النمو La croissance

تعريف النمو

من الصعب إيجاد تعريف واحد ملائم للتعبير عن نمو النبات، لأنه يختلف باختلاف المشار اليـــه، و قـــد أطلق تعبير النمو على واحد أو أكثر من الاعتبارات التالية:

1- النمو هو الزيادة في عدد الخلايا، كما في البكتيريا.

2- النمو هو الزيادة في حجم الخلايا و الأعضاء، أو الزيادة في حجم النبات كله.

3- النمو هو الزيادة في كمية المادة الحية، أي البروتوبلازم

4- النمو هو الزيادة في كمية بعض مكونات الخلية، كما في نمو الجدار الخلوي بتوضع لوليفات سليلوز ضمن الجدار الخلوي مما يساهم في ثخانته.

يميل أغلب العلماء إلى اعتبار النمو في البنود 1،3،4 لأنه يقتصر على الزيـــادة الدائمـــة (الزيـــادة غـــير العكسية)، فمثلا يمكن أن تنتج زيادة مؤقتة في الحجم نتيجة امتصاص الماء الذي يمكن أن يخسره النبات بعد مـــدة من الزمن، لذلك لا نستطيع اعتبار هذه الزيادة نموا بالمعنى الحقيقي.

و في معظم الأحيان يشمل جميع الزيادات الأربعة المذكورة أعلاه، إلا أنه في ظـــروف معينـــة أو فـــي مناطق معينة من جسم النبات قد يغلب إحداها على الآخر.

- ففي المنطقة الميراستيمية في قمة الجذر و الساق يكون النمو نتيجة الانقسام الخلوي و الزيادة في عدد الخلايـــا وفي كمية المادة الحية.

- و في منطقة الاستطالة تستطيل الخلايا و يزداد حجمها و تكون الانقسامات قليلة أو معدومة فالنمو نـــاتج عـــن الزيادة في الحجم و الزيادة في الطول.

- و فوق منطقة الاستطالة أي في المناطق البالغة يبقى حجم الخلايا ثابتا الا أن الجـــدار الخلـــوي يســـتمر فـــي التغليظ، فالنمو ناتج عن الزيادة في السمك.

النمو، التطور و التمايز Croissance , développement et différenciation

يعتبر النمو من أهم ما يحدث للنبات من تغيرات، و لكثرة ما نشاهده اعتدنا عليه لدرجة لا تجعلنا نعـــير عمليات النمو الرائعة و المدهشة، فنمو البذرة إلى نبات كامل، يغيرها في الشـــكل و الكـــم، فتظـــهر الجـــذور و السيقان و الأوراق و كذلك أعضاء التكاثر كالأزهار و الثمار و البذور.

تسمى هذه التغيرات المورفولوجية الواضحة التي تصاحب النمو بالتطور (التكشف) développement

و بما أن النباتات تتكون من خلايا فان هناك تغيرات تحدث في عـــدد هـــذه الخلايـــا و فـــي نوعـــها و تخصصها، تسمى هذه التغيرات و التنوعات في الخلايا و أشكالها بالتمايز différenciation .

كمية النمو

يعبر عن النمو بعدة طرق منها:

1/ الطول: كقياس طول النبات أو أحد أعضائه كالفروع و الجذور.

2/ الوزن: و فيه إما قياس الوزن الرطب (الطازج) أو الوزن الجاف.

3/ المساحة: كقياس مساحة الورقة.

4/ البروتين الكلي: و ذلك بتحليلات كيميائية.

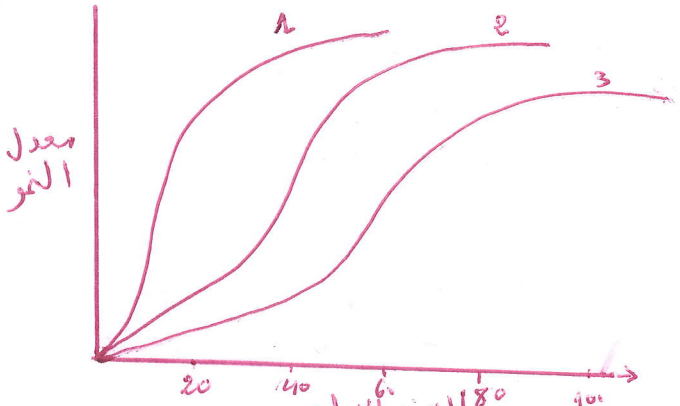
5/ الفحص المجهري: حيث تعد الخلايا كما في مزارع البكتيريا

6/ التقدير الكيميائي حيوي: أكثر الطرق استعمالا لقياس النمو، كتقدير كمية النتروجين أو الإنزيمات و الأحماض النووية و السكريات و الدهون و غيرها.

منحنيات النمو

إذا قدر النمو في نباتات مختلفة نلاحظ أنها تتشابه في منحنياتها البيانية، و كلها تأخذ حـــرف S و تسمى Sigmoid ou S-shaped و كلها تبين أن الزيادة في الكم تبدأ بطيئة ثم تزداد ثم تبطؤ مرة أخرى إلى أن تصـل إلى التوقف، و تسمى الفترة التي يكون فيها النمو بطيئا بالطور المتباطئ (lag phase) و يليها فـــترة النمـــو السريع و تسمى بالطور اللوغاريتمي (log phase) و يتبع ذلك أن الخط البياني يوازي محور السينات مما يـدل على توقف النمو، و قد يلاحظ نزول في الخط البياني مما يدل على تدهور النمو وأو شيخوخة تؤدي إلى الموت.

أنظر الشكل رقم 01.

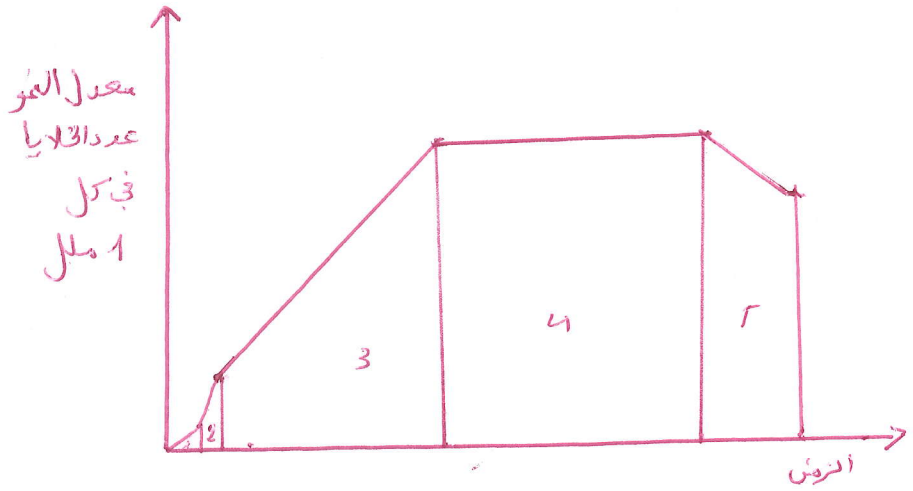


1- مساحة ورقة الخيار (٢٥٠سم٢)
2- طول نبات الترمس (١٢٥ ملم)
3- وزن نبات الذرة (٨٥ غ)

شكل (١) منحنيات النمو لأجزاء مختلفة في نباتات مختلفة

و يحصل ذلك بدراسة الكائنات الحية وحيدة الخلية مثل بعض الطحالب و الفطريات و خاصة فطر الخميرة ، حيث يمكن تكاثرها بواسطة عملية الانقسام و تكوين مجموعة من الأفراد الجديدة، فعند نقل كائنات دقيقة أو خلية جرثومية في بيئة تحتوي على مواد غذائية مختلفة فإنها تبدأ أولا بالزيادة في الحجم و ببطء، ثم تزداد سرعتها في المرحلة الثانية، ثم تأخذ في السرعة الكبيرة للانقسام (النمو) في المرحلة الثالثة(الطور اللوغاريتمي (log phase))، و في هذا الطور يتم إنتاج من خلية واحدة خليتين،4، 8، 16، 32، .....الخ، و تستمر هكذا حتى تدخل الخلايا في مرحلة التباطئ النبات

ملاحظة: تسمى مرحلة التباطئ النبات بقدم المزرعة و استهلاك المواد الغذائية و تكدس الفضلات الأيضية، حيث تدخل الخلايا في طور الثبوت Stationary phase و فيها يبقى عدد الخلايا ثابت ثم بعدها تأتي مرحلة الهبوط أو الموت Decrease phase أنظر الشكل رقم 02.



شكل رقم 02 منحنى النمو في وحيدات الخلية

أماكن النمو في النبات

1- الميراستيمات القمية: و أهمها الميراستيمات القمية سواء في قمم السوق أو قمم الجذور، و هي التي تعطي للنبات النمو الطولي، و النمو الناتج عنها يسمى **بالنمو الطولي**.

2- الميراستيمات البينية: و هي التي توجد فوق و تحت العقد كما في النجليات و العنب و التي تؤدي إلى استطالتها.

و من المعروف أنه عند انقسام الخلايا الميراستيمية فان الخلايا المتكونة خلف الميراستيم مباشرة هي التي تتمدد بينما تظل الأولى ميراستيمية قادرة على الانقسام، و الخلايا المتمددة لا تتغير فقط في الحجم بل أيضا في التركيب النباتي لها أي تتمايز و تكون الأنسجة المختلفة في العضو النباتي البالغ.

3- الكامبيومات: و أوضحها و أهمها الكامبيوم الوعائي الذي يمتد بين الخشب و اللحاء في الساق و الجذر، و الذي يعطي ضخامة و سماكة لها، و يسمى النمو الناتج عن انقسامها بالنمو الثانوي.

و يلاحظ أحيانا وجود كامبيومات أخرى تنشأ تحت سطح العضو النباتي مباشرة كما في درنات البطاطا و أجزاء المجموع الخضري الخشبية (البلوط) حيث تعطي الفلين و تسمى هذه الكامبيومات بالكامبيوم الفليني Phyllogen.

4- النمو المتناثر: و هو ما يشاهد أثناء تكوين الثغور، إذ تبدأ سلسلة خاصة من الانقسامات في خلية البشرة لا تستمر بدون توقف بل تنتهي عند تكوين الثغر.

و كذلك أثناء تكوين جرح تتحول بعض الخلايا في تلك المنطقة إلى خلايا قادرة على الانقسام فتنقسم حتى يلتئم الجرح و تكون ما يسمى **بالكالوس**.

5- نمو الخلية: **تحتاج الخلية لنموها ما يلي:**

أ- **تخليق السكريات العديدة لبناء جدار الخلية.**

ب- **تخليق البروتينات لزيادة المادة البروتوبلازمية.**

ج- تخليق الأحماض النووية لاستمرار عملية انقسام الخلية و عملية تخليق البروتينات.

خطوات تمدد و استطالة الخلية

إن عملية استطالة الخلية تتم بدخول الماء للفجوة العصارية، و إن دخول الماء إلى الخلية معناه زيادة قوة الامتصاص، و قوة الامتصاص تعتمد على زيادة الضغط الأسموزي لعصير الخلية أو نقصان في ضغط الجدار.

و بما أنه توجد علاقة بين شدة استطالة الخلايا و تركيز المواد المؤثرة في الضغط الأسموزي، يبقى الاختيار في استطالة الخلايا متوقفا على نقصان في ضغط الجدار.

فكيف يمكن الوصول إلى هذه النقطة الأخيرة حتى تتم عملية استطالة الخلايا؟

يمكن الوصول إلى ذلك:

1- بزيادة قابلية الجدار الخلوي على الامتطاط (التمدد) حيث يحصل تحلل بين روابط الجزيئات الكبيرة التي تشكل الجدار الخلوي و يصبح مطاوع (مطاطي) و بعد الانتهاء من عملية الامتطاط تبدأ ترتبط المواد من جديد (المواد التي تشكل الجدار الخلوي هي السليلوز و أشباه السليلوز و الكربوهيدرات و البروتينات و الدهون)

2- إن زيادة عملية المطاوعة لجدار الخلية تزداد معه قوة الامتصاص، حيث يحصل زيادة في امتصاص الماء من قبل الفجوة العصارية و معه زيادة الاستطالة، و ان زيادة المطاوعة و الاستطالة للخلية يتبعها زيادة في ابتعاد اللوليفات المكونة للجدار الخلوي.

3- ان ابتعاد اللوليفات يتبعه إضافة مواد جديدة للجدار الخلوي و تسمى هذه العملية ب: M1ti -net-growth

و يمكن تلخيص الخطوات الثلاثة فيما يلي:

1. دخول الماء إلى الفجوة العصارية الذي يزيد في استطالة الخلية
2. زيادة المطاوعة للجدار الخلوي بواسطة تفكك الروابط الجزيئات الكبيرة (ابتعاد اللوليفات).
3. تقوية الجدار الخلوي الممتط بإضافة مواد جديدة له.

النمو الطولي

هو الزيادة في الحجم (استطالة الخلايا استطالة غير عكسية على امتداد المحور) و النمو المتطور للنبات يعتمد بشكل كبير على انقسام الخلايا الميراستيمية و استطالتها.

قدر نمو الذرة ب 20 % في الساعة و ضمن هذه المنطقة لا تكون استطالة الخلايا متساوية، حيث وجد أنه في يبلغ 40 % في منطقة الاستطالة الرئيسية بينما يكون أقل من ذلك في المناطق الأخرى، و كل خلية تبدأ استطالتها قليلا ثم تصل إلى أعلى مستوى ثم تتوقف الاستطالة أي هناك فترة زمنية للنمو و ما ينطبق على الخلية ينطبق على العضو.

النمو العرضي

بعد أن تبلغ الأنسجة الأولية المشتقة من نشاط الأنسجة الجنينية القمية (الميراستيمية)، تتكون في النباتات مناطق جنينية ثانوية تساهم في زيادة قطر الأعضاء (نمو عرضي) ففي الساق و الجذر تتكون طبقة نسيج مولد وعائي أو ما يسمى بالكامبيوم الوعائي بين الخشب و اللحاء، تنقسم خلايا هذه الطبقة مماسيا معطية خلايا إلى الداخل و أخرى إلى الخارج ، تتمايز الخلايا الداخلية مكونة الخشب الثانوي بينما تتمايز الخلايا الخارجية مكونة اللحاء الثانوي.

كما أنه قد يتحول جزء من طبقة القشرة إلى خلايا نشطة مولدة تسمى الكامبيوم الفليني التي تولد طبقة فلينية نحو الخارج و طبقة قشرة ثانوية نحو الداخل.

و بهذا يزداد النمو عرضيا.

العوامل التي تتحكم في نمو النبات

تتمثل العوامل التي تتحكم في نمو النبات في عوامل خارجية و عوامل داخلية.

من العوامل الخارجية نذكر : الضوء ، الحرارة ، الجاذبية الأرضية.

من العوامل الداخلية نذكر : الهرمونات النباتية و منها الأكسينات ،الجبرلينات ، السيتوكينينات ، حامض الأبسيسيك و غاز الايثلين.

أولا العوامل الخارجية

1- الضوء: يعمل على تغير تشكل النبات، و هو ما يسمى بالتشكل الضوئي، و يشمل هذا الاصطلاح على عدد من العمليات التي تحدث في النبات و التي تعتمد على الضوء، منها تكوين الكلوروفيل و أصباغ الأنثوسيانين و إنبات بعض البذور و تكوين الأزهار، و لذا نلاحظ في حالة وضع النبات في الظلام أنه يكون ذو سلاميات طويلة و أوراق صغيرة و ريشة منحنية و له لون أصفر (الاصفرار الظلامي) بسبب توقف أصباغ الكلوروفيل، أما النبات النامي في الضوء فتكون سلامياته أقصر و أوراقه أكبر و قمته النامية مستقيمة و لونه أخضر نتيجة تخليق الكلوروفيل.

إن عدم تمدد الأوراق و عدم اتساعها في الظلام و ظهور الريشة المنحنية يكون مناسبا لبعض النباتات، و ذلك لحماية الميراستيمات من الاحتكاك بحبيبات التربة.

الانتحاء الضوئي Phototropisme

تنمو الأعضاء و السيقان و الأوراق باتجاه الضوء، و هذا ناتج من تأثير الضوء نفسه على الأجزاء النباتية، و تسمى هذه الأجزاء التي تنمو باتجاه الضوء بأنها ذات انتحاء ضوئي موجب، و على هذا الأساس تتوضع الأوراق بزاوية معينة اتجاه الضوء.

أما الجذور فإنها تنمو بعيدا عن الضوء لذلك فإنها ذات انتحاء ضوئي سالب، أما الجزء الضوئي المسؤول على عملية الانتحاء الضوئي فهو الطيف الأزرق، حيث يحدث النمو على الجانب المظلم أكثر من الجانب المضاء، و بذلك يحدث الانحناء، كما تدخل في عملية الانتحاء الضوئي بعض الهرمونات النباتية كالأكسينات .

بعبارة أخرى ، إن الانتحاء الضوئي هو انحناء قمم السوق النباتية باتجاه الضوء عندما تتلقى إضاءة من جانب واحد.

2- الجاذبية الأرضية: إذا وضع نبات مزروع في أصيص (نبات الخردل مثلا) بشكل أفقي لعدة أيام، فان الساق لا يبقى ممتدا بصورة أفقية و إنما ينحني بالاتجاه العلوي أي باتجاه معاكس للجاذبية الأرضية، و يظهر هذا التبدل الموضعي في البدء في منطقة الاستطالة خلف ذروة الساق مباشرة ثم تمتد نحو الخلف بمرور الزمن باتجاه الأجزاء الأكبر عمرا من الساق، و إذا فحصت ذروة الجذير الابتدائي للنبات تلاحظ أنها قد بدلت موضعها أيضا و لكن في اتجاه معاكس أي بواسطة النمو سفليا نحو مركز التربة، و يظهر التبدل الموضعي في البدء في منطقة الاستطالة التي تقع خلف ذروة الجذير مباشرة كما هو الحال في الساق.

3- الحرارة: تلعب الحرارة دورا هاما في معدلات التفاعلات الحيوية في الخلية، فالدفء يزيد هذه المعدلات و يزيد سرعة النمو، أما الحرارة التي تزيد عن الدرجة المثلى (التي يتحملها النبات) فقد ينتج عنها نبات ضعيف قليل الأزهار. و كثيرا ما تكون درجات الحرارة المنخفضة نسبيا ضرورية للنمو المثالي في كثير من النباتات.

ثانيا العوامل الداخلية

و تتمثل في الهرمونات النباتية Phytohormones

كلمة Phytohormones كلمة مركبة من كلمة Phyto تعني نبات و كلمة hormones تعني القوة المحركة، القوة الدافعة أو القوة الباعثة، و قد أدخلت إلى العربية كما هي.

تتم عملية التنظيم الكيميائي من خلية إلى أخرى في الكائنات الحيوانية بواسطة الجهاز العصبي، في حين تكون النباتات فاقدة لهذا الجهاز لذا يلعب جهاز الأوعية الناقلة Vascular system الذي بواسطته تنتقل الهرمونات من خلية إلى أخرى، و من عضو إلى عضو آخر ذلك الدور، و الهرمونات النباتية كما هو الحال في الهرمونات الحيوانية عبارة عن مواد عضوية لها تأثير كبير بكميات صغيرة على مناطق غير مناطق تخليقها، و يتم نقلها من أماكن تكوينها إلى مناطق تأثيرها بواسطة الجهاز الوعائي في النباتات، كما يمكن أن تؤثر هذه الهرمونات على المناطق التي تخلق بها في بعض النباتات.

و من الهرمونات النباتية : الأكسينات، الجبريلينات ، السيتوكينينات، كمنشطات و حامض الأبسيسيك و غاز الايثلين كمثبطات. إضافة إلى الهرمونات النباتية الموجودة بصورة طبيعية في النبات، هناك عدد من المركبات العضوية الصناعية التي تقوم بتأثير قليل أو مماثل لتأثير الهرمونات الطبيعية إذا ما أدخلت إلى النبات، و يمكن