الفصل الثالث عشر

الهرمونات النباتية ومنظمات النمو

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 صناعيا 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 ومنظمات النمو إما أن تنشط (promotes أو stimulates) ، وإما أن تثبط (suppresses أو ratards) وإما أن تمنع (inhibits) النمو النباتى .

ومن أهم الهرمونات النباتية المنشطة للنمو ما يلى :

١ ـ 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 ـ الجبريللينات Gibberellins ؛ مثل : حامض الجبريلليك Gibberellic Acid ، وهى تصنع فى الأوراق النشطة فسيولوجيا ، ثم تنتقل إلى أماكن استطالة الخلايا عن طريق الخشب .

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

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

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

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

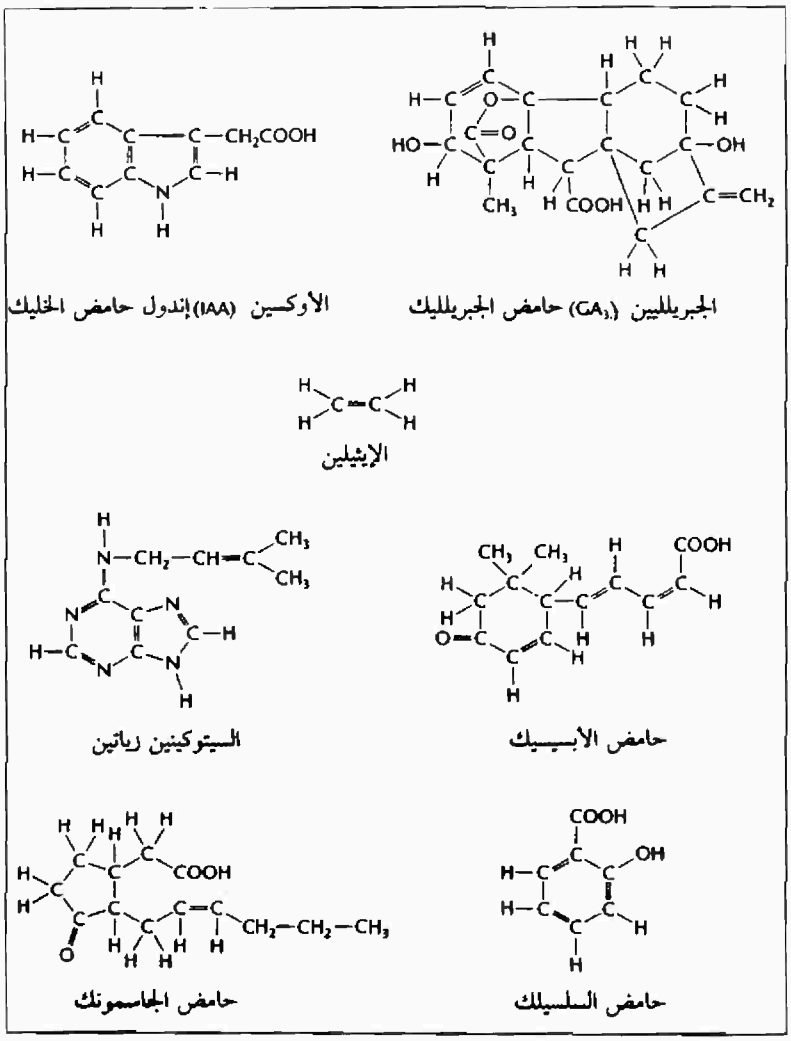
كما يتوفر عديد من منظمات النمو من كافة المجموعات السابقة الذكر ، سواء منها المنشطة أم المثبطة للنمو ، وسوف نذكرها بالتفصيل فى الأجزاء التالية من هذا الفصل .

وقد اكتشف فى السنوات القليلة الأخيرة (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤) هرمونان جديدان يلعبان دورًا هاما فى تنظيم عملية دفاع النباتات ضد الإصابات المرضية والحشرية ؛ وهما :

١ ـ حامض الجاسمونك Jasmonic Acid .

٢ ـ حامض السلسيلك Salicylic Acid .

ويظهر فى شكل (١٣ ـ ١) التركيب الكيميائى لأحد الهرمونات النباتية الهامة من كل واحدة من مجموعات الهرمونات النباتية السبع الرئيسية .



شكل (١٣ ـ ١) : التركيب الكيميائى لأحد الهرمونات الهامة من كل مجموعة من مجموعات الهرمونات النباتية السبع الرئيسية (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤) .

كذلك تمكن Hasegawa (١٩٩٣) من عزل هرمون جديد من نبات الكرسون cress أطلق عليه اسم لبيديميود lipidimoide ، وعرفه كيميائيا ، كما تمكن من تحضيره صناعيا . وقد كانت بداية اكتشاف الهرمون عندما لاحظ الباحث أن اختلاط بذور الكرسون ببذور الـ Amaranthus ـ ونمو النباتين معاً ـ أدى إلى زيادة معدل نمو نبات الـ Amaranthus عما لو وجد منفردا .

وباختبار الهرمون النقى على نبات الـ Amaranthus وجد أنه يسرع استطالة السويقة الجنينية السفلى hypocotyl بكفاءة أعلى من أى من حامض الجبريلليك ، أو إندول حامض الخليك ، كذلك كان أكثر كفاءة من إندول حامض الخليك وأكفأ قليلا من حامض الجبريلليك فى إسراع نمو الجذور .

الأوكسينات

يعد الهرمون إندول حامض الخليك Indole-3-acetic acid (اختصارا : IAA) هو الهرمون الطبيعى الوحيد المعروف من مجموعة الأوكسينات ، ولكن الأوكسينات المحضرة صناعيا ـ والتى تستعمل كمنظمات للنمو ـ كثيرة جدا . ويبين شكل (١٣ ـ ٢) التركيب البنائى لبعضها .

دور الأوكسين فى النبات

يحفز الأوكسين الطبيعى IAA ـ أو يثبط ـ نمو الجذور ، والبراعم ، والسيقان تبعًا لتركيزه ؛ حيث تكون الجذور أكثرها حساسية للتركيزات العالية ، تليها البراعم ، بينما تكون السيقان أكثرها استجابة لتركيزاته العالية ، وأقلها تضررا منه ، ويبدو ذلك جليا فى شكل (١٣ ـ ٣) .

ويظهر فى شكل (١٣ ـ ٤) الدور الذى يلعبه الأوكسين الطبيعى فى نمو وتطور مختلف الأعضاء والأنسجة النباتية (عن Steward ١٩٦٦) .

استعمالات الأوكسينات

تستخدم الأوكسينات فى عديد من المجالات الزراعية الهامة ؛ منها ما يلى :

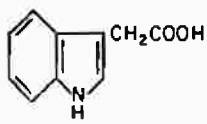
١ - تشجيع تجذير العقل ونشاط الكامبيوم .

٢ - عقد الثمار ، ومنع سقوطها .

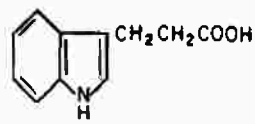
٣ - خف الثمار .

٤ - تأخير تساقط الثمار قبل الحصاد .

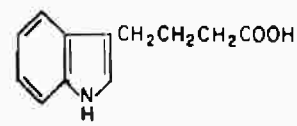
٥ - التحكم فى إزهار الأناناس ، وتبكير إزهار وإثمار فول الصويا .



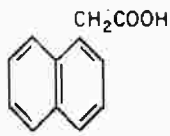
Indoleacetic acid



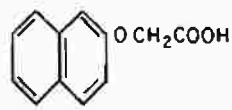
Indolepropionic acid



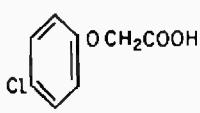
Indolebutyric acid



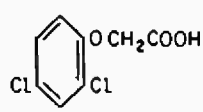
Naphthaleneacetic acid



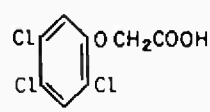
β-Naphthoxyacetic acid



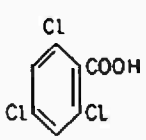
4-Chloro phenoxyacetic acid



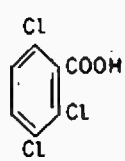
2,4-Dichloro phenoxyacetic acid



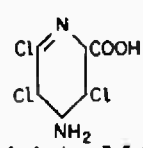
2,4,5-Trichloro phenoxyacetic acid



2,4,6-Trichloro benzoic acid

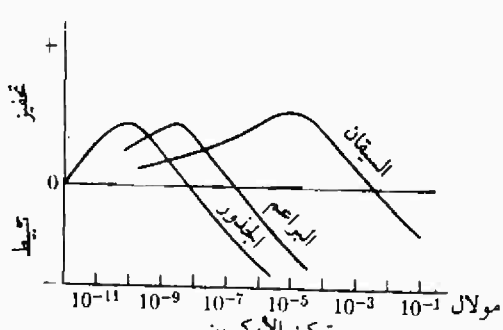


2,3,6-Trichloro benzoic acid

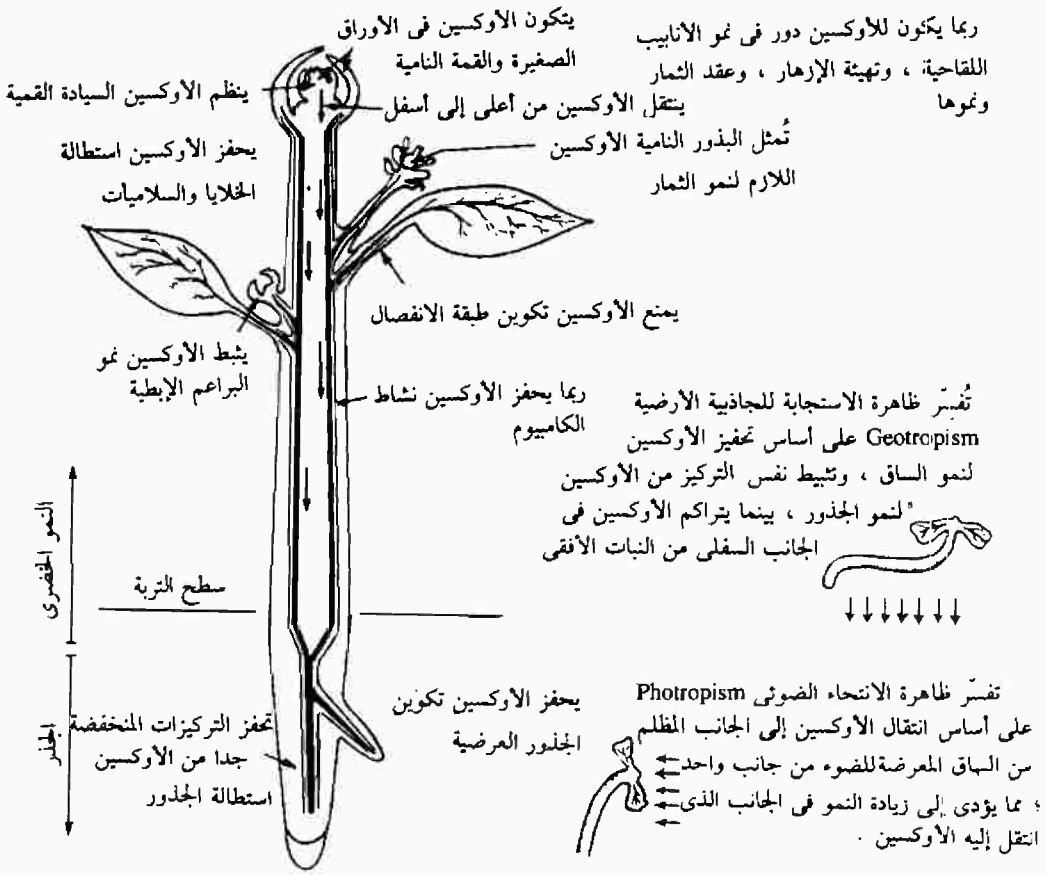


4-Amino-3,5,6 trichloro picalinic acid

شكل (١٣ ـ ٢) : التركيب البنائى لبعض الأوكسينات .



شكل (١٣ ـ ٣) : تأثير تركيز إندول حامض الخليك على كل من الجذور ، والبراعم والسيقان .



شكل (١٣ ـ ٤) : التأثيرات الرئيسية للأوكسين IAA فى النبات .

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

٧ - يستعمل الـ 2,4-D كمبيد للحشائش الثنائية الفلقة ، وفى منع سقوط ثمار التفاح .

الأوكسينات الهامة

من الأوكسينات الهامة المستخدمة فى المجال الزراعى ما يلى :

١ - إندول حامض البيوتريك Indolebutyric Acid :

يعرف إندول حامض البيوتريك - كيميائيا - بالاسم : 3-Indolebutyric acid (اختصارًا IBA) .

ومن تحضيراته التجارية المعروفة ما يلى :

Indole Butyric Hormodin Jiffy Grow

Hormex Rooting Powder Seadix

يعد IBA أهم منظمات النمو المستخدمة فى تجذير العقل بكل أنواعها ؛ حيث يحفز التبكير فى تكون الجذور ، التى تزيد من فرصة بقاء النباتات ، وخاصة فى الظروف غير المناسبة لها (عن Thomson ١٩٨٣) .

وتجرى المعاملة بإندول حامض البيوتريك بإحدى طريقتين ؛ كما يلى :

أ - الغمس السريع فى محلول مائى مخفف بتركيز ٥٠٠ - ٥٠٠٠ جزء فى المليون ، علمًا بأن الإذابة الأولية للأوكسين تكون فى الكحول الإثيلى .

ب - غمس قواعد العقل فى مخلوط من منظم النمو فى بودرة تلك بتركيز ٠,١ ٪ - ١ ٪ ، مع نفض الكميات الزائدة من المخلوط من قواعد العقل .

ويستعمل الحد الأدنى من تركيزات منظمات النمو فى معاملة العقل الخشبية (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

٢ - إندول حامض الخليك Indol-3-acetic acid (اختصارًا IAA) :

يعد IAA الأوكسين الوحيد الذى يوجد فى الطبيعة كهرمون ، كما أنه يحضر صناعيا ، ويستعمل كمنظم للنمو .

يعرف IAA كذلك بالاسمين Auxin ، و Heteroauxin .

وتفرز بعض أنواع البكتيريا التى تعيش فى التربة أوكسينات منشطة للنمو النباتى ؛ فقد وجد أن معاملة التربة بالحامض الأمينى L-Tryptophan تؤدى إلى تحفيز بعض

أنواع بكتيريا الـ Pseudomonads إلى تكوين إندول حامض الخليك . كما أدت إضافة هذا الحامض الأمينى إلى تربة المشاتل بتركيز ٦ ـ ٦٠ مجم / كجم من التربة إلى إحداث زيادة فى المحصول بلغت ٤٢ ٪ فى القاوون ، وتراوحت بين ٥٨ ٪ و ٨٠ ٪ فى البطيخ ، كما أدت إلى زيادة متوسط وزن الثمرة بمقدار ٣٦ ٪ ، و ٤٣ ٪ فى كل من القاوون والبطيخ على التوالى (Frankenberger & Arshad ١٩٩١) .

٣ - توماست Tomaset :

يعرف توماست بالاسم الكيميائى N-m-tolyphthalamic acid . ولا يعرف منه سوى تحضير تجارى واحد يحمل نفس الاسم Tomaset . وهو يستعمل فى تحفيز عقد ثمار الطماطم ، وفاصوليا الليما ، والكريز .

٤ - منظم النمو 4-CPA :

يعرف منظم النمو 4-CPA بالاسم الكيميائى para-Chlorophenoxyacetic acid .

ومن تحضيراته التجارية المعروفة ما يلى :

Tomato - Hold	PCPA	Tomato Fix
CPA	Tomatotone	Sure-Set

ومن أهم استعمالاته تحسين عقد ثمار الطماطم فى كل من الحرارة المنخفضة والحرارة العالية ، وتثبيط نمو جذور فاصوليا المنج .

٥ - نفثالين حامض الخليك Naphthalene Acetic Acid :

يعرف 1-Napthalene acetic acid بالرمز NAA وهو من منظمات النمو الهامة التى لها تطبيقات زراعية كثيرة فى التفاح ، والكمثرى ، والأناناس ، والموالح ، والزيتون ، والزهور ، ونباتات الزينة ، ولكن لا يعرف له أية استخدمات تجارية فى مجال محاصيل الخضر .

ومن تأثيراته : خف الثمار ، ومنع سقوط الثمار قبل حصادها ، وتحفيز إزهار الأناناس ، وتجذير العقل العشبية .

ومن تحضيراته التجارية ما يلى :

Nu-Tone	Stafast	Fruitone-N
Phyomone	Planovix	Celmone
Prinacol	NAA-800	Tre-Hold
Stik	Tip-Off	Nafusaku
Plucker		

٦ - منظم النمو ٢ ، ٤ ـ د 2,4 - D :

يعرف منظم النمو 2,4-D بالاسم الكيميائى 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid ، وتتوفر منه عديد من التحضيرات التجارية .

يعد الـ 2,4-D من المبيدات الاختيارية التى تستعمل مع ذوات الفلقة الواحدة لمكافحة الحشائش ذوات الفلقتين ، ولكنه يستعمل كذلك ـ بتركيزات مخففة ـ لتحسين عقد ثمار الحمضيات ، ولتحسين فترة احتفاظ ثمار الفاكهة بنضارتها بعد الحصاد . وفى مجال الخضر . . يستعمل الـ 2,4-D فى زيادة اللون الأحمر وتحسين مظهر جلد درنات البطاطس الوردية اللون .

٧ - منظم النمو 2,4 -5-trichlorophenoxyacetic acid (اختصارا 2,4, 5-T) :

يتوفر منه عدة تحضيرات تجارية .

٨ - منظم النمو 2,4-Dichlorophenoxyisopropylester (اختصارا 2,4-D ester) :

يستعمل ـ تجاريا ـ فى تأخير تساقط ثمار الحمضيات .

٩ - منظم النمو بيتا نفثوكسى حامض الخليك β-Naphthoxyacetic acid (اختصارا : βNOA) :

يستعمل فى تحسين عقد ثمار الطماطم . ومن تحضيراته التجارية كل من Betapal ، و Fulset .

١٠ - سلفكس Silvex

يعرف منظم النمو سلفكس ـ كيميائيا ـ باسم :

2-(2,4,5-trichlorophenoxy) propionic acid (triethanolamine salt)

يأخذ الرمز 2,4,5-TP .

ومن تحضيراته التجارية Fruitone-T ، و Silvex ، و Nu-set . وهو يستعمل فى منع تساقط ثمار التفاح قبل الحصاد .

١١ - سى بى أى CPA (أو 3-CPA) :

يعرف CPA ـ كيميائيا ـ باسم :

2-(3-chlorophenoxy) propanoic acid

ومن تحضيراته التجارية Fruitone CPA . وهو يستعمل فى إنتاج الأناناس ، لتنظيم النمو ، وزيادة حجم الثمار ، وتنظيم الحصاد .

١٢ - منظم النمو 2-(3-Chlorophenoxy) propionic acid :

يستعمل فى إسقاط أوراق الخوخ والنكتارين .

١٣ - منظم النمو تراى أيودو حامض البنزويك Triiodobenzoic acid (اختصارا TIBA) :

يستعمل TIBA فى تحفيز الإزهار المبكر والإثمار فى بعض النباتات ، وربما يغير من مساحة الأوراق ، وشكلها ، وتوجهها ، وكذلك توجه الفروع (عن Rappaport ١٩٧٨) .

الجبريللينات

توجد الجبريللينات Gibberellins فى الطبيعة كهرمونات ، كما تحضر صناعيا وتستعمل كمنظمات نمو . ويزيد عدد الجبريللينات المعروفة حاليًا على ٨٠ نوعًا (عن Strange ١٩٩٣) .

استعمالات الجبريللينات

تستخدم الجبريللينات فى عديد من الأغراض الزراعية الهامة ؛ منها ما يلى :

١ - زيادة طول الساق .

٢ - التغلب على التقزم الوراثى والفسيولوجى .

٣ - تشجيع الإزهار فى النباتات ذات الحولين التى تحتاج إلى معاملة الارتباع لكى تزهر ، وكذلك فى نباتات النهار الطويل .

٤ - تشجيع عقد الثمار وزيادة حجمها ، كما فى الباذنجانيات .

٥ - تشجيع العقد البكرى .

٦ - التغلب على سكون البراعم وتشجيع نمو البراعم الجانبية .

٧ - التغلب على سكون البذور ، كما فى الخس .

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

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

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

١١ - التخلص من سكون درنات البطاطس الحديثة الحصاد ، وإمكان زراعتها بعد الحصاد مباشرة بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ١ ـ ٢ جزء فى المليون . كما أن هذه المعاملة تلغى السيادة القمية إلى حد كبير .

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

١٣ - التبكير فى إنتاج الخرشوف ، برش النباتات بتركيز ٢٥ ـ ٥٠ جزءاً فى المليون قبل بدء تكوين النورات الزهرية .

١٤ - تخليص الروبارب من الحاجة إلى البرودة بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون فى حالة عدم تعرض النباتات للبرودة كلية ، أو بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون فى حالة تعرض النباتات للبرودة جزئيا . تؤدى المعاملة إلى زيادة عدد السيقان ، والمحصول ، وجودته .

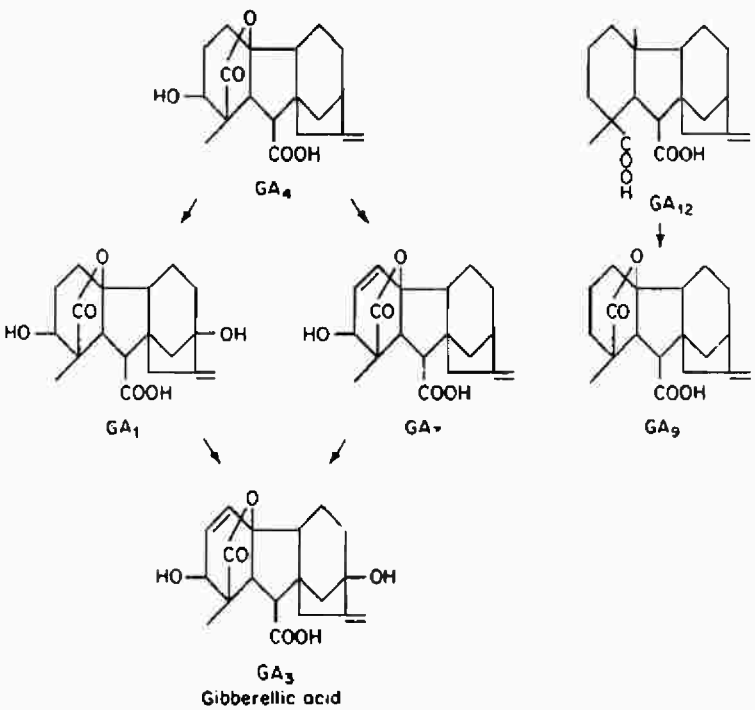
١٥ - زيادة طول أعناق الأوراق فى الكرفس ، والروبارب ، وزيادة طول السيقان فى الكرسون المائى .

١٦ - سرعة إنبات بذور الفاصوليا والذرة السكرية .

١٧ - تحفز الجبريللينات إنزيمات الـ hydrolases ، وخاصة إنزيم α-amylase فى طبقة الأليرون فى الحبوب النابتة ؛ الأمر الذى يشكل الأساس لأحد الاختبارات الحيوية الهامة فى دراسات الجبريللين .

الجبريللينات الهامة

من المؤكد أن لكل واحد من الجبريللينات التى تم عزلها دوره الذى يلعبه كهرمون طبيعى ، ولكن المستخدم منها فى الأغراض الزراعية قليل للغاية . ويبين شكل (١٣ - ٥) التركيب الكيميائى لستّة من الجبريللينات الأكثر استعمالا .



شكل (١٣ - ٥) : التركيب الكيميائى لبعض الجبريللينات الهامة .

ومن أهم الجبريللينات المستعملة فى الإنتاج الزراعى ما يلى :

١ - حامض الجبريلليك Gibberellic Acid :

يعتبر حامض الجبريلليك أول الجبريللينات التى اكتشفت فى النبات ، وأكثرها تواجدا فيه ، وهو يعرف بالرمز GA_3 ، أو ـ اختصاراً ـ بالرمز GA .

ويتوفر حامض الجبريلليك فى عديد من التحضيرات التجارية ؛ نذكر منها :

Giberllin	Gib-Tabs	Geku-Gib
Gibrel	Brellin	Gib-Sol
Pro-Gib	Berelex	Activol
Grocel	Cekugib	Regulex
Floraltone		

اكتشف حامض الجبريلليك لأول مرة فى اليابان فى عام ١٩٣٨ ، ولكن لم تبدأ الدراسات الموسعة عليه إلا فى عام ١٩٥٥ .

ولحامض الجبريلليك استعمالات تجارية عديدة على الفاكهة (مثل : العنب ، والكريز ، والليمون الأضاليا ، والبرتقال أبو سرة ، والبلوبرى) ، وعديد من الزهور ونباتات الزينة ، والمحاصيل الحقلية (مثل الشعير ، والقمح ، وقصب السكر) ، ولكننا نتناول بالشرح أهم استعمالاته فى محاصيل الخضر ، والتى نوجزها فيما يلى :

أ - الخس :

يستعمل حامض الجبريلليك فى إنتاج بذور الخس ؛ بهدف زيادة تجانس الإزهار ؛ ومن ثم زيادة محصول البذور . ترش النباتات ثلاث مرات ابتداء من مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الرابعة ، ثم فى مرحلتى تكوين الورقتين الحقيقيتين الثامنة ، والثانية عشرة . ويكون الرش كل مرة بتركيز ١٠ ـ ٤٠ جزءًا فى المليون . تفيد هذه

المعاملة فى زيادة تجانس إزهار الأصناف ذات الرءوس المندمجة ؛ مثل جريت ليكس Great Lakes .

ب - البطاطس :

يستعمل حامض الجبريلليك فى كسر سكون تقاوى البطاطس وتحفيز نمو براعمها . تغمر الدرنات المستعملة كتقاوٍ فى محلول حامض جبريلليك بتركيز ١,٠ - ١,٠ جزء فى المليون قبل زراعتها مباشرة . ويسمح ذلك بزراعة البطاطس فى الموعد المناسب لها قبل انقضاء الفترة الطبيعية لانتهاء حالة السكون ، والتى تستغرق - عادة - من شهرين إلى ستة شهور .

جـ - الكرفس :

يستعمل حامض الجبريلليك فى زيادة طول أعناق أوراق النبات . وتجرى المعاملة قبل الحصاد بنحو أسبوع واحد إلى أربعة أسابيع .

د - الخرشوف :

يستعمل حامض الجبريلليك - الذى ترش به النباتات خلال فصل الشتاء - بهدف التبكير فى الإنتاج وزيادة المحصول .

هـ - الفاصوليا ، والبسلة ، وفاصوليا الليما :

تعامل به البذور بهدف إسراع إنباتها .

و - الروبارب :

يستعمل حامض الجبريلليك بهدف زيادة المحصول . تعامل تيجان النباتات خلال ٢٤ ساعة من نقلها إلى بيوت الإنتاج المتحكم فيها .

ز - الخيار :

يستعمل حامض الجبريلليك بهدف إنتاج أزهار مذكرة فى السلالات الأنثوية - المستخدمة فى إنتاج الهجن التجارية - لأجل إكثارها . يبدأ الرش عندما يبلغ

قطر الورقة الحقيقية الأولى حوالى ٢,٥سم ، ثم يكرر الرش مرتين كل ٥ أيام (عن Thomson ١٩٨٣) .

٢ - برو ـ جب ٤٧ Pro-Gibb 47 :

برو ـ جب منتج تجارى عبارة عن مخلوط من كل من GA_4 Gibberellin ، و GA_7 Gibberllin ، ويرمز للمخلوط ـ وليس لهذا المنتج التجارى ـ بالرمز $GA_{4/7}$.

يستعمل هذا المركب فى إنتاج بذور هجن الخيار ؛ حيث ترش به النباتات بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون عندما يصل قطر الورقة الحقيقية الأولى إلى نحو ٢ ـ ٣ سم ، ثم يكرر الرش بعد خمسة أيام وعشرة أيام أخرى من الرشة الأولى .

يؤدى الرش إلى حمل سلالات الخيار الأنثوية لأزهار مذكرة ؛ ولذا . . ترش به خطوط نباتات السلالة المستعملة كأب ، والتى تزرع بعد كل خطين أو ثلاثة خطوط من نباتات السلالة المستعملة كأم فى الهجن .

٣ - الجبرسكول Gibrescol :

الجبرسكول تحضير تجارى يحتوى على كل من GA_1 Gibberellin ، و Gibberel-lin A_2 ، وهو يأخذ الرمز $GA_{1/2}$ (عن Luckwell ١٩٨١) .

٤ - البرومالين Promaline :

البرومالين هو مخلوط من كل من benzylamino purine ، و GA_4 ، و GA_7 . ومن تحضيراته التجارية : ABG-3001 ، و Promalin .

وليس للبرومالين ـ حاليًا ـ استعمالات تجارية فى محاصيل الخضر ؛ حيث يقتصر استعماله على التفاح ؛ بهدف زيادة حجم ووزن الثمار ، وزيادة المحصول .

السيتوكينينات

توجد عديد من السيتوكينينات Cytokinins الطبيعية فى النبات . وقد اكتشف

الكينتين Kinetin أولا ، وتلاه اكتشاف الزياتين Zeatin الذى عزل من نبات الذرة . وأعقب ذلك عزل الزياتين وسيتوكينينات أخرى من يرقة حشرة Dryocosmos kuriphilus (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

اهمية السيتوكينينات واستعمالاتها

تلعب السيتوكينينات دوراً هاما فى الحالات التالية :

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

٢ - تأخير الشيخوخة ، وإطالة فترة تخزين الخضر الورقية ؛ لأنها تعمل على احتفاظ الأوراق والسيقان بالكلورفيل . وتستخدم لهذا الغرض فى الخس .

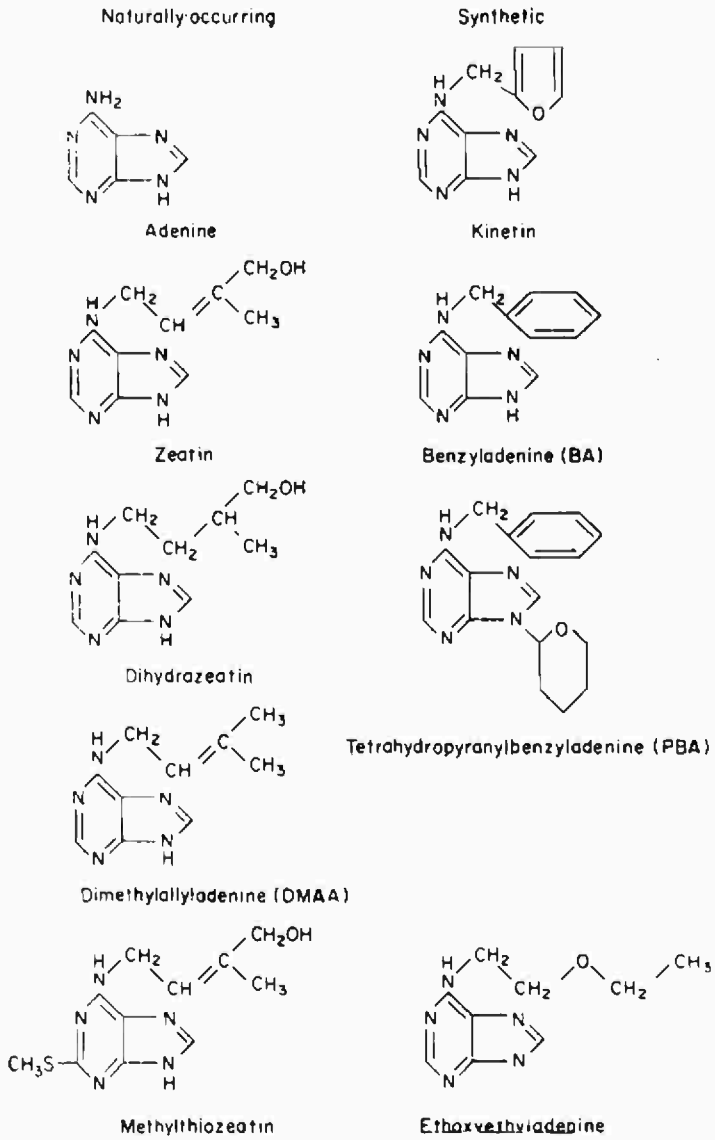
٣ - خفض معدل التنفس فى الكرنب ، والبروكولى ، والهليون وغيرها فى درجة حرارة الغرفة ، ويؤدى ذلك إلى إطالة فترة احتفاظها بنضارتها لعدة أيام . ويؤدى غمس هذه الخضر فى محلول سيتوكينين بتركيز ٥ ـ ١٠ أجزاء فى المليون إلى خفض معدل التنفس بقدر مماثل لما يحدث عند خفض درجة حرارة التخزين إلى ٥,٦°م .

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

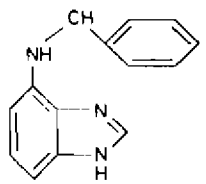
٥ - تعمل السيتوكينينات على تحفيز انقسام الخلايا وزيادتها فى الحجم فى أنسجة الكالوس .

السيتوكينينات الهامة

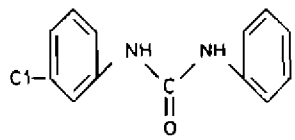
يوضح شكل (١٣ ـ ٦) التركيب البنائى لبعض السيتوكينينات الهامة ، سواء أكانت طبيعية ، أم محضرة صناعياً . كما يبين شكل (١٣ ـ ٧) التركيب البنائى لبعض المركبات المحضرة صناعيا ، والتى تُظْهِر نشاطاً مماثلاً لنشاط السيتوكينينات ، ولكن ينقصها البيورين .



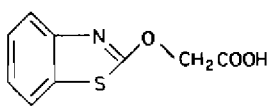
شكل (١٣ ـ ٦) : التركيب الكيميائى لبعض السيتوكينينات ، التى تحتوى فى تركيبها على البيورين Purine .



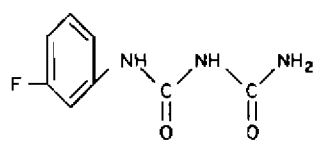
Benzylaminobenzimidazole



Chlorophenylphenylurea



Benzthiazolyloxyacetic acid



Fluorophenylbiuret

شكل (١٣ ـ ٧) : التركيب الكيميائى لبعض المركبات المحضرة صناعيا ، والتى تُظهِر نشاطاً مماثلاً لنشاط السيتوكينينات ، ولكن ينقصها البيورين .

ومن أهم السيتوكينينات ما يلى :

١ ـ الأدنين Adenine .

٢ ـ الكاينتين Kinetin : يعرف الكاينتين ـ كيميائيا ـ باسم 6-furfurylaminopurine .

٣ ـ الزياتين Zeatin . . يعرف الزياتين ـ كيميائيا ـ باسم :

6-(4-hydroxy-3-methylbut-2-enyl)-aminopurine

٤ ـ البنزيل أدنين Benzyladenine :

يعرف البنزيل أدنين ـ كيميائيا ـ باسم N-6-benzylaminopurine : ويستخدم البنزيل أدنين فى تحفيز التفريع الجانبى .

٥ ـ أسيل Aceel :

يحمل السيتوكينين أسيل الاسم الكيميائى :

N-(phemylmethyl)-9-(tetra-hydro-2H-pyran-2-yl)-9H-purin-6-amine

وهو يعرف تجاريا بنفس الاسم .

يقتصر استعمال منظم النمو أسيل ـ حاليا ـ على الزهور ونباتات الزينة ؛ حيث يستخدم بهدف زيادة التفريع وإنتاج نباتات قصيرة وقوية ، وزيادة الإزهار ، وتحسين شكل الأشجار والشجيرات .

٦ ـ سيتكس Cytex ، أو سيتوكينين Cytokinin :

يعد هذا التحضير التجارى خليطًا من السيتوكينينات ، معظمها شبيهة بالزياتين Zeatin ، وهو مستخلص من الطحالب البحرية ، ويعادل فى قوة نشاطه البيولوجى ١٠٠ جزء فى المليون كينتين .

وهو يستعمل بهدف زيادة المحصول ؛ حيث استخدم فى إنتاج الطماطم ، والبطاطس ، ومع الفاكهة (مثل : الموالح ، والخوخ) ، والمحاصيل الحقلية (مثل : القطن ، وبنجر السكر) .

تكون المعاملة بالسيتكس رشا قبل مرحلة الإثمار مباشرة ، أو فى بدايتها .

٧ ـ السيتوكينين CPPU :

يعد السيتوكينين 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (اختصاراً CPPU) من منظمات النمو المحضرة صناعيا ، والتى استخدمت فى زيادة معدل نمو ثمار العنب ومنع سقوطها ، وزيادة أحجام ثمار الكمثرى والكيوى ، وزيادة عقد ثمار القاوون . كما أوضحت دراسات Hayata & Niimi (١٩٩٥) أن هذا السيتوكينين يزيد عقد ثمار البطيخ ويؤدى إلى تكوين ثمار بكرية دون أن يؤثر سلبيا على نمو الثمرة أو جودتها .

٨ ـ منظم النمو AC 243,654 :

يعتبر المركب التجارى AC 243,654 ، الذى يحمل الاسم الكيميائى 1-(m)-methoxybenzyl-3-nitroguanidine ممثلا لعائلة جديدة من منظمات النمو

ذات النشاط المشابه لنشاط السيتوكينينات . وقد أحدثت معاملة نباتات البطاطس به (بمعدل ١ - ٤ كجم للهكتار بعد أسبوعين من الإنبات) التأثيرات التالية :

أ ـ تحفير النمو الخضرى والتفريع ، وزيادة عدد السيقان الجارية المتكونة .

ب ـ زيادة الوزن الجاف للنباتات عند الحصاد ؛ بسبب تأخر وصولها إلى مرحلة الشيخوخة .

جـ ـ تقليل عدد الدرنات التى تهيأت للتكوين ، ونقص عدد الدرنات الصغيرة الحجم المتكونة ، ولكن مع زيادة عدد الدرنات الكبيرة الحجم والمحصول الكلى (Pavlista ١٩٩٣) .

مثبطات النمو

توجد مثبطات النمو Growth Retardants فى الطبيعة ، كما حُضِّرَ كثير منها صناعيا ، واستعملت كمنظمات للنمو .

التأثيرات العامة لمثبطات النمو

من أهم التأثيرات المعروفة لمثبطات النمو

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

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

٣ ـ زيادة دكنة اللون الأخضر للأوراق .

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

التقسيم العام لمثبطات النمو

تنتمى مثبطات النمو إلى عدة مجموعات كيميائية ، نذكر منها ما يلى (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) :

Succinamic Acids	Substituted Cholines	Nicotiniums
Quartenary Ammoniums	Ancymidol	Hydrzines
Phosphoniums		

مثبطات النمو الهامة

من أهم مثبطات النمو المستعملة تجارياً ما يلى :

١ ـ داميزايد Daminozide :

يعرف الداميزايد بالاسمين الكيميائيين Butanedioic acid mono-(2,2-dimethylhydrazide) ، و Succinic acid 2,2-dimethylhydrazide .

ومن تحضيراته التجارية المعروفة كلٌ من :

Alar	B-Nine	B995
Kylar	Aminocide	

ويعطيه بعض الباحثين الرمز SADH .

وأبرز تحضيراته التجارية الألار ، وهو ٨٥٪ مسحوقًا قابلا للبلل .

ولقد منع استعمال الألار فى كثير من دول العالم بسبب اكتشاف تأثيره المسبب لمرض السرطان ، ولكنه كان يستعمل قبل ذلك فى عديد من الفاكهة (مثل : الكريز ، والخوخ ، والنكتارين ، والكمثرى ، والعنب ، والتفاح) ، كما استعمل فى إنتاج الفول السودانى ، وما زال مستعملا فى عديد من الزهور نباتات الزينة .

ومن تأثيرات الآلار فى محاصيل الخضر ـ والتى أوقف تطبيقها فى عديد من دول العالم ـ ما يلى :

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

ب ـ تؤدى معاملة الطماطم بالآلار بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى المراحل المبكرة من النمو حتى الورقة الرابعة إلى زيادة نسبة العقد ، كما استخدم فى الحد من نمو الشتلات فى المشاتل .

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

د ـ تشجيع تكوين الخلفات فى الفول الرومى .

هـ ـ تأخير ذبول واصفرار أوراق الخس بعد الحصاد .

و ـ 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 بين ١٦ و ٢٥°م . وأنسب تركيز من الآلار هو ٠,١٥٪ .

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

ح ـ 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 بين ١٦ و ٢٥م (من كتالوج لشركة Uniroyal) .

طـ ـ تؤدى معاملة نباتات الكرنب بروكسل بالآلار إلى تركيز ظهور الكرينبات على مسافة من الساق أقصر مما تكون عليه الحال بدون المعاملة . وتجرى المعاملة ـ وهى بديل لقطع القمة النامية للنباتات ـ بغرض الحصاد الآلى (Ware & MaCollum ١٩٧٥) عندما يبلغ قطر ساق النبات ١,٢ ـ ١,٨مم .

٢ ـ مثبط النمو UNI-F 529 :

يعرف ـ كيميائيا ـ باسم N-pyrrolidino-succinamic acid ، ولهذا المركب نفس تأثير الآلار ، ولكنه يستعمل فى الظروف التى تكون فيها الحرارة مرتفعة نسبيا (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

٣ ـ كلورمكوات Chlormequat :

يعرف الكلورمكوات بالاسم الكيميائى :

(2-Chloroethyl)-trimethyle-ammonium chloride

ومن الأسماء التجارية التى يعرف بها : CCC ، و Cycocel ، و Cycogan ، و Arotex-Extra ، و Bettaquat-B ، و Barleyquat-B ، و Titan .

تؤدى المعاملة بالكلورمكوات إلى جعل النباتات أكثر اندماجًا . وهو يستخدم فى بعض دول العالم لزيادة تفريع النجيليات (مثل القمح) وعدم رقادها (بزيادة سمك الساق) ؛ مما يؤدى إلى زيادة المحصول . وليس له من تأثير على الطماطم سوى إحداث تقزم بالنباتات .

٤ ـ أنسميدول Ancymidol :

يعرف الأنسيميدول كيميائيا بالاسم :

α-cyclopropyl-α-(4-methoxyphenyl)-5-pyrimidinemethanol

ومن تحضيراته التجارية El-531 ، و Quel ، و Reducymol ، و A-Rest . وتقتصر استعمالاته حاليًا على الزهور ونباتات الزينة ؛ حيث يستعمل كمثبط للنمو تزيد قوته بمقدار ٤٠٠ ـ ٨٠٠ ضعف عن أى من مثبطات النمو التى سبق بيانها . تؤدى المعاملة به إلى تقصير السلاميات ، وأعناق الأوراق ، والأزهار . وهو يستعمل ـ عادة ـ عن طريق التربة .

٥ ـ أمو ١٦١٨ Amo 1618 :

يعرف هذا المركب كيميائيا باسم :

dimethylamino-5-methylphenyl-1-piperdine carboxylate methyl chloride

يفيد هذا المركب كثيرا فى إحداث تقزم ببعض النباتات ، ولكنه لا يستخدم تجاريا نظرا لتوفر مركبات أخرى أقل منه تكلفة .

٦ ـ الفوسفون Phosphon :

يعرف الفوسفون بالاسم الكيميائى :

2,4-dichlorobenzy tributyl phosphonium chloride

يفيد الفوسفون فى إحداث تقزم بالنباتات ، ولكن تأثيره يدوم فى التربة وعلى النباتات .

٧ ـ بكلوبترازول Paclobutrazol :

يفيد فى تقصير السلاميات ، ومن تحضيراته التجارية ما يعرف باسم بونزى Bonzi ، الذى قد يستعمل إما رشاً على النمو الخضرى ، وإما مع ماء الرى . وهو يفيد فى حماية النباتات من ظروف الحرارة العالية ، والبرودة ، والجفاف .

٨ ـ يونى كونيزول Uniconizole :

يفيد فى تقصير السلاميات . ومن تحضيراته التجارية ما يعرف باسم سوماجك Sumagic . وهو يستعمل كذلك إما رشا على النموات الخضرية ، وإما عن طريق التربة . وهو يفيد فى حماية النباتات من التغيرات الحادة فى درجات الحرارة .

٩ ـ مفليوداید Mefluidide :

يؤثر فى تمثيل حامض الأبسيسيك ، حيث وجدت زيادة كبيرة فى تركيز الحامض فى الذرة لدى معاملة النباتات بالمفليوداید ، حتى فى الظروف البيئية المناسبة .

تستعمل منظمات النمو الثلاثة الأخيرة رشا على النباتات بتركيزات تتراوح بين ٢٠ إلى ١٠٠ جزء فى المليون ؛ حيث تجعل النباتات أكثر قدرة على تحمل البرودة . وقد وجد أن معاملة نباتات الفلفل بأى منها يقى الثمار ـ الخضراء والحمراء ـ التى تحصد بعد المعاملة بثمانية أسابيع من أضرار البرودة عند تخزينها على حرارة ٢°م لمدة أربعة أسابيع (Lurie وآخرون ١٩٩٥) .

الإيثيلين

يعد الإيثيلين Ethylene من أهم الهرمونات الطبيعية التى تسرع الوصول إلى حالة الشيخوخة ، كما يحدث ـ مثلا ـ عند نضج الثمار ؛ وبذا . . فهو يعد من مثبطات النمو ، ولكننا نذكره منفردًا ؛ لما له من أهمية كبيرة فى النبات .

وتقوم النباتات بتمثيل الإيثيلين من المثيونين methionine عن طريق كل من :

S-adenosylmethionine (SAM)

1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC)

(عن Strange ١٩٩٣) .

أهم منظمات النمو المنتجة للإيثيلين

١ ـ الإثيفون Ethephon :

يعرف الإثيفون بالاسم الكيميائى (2-chloroethyl) phosphonic acid ، واختصاراً بـ CEPA .

ومن التحضيرات التجارية للإثيفون Amechem 66-329 ، و Ethrel ، و Florel ، و Etheverse ، و Prep ، و Cerone .

يعتبر الإثيفون Ethephon أهم منظمات النمو المنتجة للإيثيلين Ethylene . وقد تم تخليقه عام ١٩٤٦ ، لكن لم تعرف كيفية إنتاج الإيثيلين منه إلا 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 إلى وضعها فى حيز مغلق لمنع تسرب الغاز .

وقد سُجّل استعمال الإثيفون على عديد من المحاصيل البستانية (من الفاكهة والخضر والزينة) والحقلية ؛ لأجل أهداف متنوعة ؛ مثل إسراع النضج وتجانسه وتحسين تلون الثمار فى التفاح والكريز ، والعنب ، وإسراع تفتح لوزات القطن الناضجة ، ومنع رقاد محاصيل الحبوب ، وتحفيز انسياب اللبن النباتى latex فى المطاط ، إلا أننا نقصر مناقشتنا على استعمالات الإثيفون فى مجال الخضر .

ومن أهم تأثيرات واستعمالات الإثيفون فى محاصيل الخضر ما يلى :

أ ـ تُحدث المعاملة بالإثيفون تقزماً دائماً أو مؤقتاً لفترات مختلفة فى النباتات المعاملة ، ويتوقف ذلك على المحصول ، والتركيز المستخدم ، ومرحلة النمو التى تجرى فيها المعاملة ؛ فيقل النمو الخضرى فى عديد من الخضروات عند رشها بالإثيفون بتركيز ١٢٥ ـ ١٠٠٠ جزء فى المليون ، كما فى الذرة السكرية ، والفاصوليا الخضراء ، والباذنجان ، والبسلة ، والفلفل ، والطماطم وغيرها (Miller وآخرون ١٩٦٩) .

ب ـ يسرع الإثيفون من تكوين طبقة الانفصال بالأوراق والثمار ، وينظم تكوينها فى الإزهار والثمار غير العاقدة ؛ وبذلك فهو يفيد فى إجراء عملية الخف .

جـ ـ 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 .

د ـ يؤدى نقع بذور الفراولة الساكنة فى محلول إثيفون (بتركيز ١٠٠٠ ،

و ٢٥٠٠ ، و ٥٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ٢٤ ساعة) إلى إنباتها بنسبة ٣٠ ، و ٥٠ ، و ٩٠٪ على التوالى ، بالمقارنة بإنبات قدره ٢٠٪ فى البذور غير المعاملة .

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

و ـ تؤدى معاملة درنات البطاطس المستعملة كتقاوٍ بالإثيفون بغمسها لمدة دقيقتين فى محلول تركيزه ١٠ ـ ٢٥ جزءاً فى المليون ، أو رش النموات الخضرية عدة رشات بتركيز ٢٥ ـ ٢٢٥ جزءًا 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 .

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

ح ـ أفادت المعاملة بالإثيفون فى التخلص نهائيا 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 ـ ٦٠٠ جزء فى المليون إلى مكافحة هذا المرض الفسيولوجى بنسبة ٩٨ ـ ٩٩٪ .

طـ ـ يستخدم الإثيفون فى إسراع نضج ثمار الطماطم المنتجة لغرض الاستهلاك

الطازج برش النبات بتركيز ٢٥٠ ـ ٥٠٠ جزء فى المليون ، بعد التلقيح بفترة قصيرة حتى مرحلة اكتمال نمو الثمار وهى خضراء وقبل ظهور أية علامة على تلونها .

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 ـ ٥٥٠ جم للفدان ، على أن يكون الرش عندما تبلغ نسبة الثمار التى بها أية درجة من التلوين من ١ ـ ٢٥٪ . ويتم الحصاد بعد نحو ٢ ـ ٣ أسابيع من المعاملة .

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

ل ـ تؤدى معاملة نباتات الفلفل الشيلى Chili والبيمنتو Pimiento ، بالإثيفون (بتركيز ٢٥٠ ـ ١٢٠٠ جزء فى المليون رشا 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 المكتملة النمو فى محلول إثيفون بتركيز ١٠٠٠ ـ ٥٠٠٠ جزء فى المليون بعد الحصاد إلى تلون الثمار بلون أحمر متجانس .

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

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

ش ـ يؤدى رش بادرات الطماطم والفلفل بالإثيفون قبل شتلها إلى سرعة تجديد الجذور وسرعة التغلب على صدمة الشتل .

ولمزيد من التفاصيل عن الإيثيلين واستخداماته فى المجال الزراعى . . يراجع Abeles (١٩٧٣) .

٢ ـ الإيثيلين Ethylene :

يُعد غاز الإثيلين المُحضر صناعيا ـ ذاته ـ من منظمات النمو الهامة . وهو يستعمل فى إنضاج الموز ، والحمضيات ، وشهد العسل honeydew (إحدى مجموعات القاوون) ، والكمثرى ، والأناناس ، والطماطم . كما يستعمل فى تحفيز إزهار الأناناس . وتحقن به التربة لتحفيز إنبات بذور بعض النباتات الزهرية المتطفلة ؛ حيث يمكن التخلص منها ـ بسهولة ـ قبل الزراعة .

٣ ـ ألسول Alsol :

الألسول منتج تجارى ، يعرف كذلك بالرمز CGA 15281 ، ويحمل الاسم الكيميائى 2-chloroethyl-tris-(2-methoxyethoxy) silane ، وينتج الإيثيلين عند تحلله .

٤ ـ ريليز Release :

ريليز منتج تجارى ، يعرف كذلك بالرمز CMNP ، ويحمل الاسم الكيميائى 5-chloro-3-methyl-4-nitro-1 H-pyrazole ، وينتج غاز الإيثيلين عند تحلله .

٥ ـ سيكلوهكسيميد Cycloheximide :

من تحضيراته التجارية Acti-aid ، ويعرف كذلك بالأسماء CHI ، و Actidone . وهو يحمل الاسم الكيميائى :

3-[-2-(3,5-dimethyl-2-oxycyclohexyl)-2-hydroxyethyl]-glutarmide

وهو ينتج غاز الإيثيلين عند تحلله .

٦ ـ جليوكسيم Ghyoxime :

يعرف الجليوكسيم ـ كيميائيا ـ باسم Glyoxal dioxime . ومن تحضيراته التجارية Pike-Off . وهو ينتج غاز الإيثيلين عند تحلله (عن Luckwell ١٩٨١) .

مانعات النمو والمشذبات

تؤدى مانعات النمو Growth Inhibitors والمشذّبات Pinching Agents إلى وقف نمو الأوراق ، والسيقان ، والأزهار عادة .

ومن أهم مانعات النمو والمشذّبات ما يلى :

١ ـ كلوربروفام Chlorpropham :

يعرف الكلوربروفام بالاسم الكيميائى Isopropyl-m-chlorocarbanilate (اختصارا : CIPC) ، وهو من مركبات الكاربامات ، ويستعمل كمبيد حشائش ، إلا أنه من أهم مانعات النمو ؛ لذا . . فإنه صُنِّف ضمن هذه المجموعة .

ومن تحضيراته التجارية المعروفة : Chloro IPC ، و Sprout Nip ، و Spud-Nic ، و Bud-Nip ، و Taterpix ، و Decco 276EC .

يستعمل CIPC فى منع تزريع درنات البطاطس ، وأبصال البصل ، وجذور البطاطا فى المخازن .

٢ ـ تنكازين Tencazene :

يعرف التنكازين بالاسم الكيميائى 2,3,5,6-tetrachloronitrobenzene (اختصاراً : TCNB) . ويعد التنكازين من الهيدروكربونات المكلورة التى تستعمل كمبيد فطرى ، ولكنها تستعمل كذلك فى منع التزريع فى المخازن .

من تحضيرات التنكازين التجارية كل من Fusarex ، و Folosan .

يستعمل TCNB فى منع تزريع درنات البطاطس فى المخازن ، وكذلك كمبيد فطرى لمنع إصابتها بالعفن الجاف .

٣ ـ الماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide :

يعرف المالك هيدرازيد ـ كيميائيا ـ باسم 6-hydroxy-3-(2H)-pyridazinone (اختصاراً MH) .

ومن التحضيرات التجارية المعروفة للماليك هيدرازيد ما يلى :

Maleic Hydrazine	Sucker-Stuff	Retard
Sprout Stop	Royal MH-30	KMH
Sprout Off	De-Sprout	Super Sucker-Stuff
Slo-Gro	Stunt-Man	Vondalhyde
Maintain-3	De-Cut	Regulox
Super-Desprout	Vondrax	Sprout-Stop

وللماليك هيدرازيد استخدامات تجارية كثيرة ، تعتمد على كونه يوقف انقسام الخلايا تماما فى الميرستيم القمى .

ومن أهم تأثيرات الماليك هيدرازيد المرغوب فيها فى المجال الزراعى ما يلى :

أ ـ يستعمل كمبيد حشائش يمنع نمو الريزومات ، والإزهار ، وإنبات البذور .

ب ـ يمنع التزريع والنمو القمى فى الحاصلات المخزنة .

جـ ـ يمنع الاتجاه نحو الإزهار .

د ـ يُطيل فترة حياة الأزهارة المقطوفة .

هـ ـ يخفض معدل التنفس فى بنجر السكر .

ز ـ يزيد نسبة البروتين فى نباتات المراعى ، ونسبة السكر فى المحاصيل السكرية .

ح ـ يُحدث عقما ذكريا .

طـ ـ يمنع سقوط ثمار بعض النباتات .

ى ـ يمنع تكون العقد الجذرية عند الإصابة بالنيماتودا .

ومن أهم استعمالات الماليك هيدرازيد فى محاصيل الخضر ما يلى :

أ ـ منع تزريع البصل فى المخازن :

ترش النباتات قبل حصادها بنحو ١٠ ـ ١٥ يوما ، وهى ما زالت خضراء ، ولكن بعد أن تميل بعض نباتاتها على الأرض .

ب ـ منع تزريع البطاطس فى المخازن :

ترش النباتات الخضراء الجيدة النمو قبل حصادها بنحو ٤ ـ ٦ أسابيع ، عندما تكون الدرنات النامية بقطر ٢ ـ ٣ سم (Thomson ١٩٨٣) .

٤ ـ المورفاكتين Morphactin :

يعرف المورفاكتين بالاسم الكيميائى 2-chloroflurenol-9-carbonic acid ، ومن تحضيراته التجارية كوربيست Curbiset . يحفز هذا المركب عقد ثمار خيار التخليل بدون تلقيح (عن Wittwer ١٩٨٣) .

٥ ـ الكلورفليرينول Chlorflurenol :

يعد الكلورفليرينول ـ كذلك ـ من المورفاكتينات .

ومن تحضيراته التجارية مركب Maintain (أو CF 125) ، وهو يفيد فى وقف النمو النباتى ، وإبقاء الوضع على ما هو عليه لمدة من الوقت . وتؤدى تركيزاته العالية إلى تنشيط تكوين طبقة الانفصال ومنع الإزهار . ويعمل على وقف استجابة النباتات للجاذبية الأرضية أو للانتحاء الضوئى .

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

٦ ـ دايكيجولاك ـ صوديوم Dikegulac-Sodium :

يعرف هذا المركب بالاسم الكيميائى :

Sodium salt of 2,3:4,6bis-O-(1-methylethylidene)-alpha-L-Xylo-2-hexulofuranosonic acid

ومن تحضيراته التجارية : أترينال Atrinal ، و Ro7-6145/001 .

يستعمل المركب كمشذب pinching agent لبعض نباتات الزينة العشبية والشجيرية ، ولوقف نمو الأسوجة لفترة محدودة ، ولمنع إثمار نباتات الزينة التى لا يُرغب فى إثمارها .

٧ ـ إسترات الأحماض الدهنية :

تحتوى على خليط من إسترات الأحماض الدهنية التى يتراوح طول سلاسلها بين ست ذرات كربون واثنتى عشرة ذرة . ومن تحضيراتها التجارية Off-shoot 0 ، و Emgard 2077 .

٨ ـ الكحولات الدهنية Fatty alcohols :

تحتوى على خليط من الكحولات الدهنية التى يتراوح أطوال سلاسلها بين ست ذرات كربون واثنتى عشرة ذرة كربون . ومن تحضيراتها التجارية Off-shoot T ، و Royaltac ، و Delspray T-148 ، و Emtrol .

الأبسيسين

الأبسيسين Abscisin هرمون طبيعى . وقد تم تحضيره صناعيا . وهو الهرمون الذى أطلق عليه اسم الدورمين Dormin ، كما أطلق عليه كذلك اسم حامض الأبسيسيك Abscisic Acid (اختصاراً ABA) أو Abscisin II .

وهو يحفز الإزهار فى عديد 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 القدرة على تحمل البرودة والصقيع ، ويوجد طبيعيا فى معظم النباتات .

وقد وجد أن تركيز حامض الأبسيسيك يزداد تلقائيا فى النباتات لدى تعرضها للظروف القاسية سواء أكانت حرارة عالية ، أم حرارة منخفضة ، أم ملوحة عالية (Talanova & Titov ١٩٩٤) .

وتفيد المعاملة بحامض الأبسيسيك فى زيادة قدرة الشتلات على تحمل الشتل ، وفى المحافظة على نوعية الشتلات الجيدة عند تخزينها فى حرارة ١٥م أو ٢٠م ؛ حيث لم يَزْدَدْ طول سلاميات شتلات الطماطم والفلفل ـ فى هذه الظروف ـ عند معاملتها قبل التخزين (وهى نامية فى الأصيص) بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون من حامض الأبسيسيك (Yamazaki ١٩٩٥) .

هرمون الإزهار

هرمون الإزهار هو ما يطلق عليه اسم فلوريجين Florigen ، وهو هرمون نباتى يعتقد وجوده ولكنه 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) .

هرمونات التحكم فى أجهزة النباتات الدفاعية

تلعب هذه الهرمونات ـ التى تم اكتشافها مؤخرًا ـ دورًا هاما فى تشغيل أجهزة النباتات الدفاعية ضد الإصابات المرضية والحشرية ، وهى تشتمل على ما يلى :

١ ـ حامض السليسلك Salicylic Acid :

وهو مركب كيميائى قريب من الأسبرين . عرف العلماء وجود هذا المركب فى النباتات منذ أمدٍ بعيدٍ ، ولكن دوره فى الوقاية من مسببات الأمراض لم يكتشف إلا مؤخرًا . فعندما تتعرض النباتات لإصابة مرضية بسلالة ضعيفة من أحد الفطريات ، أو البكتيريا ، أو الفيروسات فإنها تبدأ فى الدفاع عن نفسها لمنع انتشار الإصابة ، وبحيث تصبح قادرة على مقاومة سلالات أكثر ضراوة من نفس المسبب المرضى . وقد وجد أن حامض السلسيلك هو الذى يعطى كُلَّ النبات الإشارة إلى أن جزءًا منه قد تعرض للإصابة .

٢ ـ حامض الجاسمونك Jasmonic Acid :

وجد أن المركب القابل للتطاير مثيل الجاسمونيت Methyljasmonate ـ الذى يُتحصل عليه من حامض الجاسمونك ـ يلعب كذلك دورًا فى تشغيل أجهزة النباتات الدفاعية . فعندما يتعرض جزء نباتى للإصابة بإحدى يرقات الحشرات Caterpillars . . فإنه يفرز مثيل الجاسمونيت الذى ينبه الأنسجة المجاورة لتشغيل أجهزتها الدفاعية (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤) .

كما يستدل من دراسات Ravnikar وآخرين (١٩٩٣) على أن حامض الجاسمونك ربما يلعب دورًا فى تكوين أعضاء التخزين فى النباتات .

الترایاكونتانول

ذُكر عن الترایاكونتانول Triacontanol أنه مركب نباتى طبيعى ؛ حيث إنه كحول أولى طبيعى يحتوى على ٣٠ ذرة كربون ، ولا يذوب فى الماء . وقد أثبتت بعض تحضيراته أن لها نشاطًا بيولوجيا عند استخدامها بتركيزات فمتو مولارية femtomolar ($١٠^{-١٥}$ مولار) ، بمعدل حوالى ٥ ـ ٥٠٠ ملليجرام للهكتار . وبينما يوجد معظم الترایاكونتانول ـ فى النباتات ـ مرتبطًا فى الأديم . . فإنه توجد كميات صغيرة منه فى الأنسجة البارانشيمية .

تؤدى المعاملة بالترایاكونتانول إلى تنظيم عدة عمليات فسيولوجية وكيميائية حيوية ؛ فقد أوضحت عدة دراسات أنه يؤدى إلى زيادة النمو والمحصول فى عديد من الأنواع النباتية . وربما كان لأيض المواد الكربوهيدراتية دور فى استجابة النباتات للمعاملة به . كما أن كثيرًا من الإنزيمات التى لها علاقة لها بأيض المواد الكربوهيدراتية يزداد نشاطها عقب المعاملة بالترایاكونتانول (عن Ries & Houtz ١٩٨٣) .

وقد وجد Knight & Mitchell (١٩٨٧) أن رش بادرات الخس فى المزارع المائية ـ وهى فى عمر أربعة أيام ـ بتركيز $١٠^{-٧}$ مولار من المركب أدى إلى زيادة الوزن الطازج والجاف للأوراق بمقدار ١٣٪ ـ ٢٠٪ ، وزيادة الوزن الطازج والجاف الجذور بمقدار ١٣٪ ـ ٢٤٪ بعد ستة أيام من المعاملة ، مقارنة بالنباتات التى رشت بالماء .

هذا . . إلا أن نتائج المعاملة بالترایاكونتانول لم تكن دائماً إيجابية . وقد ذكر أن فاعلية المركب تتأثر كثيرًا بكل من الـ pH والعناصر المعدنية (عن Wittwer ١٩٨٣) .

الكاربامات

الكاربامات مبيدات فطرية أو حشرية أو مبيدات أعشاب ضارة ، ويستخدم بعضها كمنظمات للنمو . ومن أمثلتها :

١ ـ كاربارايل Carbaryl :

يعرف الكاربارايل بالاسم الكيميائى 1-Naphthyl Methylcarbamate ، ومن تحضيراته التجارية السيفين Seven ، وهو مبيد حشرى ، ولكنه يستعمل ـ كذلك ـ فى خف ثمار التفاح .

٢ ـ Chloro-IPC :

مبيد حشائش يستعمل فى منع تزريع البطاطس فى المخازن ، وقد سبق بيان استعمالاته تحت مانعات النمو .

مثبطات انتقال الهرمونات

من أمثلة مثبطات انتقال الهرمونات ـ والتى سبق بيانها تحت مجموعات هرمونية أخرى مختلفة ـ ما يلى :

١ ـ الكلورفلورينول Chloflurenol :

يعرف الكلورفلورينول ـ كذلك ـ باسم كلورفلوريكول Chlorflurecol ، وباسم مورفاكتين Morphactin ، وهو يحمل الاسم الكيميائى :

2-chloro-9-hydroxyfluorene-9-carboxylic acid (methyl ester)

ومن تحضيراته التجارية Maintain .

٢ ـ منظم النمو MTPA :

يحمل MTPA الاسم الكيميائى N-m-tolyphthalamic acid .

ومن تحضيراته التجارية كل من Duraset ، و Tomaset ، وكلاهما يستعمل فى تحسين عقد ثمار الطماطم .

٣ ـ منظم النمو TIBA :

يحمل TIBA الاسم الكيميائى 2,3,5-triiodobenzoic acid .

ومن تحضيراته التجارية Floral-Tone ، و Regim-8 (عن Luckwell ١٩٨١) .

معقمات أعضاء التذكير

من أمثلة معقمات أعضاء التذكير ما يلى :

١ ـ فنرى دازون Fenridazon :

يعرف فنرى دازون ـ كيميائيا ـ باسم :

Potassium 1-(p-chlorophenyl)-1,4-dihydro-6-methyl-4-oxopyridazine-3-carboxylate .

ومن تحضيراته التجارية كل من RH-0007 ، و Hybrex .

يستعمل فنرى دازون فى إنتاج بذور هجن القمح ؛ حيث يُحدث عقمًا ذكريا فى خطوط سلالات الأمهات ؛ الأمر الذى يسمح بإنتاج البذرة الهجين (عن Thomson ١٩٨٣) .

٢ ـ مركب DIB :

يعرف هذا المركب ـ كيميائيا ـ باسم 2,3-dichloro-iso-butyrate .

ومن تحضيراته التجارية Mendox ؛ الذى يستعمل فى منع تفتح أزهار القرعيات .

مبيدات الحشائش المستخدمة كمنظمات نمو

من أهم مبيدات الحشائش التى تستعمل كذلك كمنظمات نمو ما يلى :

١ ـ بروماسيل Bromacil :

يعرف كذلك باسم بروموبوراسيل Bromouracil ، وهو يحمل الاسم الكيميائى :

5-bromo-3-sec-butyl-6-methyluracil

٢ ـ ديكوات Diquat :

من تحضيراته التجارية Reglone ، وهو يحمل الاسم الكيميائية :

1-1́-ethylene-2-2́-bipyridilium ion

٣ ـ إندوثال Endothal :

من تحضيراته التجارية كل من Des-I-Cate ، و Aquathol ، وهو يحمل الاسم الكيميائى :

7-oxabicyclo(2,2,1)heptane-2,3-dicarboxylic acid

٤ ـ جلايفوسين Glyphosine :

من تحضيراته التجارية Polaris ، وهو يحمل الاسم الكيميائى :

NN-di(phosphonomethyl)glycine

٥ ـ جلايفوسيت Glyphosate :

من تحضيراته التجارية Roundup ، وهو يحمل الاسم الكيميائى :

N-(Phosphonomethyl)glycine

التفاعل بين العناصر المغذية ومنظمات النمو

يتأثر تمثيل منظمات النمو فى النباتات بمدى توفر العناصر الغذائية ، ومن مظاهر ذلك ما يلى :

١ ـ يؤثر مصدر النيتروجين وكميته المتاحة لتمثيل الأحماض الأمينية تأثيراً مباشراً على تمثيل السيتوكينينات ، والإيثيلين ، وإندول حامض الخليك التى يتم تمثيلها من الأحماض الأمينية .

٢ ـ يكوّن الموليبدنم جزءاً من إنزيم nitrate reductase ؛ ولذا . . فإنه يؤثر على تمثيل منظمات النمو من خلال تأثيره على تمثيل الأحماض الأمينية .

٣ ـ لوحظ وجود ارتباط بين تمثيل السيتوكينين ، والإزهار ، ومستوى الفوسفور فى كل من الطماطم ، والقمح ، والتفاح .

٤ ـ يعتبر الزنك عنصراً ضروريا لتمثيل التربتوفان ، الذى يُمثّل منه إندول حامض الخليك . ونجد فى الطماطم ـ على سبيل المثال ـ أن أعراض نقص الزنك يمكن التغلب عليها بالمعاملة بأى من الزنك أو التربتوفان .

٥ ـ يتأثر تركيز حامض الأبسيسك ـ كذلك ـ بالتغذية بالنيتروجين .

٦ ـ يؤدى نقص البورون إلى نقص تركيز السيتوكينين ، وزيادة تركيز إندول حامض الخليك . ويعتقد أن التحلل الذى يصاحب نقص البورون يرجع إلى تراكم إندول حامض الخليك فى الأنسجة النباتية إلى مستويات سامة .

وفى المقابل . . فإنه يمكن الاستفادة من منظمات النمو فى تحسين امتصاص النباتات للعناصر المغذية والاستفادة منها ؛ فمثلا :

١ ـ يمكن باستعمال منظمات النمو تحوير فسيولوجيا النبات ؛ بحيث يمكن التحكم فى اختيارية امتصاص النبات للعنصر .

٢ ـ يمكن الاستفادة من منظمات النمو فى تحفيز النمو الجذرى ؛ وبذا . . تزداد قدرة النبات على امتصاص العناصر .

٣ ـ من المعروف أن حامض الجبريلليك يحفز امتصاص البوتاسيوم ، وأن الـ 2,4-D يزيد من تراكم النيتروجين والفوسفور فى النبات ، إلا أنه يمنع ـ كذلك ـ انتقال هذه العناصر فى النبات .

٤ ـ يؤثر الـ SADH سلبيا على امتصاص العناصر ، ولكنه يحفز انتقال كل من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم .

٥ ـ أدت المعاملة بالـ CCC إلى زيادة تركيز كل من النيتروجين والكالسيوم والمغنيسيوم فى بعض النباتات (عن Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

٦ ـ أدى رش نباتات الكرنب الصينى بإندول حامض الخليك ـ مع الكالسيوم ـ إلى زيادة امتصاص عنصر الكالسيوم وانتقاله إلى الأوراق الداخلية للنبات ؛ الأمر الذى أدى إلى خفض الإصابة باحتراق حواف الأوراق (Wen وآخرون ١٩٩١) .

٧ ـ يؤدى نقص الكالسيوم إلى تدهور الأغشية الخلوية إلى درجة تؤثر على تمثيل ونشاط الهرمونات النباتية .

٨ ـ يمكن أن تؤدى التركيزات العالية من النحاس أو الحديد إلى زيادة تركيز الإثيلين فى بعض النباتات إلى الحد الذى يؤدى إلى سقوط الأوراق .

٩ ـ يؤدى زيادة تركيز الكوبالت إلى تثبيط إنتاج الإيثيلين .

تأثير منظمات النمو على نمو وتطور وتأقلم محاصيل الخضر

نتناول فيما يلى تأثير مختلف منظمات النمو على مراحل النمو والتطور فى محاصيل الخضر .

تأثير منظمات النمو على الإزهار والنسبة الجنسية

١ ـ الجبريللينات :

أ ـ يسرع الجبريللين من 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 ـ يمنع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار الطويل فى النهار الطويل ، كما فى Lemna gibba .

جـ ـ يسرع الجبريللين من استطالة سيقان نباتات النهار الطويل فى النهار القصير ، لكن النباتات لا تزهر ، كما فى البنجر والخس البرى Lactuca scariola .

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

هـ ـ يسرع الجبريللين من إزهار بعض نباتات النهار القصير فى النهار الطويل ، كما فى النوع Cannabis sativa .

و ـ يمنع الجبريللين ـ أو يؤخر ـ إزهار بعض نباتات النهار القصير فى النهار الطويل ، كما فى الفراولة Fragaria xananassa .

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

ح ـ تفيد المعاملة بالجبريللين كبديل عن الارتباع فى إزهار عديد من النباتات ؛ كما فى الكرنب ، واللفت ، والبنجر ، والجزر ، والهندباء ، والبقدونس ، لكن هذه القاعدة لا تنطبق على كل النباتات التى تحتاج إلى الارتباع لكى لا تزهر (Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

وإذا كانت النباتات تحتاج بطبيعتها إلى التعرض للارتباع ، ثم للنهار الطويل لكى تزهر ، فإن المعاملة بالجبريللين تحل محل الحاجة إلى عملية الارتباع ، 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 ـ تعتبر الجبريللينات قليلة التأثير على النباتات القصيرة النهار ، برغم أن تجارب التطعيم قد أثبتت أن هرمون الإزهار واحد فى كل من النباتات الطويلة النهار والنباتات القصيرة النهار .

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

٢ ـ السيتوكينينات :

أ ـ تشجع السيتوكينينات على إزهار عديد من نباتات النهار القصير ، وتؤدى إلى إزهار بعضها ، كما تؤدى أيضاً إلى إزهار بعض نباتات النهار الطويل .

ب ـ تفيد المعاملة بكل من السيتوكينين والجبريللين معاً فى إزهار بعض نباتات النهار القصير .

٣ ـ الأبسيسين :

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

٤ ـ الإيثيلين : يشجع الإيثيلين إزهار بعض النباتات .

٥ ـ لكل من n-arylphthalamic acid ، و 2,3,5-triiodobenzoic acid تأثيرات واضحة على إزهار الطماطم ؛ حيث تؤدى المعاملة بأى منهما إلى تحفيز الإزهار أو إلى إحداث تحورات فى تكوين الأزهار (عن Wittwer ١٩٨٣) .

٦ ـ يعمل المركب Aminoethoxyvinylglycine (اختصاراً : AVG) كمثبط لتمثيل الإيثيلين ؛ ولذا . . فإنه يؤثر على النسبة الجنسية فى القرعيات ؛ حيث يزيد من نسبة الأزهار المذكرة . كما أنه يحفز تكوين الأزهار المذكرة فى الخيار الأنثوى ، والأزهار الكاملة فى القاوون المؤنث .

ولكل من المركبين : phthalimids [الذى يعرف بالاسم الكيميائى (1-cyclohexene-1,2-dicarboximido)-cyclohexanecarboxomide] ، وMCEB تأثيرات مماثلة لتأثير AVG على النسبة الجنسية فى القرعيات . . ولثلاثتهم تأثيرات مماثلة لتأثير الجبريللين على النسبة الجنسية (عن Wittwer ١٩٨٣) .

٧ ـ مواد أخرى :

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

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

تأثير منظمات النمو على عقد الثمار

تعد الأوكسينات أهم منظمات النمو تأثيرا على عقد الثمار . ومن الأوكسينات التى استخدمت فى تحسين العقد فى النباتات ما يلى (عن Avery ١٩٤٧) :

O-chlorophenoxyacetic acid

P-chlorophenoxyacetic acid

2.4-dichlorophenoxyacetic acid

Indoleacetic acid

Indolebutyric acid

Indolepropionic acid

Napthaleneacetamide

Napthaleneacetic acid

Napthalenebutyric acid

β-Nathoxyacetic acid

β-Napthoxypropionic acid

Trichlorophenoxyacetic acid

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 تجاريا ؛ 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 يتم بالمعاملة بالأوكسينات ؛ وذلك بجعل 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 ، بدلا من الأوكسينات فقط (Yamaguchi ١٩٨٣) .

يعد الأوكسين 4-chorophenoxyacetic acid من أكثر منظمات النمو استخدامًا لتحسين عقد الثمار فى الطماطم ، وهو يستعمل رشا بتركيز ٢٥ ـ ٣٠ جزءًا فى المليون على العناقيد الزهرية فقط ، أو على النمو النباتى كله . ويكفى عادة ٤ ـ ٦ رشات ، مع مرور ١٠ أيام بين الرشة والأخرى . وتكون الرشة الأولى عند تفتح أولى الأزهار فى العنقود الزهرى . وتفيد هذه المعاملة فى التغلب على مشكلة سوء العقد عند انخفاض درجة الحرارة ليلاً عن ١٣°م .

وفى الصين . . تغمس أزهار الطماطم ـ النامية تحت ظروف الحقل ـ يدويا ـ فى محلول لأحد الأوكسينات ، مثل :

2-methyl or 4-chlorophenoxyacetic acid (4 CPA)

2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid

2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)

تؤدى هذه المعاملة ـ وخاصة بأى من 4 CPA أو 2,4-D ـ إلى إحداث زيادة كبيرة فى المحصول .

وتفيد كثيرًا المعاملة بالجبريللين مع أى من منظمات النمو indoleacetic acid ، أو 2-chloroethyltrimethylammonium chloride . . تفيد فى تحفيز عقد الثمار ونموها فى الطماطم والفلفل والباذنجان عند غياب التلقيح (عن Wittwer ١٩٨٣) .

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 buryric acid (اختصاراً : IBA) أفضل منظمات النمو لهذا الغرض ، لأنه يتحلل ببطء نسبيا فى النبات بواسطة الإنزيمات التى تحطم الأوكسينات ، ولأنه بطئ 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 أماناً فى الاستعمال من الحامض نفسه .

كما يستخدم عديد من مركبات الفينوكسى phenoxy فى التجذير ؛ مثل : الـ 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 2,4-D) ، و-2,4,5 trichlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 2,4,5-T) . وبرغم أنها تشجع التجذير عند استعمالها بتركيزات منخفضة ، إلا 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 جذريا قصيرًا وكثيفًا وذا جذور سميكة ، بينما تنتج أحماض البيوتيريك مجموعاً جذريا ليفيا قويا .

وتستعمل منظمات النمو فى التجذير بإحدى ثلاث طرق :

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

٢ ـ بنقع قواعد العقل فتراتٍ محدودةٍ تصل إلى ٢٤ ساعة فى محاليل مخففة بتركيز ١٠ ـ ٥٠٠ جزء فى المليون .

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

تأثير منظمات النمو على إنبات البذور الساكنة

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

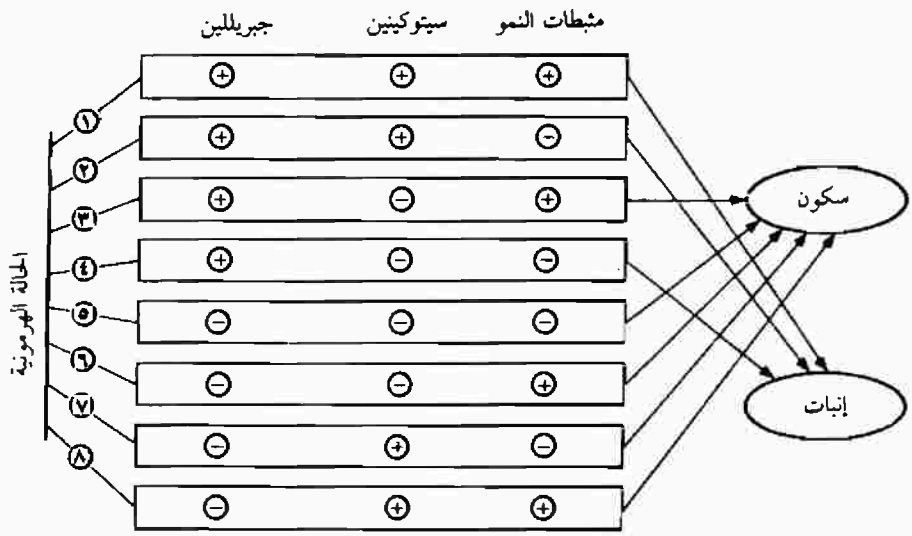
١ ـ الجبريللينات : وهى أكثر منظمات النمو تأثيراً على إنبات البذور . فمثلا . . وجد فى بذور الشعير أن امتصاص البذور غير الساكنة quicsent للماء يؤدى إلى ظهور الجبريللين فى الجنين ، ثم انتقاله إلى طبقة الأليرون (وهى طبقة مكونة من ٣ ـ ٤ خلايا تحيط بالإندوسبرم) ؛ حيث يؤدى إلى تكوين إنزيم ألفا أميليز α-amylase ، الذى ينتقل إلى الإندوسبرم ؛ إذ يساعد على 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 ـ حامض الأبسيسيك : يمكن لهذا الهرمون الطبيعى وقف تأثير الجبريللين المحفز للإنبات . وتدل الدراسات التى أُجريت على بذور الشعير أن حامض الأبسيسيك يوقف تأثير الجبريللين المحفز لإنتاج إنزيم ألفا أميليز بمنعه من تمثيل الريبونيوكليك أسِد (RNA) .

٣ ـ 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 ـ الإيثيلين : وجد أن للإيثيلين علاقة بإنبات البذور فى بعض النباتات .

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 تأثيراً . وتبعاً لشكل (١٣ ـ ٨) ، فإن الإنبات لا يحدث إلا 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) .



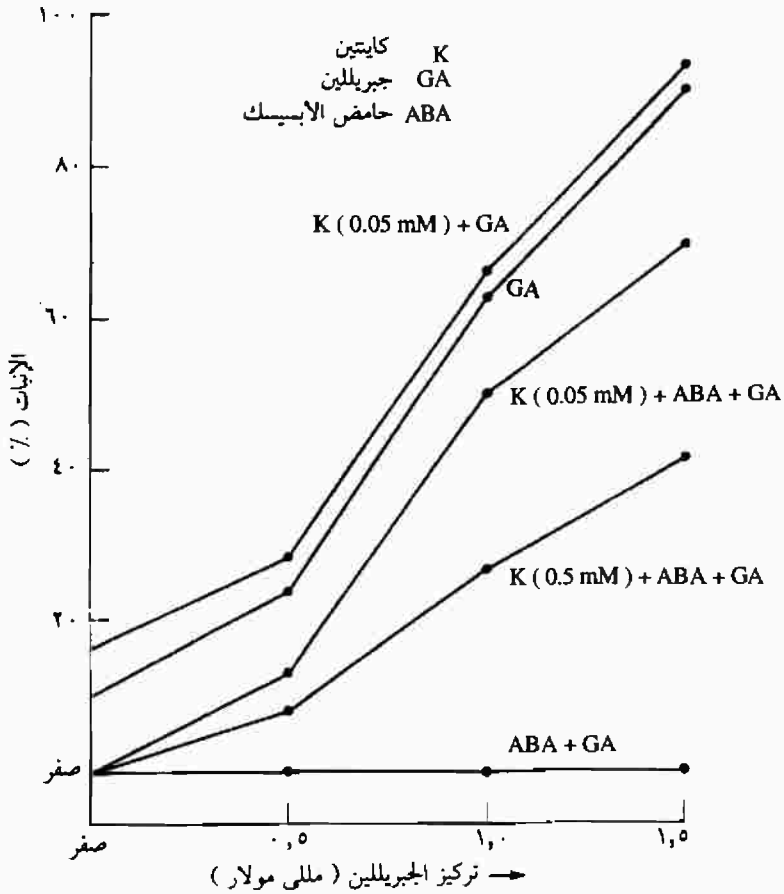
شكل (١٣ ـ ٨) : تأثير المجاميع المختلفة لمنظمات النمو على إنبات البذور .

هذا . . ولا تنبت بذور الخس من صنف جراند رابيدز Grand Rapids فى الظلام ، ولكن الإنبات يحدث عند معاملة البذور بالجبريللين . وتؤدى إضافة حامض الأبسيسيك مع الجبريللين إلى وقف تأثير الجبريللين . كما تؤدى إضافة الكينتين إلى وقف فعل حامض الأبسيسك جزئيا ، إلا أنه لا يزيد من فعل الجبريللين كما فى شكل (١٣ ـ ٩) .

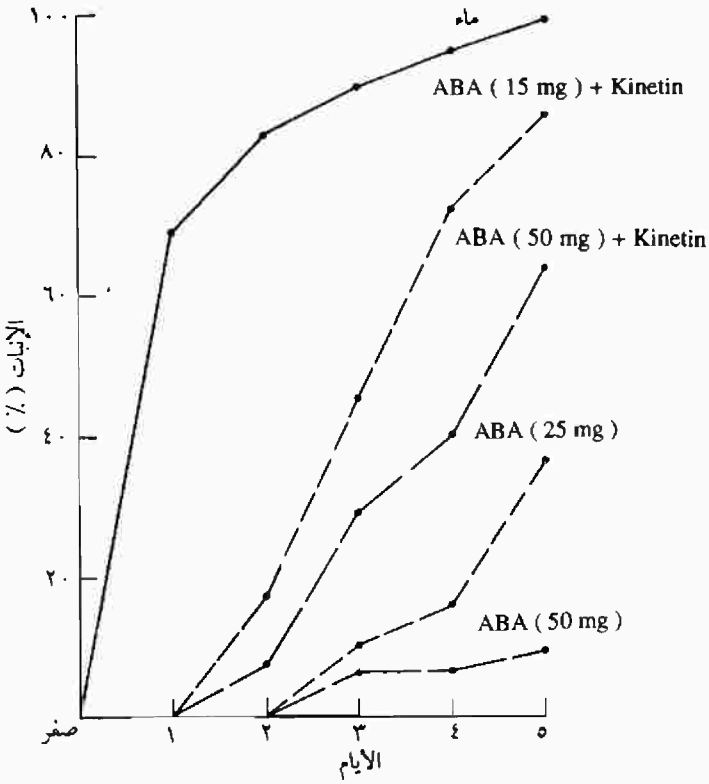
كما يحدث إنبات كامل لبذور نفس الصنف فى الضوء ، ولكن حامض الأبسيسيك يمنع هذا الإنبات فى الضوء . وتتناسب شدة التأثير على الإنبات مع تركيز الحامض . ويتحسن الإنبات جزئياً عند إضافة الكينتين (شكل ١٣ ـ ١٠) (عن Hartmann & Kester ١٩٧٥) .

تأثير منظمات النمو على تأقلم النباتات لظروف الجفاف

وجد من الدراسات المبكرة أن معاملة النباتات ببعض مثبطات النمو ـ مثل Chlormequat ، و Phosphon ، و Phosphon S ، ، وDaminozide ـ 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 ، وإما إلى عدم التأثير فى هذا الشأن . ومن الطبيعى أن زيادة النمو الجذرى مع نقص النمو الخضرى يؤديان إلى زيادة



شكل (١٣ ـ ٩) : تأثير منظمات النمو على إنبات بذور الخس صنف Grand Rapids فى الظلام .



شكل (١٣ ـ ١٠) : تأثير منظمات النمو على إنبات الخس صنف Grand Rapid فى الضوء .

مقدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف . هذا . . ويؤدى حامض الأبسيسيك إلى إغلاق الثغور ، وخفض معدل النتح .

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

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

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

٢ ـ استعمال مواد تؤدى إلى إغلاق الثغور ؛ مثل حامض الأبسيسيك .

٣ ـ 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 ـ الفاصوليا ـ الموالح ـ الخيار ـ الفلفل ـ الطماطم
Alachlor	الذرة
Alkenylsuccinic acid	التبغ
Chlormequat	عباد الشمس ـ الطماطم
2-Chloromercuri-4,6-dinitrophenol	Datura arborea
Daminozide	الطماطم
2,4-dinitrophenol	الطماطم
8-hydroxyquinoline	الطماطم ـ الفراولة
Indoleacetic acid	الطماطم
Chloreflurenol, methyl ester	الذرة
Phenylmercuric acetate	القطن ـ التبغ ـ الطماطم
Salicylaldoxime	Datura arborea

تأثير منظمات النمو على تأقلم النباتات على ظروف البرودة والصقيع

أجريت محاولات لاستعمال مثبطات النمو فى زيادة مقاومة النباتات للصقيع . ولقد وجد مثلاً 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 دوراً فى مقاومة الخيار للبرودة . ويمكن أن يحدث ذلك التأثير بالمعاملة بالحامض أو بزيادته داخليا فى النباتات بتعريضها لظروف الجفاف .

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

وتفيد المعاملة بمركبات الـ polyamine مثل الـ alkylene diamines ذات السلاسل الطويلة فى حماية عديد من النباتات من أضرار الصقيع والبرودة ؛ كما فى فول الصويا ، وفاصوليا الليما ، والفاصوليا ، والفول السودانى ، والسبانخ ، 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 (عن Nickell ١٩٨٢) :

5-Chloro-4-quinoline carboxylic acid

2-Chloro-4-quinoline carboxylic acid

2-trifluromethylquinoline acid

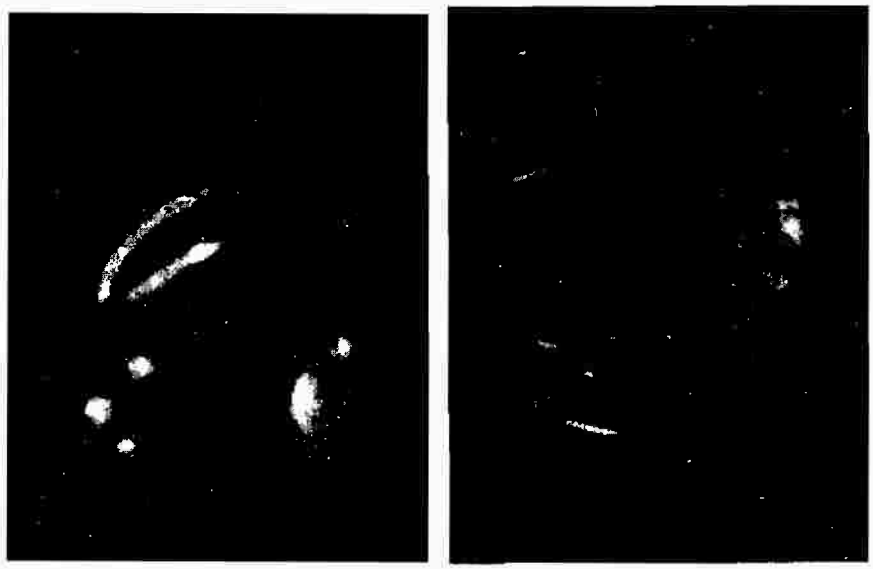
تأثيرات أخرى لمنظمات النمو

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

١ ـ منع التزريع فى المخازن

أكثر منظمات النمو استخداماً فى هذا المجال هو الماليك هيدرازيد الذى ترش به نباتات البصل والبطاطس (شكل ٣ ـ ١١) 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) .



شكل (١٣ ـ ١١) : تأثير المعاملة بماليك هيدرازيد قبل الحصاد على تنبيت درنات البطاطس وأبصال البصل أثناء التخزين . يتضمن الشكل درنة وبصلة نابتتين من نباتات لم تعامل بمنظم النمو قبل الحصاد للمقارنة .

٢ ـ التأثير على النسبة الجنسية فى القرعيات

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

٣ ـ مكافحة الحشائش

تستخدم بعض منظمات النمو كمبيدات للحشائش ، وأكثرها استعمالا فى هذا المجال مبيد الـ 2,4-D .

٤ ـ تقصير النمو الخضرى

تستخدم منظمات النمو فى تقصير النمو الخضرى للنباتات بإحدى ثلاث طرق كما يلى :

أ ـ قتل البراعم الطرفية للفروع ، أو تثبيط نشاطها الميرستيمى بشدة :

تستخدم لتحقيق ذلك مركبات ؛ مثل MH ، و TIBA ، و ethephon ، وfluorenols ، وجميعها مركبات توقف النشاط الميرستيمى ، ولا يمكن استخدامها حينما يكون من الضرورى استمرار النشاط الورقى أو الزهرى الطبيعى . وبعض هذه المركبات ـ مثل الإثيفون ، والـ TIBA ـ قد تزيد من التفريع ، ومن ثم الإزهار ، بينما تحد من ارتفاع النبات . كما أن الإثيفون قد يحفز الإزهار كما فى الأناناس .

ب ـ وقف استطالة السلاميات دون التأثير على النشاط الميرستيمى القمى :

يستخدم لأجل ذلك مثبطات النمو ؛ مثل السيكوسيل ، والألار ، والأنسيميدول Ancymidol . تكون النباتات المعاملة طبيعية ، ولكنها أقصر ؛ حيث يوجد بها نفس العدد الطبيعى من الأوراق والسلاميات . وقد تعمل هذه المركبات كمضادات للجبريللينات .

جـ ـ تقليل التحكم القمى فى النمو الجانبى :

تستعمل لأجل ذلك المركبات التى تحدث نموا متزامنًا (فى آن واحد) لعديد من الفروع الجانبية ، ومنها الأحماض الدهنية ، التى تضر ـ كذلك ـ بالميرستيم القمى ، وكل من الـ TIBA ، و الـ fluorenols اللذين يمنعان انتقال الأوكسين ، كما أن الـ fluorenols تثبط كذلك استطالة الفروع الجانبية .

هذا . . ولمعظم المركبات التى تقلل النمو الخضرى القدرة ـ كذلك ـ على تقليل النمو الجذرى . ويحدث ذلك أحيانًا دون أن تظهر أية أعراض جانبية سلبية على النباتات .

وتزيد فاعلية معظم المركبات المؤثرة على النمو الطولى للنباتات بمقدار مرتين أو ثلاث تحت ظروف البيوت المحمية مقارنة بفاعليتها تحت ظروف الحقل ، وربما يرجع ذلك ـ جزئيا ـ إلى الرطوبة النسبية التى تكون أعلى ، وطبقة أديم البشرة التى تكون أقل سمكاً تحت ظروف الصوبات منها تحت ظروف الجو الخارجى .

كما يمكن زيادة فاعلية مركبات تثبيط النمو اثنتى عشرة مرة بخفض قطر قطرات محلول الرش من ٦٠٠٠ ميكرون إلى ٢٥ ميكرونا . ويفيد ذلك ـ كذلك ـ فى خفض كمية منظم النمو التى تلزم لإحداث نفس التأثير .

ويفيد استعمال مواد ناشرة مع محلول الرش ـ ومع زيادة الضغط المستعمل ـ فى الحصول على قطرات صغيرة للغاية ، تنتشر لتكون غشاءً رقيقًا يغطى جميع الأسطح الورقية ، ويبقى عليها ـ دون أن يتساقط منه شئ ـ إلى أن يتم امتصاصه والاستفادة الكاملة منه .

٥ ـ التأثير على العمليات الأيضية

إن من أهم الاحتمالات الممكنة لاستخدامات منظمات النمو هو الاستفادة منها فى زيادة معدلات البناء الضوئى .

ومن المعروف أن لبعض منظمات النمو تأثيرات أيضية كثيرة ؛ فمثلا . . يزداد تركيز المواد الكربوهيدراتية فى الجذر الخلوية ، وتركيز الصبغات الأنثوسيانينية عند معاملة الكريز بالألار . كذلك تؤدى معاملة التفاح بالألار إلى زيادة الكلوروفيل .

ويحدث استعمال مبيد الحشائش سيمازين ـ بكميات غير سامة ـ زيادة كبيرة فى المحصول ونسبة البروتين فى كل من الفاصوليا والبسلة .

وتؤدى إضافة N-Serve (وهو 2-chloro-6-(trichloromethyl)pyridine) إلى تقليل التسمم بالأمونيوم أو بالنترات ؛ وبذا . . فإنه يفيد فى تحسين النمو (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

وقد لخص Thomas & Barnes (١٩٨٢) الأسباب التى أعاقت محاولات استكشاف تأثيرات منظمات النمو على التمثيل والأيض فيما يلى :

أ ـ عدم اقتصار التأثير على جانب الأيض أو التمثيل فقط ؛ حيث غالبا ما يكون لمنظمات النمو تأثيرات أخرى سلبية على النوعية ، وقد تتشوه الأوراق . . . إلخ . كما أن معاملة الخضر الورقية ـ مثل الكرنب ، والخس ، والسبانخ ـ تؤدى إلى زيادة المحصول ، ولكنها تسرع كذلك من نمو الشماريخ الزهرية ، والإزهار ، والوصول إلى الشيخوخة .

ب ـ اختلاف الأصناف فى استجابتها لمنظمات النمو :

وكمثال على ذلك . . تتفاوت أصناف كرنب بروكسل ـ كثيرًا ـ فى استجابتها للمعاملة بمثبط النمو PP413 ؛ حيث يستجيب بعضها للمعاملة بصورة أفضل من قطع النمو القمى يدويا ، بينما يقل محصول بعضها الآخر مقارنة بالقطع اليدوى للنمو القمى . ويعد اختلاف استجابة الأصناف لمعاملات منظمات النمو هى القاعدة ، وليست الاستثناء .

جـ ـ محدودية المدى المناسب للتركيز الفعال ؛ حيث تكون التركيزات المنخفضة الأقل من التركيز المناسب غير فعالة ، بينما قد تحدث التركيزات الأعلى قليلاً منه تأثيرات ضارة بالنبات . .

د ـ قد يكون توقيت المعاملة مُحدّدًا وحاسماً ؛ حيث قد يلزم إجراؤها خلال مرحلة محددَة من النمو النباتى ، وربما لا يمكن ـ عمليا ـ تحقيق ذلك ؛ نظرا لتباين النمو النباتى الذى يشاهد ـ عادة ـ فى الحقل الواحد .

هـ ـ اعتماد الاستجابة على توفر ظروف بيئية معينة ، بينما لا يتوفر ذلك ـ غالباً ـ مع اختلاف مواسم النمو ومناطق الزراعة .

و ـ اتجاه التأثير إلى أجزاء غير اقتصادية من النبات ؛ حيث قد يزيد النمو ، بينما لا يتغير دليل الحصاد . ففى الفاصوليا . . أدت المعاملة بثلاثة مثبطات للنمو إلى زيادة عدد الفروع ، مع زيادة محصول البذور عليها ، ونقصه ـ فى الوقت ذاته ـ فى الساق الرئيسية للنبات ، ودون أية تأثيرات على المحصول الكلى للنبات .

استعمال 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 ، و Read ١٩٨٢) .

١ ـ 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 ـ كرنب بروكسل :

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

٣ ـ القاوون :

يستخدم الألار بغرض تقليل النمو الخضرى بمعدل كيلو جرام واحد 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 ـ الخيار والكوسة :

يستخدم الإثيفون فى حقول إنتاج البذرة الهجين بغرض زيادة نسبة الأزهار المؤنثة فى الـ ٥ ـ ١٥ عقدة الأولى من الساق ، والتى لا توجد فيها ـ عادة ـ سوى أزهار مذكرة . ويستعمل لهذا الغرض التحضير التجارى Florel بمعدل لتر فى ١٦٠ ـ 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 خلال ٤ ساعات من تحضير محلول الرش ؛ لأن فاعلية منظم النمو تقل بعد ذلك ؛ ولذا . . يجب تحضير الكمية التى تكفى لرش المساحة دون زيادة ؛ لأنه لا يجوز الاحتفاظ بالجزء المتبقى لاستخدامه فيما بعد .

ونظراً لأن النباتات المعاملة تزهر عادة مبكرة بنحو ٧ ـ ١٠ أيام عن نظيرتها غير المعاملة ؛ لذلك تجب زراعة خطوط سلالة الأب مبكرًا عن سلالة الأم ؛ وذلك 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 إلى نحو ٢,٥ سم ، ويكرر الرش كل ٥ أيام بعد ذلك .

٥ ـ شهد العسل :

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

٦ ـ 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 ـ 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 لترًا من التحضير التجارى (حوالى كيلو جرام واحد من المادة الفعالة) فى ٤٠٠ ـ ٦٠٠ لتر ماء للفدان . ويجب التزام

الدقة فى توقيت عملية الرش ؛ لأن الرش المبكر يؤدى إلى تكوين أبصال إسفنجية ، بينما لا يكون الرش المتأخر فعالاً .

٨ ـ الفلفل :

يستخدم الإثيفون لإسراع النضج والتلوين وتركيز الحصاد لزيادة كفاءة عملية الحصاد . ترش النباتات من الأصناف ذات الثمار الناقوسية عندما تكون ١٠٪ من الثمار حمراء أو بنية اللون ، ومن الأصناف ذات الثمار الحريفة عندما تكون ١٠ ـ 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 ٣٥م لمدة طويلة ؛ حيث تؤدى المعاملة فى هذه الظروف إلى سقوط الأوراق .

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

٩ ـ 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 ـ 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 (اختصاراً 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^{3} من حجم المخزن . وتجرى الطريقة الأولى برش الدرنات أو غمسها فى المستحلب . وتجرى الطريقة الثانية بإطلاق منظم النمو كضباب mist فى جو المخزن ، ثم إغلاقه 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 ـ ٣ دقائق وهى فى الأجولة . وبعد المعاملة يُصَفَّى المحلول الزائد من الأجولة . هذا . . وتجب تدفئة التقاوى (إن كانت مخزنة فى مخازن مبردة) قبل المعاملة مع حفظها فى حرارة ١٥ ـ ٢١م بين المعاملة والزراعة .

كذلك يستعمل الفيوزاركس Fusarix (وهو : 2,3,5,6-tetrachloronitrobenzene) على البطاطس ؛ بهدف منع التزريع فى المخازن .

كما يستعمل الهارفيد Harvade (وهو : 2,3-dihydro-5,6-dimethyl-1,4 dithiin-1,1,4,4-tetraoxide) على البطاطس ؛ بهدف التخلص من النموات الخضرية قبل الحصاد .

١٠ ـ الروبارب :

يستخدم حامض الجبريلليك لتقليل حاجة النباتات إلى البرودة 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 ـ الطماطم :

يستخدم الإثيفون لإسراع نضج الثمار ، وتركيز عملية النضج للمساعدة فى توقيت عملية الحصاد . تجرى المعاملة بالكمية التى يوصى بها من الإثيفون فى ٨٠ ـ ٤٠٠ لتر

ماء للفدان . وترش كل النموات الخضرية والثمار . وإذا أُجريت المعاملة وقت ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٨°م ، فإنها تؤدى إلى سقوط الأوراق وإصابة الثمار بلفحة الشمس . ويتم الحصاد عادة خلال ٢ ـ ٣ أسابيع من المعاملة . ويلزم نحو ٤ كجم إثيفون للفدان . وتتم المعاملة عندما تكون ٥ ـ 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 (اختصاراً 4-CPA) لتحسين العقد . وترش به العناقيد الزهرية عند تفتح الأزهار بتركيز ٢٥ ـ ٥٠ جزءاً فى المليون كل ١٠ ـ ١٥ يوماً ، وبحد أقصى ٥ مرات خلال الموسم الواحد . وتفيد المعاملة فى تحسين العقد فى الجو البارد .

كما يستخدم 2-Naphthoxyacetic acid 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 .

ويستعمل السيتكس Cytex (وهو خليط سيتوكينينات معظمها شبيهة بالزيايتين Zeatin) على الطماطم رشا قبل الإزهار مباشرة أو خلال المرحلة الأولى للإثمار ؛ بهدف زيادة المحصول .

١٢ ـ الذرة السكرية :

يستعمل الداى نيترو Dinitro (وهو 4,6-dinitro-*o*-*sec*-butyl-phenol) ـ اختصاراً DNBP ـ على الذرة السكرية قبل تكوين الخلفات ؛ بهدف التبكير فى النضج .

١٣ ـ الكرفس والسبانخ :

يستعمل الجبريللين على الكرفس بهدف زيادة طول أعناق الأوراق ، وعلى السبانخ بهدف تحسين النوعية وزيادة المحصول .

هذا . . ويفيد كثيراً ـ عند المعاملة بمنظمات النمو رشا على المجموع الخضرى ـ إضافة بعض المواد الناشرة إلى محلول منظم النمو ؛ مثل الرجيوليد Regulaid ،

وبيس Pace ، وتوين ٢٠ Tween 20 ؛ إذ إنها تقلل من التوتر السطحى لمحاليل منظمات النمو ، وتزيد انتشارها على سطح الأوراق ؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة اختراقها إلى داخل الأوراق وزيادة الاستفادة منها (Lownds وآخرون ١٩٨٧) .

مصادر أخرى للمعلومات عن منظمات النمو واستعمالاتها فى مجال الخضر

برغم أن التعمق فى دراسة منظمات النمو ليس من أهداف هذا الكتاب ، إلا أن بعض القراء قد يجدون حاجة إلى ذلك ؛ 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
Leopold	١٩٥٥	الأوكسينات واستعمالاتها ـ شامل
Steward & Kridorian	١٩٧١	منظمات النمو ـ متقدم
Weaver	١٩٧٢	منظمات النمو واستعمالاتها ـ شامل
Audus	١٩٧٢	كيمياء وفسيولوجيا منظمات النمو ـ متقدم
جمعية فلاحة البساتين المصرية	١٩٧٤	منظمات النمو ـ عام وشامل
Hillman	١٩٧٨	طرق عزل منظمات النمو
Univ . of California	١٩٧٨	منظمات النمو ومجالات استخدامها فى كاليفورنيا
Stommel	١٩٧٨	الشركات الأمريكية التى تقوم بتصنيع مختلف منظمات النمو
Moore	١٩٧٩	كيمياء وفسيولوجيا منظمات النمو
Skoog	١٩٨٠	منظمات النمو ـ متقدم .
McLaren	١٩٨٢	استعمالات منظمات النمو مع النباتات الاقتصادية ـ شامل
Nickell	١٩٨٢	مجالات الاستخدام الزراعى لمنظمات النمو ـ موجز شامل
Read	١٩٨٢	استعمالات منظمات النمو مع محاصيل الخضر تحت ظروف الحقل
Nickell	١٩٨٣	استعمالات منظمات النمو مع مختلف المحاصيل
Wittwer	١٩٨٣	استعمالات منظمات النمو مع مختلف المحاصيل
Stalknecht	١٩٨٣	تأثير منظمات النمو على البطاطس
Thomson	١٩٨٣	كيمياء وخصائص واستعمالات جميع منظمات النمو