كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تغذية ونمو

المحاضرة : العاشرة/نظري/د.مريم

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

Syrian Arab Republic Ministry of Higher Education and Scientific Research		الجمهورية العربية السورية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مقرر التغذية والنمو

الإنبات العوامل المؤثرة على النمو النباتي

إعداد: د. ريم ابراهيم

قسم علم الحياة

كلية العلوم

العام الدراسي 2025-2026م

الإنبات والعوامل المؤثرة على النمو

يطلق على تعبير الإنبات على نمو جنين البذرة وإعطاء نبات جديد حينما تتوفر الشروط الملائمة للبذور من ماء ودرجة حرارة وأوكسجين الإنبات ليس مجرد بداية حياة النبات، بل هو أول اختبار لكفاءة النظام الوراثي والفسيولوجي والتغذوي للنبات تحت ظروف بيئية متغيرة.

إن أي خلل في هذه المرحلة لا يمكن تعويضه لاحقًا مهما حسّنا التغذية أو الإدارة الزراعية.

وهكذا نعرف الإنبات بأنه حدث فسيولوجي منضبط (Germination as a Regulated Process): الإنبات ليس "تشغيلًا" بل "إعادة برمجة" وهو انتقال البذرة من حالة سكون أيضي إلى نشاط أيضي عالي، ويبدأ بالتنفس الميتوكوندري ومن ثم التعبير الجيني المرتبط بالنمو و تصنيع البروتين. ويطلق هذا التعبير على نمو الجنين وإعطاء بادرة وذلك عندما تتوفر الشروط الملائمة من ماء ودرجة حرارة وأوكسجين.

التسلسل الفسيولوجي الدقيق للإنبات:

مرحلة التشرب (Imbibition): تغير في بنية الأغشية ، زيادة نفاذية غلاف البذرة للماء وتشرب الأنسجة المختلفة للماء ومن ثم زيادة حجم البذرة وزيادة رطوبة أغلفتها.

الطور الثاني(Phase II (Lag phase : ذروة النشاط الإنزيمي وتحلل المخزون الغذائي واستقلاب المدخرات في البذرة سواء كان ضمن سويداء البذور او في الفلقتين وانتقال المواد الغذائية المهضومة إلى الجنين النباتي داخل البذرة. وللاستدلال على كفاءة هذه المرحلة يمكن تحليل البذور في مراحل متعاقبة أثناء الإنبات وملاحظة تناقص كمية المواد الغذائية كالنشويات والزيوت والبروتينات بشكل واضح. وتدل التجارب العلمية ان البروتينات لا تستهلك في عملية التنفس الخلوي التي تحدث أثناء الإنبات وإنما تستخدم في عملية اصطناع المركبات الآزوتية العضوية لتغذية الجنين.

الطور الثالث (Phase III): نتيجة لما تم في المرحلة الثانية نجد ان الخلايا الميريستيمية التي يتكون منها الجنين تنشط وتنقسم ويزداد حجمها ويظهر البريعم فوق سطح الأرض والجذر الإبتدائي تحت التربة وبذلك تتحول البذرة إلى بادرة (نبات مستقل) وبعد ذلك تبدأ بالاعتماد الجزئي على البيئة من خلال بدء العمليات الحيوية وأهمها التركيب الضوئي.

نقطة نقاش: لماذا تفشل بعض البذور في الإنبات بعد الامتصاص مباشرة رغم اكتمال المراحل الأولى؟

في بداية عملية النمو يتناقص الوزن الجاف للبادرات النباتية وذلك لأنها تنمو بالاعتماد على استهلاك المدخرات الغذائية ومن ثم يبدأ بازدياد عندما تبدا بالنمو تدريجيا إنتاج مادتها العضوية بشكل ذاتي من خلال قيامها بالتركيب الضوئي ويسمى ذلك بفترة النمو الكبرى.

ثانيًا: العوامل المؤثرة على الإنبات:

تحتاج البذور لإتمام نموها والتحول إلى نبات مستقل إلى مجوعة من العوامل أهمها: الماء- درجة الحرارة – الأوكسجين – والضوء الذي يؤثر في مرحلة الإنبات وفي مراحل متقدمة من النمو.

الماء

تتم العمليات الفيزيولوجية في الخلايا الحية عموما في وسط مائي، وبالتالي فإن امتصاص البذور للماء ضروري جداً للإنبات ونمو جنين البذرة وخروجه خارج الغلاف، وبامتصاص الماء تبدأ سلسلة من العمليات الفيزيائية والكيميائية تؤدي إلى نمو الجنين وانبثاقه من البذرة، ويتم امتصاص الماء في المراحل الأولى بخاصية التشرب وهو عامل فيزيائي من ثم بخاصية الضغط الحلولي وهو عامل كيمائي.

تمتص البذور غير الحية الماء كذلك بخاصية التشرب، ولا تنتش. وبعض البذور الحية مثل بذور بعض نباتات الفصيلة القرنية لا تمتص الماء بسبب صلابة غشائها ويمكنها أن تمتص الماء بسرعة إذا نزع جزء من غلافها. وقد تتم معالجة البذور بغمرها بحمض الكبريت أو بالماء الدافئ لفترة قصيرة.

تختلف كذلك درجة ترب البذور للماء حسب النوع النباتي، على سبيل المثال إن أنتش بذور نباتات مقاومة للجفاف يحتاج ماء أقل من بذور نباتات أقل مقاومة للجفاف.

وتستطيع بذور بعض النباتات أن تمتص بخار الماء كما تتشرب الماء السائل ولذلك فإن معظم البذور تمر خلال المراحل المبكرة للإنبات في جو مشبع أو قريب من الإشباع.

الحرارة

تنبت البذور عند مدى معين من درجات الحرارة فإذا ما ارتفعت أو انخفضت كثيراً عن هذا المدى لا يمكن أن تنبت وهذا يني ان لكل درجة نبات درجة حرارة مثلى للإنبات.

يمكن تمييز ثلاث درجات حرارة رئيسية للإنبات وهي:

الدرجة الصغرى وهي أقل درجة يحدث عندها الإنبات والدرجة المثلى هي الدرجة التي يكون عنده الإنبات اسرع ما يمكن والدرجة القصوى هي النهاية العظمى للمدى الحراري للإنبات؛ وجميعها تعد مفاتيح تنظيم التعبير الجيني و ليست حدًا أمثل فقط بل تغيّر ثبات الإنزيمات وتؤثر على سيولة الأغشية مثلاً: الحرارة المرتفعة قد تسرّع الإنبات و لكن يمكن أن تنتج بادرات ضعيفة.

لا يمكن أن نحدد درجة حرارة معينة على أنها الدرجة المثلى للإنبات لأنها قد تتغير بتغير الظروف البيئية الأخرى السائدة، مثلا يمكن أن تنبت نباتات البذور في المناطق المعتدلة (القمح) في مدى حراري أقل من بذور نباتات المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية (الذرة).

تؤثر درجة الحرارة في المراحل الأولى من الإنبات وتحديدا سرعة تشرب البذور للماء حيث يزداد معدل امتصاص الماء بزياد درجة الحرارة ويزداد النشاط الأنزيمي وسرعة انتشار المواد الذائبة من جزء لآخر داخل البذرة.

الأوكسجين

تحتاج البذور إلى الأوكسجين لكي تنبت وذلك لكي تنشط عملية التنفس التي تصاحب نمو الجنين، وقد تبقى البذور المدفونة في الأرض فترة من الزمن دون إنبات بسبب نقص الأوكسجين وبمجرد تعرضها للهواء تعود للإنبات مجدداً، ويمكن لكثير من بذور النباتات الأرضية أن تنبت تحت الماء حيث يوجد الأوكسجين بتراكيز قليلة.

أولاً: الدور الفسيولوجي للأوكسجين في إنبات البذور

الأوكسجين (O_2) عنصر حاسم في إنبات معظم البذور لأنه المستقبل النهائي للإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون الميتوكوندرية وهو ضروري لإنتاج ATP عبر الفسفرة التأكسدية كما يساهم في تنظيم الإشارات الجزيئية عبر أنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS).

لنتذكر أن إنبات البذور هو عملية كثيفة الاستهلاك للطاقة، خاصة خلال إعادة تنشيط الميتوكوندريا و تخليق البروتينات وإعادة بناء الأغشية ومن ثم استطالة الجذير (radicle protrusion)

الأوكسجين وإنتاج الطاقة أثناء الإنبات

عند امتصاص الماء (Imbibition): تنتقل البذرة من حالة أيض منخفض إلى نشاط أيضي مرتفع وتنشط الميتوكوندريا (تحول البرو-ميتوكندريا إلى ميتوكندريا فعالة). ويبدأ التنفس الهوائي الكامل و ثم تحلل السكر (Glycolysis) في دورة كريبس

وتستمر سلسلة نقل الإلكترون

في حال نقص الأوكسجين: يتحول الأيض إلى تنفس لاهوائي (تخمر) وينتج ATP بكفاءة منخفضة ويتراكم الإيثانول أو اللاكتات

قد يتثبط الإنبات أو يتباطأ

تأثير تركيز الأوكسجين على نسبة وسرعة الإنبات

يمكن تقسيم الاستجابة إلى ثلاثة نطاقات:

نقص الأوكسجين (Hypoxia) يحدث في التربة المشبعة بالماء يقل معدل التنفس الهوائي تتفعّل إنزيمات التخمر مثل:

(Alcohol dehydrogenase (ADH

(Pyruvate decarboxylase (PDC

بعض الأنواع (مثل الأرز) تمتلك تكيفات خاصة:

قدرة عالية على التخمر استطالة سريعة للكوليوبتيل

المستوى الأمثل للأوكسجين عادة بين 15–21% في الهواء حيث يجري أعلى معدل تنفس ويحدث أسرع خروج للجذير

توازن مثالي بين إنتاج الطاقة والإشارات التأكسدية

فرط الأوكسجين (Hyperoxia) قد يؤدي إلى زيادة إنتاج ROS تلف تأكسدي في: الأغشية البروتينات و انخفاض في حيوية البذور

الأوكسجين وكسر السكون

في بعض البذور، انخفاض الأوكسجين يحافظ على السكون عبر: زيادة استقرار ABA وتثبيط تخليق GA

بينما توفر الأوكسجين: يعزز تحلل ABA و ينشط تخليق GA ويزيد التعبير عن جينات التحلل الإنزيمي

العوامل المؤثرة في توفر الأوكسجين للبذرة

قوام التربة (Texture) - تشبع التربة بالماء - حجم البذرة - سماكة غلاف البذرة - معدل التنفس الداخلي

البذور الكبيرة أكثر عرضة لنقص الأوكسجين بسبب:

- **مسافة انتشار أطول**
- **معدل تنفس أعلى**

الإنبات الأمثل يعتمد على توازن دقيق بين الأيض الهوائي والإشارات التأكسدية المنظمة.

الفصل الخامس

-النمو التكاثري Reproductive growth

تلي مرحلة النمو الاعاشي في النبات مرحلة النمو التكاثري التي تتضمن تشكل الازهار وتكوين الثمار والبذور وتنتهي بانتهائها دورة حياة النباتات الحولية .

ويمكن تقسيم مراحل النمو التكاثري الى مرحلتين هما :

آ ـ مرحلة تشكل الأزهار .

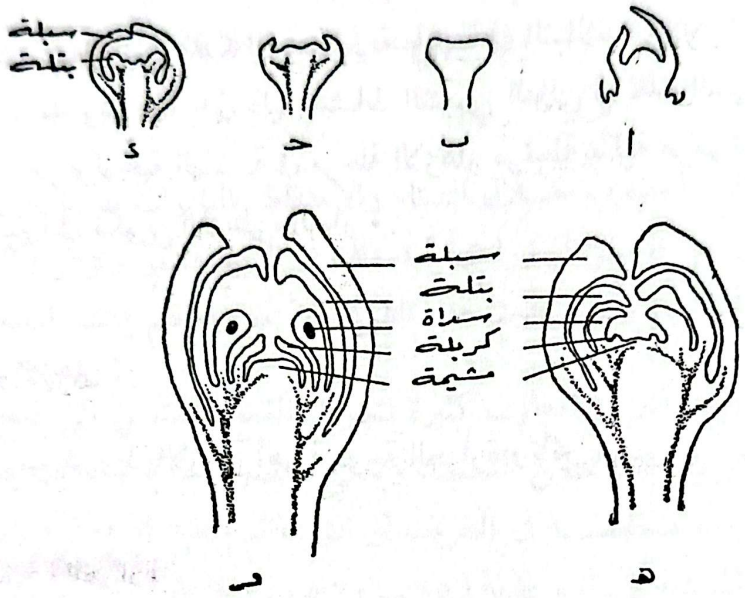
ب ـ مرحلة نمو الثمار ونضجها .

فيزيولوجيا الازهار :

ان مرحلة الإزهار في النمو التكاثري تعد مرحلة انتقالية نسبيا فتتحول بعض ميرستيمات السوق الاعاشية الى ميرستيم تكاثري ، ويحدث التحول من الحالة الاعاشية الى الحالة التكاثرية كلما هيأت الظروف البيئية ظروفا داخلية في الميرستيم تكفي لحث وتكوين الأزهار ، والفترة الزمنية في تحول الميرستيم الاعاشي الى ميرستيم تكاثري تختلف من نبات لآخر ومن ميرستيم لآخر على النبات نفسه . وقد يبقى نبات ما إعاشيا طول فترة حياته تحت ظروف بيئية خاصة .

-والتغيرات الاولى في تحول الميرستيم الاعاشي الى ميرستيم تكاثري هي تغيرات فيزيولوجية غير مرئية ناتجة عن عوامل استقلابية داخل الخلايا الميرستيمية

وتسبب تغير طراز الميرستيم تغـير كليا (من ورقـة الى سبـلات وبتلات واسدية وكرابل) والشكل رقم (٤٨) يبين المراحل المورفولوجية لتحـول ميرستيم إعاشي الى ميرستيم تكاثري .



(الشكل رقم ٤٨)

المراحل المورفولوجية لتحول الميرستيم الاعاشي الى ميرستيم تكاثري

آ ـ ميرستيم اعاشي ب ـ ميرستيم تكاثري جـ ـ تشكل السبلات

د ـ تشكل البتلات هـ ـ تشكل الاسدية (الاعضاء المذكرة)

و ـ تشكل الكرابل (الاعضاء المؤنثة)

وأول تغير مجهري يحدث عند تحـول الميرستيم الاعاشي الى ميرستيم تكاثري هو تغير شـكل الميرستيم من شكل مخروطي الى شـكل مفلطح عنـد قمته . ثم تنمو زوائد صغـيرة في ترتيب حازوني منتظم وهـذه الزوائد هي الاصـول التي تتكون منها أجزاء الزهرة (سبلات ، بتلات ، أسدية ، مدقـة) تكون هذه الاجزاء الزهرية داخل سبلات متراكبـة ومغلقة لتكون البرعم الزهري الذي يتفتح ويشكل الزهرة وتدعى هـذه المرحلة باسم التفتـح الزهري . هناك بعض النباتات ثنائيـة

المسكن أي الأزهار المذكرة والمؤنثة في نباتين منفصلين وبعضها الآخر احادية المسكن أي الأزهار المذكرة والمؤنثة في نبات واحد . ويتبع هذه التغيرات المورفورلوجية تغيرات فيزيولوجية هامة مثال تحول أجزاء الزهرة الى أعضاء مذكرة (الاسدية) وأجزاء أخرى الى أعضاء مؤنثة (المدقة) .

يصاحب مرحلة النمو التكاثري بصفة عامة في النبات بتبدلات استقلابية معقدة ونشاط ملحوظ فيها يدل عليه النشاط التنفسي العالي في تلك الفترة . كما أن التغيرات الفيزيولوجية الهامة في مرحلة الازهار مرتبطة بآلية هرمونية خاصة تلعب دورا كبيرا في تكوين الأزهار والثمار .

شروط الازهار :

ندرس من شروط الازهار أهمية درجة الحرارة وتأثير الضوء :

آ ـ درجة الحرارة :

ـ توجد علاقة بين أثر درجة الحرارة وفعل التناوب الضوئي على الازهار ، وقد تكون درجة الحرارة منشطة لفترة الاضاءة في النمو التكاثري أو تكون مثبطة له ، فدرجة الحرارة تساعد على اصطناع حاثات النمو المحرضة للازهار ، كما تساعد على معدل انتقالها من الاوراق الى الميرستيمات وفي قدرتها على احداث التغيرات الشكلية في النسج الميرستيمية .

وتشير الدلائل الى أن درجة الحرارة في فترة الظلام تكون أكثر حرجا في تأثيرها في النمو التكاثري من درجة الحرارة في فترة الاضاءة لكثير من النباتات كما في نبات البندورة (اثر التناوب الحراري) .

لدرجة الحرارة تأثير هام في تشكل الأزهار ونمو الثمار فقد استخدمت طريقة التربيع Vernalisation التي تؤدي الى تقصير دورة حياة النباتات وتكبير

أزهارها ، وتستعمل اقتصاديا في بعض الدول لانتاج محاصيل زراعية مبكرة النمو التكاثري .

لقد أوضح أحد الزراعيين الامريكيين Klippart عام ١٨٥٧ أنه من الممكن زراعة القمح الشتوي في الربيع وحمله على الإزهار في الموسم نفسه دون الحاجة الى تركه في التربة طوال الشتاء التالي ، وتتلخص الطريقة التي اتبعها هذا العالم فيما يلي :

قام بانتاش الحبوب خلال الشتاء والاحتفاظ بالبادرات عند درجة حرارة منخفضة تقرب من الصفر ثم زراعتها بعد ذلك في الربيع فتنمو وتزهر وتثمر قبل حلول الشتاء التالي ، وقد بقيت هذه الطريقة غير معروفة فلم ينتشر استعمالها .

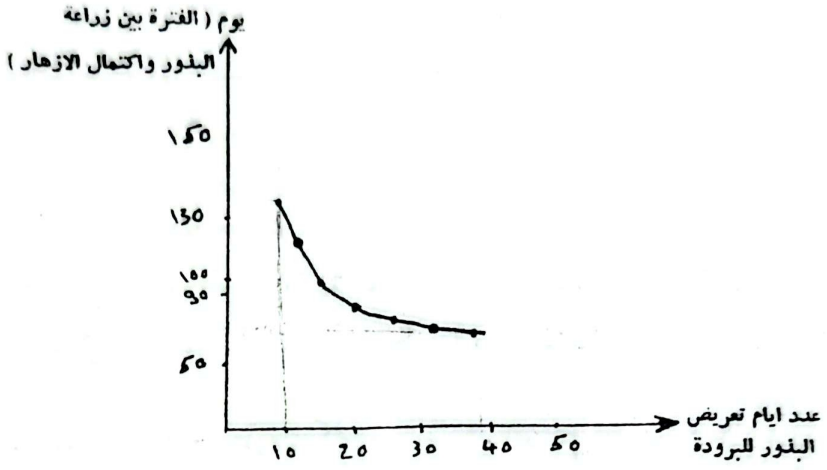
وفيما بعد أجريت تجارب كثيرة لتحويل القمح الشتوي الى قمح ربيعي ، أي يزرع في الربيع بدلا من الشتاء ويعطي محصولا عاديا . وذلك باستنباته في درجات حرارة منخفضة في الخريف أو الشتاء ثم الحيلولة دون استمرار نموه بخزن البذور المنتشة لاسابيع قليلة (١٥ ــ ٢٠ يوما تقريبا) عند درجات حرارة منخفضة (صفر الى ٥ م°) فاذا زرعت هذه البذور في الربيع فانها تمر بكل مراحل نموها تماما كما لو كانت قد زرعت في الخريف .

وبهذه الطريقة أصبحت البذور نتيجة التبدلات الفيزيولوجية التي طرأت عليها سريعة الازهار وتكوّن الثمار .

وعملية التربيع لاقت تطبيقا واسعا في الاتحاد السوفياتي وغيره من بلاد العالم حيث يزرع القمح الربيعي في مناطق واسعة بدلا من القمح الشتوي .

كما أجريت دراسات كثيرة لفصائل مختلفة من النباتات . ففي فصيلة الشيلم Winter rye حيث تحتاج هذه الفصيلة الى فترة تبلغ ١٣٠ يوما بين زراعة البذور وتكوين الإزهار في الظروف العادية فاذا عوملت البذور المنتشة بالتبريد في درجة

تتراوح بين (١ وحتى ١٠ م°) تم الإزهار بعد (٥٠ ــ ٩٠) يوما فقط حسب طول فترة تعريض البذور للبرودة (عدد الايام) كما يتضح من الشكل رقم (٤٩) ٠



(الشكل رقم ٤٩)

خط بياني يوضح معنى التربيع في فصيلة الشيلم الشتوي

والخلاصة أن الحرارة المنخفضة تؤثر في حياة النباتات اذ يمكن الحصول على نباتات مبكرة النمو التكاثري بمجرد تعريض بذورها لحرارة منخفضة في فترة إنتاشها ٠

وان عملية التربيع تسبب الاسراع في أطوار النمو الامر الذي يؤدي الى الانتقال من النمو الاعاشي الى النمو التكاثري وقد كان الاعتقاد السائد أن الازهار المبكر (بعد معاملة البذور أثناء انتاشها بدرجات حرارة منخفضة) ينشأ من التحولات في مراحل النمو الاولى وبالتالي في العمليات الاستقلابية ضمن النبات ٠ غير أنه قد تبين أن درجة الحرارة لها تأثير في آلية هرمونية للازهار وهذه الآلية هي المسؤولة عن تبكير الازهار ٠

ب ـ تأثير الضـــوء :

الضوء ضروري لنمو أغلب النباتات وله تأثير في تشكل الأزهـــار ، ويختلف هذا التأثير بحسب نوع النباتات المحبـــة للشمس أو الكارهة لها • ففي النباتـــات المحبـــة للشمس لا تزهر اذا كان الضوء ضعيفـــا أو ان الأزهار يقل عددهـــا واذا تشكلت تكون غير عاديـــة الشكل وأكثر أعضاء الزهرة تأثيرا بالضـــوء هو التويج حيث تصغر وريقاته في النور الضعيف كما في نبات Mimulus وقد يضمر التويـــج بكامله في النور الضعيف كما في نبات Lychins وفي بعض الحالات يؤدي الضوء الضعيف الى اغلاق الزهرة كما في نبات البنفسج Viola selvatica .

أما اذا استنبتت النباتات الكارهة للشمس في نور ساطع فان أزهارها تأخـــذ أشكالا غير عادية فالأزهار ذات التناظر الجانبي تصبح ذات تناظر شعاعي أي تصبح ذات أوراق تويجية متساوية ومتناظرة •

فالعلاقة بين الضـــوء والازهار لأي نوع نبـــاتي ليست بالعلاقـــة البسيطة ، اذ تتعقد بتأثير فترة الاضـــاءة فيكفي أن تزيد هذه الفترة عن حـــد معين أو تنقص حتى تؤدي الى منع الإزهار • وهناك حـــد أدنى لفترة الضوء بالنسبة لكل نـــوع نباتي فاذا نقصت عن هذا الحد لا تزهر النباتـــات ويختلف الحد الادنى اختلافـــا واضحا من نوع نباتي الى آخر وهو أقل مقـــدارا في الانواع المحبة للظل منـــه في الانواع المحبـــة للشمس •

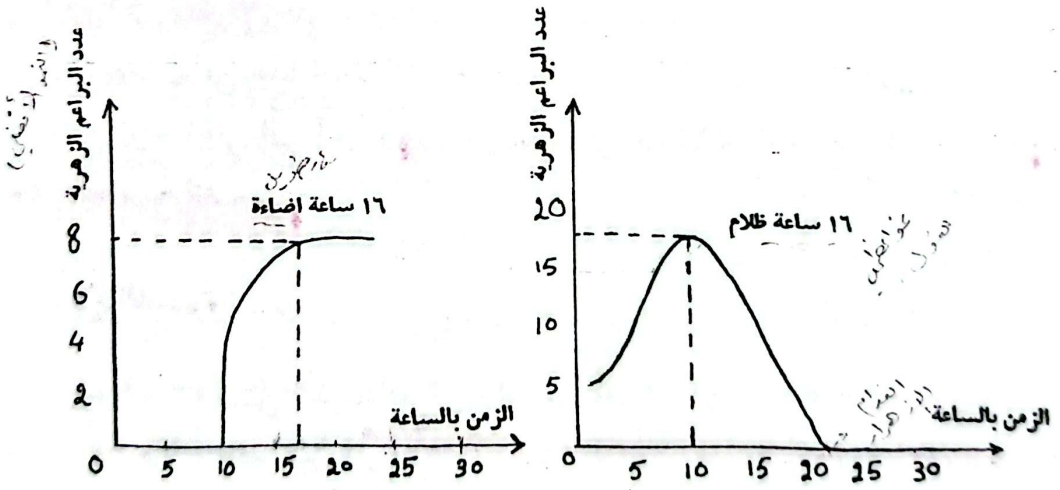
نـــوع الضـــوء :

لنوع الضوء مـــن الطيف المرئي تأثير مختلف في النمـــو التكاثري وبخاصـــة في ظهور الأزهار ، وقد تبين أن المنطقة البرتقالية الحمراء من الطيف المرئي لها أكبر الأثر في ظهـــور الأزهار رغم أن جميـــع أطوال موجـــات الطيف تؤثر في ظهـــور الازهـــار • وهناك منطقة من الطيف تثبط الازهـــار وهي في الجزء الازرق المخضر وتسمى هذه المنطقة من الطيف (بالطيف المؤثر) •

التناوب الضوئي : Photoperiodisme

وهو فترات متناوبة من الضوء والظلام وان دورة التناوب الضوئي الطبيعية هي تعاقب الليل والنهار خلال ٢٤ ساعة وهذه الفترات تختلف حسب فصول السنة ، فقد تكون فترة الاضاءة الطويلة متبوعة بفترة ظلام قصيرة والعكس بالعكس . أما التجارب العملية فليست مقصورة قلى المواعيد الزمنية المرتبطة بالشمس والتي لا يمكن التغير فيها ، وقد أمكن استخدام دورات التناوب الضوئي الاصطناعي غير الدورات التي توجد في الظروف الطبيعية ، فمثلا لا داعي أن تكون فترة الاضاءة التي طولها (١٠) ساعات متبوعة بفترة ظلام طولها (١٤) ساعة كما هي الحال في الطبيعة ، بل يمكن أن نجعلها تتبادل مع فترات ظلام طولها ٨ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٦ ، ٢٠ ساعة أو أي عدد من الساعات وبالعكس أيضا .

وقد أجريت تجارب التناوب الضوئي الاصطناعي على نبات فول الصويا Soybeans ودرست العلاقة بين فترة الظلام أو فترة الضوء ، وبين ظهور البراعم الزهرية فكانت النتائج كما هو مبين بالشكل رقم (٥٠) .



(ب) (الشكل رقم ٥٠) (آ)

اثر التناوب الضوئي في تشكل الازهار في نباتات النهار القصير والنهار الطويل
آ ــ نهار طويل ب ــ نهار قصير

ففي النهار الطويل شكل (آ) جعلت فترة الاضاءة ١٦ ساعة ثابتة وبتغير فترة الظلام من ٥ الى ٢٥ ساعة وجد أنه يبدأ الإزهار بعد طول فترة ظلام (١٠ ساعات) ويزداد بتزايد طول فترة الظلام حتى ١٦ ساعة .

أما في النهار القصير شكل (ب) حيث جعلت فترة الظلام (١٦ ساعة) ثابتة فلوحظ أن النبات المذكور (فول الصويا) يبلغ إزهراره حده الاعظمي عندما تكون فترة الاضاءة (١٠ ساعات) ويبدأ الإزهار في ساعات قليلة من الاضاءة ، أما في فترات الاضاءة (٢٠ فما فوق) فيلاحظ انعدام الإزهرار ، ولهذه التجارب أهمية تطبيقية حيث تحدد لنا فيما اذا كانت النباتات ستزهر أم لا .

تأثير فترة الاضاءة اليومية في الازهار :

ان الاضاءة اليومية تلعب دورا هاما في تشكل الأزهار كما أن لها تأثيرا كبيرا في حياة النباتات وذلك عن طريق طول فترة التركيب الضوئي اليومية وبالتالي تحسين الانتاج الزراعي وكانت بعض التجارب معاكسة أي كان المحصول أقل من المعتاد .

ثم جاءت تجارب العالمين آلارد Allard وغارنر Garner المشهورة عام ١٩٢٠ لتوضح فترة الاضاءة النهارية Photoperiod ومدى أثرها في النبات أو التناوب الضوئي Photoperiodisme ، وقد بينا أن للفترة الضوئية أهمية كبرى في تحويل حياة النبات الاعاشية الى حياة تكاثرية ولكن هذه الاهمية تختلف حسب النباتات التي تقسم من هذه الناحية (تأثير الفترة الضوئية) الى أربعة أقسام :

١ ــ نباتات النهار القصير Short - day plants :

وهي النباتات التي تزهر اذا كانت فترة الضوء اليومي تقل عن حد معين (١٢ ساعة) أما اذا زادت فترة الاضاءة عن ١٢ ساعة فلا تزهر . مثال نبات التبغ وقصب السكر .

٢ ـ نباتات النهار الطويل Long - day plants :

وهي النباتات التي تزهر اذا كانت الفترة الضوئية اليومية أكثر من حد معين (١٢ ساعة) أما اذا نقصت هذه الفترة عن ١٢ ساعة فلا تزهر • مثال نبات القمح والشعير •

٣ ـ نباتات المحايدة Neutral plants :

وهي النباتات التي تزهر فقط في مجال معين من أطوال النهار ولا تزهر في فترات الأضاءة الاطول أو الاقصر من ذلك • مثال نبات عباد الشمس والذرة •

٤ ـ نباتات لا تتأثر بالفترة الضوئية Indifferent plants :

أو غير محدودة الفترة الضوئية وهي النباتات التي تزهر في مجال واسع من أطوال النهار واضاءة مستمرة • مثال نبات القطن والبندورة •

فالزمن اللازم لإزهار كل نبات من النباتات السابقة يتبع الفترة الضوئية التي توافقه حسب فصول السنة • فنباتات النهار الطويل تزهر في أواخر الربيع وأوائل الصيف ، ونباتات النهار القصير التي يمكنها أن تنمو في درجات حرارة منخفضة نسبيا تزهر في أوائل الربيع •

أما الانواع النباتية غير محدودة الفترة الضوئية فيمكن أن تزهر في أي موسم تقريبا ما دامت الظروف البيئية الاخرى مناسبة • وتكثر الانواع النباتية ذات النهار الطويل وذات النهار القصير وغير محدودة الفترة والنباتات الوسطية في المناطق المعتدلة ولكنها تزهر في مواسم مختلفة كما سبق •

- هناك تكيف للأزهار بحسب الفترة الضوئية ، فنباتات النهار القصير تحتاج لفترة ليلية معينة :

١ ـ اذا قصرت الفترة الليلية فان النباتات لا تزهر •

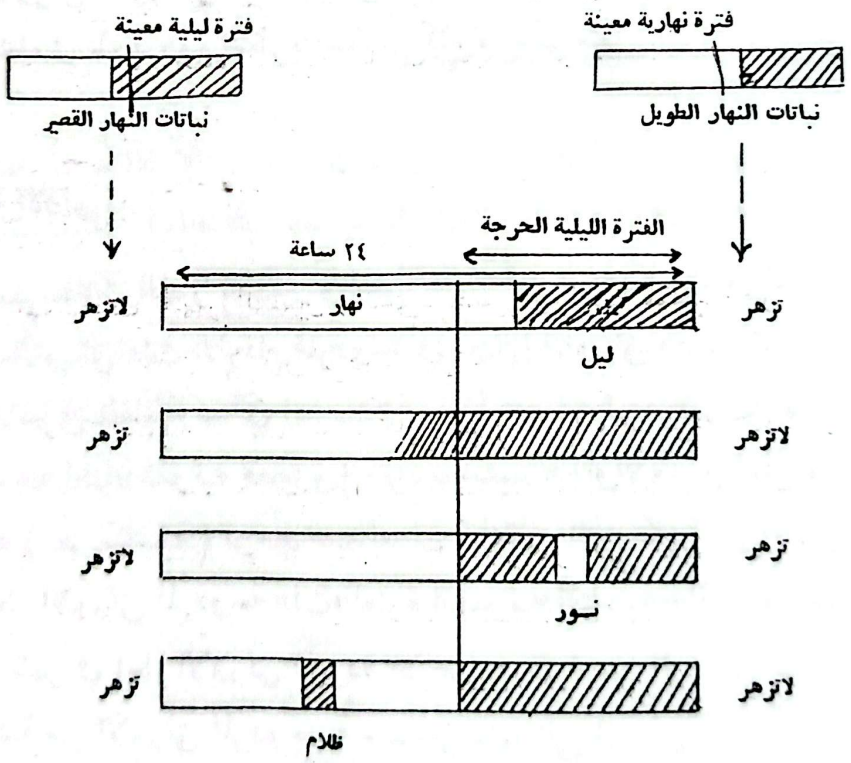
٢ ــ اذا تعرضت النباتات خلال الفترة الليليــة لفترة ضوء قصيرة جــدا من النور فانها لا تزهر أيضــا . إذن تتطلب فترة ليليــة معينة ومتصلة أيضــا . وعلى العكس فنباتات النهار الطويل تحتاج الى فترة نهارية معينة :

١ ــ اذا قصرت الفترة النهارية فان النباتات لا تزهر .

٢ ــ واذا تعرضت خلال الفترة النهارية للظلام فانها لا تزهر أيضا .

إذن تتطلب فترة نهــارية معينــة ومتصلة أيضــا . ويمكن تمثيل ما سبــق بالشكل رقم (٥١) .

إن شدة الانارة في هــذه النباتات ليس مــن الضروري أن تكون من رتبــة الشدات التي تؤثر في التركيب الضوئي وممكن أن تكون الشدة الضوئية ضعيفــة



(الشكل رقم ٥١)

مخطط يوضح اثر التناوب الضوئي في تفتح الازهار في نباتات النهار القصير والنهار الطويل

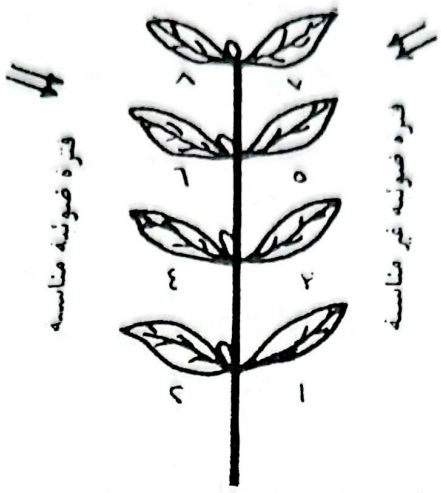
جدا ، مثل الانارة بواسطة المصابيح الكهربائية أو الانارة في الليالي المقمرة . وهناك تطبيق هام في الزراعة لنباتات النهار القصير . فاذا سلطنا عليها نورا اضافيا ولو لفترات قصيرة فاننا نحول دون إزهرارها ونسمح لنمو جهازها الاعاشي وذلك للفائدة الاقتصادية ، مثال نبات التبغ حيث ينمو الجهاز الاعاشي (الاوراق) في نبات التبغ المعرض لضوء اضافي حتى منتصف الليل دون أن يزهر .

تفسير حادثة تدخل الضوء في الازهار :

يمكن تفسير هذه الحادثة بأن الضوء يؤثر بصورة خاصة في بعض نواحي الاستقلاب المتعلقة بتركيب بعض المواد الحاثة على تكون الأزهار أو ما يسمى بالهرمونات المولدة للازهار ويعتقد بوجود مواد معينة أي الهرمونات لا بد أن تتشكل في الاوراق لدى تعرضها للشمس ومنها تنتقل للبراعم موجهة نموها اتجاها زهريا ، وقد جاء في تأييد هذه النظرية تجارب كثيرة نذكر منها :

التجربة الاولى :

أخذ أحد نباتات النهار القصير والذي يحمل أوراقا متقابلة ورقمت الاوراق بحيث تكون الاوراق ذات الارقام المزدوجة في جهة والاوراق ذات الارقام المفردة في الجهة الاخرى المقابلة كما في الشكل رقم (٥٢) ، ثم عرضنا الاوراق ذات الارقام المزدوجة لفترة ضوئية قصيرة (فترة مناسبة) والاوراق المفردة الى فترة ضوئية طويلة (غير مناسبة) لوحظ عندئذ ان الأزهار التي تظهر على الساق تكون جميعها في إبط الاوراق المزدوجة ذات الفترة الضوئية المناسبة . أما البراعم الزهرية الاخرى فلا تظهر في إبط الاوراق المفردة الا بعد فترة من الزمن فهنالك إذن هرمونات تنشأ من الاوراق المزدوجة وتهاجر منها الى البراعم المحاذية للاوراق المزدوجة ثم إلى البراعم الباقية (الاوراق المفردة ذات الفترة الضوئية الطويلة) حيث تصل اليها الهرمونات بعد فترة من الوقت .



(الشكل رقم ٥٢)

نبات النهار القصير يحمل أوراق متقابلة

التجربة الثانية :

أخذ نبات Hyoscyamus nigra

وهو من نباتات النهار الطويل حيث لا يزهر الا اذا عرض لفترة ضوئية مناسبة ، فاذا طعمنا عليه أحد نباتات الفصيلة الباذنجانية كالتبغ مثلا والمعرض لنوبة ضوئية مناسبة لإزهاره فيزهر أولا نبات التبغ الحامل للطعم ، فكأن مواد هرمونية كانت قد تشكلت في الطعم (نبات التبغ) ثم هاجرت الى النبات الحامل للطعم فأدت الى إزهاره ، ومن المعروف أن هرمونات الإزهار تنشأ في الاوراق وتهاجر الى البراعم الزهرية حاثة البراعم على النمو وتكون فعالية هذه الهرمونات كبيرة في بداية فترة الازهار وعند ذلك يمكن للنباتات أن تستمر في إزهارها حتى ولو تغيرت فترتها الضوئية .

التجربة الثالثة :

تجربة العالمين بونير وهامنر Hamner , Bonner على أحد نباتات النهار القصير كنبات Cockledbur فقد لاحظ هذان العالمان ما يلي :

١ ــ اذا عرضت ورقة واحدة لفترة ضوئية قصيرة في حين عرض باقي النبات لفترة ضوئية طويلة فان الإزهار يحدث في جميع أجزاء النبات •

٢ ــ اذا نزعت أوراق النبات فانه لا يستجيب للفترات الضوئية ولا يزهر ، أما اذا تركت احدى الاوراق على النبات فانه يزهر في تلك الشروط •

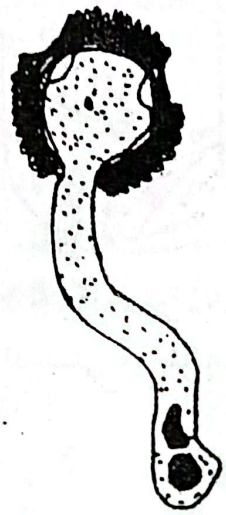
وبذلك وصلا الى النتيجة الهامة وهي : أن الاوراق هي أماكن تأثير التناوب الضوئي •

وهذه التجارب تدل أيضا على أن هناك مواد معينة (هرمونات) يتم تشكلها في الاوراق أثناء التناوب الضوئي وتنتقل الى النسج الميرستيمية ، أي من مكان تكوينها الى أجزاء النبات الاخرى لتؤدي في تحويلها من الحالة الاعاشية الى الحالة التكاثرية ، وقد سميت هذه المواد المحرضة على الإزهار بالفلورجين Florigen • ومن التفسيرات الحديثة لآلية التناوب الضوئي وجود الصبغ المسمى بالفيتوكروم (Phytochrome) وهو صبغ بروتيني يختلف عن اليخضور ويوجد على شكلين قابلين للعكس ، ويتحول الفيتوكروم الى الشكل الجزيئي تحت تأثير الضوء الاحمر أو في الضوء الابيض ولكن ببطء شديد والذي بدوره يتحول الى الشكل الثابت تحت تأثير الاشعة تحت الحمراء أو الظلمة ولكن ببطء وبفعل أنزيمي ، وان الشكل الجزيئي للفيتوكروم أساسي من أجل الإزهار •

عزل الفيتوكروم عام ١٩٦٥ من قبل (Siegelman , Hendrickx) ووجد أنه يتكون من أربع نوى بيرول متوضعة في سلسلة مفتوحة ، ويشبه أصبغة الاشنيات الزرقاء (الفيكوسيانين Phycocyanine) والاشنيات الحمراء (الفيكوايريتيرين Phycoerythrine) ويعتقد بأن تشكله مرتبط باستقلاب اليخضور نفسه • والدراسات الحديثة تشير الى أن تشكل البراعم الزهرية والتحريض على تشكلها انما يتم تحت اشراف الفيتوكروم •

نمو الثمار ونضجها :

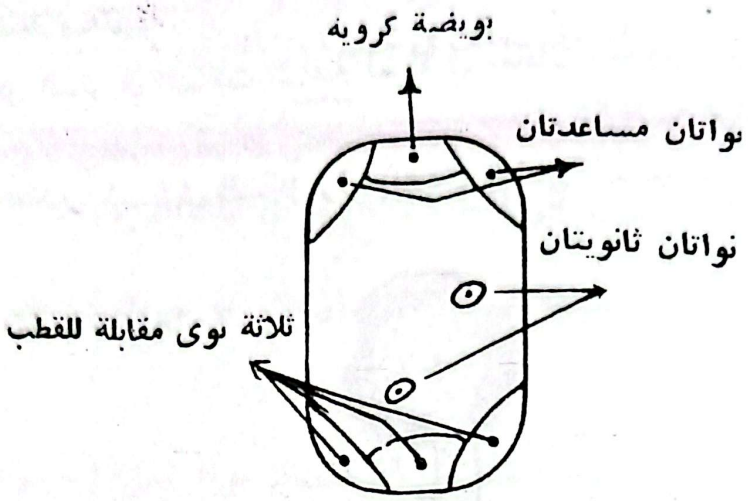
تتشكل الثمار في النباتات الراقية كما في مغلفات البذور نتيجة الالقاح . فتنتش حبة الطلع ويتشكل لها أنبوب طلعي يحوي بداخله نواتين ذكريتين أو ما يسمى بالنطفتين كما في الشكل رقم (٥٣) وداخل البويضة يتشكل الكيس



(الشكل رقم ٥٣)

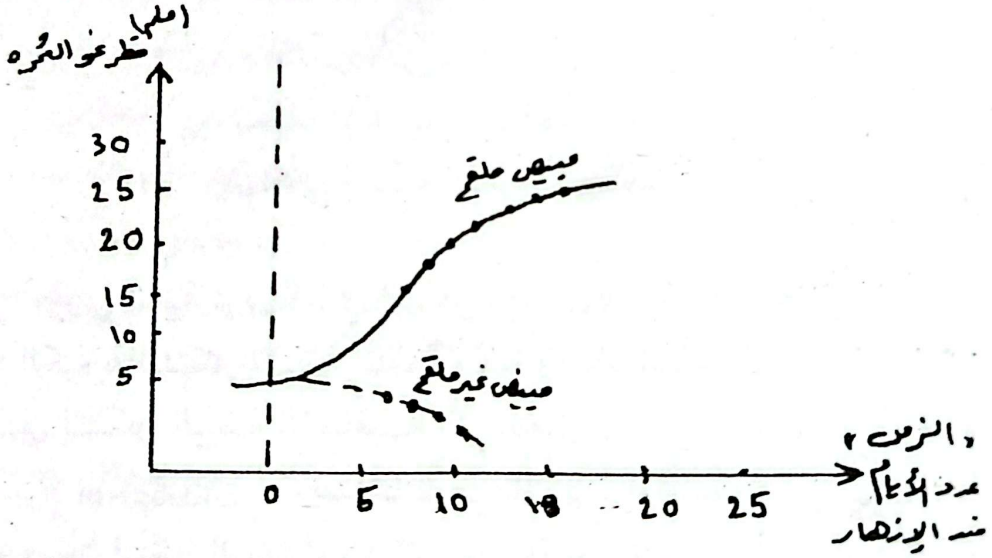
حبة طلع منتشة الحاوية على نطفتين

الجنيني الحاوي ثمانية نوى كما في الشكل رقم (٥٤) . تتحد احدى النطاف مع البويضة الكروية لتشكل البيضة الملقحة ، كما وتتحد النطفة الاخرى مع النواتين الثانويتين لتشكل البيضة الاضافية التي تنقسم وتعطي السويداء أو ما يسمى بالاندوسبرم Endosperm وهذا ما يدعى بالالقاح المضاعف . وبنتيجة الالقاح تنمو البويضات لتعطي البذور وينمو جدار المبيض ليشكل الثمرة وبذلك يختلف منشأ البذرة عن منشأ الثمرة اختلافا واضحا . وبصورة عامة فان نمو الثمرة يرافق نمو البذرة ، كما يتوقف نمو الثمرة في كثير من الاحيان على نجاح عملية الالقاح حيث يلاحظ أن ثمرة الخيار التي تكونت من مبيض غير ملقح توقفت عن النمو بعد بضعة أيام من الازهار بينما استمرت الثمرة التي تكونت من مبيض ملقح في نموها الطبيعي كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٥٥) .



(الشكل رقم ٥٤)

الكيس الجنيني في مغلفات البذور



(الشكل رقم ٥٥)

خط بياني يوضح تاثير الالقاح على نحو ثمار الخيار للعالم Nitsch

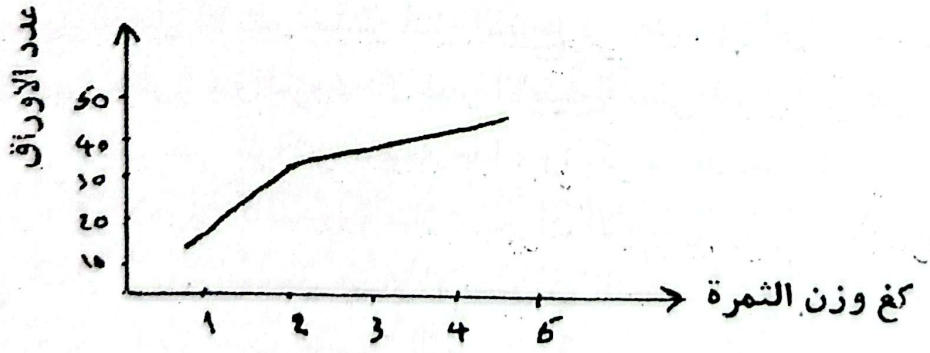
وتتساقط الازهار في معظم النباتـات اذا لم تتم عملية الالقاح بنجاح ، مـن ذلك يتضح أن انتقال حبة الطلع الى ميسم الزهرة ضروري لعملية تكوين البـذور

بصورة مباشرة ، وضروري كذلك لتكوين الثمرة بصورة غير مباشرة . أما الثمار العذرية أي عديمة البذور كبعض أنواع من البرتقال والعنب والموز وغيرها فليس للتلقيح شأن في نموها ، والمقصود هنا بانعدام البذور هو عدم وجود بذور حية ، ذلك أن كثيرا من الثمار العذرية تحتوي على بذور فارغة ناقصة النمو أي لا تحتوي على جنين وان جميع الثمار التي تنمو بدون القاح تكون خالية من البذور الحية .

نمو الثمار :

تشبه مرحلة نمو الثمار كثيرا النمو الاعاشي كما يشتمل نمو الاجزاء المكونة للثمرة على المراحل المورفولوجية الثلاثة نفسها المتعلقة بالنمو الاعاشي (أي مرحلة الانقسام الخلوي ، مرحلة الاستطالة ، ومرحلة التمايز) .

ويتطلب نمو الثمار كميات كبيرة من المواد الغذائية التي تنتقل من أجزاء النبات الاخرى الى الثمرة وبخاصة من الاوراق التي تقوم بعملية التركيب الضوئي لذا يتأثر حجم الثمرة بعدد الاوراق النشطة القريبة منها كما يتضح من الشكل رقم (٥٦) . فنجد أنه كلما زاد عدد أوراق النبات زاد حجم الثمرة كما في نبات الأناناس Ananas مثلا . كما يتطلب نمو الثمار بعض هرمونات النمو ، فاذا نقص وصول أي مورد من هذه المواد فان معدل نمو الثمرة يقل ، وتختلف نسبة المواد الغذائية المختلفة (مواد سكرية ، مركبات آزوتية وأملاح معدنية) بحسب



(الشكل رقم ٥٦)

خط بياني يوضح العلاقة بين حجم الثمرة وعدد الاوراق التي تمدها بالغذاء

نوع الثمرة لحمية كانت أم صلبة جافة . وبالنتيجة فان نمو الثمار على النبات يقلل من نمو الاعضاء الاخرى ويستهلك الاغذية المختزنة داخل النبات .

ولقد أجريت محاولات كثيرة منذ وقت بعيد للحصول على ثمار عديمة البذور بطرق اصطناعية ومن الطرق التي اتبعت ازالة مئبر الزهرة وتغطية الميسم بمادة غير منفذة لحبات الطلع وذلك لحث المبيض على النمو دون تلقيح . وقد نجحت هذه الطريقة في بعض النباتات كالأجاص . وهنا كطريقة أخرى لقيت نجاحا كبيرا ، كانت تعتمد على تلقيح الزهرة بحبات طلع نبات من جنس آخر حتى لا تتحد النطفة بنواة البويضة الكروية وبذلك لا تتشكل البذور .

وكان العالم Gustafson أول من أجرى دراسات منتظمة على فيزيولوجيا الاثمار منذ عام ١٩٣٦ فقد أثبت أن اضافة الاوكسين Auxine بنسبة معينة الى الميسم يؤدي الى نمو المبيض وتكوين الثمرة بدون بذور . وقد ثبت من هذه التجارب أن الاوكسين يسبب حلقة من التفاعلات الحيوية في جدار المبيض ، فتنمو خلاياه وتتضخم وتكوّن الثمرة ، كما ثبت أن حبة الطلع تقوم في الطبيعة بالدور نفسه الذي يقوم به الاوكسين من حيث زيادة الهرمونات وذلك بالاضافة الى تزويد البويضة بالنواة الذكرية لتكوين البذور ، ويبدو أن مبيض الثمار العذرية يحتوي على نسبة طبيعية من الهرمونات النباتية أكبر من تلك التي يحتويها مبيض الثمار غير العذرية من النوع نفسه .

وقد وجد أن غاز الايتلين ينتشر أثناء النضج من عدد من أنواع الثمار منها التفاح والأجاص والموز ، والمعروف أن لغاز الايتيلين بعض التأثيرات الفيزيولوجية الواضحة على النبات حتى بتراكيز ضعيفة جدا ، ونذكر من هذه التأثيرات أثره في إحداث تشويه في الاوراق كالبندورة مثلا غير أن الايتيلين يؤثر في الاسراع من نمو ونضج الثمار . وقد استعمل غاز الايتيلين في التجارة لمعالجة الثمار وقطفها باكرا وبخاصة ثمار الموز حيث تعامل الثمار غير الناضجة لمدة خمسة أيام بغاز الايتيلين بتركيز ١٠ $^{-٤}$ جزء من الهواء في الدرجة ٢ ــ ٢٢ م° . وهذه المعاملة

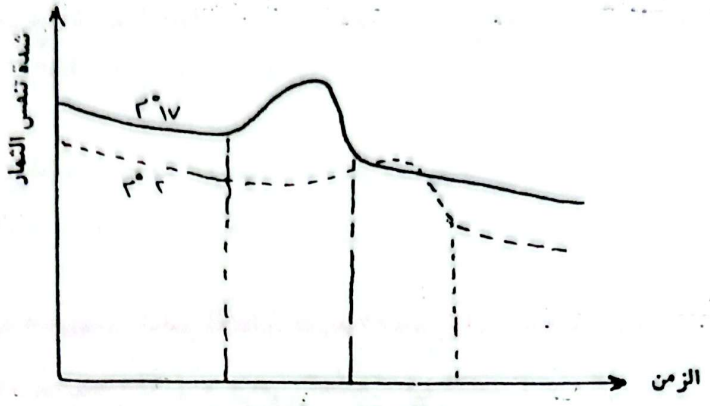
تسرع في تبكير نضج الموز بنحو عشرين يوما عن تلك الثمار غير المعالجة بهذه الطريقة .

نضج الثمار :

ومن الملاحظ أنه عندما تبلغ الثمار فترة النضج تمر بشدة تنفسية عالية تبلغ ذروتها وتدعى (بالفترة الحرجة) . وهي تحدث في التفاح والأجاص سواء قطفت الثمار أم بقيت على الشجرة ففي درجات الحرارة المنخفضة تتباطأ الافعال الاستقلابية (التنفس) لمختلف أعضاء النبات ولهذا التأثير أهمية خاصة فيما يتعلق بنضج الثمار نظرا لارتباط تنفسها بحادثة نضجها ، فاذا انخفضت درجة الحرارة تباطأ التنفس في الثمار وبالتالي تأخرت فترة نضجها . فالتنفس في الثمار الصغيرة يزداد نظرا لتكاثر الخلايا ثم يتباطأ التنفس تدريجيا حتى يصل الى حده النهائي الذي يسبق النضج وبعد ذلك يحدث ارتفاع مفاجيء يوافق فترة نضج الثمار ثم يعود فيهبط بسرعة .

ونظرا لارتباط الافعال الفيزيولوجية بعضها مع بعض فان توقف أحدها يؤدي الى عرقلة سير البقية كعلاقة التنفس مع نمو الثمار ، فالبرد يوقف التنفس تقريبا وبالتالي يوقف نضج الثمار ، فاذا انخفضت درجة الحرارة الى الصفر مثلا انخفضت بالتالي الشدة التنفسية عما كانت عليها ، والملاحظ أن الجو البارد يغير من فترة نضج الثمار فعند درجة الحرارة (٢ م°) مثلا تتأثر فترة النضج وتأخذ شكلا مختلفا عما هو عليه في الحرارة العادية (١٧ م°) كما في الشكل رقم (٥٧) .

والحرارة المستخدمة في حفظ الثمار تتراوح عادة ما بين (١ ــ ٤) درجة مئوية فاذا أمكن حفظ التفاح والأجاص مدة شهرين في الشروط العادية فمن الممكن حفظها ستة أشهر في درجة (١ م°) والحرارة الفضلى لنمو النبات نفسه تتبدل مع تبدل مراحل النمو التكاثري فهي تتبدل في بداية الإزهار وعند تكوين الثمار وفي فترة النضج .



(الشكل رقم ٥٧)

اثر درجة الحرارة في اطالة فترة نضج الثمار

علاقة الثمار بالنمو الاعاشي :

- أجريت الدراسات على نبات البندورة ، فعندما نزعت الأزهار وأزيلت الثمار عند تشكلها استمرت النباتات في نموها إعاشيا • أما اذا سمح للثمار بالبقاء والنمو على النبات فان النمو الاعاشي يتباطأ تدريجيا كلما زاد عدد الثمار النامية • والسبب في ذلك هو أن الاغذية السكرية المتشكلة في الاوراق ، تأخذ طريقها الى الثمار النامية لنضجها مما يؤدي الى وصول كميات قليلة نسبيا من هذه الاغذية الى الجذور التي تقلل بدورها من امتصاصها للاملاح المعدنية وبالتالي تقلل من النمو الاعاشي • وقد وجد في احدى التجارب عند نزع الثمار أنه تضاعف المحتوى السكري للمجوع الجذري ثلاثة أضعاف عما كان عليه قبل نزع الثمار •

وهذه التفسيرات تعتمد على تحولات في العلاقات الغذائية الداخلية للنبات حيث ينتج من هجرة جزء كبير من الاغذية المتوفرة في النبات الى الثمار النامية بدرجة تجعل الاعضاء الاخرى تعاني من نقص في الغذاء وبذلك يقل نموها • وقد وجد الباحث Murneek عام ١٩٢٥ أن هذه التأثيرات الارتباطية في النمو تحدث من احتكار الثمار الناضجة للاغذية الآزوتية • كما لا يخفى أن الأزهار والثمار النامية هي أعضاء ذات نشاط استقلابي وتنفسي كبير وعلى ذلك فان نضجها يؤدي الى أخذ المصدر الغذائي بدرجة محسوسة •

مكتبة

A to Z

Group

تواصي المحاضرات

phon