ب- اختلاف الأصناف فى استجابتها لمنظمات النمو:

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

ج- 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- قد يكون توقيت المعاملة مُحدِّدًا وحاسمًا؛ حيث قد يلزم إجراؤها خلال مرحلة محددَة من النمو النباتى، وربما لا يمكن - عمليًّا - تحقيق ذلك؛ نظرًا لتباين النمو النباتى الذى يشاهد - عادة - فى الحقل الواحد.

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

و- 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 - فى الوقت ذاته - فى الساق الرئيسية للنبات، ودون أية تأثيرات على المحصول الكلى للنبات.

ولمزيد من التفاصيل حول مختلف الهرمونات النباتية وتمثيلها ودورها فى النبات وطرق تقديرها.. يُراجع Srivastava (٢٠٠٢).

استخدامات منظمات النمو فى التغلب على تحديات إنتاج بعض الخضر

الطماطم

تؤثر مختلف منظمات النمو على الطماطم كما يلى (عن Singh ١٩٩٥):

منظم النمو	التأثير
Chlormequat chloride (اختصارًا: CCC) بتركيز ٥٠٠– ١٠٠٠ جزء فى المليون	ينظم النمو النباتى فيما يتعلق بارتفاع النبات وعدد الفروع
Daminozide (الألار Alar) بتركيز ٢٠٠– ٤٠٠ جزء فى المليون	يُساعد فى الإزهار والإثمار
Ethrel (الإثيفون ethephon) بتركيز ٢٠٠–٦٠٠ جزء فى المليون	يزيد المحصول والجودة ويسرع تضج الثمار
حامض الجبريلليك (GA_3) بتركيز ٥–١٠ أجزاء فى المليون	يحفز إنبات البذور ويستحث الإزهار
NAA، و 2,4-D بتركيز ٥–١٠ أجزاء فى المليون	يستحثان الإزهار المبكر ويحفزان عقد الثمار
Dikegulac	زيادة المحصول
Mixtalol (الـ triacontanol)	زيادة المحصول
PCPA (الـ 4-CPA)	زيادة المحصول
DCPTA (الـ dichlorophenoxytriethylaminc)	زيادة المحصول
DMM	زيادة المحصول
IAA	زيادة المحصول
ACC	زيادة المحصول
BA (الـ benzyladenine)	زيادة المحصول
cytokinin	زيادة المحصول

عقد الثمار

منظمات النمو المؤثرة فى العقد

تعد الأوكسينات Auxins، والجبريللينات Gibberrllis من أكثر منظمات النمو استعمالاً، وتأثيرًا على عقد الثمار فى الطماطم.

أولاً: الأوكسينات

ثبت أنه يمكن عقد ثمار الطماطم بكريًا بمعاملة الإزهار بالأوكسين إندول حامض الخليك indole acetic acid، أو بمعاملة الأسطح المقطوعة لأقلام أزهار الطماطم بأى من الأوكسينين:

باراكلوروفينوكسى حامض الخليك parachlorophenoxyacetic acid، أو إستر الإثيل لإندول حامض الخليك ethylester of indole acetic acid. كما استخدم الأوكسين ٢-هيدروكسى ميثيل ٤- كلورو فينوكسى حامض الخليك 2-hydroxymethyle-4-chlorophenoxyacetic acid بنجاح فى عقد الثمار بتركيز ٥٠ جزء فى المليون رشًّا على النبات كله، أو على العناقيد الزهرية فقط، حيث أدت المعاملة إلى تحسين العقد، وزيادة المحصول، والتبكير فى الحصاد بنحو ٣-٥ أيام مع عدم الإضرار بالنمو الخضرى بدرجة تذكر. وقد كان المحصول الكلى أعلى عند استعماله عما لو استعمل أى من منظمى النمو: بيتا نفثوكسى حامض الخليك β-naphthoxyacetic acid، أو بارا – كلورو فينوكسى حامض الخليك para-chlorophenoxyacetic acid (عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢).

ويتوفر عديد من التحضيرات التجارية للأوكسينات المستخدمة فى تحسين العقد فى درجات الحرارة غير المناسبة. ومن أمثلتها: بيتابال Betapal الذى يحتوى على الأوكسين بيتا نفثوكسى حامض الخليك β-naphthoxyacetic acid، وتوماتون Tomatone الذى يحتوى على الأوكسين باراكلوروفينوكسى حامض الخليك (4-CPA). ويستعمل كلاهما بنجاح فى تحسين العقد فى كل من درجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة على حد سواء (عن Picken & Grimmett ١٩٨٦)، و٣٦ سى 36C الذى يحتوى على منظم النمو بيتانفثوكسى حامض الخليك بنسبة ٤,٥٪، والذى ترش به الأزهار بتركيز ٢,٥ مل/لتر؛ حيث يؤدى إلى زيادة عدد الثمار/نبات، ومتوسط وزن الثمرة (Torre وآخرون ١٩٩٢).

ولقد أدى رش العناقيد الزهرية للطماطم فى أولى مراحل عقد الثمار، ثم مرتان بعد ذلك بتركيز ٢٥، و ٥٠، و١٠٠ جزء فى المليون من منظم النمو 4-CPA إلى تحسن كبير فى عقد الثمار، وزيادة المحصول تحت ظروف حرارية معاكسة سواءًا كانت بالارتفاع، أم بالانخفاض، ولم تختلف تركيزات منظم النمو المستعملة عن بعضها فى هذا الشأن (Ramin ٢٠٠٣).

ثانيًا: الجبريللينات

كان Wittwer و Bukovac هما أول من بيَّنا أهمية استعمال الجبريللينات فى تحسين عقد الثمار فى الطماطم، وكان ذلك فى عام ١٩٥٧. ومع أن معظم دراستهما كانت باستعمال حامض الجبريلليك GA_3، إلا أنهما قارنا أيضًا تأثير الجبريللينات GA_1 إلى GA_9 على حجم الثمار الحديثة العقد بعد ٩ أيام من المعاملة. وقد كانت جميعها فعالة فى زيادة حجم الثمار جوهريًّا عند استعمالها بتركيز ٣ × ١٠$^{-٤}$، أو ٣ × ١٠$^{-٣}$ مولار (عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢)، وقد تأيدت هذه النتائج بأبحاث آخرين؛ فَوُجد أن رش المجموع الخضرى للطماطم بحامض الجبريلليك مثلاً يؤدى إلى التبكير فى عقد الثمار ويزيد نسبته، وأن المعاملة بحامض الجبريلليك تؤدى إلى زيادة إنتاج الأوكسين فى مبايض الأزهار، ونموها بصورة مماثلة لنموها بعد التلقيح والإخصاب.

معاملات منظمات النمو فى الجو البارد

كان Wittwer من أوائل الذين درسوا إمكانيات تحسين العقد فى العنقود الزهرى الأول فى الزراعات المبكرة، والتى تنخفض خلالها درجة الحرارة أثناء الليل، بالمعاملة بمنظمات النمو. ففى دراسة أجريت فى ولاية ميتشيجان الأمريكية، عُومل العنقود الزهرى الأول فى صنفى الطماطم فيكتور Victor المبكر، ورتجرز Rutgers المتأخر بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون من الأوكسين بارا – كلورفينوكسى حامض الخليك Para-chlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 4-CPA)، وتمكن من إجراء الحصاد مرتين من الصنف رتجرز المعامل قبل بدء الحصاد من الصنف فيكتور غير المعامل. كما تمكن من حصاد نحو نصف كيلو جرام من الثمار، من كل نبات معامل من الصنف فيكتور قبل بدء الحصاد من النباتات غير المعاملة من نفس الصنف. ووجد أن معاملة العناقيد الثلاثة الأولى من الصنف رتجرز أدت إلى زيادة المحصول الكلى بنسبة ٢٧٪، وحجم الثمار بنسبة ١١٪. وقد نصح الباحث بإجراء هذه المعاملة فى جميع المناطق التى تنخفض فيها درجة الحرارة ليلاً أثناء الإزهار عن ١٥°م (Wittwer ١٩٦٩).

كما نصح Wittwer (١٩٥٤) باستعمال أى من الأوكسينات التالية فى تحسين عقد الثمار فى الطماطم عند انخفاض درجة الحرارة أثناء الإزهار:

١- باراكلوروفينوكسى حامض الخليك para-chorophenoxyacetic acid بتركيز ٣٠ جزءًا فى المليون.

٢- ألفا أورثو - كلوروفينوكسى حامض البروبيونيك alpha-ortho-chlorophenoxypropionic acid بتركيز ٧٥- ١٠٠ جزءًا فى المليون.

٣- بيتانفثوكسى حامض الخليك beta-naphthoxy acetic acid بتركيز ٥٠- ١٠٠ جزءًا فى المليون.

وقد نصح الباحث بإعطاء أول رشة بعد تفتح ٣ أزهار بالعنقود، مع قصر الرش على العناقيد الزهرية فقط، وتوجيهه قدر المستطاع نحو الأزهار المتفتحة فقط، وتكراره أسبوعيًّا، طالما وجدت أزهار متفتحة، واستمر انخفاض الحرارة عن ١٥°م

وعلى الرغم من هذه التأكيدات على طريقة المعاملة، إلا أن Singletary & Warren (١٩٥١) قد استعملا الأوكسينين: بارا - كلوروفينوكسى حامض الخليك بتركيز ٣٠ جزءًا فى المليون، وبيتا نفثوكسى حامض الخليك بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون، ولم يجدا فرقًا بين معاملتى رش النمو الخضرى كله، أو العناقيد الزهرية فقط، كذلك لم يجدا فرقًا بين معاملة الأزهار فى المراحل المختلفة لنموها، حيث أدت جميع المعاملات إلى إحداث زيادة جوهرية فى المحصول المبكر دون التأثير على المحصول الكلى عندما أجريت المعاملة أثناء انخفاض درجة الحرارة عن الحد الأدنى للمجال المناسب للعقد.

ويستخدم حامض فثالامك Phthalamic acid (يعرف تجاريًّا باسم دوراست Duraset) بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى معاملة العناقيد الزهرية للطماطم. تبدأ المعاملة بعد ٨- ١٠ أيام من تحسن الأحوال الجوية بعد فترة تعرض النبات لدرجة حرارة تقل عن ١٢°م. أما إذا استمر الانخفاض فى درجة الحرارة لعدة ليالٍ متتالية،

فإن المعاملة تبدأ دون مزيد من التأخير، وتكرر كل ٧–١٠ أيام، طالما استمر الانخفاض فى درجة الحرارة. ويحدد موعد الرش على أساس أن الأزهار المتفتحة بعد ٧ — ١٠ أيام من التعرض للجو البارد تخلو من حبوب اللقاح، وذلك بسبب التأثير الضار للحرارة المنخفضة على عملية تكوين الجاميطات المذكرة.

وقد قام Saez Alonso وآخرون (١٩٨٣) برش نباتات خمسة أصناف من الطماطم — النامية فى البيوت المحمية — أسبوعيًّا — بكلٍ من التحضيرين التجاريين التاليين:

١–توماتون Tomatone (وهو خليط من كل من بيتا نفثوكسى حامض الخليك، وباراكلورو فينوكسى حامض الخليك) بتركيز ١٠٠٠٠ جزء فى المليون (١٠مل/لتر).

٢–بروكاربل Procarpil (وهو يحتوى على بيتانفثوكسى حامض الخليك) بتركيز ٣٠٠٠ جزء فى المليون (٣ مل/لتر).

وعندما أجريت المعاملة فى حرارة تراوحت بين ١٢ و١٤°م كان متوسط محصول النبات الواحد ٤,١٥ كجم فى معاملة التوماتون، مقارنة بنحو ٢,١٢ كجم فى معاملة البروكاربل، و٠,٨ كجم فى معاملة الشاهد.

ولقد أدى انخفاض حرارة الليل عن ١٠°م إلى التأثير سلبيًّا على تكوين حبوب اللقاح والتلقيح والإخصاب فى أحد أصناف الطماطم الكريزية؛ مما أدى إلى انخفاض عدد البذور فى معظم الثمار العاقدة، وهى التى كانت صغيرة الحجم وغير صالحة للتسويق. وقد أدى كل من إحداث الاهتزازات بالعناقيد الزهرية والمعاملة بمنظم النمو β-naphthoxyacetic acid (اختصارًا: β-NOA) إلى زيادة متوسط وزن الثمرة ونسبة الثمار الصالحة للتسويق، وكانت معاملة منظم النمو هى الأقوى تأثيرًا. وبالمقارنة.. لم يكن لأى من المعاملتين تأثيرًا فى الظروف الجوية المناسبة للعقد. هذا ولم تتسبب المعاملة بالـ β-NOA فى إحداث أى تأثيرات سلبية على الثمار من قبيل التشوهات والجيوب، وإن كانت بدون بذور، وبالعكس.. فقد تسببت المعاملة فى زيادة المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة بالثمار، بينما لم يتأثر لون الثمار وصلابتها ومحتواها الفينولى (Karapanos وآخرون ٢٠١٣).

معاملات منظمات النمو فى الجو الحار

يعد الأوكسين بارا–كلوروفينوكسى حامض الخليك para-chlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 4-CPA) من أكثر منظمات النمو استعمالاً بغرض تحسين عقد الثمار فى الجو الحار. فقد أدى استعماله رشًا على العناقيد الزهرية بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون إلى تَحَسُّن كبير فى عقد الثمار فى حرارة ٣٢°م. وتفيد المعاملة عند إجرائها بعد تفتح الأزهار. لذا.. ينصح بتوجيه محلول الرش نحو الأزهار المتفتحة، بينما يضر رش المجموع الخضرى كله كثيرًا بالنبات نظرًا لحساسيته الشديدة لمنظم النمو عند ارتفاع درجة الحرارة (عن Singletary & Warren ١٩٥١).

كذلك يستخدم حامض فثالامك Phthalamic acid، والمعروف تجاريًّا باسم دوراست فى تحسين عقد الثمار فى الجو الحار، حيث تعامل به النموات الخضرية بتركيز ٠,٢ — ٠,٣٪ عندما لا تقل درجة الحرارة نهارًا عن ٢٨°م، وليلاً عن ١٨– ٢٠°م لعدة أيام متتابعة. ويكرر الرش كل ٧–١٠ أيام طالما استمر الارتفاع فى درجة الحرارة. وتفيد التركيزات الأعلى من ذلك بقليل فى وقف النمو النباتى عند الرغبة فى ذلك.

وقد تمكن Mehta & Mathai (١٩٧٥) من زيادة نسبة العقد، والمحصول، وحجم الثمار فى الجو الحار بمعاملة نباتات الصنف بوسا روبى Pusa Ruby بأى من الأوكسين ٢، ٤ – داى كلوروفينوكسى حامض الخليك 2,4-dichlorphenoxyacetic acid بتركيز ٥ أجزاء فى المليون، أو نفثالين حامض الخليك naphalenecetic acid بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون. ولا شك أن التركيزات الأعلى من ذلك تضر كثيرًا بنباتات الطماطم، خاصة فى الجو الحار. فمثلاً ذُكِرَ أن استعمال الأوكسين بيتا نفثوكسى حامض الخليك بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون رشا على النبات قد أضرها كثيرًا.

وأعطى الرش بالـ 4-CPA (وهو: parachlorophenxyacetic acid) بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون أعلى تأثير معنوى على نباتات الطماطم صنف كاسل روك (شتلت فى ٤ يونية فى القليوبية) تمثل فى زيادة كل من نسبة العقد والمحصول المبكر والمحصول الكلى، وذلك مقارنة باستعمال تركيز ١٠ أجزاء فى المليون من نفس منظم النمو. أما منظمات النمو

الأخرى التى استعملت، وهى: N-m tolyphthalomic acid (اختصارًا: TPA)، و indol 3-acetic acid (اختصارًا: IAA)، و gibberellic acid (اختصارًا: $G A_3$)، فإنها لم تكن منتظمة فى تأثيرها، وتفوقت معاملة الكنترول — أحيانًا — على تلك المعاملات أو تساوت معها فى التأثير (El-Habbasha وآخرون ١٩٩٩).

لقد انخفضت نسبة العقد فى الطماطم من حوالى ٤٣٪ فى حرارة ٢٠/٣٠°م (نهار/ليل) إلى الصفر فى حرارة ٢٠/٣٤°م. وبينما أدى غمر العنقود الزهرى فى محلول 4-CPA بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون إلى تحسين العقد، فإن التحسن كان أكبر عندما كان غمر العنقود الزهرى فى محلول من مخلوط الـ 4-CPA مع الـ GA_3 بذات التركيز (٢٠ جزءًا فى المليون)، وخاصة عندما صاحبت الحرارة العالية نهار قصير (٨ ساعات مقارنة بنهار طوله ١٠ ساعات) (جدول ١٥–١). كذلك ازداد عدد الثمار غير المصابة بالجيوب عندما كانت المعاملة بالـ 4-CPA والجبريللين معًا (Sasaki وآخرون ٢٠٠٥).

جدول (١٥–١): تأثير المعاملة بمنظمى النمو 4-CPA، و 4-CPA/GA على نسبة عقد ثمار الطماطم فى العنقود الزهرى الأول فى ظروف متباينة من حرارة الليل والنهار والفترة الضوئية (Sasaki وآخرون ٢٠٠٥).

المعاملة	نسبة عقد الثمار فى العنقود الزهرى الأول (٪)			
الحرارة (نهار/ليل م°)	٢٠/٣٠	٢٠/٣٤	٢٠/٣٤
الفترة الضوئية (ساعة)	١٢	٨	١٠
الكنترول (أ)	٤٢,٩ ب	٠,٠ ب	٠,٠ جـ
4-CPA	١٠٠,٠ أ	٥٩,٨ أ	٣٩,٨ ب
4-CPA/GA	٩١,٧ أ	٨٨,٠ أ	٧٥,٩ أ

أ– غُمست البراعم الزهرية فى ماء مقطر.

ب–غُمست البراعم الزهرية فى ٢٠مجم/لتر من الـ 4-chlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 4-CPA)

ج– غُمست البراعم الزهرية فى ٢٠مجم/لتر من مخلوط من الـ 4-CPA والجبريللينات (أساسًا GA_3 وقليل من الـ GA_1).

المرحلة المناسبة من النمو البرعمى والزهرى للمعاملة بمنظمات النمو

بيَّن Avery وآخرون (١٩٤٧) تأثير المعاملة بمنظمات النمو أثناء المراحل المختلفة للنمو البرعمى والزهرى على العقد، وصفات الثمار، ويمكن إيجار ذلك فيما يلى:

١-تؤدى المعاملة فى أى وقت قبل تفتح الأزهار بنحو ثمانية أيام حتى قبيل تفتحها مباشرة إلى عدم تكوّن الأزهار بصورة طبيعية، فيحدث نقص واضح فى نسبة العقد، وحجم الثمار، وتكون الثمار المتكونة قليلة أو عديمة البذور.

٢-تؤدى المعاملة فى بداية مرحلة تفتح الأزهار (أى قبل اكتمال انفراج البتلات والتلقيح) إلى عقد ثمار جيدة، لكنها تخلو من البذور.

٣-تؤدى المعاملة بعد تفتح الأزهار بأربعة أيام إلى عقد ثمار جيدة تحتوى على البذور بصورة طبيعية.

ومن الطبيعى أن تؤدى المعاملة أثناء ارتفاع، أو انخفاض درجة الحرارة عن المجال المناسب للعقد الطبيعى إلى إنتاج ثمار بكرية، أو قليلة البذور أيًّا كانت مرحلة النمو المعاملة فيها البراعم أو الأزهار. ويستفاد مما تقدم فى محاولة توجيه محلول الرش نحو الأزهار المكتملة التفتح، مع تجنب وصول المحلول إلى البراعم الزهرية، والأزهار غير المكتملة التفتح قدر المستطاع، لكن نظرًا لصعوبة إجراء ذلك عمليًّا نجد أن الثمار الناتجة من المعاملة بمنظمات النمو تحتوى دائمًا على نسبة من الثمار غير المنتظمة الشكل، والثمار التى بها جيوب داخلية فى أماكن المساكن.

طرق المعاملة بمنظمات النمو

تتبع الطرق التالية فى المعاملة بمنظمات النمو على النطاقين العلمى (البحثى)، والعملى (التطبيقى):

١- الرش بالمحاليل المائية

تُذاب الكمية المطلوبة من منظم النمو فى ٢-٥ مل (سم^3) من كحول الإثيل ٩٥٪، ثم يضاف الماء إلى أن يصل المحلول إلى الحجم المطلوب. يرج المحلول جيدًا قبل

الاستعمال، وترش به العناقيد الزهرية، أو النبات كله حسب منظم النمو، والتركيز المستخدم، وطريقة الزراعة والتربية، ودرجة الحرارة السائدة. ويفضل دائمًا توجيه محلول الرش نحو الأزهار المتفتحة أولاً بأول، ولا يمكن تحقيق ذلك إلا فى حالة التربية الرأسية للطماطم. ولا يجوز رش النبات كله ببعض منظمات النمو، لأنها تحدث تشوهات فى النمو الخضرى، خاصة فى الجو الحار، وعند استعمال تركيزات مرتفعة نسبيًا من الهرمون.

وقد دارت المناقشة السابقة كلها عن منظمات النمو حول استعمالها بهذه الطريقة، أى بطريقة الرش فى صورة محاليل مائية، ونعيد إيجازها فيما يلى:

يعتبر الأوكسين بارا – كلورفينوكسى حامض الخليك para-chlorophenoxy acetic acid (اختصارًا 4-CPA) من أهم منظمات النمو المستخدمة تجاريًا لتحسين عقد ثمار الطماطم فى الحالات التى تنحرف فيها درجة الحرارة بالارتفاع أو بالانخفاض — عن المجال المناسب للعقد، ويستعمل فى صورة محلول مائى بتركيز ٢٠– ٣٠ جزءًا فى المليون (حسب درجة الحرارة السائدة حيث يقل التركيز المستخدم فى الجو الحار)، ثم يرش به النبات كله، أو العناقيد الزهرية فقط. وتراعى فى حالة رش النبات ضرورة استعمال التركيزات المخففة، مع محاولة تجنب رش قمة النبات تفاديًا لوصول الهرمون إلى البراعم الزهرية وهى فى أطوارها المبكرة من النمو، حيث يؤدى ذلك إلى الإضرار بالتكوين الطبيعى لحبوب اللقاح، والبويضات. كما يفضل فى حالة رش النبات كله إجراء ٢–٣ رشات بتركيز منخفض عن رشة واحدة بتركيز مرتفع. أما فى حالة معاملة العناقيد الزهرية، فإنه يفضل تأخير أول رشة لحين تفتح ٣ أزهار أو أكثر بالعنقود، ويكرر الرش كل ٧–١٠ أيام حسب سرعة تفتح الأزهار الجديدة، طالما استمرت الظروف الحرارية غير المناسبة للعقد. ويعنى ذلك أن العنقود الواحد قد يرش مرتين. ومع أن محلول الرش يصل إلى العنقود كله، إلا أنه يجب أن يكون التركيز على الأزهار المتفتحة بتوجيه فوهة الرشاشة الصغيرة atomizer نحوها. ويراعى دائمًا هز العناقيد جيدًا أثناء معاملتها للمساعدة على التلقيح الطبيعى، إذ لا يجب أن يكون الهدف هو إحلال الهرمونات كلية محل حبوب اللقاح.

ويجب — دائمًا — مراعاة ألا يصل محلول الرش إلى القمة النامية للنبات.

٢- المعاملة بمستحلبات منظمات النمو

تقتصر المعاملة بمستحلبات منظمات النمو على الأغراض البحثية غالبًا. وإذا استعملت على النطاق التجارى، فإن ذلك يكون فى الزراعات المحمية فقط. تحضر منظمات النمو على شكل مستحبات فى اللانولين. وقد استعملت — بهذه الطريقة — الأوكسينات إندول حامض الخليك بتركيز ٢٠٠٠ جزء فى المليون، ونفثالين حامض الخليك بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون، و ٢، ٤ — داى كلورو فينوكسى حامض الخليك (مبيد الحشائش 2,4-D) بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون.

يسخن اللانولين lanolin أولاً مع كمية مناسبة من حامض الاستيارك stearic acid إلى حرارة ٧٠ — ٨٠°م لتحضير مستحلب منظم النمو فى اللانولين lanolin مع تقليبهما جيدًا حتى يذوبا تمامًا. تلى ذلك إذابة منظم النمو فى كمية مناسبة من تراى إيثانولامين triethanolamine بتسخينهما معًا حتى حرارة ٧٠° — ٨٠°م مع التقليب، ثم يضاف لهما مخلوط حامض الاستيارك مع اللانولين، وتلى ذلك إضافة ماء مدفأ إلى الدرجة ذاتها مع التقليب، والاستمرار فى إضافة الماء ببطء حتى يتكون المستحلب، ثم يضاف ماء عادى بعد ذلك حتى يصل المستحلب إلى حجمه النهائى حسب التركيز المطلوب. ويخزن المستحلب فى درجة حرارة منخفضة.

يُقلَّب المستحلب جيدًا عند الاستعمال، ويوجه نحو العنقود الزهرى باستعمال رشاشة يدوية صغيرة، مع توقيت موعد المعاملة عند تفتح الأزهار الأولى فى العنقود. وتؤدى المعاملة إلى عقد الأزهار المتفتحة، والبراعم المكتملة النمو، أما البراعم الصغيرة فإنها تسقط عادة.

٣- المعاملة بأبخرة منظمات النمو

يعتبر استعمال منظمات النمو فى صورة أبخرة طريقة سهلة وسريعة فى الزراعات المحمية، لكنها لا تزيد العقد بنفس القدر الذى يحدثه استعمال منظمات النمو فى

صورة محاليل مائية، أو مستحلبات. كما أن الثمار التى تعقد بهذه الطريقة تكون غالبًا صغيرة الحجم، وبها جيوب داخلية puffy، وباهتة اللون.

تُسخَّن منظمات النمو عند الاستعمال، التى تكون غالبًا فى صورة إسترات الأحماض، أو مذابة فى كحول الإيثيل، ثم توزع الأبخرة فى جو البيت (الصوبة) بواسطة مراوح، على أن يكون البيت مغلقًا أثناء الليل. ومن الضرورى أن تتم تهوية البيت جيدًا بعد انتهاء فترة المعاملة، وذلك لأن منظمات النمو المستعملة قد تؤثر على نمو النباتات إذا ظلت ملامسة لها لمدة يوم أو أكثر. وتتوقف الكمية المستعملة من منظم النمو على حجم البيت. وقد أمكن الحصول على عقد جيد باستعمال ٣٧ — ٣٧٠ جم من إستر الميثيل ثنائى كلورو فينوكسى حامض الخليك methyl ester of dichlorophenoxyacetic acid لكل ١٠٠٠ م^{٣} من حجم البيت.

٤- المعاملة بأيروسولات منظمات النمو

تجب إذابة منظمات النمو أولاً، لاستعمالها فى صورة أيروسولات Acrosols، فى مادة حاملة شديدة التبخر، مثل الغازات المُسالة، أو إذابتها فى مادة مذيبة، ثم تخلط مع الغاز السائل، ويعبأ المخلوط فى قنينة خاصة. يُسمح للمخلوط بالخروج من القنينة عند الاستعمال فيتبخر الغاز السائل فى هذه الحالة تاركًا منظم النمو معلقًا فى الهواء فى حالة تفتت شديد. وقد نجح اتباع هذه الطريقة فى تحسين العقد فى الزراعات المحمية، واستخدمت فيها الأوكسينات التالية: إندول حامض الخليك، وإندول حامض البيوتيرك، ونفثالين حامض الأسيتيك (عن Wittwer ١٩٥٤).

٥- المعاملة بمعجون منظم النمو فى اللانولين

تقتصر المعاملة بمعجون منظم النمو فى اللانولين على الأغراض البحثية، ونتائجها مضمونة. ولتحضير معجون من أحد منظمات النمو بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون، تتبع الخطوات التالية:

١- يذاب ١٠٠ ملليجرام من منظم النمو فى ٥ مل من كحول الإيثيل ٩٥٪.

٢- يضاف ماء إلى محلول الهرمون إلى أن يصل حجمه النهائى إلى ٢٠ مل.

٣- يدفأ ٨٠ جم من معجون اللانولين lanolin paste إلى أن يصبح سائلاً متدفقًا.

٤- يضاف محلول الهرمون فى الماء والكحول إلى اللانولين، ويقلبا جيدًا، فيحمل بذلك منظم النمو فى اللانولين، ويكون المعجون الناتج بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون.

وقد استخدمت هذه الطريقة فى معاملة أزهار الطماطم بمنظم النمو بارا — كلوروفينوكسى حامض الخليك (4-CPA) بتركيز ١٠٠٠-١٥٠٠ جزء فى المليون. وتقتصر المعاملة على مجرد لمس مبيض، أو قلم، أو ميسم الزهرة من أحد جوانبها بالمعجون، ويؤدى ذلك إلى إنتاج ثمار بكرية. كذلك تم استخدام إندول حامض البيوتيرك indolebutyric acid بتركيز ٢٠٠٠- ٣٠٠٠ جزء فى المليون.

٦- المعاملة بطرق أخرى

قد تعامل النباتات بمنظمات النمو بطرق أخرى، مثل: التعفير، أو مع ماء الرى، أو بالحقن فى مبايض الأزهار، أو بوضع بلورات الهرمون على مياسم الأزهار. ويقتصر إتباع جميع هذه الطرق على الأغراض البحثية.

تأثير المعاملة بمنظمات النمو على صفات الثمار

لا تُحدث المعاملة بمنظمات النمو أية تأثيرات على لون أو طعم الثمار، أو محتواها من الحموضة الكلية، أو المعادن أو الفيتامينات.

ومن ناحية أخرى.. نجد أن استعمال منظمات النمو لتحسين العقد يؤدى — عادة — إلى إحداث التغيرات التالية فى صفات الثمار:

١- زيادة نسبة الثمار التى تعقد بكريًا، ويتوقف مدى خلو الثمار من البذور على العوامل التالية:

أ- عدد مرات معاملة العنقود الزهرى الواحد بمنظم النمو.

ب- عمر الزهرة عند المعاملة، فكلما كانت المعاملة مبكرة، ازدادت حالة العقد البكرى.

ج- مدى ملاءمة الظروف الجوية للعقد الطبيعي.

د- مدى كفاءة عملية هز العناقيد الزهرية عند المعاملة.

وتكون الثمار العاقدة طبيعية — أى غير بكرية — إذا عوملت الأزهار بعد اكتمال تفتح البراعم الزهرية وتناسبت الظروف الجوية مع ظروف العقد الطبيعي.

٢- زيادة نسبة الثمار التى تظهر فيها تجاويف داخلية puffy fruits، وخاصة عند زيادة تركيز منظمات النمو المستعملة.

٣- زيادة حجم الثمار إذا أجريت المعاملة بعد اكتمال نمو البراعم الزهرية، أو بعد تفتح الأزهار، ونقص حجم الثمار إذا أجريت المعاملة فى المراحل المبكرة لتكوين البراعم (Hemphill ١٩٤٩). ويعتبر الأوكسين بارا- كلوروفينوكسى حامض الخليك (4-CPA) من أكثر الهرمونات تأثيرًا فى هذا الشأن.

٤- زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات فى الثمار التى تعقد بكريا — بفعل منظمات النمو — مقارنة بالثمار البذرية (Casas Diaz وآخرون ١٩٨٧).

٥- نقص صلابة الثمار.

٦- زيادة نسبة الثمار غير المنتظمة النمو rough، ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة الأزهار ذات الأجزاء الزهرية المتضاعفة والملتحمة fasciated فى العنقود الزهرى الأول، والتى توجد بصورة طبيعية ولا تعقد — فلا تظهر — فى الجو البارد، بينما تعقد — وتظهر — عند المعاملة بمنظمات النمو (عن Wittwer ١٩٥٤). كما تشاهد هذه الظاهرة فى الأصناف القادرة على العقد فى الجو البارد، حيث تكون الثمار المتكونة شديدة التفصيص، وغير منتظمة الشكل. وتزداد هذه الظاهرة — كذلك — عند زيادة تركيز منظمات النمو المستعملة.

ومن أشكال الثمار غير المنتظمة النمو التى قد تظهر عند المعاملة بمنظمات النمو: حالات الثمار المفلطحة oblate، والمصابة بالعيب الفسيولوجى "وجه القط"، والشبيهة بالفراولة، والمتضاعفة الملتحمة fasciated، والتى تبرز بعض مساكنها.

توصيات استعمال منظمات النمو لأجل تحسين العقد

لخص Ho & Hewitt (١٩٨٦)، و Geisenberg & Stewart (١٩٨٦) معاملات منظمات النمو المستخدمة تجاريًا على الطماطم، والتى تؤدى إلى عقد ثمار بكرية فى الظروف الطبيعية غير المناسبة للعقد كما يلى:

أولاً: باراكلوروفينوكسى حامض الخليك (4-CPA) بتركيز ١٥- ٥٠ جزءًا فى المليون. يستخدم التركيز المنخفض فى الزراعات المحمية، فترش العناقيد الزهرية بمحلول منظم النمو على صورة رذاذ دقيق عند تفتح الأزهار. وتكفى رشة واحدة لكل عنقود زهرى فى الزراعات المحمية، بينما يمكن فى الحقل أن ترش النباتات خمس مرات كحد أقصى كل ١٠- ١٥ يومًا.

ثانيًا: ٢-(٣-كلوروفينوكسى) حامض البروبيونك 2-(3-chlorophenoxy) propionic acid بتركيز ٢٥ — ٤٠ جزءًا فى المليون ويستخدم فى الزراعات المحمية فقط.

ثالثًا: إن — إم تولى فثالامك أسيد N-m-tolyphthalamic acid بتركيز ٠,١٪ - ٠,٥٪ من التحضير التجارى توماست Tomaset الذى يحتوى على الهرمون بنسبة ٢٠٪، وهو يستخدم فى الزراعات الحقلية للأصناف محدودة النمو، حيث يرش النبات كله عندما تتكون به من ٣-٤ عناقيد زهرية بكل منها ٢-٣ أزهار متفتحة. وتفيد هذه المعاملة فى تحسين العقد فى الزراعات المبكرة، والتى تزهر فى الجو البارد قبل بداية الربيع، ثم يكرر الرش بعد أن يكوِّن النبات ١٠ عناقيد زهرية، كما يلى:

مرحلة النمو	الرطوبة النسبية	التركيز الموصى به	كمية محلول الرش (لتر/هكتار)
٣- ٤ عناقيد بها ٢-٣ أزهار متفتحة	عالية	٠,١٪	١٠٠- ٢٠٠
	منخفضة	٠,٢٪	١٠٠- ٢٠٠
١٠ عناقيد فأكثر	عالية	٠,٢- ٠,٣٪	٣٠٠- ٥٠٠
	منخفضة	٠,٥٪	٣٠٠- ٥٠٠

يلاحظ أن التركيز الموصى به ينخفض مع ارتفاع الرطوبة النسبية، وأنه لا يوصى بمعاملة الأصناف محدودة النمو — تحت الظروف الحقلية — قبل تكوينها لنحو ٣– ٤ عناقيد زهرية حتى لا يتأثر محصولها بفعل التأثير المثبط لمنظم النمو على نموها الخضرى. هذا.. علمًا بأن الاستجابة لمنظم النمو تحدث فى كل من البراعم الزهرية التى يبلغ طولها ٨– ١٠ مم والأزهار المتفتحة ما بقيت بتلاتها بلون أصفر زاهٍ. وعند اتباع النظام السابق بيانه فإن الفترة بين المعاملتين تتراوح بين ١٠ و ٢٠ يومًا، ويمكن تكرار المعاملة على فترات مماثلة ما فتئت الحرارة منخفضة عن ١٣°م ليلاً.

رابعًا: ٢–نافثيلوكسى حامض الخليك 2-Naphthyloxyacetic acid بتركيز ٤٠– ٦٠ جزءًا فى المليون، وهو يستخدم فى الزراعات الحقلية، حيث يرش به النبات كله بمعدل ١٣٥– ٢٢٥ لترًا / فدان من محلول الرش.

استعمالات أخرى لبعض منظمات النمو

الألار

استعمل الألار على نطاق تجارى فى ولاية فلوريدا الأمريكية لزيادة حجم الثمار، ونسبة ثمار الدرجة الأولى، حيث كانت ترش به النباتات بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون من التحضير التجارى "ألار ٨٥" بمعدل ٤٠٠ لتر للفدان. وكان يجرى الرش عندما تكون بالنباتات من ١٥– ٣٠ ثمرة عاقدة، ويكون أصغرها فى حجم بذرة البسلة، على ألا يظهر أى تلوين فى أى منها. ولا يجرى الحصاد قبل ٧ أيام من المعاملة (نشرة شركة Uniroyal Chemical).

وقد وجد Read & Fieldhouse (١٩٧٠) أن المعاملة بالألار أدت إلى زيادة المحصول، وكانت أفضل معاملة تلك التى رشت فيها النباتات، وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى، أو الرابعة بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون. وقد ازداد المحصول المبكر، وأصبح أكثر تركيزًا عندما عوملت النباتات مرة أخرى بنفس المحصول بعد عقد العدد الكافى من الثمار. وكانت لهذه المعاملة أهميتها فى عملية الحصاد الآلى، وذلك

نظرًا لأنها أدت إلى إبطاء النمو الخضرى ووقف الإزهار، وأمكن بواسطتها الاستغناء عن عملية فرز الثمار الخضراء أثناء الحصاد فى أصناف التصنيع. كما اعتقد الباحثان أن المعاملة ساعدت على زيادة تحمل النباتات لنقص الرطوبة الأرضية وارتفاع الحرارة. كذلك توصل Bryan (١٩٧٠) إلى أن معاملة نباتات الطماطم بالألار — بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون — فى طور الورقة الحقيقية الثانية، أو الرابعة أدت إلى أضعاف السيادة القمية، وزيادة قطر الساق، وتفريع النبات، وتأخير الإزهار وزيادة حجم الثمار. وعلى الرغم من أن المعاملة أدت أيضًا إلى إنقاص المحصول الكلى عند إجراء الحصاد يدويًا على دفعات، إلا أنها تسببت كذلك فى زيادة المحصول فى حالة إجراء الحصاد آليًا.

هذا.. إلا أن استعمال الألار توقف كليًا منذ أواخر الثمانينات بسبب اكتشاف تأثيره المسرطن.

الإثيفون

يستعمل الإثيفون فى الإنتاج التجارى للطماطم، بهدف إسراع نضج الثمار وزيادة تركيز النضج؛ لأجل زيادة كفاءة عملية الحصاد.

وفضلاً عن ذلك.. فإن تواجد الإثيلين — كأحد ملوثات الهواء — فى بيئة النبات (كما قد يحدث فى الزراعات المحمية التى تستعمل فيها مدفئات تعمل بالمحروقات، حينما لا يكون احتراقها كاملاً) بتركيز ٠,٠٥ ميكرولترًا/لتر يؤدى إلى اتجاه انصال أوراق النباتات إلى أسفل (leaf epinasty)، وإلى تقزم النباتات ذاتها (Blankenship & Kemble ١٩٩٦).

حامض الأبسيسك

وجد Takahashi وآخرون (١٩٩٣) ان إضافة حامض الأبسيسك بتركيز ٥ أو ١٠ أجزاء فى المليون إلى المحلول المغذى فى المزارع المائية للطماطم ثبط نمو النباتات، ولكن النمو تحسَّن قليلاً عندما كان حامض الأبسيسك بتركيز ٠,١ جزءًا فى المليون؛ بسبب تحفيز هذا التركيز للنمو الجذرى. كما أدى هذا التركيز المنخفض إلى تحفيز نشاط

الأكسدة (alpha-naphthylamine oxidizing activity) فى الجذور، وتكوين ونمو الجذور العرضية. وبالمقارنة.. أدى تركيز ٥ أجزاء فى المليون من حامض الأبسيسك إلى زيادة تقسية بادرات الطماطم، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى فقد الماء من الأوراق المفصولة، وزيادة فى نشاط عمليات الأكسدة فى الجذور.

الداى كيجولاك

يستعمل المركب التجارى داى كيجولاك Dikegulac فى زيادة التفريع الجانبى فى نباتات الزهور؛ حيث ينتقل المركب — بعد معاملة النباتات به — إلى القمة النامية للنبات، ويمنع تمثيل الدنا DNA؛ الأمر الذى يؤدى إلى وقف السيادة القمية. وقد وجد أن معاملة نباتات الطماطم بهذا المركب بتركيز ٥٠٠ أو ٢٥٠٠ جزءًا فى المليون بعد الشتل بثلاثة أسابيع أدى إلى زيادة تفريع النبات، وزيادة عدد العناقيد الزهرية التى يحملها. إلا أن المعاملة أدت كذلك إلى تأخير الإزهار ونضج الثمار، ونقص حجم الثمار والمحصول (Frost & Kretchman ١٩٨٧).

الترايا كونتانول

أدت معاملة الطماطم بالترياكونتانول Triacontanol (وهو منظم نمو شديد الفاعلية فى تركيزاته المنخفضة للغاية .. يراجع لذلك حسن ٢٠١٥) بتركيز ٥ ميكروجرامات/ لتر بعد ١٥ يومًا من الشتل إلى زيادة المحصول الكلى بنسبة ٢٤٪ (Kapitsimadi ١٩٩٥).

الـ DCPTA

وجد Keithly وآخرون (١٩٩١) أن مجرد معاملة بذور الطماطم قبل زراعتها بمنظم النمو 2-(3,4-dichlorophenoxy)triethylamine (اختصارًا: DCPTA) أدى إلى زيادة قوة نمو البادرات، ومعدل النمو النسبى للنباتات، ومحصولها الكلى، وصفات الجودة فى ثمار أصناف التصنيع. ولدى مقارنة النباتات الناتجة من معاملة البذور — بتركيز ٣٠ ميكرومولا من المركب — بنباتات الكنترول، كان معدل نمو جذورها ونموها الخضرى أعلى جوهريًا أثناء الإنبات وخلال المرحلة الوسطى من النمو النباتى. وعند الحصاد.. تميزت النباتات الناتجة من المعاملة بزيادة الوزن الجاف لأوراقها،

وسيقانها، وجذورها بمقدار ٢-٣ أمثال نباتات الكنترول، كما كانت ثمارها أكثر تجانسًا فى النضج؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة المحصول. كذلك تميزت الثمار الناضجة للنباتات الناتجة من معاملة البذور بزيادة محتواها من كل من: المواد الصلبة الذائبة الكلية، والجلوكوز، والفراكتوز، والمواد الكاروتينية، مقارنة بثمار الكنترول.

الفلفل

التبكير والمحصول وجودة الثمار

من بين معاملات منظمات النمو التى درس تأثيرها على الفلفل، ما يلى:

١-أدت معاملة صنف الفلفل تباسكو بالترياكونتانول Triacontanol عن طريق التربة إلى إحداث زيادة جوهرية فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى تحت ظروف الحقل (Mamat وآخرون ١٩٨٣).

٢-أدت معاملة بادرات الفلفل بالباكلوبترازول Paclobutrazol بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون عن طريق التربة إلى إحداث زيادة جوهرية فى المحصول المبكر، وزيادة وزن الثمرة، ووزن جدرها، مع نقص فى ارتفاع النباتات (Mojecka-Berova & Kerin ١٩٩٥).

إسراع نضج الثمار

يمكن معاملة الأصناف الحريفة - التى تستعمل ثمارها الحمراء - بالإثيفون لإسراع تلونها، خاصة فى المزارع التى تحصد آليًّا، حيث يكون من الضرورى تركيز نضج الثمار خلال فترة قصيرة نسبيًّا ليمكن حصادها مرة واحدة. وقد وجد Lockwood & Vines (١٩٧٢) أن معاملة نباتات الفلفل البيمينتو بالإثيفون أدت إلى سرعة تلونها، مع زيادة نسبة الثمار الحمراء. كما حصل Cantliffe & Goodwin (١٩٧٥) على زيادة جوهرية فى محصول الثمار الحمراء برش نباتات الصنف ستادونز سيليكت Staddons Select مرة واحدة، بتركيز ٧٥٠ جزء فى المليون، وقد أفادت المعاملتان فى زيادة نسبة الثمار الحمراء عند إجراء الحصاد آليًّا.

وقد أدى رش نباتات الفلفل الحلو تحت ظروف الصوبة بالإثيفون بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون عندما كانت الثمار فى بداية مرحلة التحول اللونى إلى اكتمال تلون الثمار باللون الأحمر فى خلال ١٠ أيام، وأدت التركيزات الأعلى (٢٥٠، و٥٠٠ جزء

فى المليون) إلى سقوط الأوراق والثمار فى خلال خمسة أيام من المعاملة. أما تحت ظروف الحقل فقد أدى رش نباتات الفلفل البيمينتو Pimiento عند مرحلة التحول اللونى بتركيز صفر، أو ١٠٠، أو ٢٥٠، و ٥٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة نسبة الثمار الحمراء المكتملة التلوين عندما أجرى الحصاد بعد ١٧ يومًا من المعاملة — إلى ١٥,٣، و١٨,٣، و٢٤,٣، و٦١,١٪ على التوالى (عن Weaver ١٩٧٢).

ويستعمل الإثيفون — عادة — بمعدل ٠,٨ — ١,١ كجم فى ٤٥٠– ١١٠٠ لتر ماء للهكتار (٣٥٠–٤٥٠ جم فى ٢٠٠–٤٥٠ لتر ماء للفدان) عندما تكون حوالى ١٠٪ من الثمار فى أى درجة من درجات التلوين بالنسبة للفلفل الحلو، ونحو ١٠٪–٣٠٪ من الثمار فى أى درجة من التلوين بالنسبة للفلفل الحريف، وذلك بهدف إسراع نضج الثمار وزيادة تجانسه (عن Read ١٩٨٢).

هذا.. إلا أنه لا يشيع كثيرًا استعمال الإثيفون فى إسراع نضج وتلوين ثمار الفلفل، بسبب التأثيرات السلبية لهذه المعاملة، والتى من أبرزها تحفيز سقوط الثمار والأوراق؛ الأمر الذى يزداد بزيادة التركيز المستعمل من الإثيفون، وخاصة بالنسبة للثمار التى لم تكمل نموها بعد. هذا إلا أن خلط أيدروكسيد الكالسيوم بتركيز ٠,١ مولار مع الإثيفون ساعد على بقاء ثمار صنف الفلفل تاباسكو Tabasco على النباتات لحين حصادها آليًّا. ومن المعلوم أن الكالسيوم يساعد على سلامة الجدر والأغشية الخلوية ويمنعها من التدهور فى منطقة الإنفصال. أما بالنسبة للفلفل البابريكا، فإن زيادة تركيز الإثيفون المستعمل فى رش النباتات حتى ٦٠٠٠ ميكروليتر/لتر أحدثت زيادة خطية فى سقوط الثمار سواء أكان الرش به منفردًا، أم كان مخلوطًا مع ٠,١ مولار من أيدروكسيد الكالسيوم. وقد ازدادت كمية المحصول الصالح للتسويق بزيادة تركيز الإثيفون المستعمل إلى ٦٠٠٠ ميكروليتر/لتر، وكان السبب الرئيسى لتلك الزيادة هو النقص فى وزن الثمار الخضراء التى حُصدت آليًّا. هذا إلا أن معاملة الإثيفون لم تُحدث أبدًا أية زيادة معنوية فى الوزن الجاف للمحصول الصالح للتسويق مقارنة بالكنترول. كذلك لم تؤثر معاملة الإثيفون على كثافة الصبغة الحمراء المستخلصة من المحصول المجفف (Conrad & Sundstrom ١٩٨٧).

البطاطس

كسر سكون درنات التقاوى

يستعمل حامض الجيريلليك فى كسر سكون الدرنات المستعملة كتقاوٍ وتحفيز نمو براعمها؛ وذلك بغمر الدرنات فى محلول من منظم النمو بتركيز جزء واحد فى المليون قبل زراعتها. وتسمح هذه المعاملة بزراعة التقاوى مباشرة،وتفيد — بصورة خاصة — مع الأصناف التى تمر بفترة سكونٍ طويلةٍ قبل أن تصبح قادرةً على الإنبات؛ مثل الأصناف ذات الدرنات الحمراء.

زيادة دكنة اللون الأحمر للدرنات الحمراء

يفيد التعفير بالـ ٢، ٤–د 2,4-D كمسحوقٍ بتركيز ١٪ بمعدل ٨٠ جرامًا للهكتار (٣٣ جم/فدان) قبل مرحلة تكوين البراعم الزهرية، ثم مرة أخرى بعد ١٠–١٥ يومًا.. تفيد هذه المعاملة فى زيادة دكنة اللون الأحمر فى الأصناف ذات الجلد الأحمر، ولكن هذه المعاملة ليست شائعةً، ولا يوصى بها (عن Read ١٩٨٢).

إنتاج درنات صغيرة الحجم

أفادت معاملة النموات الخضرية للبطاطس بالإثيفون بمعدل ٣٠٠ جم من المادة الفعالة للهكتار (١٢٥ جم/فدان) فى زيادة عدد الدرنات المتكونة مع نقصٍ فى حجمها، مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد صاحب هذه المعاملة نقص فى الكثافة النوعية للدرنات، وزيادة فى نسبة الدرنات المشوهة، مع نقصٍ فى الإصابة بالقلب الأجوف، لكن لم يتأثر لون البطاطس عند تحميرها (Rex ١٩٩٢). وربما تفيد هذه المعاملة فى حقول إنتاج التقاوى.

كذلك وجد Bandara & Tanino (١٩٩٥) أن رش نباتات البطاطس بالبكلوبترازول Paclobutrazol بتركيز ٤٥٠ جزءًا فى المليون — خلال المرحلة الأولى لتكوين الدرنات — أدى إلى مضاعفة عدد الدرنات المتكونة/نبات — تقريبًا — دون التأثير على المحصول الكلى.

كذلك أدت المعاملة إلى زيادة فترة سكون الدرنات بنحو ثلاثة أسابيع؛ وبذا.. فإن هذه المعاملة تفيد فى إنتاج درنات صغيرة الحجم.

التخلص من الثمار

لاشك أن أزهار وثمار البطاطس تستهلك جزءًا من طاقة النبات يمكن توجيها إلى الدرنات. كما أن سقوط الثمار بما فيها من بذور على الأرض يحفز استمرار تواجد وتكاثر مسببات الأمراض والآفات المرضية التى تصيب البطاطس.

وقد تمكن Veerman & Loon (١٩٩٣) من منع عقد ثمار البطاطس كليةً فى صنف البطاطس فان جوخ برش النباتات فى المراحل المبكرة لتكوين البراعم الزهرية بمركب MCPA بمعدل ٥٠٠- ٧٥٠ جرامًا من المادة الفعالة للهكتار (٢١٠ إلى ٣١٥ جم/فدان)، أو بالإثيفون بمعدل ١٤٤-١٩٢ جرامًا من المادة الفعالة للهكتار (٦٠-٨٠ جم/فدان). وبينما لم تكن لمعاملة MCPA أية تأثيرات على كمية المحصول أو نوعية الدرنات، فإن معاملة الإثيفون أنقصت نسبة الدرنات التى يزيد قطرها على ٥ سم.

التخلص من النموات الخضرية

يفيد التخلص من النموات الخضرية فى تسهيل عملية الحصاد، ويعتبر هارفيد Harvade من أكثر منظمات النمو استخدامًا لهذا الغرض. وهو يستعمل بمعدل ٠,٣- ١,١ كيلوجرامًا للهكتار (حوالى ٠,١٢٥- ٠,٤٦٠ كجم/فدان) قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو ١٤-٢٠ يومًا (عن Read ١٩٨٢).

تثبيط نمو البراعم فى المخازن

يكون الغرض من معاملة النباتات فى الحقل قبل الحصاد بمثبطات التبرعم Sprout inhibitors هو وقف تبرعم درنات المحصول المزمع تخزينه لفترة قبل استهلاكه؛ وذلك حتى لا تصل إلى المستهلك وهى نابتة. وتجرى هذه المعاملة فى الحقل بأحد المركبين التاليين:

١- الماليك هيدرازيد Maleic hydrazide:

الماليك هيدرازيد هو ملح البوتاسيوم لـ 1,2,dihdro-3,6-pyridazinedione، ويستخدم هذا المركب بتركيز ١٠٠٠- ٦٠٠٠ جزء فى المليون عندما تبدأ الأوراق السفلى للنبات فى الاصفرار، ويكون ذلك عادةً قبل الحصاد بنحو ٤-٦ أسابيع. وتكفى هذه المعاملة لمنع تزريع الدرنات المنتجة لمدة ستة أشهر عند تخزينها فى حرارة تتراوح من ٤-٢٠ °م، دون أن يكون للمعاملة أية تأثيرات جانبيةٍ على المحصول، أو الكثافة النوعية للدرنات. ومن الضرورى الالتزام بالتوقيت الصحيح للمعاملة، لأن إجراءها باكرًا عند وضع الدرنات يؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة نسبة الدرنات المشوهة، بينما لا تكون المعاملة مجدية إذا أجريت بعد تمام تكوين الدرنات؛ لأن المادة يجب أن تمتص عن طريق الأوراق الخضراء، وتسرى مع الغذاء المجهز إلى الدرنات؛ التى يكون قطرها عند المعاملة ٢,٥ سم، حتى تُحدث تأثيرها.

٢- ميثيل إسترنفثالين حامض الخليك methyl ester of naphthalene-acetic acid: هذا المركب قليل الاستعمال فى الحقل، وقد كان مستعملاً بكثرة فى معاملة الدرنات أثناء التخزين.

تطبيقات مختلف مجموعات منظمات النمو

١- الكينينات

وجد أن الكينينات Kinins (مثل الكينتين Kinetin، والزياتين Zeatin، والبنزيل أدنين Benzyladenine) تؤدى إلى كسر سكون درنات البطاطس، وقد كان نقع الدرنات فى البنزيل أدنين Benzyladenine بتركيز ٢٠ جزءًا — ١٠٠ جزء فى المليون أكثر فاعلية فى كسر سكون الدرنات عن المعاملة بأىٍ من الكينتين أو حامض الجبريلليك. كذلك تؤدى المعاملة بالكينينات إلى إضعاف السيادة القمية.

وقد أدت معاملة نباتات البطاطس فى الحقل بالبنزيل أدنين إلى زيادة أعداد السيقان وأطوالها. كما أدى الرش بمعدل ٢,٨ جم من الكينتين المستخلص من الأعشاب البحرية/هكتار

إلى إحداث زيادة جوهرية فى محصول الدرنات مع زيادة تجانسها فى الحجم. هذا.. إلا أن فاعلية المعاملة بالكينينات — فى هذا الشأن — تختلف باختلاف الأصناف.

ومن المركبات الجديدة ذات التأثيرات المشابهة لتأثير السيتوكينيات — وإن كان يمثل عائلةً أخرى من الهرمونات النباتية — مركب 1-(m)-methoxybenzyl-3-nitroguandine؛ الذى يأخذ الرمز الكودى AC 243,654. وقد أدت معاملة نباتات البطاطس بهذا المركب بعد أسبوعين من الإنبات بمعدل كيلوجرام واحد أو أربعة كيلو جرامات للهكتار (٠,٤٢ — ١,٦٧ كجم/فدان) إلى التبكير فى وضع الدرنات بنحو أسبوع، وتأخير شيخوخة النبات، وزيادة المحصول الكلى، ومحصول الدرنات الكبيرة الحجم، مع نقص عدد الدرنات/نبات ومحصول الدرنات الصغيرة الحجم (Pavlista ١٩٩٣).

٢- حامض الجبريلليك

بينما تؤدى معاملة الدرنات الساكنة بحامض الجبريلليك إلى سرعة إنباتها عن الدرنات الساكنة غير المعاملة، فإنها تؤدى — كذلك — إلى زيادة عدد الدرنات ونقص حجمها؛ الأمر الذى لا يناسب الإنتاج التجارى للبطاطس؛ الذى يفضل فيه أن تكون الدرنات كبيرة الحجم، ولكن هذا التأثير قد يكون مرغوبًا فيه فى حقول إنتاج التقاوى، وكبديلٍ لزيادة كثافة الزراعة عند ارتفاع ثمن التقاوى.

كذلك أدى رش نباتات البطاطس بالجبريللين بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون قبل الحصاد بنحو أسبوعين إلى تحفيز تبرعم الدرنات بعد حصادها. وأدى استعمال تركيزات من منظم النمو أعلى من ١٠ أجزاء فى المليون إلى إنتاج درنات ثانوية على الدرنات الأولية.

وقد أفادت معاملة درنات محصول العروة الصيفية بالجبريللين — بتركيز جزء واحد فى — المليون — فى كسر سكون الدرنات لأجل استعمالها كتقاوٍ للعروة الخريفية، وكان محصول العروة الخريفية أعلى عندما عوملت تقاويها بكلٍ من الجبريللين والرايندیت معًا.

كذلك استفاد مربو البطاطس من المعاملة بالجبريللين فى زيادة أعداد الأزهار التى يمكن استعمالها فى إجراء التلقيحات.

ولما كانت المعاملة بالجبريللين تحفز نمو البراعم، فقد أمكن الاستفادة منها فى الكشف عن إصابة الدرنات بالفيروسات.

٣- منظم النمو وسبيد الشائش ٢، ٤-د

إلى جانب تأثير منظم النمو ٢،٤-د فى زيادة دكنة اللون الأحمر لدرنات البطاطس ذات الجلد الأحمر — والذى أسلفنا بيانه — فإن المعاملة بهذا المركب تؤدى إلى زيادة الكثافة النوعية للدرنات، وزيادة أعدادها، وزيادة نسبة الدرنات المتوسطة الحجم. ولكن لا يوصى بإجراء هذه المعاملة.

٤- الألار Alar (أو B-9)

أدت المعاملة بالألار N-Dimethyl Amino Succinamic Acid فى الحقل إلى تثبيط نمو السيقان، وزيادة محصول الدرنات وعددها، وكذلك زيادة نسبة الدرنات متوسطة الحجم. وتزداد فاعلية المعاملة عندما تجرى مبكرًا خلال موسم النمو؛ وتفيد هذه المعاملة فى حقول إنتاج تقاوى البطاطس، ولكن لا يوصى باتباعها.

٥- الكلورمكوات Chlormequat (أو CCC)

أدت المعاملة بالكلورمكوات 2-Chloroethyl Trimethylammonium Chloride إلى تثبيط استطالة السيقان، وزيادة محصول الدرنات، وخاصة عندما أجريت بعد ٦٤ يومًا من الزراعة بمعدل ١ كجم/هكتار (حوالى ٠,٤٢ كجم/فدان) (Stallkneecht ١٩٨٣)، ولكن لا يوصى بإجراء هذه المعاملة.

٦- الترايا كونتانول

أدت معاملة نباتات البطاطس ثلاث مرات بالترياكونتانول بتركيز ٥ ميكروجرام/لتر ابتداءً من بعد زراعتها بمدة ٤٥ يومًا.. أدت إلى زيادة محصول الدرنات بنسبة ٢٩٪ (Kapitsimadi ١٩٩٥).

البصل

منع الإزهار المبكر

تمكن Izquierdo & Corgan (١٩٨٠) من خفض نسبة النباتات التى تتجه نحو الإزهار المبكر فى نيومكسيكو، وذلك بمعاملة نباتات الزراعة الخريفية فى أواخر الشتاء بالإثيفون بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون. وأدت هذه المعاملة إلى تقليل نمو الأوراق أيضًا، كما ارتبطت فاعلية المعاملة جوهريًا بقطر البصلة؛ فكان تثبيط الإزهار المبكر أعلى ما يمكن عندما تراوح قطر البصلة وقت إجراء المعاملة من ٠,٩– ١,٦ سم، بينما لم تؤد المعاملة إلى زيادة نسبة المحصول الصالح للتسويق إلا عندما كانت نسبة الإزهار المبكر مرتفعة أصلاً فى نباتات معاملة المقارنة (الكنترول). أما عندما كانت نسبة الإزهار المبكر منخفضة بطبيعتها فى الكنترول، فقد أدت المعاملة بالإيثيفون إلى نقص المحصول نتيجة لإنقاصها حجم البصلة.

منع التزريع فى المخازن

وُجد أن رش نباتات البصل قبل الحصاد بنحو ١٠–١٤ يومًا بماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide، بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون يؤدى إلى منع تزريع البصل فى المخازن نهائيًا. ولتوقيت المعاملة أهمية كبيرة، نظرًا لأن التبكير بها عن الموعد المناسب يجعل الأبصال أقل صلابة، والتأخير بها يجعلها عديمة الجدوى. ويكون أفضل وقت للمعاملة عندما تتدلى أوراق نحو ٥٠٪ من النباتات، كما لا تكون المعاملة فعالة إلا إذا وصل منظم النمو إلى الأنسجة الخضراء فى الورقة، حيث ينتقل منها إلى الأنسجة الميرستيمية فى البصلة لتحدث التأثير المطلوب. ولذا.. فإن معاملة الأبصال نفسها بماليك هيدرازيد لا تفيد لأن المادة تبقى على الحراشيف الميتة الخارجية، ولا تنتقل إلى داخل البصلة. وليس لهذه المعاملة أية تأثيرات غير مرغوبة على البصل، فهى لا تؤثر على اللون أو النكهة، كما أنها لا تؤدى إلى طراوة الأبصال أو تفريغها، ولا تحدث بالأبصال أية نموات غير طبيعية.

ينتقل الماليك هيدرازيد من الأوراق الخضراء النشطة فى عملية البناء الضوئى إلى القمة الخضرية الميرستيمية؛ حيث يمنع انقسامها. وقد تزداد خلايا القمة الميرستيمية فى الأبصال المخزنة إلى ٤- ٥ أضعاف حجمها الطبيعى، ولكنها لا تنقسم، ولا تتميز منها أعضاء جديدة، بل تموت وتتحلل، ويؤدى ذلك فى الأبصال المخزنة إلى تثبيط التزريع والتجذير. ومقارنة بأبصال النباتات غير المعاملة بالماليك هيدرازيد، فإنه لا تحدث فى أبصال النباتات المعاملة الزيادة فى السيتوكينينات ومنشطات النمو الأخرى التى ترتبط بالتزريع، أو النقص فى مثبطات النمو الذى يرتبط بالتزريع كذلك، كما لا تحدث فيها الزيادة السريعة فى معدل التنفس التى تحدث عند اقتراب الأبصال من مرحلة التزريع.

ولكى يُحدث الماليك هيدرازيد تأثيره المثبط للنمو فإن تركيزه فى مركز البصلة يجب ألا يقل عن ٢٠ جزءًا فى المليون. ولذا.. فإن لتوقيت المعاملة بمنظم النمو أهميته الكبيرة؛ حيث يجب أن يتجمع المركب فى القمة النامية للبصلة بعد أن تكمل انقساماتها التى تلزم لتكوين حراشيف البصلة ومبادئ أوراقها، ولكن قبل أن تفقد أنصال الأوراق قدرتها على القيام بعملية البناء الضوئى، حيث ينتقل منظم النمو مع الغذاء المجهز فى الأوراق الخضراء إلى القمة النامية فى البصلة. وتؤدى المعاملة مبكرًا قبل قرب اكتمال تكوين الأبصال إلى جعلها غير طبيعية، وطرية، وإسفنجية المركز.

يتراوح التوقيت المناسب للمعاملة بين مرحلة تدلى أوراق ١٠٪ من النباتات فى المناطق الباردة ومرحلة تدلى أوراق ٥٠٪ من النباتات فى المناطق الحارة. وتجب أن تمر فترة ١٠ ساعات لا تسقط خلالها الأمطار بعد المعاملة لكى يكتمل امتصاص المركب.

وإذا تعدى المحصول المرحلة المناسبة للمعاملة كأن تكون أوراق أكثر من ٥٠٪ من النباتات قد تدلت بالفعل، أو أن تكون بعض الأوراق قد بدأت فى الجفاف، فإنه يمكن زيادة جرعة الماليك هيدرازيد المستعملة فى الرش بنسبة ٥٠٪ (باستعمال ١,٥ كجم من المادة الفعالة أو نحو ٣,٧٥ كجم من المركب التجارى MH-40 للفدان بدلاً من كيلوجرام واحد من المادة الفعالة أو نحو ٢,٥ كجم من المركب التجارى للفدان.

وتجدر الإشارة إلى أن الأنسجة البرعمية الداخلية فى الأبصال التى سبقت معاملتها بالماليك هيدرازيد قبل الحصاد لا تصبح صفراء أو خضراء اللون عند تعرضها للضوء، ولكن تبقى بيضاء وساكنة. ويمكن بهذا الاختبار التعرف – بسهولة- على ما إذا كانت الأبصال قد عوملت بالماليك هيدرازيد من عدمه.

هذا.. ولا تجوز معاملة الحقول المعدة لاستعمال أبصالها كتقاو لإنتاج البذور بالماليك هيدرازيد (Isenberg ١٩٥٦).

وتجدر الإشارة إلى أنه يتوفر أكثر من ٢١ تحضيرًا تجاريًّا من الماليك هيدرازيد تتفاوت فى نسبة المادة الفعالة التى توجد فيها (Read ١٩٨٢).

ويعتبر الماليك هيدرازيد من المركبات القليلة السمية جدًّا للإنسان، حيث يمكن أن يصل إلى جسم الإنسان منه – مع الطعام – نحو ٥ ملليجرامات لكل كيلوجرام من وزن الجسم دون أن تحدث منه أية أضرار.

الثوم

يُستخدم المبيكوات كلورايد mepiquat chloride (الذى يتوفر بنسبة ٥٪ فى المنتج التجارى بكس Pix) فى تحسين جودة ومحصول الثوم؛ حيث يؤدى رش النباتات وهى بعمر ٥–٧ ورقات بنصف لتر/فدان من التحضير التجارى بكس إلى زيادة اخضرار الأوراق وزيادة مقاومتها للأمراض الفطرية والحشرية (مثل التربس وذبابة البصل الكبيرة والصغيرة)، وزيادة التصاق القشرة بالبصلة (من نشرة للمنتج التجارى).

الكنتالوب

قُورنت معاملة الكنتالوب بمثبط تمثيل الإثيلين: aminoethoxyvinylglycine (اختصارًا: AVG) بمعدل ١٢٤ جم مادة فعالة/هكتار (٥٢ جم/فدان) فى جرعة واحدة أو جرعتين بين ٧٠ و٢١ يومًا قبل الحصاد إما عن طريق الرش الورقى أو الحقن فى التربة فى منطقة نمو الجذور. وقد أدت المعاملة بطريقة الحقن إلى زيادة التبكير فى النضج مقارنة بطريقة الرش. وازداد المحصول الكلى الصالح للتسويق بطريقة الحقن –

ولكن ليس بطريقة الرش – مقارنة بالكنترول. وفى المقابل .. أدت المعاملة بالرش إلى تقليل حجم الثمار وحجم الفجوة الداخلية. وبينما لم تؤثر المعاملة بطريقة الرش على جودة الثمار أثناء التخزين، فإن المعاملة بالحقن أدت إلى زيادة صلابة الثمار. وبصفة عامة فإن تأثير المعاملة بالـ AVG كان أفضل عندما أُجريت بحقن التربة مقارنة بتأثير المعاملة بالرش (Leskovar وآخرون ٢٠٠٦).

أحدثت معاملة نباتات الكنتالوب بالماليك هيدرازيد زيادة كبيرة فى حجم خلايا الثمرة، مقارنة بحجم الخلايا فى الثمار غير المعاملة، وذلك خلال المراحل المبكرة من تكوين الثمار، كما كان عدد الخلايا فى الثمار المعاملة أقل مما كان فى الثمار غير المعاملة فى المراحل المتأخرة لتكوين الثمار. وكان محتوى الثمار من السكروز والجلوكوز والفراكتوز أعلى فى الثمار المعاملة عما فى غير المعاملة. ولذا.. يُعتقد أن تراكم السكروز فى الثمار التى تعرضت لمعاملة الماليك هيدرازيد كان أسرع نتيجة للزيادة المبكرة فى حجم الخلايا، ثم ازداد محتوى السكر أكثر نتيجة للانخفاض فى عدد الخلايا بالثمار خلال المراحل المتأخرة من تكوينها (Kano ٢٠٠٧).

البطيخ

أحدثت معاملة أزهار البطيخ عند تفتحها بالـ (2-chloro-4-pyridyl)-N- phenylurea (اختصارًا: CPPU) زيادة فى معدل نمو الثمار، وفى سمك القشرة البيضاء، وفى العدد الكلى للخلايا بالثمرة، وخاصة الخلايا الأصغر حجمًا (Kano ٢٠٠٠).

كما وجد أن تطعيم البطيخ الثلاثى التضاعف (صنف Reina de Corazones) فى صوبة مدفأة على أصل من الهجين النوعى Shintoza (وهو: *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*)، وكذلك عقد ثماره بالمعاملة بالـ CPPU قللا من تراكم السكر والمواد الصلبة الكلية بالثمار ومن التلوين الجيد للب، مقارنة بعدم التطعيم والعقد الطبيعى، كما كان تأثير المعاملتين متجمعًا. وأدت كلتا المعاملتين – كذلك – إلى خفض نسبة السكروز إلى السكر السداسى فى الثمار عما فى ثمار الكنترول (Lopez-Galarza وآخرون ٢٠٠٤).

إن التلقيح يُعد مشكلة فى إنتاج البطيخ اللابذرى عند ضعف الإضاءة وانخفاض درجة الحرارة؛ بسبب ضعف نشاط النحل فى تلك الظروف، وقد يفيد فيها اللجوء إلى استعمال منظمات النمو. وفى دراسة عُوملت فيها الأزهار بالـ CPPU بتركيزات تراوحت بين ٥٠، و٢٠٠ مجم/لتر بمعدل ٠,٦ مل لكل مبيض، بالإضافة إلى رش النموات الخضرية بالـ 2,4-D بتركيزات تراوحت بين ٤، و١٢ مجم/لتر بمعدل ١٠٠٠ لتر/هكتار (٤٢٠ لتر للفدان).. كان عدد الثمار المنتجة بمعاملة الـ CPPU مماثلاً للعدد المتكون عندما كان التلقيح بالنحل، وتراوح أفضل تركيز بين ١٠٠، و ٢٠٠ مجم/لتر، كما وجد ارتباط موجب بين محصول الثمار وتركيز الـ CPPU المستخدم. وعلى الرغم من انخفاض نسبة السكر بالثمار فى حالة المعاملة بالـ CPPU مقارنة بمعاملة الـ 2,4-D فإن كلتا المعاملتين كانت ثمارهما مقبولة من حيث محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية (Huitrón وآخرون ٢٠٠٧).

الفلفل

يُفيد التحكم فى طول شتلات الخضر فى جعلها أكثر مناسبة وتحملاً لعمليتى الشحن والشتل. وبينما يمنع حامض الأبسيسك زيادة استطالة السيقان، فإنه يمكن — كذلك — أن يستحث نموات غير طبيعية غير مرغوب فيها. وقد وجد عند معاملة صنفين من الفلفل بحامض الأبسيسك بمعدل ٠,٧١ مجم/نبات أن المعاملة كانت فعالة وأدت إلى تقصير طول شتلات الصنف الحلو Excursion II إلى نحو ٨٠٪ –٨٨٪ من طول نباتات الكنترول حتى الشتل، وأدت إلى تقصير طول النباتات مع اصفرار أوراقها فى الصنف الجالابينو Colima. وليمكن تجنب أى آثار سلبية للمعاملة فإنها يجب أن تتم بعد بزوغ الورقة الحقيقية الأولى بأسبوع واحد على الأقل. هذا.. وكان التأثير الذى أحدثته المعاملة مرحليًّا، حيث لم يستمر بعد الشتل، وهو أمر مرغوب فيه (Agehara & Leskovar ٢٠١٤).

الفاصوليا

يؤدى رش نباتات الفاصوليا ببعض منظمات النمو إلى تحسين عقد الثمار وزيادة

المحصول عندما تكون درجة الحرارة أعلى من ٣٢°م أثناء الإزهار. ويصاحب ذلك نقص فى عدد البذور فى القرن، وتكون القرون أصغر حجمًا وأفضل نوعية. كما تؤدى المعاملة بمنظمات النمو — عندما تكون الظروف مناسبة للعقد — إلى زيادة المحصول، ولكن الزيادة تكون قليلة، ولا تتعدى ١٠٪–٢٠٪. وترجع الزيادة فى المحصول فى هذه الحالة إلى زيادة نمو القرون فى النباتات المعاملة.

ومن بين منظمات النمو التى استخدمت بنجاح لتحسين عقد الثمار فى الفاصوليا الأوكسينات التالية:

١–نفثالين حامض الخليك alpha-naphthalineacetic acid (اختصارًا NAA) بتركيز ٥– ٢٥ جزء فى المليون.

٢–بيتا نفثوكسى حامض الخليك beta-naphthoxyacetic acid (اختصارًا NOA) بتركيز ٥–٢٥ جزء فى المليون.

٣–باراكلوروفينوكسى حامض الخليك Parachlorophenoxacetic acid (اختصارًا CIPA) بتركيز ١– ٥ أجزاء فى المليون، وهو أكثرها تأثيرًا.

٤–ألفا–أورثو–كلوروفينوكسى حامض البروبيونك alpha-ortho-chlorophenoxypropionic acid (اختصارًا CIPA) بتركيز ١– ٥ أجزاء فى المليون.

تجرى المعاملة برش النبات كله، وتكفى عادة رشة واحدة عندما تكون النباتات فى مرحلة الإزهار التام full bloom. ويمكن عند الضرورة إجراء رشة أخرى بعد نحو ٧– ١٠ أيام أخرى. ويكفى عادة من ١–٢ جم من منظم النمو فى كل رشة للفدان. ولا تُحدث هذه المعاملة أى أضرار للبراعم الزهرية الصغيرة (Wittwer ١٩٥٤، وWeaver ١٩٧٢).

هذا.. ويلاحظ أن القرون الأولى التى تعقد على نبات الفاصوليا تكون قريبة من سطح التربة؛ مما يعرضها للتلف؛ لذا.. فإن أى محاولة لإبعاد تلك القرون عن سطح التربة قد تؤدى إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق. وقد كان ذلك ممكنًا برش بادرات الفاصوليا وهى

فى مرحلة اكتمال تكوين الأوراق الفلقية بالجبريللين؛ حيث أدت المعاملة إلى استطالة العقد الأولى على الساق؛ مما أدى إلى رفع مستوى القرون السفلى بنحو ٥ سم، وزيادة المحصول بنسبة تراوحت بين ١٤٪، و١٨٪ (Palvista وآخرون ٢٠١٣).

الفراولة

تقليل إنتاج المدادات

أدى رش الفراولة (صنف شاندلر) بالـ prohexadione-calcium بتركيزات عالية وصلت إلى ٤٨٠ مجم مادة فعالة/لتر إما مرة واحدة بعد الشتل بأسبوع، وإما مرتان بينهما ثلاثة أسابيع إلى خفض تكوين المدادات الخريفية بمقدار ٥٧٪-٩٣٪، مع زيادة فى تكوين التيجان الفرعية الخريفية. ولم يكن للمعاملة أى تأثير على مورفولوجيا النبات خلال الربيع التالى أو أى تأثيرات سلبية على صفات جودة الثمار أو المحصول (Black ٢٠٠٤).

كما وجد أن رش نباتات الفراولة (صنفا Seascape، وSelva المحايدين للفترة الضوئية) فى زراعات فريجو بمثبط النمو prohexadione-Ca بتركيز ٢٤٠ مجم مادة فعالة/لتر مرة واحدة أو مرتان — بينهما أسبوع واحد — بعد الإزهار مباشرة أدى إلى خفض إنتاج المدادات بنسبة ٥٠٪، وإلى زيادة أعداد التيجان (Black ٢٠٠٦).

كسر سكون الأزهار والبراعم

تُعامل نباتات الفراولة بحامض الجبريلليك؛ بهدف كسر سكون الأزهار والبراعم؛ مما يؤدى إلى إطالة موسم إنتاج الثمار وزيادة المحصول، وتكفى لذلك المعاملة بتركيز ٢٠ جزء فى المليون، كما وجد فى إحدى الدراسات (Ozguven & Yilmaz ٢٠٠٢)، أو بتركيز ٥٠ جزء فى المليون، كما وجد فى دراسة أخرى (Paroussi وآخرون ٢٠٠٢)، إلا أن الدراسة الأخيرة لم تأخذْ فى الاعتبار تركيزات لحامض الجبريلليك تقل عن ٥٠ جزءًا فى المليون.

عقد الثمار ونموها

يظهر الأوكسين الحر فى الثمار الحقيقية للفراولة بعد ٤ أيام من تفتح الزهرة، وتظهر كميات بسيطة منه فى التخت الزهرى بعد ٧ أيام أخرى، ويصل إلى أعلى تركيز له فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى قبل مرحلة التلون الأبيض للثمرة، وبعد ذلك ينخفض — تدريجيًا — مستوى الأوكسين الحر فى التخت الزهرى، ثم فى البذور الحقيقية، وذلك مع بدء تلون الثمرة باللون الأحمر (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

وقد وجد Nitsch أن إزالة أمتعة الأزهار (أو الثمار الفقيرة) فى أى مرحلة — قبل أن تكمل تكوينها — أدى إلى وقف نمو التخت الزهرى، بينما أدت إزالة بعضها فقط إلى إنتاج ثمار مشوهة، حيث لم يستمر نمو التخت الزهرى إلا فى الأجزاء المحيطة بالثمار الفقيرة المتبقية فقط. ويتناسب وزن الجزء اللحمى (الثمرة المأكولة) مع عدد الثمار الفقيرة الموجودة به.

ويمكن أن تحل المعاملة ببعض منظمات النمو محل البويضات المخصبة فى تنشيط نمو التخت الزهرى، مثل المعاملة بأى من نفثوكسى حامض الخليك naphthoxyacetic acid، أو إندول حامض البيوتريك indolebutyric acid فى اللانولين. فعندما سمح للأزهار بالتلقيح والإخصاب الطبيعيين، ثم بعد ٩ أيام أزيلت الثمار الفقيرة التى كانت فى بداية تكوينها، أدت المعاملة بأى من هذين الأوكسينين الصناعيين إلى استمرار نمو التخت الزهرى بصورة طبيعية، ولكن تطلب الأمر استعمال تركيز عالٍ قدره ١٠٠ جزء فى المليون من منظم النمو (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

كذلك أدى رش نورات الفراولة فى السلالات الأنثوية بإندول حامض الخليك بتركيزات تراوحت بين ٠,٠٠٥، و ٠,١٪ إلى نمو مبايض الأزهار (الثمار الفقيرة achens) بصورة طبيعية، ولكنها كانت خالية من البذور، كذلك أدى الرش بتركيز ٠,٠٥٪ أو ٠,١٪ من هذا الهرمون إلى نمو التخت الزهرى فى بعض الأزهار بصورة طبيعية وتكوين ثمار ناضجة طبيعية المظهر، إلا إنه لم تتكون أبدًا بهذه الطريقة أكثر من ثمرة واحدة بكل نورة.

كما تمكن Nitsch (١٩٦٢) من الحصول على عقد جيد للثمار فى إحدى سلالات الفراولة الأنثوية بمعاملتها وقت تفتح الأزهار بمنظم النمو 1-napthaleneacetamide بتركيز ٠,٠١ مولار، وقد كانت الثمار المنتجة مكتملة النمو وبكرية.

ووُجِدَ أن معاملة قمة تخت أزهار الفراولة غير الملقحة بنفثالين حامض الخليك NAA بتركيز ١٠$^{-٣}$ مولار + ٢٪ دايمثيل سلفوكسيد dimethylsulfoxide فى اللانولين أدت إلى تحفيز استطالة التخت الزهرى، وإنتاج ثمرة مكتملة الحجم (Southwick & Poovaiah ١٩٨٧).

هذا.. ولا تحفز المعاملة بحامض الجبريلليك نمو التخت الزهرى — إذا ما أزيلت الثمار الحقيقية — مثلما تفعل المعاملة بالأوكسين، حيث يقتصر تأثير الجبريللين على تحفيز نمو الجزء القاعدى فقط من التخت الزهرى (منطقة الرقبة neck region)، مما يؤدى إلى تشوه شكل الثمرة.

وعلى الرغم من أن المعاملة بأى من الجبريللين أو السيتوكينين لا تؤثر على نمو التخت الزهرى، فقد أمكن رصد نشاطهما فى ثمار الفراولة بعد ٧ أيام من تفتح الزهرة، وخاصة فى الثمار الحقيقية، وبعد ذلك انخفض تركيز السيتوكينين بشدة فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى، وبقى تركيزه منخفضًا إلى حين نضج الثمرة، بينما كان تركيز الجبريللين منخفضًا فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى، وازداد انخفاضه فيهما أثناء اكتمال الثمرة لنضجها (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

البطاطا

أدى رش حقول البطاطا صنف بيوريجارد Beauregard بالبروهكساديون كالسيوم Prohexadione-calcium (اختصارًا: Pro-Ca) بتركيز ١٨٠ مجم مادة فعالة/ لتر مرتان: الأولى منهما بعد أسبوعين من الشتل والثانية بعد ٦ أسابيع من الشتل.. أدى ذلك إلى إحداث خفض جوهرى فى طول النموات الخضرية، ووزنها، لكن مع إحداث زيادة جوهرية فى محصول الجذور الخازنة، مقارنة بما حدث فى معاملة الكنترول.

وعلى الرغم من عدم ظهور اختلاف جوهرى فى الكتلة البيولوجية الكلية المنتجة بين النباتات المعاملة بالـ Pro-Ca وغير المعاملة، فإن النباتات المعاملة كانت الأعلى فى محصول الجذور، بينما كانت غير المعاملة هى الأعلى فى محصول النمو الخضرى؛ بما يعنى أن الـ Pro-Ca أثر فى توزيع نواتج البناء الضوئى (Njiti وآخرون ٢٠١٣).

الخرشوف

تؤدى معاملة الخرشوف بالجبريللين قبل الموعد المرتقب للحصاد بنحو ٦–٨ أسابيع إلى التبكير فى إنتاج النورات، ويستخدم لذلك حامض الجبريلليك بتركيز ٢٠–٥٠ جزءًا فى المليون (Snyder وآخرون ١٩٧١، و Ryder وآخرون ١٩٨٣).

وتختلف الأصناف فى استجابتها لهذه المعاملة؛ فقد وجد De Angelis (١٩٧٠) أن معاملة نباتات الصنف الطويل النهار فرت دى بروفنس Vert de Provence عدة مرات بتركيز ١٢٠ جزءًا فى المليون.. أدت إلى إزهارها أثناء فصلى الخريف والشتاء، وزيادة عدد الأفرع الجانبية على الساق الرئيسية، وزيادة المحصول، وأدت معاملة الصنف المحايد فيولت دى بروفنس Violet de Provence عدة مرات بتركيز ٤٠ جزءًا فى المليون أو أكثر إلى زيادة إنتاج النورات.

وعمومًا.. يؤدى رش النموات الخضرية للخرشوف بحامض الجبريلليك GA_3 أو GA_{4+7} إلى التبكير فى الحصاد بعدة أسابيع وزيادة تجانس الإزهار. وتُجرى المعاملة – عادة – بالرش ٢–٣ مرات بين الرشة والتالية لها أسبوعين، بمعدل ٢٠ جزء فى المليون وبمقدار ١١٠ لتر من محلول الرش، وبما لا يزيد عن ٦,٦ جم من حامض الجبريلليك للفدان فى كل مرة، ويبدأ الرش بعد الشتل بنحو ٥–٧ أسابيع حينما يكون النمو النباتى بقطر ٤٥– ٦٠ سم.

ولأجل تأمين محصول جيد من الخرشوف لأطول فترة ممكنة يوصى بتقسيم الحقل المزروع إلى أربع مساحات يبدأ الرش فى إحداها بعد ٥ أسابيع من الشتل، وفى الثانية بعد

٦ أسابيع أخرى، وفى الثالثة بعد ٧ أسابيع إضافية، بينما تترك الرابعة بدون معاملة.

ويذكر أن معاملة الرش الموصى بها فى كاليفورنيا هى بمعدل ٢٥ ميكروجرام/مل (٢٥ ملليجرام/ لتر) فى ٤٠٠– ٥٠٠ لتر/هكتار (أى بنحو ١٧٠– ٢١٠ لترًا للفدان من محلول رش بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون). تعطى هذه المعاملة فى الخريف وحتى أول نوفمبر (عن Read ١٩٨٢).

وفى كاليفورنيا أدى الرش بالجبريللين مرة واحدة بتركيز ٢٥ أو ٥٠ جزءًا فى المليون فى سبتمبر إلى زيادة أعداد النورات وأحجامها خلال فترة بداية الحصاد من يناير إلى مارس، ولكن المحصول الكلى لم يتأثر بهذه المعاملة.

وإذا ما عوملت النباتات الصغيرة أثناء خروج البراعم الخضرية من سكونها فإن ذلك قد يؤدى إلى تبكير الحصاد بمقدار عدة أسابيع، مع زيادة عدد نورات النبات الواحد جوهريًا. ويتحقق ذلك خاصة إذا ما تكرر الرش بالجبريللين بعد كل دورة من دورات الإنتاج. كما أمكن زيادة المحصول بمقدار ٣٠٪–٤٠٪ دون التأثير على التبكير بتأخير الرشة الأولى حتى تصبح البراعم الأولى مرئية (عن Wittwer ١٩٨٣).

وفى دراسة أجريت على زراعات خرشوف حولية من الصنف إمبريال استار فى سان دياجو بكاليفورنيا لم تعط المعاملة بحامض الجبريلليك (GA_3) بتركيز ٢٠ أو ٤٠ جزءًا فى المليون، أو بالجبريللين GA_{4+7} + البنزيل أدنين (كل منهما بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون) بعد تسعة أسابيع أو أثنى عشر أسبوعًا من الشتل.. لم تعط التبكير والتجانس المطلوبين فى الإنتاج. هذا.. إلاّ أن الرش بحامض الجبريلليك بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون ثلاث مرات كل ١٤ يومًا أحدث زيادة جوهرية فى كل من المحصول المبكر والكلى، ومحصول النورات الكبيرة، وذلك عند بدء المعاملة بعد الشتل بأربعة أسابيع (Schrader ١٩٩٤).

وفى بيئة حوض البحر الأبيض المتوسط والمناطق الأخرى المماثلة لها.. تحتاج النباتات المكثرة بالبذرة إلى النمو شتاء أو خلال جزء من الشتاء لتحصل على احتياجاتها

من البرودة التى تلزم لإزهارها، وتحل المعاملة بالجبريللين محل تلك الاحتياجات؛ بما يسمح بإثمارها فى الخريف (Lin وآخرون ١٩٩١، و Mauromicale & Lerna ١٩٩٥).

وفى إيطاليا أدى رش النباتات وهى فى مرحلة الورقة السادسة – أو قبل ذلك – بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون إلى تبكير الحصاد بمقدار ستة أيام (عن Weaver ١٩٧٢).

وقد أدت المعاملة بالجبريللين فى قبرص إلى تبكير الحصاد بمقدار ثمانية أسابيع وزيادة المحصول بنسبة ٣٠٪، وذلك عندما كان الرش بمقدار ٣٠–٤٥ جم من حامض الجبريلليك للهكتار (١٢,٦– ١٨,٩ جم للفدان) كل ثلاثة أسابيع.

وفى الأرجنتين (بنصف الكرة الأرضية الجنوبى) أدت معاملة نباتات الخرشوف بحامض الجبريلليك برشة واحدة بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون فى أبريل ثم برشة أخرى بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون بعد شهر من الأولى إلى زيادة المحصول المبكر جوهريًّا وتبكير الحصاد بنحو ٢٠ يومًا (Garcia وآخرون ١٩٩٤).

هذا.. ويمكن أن تؤدى إساءة المعاملة بالجبريللين إلى ضعف النمو النباتى، وزيادة قابلية النورات للإصابة بالأطراف السوداء، وزيادة أضرارا العنكبوت الأحمر، واستطالة النورات. تحدث هذه الأضرار إذا أجريت المعاملة قبل موعدها المناسب، أو إذا أجريت بتركيزات عالية، أو إذا كانت الحرارة عالية بصورة غير عادية وقت إجراء المعاملة أو بعد ذلك مباشرة.

وأدت معاملة الخرشوف المكثر خضريًّا بالجبريللين إلى تبكير المحصول بنحو سبعة أيام – مقارنة بالكنترول – عندما كانت المعاملة بتركيز ٦٠ أو ٩٠ جزءًا فى المليون، وإلى زيادة المحصول الكلى من ١٢,٢ طن/هكتار فى الكنترول إلى ١٣,٧ طن هكتار (٥,٨ طن للفدان) عندما كانت المعاملة بتركيز ٩٠ جزءًا فى المليون، وكان مرد تلك الزيادة إلى تسبب المعاملة فى زيادة عدد الرؤوس الثانوية، ولكن ذلك كان على حساب انخفاض فى وزن الرؤوس الأولية والثانوية (Paradiso وآخرون ٢٠٠٧).

كما دُرس تأثير المعاملة بالجبريللين على ثلاثة أصناف بذرية التكاثر من الخرشوف، هى: Harmony، وMadrigal، وNun-3033، ووجدت تفاعلات جوهرية بين الصنف وتركيز حامض الجبريلك المستخدم على كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى؛ فقد وصل المحصول المبكر للصنف Harmony أعلاه عندما كانت المعاملة بتركيز ٦٠ جزءًا فى المليون، وانخفضت الاستجابة بزيادة التركيز حتى ٩٠ جزءًا فى المليون. هذا.. بينما ازداد المحصول المبكر لكل من Madrigal، وNun-3033 بزيادة تركيز حامض الجبريلك المستعمل حتى ٩٠ جزءًا فى المليون. أما المحصول الكلى فقد انخفض بزيادة تركيز حامض الجبريلك المستخدم بين ٣٠، و٩٠ جزءًا فى المليون. وفى الصنفين Harmony، وNun-3033 كان المحصول الكلى أعلى فى الكنترول عما فى النباتات المعاملة بالجبريللين، بينما كان أعلى محصول كلى للصنف Madrigal عندما كانت المعاملة بتركيز ٣٠ جزءًا فى المليون (Baixauli وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد كانت معاملة الخرشوف من صنف A-106 التركى بحامض الجبريلليك شديدة الفاعلية فى تبكير النضج (Temirkaynak وآخرون ٢٠٠٩).

الكرفس

تعامل حقول الكرفس بحامض الجبريلليك لأجل إسراع وصول النباتات إلى مرحلة النمو المناسبة للحصاد، وزيادة طول النبات، وكذلك طول أعناق الأوراق بمقدار ٣-٧ سم، وزيادة المحصول، وللتغلب على حالات الشدّ البيئى التى قد تنتج عند التعرض للملوحة العالية أو شدة انخفاض درجة الحرارة. وتكون المعاملة أكثر فاعلية فى الظروف البيئية غير المناسبة للنمو.

يكون الرش بتركيز ٢٥-٥٠ جزءًا فى المليون. وبينما يستعمل التركيز المنخفض كل ٣-٤ أسابيع، فإن التركيز المرتفع يستعمل قبل الحصاد بأسبوع واحد إلى أسبوعين (عن Read ١٩٨٢).

وقد أدت معاملة الكرفس بحامض الجبريلليك — فى وجود تسميد آزوتى جيد إلى زيادة المحصول بنسبة وصلت إلى ٩٧٪ تحت ظروف الصوب الزجاجية، وحتى ٣٣٪ تحت ظروف الحقل، وكانت الزيادة أكبر عند المعاملة بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون مقارنة بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون. كما أدى التركيز المرتفع تحت ظروف الحقل إلى خفض الوزن الجاف بنسبة وصلت إلى ٢٣,٢٪ مقارنة بالوزن الجاف لنباتات الكنترول، مما جعل النباتات أكثر غضاضة وأقل صلاحية للتخزين. ومن السلبيات الأخرى التى لوحظت لمعاملة حامض الجبريلليك أنها أدت إلى زيادة محتوى النباتات من النترات، خاصة عندما استعملت نترات الأمونيوم — مقارنة بسلفات الأمونيوم — فى التسميد ووصلت الزيادة فى النترات — مقارنة بالكنترول — عندما كانت المعاملة بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون — إلى ٢٠٠٪ تحت ظروف الصوبة، وإلى ٦٠٪ تحت ظروف الحقل (Paspatis ١٩٩٥).

ويجب عدم التبكير برش الجبريللين عن الشهر السابق للحصاد، وإلاّ فإن المعاملة قد تجعل النباتات تتجه نحو الإزهار. وتجرى المعاملة — عادة — قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو أسبوع واحد إلى أربعة أسابيع.

وجدير بالذكر أن الزيادة التى تحدثها معاملة الجبريللين فى طول النبات تكون من خلال زيادتها لحجم الخلايا وليس لأى زيادة فى أعدادها (عن Weaver ١٩٧٢).

الأسبرجس

تأثير البنزيل أدنين

أدى رش نباتات أسبرجس بعمر أربعة شهور من الصنفين مارى واشنطون، ويوسى ١٥٧ فى منتصف شهر نوفمبر (فى ولاية جورجيا الأمريكية) بالبنزيل أدنين بتركيزات تراوحت بين جزء واحد فى المليون، و٤٠٠ جزء فى المليون إلى تحفيز نمو السيقان مقارنة بنموها فى نباتات الكنترول، ولكن دون أن تظهر فروق معنوية بين التركيزات المستعملة. وفى الصنف مارى واشنطون ازداد عدد السيقان من ٠,٥ ساق/نبات فى

الكنترول غير المعامل إلى ٧,٨-١٣,٧ ساقًا/نبات عند المعاملة (Mahotiere وآخرون ١٩٩٣).

وبالمقارنة.. فإن رشة واحدة بالبنزيل أدنين خلال فصل الخريف حفزت نمو براعم الأسبرجس وأدت إلى زيادة قطر المهاميز خلال الفترة التى أعقبت المعاملة، ولكن ليس خلال الربيع التالى. كما أدت معاملة المهاميز الصغيرة بالبنزيل أدنين فى الربيع إلى زيادة نمو البراعم بعد المعاملة، ولكنها لم تؤثر على سمك المهاميز الجديدة. وقد أحدثت معاملة البنزيل أدنين نقصًا حادًّا فى مستوى حامض الأبسيسك الطبيعى فى قمة المهاميز فى خلال ١٢ ساعة من المعاملة (Uesugi وآخرون ١٩٩٥).

تأثير حامض الجبريلليك

يعمل حامض الجبريلليك على تحفيز نمو براعم الأسبرجس. وتؤدى المعاملة بالحامض إلى إضعاف السيادة القمية وزيادة عدد المهاميز التى يتم حصادها، وتحفيز نموها. هذا.. إلا أن دراسات أخرى أظهرت عدم تأثير الجبريللين على نمو المهاميز (عن Drost ١٩٩٧).

تأثير الداى كيجيولاك

أدى نقع تيجان الأسبرجس فى محلول الداى كيجيولاك dikegulac بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون إلى تحفيز نمو السيقان الهوائية. كما وجد Mahotiere وآخرون (١٩٨٩) أن رش بادرات الأسبرجس وهى بعمر ٩ أشهر بالـ dikegulac-sodium بتركيزات وصلت إلى ٥٠٠ جزء فى المليون أدى إلى زيادة عدد السيقان الهوائية، خاصة عند تركيز ٣٠٠-٥٠٠ جزء فى المليون. بدأت الاستجابة بعد أربعة أسابيع من المعاملة واستمرت طوال مدة تسجيل النتائج التى دامت عشرة أسابيع؛ هذا.. إلاّ أن معظم النمو لم يؤثر على ارتفاع النبات، أو وزنه الطازج أو الجاف خلال تلك المرحلة من النمو. وحتى قطع النموات الهوائية.. فإن المعاملة استمرت مؤثرة فى زيادة عدد النموات الجديدة.