المحاضرة الثالثة

التزهير Flowering

أن جميع نباتات مغطاة البذور غالبا ما تزهر لبعض الوقت خلال فتره حياتها – ماعدا بعض الشواذ . ويحصل ذلك في النباتات التي تسمى وحيده الثمر Monocarpis مره واحده ، وذلك خلال السنه الأولى أو الثانية (النباتات الحولية annuals وثنائيه الحول biennials) ، أو بعد عدة سنوات من النمو الخضري النقي . وتعتبر نباتات الخيزران (الغاب الهندي) bamboos ونبات القرن century plant كأمثله للمجموعة الأخيرة ، وهي تشبه النباتات وحيده الثمر الأخرى ، بان حياتها ينتهي بعد التزهير . اما نباتات متعددة الثمر polycarpic (المعمره perennials) فإنها تزهر غالبا وتستمر في الحياه لعده سنوات مثل النباتات الخشبية أو الأعضاء المعمرة(كالأبصال bulbs والرايزومات rhizones و...) .

أن المرستيم القمي الخضري الاعتيادي للساق يكون غير محدود ، يعني ذلك إنها تستمر في إنتاج المنشات لفتره غير محدودة . ومن الناحية النظرية لا تتوقف هذه الحاجة ، حيث نجد في الاشجار أن المرستيمات تبقى فعاله لعده سنوات قادمه ، إذ إنها تتحمل فترات متقطعة من الكمون (عاده سنويا). ولكن عند تحول القمه إلى زهره ، فإنها تتخصص كليا لتكوين منشئات الازهار ، وهذا يجعلها عديمة المقدرة للقيام بأفعال التكوين الشكلي morphogenetic activity الإضافية ، أي إنها تصبح قمه محدودة. وتعتبر كيفيه تحول نوع من القمه إلى نوع أخر ، فكره واضحه للتكوين الشكلي ،وكنوع يقع ضمن صميم علم الاحياء .

واننا لم نفهم فسلجه وكيما حياتيه هذا التغير ، ولكننا سوف نرى فيما بعد بانها تستحدث نتيجة وصول اشارات قادمه من الأوراق .وبما أن الازهار في اغلب النباتات تكون ثنائيه الجنس bisexual فان منشئات الاسديه stamens والمدقات pistils تتكون خلال تغير القمه .وبما ان بعض الأنواع لها ازهار احاديه الجنس unisexual Flowers أي إنها تحمل اما الأسدية أو المدقات . لذا فان العامل المسيطر الأخر الموجود في القمه هو الذي يحدد الجنس . وفي بعض الحالات فان طول النهار ودرجه الحرارة تشترك ضمن هذا العامل المسيطر . فمثلا النهار الطويل ودرجات الحرارة المرتفعة تسهل إنتاج الازهار الذكرية في بعض أنواع القرع cucurbit .

اما العوامل المسيطرة الداخلية –الهورمونات-تقدر أيضاً أن تحدد نوعية الجنس . أن المستويات العالية من الاوكسين تحفز تكوين الازهار الانثوية female، بينما تسبب الجبريلينات تكوين الازهار الذكرية . وفي الحقيقة يمكن السيطرة على نوعيه الجنس في بعض النباتات وذلك بإضافة الهورمون الخاص بنوعيتها .

وحتى بالمشاهدة الطارئة ممكن أن نلاحظ حصول التزهير في النباتات المختلفة من نفس النوع في نفس الوقت . ويعتبر ذلك من الناحية الحياتية ذا اهميه كبيره ، إذ أن عده أنواع من النباتات يجب أن تضرب عكسيا cross-fertilised ، وذلك رغم عدم وجود فائدة وراثية كبيره للعملية . ويعود توقت التزهير لوجود بعض العوامل المسيطرة .

وتعتبر درجه الحرارة وطول النهار من العوامل البيئية الرئيسية المهمة. وعلى الاغلب فان التزهير في عده نباتات لا يكون تحت سيطرة العوامل البيئية ، حيث تقوم الفعاليات الداخلية بالعمل ، والعوامل كالعمر الحقيقي والعمر الفسلجي (مثال ذلك عدد العقد المنتجة) تكون مهمه بصوره خاصة. أن معظم البحوث العلمية على التزهير قد انحصرت بتأثير سيطرة طول النهار ودرجه الحرارة والتي أصبحت الآن موضحه بصوره أكثر .

الفترة الضوئية المسيطرة على التزهير The photoperiodic control of flowering

احداث التزهير Floral induction

لقد سميت السيطرة على التزهير بواسطة طول النهار بالتواقت الضوئي photoperiodism من قبل جارنر Garner والاردAllard اللذان انجزا اول التجارب المنسقة لهذا الموضوع . ونحن نُقدر الآن بان عددا كبيرا من ادوار التكوين في النباتات تنظم بواسطة الفترة الضوئية (أي طول النهار) ، ولذا فان هذا الاصطلاح لم يحدد بالنسبة للتزهير منذ زمن بعيد .

لقد عمل كل من جارنر والارد على عده أنواع من التبغ وفول الصويا Soya-bean وتبغ الماموث المريلاندي Marland Mammoth tobasso ونوع خاص من فول الصويا بصوره متعاقبة . ووجدوا بان نمو تبغ الماموث المريلاندي في الحقول خلال الصيف يصل إلى أكثر من (10) اقدام دون تكوينه للإزهار ، بينما عند نموه في البيوت الزجاجية green house خلال الشتاء فانه يكون الازهار بمجرد أن يصل طوله إلى(5) اقدام . أن نوع فول الصويا (البايلوكسي) تزهر غالبا في شهر ايلول . وذلك عندما يكون عمر النباتات سواء 60 أو 120 يوم .

وقد عرف حاليا طول النهار يعتبر اهم عامل مسيطر ، وان كل هذه النباتات تحتاج لنهار قصير لتكوين الازهار . وقد وضعت اصطلاحات نباتات تتطلب النهار القصير للإزهار (SDP) ونباتات تتطلب النهار الطويل للإزهار (LDP) ونباتات تتطلب النهار المتوازن للإزهار (DNP) ، لتوضيح أنواع التأثير التي اكتشفت اولا . ومهما يكن فأننا الآن نعلم أكثر من ثلاث اقسام من الفترات الضوئية . فمثلا بعض النباتات تحتاج إلى نهار قصير ثم إلى نهار طويل ، وتعتبر هذه من النباتات التي تتطلب نهار قصير –الطويل للإزهار . وتسجل الابحاث الحديثة عن التزهير قائمه بأربع وستين مجموعه في الفترات الضوئية للنباتات ، وكثير منها يظهر تداخلات معقده بين درجه الحرارة وطول النهار . أن النباتات تتطلب النهار القصير للإزهار ونباتات تتطلب النهار الطويل للإزهار هي التي يحفز فيها التزهير بواسطة الفترة الضوئية النهائية بالنسبة إلى كل من القصر والطول أكثر من أي قيمه خاصة ، وتسمى هذه بالفترة الضوئية الحرجه Critical daylenght .

أن بعض الأنواع من الداوودي chrysanthemum ونباتات الحسك (cocklebur) والكينوبوديوم (Goose Foot) تعتبر كأمثلة لنباتات النهار القصير . بينما يعتبر السبيناغ Spinach والفجل ونبات السكران Hyoscyamus niger (henbane) والشوفان كلها من نباتات تتطلب النهار الطويل للإزهار اما نباتات تتطلب النهار المتوازن للإزهار فإنها تشمل الطماطة والحمص والباقلاء والبانيسيا (زهرة الثالوث).

أن عده أنواع من نبات الحسك ونبات السكران لها حاجه شديده للفترة النهارية الملائمة ، وليمكنها الازهار عندما تعرض لأيام طويله أو قصيرة بحوالي (30) دقيقه فقط .

وهذا الإحساس النوعي يعتبر كمؤشر في النباتات التي يمكنها قياس الزمن بصوره مدهشة وبإتقان. وحتى بعض النباتات الاستوائية tropical plants التي تعيش ضمن خطوط العرض التي يصل فيها كل التغيير السنوي في طول النهار مقدار (50) دقيقه ، فان التزهير يكون فيها في شهر ايلول وذلك عندما يقل طول النهار تماما عن المدة الحرجة وهي 12,25 ساعه .

المنحني الذي يبين استجابات التزهير ولكنه لا تظهر هذه الفترة النهارية الحرجة بصوره واضحه . وتعتبر هذه الحساسية الكميه لطول النهار .

وسوف نوضح بان تقسيمنا للنباتات إلى الـ SDP الـ LDP لا تعتبر قيما مطلقه للفترة النهارية التي اشير اليها من عدم وجود اختلافات كبيره بين أنواع النباتات المختلفة .

أن بعض نباتات الـ SDP تزهر تحت نفس الفترة النهارية تماما كما هي الحال في بعض نباتات الـ LDP ومهما يكن فان تقليل الفترة النهارية يستمر في زيادة تحفيز النوع الأول ويثبط النوع الأخير . ولو أن النباتات لها متطلبات من المعدلات الدقيقة للفترة الضوئية لتكوين الازهار ، لكنها لا تحتاج أن تستمر على الاحتفاظ بالفترة النهارية المعتمد عليها .

فمثلا نبات الحسك يكون حساسا للغاية ، ولكن يوما قصيرا واحدا فقط الذي هو اقل من 15,50 ساعه من الفترة الضوئية يكون كافيا لتحفيز تكوين الازهار ، خلال اسبوعين أو ثلاثة فيما بعد .

ومهما يكن فان اغلب الأنواع الأخرى تحتاج للتعريض لعده فترات من اطوال النهار المعتمد عليها قبل أن تكون الازهار فيما بعد .

ولما كان ظاهرا بان النباتات تتأثر بطول النهار ، فأننا سوف نطرح الآن سؤالين : كيف "تعرف" النبتات ما هو طول النهار ، ومتى تقدر على معرفه ذلك ؟ وكيف تتمكن من استغلال هذا التنبؤ ؟ أن هذا الإحساس يستعمل غالبا وبالتأكيد في بناء هرمونات التزهير Flowering hormones .

وسوف نرى ماهي دلائل هذا لذلك الهرمون، واين يمكن بناءه؟.

Three Types of Genes Regulate Floral Development

Mutations have identified three classes of genes that regu- late floral development: floral organ identity genes, cadas- tral genes, and meristem identity genes.

1. **Floral organ identity genes** directly control floral identity. The proteins encoded by these genes are transcription factors that likely control the expression of other genes whose products are involved in the for- mation and/or function of *floral* organs.

2. **Cadastral genes** act as spatial regulators of the floral organ identity genes by setting boundaries for their expression. (The word *cadastre* refers to a map or sur- vey showing property boundaries for taxation pur- poses.)

3. **Meristem identity genes** are necessary for the initial induction of the organ identity genes. These genes are the positive regulators of floral organ identity.

المراحل المختلفة فى حياة النبات:

يمكن تقسيم حياة النبات إلى ٤ أو ٥ مراحل وهى على التوالى مرحلة الإنبات ومرحلة النمو الخضرى ومرحلة الإزهار ومرحلة الإثمار وقد توجد مرحلة الشيخوخة فى بعض النباتات . لتقدير المراحل المختلفة فى عمر النبات ودرجات النمو فيها يعتبر أحسن طريقة لتقدير النمو فى النبات هى طريقة الوزن الجاف فى المراحل المختلفة للنبات ورسم ذلك فى رسم بيانى ينتج عنه شكل حرف S ولذلك يسمى هذا المنحنى S shaped curve or sigmoid cuvre حيث يلاحظ أن الوزن الجاف يقل أثناء مرحلة الإنبات ثم يزداد تدريجياً أثناء مرحلة النمو الخضرى ثم تقل أو تتوقف الزيادة أثناء مرحلة الإزهار والإثمار ثم يقل الوزن الجاف أثناء مرحلة الشيخوخة ومن ذلك يتضح أن مرحلة الإزهار يسبقها عادة مرحلة النمو الخضرى ويليها مرحلة الإثمار ثم الشيخوخة إن وجدت.

الحالات المختلفة للإزهار:

من المعروف أنه لابد أن يسبق الإزهار طور أو مرحلة النمو الخضرى ولكن فى القليل من النباتات يمكن أن يزهر النبات فى عدم وجود الأوراق ومثال ذلك بعض

النباتات متساقطة الأوراق. فقد وجد فى بعض أنواع الصفصاف وأشجار الجاكارندة *Jacaranda* وبعض أشجار الحلويات مثل الخوخ والبرقوق والمشمش تكون البراعم الزهرية والأزهار وبعد ذلك بفترة تتفتح البراعم الخضرية وتتكون الأوراق وتعليل ذلك فى بعض النباتات مثل الصفصاف ومثلها النباتات الأخرى أن البراعم الزهرية تحتاج إلى درجة حرارة منخفضة بدرجة كبيرة حتى تتفتح فى حين أن البراعم الخضرية تحتاج إلى درجة حرارة أعلى نسبياً لكى تتفتح وفى نهاية فصل الشتاء تتفتح البراعم الزهرية أولاً حيث الشتاء القارص البرودة ثم تتفتح البراعم الخضرية حيث الجو أكثر دفئاً نسبياً ، وتوجد حالة نادرة فى النباتات حيث يمكن أن يزهر النبات مباشرة بعد طور الإنبات ومثال ذلك نبات *Chenopdium rubrum* .

يمكن تحديد مراحل النمو المختلفة فى كثير من النباتات ولكن يصعب فصلها تماماً عن النمو الخضرى فى كثير من النباتات ومثال ذلك حالة نبات القمح والشعير والأرز حيث يكمل النبات مرحلة نموه الخضرى تماماً ثم يتحول البرعم الطرفى إلى برعم زهرى ليكون السنابل وبالتالى يمكن تحديد مرحلة النمو الخضرى ويليها بتحديد واضح مرحلة الإزهار وتكوين السنابل وفى هذه الحالة يتحول البرعم الطرفى إلى برعم زهرى لتكوين الأزهار والعكس صحيح فى نباتات أخرى كثيرة مثل الطماطم والبطاطس حيث أثناء نمو البرعم الطرفى وتكوينه لمجموع خضرى يخرج من آباط الأوراق الأزهار وهكذا يستمر البرعم الطرفى فى نموه مكوناً مجموع خضرى وأزهار وهكذا لايمكن فصل مرحلة النمو الخضرى عن مرحلة الإزهار تماماً.

تختلف عدد مرات الإزهار فى حياة النبات بإختلاف نوع النبات ففى النباتات الحولية أو الفصلية تزهر مرة واحدة فى دورة حياتها ثم تموت . والنباتات ذات الحولين تزهر فى السنة الثانية وفى النباتات المعمرة يزهر النبات مرة واحدة عادة فى السنة وفى أشهر معينة من السنة دون الفصول الأخرى ومثال ذلك التفاح حيث يزهر فى أواخر الشتاء وأول الربيع وأيضاً الخوخ والمشمش ولكن فى بعض النباتات يمكن

أن تزهر بشدة فى وقت معين وتزهر بقلة فى وقت آخر ومثال لذلك الكمثرى ونبات الجاكارندا حيث تزهر بشدة فى الربيع ولكن فى أواخر الصيف أو أوائل الخريف يمكن أن تزهر ويسمى بالترجيع. وفى بعض النباتات المعمرة الأخرى لاتزهر النباتات كل سنة بل تزهر كل سنتين مرة واحدة حيث تزهر فى السنة الأولى ولاتزهر فى السنة الثانية وهكذا على التوالى مثال ذلك أشجار المانجو. وفى بعض النباتات المعمرة يمكن أن يزهر النبات مرة واحدة فقط طول فترة حياته ومثال ذلك بعض أنواع نبات الـ *Agave*.

ويعقب الأزهار مباشرة طور الإثمار وفى هذه الحالة يتجه كل الغذاء المجهز فى النبات إلى الثمرة الصغيرة حيث تنمو بسرعة ولذلك يقل أو يتوقف تماماً النمو الخضرى حيث يتحول كل الغذاء المجهز فى النبات لتكوين الثمار ولكى تصل إلى الحجم الطبيعى المناسب. ولذلك فإنه فى كثير من النباتات يجب إزالة الثمار بإستمرار دورياً لإعطاء الفرصة للنمو الخضرى لكى يستمر إلى أطول فترة ممكنة حيث يعمل ذلك على زيادة محصول الأزهار والإثمار تبعاً لنوع النبات ومثال ذلك فى نباتات الخضر أن يتم يجب جمع ثمار القرع بعد ٢ـ٣ أيام على الأكثر من تفتح الزهرة وأن ترك ثمرة واحدة دون قطع يمكن أن يوقف أو يقلل النمو الخضرى بدرجة كبيرة حيث تكبر الثمرة إلى درجة كبيرة جداً ولا يكون النبات أى أزهار أو أى ثمار أخرى وبذلك يقل محصول النبات ويمكن أيضاً تطبيق هذه القاعدة فى بسلة الزهور وحيث أنه من المعروف أنه لابد من قطع الأزهار مباشرة مجرد تفتحها للحصول على أكبر قدر ممكن من الأزهار حيث أنه من المعروف أن ترك الأزهار والتأخر فى قطعها يسبب تكوين الثمار وبالتالى يقل النمو الخضرى ويقل محصول النبات من الأزهار حيث أن الثمار تستهلك جزء كبير من الغذاء وهذه القاعدة معروفة لدى مربى الأزهار.

العوامل المؤثرة على الإزهار:

تنمو النباتات الحولية فى الظروف الطبيعية نمواً خضرياً إلى حين، ثم تظهر عليها

الأزهار بعد ذلك. فى النباتات المعمرة تظهر الأزهار فى أوقات معينة من السنة. وقد بذلت محاولات مختلفة لتفسير ظاهرة إنتظام ظهور الأزهار على النباتات. فأشار Sachs عام ١٨٦٥ إلى إحتمال ظهور مادة ما فى أنسجة النبات فى وقت معين، وأن هذه المادة تنظم تكوين الأزهار. وكأنما كان هذا العالم يتنبأ بوجود مايشبه الهورمونات قبل إكتشافها. ولم تحظ هذه النظرية بإهتمام كبير لعدم وجود أسانيد عملية لها.

ثم ظهرت بعد ذلك نظرية أخرى للعالمين Kraus & Kraybill عام ١٩١٨ تشير إلى

أن تكوين الأزهار لايتم إلا إذا توافرت فى النبات نسبة معينة من $\frac{\text{المواد النيتروجينية}}{\text{المواد الكربوإيدراتية}}$

وقد لقيت هذه النظرية إهتماماً كبيراً وأجريت أبحاث عديدة حول موضوعها ، ولكن ثبت أن نباتات كثيرة تزهر عند نسب مختلفة من النيتروجين/ الكربون. فقل الإهتمام بهذه النظرية.

تمكن العالمان Garner & Allard عام ١٩٢٠ أثناء تجاربهما على صنف معين من نبات التبغ وهو الصنف Maryland Mammoth من إثبات أن هذا النبات لايزهر إطلاقاً فى فترة الصيف ويمكن أن يزهر فى الشتاء داخل الصوب. وقد إتضح من تجاربها أن العامل الجوهرى الفعال هو مدة الإضاءة وأن درجة الحرارة غير هامة فى ذلك حيث لم يكن لها تأثير فى هذه الحالة بالرغم من إختلاف درجة الحرارة فى الصيف والشتاء ولكن إتضح أن فترة الإضاءة هى العامل الفعال والجوهرى فى إزهار هذا النبات واتضح أن هذا النبات دون أصناف نبات التبغ الأخرى يتميز بأنه من نباتات النهار القصير حيث يحتاج إلى فترة إضاءة منخفضة نسبياً لكى يتم الأزهار وفى فترة الإضاءة الطويلة لايمكن للنبات أن يزهر وذلك كما حدث فى الصيف وقد إتضح أيضاً أن الإضاءة الصناعية تماثل الإضاءة الطبيعية فى تأثيرها على الإزهار وفترة التواقت الضوئى.