخطر الحشرات التي تصيب المحاصيل، إذ يكلف الولايات المتحدة وحدها 1.2 بلايين دولار سنويا ، ولذلك فإن محاليل هذه البكتيريا كانت تستخدم منذ ثلاثينيات القرن الماضي على هيئة رذاذ لرش المحاصيل الحقلية بدلاً من استخدام المواد الكيماوية . من هنا فطن الباحثون إلى إمكانية نقل هذا الجين البكتيرى المسئول عن إنتاج هذا البروتين القاتل وإيلاجه فى جينوم النبات حتى يستطيع إنتاجه بنفسه وبالتالى يتمتع بخاصية المقاومة الذاتية للحشرات. وهذا ما حدث بالفعل مع محاصيل الذرة والبطاطس والقطن وما زالت الأبحاث تجرى على قدم وساق لإحداث هذا التحوير الجيني فى بقية المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية. هذه البروتينات القاتلة للحشرات ستعطى النباتات حماية ولو جزئية تؤدى إلى التقليل من استخدام المبيدات الحشرية التي تضر بالبيئة وبالإنسان. وفى نفس الوقت تخفض من تكاليف شراء المبيدات وماكينات أو طائرات الرش والعمالة ...الخ .

2. **القطن المقاوم للحشرات**

هذا الصنف من القطن المعدل وراثيا يتشابه فى تأثيره مع محصول الذرة المقاوم للحشرات ، حيث يحتوى على بروتين يزود النبات بالحماية على مدار الموسم من آفات ديدان البراعم الزهرية Budwarms و ديدان اللوز Bollwarms، لذا فان استخدام المبيدات لمقاومة تلك الآفات يكون منخفضا أو منعدما.

هذا الصنف متوفر ومصرح به فى كل من الارجنتين، استراليا، كندا، اليابان، المكسيك، جنوب أفريقيا والولايات المتحدة الامريكية.

3. **البطاطس المقاوم للحشرات**

هذا الصنف من البطاطس يتشابه فى عمله مع صنف الذرة المقاوم للحشرات، حيث يحتوى على بروتين يمد النبات بحماية داخلية من "خنفسة بطاطس كولورادو Colorado potato beetle" لذا فان زراعة هذا النوع من البطاطس لا يحتاج الى استخدام مبيد لتلك الآفة، هذا بالاضافة الى فوائده على كل من المزارع والمستهلك والبيئة. متوفر ومصرح به كغذاء فى كل من استراليا ، كندا ، اليابان والولايات المتحدة الامريكية.

4. **البطاطس المقاوم للفيروس**

تم تعديل عدة أصناف من البطاطس لمقاومة فيروس التفاف أوراق البطاطس PLRV & فيروس PVY ، وذلك باستخدام التكنولوجيا الحيوية. وتؤدى زراعة تلك الاصناف المقاومة للفيروسات الى تقليل استخدام مبيدات الحشرات والتى نحتاج الى استخدامها لمكافحة الحشرات التى تنقل الفيروسات. هذا الصنف متوفر ومصرح به كغذاء فى كل من أستراليا وكندا والولايات المتحدة الامريكية

ثالثاً : تكنولوجيا مقاومة مبيدات الحشائش

تمثل الحشائش مشكلة كبيرة ومستديمة للمزارعين، فتلك الحشائش لا تنافس المحاصيل على الماء والعناصر الغذائية والضوء والمكان فحسب ولكنها ملجأ للحشرات والآفات، هذا بجانب إعاقتها لعملية الرى وأنظمة الصرف وإضعافها لجودة المحصول، كما يتخلف عن تلك الحشائش بذور عند حصاد المحصول، فإذا تركت تلك البذور فإن الحشائش الناتجة عنها يمكن أن تؤدى إلى خفض غلة المحصول بصورة واضحة.

ويمكن للمزارعين مكافحة تلك الحشائش عن طريق الحرث أو النقاوة اليدوية أو إستخدام المبيدات أو بإستخدام كل التقنيات السابقة مجتمعة.

ولسوء الحظ أن عملية الحرث تترك الجزء العلوى من التربة معرضاً لعوامل التعرية مثل الرياح والمياه مما يؤثر على البيئة على المدى الطويل. ومن ناحية أخرى فإن هناك جدل بشأن الإستخدام المتكرر لمبيدات الحشائش والذى يؤدى إلى تلوث المياه الجوفية وتأثر الحياة البرية مما يؤدى الى نفوق العديد من الكائنات البرية بالإضافة إلى إصابة الإنسان والحيوان بمختلف الأمراض.

إنتاج نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش:

تعتبر المحاصيل المقاومة لمبيدات الحشائش أداة فاعلة للمزارعين والتى تؤدى إلى مقاومة الحشائش وتتوافق مع طرق عدم حرث التربة مما يساعد على حماية سطح التربة من عوامل التعرية، وتلك المحاصيل تعطى للمزارعين المرونة فى إستخدام مبيدات الحشائش عند الإحتياج إليها فقط، كما يمكنهم التحكم فى المقدار المستخدم منها وما يتناسب مع الظروف البيئية. الطرق التى يتم بها التعديل الوراثى للمحاصيل كى تتحمل التعرض لمبيدات الحشائش تتضمن ما يلى:

أ- إنتاج بروتين جديد يزيل سمية مبيدات الحشائش.
ب- تعديل البروتين المستهدف لمبيدات الحشائش بحيث لا يتأثر بتلك المبيدات .
ت- إنتاج عوائق أو حواجز طبيعية فيزيقية أو فسيولوجية تمنع دخول مبيدات الحشائش إلى النبات. وتعتبر الطرق الأولى والثانية هى الأكثر شيوعاً التى يستخدمها العلماء لإنتاج محاصيل مقاومة لمبيدات الحشائش.

مزايا المحاصيل المقاومة لمبيدات الحشائش :

أ- المقاومة الفائقة للحشائش والحصول على أعلى غلة للمحصول.
ب- إمكانية مقاومة الحشائش بعد نمو النباتات.
ت- خفض عدد مرات الرش بالمبيدات فى الموسم الزراعى.
ث- خفض إستخدام الوقود نظراً لخفض عدد مرات الرش.
ج- إستخدام مركبات أقل سمية وغير نشطة فى التربة.
ح- إمكانية إستخدام طرق (عدم حرث التربة) أو (تقليل الحرث)، والتى تعود بالفائدة على مكونات التربة والكائنات الحية الموجودة بها (Felsot،2000).

وفى دراسة أجراها (إتحاد فول الصويا الأمريكى ASA) بالنسبة للحرث المتكرر لمزارع فول الصويا أوضحت أن عدد كبير من تلك المزارع إستخدمت طرق (عدم حرث التربة) أو (تقليل عملية الحرث) وذلك بعد زراعة أصناف فول الصويا المقاوم لمبيدات الحشائش. وقد وفرت تلك العملية البسيطة لمقاومة الحشائش حوالى 234 مليون جالون من الوقود بالإضافة إلى أن 247 مليون طن من سطح التربة بقيت على حالها دون أن تتأثر بعوامل التعرية

1. **الكانولا المقاومة لمبيدات الحشائش**

هذا الصنف المعدل وراثيا لمقاومة تأثير مبيدات الحشائش يعمل مشابها لغيره من المحاصيل المقاومة لنفس التأثير ، كما أن فوائده مشابهة لصنف فول الصويا المقاوم لمبيدات الحشائش ، وهو متوفر ومصرح به فى كل من أستراليا ، كندا ، واليابان وأمريكا.

2. **القطن المقاوم لمبيدات الحشائش**

هذا الصنف من القطن المعدل وراثيا يتشابه فى تأثيره مع المحاصيل الاخرى المعدلة وراثيا مثل فول الصويا المقاوم لمبيدات الحشائش. يتواجد هذا الصنف فى الارجنتين ، أستراليا، كندا، اليابان ، والولايات المتحدة الامريكية.

3. **انتاج اصناف من القمح لا تتأثر بمبيدات الحشائش.**

رابعاً: نباتات تتحمل الظروف البيئية السيئة Plants Hardier :

بالإضافة إلى التحديات التى ذكرت سابقا (الآفات، الحشائش..الخ) تواجه النباتات تحديات أخرى فى غاية الأهمية مثل نقص المياه، ملوحة أو حموضة التربة، حرارة أو برودة الجو،... الخ ورغم أن المربين على مر العصور نجحوا في استنباط أنواع من النباتات تتحمل الظروف القاسية ، إلا أن هذا النجاح كان محدودا بسبب الصعوبات التى تعترض طريقهم أثناء عمليات الانتخاب والخلط بين الأنواع. لذا فإن العلماء يعلقون آمالا كبيرة على البيوتكنولوجيا الحديثة للتغلب على هذه العقبات.

الجفاف والملوحة :

على الرغم من التوصل إلى بعض أنواع النباتات العبر جينية والتى تتحمل الجفاف والملوحة، إلا أن استخدامها عملياً فى الزراعة مازال بعيد المنال . فمعظم الأبحاث عليها كانت تجرى فى الصوب الزراعية greenhouses ولذلك فإنه من الصعب الاعتماد على النتائج المتحصل عليها وتطبيقها فى الحقول تحت الظروف الطبيعية الحقيقية . ولكن يمكن استخدام هذه النباتات فى زراعة الأراضي المستصلحة حديثا، وبالتالي نزيد من مساحة الرقعة القابلة للزراعة فى المستقبل . ويجب ألا ننسى أن كثيرا من الأراضي الملحية نشأت من عدم المداومة أو الانتظام فى الرى أو بسبب نوعية المياه المستخدمة. لذلك فإنه يجب أن نعطى الأولوية لأسباب حدوث الملوحة وكيفية التغلب عليها، وإلا فإن الملوحة ستزداد فى التربة بدرجة قد لا تتحملها حتى النباتات المعدلة وراثيا لتحمل الملوحة. وقد توصل بعض الباحثين إلى إنتاج طماطم تتحمل ملوحة أكثر ب 300 مرة مما تتحمله الطماطم العادية.

1. **تطوير نوع من الأرز مقاوم للجفاف والظروف البيئية السيئة**

فى جامعة كورنيل بالولايات المتحدة ، قام الباحثون بقيادة Ray Wu أستاذ الوراثة والبيولوجيا الجزيئية بتطوير نوع من الأرز مقاوم للجفاف والظروف البيئية السيئة. وقد نشأت الفكرة عندما لاحظ العلماء أن بعض النباتات الصحراوية تقلل نشاطها الى ما يقرب من الصفر وتبدو وكأنها ميتة عندما تشح المياه ، ثم تعود ثانية للحياة عندما يسقط المطر. يعتقد العلماء أن هذه الكائنات تنتج نوع من السكر يسمى الترى هالوز trehalose يساعدها على مواجهة الظروف البيئية الصعبة. قام الباحثون بهندسة جينات نبات الأرز من النوع basmati ووضعوا به الجين الذى يشفر لانتاج الترى هالوز (من بكتيريا أ. كولاى E. coli) ونجحوا فى زراعة هذا الأرز (stress-tolerant rice) وقالوا أنه استطاع المعيشة والنمو بنجاح فى التربة المالحة،

وعند درجات الحرارة المنخفضة، وتحت ظروف الجفاف. ويتوقع العلماء أن يحل هذا الأرز الجديد مشكلة الغذاء في المناطق الجافة والمالحة .

2. خلط الأرز الأفريقى بالأرز الآسيوي

قد تمكن الباحثون من رابطة غرب أفريقيا لتنمية الأرز (W.A.R.D.A) ومقرها ساحل العاج – من خلط الأرز الأفريقى بالأرز الآسيوي لإنتاج أرز هجين hybrid يسمى NERICA ومعناها أرز جديد لأفريقيا. يستطيع هذا الأرز الهجين المعيشة والنمو تحت ظروف الجفاف فى أفريقيا، بالإضافة إلى أن إنتاجيته تفوق إنتاجية الأرز التقليدي وبالتالي يمكن استخدامه فى سد جانب كبير من الاحتياجات الغذائية للسكان في المناطق الجافة من أفريقيا. ومن المعروف أن إنتاج الغذاء في دول الجنوب الأفريقي يتناقص منذ الستينيات من القرن الماضي . وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد نوعين رئيسيين من الأرز فى العالم هما الأرز الأفريقى والأرز الآسيوي ، والشيء الغريب أن حوالى 80% من الأرز الذى تنتجه أفريقيا هو أرز من النوع الآسيوي، 15% فقط من النوع الأفريقي.

خامساً: تحسين خواص المنتجات الغذائية Quality Traits

يعتبر تحسين القيمة الغذائية للمحاصيل من أهم الوسائل التى يمكن بها علاج أمراض نقص أو سوء التغذية malnutrition خاصة فى الدول النامية. فمثلا، الأرز الذهبى والطماطم الغنية بالبيتاكاروتين يفيد فى علاج نقص فيتامين A (أ)، البطاطس الغنية بالبروتين تفيد فى حالات نقص البروتين والأحماض الأمينية، وفول الصويا الغنى بالزيوت غير المشبعة يفيد فى تخفيض نسبة الكوليسترول والوقاية من تصلب الشرايين، والطماطم الغنية بالليكوبين lycopene مفيدة للوقاية من أمراض القلب والسرطان...الخ .

1- الأرز الذهبى Golden Rice :

يعانى أكثر من 130 مليون طفل فى شتى أنحاء العالم من نقص فيتامين A ، يموت منهم 2 ملايين طفل كل عام، ويصاب بالعمى ملايين آخرين. هذا النقص فى الفيتامين يحدث بسبب الاعتماد على محصول أو اثنين من المحاصيل الأساسية كغذاء.فمثلاً الأرز لا يحتوى على المقادير الكافية من البيتاكاروتين التى توفر الاحتياجات المقررة من فيتامين (A) والبيتاكاروتين betacarotene ، هو المركب الذى يتكون منه فيتامين (A) فى الجسم و12 وحدة من البيتاكاروتين تتحول فى الجسم إلى وحدة واحدة من فيتامين (A) ، وبالإضافة إلى وظيفته فى المحافظة على النظر فإنه يساعد على تأخير الشيخوخة والتقليل من مضاعفات مرض السكر ومخاطر الإصابة ببعض أنواع السرطان ويحسن من وظيفة الرئتين ، ويوجد بكثرة في الجزر والخضر والفاكهة الصفراء والبرتقالية مثل المانجو والكانتالوب والمشمش والكيوى والبطاطا (الحلوة) والبروكلى والسبانخ. ويظهر نقص فيتامين (A) بوضوح فى قارة أسيا حيث يمثل الأرز المحصول الرئيسى فى غذاء السكان (تنتج أسيا 90% من محصول الأرز العالمي). فى جنوب شرق آسيا يصاب 5 ملايين طفل كل عام بالعمى ولو جزئيا على الأقل. وتقدر الاحتياجات اليومية من الفيتامين بحوالي 600 ميكروجرام (مكجم)، إلا أن السيدات الحوامل والمرضعات يحتجن أكثر من ذلك (ألف مكجم)، علماً بأن الجزرة الواحدة التى تبلغ 7 بوصات تعطى الجسم حوالى 2 مكجم من فيتامين (A) ولكن يجب الحذر من تناول جرعات تزيد عن الحدود المسموح بها نظرا لسميته . استطاع الدكتور Ingo Potrykus من المعهد الفيدرالى السويسرى والدكتور Peter Beyer من جامعة Freiburg من تطوير سلالة من الأرز تنتج البيتاكاروتين فى الحبة نفسها (أوراق الأرز الخضراء التى لا تؤكل تحتوى على بيتاكاروتين) . وبسبب أن البيتاكاروتين يضفى لونا أصفر على الحبوب، فقد أطلق عليه الأرز الذهبى golden rice . أما الأساس العلمى الذى تم على أساسه تم تطوير هذا النوع من الأرز فقد استغرق حوالى عقدين من الزمان وتكلف ملايين الدولارات . باختصار ، فإن الأرز الذهبى ما هو إلا أرز يابانى تم تحويره جينيا بحيث يحتوى على دورة ميتابولزمية جديدة new pathway يتحول خلالها مركب طليعى للبيتاكاروتين precursor إلى البيتاكاروتين نفسه، في الجزء الداخلي الذي يؤكل من الحبة أو ما يطلق عليه الإندوسبرم endosperm. تكوين هذه الدورة الجديدة تطلب عزل اثنين من جينات نبات النرجس البرى daffodil وجينا آخر من البكتيريا وتكوين توليفة جينيه جديدة construct genetic تم إدخالها وإدماجها بنجاح فى جينوم الأرز الياباني. هذه التركيبة الجينية الجديدة استطاعت أن تنتج ثلاث إنزيمات مختلفة فى نبات الأرز أدت إلى إنتاج البيتاكاروتين. وحتى الآن لم تعرف الجهة أو الهيئة التى ستتحكم فى توزيع هذا الأرز ومن الذى سيجنى أرباحه.، والبعض ينادى بجعله مجانا أمام شعوب البلدان النامية .

2. الارز الغنى بالحديد

تمكن العلماء من نقل جين من فول الصويا الى الارز فزود محتوى حبوب الارز من الحديد الى ثلاثة اضعاف.

3. ذرة ومحاصيل زيتية غنية بفيتامين (E) :

فيتامين E (هـ) من مضادات الأكسدة المعروفة بقوتها فى ترويض الجزيئات الحرة أو ما يعرف بالشق الطليق free radical هذا الشق الطليق يؤدى إلى حدوث سلسلة من التفاعلات تؤدى فى النهاية إلى انحلال غشاء الخلية وما بداخلها من جسيمات، مما يفتح الباب للأمراض القاتلة مثل السرطان والقلب – قاتل أميركا الأول - وفيتامين (E) من مضادات الأكسدة المأمونة حيث يمكن للزيادة (حتى 1000 ملجم يوميا) أن تخزن فى مستودعات الدهن دون ظهور أثار جانبية أكثر من

المغص أو اصفرار الجلد0 وتقدر الاحتياجات اليومية من فيتامين (E) التى تكفى لمنع الأمراض بحوالى 15 ملجم للبالغين، ولكنه حينما يعطى بكميات أكبر من هذه الكميات الدنيا ، فإنه يؤدى إلى تحسن المناعة والنمو والتناسل . وقد ثبت أنه ينشط عملية إنتاج الخلايا القاتلة الطبيعية وهى الخلايا التى تبحث عن الجراثيم أو الخلايا السرطانية وتقتلها، ويساعد أيضاً على إنتاج خلايا بيتا B-cells التى تنتج الأجسام المضادة للميكروبات . استطاع البروفيسور دين ديلابينا D. DellaPena أستاذ الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية بالولايات المتحدة التعرف على الجين المسئول عن تحويل الصورة الضعيفة من فيتامين (E) (جاما) الموجودة فى المحاصيل الزيتية إلى الصورة الأكثر قوة وفاعلية (ألفا). وقد نجح فى تحسين نبات ورد الماء أو ورد النيل (water cress، Arabidopsis thaliana) بحيث ارتفع معدل الفيتامين به حوالى 10 مرات. وحيث أن المسار pathway الذى يتحول به النوع جاما إلى النوع ألفا هو نفسه الموجود فى فول الصويا والذرة والكانولا ، فيعتقد الباحثون إمكانية تطبيق نفس الأسلوب على هذه المحاصيل . ومن المعروف أن فول الصويا والكانولا وهما من أفضل مصادر فيتامين (E) يحتويان فقط على 3 ملجم فى الحصة الواحدة، يمكن زيادتها إلى عشرة أضعاف هذه الكمية عند تعديلها وراثياً .

4. <u>فول الصويا ذات المحتوى الدهنى الغير مشبع الاحادى</u>

كلنا يعرف أن الأحماض الدهنية المشبعة الموجودة فى الدهون الصلبة خطر على الصحة، لأنها ترفع من مستوى الكوليسترول السئ فى الدم (LDL). أما الأحماض الدهنية الغير مشبعة (PUF) الموجودة فى الزيوت السائلة فهى فى حد ذاتها غير ضارة، إلا أن رجال الصناعة يعملون لها هدرجة hydrogenation أى تشبيع الروابط الموجودة بها بالهيدروجين فتتحول من الصورة الطبيعية (سيز CIS) إلى الصورة (ترانس TRANS) الأكثر صلابة وثباتا والأكثر ضرراً فى نفس الوقت، مما حذا برجال FDA إلى ضرورة ترقيم labeling الأغذية التى تحتوى على هذا النوع من الزيوت ابتداءً من أول يناير 2006م. وتجدر الإشارة إلى أن الدهون المشبعة والدهون من النوع ترانس – كما تشير كثير من الدراسات- تزيد من مخاطر الإصابة بمرض الشريان التاجى CHD ذلك المرض الخطير الذى يقضى على حياة 500 ألف مواطن فى أمريكا وحدها كل عام، بالإضافة إلى 13 مليونا آخرين فى قائمة الانتظار. استطاع توم كليمنت Clemente Tom وزملاؤه فى جامعة نبراسكا الأمريكية ، عن طريق إبطال مفعول اثنين من الجينات فى فول الصويا، أن يزيدوا من مستوى حمض الأوليك oleic فى الفول - وهو من الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع MUF التى تنتج الدهون الجيدة- وأن يقللوا من إنتاج حمض البالمتيك palmitic وهو من الأحماض الدهنية المشبعة التى تنتج الدهون الضارة . يقول كليمنت أن الأبحاث التى أجريت على فول الصويا منذ عشرات السنين وحتى الآن هى التى سهلت له مهمته، فمنذ أكثر من 25 سنة والباحثون يحاولون إنتاج فول صويا غنى بحمض الأوليك oleic ولكنهم لم ينجحوا فى ذلك بسبب أن الجينات المسئولة عن إنتاج هذا الحمض هى جينات متنحية أو متخفية recessive بمعنى أنها دائما موجودة وإن كان تأثيرها لا يظهر إلا عندما يغيب الجين السائد. من هذه التجارب التقليدية استطاع كليمنت أن يحدد الجينات التى يجب إسكاتها silenced على حد تعبيره .

وتجدر الإشارة إلى أن زيت فول الصويا العادى يكتسب رائحة السمك بعد فترة من تخزينه مما يعنى أنه قد تزنخ rancid بسبب احتوائه على مستويات مرتفعة من حمض اللينوليك linoleic وهو حمض دهنى غير مشبع متعدد PUF وغير ثابت لذلك لا يمكن استعمال زيت فول الصويا الطبيعى فى الصناعة دون إضافة زيوت نباتية أخرى مهدرجة جزئيا لتحسينه وإطالة عمره . أما فول الصويا المعدل فينتج زيت يحتوى على 75-80% من حمض الأوليك (حمض غير مشبع أحادى) مما يجعل الزيت أكثر ثباتا ولا يحتاج إلى إضافة أى زيوت أخرى عند تصنيعه، مقارنة بزيت الصويا الطبيعى الذى يحتوى على 15-20% حمض أوليك .

5. <u>فول الصويا الغنى محتواه من مادة التيكوفيرول المصدر الرئيسى الى فيتامين هـ</u>

يعتبر فول الصويا من المحاصيل الزيتية ذات القيمة الاقتصادية العالية لما يحتويه من أحماض أمينية هامة بالمقارنة باللحوم ، لذا يعتبر من أهم المحاصيل الغذائية فى الوقت الحالى.

يمثل فول الصويا الزيت الرئيسى فى العالم حيث يصل استهلاكه 82% من امريكا و 27 % فى العالم. عائلة التيكوفيول تتكون من 4 انواع هى الفا و بيتا و جاما و دلتا

الصورة الفا افضل صورة تحتوى على أعلى نسبة من فيتامين هـ مقارنة بالصور الاخرى فى المحاصيل الزيتية الصورة الفا نسبتها ضعيفة جدا فى حين ان الصورة جاما توجد بنسبة 10-20%

تم نقل الجين (TMT) من نبات برى يسمى ال Arabidopsis الى فول الصويا و هذا الجين مسئول عن تحويل كمية كبيرة من الصورة جاما الى الصورة الفا و بذلك زاد محتوى فول فول الصويا من فيتامين هـ.

6. <u>الكانولا ذات المحتوى العالى من حمض الاوليك</u>

يحتوى هذا الصنف الجديد على نسبة عالية من حمض الاوليك ، وفوائده مشابهه لحمض الاوليك الموجود فى فول الصويا ، متوفر ومصرح به فى كندا .

8- قارن بين طريقتي AFLP – RAPD من حيث مميزات وعيوب كلاً منهما.

RAPD	AFLP
المميزات: 1- تستخدم في عمل البصمة الوراثية ونتائجها سريعة (4 ساعات تقريبا). 2- رخيصة التكاليف. 3- لا تحتاج إلي أي معلومات مسبقة بخصوص تتابعات النيوكليوتيدات الخاصة بالعينة محل الدراسة. 4- تحتاج كمية صغيرة جداً من الـDNA. 5- عدد مواقع البادئات الخاصة به متوسطة علي مستوي الجينوم. 6- يعطي مستوي أقل من التباين الوراثي بين الأصناف والأنواع. 7- يحتاج إلي باديء واحد فقط (10 قواعد نيوكليوتيدية) ولا يحتاج تقطيع الـ DNA إلي شظايا.	المميزات: 1- تستخدم في عمل البصمة الوراثية وتحتاج إلي خطوات معملية عديدة لعمل البصمة الوراثية (3 أيام). 2- لاتحتاج إلي أي معلومات مسبقة بخصوص تتابعات النيوكليوتيدات الخاصة بالعينة محل الدراسة. 3- عدد مواقع البادئات الخاصة به غزيرة علي مستوي الجينوم. 4- يعطي مستوي عال جداً من التباين الوراثي بين الأصناف والأنواع. 5- الثبات الوراثي (Reproducibility) عالي جداً. 6- يحتاج إلي العديد من البادئات المتنوعة المتخصصة وكذلك إلي إنزيمات القطع المحددة (EcoR1, MseI) لتقطيع الـ DNAإلي شظايا صغيرة جداً. 7- (Marker Index) عالي جداً بالمقارنة بالواسمات الأخري.
العيوب: 1- الثبات الوراثي أقل نسبياً من الواسمات الأخري. 2- حساس جداً لأي تغيرات في مكونات التفاعل. 3- (Marker Index) منخفض بالمقارنة بالواسمات الأخري.	العيوب: 1- التكلفة عالية. 2- تحتاج تقنية الـ AFLP إلي خطوات عديدة ودقيقة للوصول للنتائج.

مع أطيب التمنيات بالتوفيق و النجاح،،،
أ.د/ محمود الزعبلاوي
د/خالد عبد الواحد