الفصل السادس والعشرون

الهرمونات النباتية ومنظمات النمو

٢٦ – ١ : تعريف وتقسيم الهرمونات النباتية ومنظمات النمو

تعرف الهرمونات النباتية phytohormones بأنها مواد ينتجها النبات بكميات قليلة فى مكان منه ، وتنتقل إلى أماكن أخرى لتحدث تأثيرها .

أما منظمات النمو Growth Regulators ، فهى هرمونات محضرة صناعيًا أو مستخلصة من مصادر نباتية ، وتستعمل فى تنظيم النمو النباتى عند معاملة النباتات بها . ولبعضها نفس التركيب الكيميائى كالهرمونات الطبيعية ، بينما يقترب البعض الآخر فى تركيبه الكيميائى من الهرمونات الطبيعية .

وكل من الهرمونات النباتية ومثبطات النمو إما أن تنشط (promotes أو stimulates) ، أو تثبط (suppresses أو retards) أو تمنع (inhibits) النمو النباتى .

من أهم الهرمونات النباتية المنشطة للنمو ما يلى .

١ – الأوكسين Auxin إندول حامض الخليك Indole Acetic Acid ، وهو يصنع فى منطقة انقسام الخلايا فى الجذور والسيقان ، ثم ينتقل إلى أماكن استطالة الخلايا بهما .

٢ – الجبريللينات Gibberellins ، مثل : حامض الجبريلليك Gibberellic Acid ، وهى تصنع فى الأوراق النشطة فسيولوجيًا ، ثم تنتقل إلى مناطق استطالة الخلايا عن طريق الخشب .

٣ – السيتوكينينات Cytokinins ، مثل : الكاينتين Kinetin ، وهى تصنع فى منطقة انقسام الخلايا بالجذور ، ثم تنتقل إلى أماكن استطالة الخلايا فى السيقان .

ومن أهم الهرمونات النباتية المثبطة للنمو ما يلى :

١ – حامض الأبسيسيك Abscisic Acid ، أو هرمون الدورمين Dormin ، وهو يصنع فى الأوراق النشطة فسيولوجيًا ، وينتقل فى اللحاء إلى البراعم الخضرية ، حيث يدفع الأوراق الصغيرة لتكوين تراكيب حرشفية تشبه الأوراق لحماية القمم النامية خلال فصل الشتاء .

٢ – الإيثيلين Ethylene : وهو هرمون ينتج فى الثمار أثناء نضجها ، ويعمل على إسراع العمليات الحيوية المؤدية إلى النضج .

٣ – مركبات أخرى ، مثل : الكيومارين Coumarin ، وحامض الفينوليك Phenolic Acid ، والنارنجنين Naringenin ، وجميعها توجد بصورة طبيعية فى النباتات ، وتلعب دورًا فى سكون البذور والبراعم .

كما يتوفر العديد من منظمات النمو من كافة المجموعات السابقة الذكر ، سواء منها المنشطة أم المثبطة للنمو ، وسوف نأتى على ذكرها بالتفصيل فى الأجزاء التالية من هذا الفصل .

٢٦ – ١ – ١ : الأوكسينات

من أمثلة الأوكسينات المعروفة ما يلى :

١ – إندول – ٣ – حامض الخليك Indole -3- acetic acid (IAA) ، وهو الوحيد من مجموعة الأوكسينات الذى يوجد فى الطبيعة كهرمون ، كما أنه يحضر صناعيًّا ، ويستعمل كمنظم للنمو .

٢ – بيتا إندول حامض البيوتريك B- indolebutyric acid (IBA)

٣ – إم نفثالين حامض الخليك M-napthaleneacetic acid

٤ – باركلوروفينوكسى حامض الخليك p- chlorophenoxyacetic acid

٥ – ٢ – ٤ ثنائى كلورو فينوكسى حامض الخليك 2-4, dichlorophenoxyacetic acid وهو المستعمل أيضًا كمبيد للحشائش باسم 2,4-D .

٦ – ٢ – ٣ – ٥ ثلاثى أيودو حامض البنزويك 2,3-5-triiodobenzoic acid (TIBA)

ويبين شكل (٢٦ – ١) التركيب الكيميائى لبعض الأوكسينات المعروفة

تستخدم الأوكسينات فى العديد من المجالات الزراعية الهامة ، والتى منها ما يلى :

١ – تشجيع تجذير العقل .

٢ – عقد الثمار .

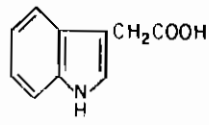
٣ – خف الثمار .

٤ – تأخير تساقط الثمار قبل الحصاد .

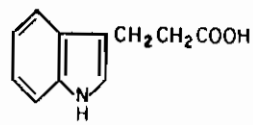
٥ – التحكم فى إزهار الأناناس ، وتبكير إزهار وإثمار فول الصويا .

٦ – تستعمل الأوكسينات مع السيتوكينين فى تأخير اصفرار وذبول أوراق القنبيط عند التخزين .

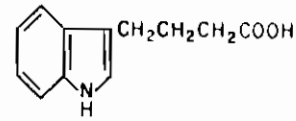
٧ – يستعمل الـ 2,4-D كمبيد للحشائش .



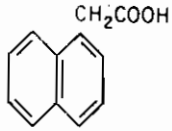
Indoleacetic acid



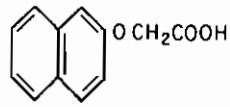
Indolepropionic acid



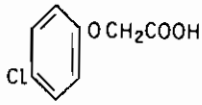
Indolebutyric acid



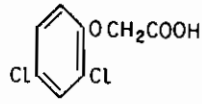
Naphthaleneacetic acid



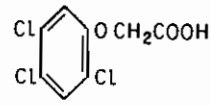
β-Naphthoxyacetic acid



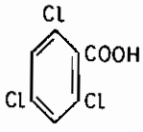
4-Chloro phenoxyacetic acid



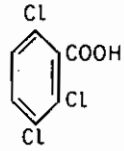
2,4-Dichloro phenoxyacetic acid



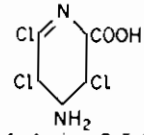
2,4,5-Trichloro phenoxyacetic acid



2,4,6-Trichloro benzoic acid



2,3,6-Trichloro benzoic acid



4-Amino-3,5,6 trichloro picolinic acid

شكل ٢٦ – ١ : التركيب الكيميائى لبعض الأوكسينات .

٢٦ – ١ – ٢ : الجبريللينات

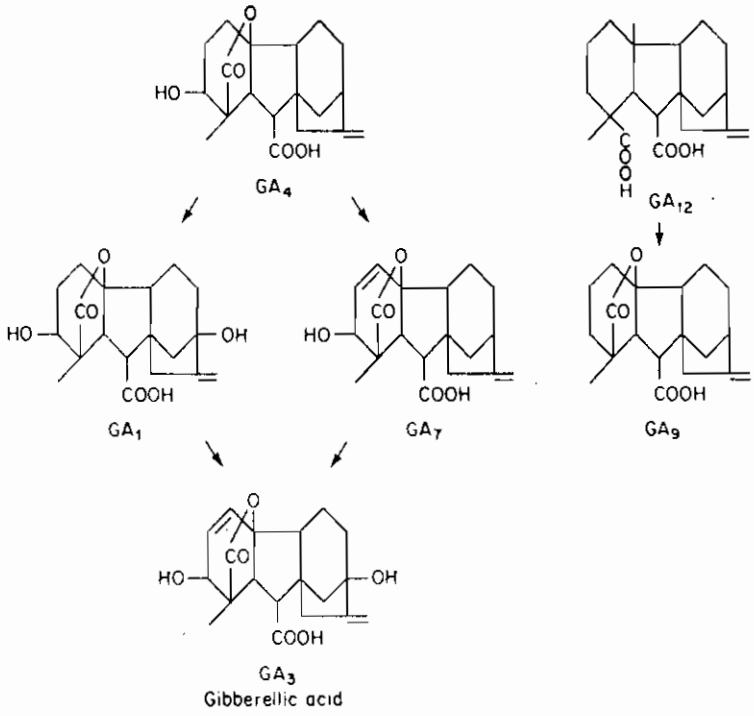
توجد الجبريللينات Gibberellins فى الطبيعة كهرمونات ، كما تحضر صناعيًّا وتستعمل كمنظمات نمو . ويزيد عدد الجبريللينات المعروفة حاليًا عن ٤٠ نوعًا . ويبين شكل (٢٦ – ٢) التركيب الكيميائى لبعضها .

تستخدم الجبريللينات فى العديد من الأغراض الزراعية الهامة ، والتى منها ما يلى :

١ – زيادة طول الساق .

٢ – التغلب على التقزم الوراثى والفسيولوجى .

٣ – تشجيع الإزهار فى النباتات ذات الحولين التى تحتاج لمعاملة الارتباع لكى تزهر ، وكذلك فى نباتات النهار الطويل .



شكل ٢٦ – ٢ : التركيب الكيميائى لبعض الجبريللينات .

٤ – تشجيع عقد الثمار وزيادة حجمها .

٥ – تشجيع العقد البكرى .

٦ – التغلب على سكون البراعم وتشجيع نمو البراعم الجانبية .

٧ – التغلب على سكون البذور .

٨ – تشجيع النمو فى درجات الحرارة الأقل من الدرجة المثلى .

٩ – إنتاج الأزهار المؤنثة فى أصناف الخيار الأنثوية gyneocious بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ١٠٠٠ – ١٥٠٠ جزء فى المليون .

١٠ – إنتاج أسدية وحبوب لقاح خصبة فى نباتات الطماطم العقيمة الذكر بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ٣٠٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون .

١١ – التخلص من سكون درنات البطاطس الحديثة الحصاد ، وإمكان زراعتها بعد الحصاد مباشرة بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ١ – ٢ جزء فى المليون .

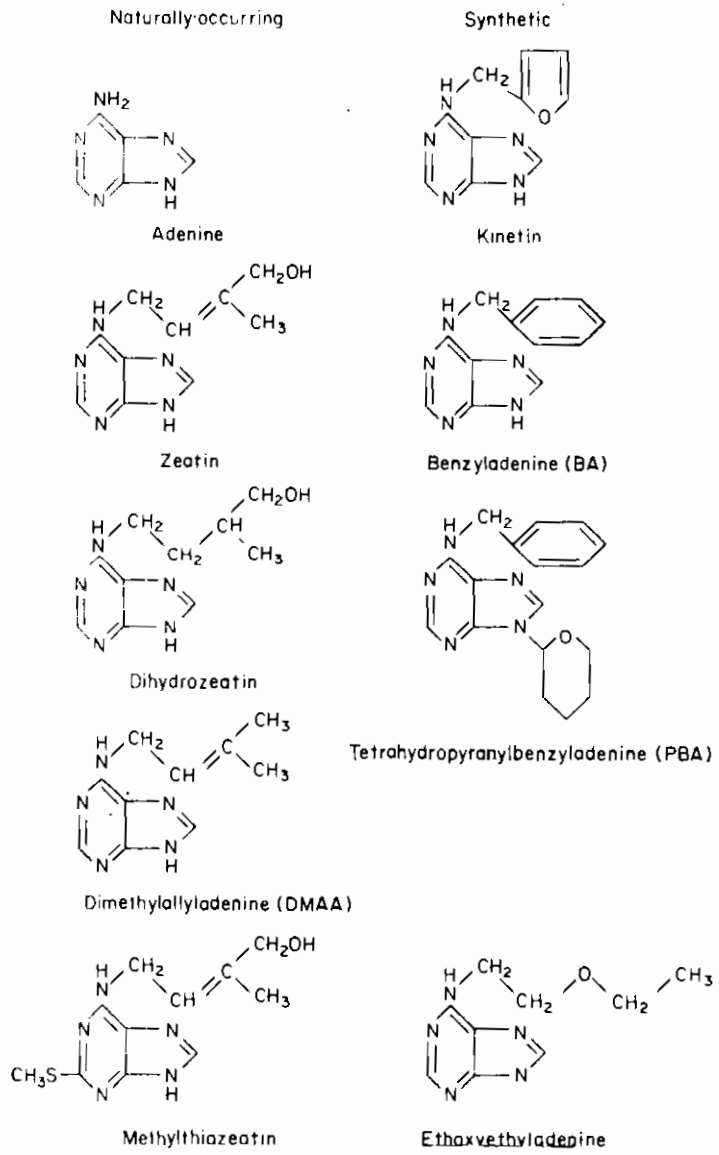
١٢ – تشجيع نمو الكرفس فى الجو البارد بالمعاملة بحامض الجبريلليك بمعدل ١٥,٥ جم للفدان .

١٣ – التبكير فى إنتاج الخرشوف .

١٤ – تخليص الروبارب من الحاجة للبرودة بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون فى حالة عدم تعرض النباتات للبرودة كلية ، أو بتركيز ٢٥٠ جزء فى المليون فى حالة تعرض النباتات للبرودة جزئيًا .

٢٦ – ١ – ٣ : السيتوكينينات

يوجد العديد من السيتوكينينات Cytokinins الطبيعة فى النبات . وقد اكتشف الكينيتين Kinetin أولًا ، وتلاه اكتشاف الزياتين Zeatin الذى يعد أكثر فاعلية . ويوضح شكل (٢٦ – ٣) التركيب الكيميائى لبعض السيتوكينينات الطبيعية والمخضرة صناعيًا .



شكل ٢٦ – ٣ : التركيب الكيميائى لبعض السيتوكينينات .

وتلعب السيتوكينينات دورًا هامًّا فى الحالات التالية :

١ – تحسين عقد الثمار . وتستخدم لهذا الغرض فى القاوون .

٢ – تأخير الشيخوخة ، وإطالة فترة تخزين الخضر الورقية . وتستخدم لهذا الغرض فى الخس .

٣ – خفض معدل التنفس فى الكرنب ، والبروكولى ، والهليون وغيرهم فى درجة حرارة الغرفة ، وينتج عن ذلك إطالة فترة احتفاظها بنضارتها لعدة أيام . ويؤدى غمس هذه الخضر فى محلول سيتوكينين بتركيز ٥ – ١٠ جزء فى المليون إلى خفض معدل التنفس بقدر مماثل لما يحدث عند خفض درجة حرارة التخزين إلى ٥٥,٦م .

٤ – التغلب على السكون الحرارى فى بذور الخس (Wittwer ١٩٦٨) .

٢٦ – ١ – ٤ : مانعات النمو

تؤدى مانعات النمو Growth Inhibitors إلى وقف نمو الأوراق والسيقان والأزهار عادة ، ومن أمثلتها ما يلى :

١ – الماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide :

يوقف الماليك هيدرازيد انقسام الخلايا تمامًا فى الميرستيم القمى ، وتؤدى المعاملة به إلى إنتاج نباتات ذات سلاميات قصيرة وأوراق خضراء داكنة . ويستفاد منه فى منع تبرعم البصل والبطاطس ، وبدرجة أقل فى الثوم .

٢ – مبيد الحشائش Chloro-IPC (أو CIPC) : يمنع تنبيت البطاطس والبصل وجذور البطاطا .

٣ – المورفاكتينات Morphactins ، ومنها : Chlorflurenol و Maintain (CF 125) وهى تفيد فى وقف النمو النباتى ، وإبقاء الوضع على ما هو عليه لمدة من الوقت . وتؤدى تركيزاتها العالية إلى تنشيط تكوين طبقة الانفصال ومنع الإزهار . وتعمل على وقف استجابة النباتات للجاذبية الأرضية أو للانتحاء الضوئى .

وقد أفاد استعمال الـ Chlorflurenol فى إسراع تكاثر الشليك برش التيجان ودفعها للتكاثر ، كما أفادت رشة واحدة منه بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون عند تفتح أزهار العنقود الأول فى الطماطم إلى تحسين العقد فى درجات الحرارة المرتفعة .

٢٦ – ١ – ٥ : مثبطات النمو

توجد مثبطات النمو Growth Retardants فى الطبيعة كما حضر الكثير منها صناعيًّا واستعملت كمنظمات للنمو .

ومن أهم التأثيرات المعروفة لمثبطات النمو ما يلى :

١ – إضعاف فعل الجبريللين ، والحد من نمو السيقان ، وتقصير طول السلاميات ، وزيادة سمك الساق دون إحداث أية تأثيرات غير مرغوبة .

٢ – تقليل النمو الخضرى وزيادة نسبة الجذور إلى القمة النامية .

٣ – زيادة دكنة اللون الأخضر للأوراق .

٤ – زيادة مقاومة النباتات ، وتحملها لظروف الملوحة والجفاف وتلوث الهواء الجوى .

ومن أهم مجموعات المركبات التى تعد من مثبطات النمو ما يلى :

١ – مجموعة الـ Succinamic Acids :

من أهمها منظم النمو Succinic acid 2,2- dimethyl hydrazide الذى أعطى أولًا الاسم الكودى B995 ، ثم غير إلى B- Nine ، ثم أطلق عليه الاسم التجارى Alar (وهو ٨٥٪ مسحوق قابل للبلل) ، ويعطيه بعض الباحثين الرمز SADH . كما أن من هذه المجموعة منظم النمو N-pyrrolidino-succinamic acid الذى يسمى اختصارًا UNI-F 529 ، وله نفس تأثير الآلار ، لكنه يستعمل فى الظروف التى تكون فيها درجات الحرارة مرتفعة نسبيًا (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

ومن أهم تأثيرات واستعمالات الآلار فى مجال الخضر ما يلى :

(أ) تؤدى معاملة نباتات البطاطس بالآلار بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون إلى تقليل النمو الخضرى وتوجيه الغذاء نحو تكوين الدرنات .

(ب) تؤدى معاملة الطماطم بالآلار بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى المراحل المبكرة من النمو حتى الورقة الرابعة إلى زيادة نسبة العقد .

(جـ) تؤدى معاملة الكرنب بالآلار بتركيز ٦٢٥ جزء فى المليون إلى تشجيع الإزهار ، وبتركيز ٦٢٥ – ٥٠٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة المقاومة للصقيع ، وبتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون إلى منع الإزهار كلية .

(د) تشجيع تكوين الخلفات فى الفول الرومى .

(هـ) تأخير ذبول واصفرار أوراق الخس بعد الحصاد .

(و) زيادة عقد الثمار والمحصول فى الفاصوليا ، كما تصبح النباتات المعاملة أقوى وأكثر اندماجًا . وأفضل وقت للمعاملة هو فى مرحلة الإزهار التام عند تفتح ٥٠٪ من الأزهار على الأقل ويجب أن تكون النباتات نامية بحالة جيدة وقت المعاملة ، وأن تتراوح درجة الحرارة من ١٦ – ٢٥°م . وأنسب تركيز من الآلار هو ٠,١٥٪ .

(ز)تؤدى معاملة القاوون بالآلار إلى زيادة عدد الأزهار ، وإنتاجها على أفرع قصيرة ؛ فيكون النبات مندمجًا . تجرى المعاملة عندما يكون النمو الخضرى بطول ٢٠ – ٤٠ سم . وقد يحتاج الأمر إلى معاملة ثانية عندما تكون النباتات قوية النمو . هذا .. وتكون المعاملة الأولى بتركيز ٠,١٪ والثانية بتركيز ٠,٠٥٪ .

(ح) تؤدى معاملة الفلفل والباذنجان بالآلار إلى زيادة عقد الثمار والمحصول بنسبة ٢٠٪ ، وتجعل النباتات أقوى وأقصر . تجرى المعاملة فى مرحلة الإزهار التام عند تفتح ٥٠٪ من الأزهار بتركيز

٠,١٥٪ . ويجب أن تكون النباتات نامية بحالة جيدة وقت المعاملة ، ودرجة الحرارة تتراوح من ١٦ – ٢٥°م (من كتالوج لشركة Uniroyal) .

(ط) تؤدى معاملة نباتات الكرنب بروكسل بالآلار إلى تركيز ظهور الكرينبات على مسافة من الساق أقصر مما تكون عليه الحال بدون المعاملة . وتجرى المعاملة بغرض الحصاد الآلى (Ware & MaCollum ١٩٧٥) .

٢ – مجموعة الـ Quartenary Ammoniums ، من أمثلتها منظم النمو : 2- isopropyl -4- dimethylamino -5- methylphenyl -1- piperdine carboxylate nethyl chloride الذى يسمى اختصارًا Amol 1618 . وهو يفيد كثيرًا فى إحداث تقزم ببعض النباتات . ولا يستخدم تجاريًا ، نظرًا لظهور مركبات أخرى أقل منه تكلفة .

٣ – مجموعة الـ phosphoniums ، من أمثلتها منظم النمو : 2, 4- dichlorobenzyl tributyl phosphonium chloride الذى يسمى اختصارًا phosphon . ويفيد فى إحداث تقزم بالنباتات ، لكن تأثيره يدوم فى التربة وعلى النباتات .

٤ – مجموعة الـ Substituted Cholines ، من أمثلتها منظم النمو : 2- chloroethyl trimethyl ammonium chloride الذى يسمى اختصارًا Cycocel ، كما أطلق عليه اسم CCC . وقد استخدم ابتداء فى زيادة تكوين الخلفات ، ومنع الرقاد ، وزيادة المحصول . وهو يزيد سمك الساق ، ويجعل النباتات أقصر نموًا .

٥ – مجموعة الـ Ancymidol ، من أمثلتها منظم النمو : (α- cyclopropyl- α -4- methoxyphenyl) -5 pyramidine- methanol الذى يسمى اختصارًا ancymidol . وقد أطلقت عليه الأسماء El-531 وQuel ، وأخيرًا A-Rest . وهو يزيد فى قوته كمثبط للنمو بمقدار ٨٠ – ٤٠٠ ضعف المركبات السابقة ويعمل على تقصير السلاميات وأعناق الأوراق والأزهار . ويستعمل عادة عن طريق التربة .

٦ – مجموعة الـ nicotiniums .

٧ – مجموعة الـ hydrazines .

٢٦ – ١ – ٦ : الأبسيسين

الأبسيسين Abscisin هو نفسه الدورمين Dormin ، وهو الذى أطلق عليه اسم Abscisic Acid (اختصارًا ABA) أو Abscisin II . وهو يحفز الإزهار فى العديد من النباتات القصيرة النهار ، بينما يثبط الإزهار أو يوقف النمو فى بعض النباتات الطويلة النهار . كما أنه يؤثر على تكوين الدرنات وشيخوخة الأوراق والسكون ، ويزيد من المقدرة على تحمل البرودة والصقيع ، ويوجد طبيعيًا فى معظم النباتات .

٢٦ - ١ - ٧ : هرمون الإزهار

هرمون الإزهار هو ما يطلق عليه اسم فلوريجين Florigen ، وهو هرمون نباتى مفترض لم يعزل قط برغم بحث الكثيرين عنه . وبرغم عدم توفر أى دليل مادى على وجود مثل هذا الهرمون ، فإنه يفترض وجود مادة تتحكم فى نشاط الجينات وتوجيه النمو فى القمة الميرستيمية . وهذه المادة يوجد من الأدلة ما يفيد إنتاجها فى الأوراق بعد التعرض للمحفزات ، كما وجد أنها تمر من خلال أنسجة التحام الطعم مع الأصل (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

٢٦ - ١ - ٨ : الإيثيلين

يعتبر الإثيفون Ethephon أهم منظمات النمو المنتجة للإيثيلين Ethylene . وقد تم تخليقه عام ١٩٤٦ ، لكن لم تعرف كيفية إنتاج الإيثيلين منه إلّا فى عام ١٩٦٣ . ومن المعروف الآن أن الإثيفون يعطى عند تحلله أيونات الكلور والفوسفات وغاز الإيثيلين ، وبذلك فإن معاملة النباتات بالإثيفون تحقق المعاملة بالإيثيلين دون ما حاجة لوصفها فى حيز مغلق لمنع تسرب الغاز . ويعرف الإثيفون أيضًا بالأسماء الكيميائية والتجارية والرموز الكودية التالية :

2- ehloroethanphosphonic acid

(2- chloroethyl) phosphonic acid

Amechem 66-329, Ethrel & CEPA

ومن أهم تأثيرات واستعمالات الإثيفون فى محاصيل الخضر ما يلى :

١ - تحدث المعاملة بالإثيفون تقزمًا دائمًا أو مؤقتًا لفترات مختلفة فى النباتات المعاملة ، ويتوقف ذلك على المحصول ، والتركيز المستخدم ، ومرحلة النمو التى تجرى فيها المعاملة ، فيقل النمو الخضرى فى العديد من الخضروات عند رشها بالإثيفون بتركيز ١٢٥ - ١٠٠٠ جزء فى المليون ، كما فى الذرة السكرية ، والفاصوليا الخضراء ، والباذنجان ، والبسلة ، والفلفل ، والطماطم وغيرهم (Miller وآخرون ١٩٦٩) .

٢ - يسرع الإثيفون من تكوين طبقة الإنفصال بالأوراق والثمار ، وينظم تكوينها فى الإزهار والثمار غير العاقدة ، وبذلك فهو يفيد فى إجراء عملية الخف .

٣ - يؤدى غمس جذور البطاطا المستعملة فى زراعة المشاتل فى محلول الإثيفون بتركيز ٤٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ١٥ دقيقة قبل زراعتها إلى إحداث زيادة جوهرية فى عدد الشتلات المنتجة منها .

٤ - يؤدى نقع بذور الشليك الساكنة فى محلول إثيفون بتركيز ١٠٠٠ ، ٢٥٠٠ ، ٥٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ٢٤ ساعة إلى إنباتها بنسبة ٣٠ ، ٥٠ ، ٩٠٪ على التوالى ، بالمقارنة بإنبات قدره ٢٠٪ فى البذور غير المعاملة .

٥ – يؤدى رش البصل بالإثيفون بتركيز ٥٠٠ – ١٠٠٠٠ جزء فى المليون وهو فى طور الورقة الحقيقية الرابعة حتى الخامسة ، مع تكرار الرش أسبوعيًّا لمدة ٣ – ٥ أسابيع إلى إسراع تكوين الأبصال وزيادة معدلات تكوينها وإسراع نضجها .

٦ – تؤدى معاملة درنات البطاطس المستعملة كتقاوٍ بالإثيفون بغمسها لمدة دقيقتين فى محلول تركيزه ١٠ – ٢٥ جزءًا فى المليون ، أو رش النموات الخضرية عدة رشات بتركيز ٢٥ – ٢٢٥ جزء فى المليون مع بداية النمو الخضرى حتى الإزهار إلى زيادة عدد الدرنات المتكونة ، وصغر حجمها ، دون التأثير على المحصول الكلى . وتفيد هذه المعاملة عند الرغبة فى إنتاج حجم صغير من درنات البطاطس لاستعمالها كتقاوٍ ، أو فى التعليب .

٧ – يؤدى رش نباتات القرعيات مرة أو مرتين بالإثيفون بتركيز ١٢٥ – ٢٥٠ جزء فى المليون خلال مراحل نمو الورقة الحقيقية الأولى حتى الخامسة إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة الأزهار المؤنثة أو الخنثى ، بينما يقل ظهور الأزهار المذكرة على الـ ١٥ عقدة الأولى ، وتعود النباتات لحالتها الطبيعية فى الإزهار بعد ذلك . ويتبع ذلك زيادة المحصول المبكر والكلى ، خاصة فى بعض أصناف الخيار والكوسة (de Wilde ١٩٧١) .

٨ – أفادت المعاملة بالإثيفون فى التخلص نهائيًّا من مرض فسيولوجى يظهر فى البطاطس ، ويسمى التبقع البنى الداخلى Internal Brown Spot ، أو Chocolate Spot ، وذلك بمعاملة النباتات بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون ابتداء من بعد الزراعة بخمسة أسابيع ، مع تكرار الرش أربع مرات بعد ذلك كل أسبوعين . وقد أدى الرش مرة واحدة بتركيز ٢٠٠ – ٦٠٠ جزء فى المليون إلى مكافحة هذا المرض الفسيولوجى بنسبة ٩٨ – ٩٩٪ .

٩ – يستخدم الإثيفون فى إسراع نضج ثمار الطماطم المنتجة لغرض الاستهلاك الطازج برش النبات بتركيز ٢٥٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون بعد التلقيح بفترة قصيرة وحتى طور النضج الأخضر قبل ظهور أية علامة على تلون الثمار . كما تفيد المعاملة بالإثيفون فى تركيز نضج الثمار فى أصناف التصنيع ، وبذلك تزيد كفاءة الحصاد الآلى الذى يتم مرة واحدة . ويجرى ذلك برش النباتات بالإثيفون بمعدل ٩٠ – ٥٥٠ مل للفدان ، على أن يكون الرش عندما تبلغ نسبة الثمار التى بها أية درجة من التلوين من ١ – ٢٥٪ . ويتم الحصاد بعد نحو ٢ – ٣ أسابيع من المعاملة .

١٠ – تؤدى معاملة نباتات القاوون بالإثيفون بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون قبل أول جمعة بنحو ١ – ٢ يوم إلى تبكير وتركيز نضج باقى الثمار .

١١ – تؤدى معاملة نباتات الفلفل الشيلى Chili والبيمنتو Pimiento ، بالإثيفون بتركيز ٢٥٠ – ١٢٠٠ جزء فى المليون رشًّا على النباتات عندما تبدأ الثمار فى التلون باللون الأحمر المخضر ، أو بعد أول حصاد للثمار الحمراء بفترة قصيرة إلى التبكير فى التلون وزيادة محصول الثمار فى حالة إجراء الحصاد مرة واحدة . ويؤدى الرش بتركيز ١٢٠٠ جزء فى المليون إلى سقوط بعض الأوراق والثمار مبكرًا . ومن جهة أخرى .. يؤدى غمس ثمار الفلفل البيمنتو الخضراء الناضجة فى محلول إثيفون بتركيز ١٠٠٠ – ٥٠٠٠ جزء فى المليون بعد الحصاد إلى تلون الثمار بلون أحمر متجانس .

١٢ – يستعمل الإثيفون فى تجريد نباتات الفاصوليا الخضراء من الأوراق قبل الحصاد برشها بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون قبل الحصاد بنحو ٣ – ٥ أيام . ولهذه المعاملة أهمية خاصة فى الحالات التى يكون فيها النمو الخضرى غزيرًا .

١٣ – يمكن إسقاط أزهار الطماطم عند الرغبة فى ذلك برش النباتات بالإثيفون بتركيز ١٠٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون (Amer. Soc. Hort. Sci. ١٩٧٠) .

وللمزيد من التفاصيل عن الإثيلين واستخداماته فى المجال الزراعى يراجع Abeles (١٩٧٣) .

٢٦ – ٢ : تأثير منظمات النمو على نمو وتطور وتأقلم محاصيل الخضر

نتناول فيما يلى تأثير المجاميع المختلفة من منظمات النمو على مراحل النمو والتطور فى محاصيل الخضر .

٢٦ – ٢ – ١ : تأثير منظمات النمو على الإزهار

١ – الجبريللينات :

(أ) يسرع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار الطويل فى النهار القصير ، كما فى حالة الكرنب الصينى ، والهندباء ، والخس ، والفجل ، والسبانخ . ويلاحظ أن جميع هذه النباتات ذات ساق قصيرة تخرج عليها الأوراق متزاحمة (أى ذات نمو متورد rosette) قبل أن تتجه نحو الإزهار .

(ب) يمنع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار الطويل فى النهار الطويل ، كما فى **Lemna gibba** .

(جـ) يسرع الجبريللين استطالة سيقان نباتات النهار الطويل فى النهار القصير ، لكن لا تزهر النباتات ، كما فى البنجر والخس البرى **Lactuca scariola**

(د) ليس للجبريللين أى تأثير على الإزهار أو استطالة الساق ، كما فى **Anthriscus cerefolium** (أو الـ Chervil) .

(هـ) – يسرع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار القصير فى النهار الطويل ، كما فى النوع **Cannabis sativa** .

(و) يمنع الجبريللين أو يؤخر إزهار بعض نباتات النهار القصير فى النهار الطويل ، كما فى الشليك **Fragaria x ananassa** .

(ز) لا تأثير للجبريللين على إزهار بعض نباتات النهار القصير ، كما فى النوع **Xanthium Strumarium** (Vince-Prue ١٩٧٥) .

(ح) تفيد المعاملة بالجبريللين كبديل عن الارتباع فى إزهار العديد من النباتات ، كما فى الكرنب ، واللفت ، والبنجر ، والجزر ، والهندباء ، والبقدونس ، لكن هذه القاعدة لا تنطبق على كل النباتات

التى تحتاج للارتباع لكى تزهر (Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) . وإذا كانت النباتات تحتاج بطبيعتها للتعرض لكل من الارتباع ، ثم للنهار الطويل لكى تزهر ، فإن المعاملة بالجبريللين تحل محل الحاجة لعملية الارتباع فقط ، ويلزم تعريض النباتات للنهار الطويل بعد ذلك حتى تزهر .

هذا . ويسود الاعتقاد بأن الجبريللينات ليست هى نفسها هرمونات الإزهار ، ومن الأدلة على ذلك ما يلى :

(أ) تعتبر الجبريللينات قليلة التأثير على النباتات القصيرة النهار ، برغم أن تجارب التطعيم قد أثبتت أن هرمون الإزهار واحد فى كلٍّ من النباتات الطويلة النهار والنباتات القصيرة النهار .

(ب) لا تؤثر الجبريللينات على كل النباتات الطويلة النهار ، وإنما على النباتات ذات النمو المتورد rosette فقط (Hess ١٩٧٥) .

٢ – السيتوكينينات :

(أ) تشجع السيتوكينينات على إزهار العديد من نباتات النهار القصير ، وتؤدى إلى إزهار بعضها ، كما تؤدى أيضًا إلى إزهار بعض نباتات النهار الطويل .

(ب) تفيد المعاملة بكل من السيتوكينين والجبريللين معًا فى إزهار بعض نباتات النهار القصير .

٣ – الأبسيسين :

تؤدى المعاملة بحامض الأبسيسيك إلى إسراع الإزهار ، أو إلى التهيئة للإزهار فى بعض نباتات النهار القصير .

٤ – الإيثيلين : يشجع الإيثيلين إزهار بعض النباتات .

٥ – مواد أخرى :

تشجع المواد التالية على الإزهار فى بعض النباتات : فيتامين E ، وبعض مخاليط الأحماض النووية ، واليوريدين uridine ، واليوراسيل uracil (Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

هذا .. ويمكن الإطلاع على الدراسات الأولية التى أُجريت فى مجال تأثير منظمات النمو على الإزهار وعقد الثمار فى Wittwer (١٩٥٤) .

٢٦ – ٢ – ٢ : تأثير منظمات النمو على عقد الثمار

١ – الأوكسينات :

من الأوكسينات التى استخدمت فى تحسين العقد فى النباتات ما يلى :

O- chlorophenoxyacetic acid

P- chlorophenoxyacetic acid

2,4- dichlorophenoxyacetic acid

Indoleacetic acid

Indolebutyric acid

Indolepropionic acid

Napthaleneacetamide

Napthaleneacetic acid

Napthalenebutyric acid

B- Napthoxyacetic acid

B- Napthoxypropionic acid

Trichlorophenoxyacetic acid

ومن التحضيرات التجارية التى تشتمل على مخاليط من منظمات النمو وتستعمل فى تشجيع نمو المبيض كل من الفروتون Fruitone ، وسيدلس ست Seed-less-set (Avery ١٩٤٧) .

وتستعمل الأوكسينات بصفة خاصة فى تحسين العقد فى الطماطم والفاصوليا ، كما أمكن دفع الفلفل ، والباذنجان ، والخيار ، والكوسة ، والقاوون للعقد بدون تلقيح بالمعاملة بالأوكسينات ، لكن هذه المعاملات لم تستخدم تجاريًا ، لأن الأزهار لا تتكون دفعة واحدة كما فى الفاصوليا ، ولا فى عناقيد كما فى الطماطم . كذلك أمكن إحداث عقد بكرى فى البطيخ بالمعاملة بالأوكسينات ، لكن الثمار اللابذرية كانت صغيرة وذات جلد سميك وقليلة العصير ، كما احتوت على بذور خالية من الأجنة ، لكن شكلها كان كالبذور العادية . ولا تعطى منظمات النمو نتائج جيدة مع الخضروات التى تستهلك بذورها كالبقوليات الجافة .

وفى حالة الطماطم ، فإن تحسين العقد بالمعاملة بالأوكسينات يجعل الثمار المتكونة ذات جيوب داخلية فارغة بمواقع المشيمة فى المساكن ، لكن هذه الحالة (يطلق عليها اسم الجيوب Puffiness) يمكن التخفيف من حدتها بمعاملة العناقيد الزهرية بمخلوط من الأوكسينات مع الجبريللينات ، بدلًا من الأوكسينات فقط (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٢٦ - ٢ - ٣ : تأثير منظمات النمو على التجذير

يعد استعمال منظمات النمو فى دفع العقل نحو التجذير أو إسراع تجذيرها من أقدم الاستخدامات المعروفة لمنظمات النمو . كما يُعد إندول حامض البيوتيريك Indole butyric acid (اختصارًا IBA) أفضل منظمات النمو لهذا الغرض ، لأنه يتحلل ببطء نسبيًا فى النبات بواسطة الإنزيمات التى تحطم الأوكسينات ، ولأنه بطىء الانتقال ، ويبقى معظمه فى المنطقة المعاملة ، وتلك صفة أخرى مرغوبة ؛ وهو يستخدم فى تجذير معظم النباتات .

ومن المركبات الأخرى الشديدة الفاعلية ، والتى تستعمل كثيرًا فى التجذير نفثالين حامض الخليك Napthalene acetic acid (اختصارًا NAA) ، وهو أكثر سمية للنباتات من إندول حامض البيوتيريك ، ولهذا تزيد احتمالات حدوث الأضرار بالنباتات المعاملة به . ومن المركبات الأخرى كذلك أميدات (amide forms) كل من IBA و NAA . ويعتبر أميد الـ NAA أقل سمية وأكثر أمانًا فى الاستعمال من الحامض نفسه . كما تستخدم العديد من مركبات الفينوكسى phenoxy فى التجذير ، مثل : الـ 2,4- dichlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 2,4-D) ، و 2,4, 5- trichloro- phenoxyacetic acid (اختصارًا 2, 4,5-T) . ورغم أنها تشجع التجذير عند استعمالها بتركيزات منخفضة ، إلّا أن

التركيزات المناسبة للتجذير تعتبر قريبة من التركيزات السامة للنباتات ، ولهذا .. فإنه لا يشيع استخدامها .

ويختلف نوع المجموع الجذرى المتكون باختلاف منظم النمو المستعمل ، فأحماض الفينوكسى تنتج مجموعًا جذريًّا قصيرًا وكثيفًا وذا جذور سميكة ، بينما أحماض البيوتيريك تنتج مجموعًا جذريًّا ليفيًّا قويًّا .

وتستعمل منظمات النمو فى التجذير بإحدى ثلاثة طرق :

١ - بالغمس السريع للأطراف القاعدية للعقل فى محلول مركز يمكن أن يصل تركيزه حتى ١٠٠٠٠ جزء فى المليون .

٢ - بنقع قواعد العقل لفترات محدودة تصل حتى ٢٤ ساعة فى محاليل مخففة بتركيز ١٠- ٥٠٠ جزء فى المليون .

٣ - بمعاملة قواعد العقل بمنظم النمو وهو فى صورة مسحوق مخلوط بمسحوق آخر مناسب بتركيز يتراوح من ٥٠٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون (Nickell ١٩٨٢) .

٢٦ - ٢ - ٤ : تأثير منظمات النمو على إنبات البذور الساكنة

وجدت علاقة قوية بين إنبات البذور وأربع مجاميع من منظمات النمو هى :

١ - الجبريللينات : وهى أكثر منظمات النمو تأثيرًا على إنبات البذور . فمثلًا . وجد فى بذور الشعير أن امتصاص البذور غير الساكنة quicsent للماء يؤدى إلى ظهور الجبريللين فى الجنين ، ثم انتقاله إلى طبقة الأليرون (وهى طبقة مكونة من ٣ - ٤ خلايا تحيط بالإندوسبرم) ، حيث يؤدى إلى تكوين إنزيم ألفا أميليز amylase - الذى ينتقل إلى الإندوسبرم ، حيث يساعد فى تحول النشا إلى سكر ، الذى ينتقل بدوره إلى أماكن نمو الجنين لإمداده بالطاقة اللازمة للنمو . كما يعمل الجبريللين على إنتاج أو تنشيط إنتاج إنزيمات أخرى فى بذور الشعير .

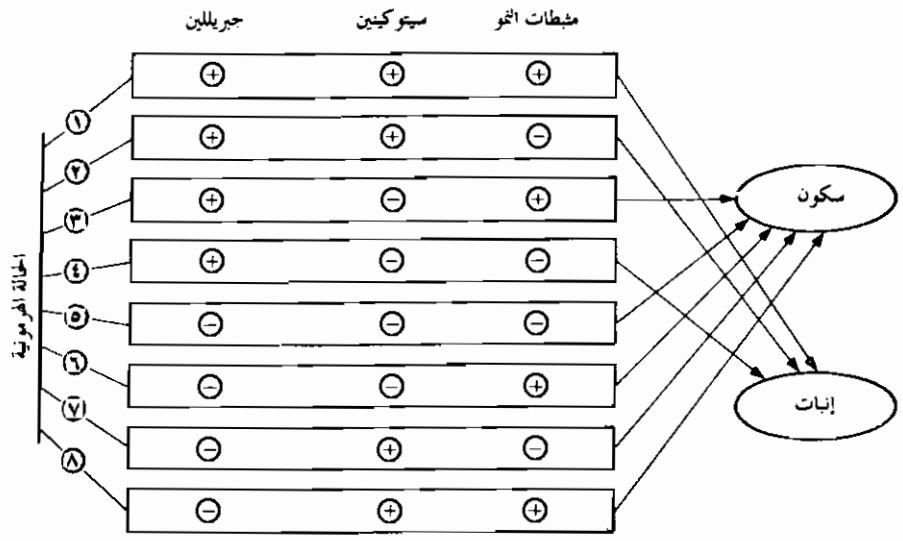
٢ - حامض الأبسيسك : يمكن لهذا الهرمون الطبيعى وقف تأثير الجبريللين المحفز للإنبات . وتدل الدراسات التى أجريت على بذور الشعير أن حامض الأبسيسك يوقف تأثير الجبريللين المحفز لإنتاج إنزيم ألفا أميليز بمنعه من تمثيل الريبونيوكليك أسِد (RNA) .

٣ - السيتوكينينات : تتحكم السيتوكينينات فى إنبات البذور (ربما على مستوى تمثيل البروتين) وفى بعض النباتات يمكن للسيتوكينينات التغلب على تأثير حامض الأبسيسك المثبط لفعل الجبريللين .

٤ - الإيثيلين : وجد أن للإيثيلين علاقة بإنبات البذور فى بعض النباتات .

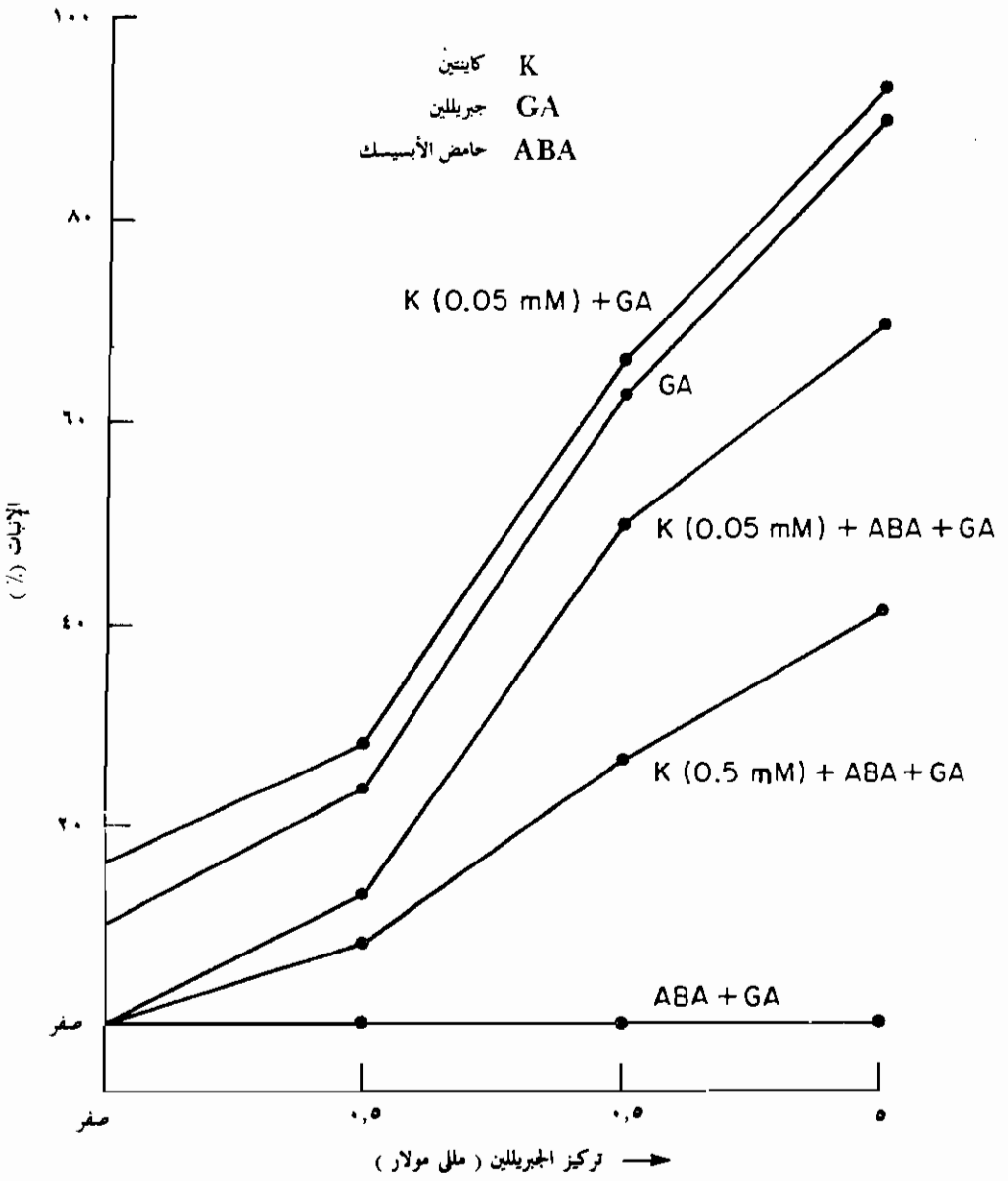
هذا .. وللتفاصيل الخاصة بتأثير معاملات منظمات النمو على إنبات بذور الخضر يراجع الفصل السابع والعشرون .

ويعتقد معظم علماء فسيولوجيا النبات أن الإنبات يتوقف على وجود توازن ديناميكى بين منظمات النمو المشجعة والمثبطة للإنبات بالبذور . وتعتبر الجبريللينات من أكثر مشجعات الإنبات ، وحامض الأبسيسك من أكثر مثبطات الإنبات تأثيرًا . وتبعًا لشكل (٢٦ – ٤) ، فإن الإنبات لا يحدث إلّا فى وجود الجبريللين . وعند وجود مثبط للإنبات ، فإنه يمنع فعل الجبريللين ولا يحدث إنبات (الحالة رقم ٣) ، لكن إضافة السيتوكينين توقف فعل المثبط ، وتسمح بالإنبات (الحالة رقم ١) .

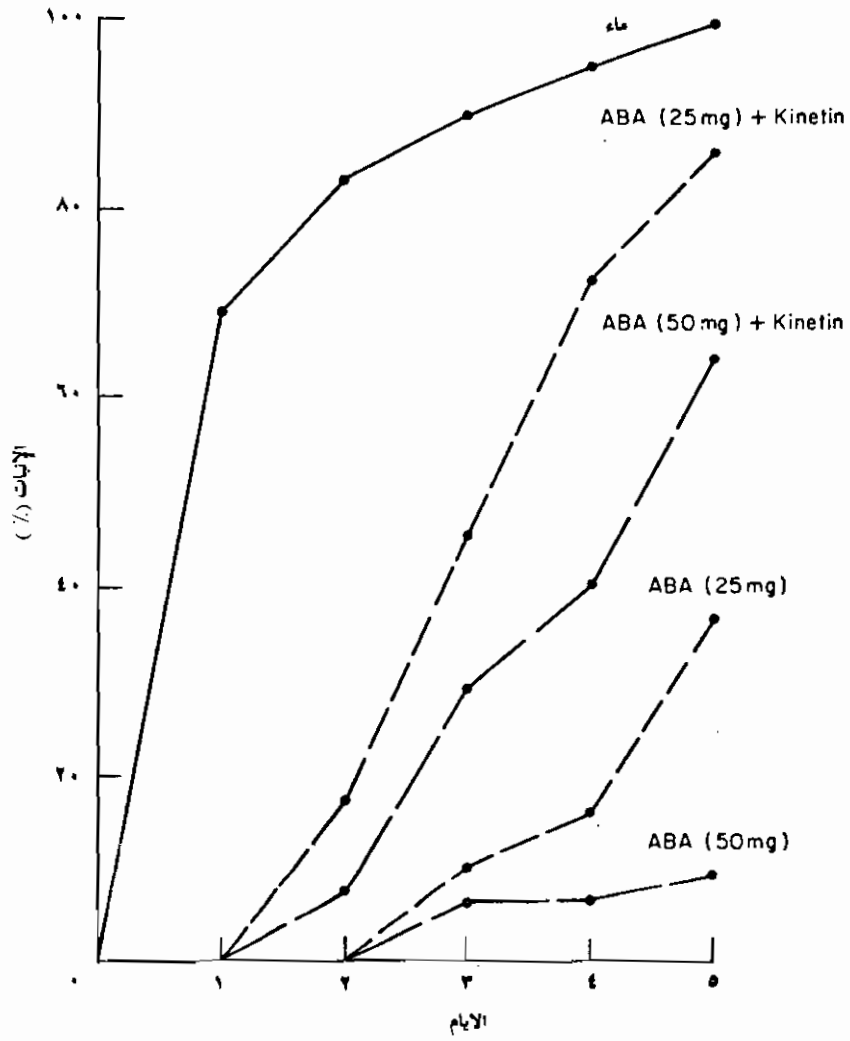


شكل ٢٦ – ٤ : تأثير المجاميع المختلفة لمنظمات النمو على إنبات البذور .

هذا .. ولا تنبت بذور الخس من صنف جراند رابيدز Grand Rapids فى الظلام ، ولكن الإنبات يحدث عند معاملة البذور بالجبريللين . وتؤدى إضافة حامض الأبسيسك مع الجبريللين إلى وقف تأثير الجبريللين . كما تؤدى إضافة الكينتين إلى وقف فعل حامض الأبسيسك جزئيًا ، إلّا أنه لا يزيد من فعل الجبريللين كما فى شكل (٢٦ – ٥) . كما يحدث إنبات كامل لبذور نفس الصنف فى الضوء ، ولكن حامض الأبسيسك يمنع هذا الإنبات فى الضوء . وتتناسب شدة التأثير على الإنبات مع تركيز الحامض . ويتحسن الإنبات جزئيًا عند إضافة الكينتين (شكل ٢٦ – ٦) (عن Hartmann & Kester ١٩٧٥) .



شكل ٢٦ – ٥ : تأثير منظمات النمو على إنبات بذور الخس صنف Grand Rapids فى الظلام .



شكل ٢٦ – ٦ : تأثير منظمات النمو على إنبات بذور الخس صنف Grand Rapid فى الضوء .

٢٦ – ٢ – ٥ : تأثير منظمات النمو على تأقلم النباتات لظروف الجفاف

وجد من الدراسات المبكرة التى عوملت فيها النباتات ببعض مثبطات النمو ، مثل Chlormequat ، و phosphon ، و phosphon S ، و daminozide أن هذه المعاملات أدت إلى زيادة الوزن الجاف للجذور . كما أدت المعاملة بالـ Chlormequat إلى خفض معدل النتح من وحدة المساحة من الأوراق ، بينما أدت منظمات النمو الأخرى إما إلى زيادة معدل النتح ، أو عدم التأثير فى هذا الشأن . ومن الطبيعى أن زيادة النمو الجذرى مع نقص النمو الخضرى يؤديان إلى زيادة مقدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف . هذا .. ويؤدى حامض الأبسيسك إلى غلق الثغور ، وخفض معدل النتح .

كذلك استخدمت مضادات النتح antitranspirants ، وهى التى تزيد من مقدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف ، إما عن طريق غلقها للثغور ، أو بتغطيتها لسطح الأوراق بغشاء رقيق غير منفذ للرطوبة .

هذا .. وتوجد ثلاث طرق لخفض معدل النتح فى النباتات هى :

١ – المعاملة بمواد مثل اللبن النباتى latex ، والسيليكون silicone لتغطية سطح الأوراق .

٢ – استعمال مواد تؤدى إلى غلق الثغور ، مثل حامض الأبسيسك .

٣ – المعاملة بمواد تؤدى إلى نقص النمو الخضرى وزيادة النمو الجذرى ، مثل مثبطات النمو .

ومن أمثلة المركبات التى استخدمت كمضادات للنتح ما يلى (عن Nickell ١٩٨٢) :

المركب	النباتات التى عوملت به
Abscisic acid	الشعير – الفاصوليا – الموالح – الخيار – الفلفل – الطماطم
Alachlor	الـــذرة
Alkenylsuccinic acid	الدخان
Chlormequat	عباد الشمس – الطماطم
2- Chloromercuri- 4,6- dinitrophenol	**Datura arborea**
Daminozide	الطماطم
2,4- dinitrophenol	الطماطم
8- hydroxyquinoline	الطماطم – الشليك
Indoleacetic acid	الطماطم
Chloreflurenol, methyl ester	الذرة
Phenylmercuric acetate	القطن – الدخان – الطماطم
Salicylaldoxime	**Datura arborea**

٢٦ – ٢ – ٦ : تأثير منظمات النمو على تأقلم النباتات للصقيع

أُجريت محاولات لاستعمال مثبطات النمو فى زيادة مقاومة النباتات للصقيع . ولقد وجد مثلًا أن أضرار الصقيع تنخفض بوضوح فى الكرنب الذى يعامل قبل تعرضه للحرارة المنخفضة بأى من الـ Chlormequat ، أو الـ daminozide . كذلك تفيد المعاملة بالـ Chlormequat فى تقليل أضرار الصقيع فى الطماطم .

كما وجد أن حامض الأبسيسك يلعب دورًا فى مقاومة الخيار للبرودة . ويمكن أن يحدث ذلك التأثير بالمعاملة بالحامض أو بزيادته داخليًا فى النباتات بتعريضها لظروف الجفاف .

وتفيد المعاملة بالـ 2- Amino-6- methylbenzoic acid بمعدل نحو ٢٢٥ جم للفدان فى زيادة المقاومة للصقيع فى القمح والدخان والعنب .

وتفيد المعاملة بمركبات الـ polyamine مثل الـ alkylene diamines ذات السلاسل الطويلة فى حماية العديد من النباتات من أضرار الصقيع والبرودة ، كما فى فول الصويا ، وفاصوليا الليما ، والفاصوليا ، والفول السودانى ، والسباغ ، والخس ، والطماطم .

كذلك تفيد المعاملة بأى من المركبات التالية فى إحداث زيادة جوهرية فى عدد نباتات الكوسة الزوكينى التى تتحمل دورة صقيع مدتها ٢٤ ساعة .

5- Chloro-4- quinoline carboxylic acid

2- Chloro -4- quinoline carboxylic acid

2-trifluromethy lquinoline carboxylic acid

(Nickell ١٩٨٢) .

٢٦ - ٢ - ٧ : تأثيرات أخرى لمنظمات النمو

تستخدم منظمات النمو فى أغراض أخرى كثيرة ، منها ما يلى :

١ - منع التزريع فى المخازن :

أكثر منظمات النمو استخدامًا فى هذا المجال هو الماليك هيدرازيد الذى ترش به نباتات البصل والبطاطس (شكل ٢٦ - ٧) فى الحقل قبل النضج وهى ما زالت خضراء . كما يستخدم أيضًا كل من : Methyl ester of napthalene acetic acid و Isopropyl-N- (3- chlorophenyl)carbamate مع البطاطس فى المخازن لمنع تزريع الدرنات (يراجع Smith ١٩٥٤ لتفاصيل هذا الموضوع) .

٢ - التأثير على النسبة الجنسية فى القرعيات :

أكثر منظمات النمو استخدامًا فى مجال التأثير على النسبة الجنسية فى القرعيات هو الإيثيفون لزيادة نسبة الأزهار المؤنثة ، وحامض الجبريلليك لدفع السلالات الأنثوية gynecious لإنتاج بعض الأزهار المذكرة حتى يمكن إكثارها .

٣ - مكافحة الحشائش :

تستخدم بعض منظمات النمو كمبيدات للحشائش ، وأكثرها استعمالًا فى هذا المجال مبيد الـ 2,4-D (يراجع الفصل الثامن والعشرون لتفاصيل هذا الموضوع) .

شكل ٢٦ – ٧ : تأثير المعاملة بالماليك هيدرازيد قبل الحصاد على تثبيت درنات البطاطس وأبصال البصل أثناء التخزين . يتضمن الشكل درنة وبصلة نابتتين من نباتات لم تعامل بمنظم النمو قبل الحصاد

٢٦ – ٣ : استعمالات منظمات النمو فى إنتاج محاصيل الخضر

نستعرض فيما يلى أهم استعمالات منظمات النمو فى مجالات الإنتاج والتداول والتخزين وإنتاج بذور الخضر كل على حدة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٧٨) .

١ – الخرشوف :

يستخدم حامض الجبريلليك للتبكير فى تكوين النورات . ترش به النباتات بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون فى الخريف . ولا يجوز الرش قبل الحصاد بأسبوع أو أقل من ذلك .

٢ – البروكولى :

يستعمل الألار كبديل لعملية إزالة النورة الطرفية بغرض تكوين نورات جانبية كثيرة متجانسة فى نموها . ويستخدم الألار (٨٥٪) بمعدل ١ – ٢ كجم للفدان فى ٢٠٠ – ٤٠٠ لتر ماء . وتجرى المعاملة عندما تكون النورات فى قاعدة النبات بقطر ١ – ٢ سم . ويستخدم التركيز المنخفض عندما تكون النورات بقطر ١ سم ، والتركيز المرتفع عندما تكون النورات بقطر ٢ سم . ولا يجوز الرش قبل الحصاد بشهر أو أقل من ذلك . ومن الضرورى رش النبات كله ، وتكفى رشة واحدة .

٣ – القاوون :

يستخدم الألار بغرض تقليل النمو الخضرى بمعدل ١ كجم لكل ٢٠٠ لتر ماء للفدان . ويجب أن يتم الرش والنباتات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية إلى الرابعة . ويجب رش النبات كله ، وتكفى رشة واحدة .

٤ – الخيار والكوسة :

يستخدم الإثيفون فى حقول إنتاج البذرة الهجين بغرض زيادة نسبة الأزهار المؤنثة فى الـ ٥ – ١٥ عقدة الأولى من الساق ، والتى لا توجد فيها عادة سوى أزهار مذكرة . ويستعمل لهذا الغرض التحضير التجارى Florel بمعدل لتر فى ١٦٠ – ٤٠٠ لتر ماء للفدان . ويجب أن يتم الرش فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية . وفى حالات الإنبات غير المتجانس يكرر الرش بنفس التركيز مع بداية امتداد وكبر الورقة الثالثة .

ويجب الرش دائمًا فى خلال ٤ ساعات من تحضير محلول الرش ، لأن فاعلية منظم النمو تقل بعد ذلك . وعليه .. يجب تحضير الكمية التى تكفى لرش المساحة دون زيادة ، لأنه لا يجوز الاحتفاظ بالجزء المتبقى لاستخدامه فيما بعد .

ونظرًا لأن النباتات المعاملة تزهر عادة مبكرة بنحو ٧ – ١٠ أيام عن نظيرتها غير المعاملة ، لذلك تجب زراعة خطوط سلالة الأب مبكراً عن سلالة الأم لضمان وجود حبوب اللقاح اللازمة لإجراء التلقيح عند تكوين سلالة الأم للأزهار المؤنثة .

كما يستخدم حامض الجبريلليك أيضًا بغرض إنتاج أزهار مذكرة فى سلالات الخيار المؤنثة للمحافظة عليها وإكثارها لاستخدامها فى إنتاج الهجن . وترش النباتات بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون عندما يصل امتداد الورقة الحقيقية الأولى لنحو ٢,٥ سم ، ويكرر الرش كل ٥ أيام بعد ذلك .

٥ – شهد العسل :

يستخدم غاز الإيثيلين فى المخازن بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون من حيز المخزن بغرض الإنضاج الصناعى .

٦ – الخس :

يستخدم حامض الجبريلليك بغرض تجانس الإزهار ونمو الشماريخ الزهرية ، وزيادة محصول البذور . وترش النباتات بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون ثلاث مرات وهى فى مراحل نمو الورقة الحقيقية الرابعة والثامنة والثانية عشرة .

٧ – البصل :

يستخدم الماليك هيدرازيد لمنع أو تأخير تزريع الأبصال فى المخازن . وترش النباتات فى الحقل عند نضج الأبصال وبداية تدلى الأوراق وهى ما زالت خضراء ، ويكون ذلك قبل الحصاد بنحو أسبوعين . ويستخدم ٢,٥ لتر من التحضير التجارى (حوالى ١ كجم من المادة الفعالة) فى ٤٠٠ – ٦٠٠ لتر ماء للفدان . ويلزم إعطاء عناية كبيرة لتوقيت عملية الرش ، لأن الرش المبكر يؤدى إلى تكوين أبصال إسفنجية ، بينما لا يكون الرش المتأخر فعالًا .

٨ – الفلفل :

يستخدم الإثيفون لإسراع النضج والتلوين وتركيز الحصاد لزيادة كفاءة عملية الحصاد . ترش النباتات من الأصناف ذات الثمار الناقوسية bell peppers عندما تكون ١٠٪ من الثمار حمراء أو بنية اللون ، ومن الأصناف ذات الثمار الحريفة عندما تكون ١٠ – ٣٠٪ من الثمار حمراء أو بنية مع وجود عدد كافٍ من الثمار الخضراء لإنتاج محصول جيد . هذا . ولا تؤدى المعاملة إلى إنضاج الثمار الخضراء . ولا يجوز الرش عند توقع أن تسود الجو درجة حرارة أعلى من ٣٥°م لمدة طويلة ، حيث تؤدى المعاملة فى هذه الظروف إلى سقوط الأوراق .

تستخدم الإثيفون بمعدل ١,٥ – ٢ لتر فى ١٦٠ – ٤٠٠ لتر ماء للفدان . ويستخدم المعدل المرتفع عندما تسود الجو درجة حرارة ١٨°م أو أقل ، أو عندما تكون النباتات قوية النمو والغطاء الورقى كثيفًا . ويكون الحصاد عادة بعد المعاملة بنحو أسبوعين .

٩ – البطاطس :

يستخدم الماليك هيدرازيد لمنع أو تأخير التزريع فى المخازن . وترش النباتات فى الحقل بمعدل ٤ لترات (أو نحو ١,٥ كجم من المادة الفعالة) فى ١٢٠ – ٦٠٠ لتر من الماء للفدان . ويتم الرش مرة واحدة بعد سقوط الأزهار ، أى قبل جفاف النموات الخضرية بنحو أربعة أسابيع ، على أن تكون المعاملة قبل الرى أو سقوط الأمطار بمدة ٢٤ ساعة على الأقل .

كما يستخدم الـ Chloropropham وهو تحضير تجارى يحتوى على منظم النمو Isoprophyl-N- (3-chlorophenyl) carbamate (اختصارًا CIPC) لمنع أو تأخير التزريع فى المخازن . وتعامل به الدرنات فى المخازن فى صورة مستحلب من المادة فى الماء بتركيز ٤ لترات أو نحو ١,٥ كجم من المادة الفعالة فى ١٥٠ لتر ماء . كما قد يستخدم فى صورة أيروسول aerosol بمعدل ٤ لترات لكل حوالى ٢٠٠ م^{٣} من حجم المخزن . وتجرى الطريقة الأولى برش الدرنات أو غمسها فى المستحلب . وتجرى الطريقة الثانية بإطلاق منظم النمو كضباب mist فى جو المخزن ، ثم غلقه لمدة يومين . وتجدر الإشارة إلى أن CIPC يمنع التآم الجروح بالدرنات . ولذلك يجب تأجيل المعاملة به لحين الانتهاء من عملية العلاج . ولا تجوز معاملة الدرنات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ .

ويستخدم حامض الجبريلليك لتحفيز التبرعم وكسر السكون فى الدرنات بغمسها فى محلول بتركيز جزء واحد فى المليون . وتجرى المعاملة قبل الزراعة بنحو أسبوعين بالغمس فى المحلول لمدة ١ – ٣ دقائق وهى فى الأجولة . وبعد المعاملة يصفى المحلول الزائد من الأجولة . هذا .. وتجب تدفئة التقاوى (إن كانت مخزنة فى مخازن مبردة) قبل المعاملة مع حفظها فى حرارة ١٥ – ٢١°م بين المعاملة والزراعة .

١٠ – الروبارب :

يستخدم حامض الجبريلليك لتقليل حاجة النباتات للبرودة حتى تخرج من طور السكون . وتعامل تيجان النباتات بمعدل ٦٠ مل من محلول تركيزه ٥٠٠ جزء فى المليون لكل تاج . وتجرى المعاملة فى خلال ٢٤ ساعة من الـ forcing .

١١ – الطماطم :

يستخدم الإثيفون لإسراع نضج الثمار ، وتركيز عملية النضج للمساعدة فى توقيت عملية الحصاد . تجرى المعاملة بالكمية التى يوصى بها من الإثيفون فى ٨٠ – ٤٠٠ لتر ماء للفدان . وترش كل النموات الخضرية والثمار . وإذا أجريت المعاملة وقت ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٨°م ، فإنها تؤدى إلى سقوط الأوراق وإصابة الثمار بلفحة الشمس . ويتم الحصاد عادة فى خلال ٢ – ٣ أسابيع من المعاملة . ويلزم نحو ٤ كجم اثيفون للفدان . وتتم المعاملة عندما تكون ٥ – ١٥٪ من الثمار فى الحقل حمراء أو وردية أو فى بداية التلوين ، مع وجود عدد كافٍ من الثمار الخضراء لإنتاج محصول جيد . وتقل الكمية اللازمة من الإثيفون كثيرًا عند اشتداد درجة الحرارة .

ويستخدم 4- Chlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 4- CPA) لتحسين العقد . وترش به العناقيد الزهرية عند تفتح الأزهار بتركيز ٢٥ – ٥٠ جزءًا فى المليون كل ١٠ – ١٥ يومًا ، وبحد أقصى ٥ مرات خلال الموسم الواحد . وتفيد المعاملة فى تحسين العقد فى الجو البارد .

كما يستخدم 2- Naphthoxyacetic acid (اختصارًا NAA) لتحسين العقد كذلك . وترش النباتات بأكملها وهى فى مرحلة الإزهار . ويمكن إجراء حتى ٣ رشات فى الموسم الواحد . ولا يجوز الرش قبل الحصاد بـ ١٥ يومًا أو أقل من ذلك .

٢٦ – ٤ : مصادر أخرى للمعلومات عن منظمات النمو واستعمالاتها فى مجال الخضر

برغم أن التعمق فى دراسة منظمات النمو ليس من أهداف هذا الكتاب ، إلّا أن بعض القراء قد يجدون حاجة لذلك . ولهذا .. نقدم فيما يلى بعض المراجع التى تتناول منظمات النمو بصورة عامة واستخداماتها فى مجال الخضر بصورة خاصة ، حتى يمكن الرجوع إليها :

المؤلف	السنة	الموضوعات التى يشملها
Avery وآخرون	١٩٤٧	استخدامات منظمات النمو فى مجال البساتين
Tukey	١٩٥٤	استخدامات منظمات النمو فى المجال الزراعى
Steward & Kridorian	١٩٧١	منظمات النمو – متقدم
Audus	١٩٧٢	كيمياء وفسيولوجيا منظمات النمو – متقدم
جمعية فلاحة البساتين المصرية	١٩٧٤	منظمات النمو – عام وشامل
Thompson	١٩٧٦	كيمياء وخصائص واستعمالات جميع منظمات النمو
Univ. of California	١٩٧٨	منظمات النمو ومجالات استخدامها فى كاليفورنيا
Moore	١٩٧٩	كيمياء وفسيولوجيا منظمات النمو
Skoog	١٩٨٠	منظمات النمو – متقدم
Nickell	١٩٨٢	مجالات الاستخدام الزراعى لمنظمات النمو – موجز شامل .

كما يمكن أن يجد القارىء فى ملحقات هذا الكتاب (م ١) قائمة بأسماء معظم التحضيرات التجارية لمنظمات النمو المستخدمة فى مجال البساتين ، وأسماء الشركات التى تقوم بتصنيعها ، والمادة أو المواد التى توجد بكل منها (عن Stommel ١٩٧٨) .

٢٦ - ٥ : المراجـــع

جمعية فلاحة البساتين المصرية (١٩٧٤) . منظمات النمو . المركز القومى للإعلام والتوثيق - القاهرة - ١٩١ صفحة .

الفولى ، محمد مصطفى (١٩٧٤) . تأثير الكيماويات المؤخرة للنمو « ذات التأثير المشابه » للكلورميكوات على الحاصلات البستانية.فى جمعية فلاحة البساتين المصرية « منظمات النمو » صفحات ١٥٤ - ١٦٨ - المركز القومى للإعلام والتوثيق - القاهرة

Abeles, F.B. 1973. Ethylene in plant biology. Academic Pr., N.Y. 302p.

American Society for Horticultural Science. 1971. Ethylene; fruit abscission. HortScience 6: 353-392.

Audus, L.J. 1972. (3rd ed.). Plant growth substances. Vol. 1: Chemistry and physiology. Leonard Hill, London. 533p.

Avery, G.S, Jr., E.B. Johnson, R.M. Addoms and B.F. Thompson 1947. Hormones and horticulture McGraw-Hill Book Co., N.Y. 326p

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N.Y. 600 p.

dc wilde, R.C. 1971. Practical applications of (2- chloroethyl) phosphonic acid in agricultural production. HortScience 6: 364-370.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1975. (3rd ed.). Plant propagation; pinciples and practices. Prentice-Hall of India Priv Limited, New Delhi. 662p.

Hess, D. 1975. Plant physiology. Springer-Verlag, N.Y.

Leopold, A.C. and P.E. Kriedmann. 1975. (2nd ed.) Plant growth and development. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 545.p

Miller, C.H., R.L. Lower and A.L. McMurray. 1969. Some effects of ethrel (2- chloroethane phosphonic acid) on vegetable crops. HortScience 4: 248-249.

Moore, T.C. 1979. Biochemistry and physiology of plant hormones. Springer-Verlag, N.Y. 274 p.

Nickell, L.G. 1982. Plant growth regulators: agricultural uses. Springer-Verlag, N.Y. 173p.

Rubatzky, V.E., W.L. Sims and R.E. Voss. 1978. Growth regulators in vegetable crops. **In** Univ. of Calif., Div. of Agr. Sci, "Plant Growth Regulators: Study Guide for Agricultural Pest Control Advisors", pp.34-38. Priced Pub. 4047

Skoog, F. (Ed.) 1980. Plant growth substances 1979. Springer-Verlag, N.Y. 527 p.

Smith, O. 1954. Inhibition of sprouting by plant regulators. **In** H.B. Tukey (Ed.) 'Plant Regulators in Agriculture',pp. 149-160. John Wiley, N.Y.

Steward, F.C. and A.D. Krikorian. 1971. Plants, chemicals and growth. Academic Pr., N.Y. 232p.

Stommel, T. 1978. Growth regulator compounds currently registered for use in California. **In** Univ. of Calif., Div. of Agr. Sci "Plant Growth Regulators: Study Guide for Agricultural Pest Control Advisors", pp. 5-9. Priced Pub. 4047.

Thompson, W.T. 1976. Agricultural chemicals-Book III. Fumigants, growth regulators, repellents and rodenticides. Thompson Publications, Fresno, Ca. 164p.

Tukey, H.B. (Ed.). 1954. Plant regulators in agriculture. John Wiley, N.Y. 269p.

University of California Division of Agricultural Sciences. 1978. Plant growth regulatores: study guide for agricultural Pest control advisors. Priced Publication 4047. 58p.

Vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Co., London. 444p

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Wittwer, S.H. 1954. Control of flowering and fruit setting by plant regulators. In H.B. Tukey (Ed.) Plant Regulators in Agriculture', pp. 62-80. John Wiley, N.Y.

Wittwer, S.H. 1968. Chemical regulators in horticulture, HortScience 3: 163-167.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: pinciples, production and nutritive values. AVI pub, Co., Inc., Westport, Connecticut. 415p.