الجبريللين والإزهار

للدكتور مصطفى كمال حجازى

يشمل الجبريللين تسعة أنواع مختلفة المصدر : خمسة منها (A_3—A_5—A_1—A_7—A_9) عزلت من الفطر Gibberellin Fujikuroi ، وثلاثة أخرى (A_5—A_6—A_8) عزلت من بذور وأجزاء نباتية لكثير من النباتات ، وأهمها الفاصوليا ، بينما A_1 فإنه يوجد فى كل من المصدرين . ولهذه الأنواع تأثيرات وخصائص فسيولوجية مختلفة تتلخص فيما يلى لأهميتها :

(١) إنبات البذور : وجد أن معاملة البذور صغيرة الحجم (النجيليات) بالجبريللين أسرعت من إنباتها ، كما وجد أن الجبريللين يحل جزئيا محل فترة « بعد النضج » اللازمة لإنبات بذور الكريز الحلو . كذلك وجد Wiggans (١٩٦١) أن معاملة بذور البكان بالنقع لمدد مختلفة فى محاليل من حامض الجبريلليك بتركيزات مختلفة قد تصل إلى ٥٠٠٠ جزء/ المليون أسرعت من الإنبات وكانت نسب الإنبات عالية .

(٢) المجموع الجذرى : يلاحظ أنه ليس للجبريللين أى تأثير على تكوين ونمو الجذور ، وإن وجدت بعض الشواذ ، وفيها نجد أنه بينما ليس للتركيزات المنخفضة أى تأثير على نمو المجموع الجذرى ، نجد أن التركيزات العالية نسبيا تؤخر من استطالة ونمو الجذور لعدة أنواع مختلفة من النباتات .

(٣) المجموع الخضرى : التأثير الشائع الواضح والمميز للجبريللين عامة هو زيادة النمو عن طريق الاستطالة وانقسام الخلايا ، وبالتالى استطالة الساق وزيادة ارتفاعه (Gould (١٩٦١) — حجازى (١٩٦٢) — Stowe وآخرون (١٩٥٧) — Wiggans (١٩٦١) — Witwer وآخرون (١٩٥٨) — Yabuta وآخرون (١٩٣٩) وفى ذلك استجابت كثير من أنواع النباتات المختلفة ، سواء العشبية

* الدكتور مصطفى كمال حجازى : قسم البساتين — كلية الزراعة ، جامعة الأزهر .

أو الخشبية منها ، وبذلك يمكن التغلب على التقزم وقصر الساق، سواء كان طبيعياً أو مسبباً عن الإصابة بالأمراض وخاصة الفيروسية منها ، كما تسبب سرعة النمو زيادة المسطح الورقى ، وبالتالى تؤدى إلى زيادة فى الوزن ، مع ملاحظة أنه فى الجو الحار تكون النموات الجديدة مصحوبة بأوراق شاحبة اللون أو مبرقشة ، ويمكن تلافى ذلك بالتسميد الغزير، وبخاصة التسميد الآزوتى .

(٤) إنبات حبوب اللقاح : وجد أن معاملة الخيار بالجبريللين سببت زيادة الأزهار المذكرة (Varga ١٩٦٣) كذلك المعاملة بالجبريللين حسنت من الإنبات، وفى ذلك يمكن التغلب على عدم التوافق المتسبب عن عدم نمو حبوب اللقاح بحالة جيدة .

(٥) إنتاج ثمار بكرية: وجد Varga (١٩٦٣) أن معاملة أزهار الكمثرى بعد إزالة أعضاء التذكير منها بسكين أو بإبرة ساخنة أدت إلى حدوث ثمار بكرية بنسبة ٩٨٪ . كذلك وجد Crane (١٩٦٢) أن استعمال الجبريللين بتركيز ٢٥ — ١٠٠٠ جزء/المليون وقت التلقيح لأزهار التين صنف Calimyrna سببت ثمارا بكرية بنسبة ٩٥ — ١٠٠ ٪ ، كما أسرعت من نضج هذه الثمار بحوالى أسبوع أو أكثر . كما ذكر Bukovac (١٩٥٣) أن Kishi وجد أن معاملة صنف العنب الأمريكى البذرى Delaware قبل التزهير بالجبريللين تركيز من ٢٥ : ١٠٠ جزء / المليون أدى إلى إنتاج ٣٠ — ٦٠ ٪ ثمار عديمة البذور .

(٦) كسر طورى السكون والراحة فى الأشجار الخشبية : وجد Crane (١٩٦٢) أن معاملة أشجار التين صنف Calimyrna وقت التلقيح بالجبريللين تركيز ٢٥ — ١٠٠٠ جزء/المليون كسر طور الراحة فى البراعم الخضرية الطرفية وزاد من طول النموات الحديثة الناتجة. كذلك أثبت Walker (١٩٥٩) أن الجبريللين حل محل المعاملة بالبرودة (الارتباع) لكسر طور الراحة فى أشجار الخوخ، بينما لم تسبب ذلك فى أشجار التفاح . كما وجد Cooper (١٩٥٨) أن استعمال حامض الجبريلليك رشا على أوراق الأشجار الصغيرة من الجريب فروت بتركيز ١٠ — ١٠٠٠ جزء/المليون سبب تقصير فترات السكون الواقعة بين فترات النمو المختلفة.

(٧) الإزهار : من النظريات المقبولة فى تفسير تأثير الجبريللين على التزهير نظرية العالم Chailakhyan وفيها يفترض أن عامل التزهير ويسمى Florigen يتكون من هورمونين : الجبريللين GA والأنثوسين Anthosin ، وفى وجودهما معا يحدث الإزهار ويوضح ذلك إزهار نباتات النهار القصير SDP فى النهار القصير SD وبالمثل إزهار نباتات النهار الطويل LDP فى النهار الطويل ، وبمسايرة هذه النظرية نجد أن نباتات النهار الطويل تنتج هرمون الأنثوسين إذا وجدت فى النهار القصير ، وعليه فإضافة الجبريللين تؤدى إلى تكوين عامل الإزهار ، وبذا تزهر نباتات النهار الطويل LDP بالرغم من وجودها فى ظروف غير ملائمة للإزهار (نهار قصير) بعد معاملتها بالجبريللين ، وعلى العكس فنباتات النهار القصير SDP تنتج هرمون الجبريللين GA إذا وجدت فى النهار الطويل ، وعليه فإضافة الجبريللين لا تسبب الإزهار حيث إن هرمون الأنثوسين لم يتكون بعد .

وقد أجريت أول دراسة على تأثير الجبريللين على التزهير سنة ١٩٣٩ بواسطة Yabuta & Hayashi (١٩٣٩) على نبات الخيار ، وقد وجدا أن الإزهار تأخر نتيجة للمعاملة بالجبريللين . وكقاعدة عامة من الضرورى أن يسبق الإزهار الناتج عن المعاملة بالجبريللين نمو كاف واستطالة للساق فى كل من النباتات المختلفة النامية تحت ظروف نمو غير ملائمة للإزهار ، أى تظل فيها النباتات غير المعاملة بالجبريللين فى حالة نمو خضرى أو قد يتأخر إزهارها كثيراً .

وفيما يلى تأثير الجبريللين على إزهار أنواع النباتات المختلفة :

١ ــ النباتات ذات الحولين Biennials : تعتبر ذات نهار طويل وتحتاج للمعاملة بالبرودة (الارتباع Vernalization) قبل أن تزهر . ويلاحظ فى هذه المجموعة أنه بينما يحل الجبريللين كلية أو فى الغالب جزئيا محل الارتباع نجد أنه من الصعب أن يحل الجبريللين محل الاحتياجات الضوئية (النهار الطويل) ، ولا توجد أمثلة على أن الجبريللين حل محل كل من الارتباع والنهار الطويل معا .

ومن نباتات هذه المجموعة التى حل فيها الجبريللين محل الارتباع : Chrysanthemum — Cintauriuni minus. ومن نباتات هذه المجموعة التى

لم يحل فيها الجبريللين محل الارتباع مسببا فقط استطالة للساق دون أى إزهار : Lunaria biennis — Cabbage — Beet — Campanula — Scrophularia vernalis . ومن نباتات هذه المجموعة التى لم ينجح فيها الجبريللين حتى فى إحداث استطالة للساق : Geum urbanum — Reseda . وقد أجرى البحث التالى مع نبات الـ Lunaria biennis . واتضح منه أن المعاملة بشدة إضاءة قوية والجبريللين كمعاملة سابقة للارتباع أسرعت من الإزهار ، أى بمعنى آخر توفر جميع الظروف والعوامل المناسبة للنمو والتزهير يسرع من الإزهار ، وتتلخص التجربة فيما يلى :

خطوات وطرق البحث : بزراعة البذرة أسبوعيا ولمدة أربعة أسابيع متتالية حصلنا على نباتات لوناريا بأعمار ٦ — ٧ — ٨ — ٩ أسابيع ، وبعد الإنبات فى كل عمر بحوالى أربعة أيام نقل نصف عدد النباتات فى كل عمر إلى مكان بشدة إضاءة قوية والنصف الآخر نقل إلى مكان بشدة إضاءة منخفضة ، مع معاملة كل منها بحامض الجبريلليك تركيز ٥٠٠ جزء / المليون مرتين أسبوعيا . وعندما وصلت النباتات إلى أعمارها المذكورة توقفت المعاملة بالجبريللين وعوملت بالارتباع لمدة ١٢ أسبوعا ، ثم زرعت النباتات جميعها فى الهواء الطلق .

النتائج : كل النباتات التى عوملت بشدة إضاءة منخفضة ماتت فى بحر ٤ أسابيع من خروجها بعد المعاملة بالارتباع وزراعتها فى الخارج ، وفى هذا دليل على فشل شدة الإضاءة المنخفضة ، وفى الجدول التالى نجد متوسط عدد الأيام حتى الإزهار فى النباتات المعاملة بشدة إضاءة قوية كمعاملة سابقة للارتباع :

العمر بالأسبوع	GA—	GA+
٦	٧٤,٧	٦٢,٠
٧	٤٣,٧	٣٢,٨
٨	٢٣,٩	٢٥,٥
٩	١٨,١	١٢,٣

ومنه يتضح أن المعاملة بالجبريللين والارتباع وشدة الإضاءة القوية لها تأثير على سرعة الإزهار ماعدا فى النباتات التى بعمر ٨ أسابيع .

٢ — النباتات ذات النهار الطويل Long day plants: تزهر غالبا فى الصيف وتشمل معظم الحوليات الشتوية، وقد وجد أن كثيرا من نباتاتها مثل : Samolus sp. — Silene sp. يمكن أن تزهر بتأثير الجبريللين تحت ظروف نمو غير ملائمة للإزهار طبيعيا (النهار القصير SD) وقد أجريت التجربة الموضحة بعد على نباتات Silene armeria والتى تؤكد أهمية شدة الإضاءة وعلاقتها بالجبريللين كعوامل مساعدة تؤثر فى التزهير، ومن ناحية أخرى وجد عدم إحلال الجبريللين محل النهار الطويل فى كثير من نباتات هذه المجموعة ومنها Lactuca scariola — Mimulus luteun Red clover. حيث سبب الجبريللين استطالة للساق فقط دون إزهار، كذلك وجد أن الجبريللين منع من إزهار النباتات الصغيرة للنجيليات وهى عبارة عن حوليات شتوية (تحتاج للارتباع والنهار الطويل) بينما أسرع من إزهار نباتاتها الكبيرة.

خطوات وطرق البحث : بزراعة البذرة أسبوعيا حصلنا على مجموعة من النباتات بعمر ٢ و ٣ و ٤ و ٥ أسابيع من نبات Silene armeria ، نصف هذه النباتات فى كل عمر نقل كمعاملة سابقة لتنمو تحت ظروف نمو غير ملائمة للإزهار، أى فى نهار قصير (SD) مع شدة إضاءة قوية ، بينما النصف الآخر نقل إلى نهار قصير (SD) مع شدة إضاءة منخفضة . بعد الإنبات بثلاثة أيام عوملت النباتات فى كل عمر وفى كل حالة بحامض الجبريلليك تركيز ٥٠ جزء / المليون مرتين أسبوعيا مع ترك بعض النباتات بدون معاملة للمقابلة ، وعندما وصلت النباتات إلى أعمارها المذكورة نقلت لتنمو تحت ظروف نمو ملائمة الإزهار ، أى إلى نهار طويل (LD) وانتهت المعاملة بالجبريللين ماعدا النباتات التى بعمر أسبوعين فقد استمرت معاملتها بالجبريللين فى النهار الطويل (GA ++) .

النتائج : يبين الجدول التالى متوسط عدد الأيام حتى الإزهار فى النهار الطويل لنباتات Silene armeria نامية كمعاملة سابقة تحت ظروف نمو غير ملائمة للإزهار (نهار قصير) :

العمر بالأسبوع	نهار قصير بشدة إضاءة منخفضة			نهار قصير بشدة إضاءة عالية		
	GA—	GA+	GA++	GA—	GA+	GA++
٢	٥٥,٥	٥٧,٨	٥٨,٩	٥٤,٥	٥١,٢	٥١,٦
٣	٥٨,٥	٥٨,٤	—	٥٣,٧	٥٠,٩	—
٤	٥٦,٥	٥٨,٣	—	٥٠,٣	٤٩,٤	—
٥	٥٧,٤	٦٠,٨	—	٤٩,٣	٤٩,٥	—

يتضح من الجدول بصفة عامة أن النباتات المعاملة والتى لم تعامل بالجبريللين تحت ظروف النهار القصير بشدة إضاءة عالية (كمعاملة سابقة) ، تحتاج فى مجموعها حتى تزهر إلى عدد أيام أقل من مثيلتها النامية تحت ظروف النهار القصير بشدة إضاءة منخفضة ، كذلك يتضح أن الجبريللين يسرع من الإزهار فى النباتات النامية فى النهار القصير بشدة إضاءة عالية (كمعاملة سابقة) بينما يؤخر من إزهار النباتات التى عوملت كمعاملة سابقة بنموها فى نهار قصير بشدة إضاءة منخفضة وبخاصة فى الأعمار الكبيرة ٤ — ٥ أسابيع .

٣ — النباتات ذات النهار القصير Short day plants : تزهر غالبا فى الخريف ولا يوجد أى تأثير للجبريللين على إزهار نباتات هذه المجموعة النامية تحت ظروف نمو غير ملائمة للإزهار طبيعيا (نهار طويل LD) باستثناء نبات Cosmos ، بينما يسرع الجبريللين من إزهار بعض النباتات مثل : Xanthium — Perilla — Pharbitis بشرط أن تكون ناميه تحت ظروف نمو ملائمة الإزهار أى فى النهار القصير . من ناحية أخرى نجد أن الجبريللين يمنع ويؤخر من الإزهار فى بعض نباتات هذه المجموعة ، ومنها Kalanchoe — Strawberry وقد أجريت التجربة التالية لمعرفة تأثير الجبريللين على تزهير نبات الـ Salvia occidentalis :

خطوات وطرق البحث : بزراعة البذرة أسبوعيا ولمدة أربعة أسابيع متتالية حصلنا على مجموعة من النباتات بعمر ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ أسابيع وكل هذه النباتات كانت

نامية تحت ظروف نمو غير ملائمة للإزهار (نهار طويل) بعد الإنبات بأربعة أيام عوملت بحامض الجبريلليك تركيز ٥٠ جزء/المليون مرتين أسبوعيا مع ترك بعض النباتات بدون معاملة للمقابلة . وعندما وصلت النباتات إلى الأعمار المذكورة نقلت لتنمو تحت ظروف نمو ملائمة لإزهارها ، أى إلى نهار قصير ، كما انهت المعاملة بالجبريللين ماعدا فى النباتات بعمر ٢و٣ أسابيع فقد استمرت المعاملة بالجبريللين حتى فى النهار القصير (GA ++) .

النتائج : فى الجدول التالى نجد متوسط عدد الأيام حتى الإزهار فى النهار القصير لنبات Salvia occidentalis :

العمر بالأسبوع	GA —	GA +	GA ++
٢	٢٩,٦	٢٩,١	٢٨,٠
٣	٢٨,٨	٢٧,٨	٢٧,٧
٤	٢٦,٥	٢٥,٨	—
٥	٢٦,٤	٢٦,٠	—

يتضح من هذا الجدول أن المعاملة بالجبريللين لها أثر فعال ولكن بدرجة بسيطة على سرعة الإزهار وخاصة النباتات بعمر أسبوعين سواء عوملت بالجبريللين كمعاملة سابقة فقط (GA +) أو عوملت بصفة مستمرة (GA ++) ، كذلك يمكن الاستنتاج بأن النباتات الصغيرة السن تستجيب للجبريللين ويسرع بإزهارها بعكس النباتات المتقدمة فى العمر .

٤ — النباتات المحايدة Day-Neutral Plants : بعض نباتات هذه المجموعة تستجيب للجبريللين حيث يسرع من إزهارها ، بينما البعض الآخر لا يتأثر ، وقد يتأخر إزهارها نتيجة المعاملة بالجبريللين ، فقد ذكر Bukovac وآخرون (١٩٦٠) أن Kishi وجد عند معاملة صنف العنب الأمريكى البذرى Delaware قبل

الإزهار بحامض الجبريلليك تركيز ٢٥ — ١٠٠ جزء / المليون تسرع من الإزهار بحوالى ٢ — ٤ أيام . ومن ناحية أخرى وجد Cooper (١٩٥٨) أن استعمال حامض الجبريلليك رشا على أوراق شتلات الجريب فروت بتركيز ١٠ — ١٠٠٠ جزء/المليون سبب نمو كثير من الأشواك على الأفرع حديثة النمو مع ظهور كثير من الأوراق الطويلة الضيقة ، وتشير كل هذه الظواهر إلى طور الحداثة juvenile phase وبالتالى يتأخر إزهارها، كذلك وجد العالم Robbins (١٩٦٠) أن معاملة نباتات بالغة Adult لحيل المساكين Hedera helix بالجبريللين سبب تحولا فى طبيعة نمو الأفرع المعاملة من حالة البلوغ Adult ، إلى حالة الحداثة juvenile ، أى أنه نبت أفرع متسلقة عليها جذور هوائية وأوراق مفصصة ، وبالتالى يتأخر إزهارها .

الملخص

يعتبر الجبريللين المادة الكيماوية الوحيدة التى تؤثر على جميع أجزاء النبات المختلفة وبدا تشتمل على عدة تأثيرات مختلفة أهمها وأوضحها زيادة نمو الساق عن طريق استطالة وانقسام خلاياه .

وقد وجد أن كثيراً من العوامل المختلفة الآتية لها تأثير ما على مدى الاستجابة للمعاملة بالجبريللين ، كما أن لها دخلا كبيراً فى الاختلافات الواضحة بين أنواع النباتات المختلفة نتيجة للمعاملة بالجبريللين :

(١) أنواع وأصناف النبات المختلفة : فبينما نجد أنواعا أو أصنافا داخل النوع الواحد تتأثر بالجبريللين بتركيزات مختلفة ، نجد أنواعا وأصنافا أخرى تختلف فى درجة تأثرها بنفس المعاملة .

(٢) التغذية بالعناصر الضرورية : يزيد من فاعلية الجبريللين التسميد الغزير وبخاصة التسميد الأزوتى .

(٣) الضوء : وخاصة مدة التعرض الضوئى وشدة الإضاءة وعلاقتها بالتمثيل الضوئى كما ذكر فى كل من النباتات Silene armeria — Lunaria biennis ،

(٤) عمر النباتات : النباتات الصغيرة تتأثر بسرعة بالجبريللين عن النباتات الكبيرة ، كما فى كثير من النباتات ومنها Salvia occidentalis ويشذ عن ذلك النجيليات (الحوليات الشتوية) فقد وجد أن الجبريللين يمنع إزهار النباتات الصغيرة ، بينما يسرع من إزهار النباتات الكبيرة .

(٥) وقت المعاملة : لابد من أن تصل النباتات ذات الحولين وغيرها إلى مرحلة معينة من النمو قبل أن تتأثر وتستجيب للمعاملة بالجبريللين .

(٦) درجة التركيز : النباتات الكبيرة تحتاج إلى تركيزات عالية بعكس النباتات الصغيرة ، أى عامة تحتاج النباتات الحولية وذات الحولين والعشبية ، إلى تركيزات منخفضة بينما النباتات الخشبية تحتاج إلى تركيزات عالية من الجبريللين .

(٧) درجة التأثير : تتأثر النباتات الحولية وذات الحولين والعشبية خلال عدة ساعات من المعاملة بالجبريللين ، بينما تحتاج النباتات الخشبية لعدة أيام أو أسابيع أو أكثر حتى يظهر التأثير . كذلك لا يظل تأثير المعاملة الواحدة واضحا بدرجة مستمرة ، وعليه فمن الضرورى تكرار المعاملة حسب نوع النبات كما يلى :

فنبات الخس يزهر نتيجة للمعاملة بالجبريللين مرتين بتركيز ٢٠ ميكروجرام وبين المعاملة والأخرى أسبوع ، بينما نبات Samolus (نهار طويل) يزهر نتيجة للمعاملة بالجبريللين يوميا بتركيز ١ ميكروجرام ولمدة ٣ أسابيع ، وأخيراً نبات Parsley وجد أن المعاملة بالجبريللين يوميا بتركيز ٥ ميكروجرام ولمدة ٦ أشهر لم تكن كافية لحدوث الإزهار*.

(٨) تركيب ونوع الجبريللين : يلعب دوراً هاماً فى مدى استجابة النباتات المختلفة للمعاملة بالجبريللين عامة ، وحيث إن معظم الدراسات والبحوث على تأثير الجبريللين والتزهير استعمل فيها حامض الجبريلليك وأملاحه (GA_3) فقط لذا قد تعزى كثير من النتائج السلبية السابقة إلى استعمال نوع الجبريللين غير الفعال وأن استعمال نوع آخر قد يحدث التأثير المطلوب ، كما هو موضح بعد على سبيل المثال :

فى الخس وجد أن الجبريللين A_8 ، A_1 ذات تأثير كبير على الإزهار بالنسبة لنوعى الجبريللين A_4 ، A_2 ، وفى الخيار تستجيب النباتات لأنواع الجبريللين A_4 ، A_7 ، A_9 عن النوع A_3 ، وفى نبات Myosotis (يحتاج للمعاملة بالارتباع حتى يزهر) تتأثر النباتات بشدة بنوع الجبريللين A_7 ، بينما كان A_1 أقل تأثيراً، وفى نبات Centaurium (ذات حولين ويحتاج للمعاملة بالتربيع) كان نوع الجبريللين A_3 أكثر تأثيراً يليه A_4, A_1 ثم A_5, A_7 وأخيراً A_9.

المراجع

(1) Bukovac, M. J. et al. (1960) Mich. Quart. Bull. 42 (3) : 503-510.

(2) Cooper, W. C., and A. Peynado (1958) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 72 : 284-289.

(3) Crane, J. C., and R. C. Campell (1962) Adv. Hort. Sci. and their Applications, v. 2, pp. 204-209.

(4) Gould, R. F. (1961) Adv. Chem. Ser. 28.

(5) Higazy, M. K. (1962) Meded. Landbouwhog. Wag., 62 : 1-53.

(6) Robbins, W. J. (1960) Amer. Jour. Bot., 47 : 483-491.

(7) Stowe, B. B., and T. Yamaki (1957) Ann. Rev. Plant Physiol., 8 : 181-216.

(8) Varga, A. (1963) Horticultural applications of G.A. L.E.B. Fonds, Wag., pp. 1-84.

(9) Walker, D. R., C. W. Donoho, Jr. (1959) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74 : 87-92.

(10) Wiggans, S. C., and L. W. Martin (1961) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 77 : 295-300.

(11) Wittwer, S. H., and M. J. Bukovac (1958) Econ. Bot., 12 : 213-255.

(12) Yabuta, T., and T. Hayashi (1939) Jour. Agr. Chem. Soc., Japan, 15 : 403-443.