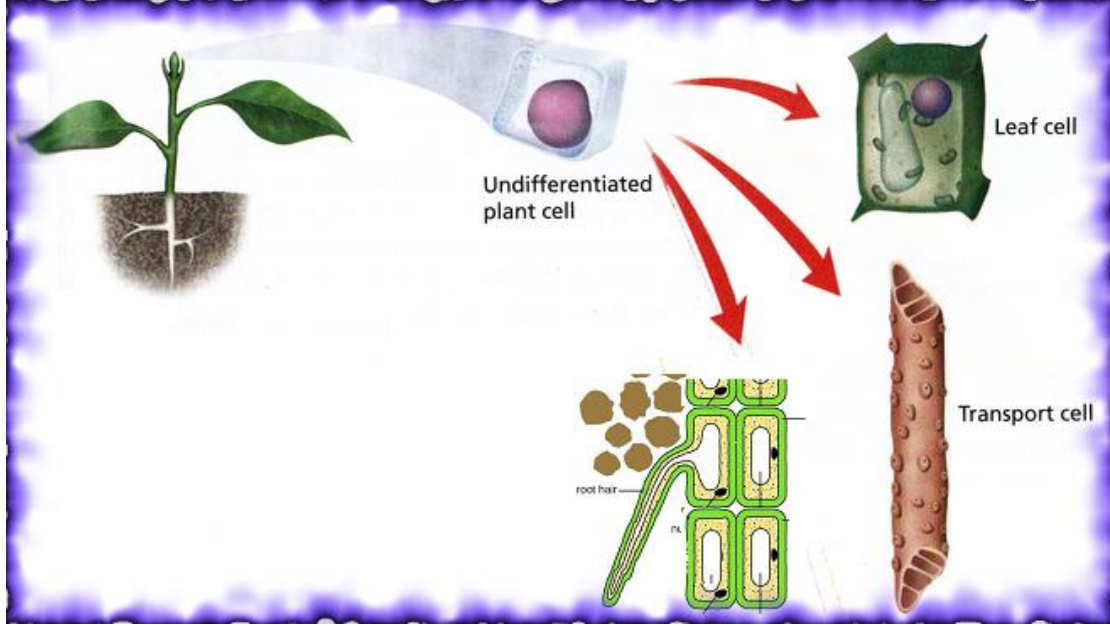


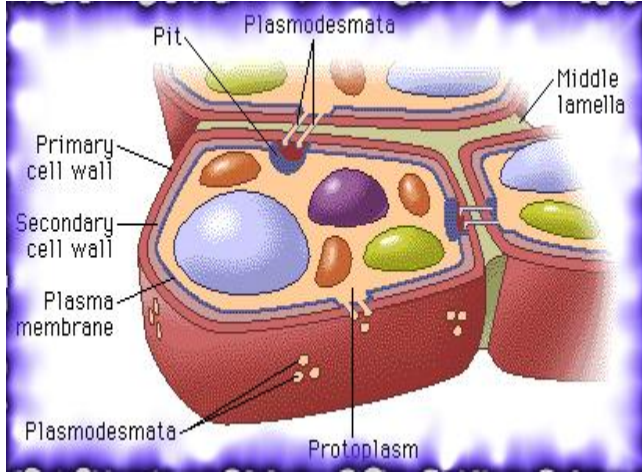
مفهوم النمو والتكثف في النباتات الزهرية

يحتوي النبات كامل النمو على مجموعة من الأعضاء وكل عضو يتكون من مجموعة من الأنسجة وكل نسيج يتألف بدوره من مجموعة من الخلايا، هذه الخلايا تكون ذات شكل مورفولوجي وتركيب تشريحي مُحدّد لتقوم بدور فسيولوجي معين لهذا النسيج في العضو النباتي وتُعرف الخلايا الموجودة في المناطق المرستيمية كالقمم النامية للسوق والجذور ومنطقة الكامبيوم وكذلك الخلايا البرانشيمية ذات الجُدر الرقيقة بالخلايا غير المُتكثفة (**Undifferentiated cells**) أما الخلايا التي تم تمييزها وتحديدها لتقوم بدور فسيولوجي مُحدّد فتُعرف بالخلايا المُتكثفة (**Differentiated cells**).



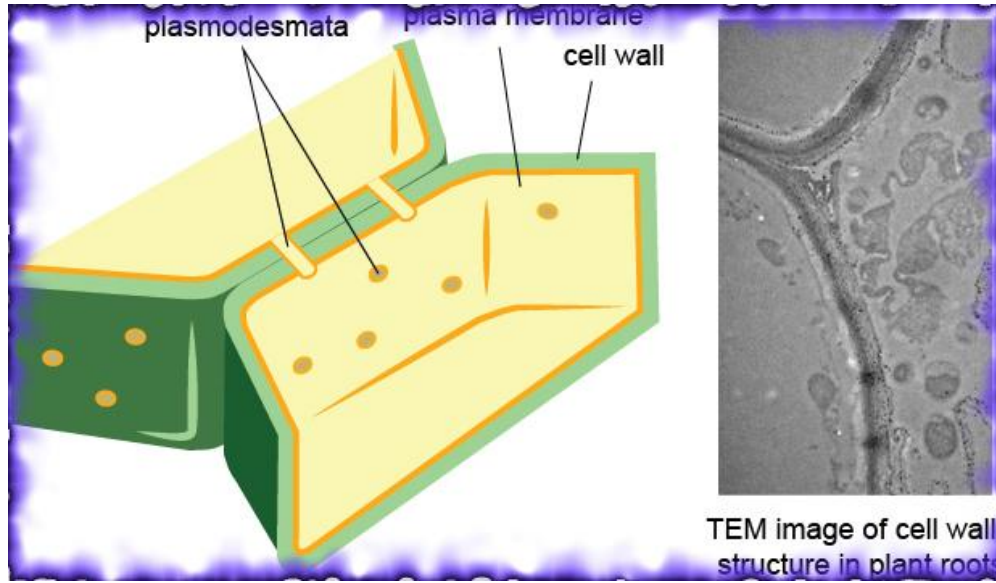
ويلاحظ أن صور التميز والتكثف متعددة ، والخلايا الموجودة في المُعلّق الخلوي أو الكأس (**Callus**) من الطراز الأول ولها مُعدّل نمو عالٍ جداً مقارنة مع الخلايا المماثلة في النسيج النباتي. وليس من السهل أن ندفع هذه الخلايا لتتكثف إلى خلايا متميزة دون إحداث تغيير كبير في الظروف البيئية المحيطة بالخلية خاصة في منظمات النمو، ويلاحظ أن مُعدّل النمو والإنقسام للخلايا المتكثفة منخفض بالمقارنة مع الخلايا غير المُتكثفة. وقد يرتبط تكثف الخلية بتطور العضو الموجود به وعند ذلك يكون الفعل الجيني المسؤول عن تطور العضو أساسياً لتكثف الخلية ، فعلى سبيل المثال فإن اللون المميز للأزهار مرتبط بحدوث تطور للعضو الزهري فلو أعيق تطور البرعم الزهري لأي سبب من الأسباب فلن يحدث تحول في لون البلاستيدات المسؤولة عن التلوين.

ويلاحظ في زراعة الأنسجة أن الخلية توجد في ظروف بيئية خاصة مختلفة تماماً عن تلك الموجودة في الظروف العادية ، فالخلية في النبات النامي في الظروف الطبيعية تكون متأثرة بدرجة عالية بالنظام الوراثي المتكثف في الصفة والموجود ضمن جينوم الخلية.



بالإضافة إلى وجود إتصال بين الخلايا في النسيج الواحد عن طريق خيوط البلازموديماتا (**Plasmodesmata**) وبالتالي تتأثر الخلايا ببعضها البعض ، فالمركبات الهامة في النمو والتطور كمنظمات النمو لا تخلق في كل الخلايا بل في خلايا مُحدَّدة وتنتقل خلال النبات بطرق مختلفة لتؤثر في خلايا أخرى، أما في المُعلَّق الخلوي بالتحديد ونظراً لوجود الخلايا بصورة غير مترابطة والحركة المستمرة للمُعلَّق الخلوي بغرض التهوية فإن تأثير الخلية بالخلايا

المجاورة ينخفض بالإضافة إلى أن الظروف البيئية تكون مختلفة عن الطبيعة مما يؤثر على نظام الوراثة المتحكم في عمليات النمو والتكشُّف، وبهذا يتَّضح أنه قد توجد صعوبة في المحافظة على التَّكشُّف الموجود في النسيج في زراعة الأنسجة.

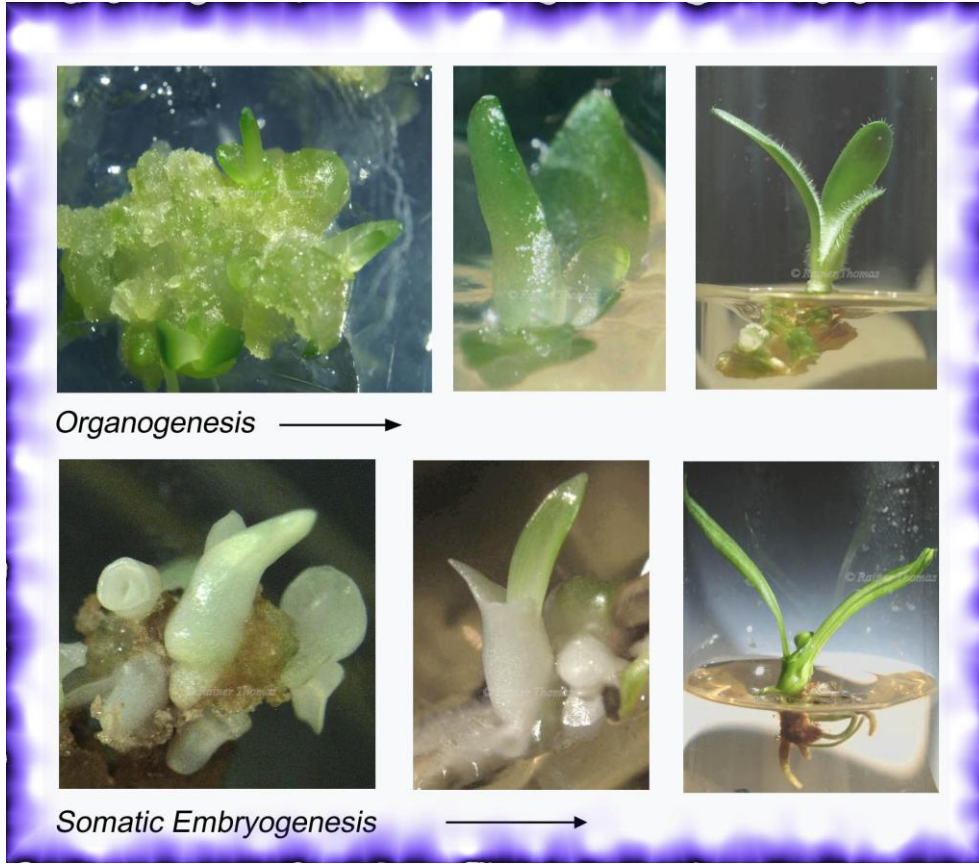


طرق الحصول على نباتات من مزارع الأنسجة

يمكن باستخدام الأنواع المختلفة من مزارع الأنسجة السابق ذكرها الحصول على نباتات كاملة أو أفرع يمكن دفعها للتجذير بطريقتين:

الطريقة المباشرة: من الجزء المنزرع دون تكوين كَأْس وفي هذه الطريقة يتم دفع البراعم المتكونة سابقاً على النبات الأم أو تلك التي تتكون على النسيج عقب الزراعة دون تكوين كَأْس للنمو وتكوين أعضاء جديدة فيما يُعرَف بـ (**Organogenesis**) أو تكوين أجنة جسدية مشابهة لتلك الجنسية وتُسمى هذه العملية بـ (**Embryogenesis**) وتُعد الطريقة المباشرة أكثر حفاظاً على ثبات التركيب الوراثي في الأفراد الناتجة.

الطريقة غير المباشرة: أي بعد تكوين الكالس وفيها يتم تكوين الأجنة الجسدية أو الأعضاء بعد تكوين الكالس أي من براعم عرضية لم تكن موجودة على النبات الأم، وهذه الطريقة تُساعد على حدوث تغير وراثي بين الأفراد الناتجة.



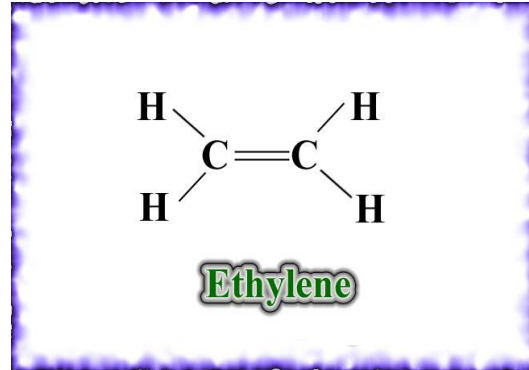
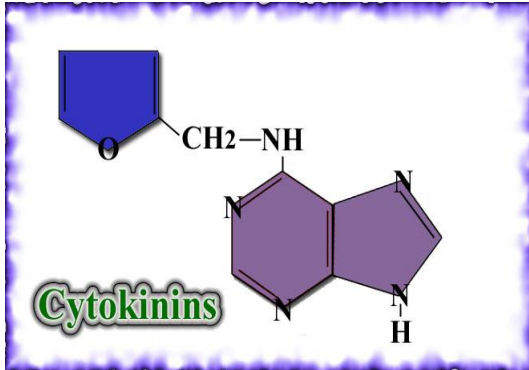
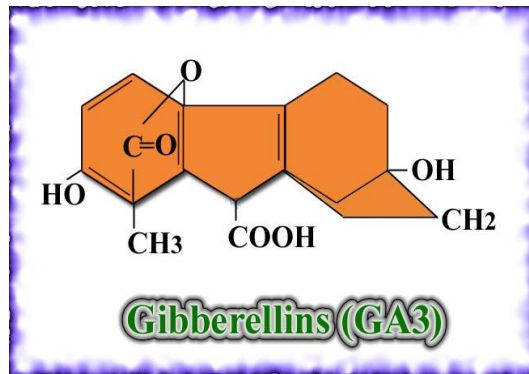
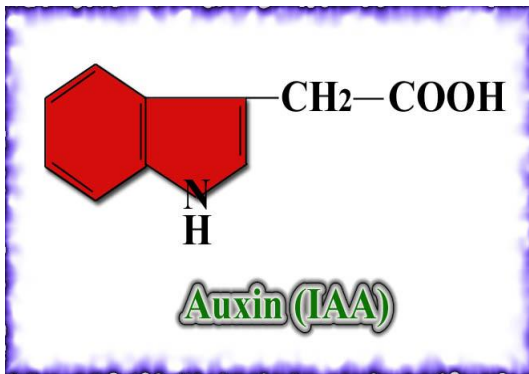
منظمات النمو النباتية ودورها في زراعة الأنسجة

الهرمونات النباتية (Plant hormones):

بعض المركبات العضوية الموجودة طبيعياً بالنبات والتي لا تلعب دوراً مُغدياً لكنها تتحكم تحكماً مباشراً بتركيزات منخفضة للغاية في النمو والتطور.

منظمات النمو النباتية (Plant growth regulators):

المركبات المصنعة معملياً والتي تُحاكي التأثيرات الفسيولوجية للهرمونات النباتية. وتُقسّم هذه المواد إلى عدة مجموعات على أساس تأثيرها الفسيولوجي وهي تضم الأوكسينات (Auxins) والسيتوكينينات (Cytokinins) والجبرلينات (Gibberellins) وغاز الإيثيلين (Ethylene gas).



التأثير الفسيولوجي لمنظمات النمو:

إن تأثير منظمات النمو في مزارع الأنسجة ليس مطلقاً ، فاستجابة الجزء المنزوع تتوقف على عدة عوامل منها نوع النبات ونوع النسيج وعمره وباقي الظروف المتعلقة بمكونات البيئة والظروف البيئية وهناك مدة زمنية عقب المعاملة لملاحظة أثر منظمات النمو المضافة وقد يمتد هذا التأثير الفسيولوجي بعد خلو البيئة منه بل وإلى النباتات الناتجة من مزارع الأنسجة والمنقولة للحقل، ويتم تنظيم النمو في مزارع الأنسجة عن طريق التداخل والإتزان بين منظمات النمو المضافة للبيئة وكذلك الموجودة طبيعياً في النسيج ويُعتقد أن تأثير كثير من منظمات النمو يكون بطريقة غير مباشرة لتأثيرها على مستوى منظمات النمو الداخلية.

و تُعتبر الأوكسينات (**Auxins**) والسيتوكينينات (**Cytokinins**) من أكثر منظّمات النمو تحكُّماً في النمو والتكشُّف في مزارع الأنسجة وقد تم تصنيعها معملياً.

الأوكسينات (**Auxins**):

يتم تخليق الأوكسينات (**Auxins**) حيويّاً في القمم النامية ، ويُطلق على الهرمون إسم أوكسين (**Auxin**) لو كان له القدرة على التحكُّم في عمليات محدّدة من النمو والتكشُّف كإستطالة الخلايا ويرجع إكتشاف الأوكسينات (**Auxins**) إلى العالم (**Went**) في سنة 1926.

طريقة تأثير الأوكسينات في زراعة الأنسجة:

يعمل الأوكسين (**Auxin**) على الإسراع من نمو الأنسجة بتمدّد وانقسام الخلايا ويتم ذلك طبقاً لنظريتين:

1. ضخ أيون الهيدروجين (H^+) خلال جُدر الخلايا حيث يعمل إرتباط الأوكسين (**Auxin**) بجُدر الخلايا على تكسير الليبيدات المكونة لها وبذلك تزداد حموضة الجدار وتزداد مطاطية جُدر الخلايا وزيادة معدل إمتصاص أيون البوتاسيوم إلى الخلايا لمعادلة أيون الهيدروجين (H^+). يترتّب على هذا خفض قيمة الضغط الإسموزي للخلية وزيادة قدرتها على إمتصاص الماء وتمدّد الخلايا، يؤدي خروج أيون الهيدروجين (H^+) إلى زيادة حموضة الوسط الخارجي وحدث التبادل الأيوني.

وبهذه الطريقة يعمل الأوكسين (**Auxin**) بطريقة غير مباشرة على إستحثاث تصنيع إنزيم (**ATPes**) الموجود في الغشاء الخلوي والمسؤول عن نقل أيونات الهيدروجين (H^+) والهيدروكسيل (OH^-) من وإلى الخلية فتزيد نفاذية الجُدر للأيونات الأخرى وهذه النظرية تُعدّ أكثر النظريات قبولاً لتفسير النمو السريع الحادث للخلايا عند إضافة الأوكسين (**Auxin**).

2. أما النظرية الثانية فتفترض أن الأوكسينات (**Auxins**) تُساعد على زيادة معدل تصنيع الأحماض النووية (**mRNA**) وبالتالي زيادة مُعدّل تصنيع أنواع مُحدّدة من البروتينات التي تزيد من مُعدّل إستطالة الخلايا وانقسامها.

أما عن تأثير الأوكسينات (**Auxins**) في عملية التكشُّف في مزارع الأنسجة فيبدو أن الأوكسينات (**Auxins**) قادرة على تنشيط المعلومات الوراثية والفسيوولوجية المخزونة في جينوم الخلية والتي تقود إلى عمليات التكشُّف ، لكن تظل ميكانيكية عمل الأوكسين (**Auxin**) في التكشُّف غير معروفة بالتفصيل حتى الآن.

تأثير الأوكسينات في زراعة الأنسجة:

تُستعمل الأنواع المختلفة من الأوكسينات (**Auxins**) في زراعة الأنسجة بتركيزات متباينة لتحقيق أحد الأهداف الآتية:

تكوين الكالس والتكثف:

غالباً تضاف الأوكسينات (**Auxins**) بغرض إنتاج الكالس وبالرغم من تأثير استعمال (**2,4-Dichlorophenoxyacetic acid**) أو (**2,4-D**) على التغيرات الوراثية فإنه قد يُستخدم في بداية الزراعة وبتركيز منخفض في مدى 1-3 ملجم/لتر لدفع تكوين الكالس الذي يتم نقله إلى بيئة محتوية على نوع آخر من الأوكسينات (**Auxins**).

ويتطلب إحداث التكثف في مزارع الأنسجة حدوث إتران بين كلاً من الأوكسينات (**Auxins**) والسيبتوكينينات (**Cytokinins**)، وعندما تكون هذه النسبة منخفضة فإنه يتوقع حدوث تكثف للمجموع الخضري وإذا كانت هذه النسبة بين الأوكسينات (**Auxins**) والسيبتوكينينات (**Cytokinins**) مرتفعة فإن المتوقع هو تكثف الجذور وغالباً تُستخدم بيئة محتوية على الأوكسينات (**Auxins**) فقط في المرحلة التالية لإستطالة الأفرع لدفعها للتجذير قبل نقلها إلى خارج المعمل.

تكوين الكلوروفيل:

على العكس من السيبتوكينينات (**Cytokinins**) فإن الأوكسينات (**Auxins**) تُنبط تصنيع الكلوروفيل في الأنسجة النباتية المنزرعة للعديد من النباتات كالبسلة والطماطم والبطاطس.

تكوين الأجنة الجسدية (Embryogenesis):

يتم دفع الأنسجة إلى بدء تكوين الأجنة الجسدية في وجود الأوكسينات (**Auxins**) بتركيز عالي نسبياً إلا أن اكتمال تكوين ونضج الأجنة يتطلب خفض تركيزها أو نقل الأنسجة إلى بيئة خالية تماماً من الأوكسينات (**Auxins**)، حيث تستحث الأوكسينات (**Auxins**) تكوين الأجنة لكنها توقف إنقسام هذه الخلايا المُستحثّة.

مزارع الأعضاء (Organogenesis):

الأوكسينات (**Auxins**) ضرورية لتشجيع نمو القمم المرستيمية ومزارع القمم النامية وفي المرحلة التالية لنمو هذه الأجزاء يجب خفض تركيز الأوكسينات (**Auxins**) لزيادة مُعدّل تكوين الأفرع لكن لا بد من تحديد نوعية وتركيز الأوكسين (**Auxin**) وارتباط ذلك بالنوع النباتي.