

## فسيولوجيا الإنبات والكمون

يطلق لفظ الإنبات Germination فى البذور على استعادة النشاط فى نمو الجنين حتى تتمزق أغلفة البذرة ويبرز منها النبات الصغير. كما يمكن تعريف عملية الإنبات بأنها: الخطوات المتتابعة التى تبدأ بامتصاص البذرة للماء والتى يتبعها تمزق غطاء البذرة وظهور الجذير أو المجموع الخضرى ويصاحب تلك المظاهر المورفولوجية انقسام الخلايا واستطالتها مع زيادة النشاط الحيوى من هضم للغذاء وتمثيله ولكى يحدث الإنبات لبذور النباتات يشترط توافر عدة عوامل منها:

### ٧ الماء

الماء ضرورى لكى يحدث الإنبات، وتبدى البذور التابعة لنباتات مختلفة فروعاً بين ما يلزمها من الماء الذى تمتصه أثناء هذه العملية. ويكون دخول الماء فى المراحل المبكرة نتيجة لعمليات التشرب بواسطة الغرويات مثل جزيئات البروتين والنشا ثم تتكون الفجوات العصارية، وتشارك القوى الأسموزية حينذاك فى امتصاص الماء.

### ٧ الأكسجين

لا يحدث الإنبات فى غياب الأكسجين. ففى البذور النابتة تسير عملية التنفس بمعدل سريع وخصوصاً فى المراحل الأولى من الإنبات. ويتوقف معدل استهلاك الأكسجين على نوع الغذاء المخزن والذى سيتم أكسدته. والجو المحيط يحتوى على  $20\% O_2$  و  $0.03\% CO_2$  زيادة تركيز  $CO_2$  تؤثر سلباً على إنبات معظم البذور وعلى العكس لا تتأثر بذور Atreplex بالزيادة  $CO_2$ .

### ٧ درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة على عملية الإنبات بطرق مختلفة، فدرجة الحرارة تؤثر على درجة دخول الماء إلى البذرة، كذلك فإن ارتفاع درجة الحرارة يقلل من مقاومة القصرة لخروج الجذير. ولكل نوع من البذور درجة حرارة صغرى Minimum إذا انخفضت عنها لا يحدث الإنبات، كما أن لها درجة قصوى Maximum لا تنبت البذور إذا تعدتها. وذلك لموت البروتوبلازم فوق هذه الدرجة. كذلك فإن

لها درجة حرارة مثلى **Optimum** بين الدرجتين الصغرى والقصى. وعند درجة الحرارة المثلى يبلغ الإنبات والنمو أقصاه، وجليد بالذكر فإن إنبات البذور قد ينشط بدرجات الحرارة العالية ولكن بمرور الوقت قد تموت البذور النابتة من تأثير هذه الحرارة العالية. ولهذا فإن درجة الحرارة المثلى هي أعلى درجة حرارة يحدث عندها إنبات دون أن يحدث ضرر للبادرات بمرور الوقت. وعموماً تختلف احتياجات البذور لدرجات حرارة معينة وذلك باختلاف نوع النبات فمثلاً وجد أن بعض البذور تتحمل درجات الحرارة المنخفضة أثناء الإنبات والبعض الآخر يشترط توافر درجات حرارة مرتفعة حتى يتم الإنبات بصورة جيدة. لوحظ أيضاً في العديد من البذور فإن التبادل في التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة المفرد يعطى أقصى معدل للإنبات. فعلى سبيل المثال فإن التبادل في التعرض من ١٥ م إلى ٢٥ م المرتبط مع المعاملة الضوئية لبذور حشيشة الفلفل يمكن أن تزيد معنوياً من نسبة الإنبات.

## ٧ الضوء

هناك بذور حساسة للضوء أى لا تستطيع الإنبات إلا إذا تعرضت للضوء ولو لفترة قصيرة ومن أمثلتها بذور شجرة عيد الميلاد وبعض أصناف الخس.

§ كما أن هناك بذور حساسة للظلام أى يلزم لإنباتها ألا تتعرض للضوء أثناء الإنبات ومن أمثلتها بعض أنواع جنس البصل.

§ كما أن إنبات بعض البذور مثل الدخان لا يتأثر كثيراً بتوافر الضوء أو الظلام حيث وجدوا أن إنبات بذور الدخان يكون أسرع في الضوء عنه في الظلام إلا أن الظلام لا يوقف الإنبات تماماً ولكنه يبطئه. كما لوحظ أن تأثير الضوء على الإنبات يتأثر بالعوامل البيئية الأخرى.

§ لوحظ أن الإنبات في بعض البذور يكون مصاحباً للإستجابة للفترة الضوء تعاقبيه أى تعاقب فترات النهار والظلام.

§ قد لوحظ من الدراسات أن الضوء الأحمر والأحمر البعيد يعملان من خلال صبغة الفيتوكوم في تنظيم عمليات الإنبات في بذور بعض أنواع الخس. حيث لوحظ أن الضوء الأحمر يشجع الإنبات حيث يعمل

على تحويل صبغة الفيتوكووم إلى الصورة الفعالة بينما يحدث العكس عند التعرض للضوء الأحمر البعيد والذي يعمل على تحويل صبغة الفيتوكووم إلى الصورة غير الفعالة والمثبطة للإنبات.

## ٧ حيوية الجنين

تختلف مدة احتفاظ البذور بحيويتها من جنس لآخر ومن نوع لآخر وقد تتراوح هذه الفترة من عدة أيام إلى عدة سنوات وقد تصل إلى مئات السنين. ومن الجدير بالذكر أنه يمكن احتفاظ البذور بحيويتها لمدة أطول كلما كانت ظروف التخزين مواتية. ومن المعروف أن زيادة نسبة الرطوبة في البذرة أو ارتفاع درجة الحرارة في البذور المخزونة يقلل من عمر حيويتها. كما أن إصابة البذور بالأمراض والآفات الحشرية يؤدي إلى تلف الجنين جزئياً أو كلياً مما يؤدي إلى انخفاض حيوية الجنين وبالتالي قدرة البذرة على الإنبات.

## ٧ عدم وجود ظاهرة السكون في البذرة

حيث توجد مجموعة من العوامل تؤدي إلى سكون البذرة وعدم قدرتها على الإنبات.

### السكون

يقصد بالسكون توقف النمو للبراعم أو إنبات البذور حتى تحت الظروف المواتية للنمو أو الإنبات. يوجد العديد من العوامل التي تثبط إنبات البذور حيث لوحظ أن غياب كلاً من الماء ودرجات الحرارة المناسبة أو مخلوط الغازات المناسب أيضاً لوحظ أن صلابة غطاء البذرة وعدم إنفاذه للماء أو الغازات أو كليهما يؤدي إلى سكون البذور كما أن عدم نضج الجنين أو احتياجه إلى فترة ما بعد النضج أو الإحتياج إلى ضوء معين أو درجات حرارة معينة أو وجود مواد مثبطة للإنبات، كل ذلك يؤدي إلى سكون البذور وعدم حدوث الإنبات. وسوف نتناول بعض أهم العوامل المسببة لسكون البذور:

### ٧ صلابة القصرة

يعتبر غطاء البذرة الصلب واحد من أهم العوامل الأكثر شيوعاً والمصاحبة لسكون البذرة حيث يتسبب في الآتي:

• قد تؤدي صلابة القصرة إلى منع امتصاص الماء أو مروره إلى داخل البذرة كما في بعض أنواع البقوليات.

• قد تؤدي صلابة القصرة إلى منع وصعوبة تبادل الغازات خاصة الأوكسجين كما في الشبيط.

• قد تؤدي صلابة القصرة إلى منع تمدد الجنين كما في حشيشه الخزير.

ويمكن كسر سكون البذور ذات القصرة بعملية التخديش أو المعاملة الكيماوية ببعض الأحماض مثل حمض الكبريتيك أو المذيبات العضوية مثل الأسيتون أو الكحول.

## ٧ عدم اكتمال نضج الجنين

يرجع عدم إنبات بعض البذور لعدم اكتمال نمو الجنين ويحدث الإنبات فقط عندما يكتمل نمو وتطور الجنين. وقد يحدث نمو وتطور الجنين في هذه البذور خلال أو قبل عملية الإنبات. وهذا النوع من السكون ربما يوجد في بعض أفراد العائلة الأوركيدية والهالوكية وكسر السكون الناشئ عن عدم اكتمال نمو الجنين فقط بترك الجنين ينمو ويتطور داخل البذرة تحت الظروف المفضلة للإنبات.

## ٧ فترة ما بعد النضج Afterripening

حيث يلزم مرور فترة يحدث فيها تغيرات فسيولوجية وبيوكيماوية لازمة للإنبات. وفترة ما بعد النضج قد تحدث في بعض الأنواع خلال فترة التخزين الجاف وقد تحدث خلال درجات الحرارة المنخفضة والرطوبة. وتسمى هذه العملية بالتضنيد. حيث يحدث التضنيد عندما تسقط البذور في الخريف وتغطي التربة الباردة والمخلفات العضوية والثلوج. كما أمكن إجراء عملية التضنيد صناعياً بطريقة جيدة حيث يتم وضع طبقات من البذور بالتبادل مع طبقات من الرمل وتخزن تحت درجات حرارة منخفضة. وقد أوضحت الدراسات أن نشاطاً فسيولوجياً وبيوكيماوياً يحدث خلال فترة التضنيد (ما بعد النضج) حيث يحدث إنتقال للمركبات من الخلايا المخزنة إلى الجنين — يتراكم السكريات الناتجة من تحلل الكربوهيدرات ويحدث هضم لمختلف الدهون المخزنة — اختفاء المثبطات — بناء منشطات النمو مثل الجبري ولينات والسكيتوكينينات.

## ٧ مثبطات الإنبات

وجود بعض المواد طبيعياً في البذور قد يسبب سكون البذور وتسمى تلك المواد بمثبطات الإنبات وتوجد هذه المثبطات في أماكن مختلفة فمثلاً:

- ربما توجد هذه المثبطات في التراكيب المغلفة للبذرة كما في قنابح الشوفان.
- قد توجد هذه المثبطات في لب أو عصير الثمار المحتوية على البذور كما في الطماطم.
- قد توجد مثبطات الإنبات في الأندوسيرم أو جنين بعض البذور.
- ومن أمثلة المثبطات الطبيعية التي تم التعرف عليها مركبات الكومارين – البارسكريبيك – الأمونيا – حمض الأتبسيك ABA – القلويدات.

ويتم كسر هذا النوع من السكون باستخدام منشطات الإنبات مثل نترات البوتاسيوم – الثيويوريا – الإثلين – الجبريلين – الكينتين.

## ٧ عدم توافر ظروف بيئية خارجية

مثل التعرض لظروف إضاءة أو درجات حرارة غير مناسبة للإنبات. أيضاً الجفاف وعدم توفر الماء، كل ذلك يؤدي إلى دخول البذور في دور السكون.

## التغيرات البيوكيميائية التي تحدث أثناء الإنبات

عموماً يصاحب عملية الإنبات عدة تغيرات منها الفيزيائية مثل زيادة حجم البذرة وتشقق القشرة وزيادة وزن البذرة نتيجة لنتيجة لتشرب الماء. ومنها التغيرات الكيميائية التي من نتائجها هضم وتحلل المواد الغذائية المدخرة إلى مواد بسيطة يمتصها الجنين وينشط في النمو. ومنها التغيرات الحيوية وما يصاحبها من انقسام الخلايا واستطالتها وما يتبع ذلك من ظهور الجذير والمجموع الخضرى.

والغذاء المدخر في البذرة قد يكون أساساً مادة كربوهيدراتية أو بروتينية أو دهنية أو خليط منها.

عندما تكون المادة الغذائية المدخرة في البذرة هي الكربوهيدراتية (النشوية) فإنها تتحلل إنزيمياً بواسطة إنزيمات الأميليز والمالتييز إلى سكريات أحادية مثل الجلوكوز والمواد البروتينية تتحلل إنزيمياً بواسطة

إنزيمات البروتياز إلى أحماض أمينية بسيطة أما المواد الدهنية فيتم تحليلها إنزيمياً بواسطة إنزيم الليبيز إلى جلسرول وأحماض دهنية.

يتم استخدام السكريات الناتجة في عملية التنفس (الأكسدة) للحصول على الطاقة اللازمة للنمو والعمليات الحيوية الأخرى من خلال دورات الأتحال الجليكولى – كريس – البنتوز.

كما يتم أكسدة الأحماض الدهنية الناتجة من تحلل الدهون خلال أحد مسارين إما مسار ألفا Oxidatio – أو

#### المسار بيتا Oxidation .

والمسار الأول غير مرغوب لضآلة كمية الطاقة الناتجة من خلاله أما المسار الثانى فهو الأكثر إنتاجاً للطاقة حيث يتكون من خلاله المركب . acetylco-A والذى يدخل فى دورة كريس وينتج عنه كمية عالية من الطاقة. والمسار التالى يوضح بإختصار الأكسدة فى الوضع بيننا والذى يتم فى البذور الزيتية مثل بذرة الخروع أثناء مرحلة الإنبات.

– لوحظ أيضاً زيادة المحتوى من RNA فى فترات البذور النباتية مع زيادة واضحة فى نشاط وعمل الميتوكوندريا كما لوحظ أيضاً نشاط واضح فى عمل بعض الإنزيمات.

– لوحظ زيادة واضحة فى نشاط إنزيمات الفوسفاتيز التى تقوم بتحليل حمض الفيتيك (الذى يحتوى على نسبة كبيرة من الفوسفات – المغنسيوم – البوتاسيوم) ويرتبط الفيتيك أيضاً بالأجسام البروتينية فى الخلية. لذلك فإن حمض الفيتيك مهم جداً فى مرحلة إنبات البذرة.

– لوحظ ارتفاع معدل التنفس مع زيادة واضحة فى نشاط الإنزيمات المرتبطة بعملية التنفس فى دوراته المختلفة والمرتبطة أيضاً بالمواد الغذائية الأساسية المستخدمة فى عملية التنفس.