الجولة الثانية:

الطور الأول من البيوتكنولوجيا

زراعة الأنسجة النباتية Tissue Culture وتطبيقات متعددة عليها:

أولاً: تمهيد. • المقصود بزراعة الأنسجة:

يقصد بزراعة الأنسجة نمو خلايا أو أنسجة أو أجزاء نباتية مختلفة في أوانٍ زجاجية وأحياناً بلاستيكية، تحتوى على بيئات مغذية صناعية تتكون من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات، ويتم ذلك تحت ظروف كاملة التعقيم، والأوانى بما تحتويه من بيئة ومادة نباتية يطلق عليها اسم «مزرعة أنسجة» والمزارع يتم حفظها فى حضانات يمكن التحكم فى درجات حرارتها وإضاءتها وفقًا للاحتياجات المناسبة للنبات.

* ومن تتبعنا لأطوار البيوتكنولوجيا (الستة السابق الإشارة إليهم) فإننا نجد أن الباحثين والمهتمين بالبيوتكنولوجيا يعتبرون أن طور زراعة الأنسجة هو أول وأقدم هذه الأطوار التى ظهرت ـ[بحسب البداية التى اتفقنا عليها]ـ أما لماذا ... فالإجابة هى فى النقطة التالية:

ثانياً: بدايات زراعة الأنسجة وكيفية تطورها:

وبنظرة سريعة على هذه البدايات ، وكيف تطورت الأمور لتصبح زراعة الأنسجة بهذا الشكل نجد:

١ ـ فى عام ١٨٤٠م أعلن العالم الألمانى (Van Liebig) أن وجود العناصر المغذية فى التربة يعتبر عاملاً هامًا لنمو النبات.

٢ ـ فى عام ١٨٦٠م أعلن العالم (Knop,) توصله إلى تكوين محلول مغذٍّ للنبات معتمداً على تحليلات التربة.

٣ ـ فى عام [١٨٣٨ ، ١٨٣٩] وضع كلٌّ من عالم النبات Shleiden وعالم

الحيوان Schwann وبصورة مستقلة أسس النظرية الخلوية مع التركيز على طبيعة الخلايا وقدرتها على النمو بعد فصلها من النبات الأم، ولقد توصل العالمان إلى نظرية القدرة الكامنة للخلية (Cell Totipotence) وتعنى قابلية أى خلية نباتية حية لتكوين نبات كامل.

٤ ـ فى عام ١٨٩٢ أعلن (Sachs) أن النباتات تحتوى على بعض مواد النمو التى تساعد على تكوين الأعضاء النباتية وتتحرك قطبيًا فى النبات .

٥ ـ فى عام ١٩٠٢ نجد ظهور نباتات الأنابيب، ولقد قام عالم النباتات الألمانى «هيبرلاندت Haberlandt» بالعديد من التجارب ومن خلالها استطاع أن يحدد المشكلات التى صادفت تجاربه ونجح فى وضع الأسس الهامة لنجاح زراعات الخلايا والأنسجة النباتية، وتلا ذلك إجراء العديد من التجارب والدراسات الناجحة التى أسهمت فى التطور السريع لعلم زراعة الخلايا والأنسجة النباتية، وبعرضنا بعضًا من إنجازات الباحثين بعد هذا التاريخ نجد أن العالم «White» فى عام ١٩٣٤ تمكن من الحصول على مزارع أنسجة لجذور نباتات الطماطم، وفى عام ١٩٣٩ تمكن العالمان (Gautheret و Nobecourt) من الحصول على مزارع خلوية (مزارع كالس) لجذور الجزر لها المقدرة على النمو المستمر وإعطاء خلايا جديدة غير مكتشفة، وتمكن العالم White أيضًا فى عام ١٩٣٩م من النجاح فى الحصول على مزارع كالس من ساق نبات الدخان، ونشأ علم زراعة الأنسجة والخلايا النباتية، وفى عام ١٩٤٦ أعلن (Ball) عن أول تطبيق عملى لتقنيات زراعة الأنسجة فى إكثار نبات الترمس والحصول على نباتات كاملة باستخدام القمم الساقية، وتوالى بعد ذلك الإعلان عن نجاح إكثار العديد من النباتات باستخدام زراعة الأنسجة. وفى عام ١٩٥٠ تمكن العالم Ball من تكوين الأعضاء النباتية من أنسجة الكالس. وفى عام ١٩٥٦ تمكن العالمان (Tuleck and Nickell) من النجاح والإعلان عن إمكانية نمو بعض الخلايا النباتية وتضاعفها فى المزارع السائلة (المزارع الخلوية المعلقة) بغرض الحصول على نواتج هذه الخلايا من المركبات الثانوية. وفى عام ١٩٧١م تم الإعلان عن النجاح فى الحصول على أول نبات كامل من مزارع البروتوبلاست، وأعلن

العـــالم (Murashige) فى عام ١٩٧٤ بحثه الـشهير عن إكثار النباتـات باستخدام زراعة الأنسجة، وأوضح فى هذه الدراسة مراحل الإكثار وأهم المشاكل التى ظهرت فى الفتـرة السابقة، وبعض التوصـيات الضرورية.وفى عام ١٩٧٤ أيـضًا تم الإعلان عن نجاح التـحول الحـيوى «Biatrans Formation» فى مزارع الخلايـا والأنسجة النباتية، وفى عـام ١٩٧٨م تم الإعلان عن نجاح التهـجين بين الخلايا الجسديـة بتقنية التهجـين الجسدىSomatic. Hybridization لكلٍّ من الطمـاطم والبطاطس على يد (Melchersetal)، وتكوين نبات البطاطم، وهذا النبات عـقيم. وتم الإعلان فى عام ١٩٨٢م عن نجاح عملية اندماج البروتوبـلاستِ باستخدام الحافز الكهربى. وفى عام ١٩٨٥م تم الإعلان عن نجاح التحول الوراثى (Transformation) فى أجزاء الأوراق المعدية بالأجروباكتـيريوم والحصول على نباتات متحولة وراثيًـا من مزارعها على يد (Horsch etal) .

ثالثًا: ملاحظة هامة

يجب أيضًا ألا نغفل دور العالمين «سكوت وميللر» حيث بدأت مزارع الأنسجة فى التنفـيذ على أيديهمـا بالإضافة لجـهود علمـاء عديدين. ولعلك عـزيزى القارئ تلاحظ من خلال تتبع التواريخ السابقة وأحداثهـا كيف أن «تقنية زراعة الأنسجة» قد بدأت منذ فتـرة طويلة .. وكيف أسهمت جـهود العلماء المتـواصلة فى تطويرها لحد مذهل حـتى أننا بوصولنا إلى عام ١٩٨٥م نجـد حدوث قفـزة وتحول كبـير من طور زراعة الأنسجة وأُعلن عن الحصول على نبـاتات متحولة وراثيًا لندخل إلى طور آخر يغزو عالم النبات وهـو تطبيقات الهندسة الوراثية فى مجـال النبات ـ(والتى سيكون لنا معها لقاء منفرد بأحد كتب السلسلة بإذن الله)ـ وبالتالى يتبين لك مدى سبق طور «زراعةالأنسجـة» عن طور «الهندسة الوراثية» وبخاصة فى غزو مـجال النبات .. إلا أن هذا لا يمنع استفادة كلا الطورين من بعضهما استفادات بالغة الأهمية .. سنوالى إظهار أهميتها تباعًا من خلال التطبيقات المختلفة فيما بعد ...

رابعًا: أهمية زراعة الأنسجة وتطبيقات متعددة توضح مجالات استخداماتها والاستفادة منها.

لعـبت زراعة الأنسـجـة ومازالت تلعب دورًا هـامًا فى مـجالات مـختلفة مـثل

فسيولوچيا النبات، وأمراض النبات، وبيولوچيا الخلية، وفى تربية وإكثار النباتات بل وللحصول على منتجات من أنسجة بعينها تنمو فى المعمل دون تنمية باقى النبات مثل ألياف القطن دون النبات الكامل، وعصير البرتقال دون الثمرة .. أيضًا فى مجال الهندسة الوراثية وغيرها.

وسنحاول فيما يلى عرض بعض التطبيقات الموضحة لأهميتها واستخداماتها المتعددة.

بعض التطبيقات الموضحة لأهمية زراعة الأنسجة، واستخداماتها المتعددة

التطبيق الأول:

كوسيلة لرفع وزيادة إنتاج الأنواع المتميزة:

إذ يستخدمها المزارع فى التكثير الخضرى لنباتات ممتازة دون اللجوء للبذور ..

وفيما يلى بعض الأمثلة الموضحة لذلك:

١ ـ فى مجال زراعة النخيل (نخيل الزيت، ونخيل البلح).

فإذا عشرنا على نخلة واحدة أثمرت بلحًا أكثر حلاوة .. يمكن بتقنية زراعة الأنسجة أن نقوم بنسخ ملايين الأشجار من أنسجة شجرة واحدة إذا أردنا .. ولقد طورت إحدى الشركات العالمية بإنجلترا تكنيك زراعة أنسجة نخيل الزيت Oil Palm لترسل أولى شتلاتها للزراعة فى ماليزيا عام ١٩٧٦م، فتثمر عام ١٩٧٨م بزيادة فى غلة الزيت تبلغ ٣٠٪ .

٢ ـ الاستفادة من تكنولوچيا زراعة الأنسجة فى إكثار نخيل البلح:

يقول «أ.د. كمال البحر» بالمركز القومى للبحوث: إن الطلب يزداد سنويًا على أصناف بعينها من نخيل البلح خاصة «نخيل بلح سيوة» والذى تقبل عليه دول

جنوب شرق آسيا بشكل كبير مما يساعد على تحقيق دخل من العملة الصعبة نتيجة زيادة تصدير هذا المنتج المتميز.

أعداد نخيل البلح فى بداية القرن العشرين والآن:

تشير الإحصاءات القديمة إلى أن عدد النخيل فى مصر عام ١٩٠٧م بلغ حوالى «١٣ مليون» نخلة، إلا أن أعداداً كبيرة منها هلكت نتيجة إقامة خزان أسوان، ثم السد العالى، وما ترتب على ذلك من ارتفاع مستوى المياه على شواطئ النوبة قديمًا .. لذا فقدت مصر العديد من الأشجار لهذه الأسباب، وأيضًا لسبب آخر وهو التوسع العمرانى خاصة فى المناطق الشمالية .. ويبلغ عدد نخيل البلح المثمرة حاليًا حوالى « ٥ ,٧ مليون» نخلة.

* إكثار النخيل طبيعياً:

بتم إكثار النخيل طبيعيًا :

١ ـ إما عن طريق الفسائل التى تنمو حول الشجرة الأم، وهذه الطريقة تعطى نباتات مشابهة للأم ولكنها لا توفر الأعداد المطلوبة للتوسع فى زراعات النخيل خاصة فى المناطق الجديدة. وتعتبر هذه الطريقة بطيئة حيث لا تظهر نتيجة نجاحها إلا بعد عدة سنوات.

٢ ـ إكثار النخيل بالبذرة يمكن ولكن هذه الطريقةتعطى نسبة متساوية من النباتات المؤنثة والمذكرة، وهذا غير مجد اقتصاديًا حيث أن المطلوب هو النباتات المؤنثة، ولا يتم التمييز بين النباتات المؤنثة والمذكرة قبل مرور (٦ ـ ٧) سنوات حتى تثمر النخلة، وفى ذلك إهدار للمال والوقت، ثم إن برامج التربية التقليدية تحتاج لسنوات طويلة (تصل إلى ٢٠ ـ ٢٥ عامًا) حتى تتم التهجينات بين الأصناف والحصول على صنف جديد، وتُعد أشجار النخيل هدفًا للعديد من الأمراض أخطرها مرض «البيوض».

ولقد أعلن أ. د. هانى الناظر [رئيس المركز القومى للبحوث] أن فريقًا من علماء المركز برئاسة أ. د. كمال البحر قد نجحوا فى الإكثار المعملى المكثف لنخيل البلح

المصرى وذلك باستخدام تكنولوجيا زراعة الأنسجة النباتية بغرض المحافظة على الأصول الوراثية لأشجار النخيل خاصة الأصناف المتميزة منها أو الأصناف المهددة بالانقراض، وقد تم تنفيذ المرحلة الأولى (من أغسطس ١٩٩٨ وحتى أبريل ٢٠٠٢م) بمعامل المركز القومى للبحوث بالتعاون مع معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بوزارة الزراعة.

وقد تضمن المشروع هدفين متوازيين على المدى الطويل:

الأول: تطوير بروتوكول الإكثار المعملى لأصناف نخيل البلح المصرى باستخدام تقنيات زراعة الأنسجة النباتية، والتى تعتمد على فصل القمة النامية (من جمارة النخل) وتنميتها على بيئات صناعية مغذية تحت ظروف كاملة التعقيم، للحصول على آلاف النباتات المطابقة تمامًا للنبات الأم، وهذه الآلاف من النباتات لايمكن الحصول عليها بطرق الإكثار التقليدية للنخيل.

والثانى: توظيف التقنيات الحديثة والمتقدمة للبيولوجيا الجزئية لتعريف أصناف نخيل البلح المصرى وعمل البصمات الوراثية لها.

وباستخدام تكنولوجيا زراعة الأنسجة فإن المتوقع هو زيادة جودة الثمار، والمحصول وزيادة فى أداء ما يزرع من الأصناف الممتازة بطيئة التكاثر، وإغراء بزيادة المساحات الصحراوية التى تزرع نخيلاً.

التطبيق الثاني:

لقصر مدة الدراسة:

وأيضًا تمتاز بقصر مدة الدراسة لنحصل على نفس النتائج كما لو تمت على النبات الكامل، ففى خلال أسابيع قليلة يمكن معرفة نواتج التمثيل الحيوى لمركب الترفلان (مبيد حشرى) تستغرق فى النبات الكامل موسمًا كاملاً أيضًا.

التطبيق الثالث:

إنتاج سلالات تقاوم الأمراض:

تسهم هذه التقنية فى إيجاد وسيلةجيدة وسريعة حقًا لإنتاج سلالات تقاوم الأمراض ومثال لها أن المربى قد يلاحظ فى حقل أصيب بمرض ما، وأن بعضًا من

النباتات قد قاومه. يستطيع المربى أن يستخدم خلايا هذه النباتات، فيستزرعها فى مستنبت يحمل المادة السامة التى يفرزها الكائن الممرض، ليتخب منها ما يستطيع أن يتحمل السم، فيستزرعه ثانية، ربما بعد أن يرفع تركيز السم فى المستنبت وينتج لديه جيل خلوى، وباستكمال نموها لتصبح نباتات كاملة النمو من سلالة من الخلايا المقاومة للمرض. ولقد نجحت هذه الطريقة فى انتخاب سلالة من البطاطس مقاومة لمرض لفحة البطاطس Potato Blight ومع كثير من النباتات الأخرى فى ظروف مشابهة.

التطبيق الرابع:

استخدام القمة المرستيمية:

وفى أغلب حالات الإكثار باستخدام زراعة الأنسجة يكون الجزء النباتى المستخدم هو القمة المرستيمية (Meristem Tip) أو القمة النامية (Shoot tip) وهى تحتوى على القمة المرستيمية وبعض بدايات الأوراق، ويمكن فصل القمة المرستيمية تحت الميكروسكوب كما فى حالة فصل القمم المرستيمية للبطاطس بهدف الحصول على نباتات خالية من الفيروسات، وذلك اعتماداً على أن القمم المرستيمية تتميز بخلوها من الفيروسات بدرجة كبيرة.

التطبيق الخامس:

الاستفادة من ظاهرة التباين الخضري الكلوني:

أيضًا يتم الاستفادة من ظاهرة «التباين الخضرى الكلونى» فى خلايا النسيج النباتى الواحد الموضوع فى مستنبت فى انتخاب وإنتاج سلالات مختلفة ثابتة وراثيًا من النبات ومثال لها : فى استنباط سلالة من قصب السكر مقاومة لمرض العين (Eyespot Disease) الذى يسببه فطر هلمنثوسبوريام سكّارای.

التطبيق السادس:

لتوفير الجهد والوقت:

وعند دراسةعمليات التمثيل الحيوى Biodegradation لمبيدات الحشرات بمزارع الأنسجة أعطت نفس النتائج التى تمت على النباتات الكاملة بل تفوقت فى أنها

أظهرت نواتج لم نستطع الحصول عليها من دراسة عمليات التمثيل فى النبات الكامل التى تستغرق وقتًا وجهدًا أكبر.

التطبيق السابع:

في إنتاج محاصيل مقاومة للملوحة و.. [عالم يزرع البحار]:

نبات الغاب (البوص) الذى ينمو فى مياه البحر هو من نباتات العائلة النخيلية، والتى تضم الأرز والقمح، وللنبات چينات تجعله يتكيف مع المياه شديدة الملوحة التى تغطى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية. ونبات الغاب يشبه فى تركيبه نبات الأرز والقمح، وكانت الفكرة كما يذكر «د. أحمد مستجير» [أستاذ علوم النبات بجامعة القاهرة ومؤسس مركز علوم الوراثة] والفكرة هى: أننا لو اكتشفنا الچينات التى تُمكن الأرز والقمح من تحمل الملوحة؛ إذًا لحاولنا نقلها بالهندسة الوراثية إلى الأرز والقمح. لكن الجهاز الوراثى لتحمل الملوحة فى النبات كان لا يزال مجهولاً، وكان هذا هو البداية لأبحاث طويلة للدكتور أحمد مستجير، وفضّل لذلك تقنية الاندماج الخلوى أو التهجين الخضرى بين الأرز والغاب، القمح والغاب، والتى تسمى «الهندسة الوراثية للفقراء» وهى ليست هندسة وراثية. ويتم فيها دمج خلايا منزوعة الجدار من نوعين مختلفين من النبات لتنتج خلايا هجينة تحمل الطاقمين الوراثيين للنوعين كليهما، ويكون ذلك فى أطباق خاصة بالمعمل مع شرط توافر الظروف البيئية والغذائية ودرجة الحرارة المناسبة للنمو .. وبعد تكوين ما يعرف بالكلوس يتم تشجيع الكلوس على تكوين نموات خضرية وجذور ثم زراعة النباتات فى أصص صغيرة لتنمو إلى حد مناسب ثم نقلها إلى الصوبات، وبعد نجاح نموها واستمرارها يتم نقلها للمناطق الخارجية.

وكانت بداية التجربة فى موسم (٨٩ ـ ١٩٩٠م) فتم تمويل مشروع ضخم للتهجين الخضرى بين الغاب وكل من الأرز والقمح، بهدف اقتناص چينات تحمل الملوحة «أيًا ما كانت» من الغاب وتضمينها فى الطاقم الوراثى للمحصولين. وعن طريق الانتخاب بين البادرات الناتجة عن استزراع كالوس الخلايا المدمجة، للقدرة على تحمل الرى بماء البحر، تم اختيار النباتات التى تعطى حبوبًا تشبه حبوب الأرز

والقمح، ونتج الجيل الأول للتهجين الخضرى للأرز «صنفى جيزة ١٧٥» و «جيزة ١٧٦» بالغاب ؟!

فى حالة القمح صنفا «سخا ٨ ، سخا ٦٩» فى الصوبة بدأ الانتخاب بين البادرات لقدرتها على تحمل الملوحة والجفاف، وفى عام ١٩٩٨م تم استئجار أربعة فدادين بالفيوم من الأرض المالحة وزراعتها ببذور سلالتين من الأرز المهجن خضريًا لتحمل الملوحة، والأخرى لتحمل الملوحة والجفاف، ولوحظ فى نفس المساحة نظريتان فى القمح . أعطى الفدان من سلالة الأرز الأولى محصولاً بلغ (٢,٥ طن) «بتصافى ٧٢ ٪» وأعطت السلالة الثانية (٢,٧٥ طن) «بتصافى ٦٦ ٪» ، ومعلوم أن إنتاج السلالة العادية بين (٤ ، ٥ أطنان للفدان) وكانت غلة سلالة القمح (١٥,٥ أردبًا للفدان)، أما الثانية فكانت (١١ أردبًا) فى حين أن السلالة العادية من القمح والتى تروى بمياه عذبة وفى أرض عادية تنتج نحو (١٨ أردبًا للفدان)؛ واللافت للانتباه أن طعم الحبوب الناتجة (من تقنية الاندماج الخلوى) لم يكن مالحًا على الإطلاق..

ولقد تمكن د. مستجير وفريقه من خلال ذلك من الحصول على «١٢» سلالة من الأرز، و «٨» سلالات من القمح تحت التجربة، وأوضح د. مستجير أن الفرق بين تجارب مصر وخارجها أننا فى مصر لا نبحث عن الجينات لأن تجاربها مكلفة جداً، لذا فالاعتماد هنا على التهجين الخضرى ثم الانتخاب. ويذكر د. مستجير أن عدد الأفدنة المزروعة بهذه الحبوب الجديدة قد وصل إلى (٦٠ فدانًا) بأرض مالحة تمامًا لا تصلح لأى زراعة فى محافظتى الفيوم وبنى سويف، ولقد تمكن باحثونا فى مايو من عام ٢٠٠٤م من تسجيل سلالة أرز، وسلالة قمح، وهم الآن يحاولون إكثارهما وزراعتهما بعد ذلك.

وبالنسبة للماشية .. يذكر د. مستجير أنه أمكن تهجين الماشية البلدية مع (١٣ صنف أجنبى) بتمويل من أكاديمية البحث العلمى على مدى «٨ سنوات»، وبالنسبة لاستنساخ الجاموس .. فلقد كان من بين أهداف المشروع هو إنشاء مدرسة علمية فى مجال جديد تمامًا، يمكن به أن ترفع إنتاج اللبن من الجاموس، وكان المشروع يحتاج

إلى ثمانية ملايين جنيه، ووافق عليه مجلس كلية الزراعة، ومجلس جامعة القاهرة، وكان ذلك عام ١٩٩٨م ولم نتمكن من تمويله حتى الآن.

التطبيق الثامن:

تهجين الذرة بالغاب:

استطاع «د. مستجير» وزميله «د. أسامة الشيحى» تهجين الذرة بالغاب، ونجح الجيل الأول نجاحًا مذهلاً، لكن يذكر د. مستجير أنه لا يمكن مع الذرة إنتاج سلالة مقاومة للملوحة، كما كان الأمر مع الأرز والقمح. فالأمر يحتاج إلى الدخول فى موضوع «البذور الاصطناعية»، لنشر الهجين الأول بإنتاج ملايين البذور والسعى الآن لإيجاد مصادر التمويل، وإذا تمكنوا يومًا من إنشاء معمل لإنتاج البذور الاصطناعية فمن الممكن أن نزرع بها آلاف الأفدنة فى غضون بضعة أشهر.

التطبيق التاسع:

الإمداد بمصادر الجينات:

أيضًا من فوائد مزارع الأنسجة والخلايا المقاومة أنها تمدنا بمصادر الجينات لنقلها عن طريق زراعة الأنسجة بواسطة دمج الخلايا. ويستخدم تكنيك بيولوجيا الجزيئات لنقل الصفات المقاومة من نبات لنبات وبين الكائنات الدقيقة والنبات.

التطبيق العاشر:

الاستفادة من زراعة الأنسجة في توفير منتجات زراعية دون نبات:

ويتضمن عدة أمثلة عن إنتاج الصمغ والفانيليا وألياف نبات القطن وغيرها فى المعمل دون حقول.

المثال الأول: لإنتاج الڤانيليا من مزارع الأنسجة.

حيث تمكنت إحدى الشركات عام ١٩٩١م من إنتاج الانيليا من مزارع الأنسجة، وهذه الانيليا ليست صناعية مثل التى تباع فى العديد من الأماكن، وإنما هى مطابقة تمامًا لما تنتجه بذور أوركيدة الانيليا ـ (والتى تنمو فى عدد قليل من المناطق الاستوائية مثل جزيرة مدغشقر).

المثال الثانى: هناك من تمكن من تنمية الحويصلات التى تحمل العصير فى ثمار (البرتقال والليمون والجريب فروت) لينتج عصائر الموالح من مزارع الأنسجة دون أشجار وثمار، ومن الباحثين المهتمين العاملين فى هذا المجال نذكر الباحث «برينت تسيرات» والذى له معمل فى [باسادينا].

التطبيق الحادى عشر:

تعريض المستنبت لمختلف الظروف وضغوط مختلفة:

أيضًا قد تخدم زراعة الأنسجة كثيراً فى توفير منتجات زراعية لبعض النباتات حتى فى بلاد ومناطق لا تصلح زراعتها فيها أصلاً لاختلاف المناخ مثلاً أو التربة.

أيضًا يتم تعريض المستنبت لضغوط (مرضية ـ محلية أو حرارية) لتنتخب الأفضل من الخلايا والأكثر تأقلمًا ـ(لا يتاح ذلك فى الظروف العادية فى الزراعة بالحقل).

التطبيق الثانى عشر:

الاستفادة منها في مجال الصيدلة (إنتاج عقاقير) ومدخل للهندسة الوراثية:

حيث أوصى المؤتمر السادس للاتحاد المصرى لطلاب كليات الصيدلة الذى نظمته كلية الصيدلة جامعة المنصورة تحت رعاية د. «يحيى عبيد» (رئيس الجامعة)، والذى كان يدور حول الاتجاهات الحديثة فى مجالات تطوير الدواء، بضرورة استخدام التكنولوجيا الحيوية فى إنتاج الدواء عن طريق استخراج الخلايا الحيوية من مصادر نباتية أو ميكروبية لإنتاج مواد ذات صفة صيدلية أو طبية، والتوسع فى استخدام الأعشاب فى مجال علاج الأمراض المختلفة وتقنين استخدامها.

هذا ونؤكد على أن نظم زراعة الأنسجة تعتبر مدخلاً لبيوتكنولوجيا النبات والهندسة الوراثية والحصول على نباتات مقاومة.