# الفصل السادس

# فسيولوجيا الإزهار ، وعقد الثمار

حظى موضوع الإزهار ، وعقد الثمار فى الطماطم بالعديد من الدراسات الفسيولوجية والوراثية بهدف التغلب على مشكلة ضعف العقد فى درجات الحرارة الأقل والأعلى من المجال الحرارى الملائم ، وفى الظروف البيئية الأخرى غير المناسبة للعقد . ونتناول فى هذا الفصل دراسة الجانب الفسيولوجى لهذه المشكلة ، وما أحرزه العلماء من تقدم فى هذا المجال . ويمكن الإطلاع على المزيد من التفاصيل المتقدمة الخاصة بالإزهار ، والعوامل المؤثرة عليه فى Atherton & Harris ( ١٩٨٦ ) ، وعن نمو الثمار ، والعوامل المؤثرة عليه فى Ho & Hewitt ( ١٩٨٦ ) .

## موعد الإزهار .. صفة وراثية تتحكم فى تمثيل هرمونات داخلية :

من المعروف أن موعد الإزهار فى الطماطم صفة وراثية تختلف من صنف لآخر ، فهناك أصناف مبكرة ، ومتوسطة ، ومتأخرة فى موعد إزهارها . وقد أمكن إثبات وجود عامل ( هرمون ) يتحكم فى موعد الإزهار فى الطماطم ينتج فى الأوراق ، وينتقل منها عبر منطقة الالتحام بين الأصل والطعم . فعندما تم تطعيم صنف الطماطم المتأخر الإزهار بينورينج Pennorange على أصول من الصنف المبكر الإزهار فارثست نورث Farthest North حدث تبكير فى إزهار الطعم . وعندما أجرى التطعيم العكسى ( الصنف المبكر على أصول من الصنف المتأخر ) تأخر الإزهار فى الطعم لكن لم تحدث التأثيرات المذكورة فى أى من حالتى التطعيم إلّا عندما تركت بعض الأوراق فى الصنف المستخدم كأصل . كما كان تأثير الأصل جزئيًّا عند إجراء التطعيم فى منطقة السويقة الجنينية العليا epicotyl ، ولم يترك بالأصل سوى الورقتين الفلقيتين ( Phattak & Witter ١٩٦٥ ) . ويستدل من ذلك على وجود هرمونات نباتية تتحكم فى موعد الإزهار يتم إنتاجها فى الأوراق ، وتنتقل فى النبات لتؤثر فى القمة النامية محولة إياها من قمة خضرية إلى نورة زهرية .

## تأثير التوازن بين المواد الكربوهيدراتية ، والنيتروجين على النمو الخضرى والإزهار :

كان Kraus & Kraybill أول من درسا تأثير التوازن بين المواد الكربوهيدرانية ، والنيتروجين فى النبات على النمو الخضرى والإزهار ، وكان ذلك على نبات الطماطم . وقد نشرت دراستهما عام ١٩١٨ ، ولاقت قبولًا كبيرًا من العلماء بعد أن أكدها الكثيرين . إلّا أن البعض استخدم تعبير « نسبه ك/ن C/N ratio » بدلًا من التوازن بين الكربون والنيتروجين ، ويُعد ذلك تناولًا خاطئًا لنتائج

كراوس وكريبل لأنهما لم يشيرا إلى التوازن كنسبة فى أى جزء من دراستهما . وفيما يلى ملخصًا لأهم ماتوصلا إليه من نتائج :

١ – عند توفر النيتروجين بكميات كبيرة فى ظروف تسمح بالبناء الضوئى الجيد ، فإن النباتات تكون قوية النمو الخضرى ، وغير مثمرة ، كما تتميز بارتفاع محتواها من الرطوبة ، والنيتروجين الكلى ، والنيتروجين النتراتى ، وتكون منخفضة فى محتواها من المادة الجافة ، والسكروز ، والسكريات العديدة التسكر .

٢ – عندما تنمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة ، ثم تتعرض بعد ذلك لمستويات معتدلة من العنصر ، فإنها تكون أقل فى نموها الخضرى ومثمرة . ولدى مقارنتها بنباتات المجموعة الأولى ، فإنها تكون أقل فى محتواها من الرطوبة ، والنيتروجين الكلى ، والنيتروجين النتراتى ، وأعلى فى محتواها من المادة الجافة ، والسكروز ، والسكريات العديدة التسكر .

٣ – عندما تنمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة ، ثم تتعرض بعد ذلك لمستويات منخفضة جدًّا من العنصر ، فإنها تكون ضعيفة جدًّا فى النمو الخضرى ومثمرة ، لكنها تكون أقل محصولًا من نباتات المجموعة الثانية . ولدى مقارنتها بنباتات المجموعة الأولى ، فإنها تكون أقل بكثير فى محتواها من الرطوبة والنيتروجين الكلى ، وتكون فقيرة جدًّا فى النيتروجين النتراتى ، وأعلى بكثير فى محتواها من المادة الجافة الكلية ، والسكروز ، والسكريات العديدة التسكر .

٤ – عند نمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة وتتوفر فيها الرطوبة الأرضية ، ثم تتعرض لنقص فى الرطوبة يصل إلى مستوى قريب من نقطة الذبول ، فإن نموها الخضرى يقل . وبالمقارنة بنباتات المجموعة الأولى .. فإنها تكون أقل فى محتواها من النيتروجين الكلى ، والنيتروجين النتراتى ، وأعلى فى محتواها من السكروز ، والسكريات العديدة التسكر .

٥ – تؤدى زيادة الآزوت الميسر ، وخاصة الآزوت النتراتى ،– أيًّا كانت الظروف البيئية الأخرى – إلى زيادة محتوى النباتات من الرطوبة ، ونقص محتواها من السكروز ، والسكريات العديدة التسكر ، والمادة الجافة .

٦ – لاتثمر النباتات عند زيادة محتواها من النيتروجين ، أو من المواد الكربوهيدراتية ، وإنما عندما يصل محتواها منها – أى من النيتروجين والمواد الكربوهيدراتية – إلى حالة توازن .

٧ – هناك علاقة موجبة بين محتوى النباتات من الرطوبة ، ومحتواها من النيتروجين .

٨ – كلما اتجهنا من قمة النباتات نحو قاعدته يلاحظ وجود نقص تدريجى فى محتوى الأنسجة من النتيروجين الكلى ، والرطوبة ، وزيادة تدريجية فى محتواها من المادة الجافة الكلية ، والسكروز والسكريات العديدة التسكر .

٩ – يحتمل أن تختلف الظروف المناسبة للإزهار عن تلك التى تناسب الإثمار .

١٠ – لا يحدث الإزهار الغزير تحت أى ظرف من الظروف التى تناسب النمو الخضرى الغزير ، أو تلك التى تثبطه .

١١ – لاترجع كل حالات عدم الإثمار إلى سوء التلقيح والإخصاب ، فقد تسقط الأزهار بعد فترة وجيزة من التلقيح فى النباتات ذات النمو الخضرى الغزير ، وقد تبقى متصلة بالساق لعدة أيام دون نمو فى حالات النمو الخضرى الضعيف .

١٢ – يؤدى إنقاص الرطوبة الأرضية كثيرًا مع توفر الآزوت إلى ظهور نفس حالة عدم الإثمار ، وزيادة مخزون المواد الكربوهيدراتية كما لوكانت النباتات نامية فى بيئة فقيرة فى الآزوت .

١٣ – يؤدى تقليم النباتات إلى تشجيع أو تثبيط الإزهار ، ويتوقف ذلك على تأثير التقليم على حالة التوازن بين الآزوت والمواد الكربوهيدراتية فى النبات .

١٤ – ولنفس السبب .. فإن تحليق النبات يؤثر أيضًا على الإزهار .

## تأثير الفترة الضوئية على الإزهار :

تعتبر الطماطم من النباتات المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية على الإزهار ( day neutral ) ، أى أنها لاتتطلب فترة ضوئية معينة حتى تزهر . إلّا أن Wittwer ( ١٩٦٣ ) توصل من دراساته على عدد من الأصناف – التى تختلف بطبيعتها فى موعد الإزهار – إلى أن نبات الطماطم يعتبر قصير النهار اختياريًا Facultative day neutral . فقد وجد أن جميع الأصناف – سواء منها المبكرة ، أو المتوسطة ، أو المتأخرة فى الإزهار – قد تشابهت فى استجابتها للفترة الضوئية القصيرة ( ٩ ساعات ) بالتبكير فى الإزهار ، وتكوين العناقيد الزهرية بعد عدد أقل من الأوراق عما لوعرضت لفترة ضوئية أطول .

## تأثير درجة الحرارة على الإزهار :

وجد Wittwer ( ١٩٦٣ ) أن درجة الحرارة المرتفعة تؤدى إلى تأخير إزهار الطماطم . وقد تشابهت الأصناف فى هذا الأمر سواء كانت مبكرة أو متأخرة الإزهار بطبيعتها .

وعلى العكس من ذلك .. ثبت أن تعريض نباتات الطماطم الصغيرة لدرجة حرارة منخفضة نسبيًا يدفعها نحو الإزهار المبكر ، فيتكون العنقود الزهرى الأول بعد تكوين عدد أقل من الأوراق ، كما يزداد عدد الأزهار فيه . وقد حظى هذا الأمر بدراسات عديدة ، وأمكن الاستفادة منه فى الإنتاج

التجارى للطماطم . فمثلًا أدى تعريض النموات الخضرية لشتلات الطماطم لدرجة حرارة ١٠ – ١٣°م لمدة ٣ – ٤ أسابيع ابتداء من مرحلة اكتمال نمو الأوراق الفلقية إلى إحداث نقص جوهرى فى عدد الأوراق المتكونة قبل العنقود الزهرى الأول . كما أدى تعريض جذور شتلات الطماطم لنفس المعاملة إلى إحداث زيادة جوهرية فى عدد الأزهار المتكونة فى العنقود الزهرى الأول . وقد انتقل العامل الذى أحدثته معاملة تعريض الجذور للحرارة المنخفضة خلال منطقة التحام الأصل بالطماطم عندما طعمت نباتات غير معاملة على جذور نباتات معاملة ، وظهر كذلك تأثيره على الطعوم غير المعاملة ( Phattak وآخرون ١٩٦٦ ) . كما وجد Hurd & Cooper ( ١٩٧٠ ) أن تعريض بادرات الطماطم لدرجة حرارة مقدارها ١٠° مئوية لفترة قصيرة أدى إلى زيادة عدد أزهار العنقود الأول ، وزيادة المحصول بنسبة ٢٥٪ ، ولكن ذلك صاحبه تأخير قليل فى موعد الحصاد .

ويستفاد من هذه الظاهرة فى الإنتاج التجارى للطماطم فى الزراعات المحمية . فتعرّض الشتلات من بداية مرحلة ظهور الورقة الحقيقية الأولى لدرجة حرارة ١٣°م نهارًا ، و١١°م ليلًا ، وتستمر المعاملة خلال مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية إلى ما قبل ظهور الورقة الحقيقية الثالثة . ويستغرق ذلك نحو ١٠ أيام فى الجو الصحو ، ونحو ٢١ يومًا فى الجو المليد بالغيوم . وتجرى المعاملة على البادرات سواء أكانت فى أحواض زراعة البذور أم بعد تفريدها . وترفع درجة الحرارة بعد انتهاء المعاملة إلى ١٤ – ١٧°م ليلًا ، و١٦ – ١٧°م نهارًا فى الجو المليد بالغيوم ، أو إلى ١٨ – ٢٤°م نهارًا فى الجو الصحو . وتُحدث المعاملة التأثيرات التالية :

١ – يزداد نمو الأوراق الفلقية .

٢ – يزداد سمك سيقان البادرات .

٣ – يتكون العنقود الزهرى الأول بعد أن ينمو عدد أقل من الأوراق .

٤ – يزيد عدد الأزهار إلى الضعف فى العنقود الزهرى الأول ، كما تحدث بعض الزيادة فى عدد أزهار العنقود الثانى .

٥ – يزيد المحصول المبكر والكلى ( Wittwer & Honma ١٩٧٩ ) .

## تأثير المعاملة بمنظمات النمو على الإزهار :

لبعض منظمات النمو تأثيرات بالغة على إزهار الطماطم ، فقد وجد مثلًا أن معاملة نباتات الطماطم بمنظم النمو ترى أيودوبنزوك أسيد Triiodobenzoic Acid رشًّا بتركيز ٢٥ – ٥٠٠ جزء فى المليون ، و محمولًا فى اللانولين بتركيز ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ جزء فى المليون ، أو كنجار ، أو مع ماء الرى بتركيز ٢٠٠ – ٢٠٠ جزء فى المليون ( ٥٠ مل من المحلول لكل أصيص بقطر ١٠ سم ) أدت

إلى توقف النمو الخضرى كلية ، وتكوين عناقيد زهرية فى أطراف جميع النموات الخضرية ( Avery وآخرون ١٩٩٧ ) . كما أدت المعاملة بمنظم النمو ٢ ، ٣ -- داى كلوروفينيل فثالاميك 2,3-dichlorophenyphthalamic إلى إزهار نباتات الطماطم وهى فى مرحلة نمو الأوراق الفلقية . وكان أكثر تركيزات منظم النمو فاعلية هو ١٠ $^{-5}$ مولار . وأدت المعاملة بمنظم النمو إن -- إم تولى فثالاميك أسيد N-m- Tolyphthalamic Acid إلى وقف النمو الخضرى ، وإحداث تفرعات بالعناقيد الزهرية مع تكاثر غير طبيعى لمختلف الأعضاء الزهرية fasciation ، ونمو بعض الأوراق على العناقيد ، وكان أكثر تركيزات منظم النمو فاعلية هى ١٠ $^{-3}$ مولار .

وعلى الجانب الآخر .. نجد أن المعاملة بالأوكسين الطبيعى إندول -- ٣ -- حامض الخليك Indole -3-acetic acid تحدث زيادة جوهرية فى عدد الأزهار بالعنقود الزهرى الأول دون أن تصاحب ذلك أية تشوهات فى النمو البناتى . ويُبيّن جدول ( ٦ -- ١ ) تأثير معاملة نباتات الطماطم بعدد من الأوكسينات على الإزهار .

**جدول ( ٦ -- ١ ) : تأثير معاملة الطماطم ببعض الأوكسينات على الإزهار[1] .**

( عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢ ) .

| منظم النمو | تركيز منظم النمو تأثيره[2] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عدد الأوراق قبل أول عنقود | | عدد الأزهار فى العنقود الأول | |
| | $10^{-5}$ | $10^{-3}$ | $10^{-5}$ | $10^{-3}$ |
| Indol—3—acetic acid | ٥,٧ | ٦,٠ | *١١,٠ | ٩,٦ |
| ∝(2-Naphthoxy)phenylacetic acid | ٦,٢ | ***٢,٩ | *١١,٢ | ***٢٣,٦ |
| 2,3,5-Triiodolenzoic acid | ٦,٣ | ***٢,٤ | ***١٣,٢ | — |
| N—m—Tobyphthalamic acid | ٦,٠ | **٤,٠ | ٧,٠ | ***٢٤,٤ |

( ١ ) كان متوسط معاملة الشاهد ( الكنترول ) : ٦ أوراق قبل العنقود الزهرى الأول ، و٧ أزهار فيه .

( ٢ ) كانت الاختلافات جوهرية عن الشاهد على مستوى : * ٥٪ ، و ** ١٪ ، *** ٠,٠١٪ .

( — ) لم تتكشف أزهار .

وبالمقارنة بالأوكسينات ، فإن المعاملة بحامض الجبريلليك Gibberrellic Acid ، والماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide تحدث زيادة فى عدد الأوراق المتكونة قبل العنقود الزهرى الأول ( أى تؤخر الازهار ) ، بينما ليس للكاينتين أية تأثيرات على موعد الإزهار ، أو عدد الأزهار فى العنقود الزهرى الأول ( Wittwewer& Bukovac ١٩٦٢ ) .

## عقد الثمار :

بالرغم من حدوث تكوين البراعم الزهرية فى الطماطم تحت ظروف بيئية متباينة ، إلّا أن عقد الثمار Fruit Set لايحدث إلّا فى ظروف خاصة ، وإن لم تتوفر هذه الظروف ، فإن الأزهار تسقط بعد تفتحها بقليل ، أو قد تظل عالقة لعدة أيام دون عقد ، ثم تسقط بفعل هز الرياح لها أو بمجرد ملامستها . وإذا وجدت عدة أزهار متفتحة فى آن واحد فى العنقود الزهرى الواحد ، فإن ذلك يعد دليلًا قويًا على أنها غير عاقدة . هذا .. بينما نجد فى الحالات التى يتم فيها العقد بصورة طبيعية أن العنقود الزهرى لاتوجد به عادة سوى زهرتين متفتحتين فقط فى آن واحد تليهما فى العنقود براعم زهرية لم تتفتح بعد ، وقد تسبقهما ثمار عاقدة تتدرج بالزيادة فى الحجم كلما اتجهنا نحو قاعدة العنقود .

وتلزم أولًا دراسة الخطوات السابقة ، واللاحقة للعقد فى الطماطم لتفهم عملية عقد الثمار ، والعوامل المؤثرة عليها .

## تكوين الجاميطات :

أمكن تحديد الوقت الذى تتم فيه المراحل المختلفة لتكوين الجاميطات marco & micro porogensis فى الطماطم ، وذلك بدراسة قطاعات أخذت من البراعم الزهرية وهى بأطوال مختلفة مع ربط طول البرعم بعدد الأيام حتى تفتح الزهرة ، وقد كانت النتائج كالتالى :

١ – تتكون الخلية الأمية الذكرية قبل تفتح الزهر بعشرة أيام .

٢ – تصل الخلية الأمية الأنثوية إلى مرحلة الثمانى نوايا ، وتكون حبوب اللقاح الثنائية النوايا ( أى التى تكون بها نواة تناسلية ، وأخرى خضرية ) تامة التكوين قبل تفتح الزهرة بثلاثة أيام .

٣ – يبدأ تحلل واختفاء النوايا المساعدة Synergids ، وتختفى الـ antipodal cells ، وتتحد النواتان القطبيتان لتكوين نواة الكيس الجنينى central nucleus ، وذلك قبل تفتح الزهره بيوم أو يومين ( عن El- Ahmadi ١٩٧٧ ) .

وقد أفاد التوصل إلى هذه الحقائق فى دراسة تأثير درجات الحرارة المرتفعة ، والمنخفضة على المراحل المختلفة فى تكوين الجاميطات ، وفى تحديد أكثرها تأثرًا بالتغيرات الكبيرة فى درجة الحرارة .

## التلقيح ، والإخصاب ، وبداية تكوين الجنين :

وجد فى دارسة – أجريت على المراحل المختلفة التالية للتلقيح حتى الإخصاب – أن الأنابيب اللقاحية تنمو بمقدار ٧ – ٨ مم ، ويحدث الإخصاب فى نحو ثلث الأزهار الملقحة خلال ٢٤ ساعة من التلقيح ، وقد تأيد ذلك بدراسة أخرى وجد فيها أن الإخصاب يحدث فى بعض الأزهار بعد ١٨ ساعة من التلقيح ، ويحدث فى معظم الأزهار خلال ٢٤ – ٣٠ ساعة من التلقيح فى حرارة ٣٠°م . كما وجد أن بداية تكوين الأندوسبرم ذى النوايا الثنائية ، والرباعية ، والثمانية تكون بعد ٤٨ ، و ٧٢ ، و ٩٦ ساعة من التلقيح على التوالى . هذا .. بينما تظهر بداية تكوين الجنين ذى الاثنين ، والأربع خلايا بعد ٩٦ ، و ١٢٠ ساعة من التلقيح على التوالى .

وقد أفادت معرفة هذه الأمور فى دراسة تأثير العوامل البيئية ، خاصة درجة الحرارة على المراحل المختلفة فى عمليتى التلقيح ، والإخصاب ، وبداية تكوين الجنين .

## أهمية التوازن الغذائى فى النبات على عقد الثمار :

سبقت مناقشة نتائج دراسة Kraus & Kraybill ( ١٩١٨ ) على الإزهار فى الطماطم . وقد أوضحت نفس هذه الدراسة أن عقد الثمار يرتبط بالنمو الخضرى المعتدل ، مع توفر توازن بين محتوى النبات من النيتروجين ، ومحتواه من المواد الكربوهيدراتية . فعندما تكون الظروف مناسبة للنمو الخضرى السريع ، تستهلك المواد الكربوهيدراتية فى بناء أنسجة جديدة ، وفى التنفس ، ويظل تركيزها بذلك منخفضًا فى النبات ، ولاتعقد الثمار بالرغم من تكوين الأزهار بوفرة . وقد لاتتكون البراعم الزهرية فى الحالات الشديدة التى يكون فيها محتوى النبات من النيتروجين مرتفعًا ، ومحتواه من المواد الكربوهيدراتية شديد الانخفاض كما هى الحال عند زيادة الآزوت ، والرطوبة الأرضية مع نقص الإضاءة . ويستخلص من ذلك أن عقد الثمار فى الطماطم يتوقف على تراكم كميات جديدة من المواد الكربوهيدراتية تزيد عن حاجة النمو الخضرى . كما أن تركيز المواد الكربوهيدراتية فى النبات يتوقف على مدى التوازن بين تصنيعها واستخدامها فى التنفس ، فى بناء أنسجة جديدة .

وقد تأيدت هذه النتائج بدراسات Nightingale وآخرين عام ١٩٢٨ ( عن Thompson & Kelly ١٩٥٧ ) ، والتى أظهرت تفاعلًا بين مستوى التسميد الأزوتى ، وطول الفترة الضوئية فى التأثير على النمو الخضرى والزهرى ، وعقد الثمار فى الطماطم كما فى جدول ( ٦ – ٢ ) .

## أهمية التوازن المائى فى النبات على عقد الثمار :

أوضح Smith ( ١٩٣٢ ) أن أزهار الطماطم تتساقط بكثرة دون عقد ، وذلك إذا تعرضت النباتات لرياح حارة جافة مع انخفاض الرطوبة النسبية ، ونقص الرطوبة الأرضية . ويؤدى استمرار نقص الرطوبة الأرضية إلى تلون بتلات الأزهار بلون أصفر شاحب ، وسقوط الأزهار دون عقد .

**جدول ( ٦ – ٢ )** : تأثير مستوى التسميد الآزوتى ، وطول الفترة الضوئية على النمو الخضرى ، والزهرى ، وعقد الثمار فى الطماطم .

| الفترة الضوئية ( ساعة ) | مدى توفر الآزوت للنبات | النمو الخضرى | الإزهار | عقد الثمار |
|---|---|---|---|---|
| ٧ | متوفر بكثرة | غزير | ضعيف | ضعيف |
| ١٤ | متوفر بكثرة | جيد | جيد | جيد |
| ٧ | غير كاف | ضعيف | جيد | ضعيف |
| ١٤ | غير كاف | ضعيف | ضعيف | ضعيف |

## تأثير التوازن الهرمونى فى النبات على عقد الثمار :

وجد Noura & Harris ( ١٩٨٣ ) أن معاملة نباتات الطماطم عن طريق التربة بمحلول مائى من أى من مثبطى النمو : ( ٢ – كلوروإيثيل ) تراى ميثيل أمونيوم كلورايد ( 2- chloroethyl trimethylammonium chloride ) ( المعروف باسم كلورمكوات كلورايد chlormequat chlorid ، أو تراى بيوتيل – ٢ – ٤ – داى كلوربنزيل فوسفونيم كلورايد 2,4- dichlorobenzylphosphonium tributyl chloride ( المعروف باسم كلوروفوينم كلورايد chlorophonium chloride ) – أدت إلى تحسين عقد الثمار فى درجات الحرارة المرتفعة ليلًا وتحت ظروف الحرارة المنخفضة ، والإضاءة الضعيفة فى الزراعات المحمية شتاءً . وقد اقترح الباحثان أن سقوط الأزهار دون عقد يحدث عندما تتنافس النموات الخضرية مع الثمرات على الغذاء ومنظمات النمو ، وأن المعاملة بمثبطات النمو أدت فى هذه الدراسة إلى تقليل هذا العامل أو التخلص منه .

## مقدمة لدور درجة الحرارة ، وشدة الإضاءة فى التأثير على عقد الثمار :

لدرجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة تأثير سيء على عقد الثمار فى الطماطم . فقد وجد Went ( ١٩٦٢ ) أن درجة حرارة الليل هى العامل المحدد لعقد الأزهار فى المناطق والمواسم الباردة ، وكانت أنسب درجة حرارة ليلًا لعقد الثمار هى ١٨°م ، وتراوح المجال المناسب من ١٥ – ٢٠°م ، بينما كان العقد منخفضًا بدرجة كبيرة عندما كانت درجة حرارة الليل ١٣°م أو أقل ، وقد توصل Auerswald ( ١٩٧٨ ) إلى نتائج مشابهة أثبتت أن أنسب مجال حرارى لإنبات حبوب اللقاح والإخصاب هو ٢٠ – ٢٢ °م نهارًا ، و ١٦ – ١٩°م ليلًا ، وأدى انخفاض درجة الحرارة ليلًا عن ١٨°م إلى زيادة نسبة الثمار التى عقدت بكريًا ، كذلك فإن للحرارة المرتفعة ليلًا أو نهارًا تأثيرًا ضارًا

على العقد . فقد ثبت انخفاض عقد الثمار عند ارتفاع الحرارة ليلًا عن ٢١°م ، أو نهارًا عن ٣٢°م . كما ثبتت شدة انخفاض عقد الثمار عند ارتفاع درجة الحرارة ليلًا إلى ٢٣ – ٢٦°م . وتزيد الإضاءة الشديدة من التأثير الضار لدرجات الحرارة المرتفعة نهارًا على العقد ، ويؤدى تظليل النباتات جزئيًا إلى تحسين العقد تحت هذه الظروف . إلّا أنه لايكون للإضاءة الشديدة تأثير ضار على عقد الثمار عندما تكون درجة الحرارة مناسبة للعقد . وعندما تكون درجة حرارة الليل منخفضة ، فإن الإضاءة الشديدة نهارًا تساعد على تحسين العقد تحت هذه الظروف ( Curme ١٩٦٢ ) .

## ظاهرة بروز الميسم من الأنبوبة السدائية :

تتكون الأسدية فى زهرة الطماطم من خيوط قصيرة ومتوك طويلة تلتصق ببعضها ، وتشكل أنبوبة سدائية تحيط بقلم وميسم الزهرة . ويكون الميسم عادة فى وضع قريب من الطرف العلوى للأنبوبة السدائية ، أو فى مستوى منخفض قليلًا عن ذلك . وقد يبرز الميسم أحيانًا من الأنبوبة السدائية ، ويطلق على هذه الظاهرة اسم stigma exertion ، والتى يؤدى حدوثها إلى سوء العقد بدرجة كبيرة فى الأصناف التجارية ، وزيادة فرصة حدوث التلقيح الخلطى فى السلالات والأنواع البرية ، خاصة فى موطنها الأصلى فى أمريكا الوسطى ، وأمريكا الجنوبية حيث تتوفر الحشرات الملقحة . ويتوقف حدوث هذه الظاهرة على العوامل التالية :

١ – التركيب الوراثى : بالرغم من أن الأصناف التجارية من الطماطم لايبرز فيها الميسم من الأنبوبة السدائية تحت الظروف الطبيعية ، إلّا أن الميسم يبرز خارج الأنبوبة السدائية فى بعض الأصناف المزروعة فى أمريكا الجنوبية ، وبعض السلالات البرية . ويكون بروز الميسم كبيرًا فى الأنواع البرية عديمة التوافق ذاتيًا ، مثل : *L. peruvianum* ( شكل ٦ – ١ ) ، وبدرجة أقل فى أصناف الطماطم المزروعة فى أمريكا الجنوبية ، وفى الصنف النباتى *L.esculentum* var. *cerasiforme*. ويكون الميسم فى مستوى قمة الأنبوبة السدائية ( شكل ٦ – ٢ ) فى معظم الأصناف الأمريكية والأوروبية القديمة أما فى أصناف الطماطم الحديثة ، فإن ميسم الزهرة يكون فى وضع منخفض داخل الأنبوبة السدائية ولايبرز منها ، ويبدو أن ذلك نتيجة للانتخاب المستمر لزيادة المقدرة على العقد تحت الظروف البيئية المختلفة ( Rick ١٩٧٦ ) .

٢ – الحرارة المرتفعة والرياح الحاره الجافة : يعتبر هذا العامل من أهم العوامل البيئية المسببة لظاهرة بروز المياسم . وقد كان Smith ( ١٩٣٢ ) من أوائل من بيّنوا أهمية الرياح الحارة الجافة فى هذا الشأن .

٣ – نقص الرطوبة الأرضية : يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى بروز المياسم فى بعض الأصناف .

٤ – نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات : يحدث النقص فى مستوى المواد الكربوهيدراتية نتيجة لأحد عاملين هما :

شكل ( ٦ -- ١ ) : بروز الميسم من الأنبوبة السدائية بدرجة كبيرة فى النوع البرى *L.Peruvianum*

**شكل ( ٦ – ٢ )** : وضع ميسم الزهرة فى مستوى قمة الأنبوبة السدائية ، كما فى معظم أصناف الطماطم القديمة .

(أ)انخفاض شدة الإضاءة ، وقصر الفترة الضوئية كما يحدث فى الزراعات المحمية فى المناطق الباردة شتاءً . ويعتبر هذا العامل السبب الرئيسى لسوء العقد تحت هذه الظروف .

(ب) زيادة التسميد الآزوتى .

٥ – المعاملة بالجبريللين $GA_3$ : تؤدى المعاملة بالجبريللين قبل تفتح الأزهار بنحو ٤ – ٦ أيام إلى استطالة القلم ، وبروز الميسم .

وتحدث ظاهرة بروز الميسم نتيجة لاستطالة القلم بصفة أساسية ، إلا أنها قد تكون مصاحبة أيضًا ببعض الاستطالة فى المبيض .

وتؤدى هذه الظاهرة إلى نقص العقد بدرجة كبيرة ، إذ وجد أن نسبة العقد تراوحت من ٥٠ – ٩٠٪ فى الأصناف التى لايبرز فيها الميسم من الأنبوبة السدائية ، ومن ١٠ – ٤٠٪ فى الأصناف التى يبرز فيها الميسم بمقدار ١ مم أو أقل ، بينما لم يحدث أى عقد فى الأصناف والسلالات البرية التى يبرز فيها ميسم الزهرة لمسافة أكثر من ١ مم . وبرغم وجود هذه العلاقة المؤكدة بين بروز الميسم ، وانخفاض نسبة العقد فإن زيادة انخفاض وضع الميسم داخل الأنبوبة السدائية لايعنى زيادة نسبة العقد ( عن El - Ahmadi ١٩٧٧ ) .

## العقد البكرى :

يتوفر العديد من أصناف وسلالات الطماطم التى توجد بها ظاهرة العقد البكرى Parthenocarpy ( عقد الثمار بدون تلقيح وإخصاب ، فتخلو من البذور ) . وبرغم أن هذه السلالات تنتج ثمارًا فى الظروف غير المناسبة للعقد ، إلّا أنها لاتزرع بصورة تجارية ، بل تستخدم فقط كمصدر لصفة العقد البكرى فى برامج التربية لإنتاج أصناف جديدة محسنة . ومن أهم الأصناف والسلالات القادرة على العقد البكرى مايلى :

١ – سيفيريانين Severianin : ثمارها طبيعية المظهر ، متوسطة الحجم ، خالية من ظاهرة الجيوب ( التجاويف الداخلية ) puffiness ، وتمتلىء مساكنها بالمادة الجيلاتينية ، ولكنها قليلة الصلابة للغاية . يمكنها العقد بكريًا فى درجة حرارة يصل انخفاضها إلى ٣ – ٤°م ( Marghany ١٩٨٤ ) .

٢ – مونالبو Monalbo : ثمارها غير منتظمة وشديدة التفصيص .

٣ – سلالة ٧٥/ ٥٩ 57/59 : من طراز منى ميكر – جيدة الصفات – على درجة عالية من العقد البكرى .

٤ – بارتينو Parteno : ثمارها كبيرة نسبيًا ، وجيدة الصفات .

٥ – شا – بات Sha-pat : لايحدث فيها العقد الطبيعى بسبب عقم النبات فى أجزائه الأنثوية .

٦ – إم إس – ٣٥ MS-35 : سلالة عقيمة الذكر male sterile .

٧ – أصناف على درجة متوسطة من المقدرة على العقد البكرى ، وتشمل : ليكوبريا Lycoprea ، وإيرلى نورت Earlinorth ، وأوريجون تى ٥ – ٤ Oregon T 5-4 ، وبارتينو Parteno .

٨ – أصناف على درجة منخفضة من المقدرة على العقد البكرى ، وتشمل : أتوم Atom ، وبيبجيكو سوكو Bubjekosoko ، وصب – أركتك بلنتى Sub-Arctic Plenty ، وأوريجون شيرى Oregon Cherry ، وبوبيدا Pobeda ( عن Ho & Hewitt ١٩٨٦ ) .

وبالإضافة إلى ذلك فإنه تحدث نسبة من العقد البكرى بالأصناف التجارية العادية فى الظروف غير المناسبة للعقد ، إلّا أن الثمار المتكونة تكون صغيرة الحجم ، ومشوهة ، إذ أنها مضلعة وغير منتظمة الشكل ، كما تظهر بها الجيوب الداخلية لخلو المساكن من البذور والمادة الجيلاتينية . ولقد لاحظ المؤلف أن الصنف بيتو ٨٦ Peto 86 ينتج فى الجو البارد ثمارًا بكرية شبيهة بثمار الفلفل الحلو الأحمر ، وتكون مساكنها خالية تمامًا من البذور والمادة الجيلاتينية .

ويحدث أحيانًا أن تتكون الثمار وبها عدد قليل نسبيا من البذور ، إلّا أنها غالبًا ماتكون أصغر حجمًا من مثيلاتها التى تعقد بصورة طبيعية ، ويحدث ذلك فى الظروف التى تسودها درجات حرارة مرتفعة أثناء الإزهار . وقد وجد أن هناك ارتباطًا جوهريًا بين وزن الثمرة ، ومحتواها من البذور ، مما يدل على أن لتكوين البذور علاقة بنمو الثمار وزيادتها فى الحجم .

ومن أهم العوامل التى تساعد على العقد البكرى للثمار فى الطماطم ، مايلى :

١ – ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن الحدود المناسبة للعقد الطبيعى .

٢ – قِصَرُ الفترة الضوئية .

٣ – زيادة الرطوبة النسبية ( عن Lin وآخرين ١٩٨٣ ) . بينما يؤدى انخفاض الرطوبة النسبية بشدة إلى سوء العقد ، على حين تعقد بعض الثمار وتظل مبايضها صغيرة فلا تكبر فى الحجم . تعرف هذه الحالة باسم العقد الجاف dry set ، وترجع إلى سوء التلقيح تحت هذه الظروف . ( عن Mckay ١٩٤٩ ) .

٤ – يمكن إحداث العقد بكريًا بمعاملة الأزهار بالهرمونات المشجعة للنمو . فمثلًا .. وجد Mukherlee & Dutta ( ١٩٦٥ ) أن ثمار الطماطم تعقد بكريًا إذا عوملت الأزهار بالجبريللين بتركيز ٠,٠٠١ – ٠,١ ٪ ، إلّا أن الثمار التى عقدت كانت صغيرة الحجم . كما توصل Choudhry& Faruque ( ١٩٧٣ ) إلى نتائج مشابهة عندما رشّا العناقيد الزهرية بمحاليل مائية من أى من منظمى النمو : باراكلورو فينوكسي حامض الخليك Parachlorophenoxyacetic acid ، أو الجبريللين GA3 بتركيز ٢٥ – ٢٥٠ جزء فى المليون ، وقد ازدادت نسبة الثمار البكرية العاقدة مع زيادة التركيز .

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

أ – باراكلوروفينوكسي حامض الخليك ( 4-CPA ) بتركيز ١٥ – ٥٠ جزء فى المليون . يستخدم التركيز المنخفض فى الزراعات المحمية ، فترش العناقيد الزهرية بمحلول منظم النمو على صوره 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 .

ب ــ ٢ – ( ٣ – كلوروفينوكسي ) حامض البروبيونك 2- (3-chlorophenox) Propionic acid بتركيز ٢٥ – ٤٠ جزءًا فى المليون ويستخدم فى الزراعات المحمية فقط .

جـ – إن – إم – تولى فثالامك أسيد N-m-tolyphthalamic acid بتركيز ٠,١ – ٠,٥ ٪ ، يستخدم فى الزراعات الحقلية ، حيث يرش النبات كله عندما تتكون به من ٢ – ٣ عناقيد زهرية بكل منها ٢ – ٣ أزهـار متفتحة . وتفيد هذه المعاملة فى تحسين العقد فى الزراعات المبكرة ، والتى تزهر فى الجو البارد قبل بداية الربيع .

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

## طبيعة المقدرة على العقد البكرى :

لوحظ أن مبايض أزهار سلالات الطماطم التى تعقد بكريًا تحتوى على نسبة مرتفعة من الهرمونات المشجعة للنمو عما فى الأصناف والسلالات الأخرى . وتؤدى هذه الهرمونات إلى تشجيع النمو السريع لمبايض الأزهار دون حاجة إلى تلقيح أو إخصاب ، فتتكون بذلك الثمار البكرية . فقد وجد Mapelli وآخرون ( ١٩٧٩ ) من دراستهم على إحدى طفرات الطماطم التى تعقد بكريًا أن مبايض الأزهار تحتوى على تركيز مرتفع من الجبريللين . كما وجد Hassan وآخرون ( ١٩٨٤ ) أن مبايض أزهار الصنف سيفيريانين Severianin الذى يعقد بكريًا تحتوى على جبريللينات حرة تعادل فى تركيزها ثلاثة أضعاف التركيز الذى يوجد فى مبايض أزهار أى من الصنفين يوسي ٨٢ ، أو في إف ١٤٥ – بى – ٧٨٧٩ .

ولدى مقارنة الصنف سيفيريانين بالسلالة سلّد Clld ، والتى تتحمل الحرارة المرتفعة ، وبالصنف هاينز ١٣٥٠ وجد مايلى :

١ – فى درجات الحراة المرتفعة ليلًا ( ٢٦°م ) ، مع التلقيح اليدوى للأزهار تكوّن بثمار الصنف سيفيريانين عددًا من البذور متساويًا تقريبًا مع البذور التى تكونت بثمار السلالة سلّد ، والتى عقدت

تحت نفس الظروف ، وكان ذلك بمعدل ٥٧ – ٧١ بذرة بالثمرة . ويدل ذلك على عدم تأثر أعضاء الزهرة الجنسية بدرجات الحرارة المرتفعة فى أى منهما . وقد كانت نسبة حبوب اللقاح الحصبة أعلى فى كل منهما – تحت ظروف الحرارة المرتفعة – عما فى الصنف هاينز ١٣٥٠ .

٢ –فى درجات الحرارة المرتفعة ليلًا ( ٢٦°م ) ، وفى غياب التلقيح اليدوى كان عقد الثمار بكريًا فى الصنف سيفيريانين ، بينما لم تعقد الثمار فى أى من سلّت أو هاينز ١٣٥٠ .

٣ – فى درجات حرارة الليل المناسبة ( ١٦°م ) كان العقد طبيعيًا ، والثمار بذرية فى جميع الأصناف ( Lin وآخرون ١٩٨٣ ) .

يستدل مما تقدم أن ثمار الصنف سيفيريانين تعقد بكريًا فى درجات الحرارة الشديدة الارتفاع ، والشديدة الانخفاض، وتنتج ثمارًا بذرية فى الظروف المناسبة للعقد . وقد لاحظ المؤلف أن عدد البذور المتكونة فى الثمار يقل كلما ازداد انحراف درجة الحرارة – بالارتفاع أو بالانخفاض – عن الدرجة المثلى للعقد الطبيعى .

وقد لاحظ Lin وآخرون ( ١٩٨٣ ) وجود أجنة كاذبة Pscudoembryos تكونت من نمو بعض الخلايا ( endothelial proliferation ) فى مبايض الأزهار فى الصنف سيفيريانين . وبالرغم من أن هذه المبايض تنمو وتعطى ثمارًا بكرية ، إلّا أن الأجنة الكاذبة لاتزداد فى الحجم بعد اليوم الثانى عشر من تفتح الزهرة ، ولاتتكون بها أجنة حقيقية ، أو إندوسبرم . وتبدو هذه الأجنة الكاذبة عند نضج الثمرة كشعيرات صغيرة ذات لون أبيض مصفر .

وللمزيد من التفاصيل المتعلقة بالعقد البكرى لثمار الطماطم ، يراجع Ho & Hewitt ( ١٩٨٦ ) .

## فسيولوجيا عقد الثمار فى الجو البارد :

نجد فى المناطق ، وفى المواسم الباردة أن لدرجة الحرارة ليلًا تأثيرًا كبيرًا على عقد الثمار فى الطماطم ، فلا يحدث العقد إلّا إذا ارتفعت درجة الحرارة ليلًا عن ١٣°م . ونجد تحت هذه الظروف أن النباتات تبقى غير مثمرة حتى ترتفع درجة الحرارة ليلًا إلى المجال المناسب للعقد وهو من ١٥ – ٢٠°م . ويمكن غالبًا التنبوء بموعد وفرة المحصول فى الأسواق من واقع سجلات الأرصاد الجوية ، حيث يكون ذلك بعد ٤٥ – ٥٥ يومًا من بداية ارتفاع درجة حرارة الليل إلى المجال المناسب لعقد الثمار .. وتلك هى الفترة اللازمة لحين نضج الثمار . ويرجع التأثير السيء لانخفاض درجة حرارة الليل على عقد الثمار إلى تسببها فيما يلى :

١ – ضعف إنتاج حبوب اللقاح .

٢ – ضعف حيوية حبوب اللقاح المنتجة .

٣ – تأخر إنبات حبوب اللقاح ، ونقص سرعة نمو الأنابيب اللقاحية .

.. إلا ان انخفاض درجة الحرارة إلى ٢ – ٥°م لمدة ١٥ ساعة فقط لم يؤثر تأثيرًا سيئًا على حبوب اللقاح ، حيث أنبتت بصورة طبيعية عند ارتفاع درجة الحرارة إلى المجال المناسب بعد ذلك ( عن Wittwer ، ١٩٥٤ Priel& Seimann ، ١٩٦٩ Charles & Harris ، ١٩٧٢ ) . ولدى دراسة طبيعة المقدرة على العقد فى درجات الحرارة المنخفضة ( والمرتفعة ) لم تلاحظ أية علاقة بين محتوى مبايض الأزهار من الأوكسينات ، أو الجبريللينات ، و حامض الأبسيسك ، وبين الاختلافات المشاهدة بين الأصناف فى هذه الصفة ( Ibrahim ١٩٨٤ ) .

## فسيولوجيا عقد الثمار فى الجو الحار :

يقل عقد ثمار الطماطم فى الجو الحار سواء أكان الارتفاع فى درجة الحرارة ليلًا أم نهارًا . ويرجع ذلك إلى عوامل عديدة ، فلدرجة الحرارة المرتفعة مثلًا تأثير كبير على ميتابوليزم النبات . وقد كان Nitghtingale من أوائل الذين درسوا هذه الظاهرة ، إذ عرّض نباتات طماطم وهى بعمر ٦ أسابيع لدرجات حرارة ثابتة مقدارها ١٢,٨ ، و ٢١,١ ، و ٣٥°م ، ورطوبة نسبية مقدارها ٨٥٪ لمدة ١٠ أيام ، فوجد أن معاملة الحرارة المرتفعة أدت إلى إحداث نقص واضح فى محتوى النبات من المواد الكربوهيدراتية ، وصاحبت ذلك زيادة واضحة فى نسبة النيتروجين العضوى . وقد أرجع Nitghtingale هذا الظاهرة إلى زيادة المستهلك من المواد الكربوهيدراتية فى التنفس فى الحرارة العالية كذلك أوضح آخرون أن نقص محتوى النبات من المواد الكربوهيدراتية يؤدى إلى عقم حبوب اللقاح وضعف حيويتها . كما تبين أن انتقال المواد الكربوهيدراتية فى النبات كان قليلًا عندما كانت درجة الحرارة ليلًا ٢٦,٥°م ، ثم ازداد معدل انتقالها تدريجيًّا مع انخفاض درجة حرارة الليل حتى ٨ درجات مئوية ، وكانت أفضل درجة حرارة ليلًا للنمو هى ١٨°م . وقد أدى نقص انتقال المواد الكربوهيدراتية فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك إلى ضعف النمو الجذرى ، والخضرى ، والثمرى. أما درجات حرارة الليل الأقل من ١٨°م ، فقد صاحبه نقص فى معدل النمو مع تخزين المواد الكربوهيدراتية ، إلّا أن هناك دراسة أثبتت أن أفضل درجة حرارة لانتقال المواد الكربوهيدراتية هى ٢٤°م ، ولم يظهر أى دليل على زيادة انتقالها ، فى درجات الحرارة الأقل من ذلك . ويبدو أن الزيادة التى لوحظت قبل ذلك فى الحرارة المنخفضة كانت راجعة إلى سببين غير مباشرين ، هما : نقص النمو ، ونقص معدل التنفس تحت هذه الظروف . وبالإضافة إلى ماتقدم فقد وجد أن الفقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس يزداد مع الارتفاع فى درجة الحرارة حتى ٣٠°م ( عن El- Ahmadi ١٩٧٧ ) .

وتأييدًا لنظرية نقص الكربوهيدرات فى درجات الحرارة المرتفعة ، وتأثير ذلك على العقد نذكر ماتوصل إليه Stevens & Rudich ( ١٩٧٨ ) من أن عملية البناء الضوئى تتأثر فى الحرارة المرتفعة بدرجة أكبر فى الصنف روما Roma ، عنه فى الصنف سالاديت Saladette القادر على العقد الجيد فى

الحرارة المرتفعة ، ومانقلاه عن Kinet من أن الأوراق الصغيرة التى تنمو تحت العنقود الزهرى مباشرة تنافسه على الغذاء المجهز ، وتؤدى إزالتها إلى تشجيع الإزهار .

وبالرغم من هذه الدراسات المؤكدة على أن سوء العقد فى درجات الحرارة المرتفعة يرجع إلى استنفاد مخزون المواد الكربوهيدراتية فى التنفس تحت هذه الظروف ، إلّا أن الحرارة المرتفعة تؤثر على العقد من خلال تأثيرها على أمور أخرى كثيرة . وقد ضعف الاتجاه المؤكد لنظرية استنفاد مخزون المواد الكربوهيدراتية فى الحرارة المرتفعة ، وذلك بعد أن ثبت أن أزهار الطماطم المقطوعة لاتعقد فى درجات الحرارة المرتفعة ، وإن توفر لها مستوى مرتفع من المواد الكربوهيدراتية فى بيئة مغذية .

ولقد أوضحت الدراسات — التى أجريت فى المركز الآسيوى لأبحاث وتطوير الخضر ( Asian Vegetable Research and Development Center ١٩٧٧ و ١٩٧٨ ، Kuo ١٩٧٩ ) أن عقد ثمار الطماطم يكون منخفضًا — بدرجة متساوية — عند ارتفاع درجة الحرارة ليلًا ( حتى ٢٥°م ) ، أو نهارًا ( حتى ٣٨°م ) ، وأن سوء العقد فى الحرارة المرتفعة ينتج عن تأثير الحرارة على عدد من العمليات الفسيولوجية ، فلقد كان واضحًا أن التأثير الضار للحرارة المرتفعة على العقد يحدث قبل تفتح الزهرة ، خاصة فى بداية ظهور النورة الزهرية ، إذ لوحظ تأثر عملية تكوين الخلايا الأمية لحبوب اللقاح بالحرارة المرتفعة بدرجة أكبر فى الأصناف الحساسة للحرارة العالية عنها فى الأصناف التى تتحمل الحرارة . كما وجد أن الإفرازات المأخوذة من مياسم إحدى السلالات المتحملة للحرارة العالية تشجع أنبات حبوب اللقاح ، ونمو الأنابيب اللقاحية عندما تعامل بها مياسم الأزهار فى كل من السلالات الحساسة ، والمقاومة للحرارة على حد سواء . ووجدت اختلافات بين سلالات الطماطم الحساسة ، والمقاومة للحرارة فى مقدرة حبوب لقاحها على الإنبات فى البيئات الصناعية *in vitro* فى درجات الحرارة العالية . فتميزت السلالات القادرة على العقد فى درجات الحرارة المرتفعة ( مثل : L283 ، و L245 ، و L392 ) بارتفاع نسبة إنبات حبوب لقاحها فى درجة حرارة ٣٤°م الا أن إنباتها تأثر فى درجة حرارة ٣٨°م ، وهى حرارة أعلى بكثير من الحد الأقصى المناسب لعقد ثمار الطماطم . كذلك لوحظت ظاهرة بروز الميسم من الأنبوبة المتكية بمعدلات أكبر فى السلالات الحساسة للحرارة المرتفعة

وتبعًا لكل من Rudich وآخرين ( ١٩٧٧ ) ، و Levy وآخرين ( ١٩٧٨ ) ، فإن الحرارة المرتفعة تضر بعقد الثمار فى الطماطم من خلال تأثيرها على العمليات الفسيولوجية التالية :

١ — نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات .

٢ — عدم انتقال المواد الكربوهيدراتية بكفاءة فى النبات .

٣ — قلة إنتاج حبوب اللقاح ، واختلال عملية تكوينها .

٤ — ضعف حيوية ، وإنبات حبوب اللقاح .

٥ -- بروز الميسم من الأنبوبة السدائية .

٦ -- جفاف المياسم ، وتلونها باللون البنى .

٧ -- عدم انشقاق المتوك .

وفى دراسة شاملة أجراها Ea- Ahmadi & Stevens ( ١٩٧٩ ) وقارنا فيها الصنف الحساس للحرارة المرتفعة فى إف ٣٦ VF36 خمسة أصناف وسلالات مقاومة للحرارة المرتفعة ، هى : سالاديت Saladette ، و P.I. 262934 ، و BL 6807 ، و S 6916 ، و CIA S161 تأكد لديهما أن المقدرة على العقد فى درجات الحرارة المرتفعة ترجع إلى عوامل كثيرة ، فقد أدى تعريض النباتات لدرجة حرارة ٣٨°م نهارًا ، و٢٧°م ليلًا إلى إحداث التأثيرات التالية :

١ -- انخفض إنتاج الأزهار فى كل الأصناف والسلالات ماعدا السلالة BL 6807 ، والتى ظلت أزهارها تتمتع بوصول نسبة مرتفعة من المواد الغذائية المجهزة تحت هذه الظروف إليها .

٢ -- توقف انتثار حبوب اللقاح من المتوك فى كل الأصناف والسلالات .

٣ -- نقص إنبات حبوب اللقاح فى البيئات الصناعية ، وكان الصنف سالاديت أقلها تأثرًا فى هذا الشأن .

٤ -- ضعفت حيوية حبوب اللقاح ، وضعفت كذلك مقدرتها على الإخصاب ، وكانت السلالتان S 6916 ، و CIA S161 أقلهما تأثرًا ، بينما كان الصنف Saladette أكثرها تأثرًا فى هذا الشأن وقد استدل على هذا التأثير للحرارة المرتفعة من خلال عدد البذور المتكونة بالثمار .

٥ -- لم تتأثر البويضات كثيرًا بارتفاع درجة الحرارة ، وكانت السلالة BL 6807 أكثرها تأثرا .

## تأثير الحرارة المرتفعة على تكوين الجاميطات :

لوحظ أن لتعريض براعم وأزهار الطماطم لدرجة حرارة ٤٠°م لمدة يومين متتاليين أثر على تكوين الجاميطات بشدة ، حيث أدت معاملة الحرارة المرتفعة قبل تفتح الأزهار -- بثمانية إلى تسعة أيام -- إلى اندثار الخلايا الأربع الأحادية لحبوب اللقاح polien tetrad ، وظهرت بها علامات البلزمة ، والتجلط ، وازداد حجم الخلايا المغذية ، كما أدى تعريض النباتات لحرارة ٤٠ -- ٤٥°م لمدة ٣ ساعات فقط خلال هذه المرحلة -- أى قبل تفتح الزهرة بثمانية إلى تسعة أيام -- إلى إحداث نقص كبير فى نسبة العقد . ومع أنه لم تلاحظ أية تموات غير طبيعية فى مبايض الأزهار عندما فحصت بعد معاملة التعريض للحرارة المرتفعة مباشرة ، إلّا أنه لوحظ حدوث تدهور واندثار فى الخلايا الأمية الأنثوية ، وذلك عند إجراء الفحص بعد المعاملة بخمسة أيام . وقد تبين من هذه الدراسة أن تأثير

الحرارة المرتفعة على كل من الجاميطات المذكرة والمؤنثة يقل تدريجيًّا ، وذلك مع تأخير معاملة التعريض للحرارة العالية إلى أن تلاشى التأثير تمامًا عند إجراء المعاملة قبل تفتح الأزهار بيوم واحد إلى ثلاثة أيام .

وقد تأكد أن إنتاج حبوب اللقاح يكون أقل بكثير فى درجات الحرارة العالية عما فى درجات الحرارة المناسبة . وأمكن تقدير ذلك كميًّا ، إذ وجد أن كمية حبوب اللقاح المنتجة فى كل زهرة بلغت ٠,٥٤ ، و ٠,٦ ملليجرام فى أحد الأصناف القادرة على العقد فى الجو الحار عند تعريض النباتات لحرارة عالية ( ٣٣°م نهارًا/ ٢٣°م ليلًا ) ، وحرارة معتدلة ( ٢٣°م نهارًا/ ١٧°م ليلًا ) على التوالى . وبالمقارنة فقد انخفضت كمية حبوب اللقاح المنتجة فى كل زهرة فى أحد الأصناف الحاسة للحرارة من ١,٢١ ملليجرام فى معاملة الحرارة المعتدلة إلى ٠,٤٥ ملليجرام فى معاملة الحرارة العالية . ويتضح مما تقدم مدى زيادة تأثر إنتاج حبوب اللقاح بالحرارة العالية فى الصنف الحساس عنه فى الصنف المقاوم .

وعمومًا لاتتأثر حيوية الكيس الجنينى بنفس القدر الذى تتأثر به حبوب اللقاح ، خاصة عندما لايزيد ارتفاع الحرارة عن ٣٣°م .

## تأثير الحرارة المرتفعة على إنبات حبوب اللقاح :

لوحظ أن أفضل حرارة لإنبات حبوب اللقاح كانت ٢٩,٤°م ، حيث بلغت نسبة الإنبات عندها ٦٦٪ بعد ٦٠ ساعة ، وكانت هذه الدرجة كذلك أفضل درجة لنمو الأنابيب اللقاحية . هذا ، بينما كان أقل معدل لنمو أنابيب اللقاح عند حرارة ٣٧,٨°م . وبالمقارنة فقد لوحظ فى دراسة أخرى أن درجة الحرارة المثلى لإنبات حبوب اللقاح كانت ٢٥°م ، وانخفض الإنبات بمقدار ٤٠٪ عند حرارة ٣٥°م ، وبمقدار ٨٨٪ عند حرارة ٣٧,٥°م . كما وُجِدَ أن أفضل درجة حرارة لإنبات حبوب اللقاح فى بيئة صناعية كانت ٢٧°م ، وأدى ارتفاع الحرارة عن ذلك إلى نقص سرعة الإنبات . وبمقارنة صنفين أحدهما حساس ، والآخر مقاوم للحرارة المرتفعة ، وجد أن نسبة إنبات حبوب اللقاح كانت ٧٣ ، ٦٦٪ فى الصنف المقاوم ، وذلك عندما عرضت النباتات لحرارة معتدلة ( ٢٣°م نهارًا / ٢٣°م ليلًا ) على التوالى .. هذا .. بينما انخفضت نسبة إنبات حبوب اللقاح فى الصنف الحساس من ٦٧٪ فى الحرارة المعتدلة إلى ٤٨٪ فى الحرارة العالية ( عن EL - Ahmadi ١٩٧٧ ) . وقد وجد Tarakanov وآخرون ( ١٩٧٨ ) أن معاملة الحرارة المميتة لحبوب لقاح ٧ أصناف من الطماطم تراوحت من ٤٠ – ٤٥°م لمدة ٦ ساعات .

وقد درس Preil & Seimann ( ١٩٦٩ ) التفاعل بين الحرارة العالية والرطوبة النسبية ، ودور هذا التفاعل فى التأثير على حيوية حبوب اللقاح ، فوجدا أن إنباتها كان جيدًا فى حرارة ٣٥°م عندما كانت الرطوبة النسبية ٣٥٪ ، لكن الإنبات توقف كلية تقريبًا عندما كانت الرطوبة النسبية ١٠٠٪ .

## تأثير الحرارة المرتفعة على مياسم الأزهار :

وجد Charles & Harris ( ١٩٧٢ ) أن عقد ثمار الطماطم ينخفض فى درجة حرارة ٢٦,٧°م ، أن ذلك يرجع بصفة رئيسية إلى بروز المياسم ، وضعف قابليتها لاستقبال حبوب اللقاح .

## تأثير الحرارة المرتفعة على نمو وتكوين الجنين :

وجد أن أكبر تأثير للحرارة المرتفعة على الجنين يكون فى المراحل المبكرة من نموه وتكوينه . فعندما عرضت البويضات المخصبة لحرارة ٤٠°م لمدة ٤ ساعات بعد التلقيح بنحو ١٨ ساعة ، فشلت فى إكمال نموها . وعندما أجريت هذه المعاملة بعد التلقيح بيوم إلى أربعة أيام اندثر الاندوسبرم وتدهور . أما عندما أجريت معاملة التعريض للحرارة العالية بعد التلقيح بخمسة أيام ، لم تنتج عنها أية أعراض غير طبيعية .

## تأثير الحرارة المرتفعة على مستوى منظمات النمو والبرولين فى النبات :

درس Kuo & Tsai ( ١٩٨٤ ) مستوى الجبريللينات والأوكسينات فى البراعم الزهرية ، والأزهار المتفتحة ، والثمار العاقدة حديثا عند تعريض النباتات أثناء أى من هذه المراحل لدرجة حرارة ٣٨°م لمدة ٥ ساعات ، ووجدا أن هذه المعاملة أحدثت نقصًا فى مستوى كل من الجبريللينات والأوكسينات ، خاصة فى البراعم الزهرية والثمار العاقدة .

ويحاول الباحثون دراسة تأثير التعرض للحرارة العالية على محتوى النبات من البرولين بمعلومية أن البرولين يتراكم فى أوراق الطماطم عندما يتعرض النبات لظروف بيئية قاسية ، مثل : التعرض للملوحة العالية ، أو النقص الشديد ، أو الزيادة الشديدة فى الرطوبة الأرضية . وقد وجدت اختلافات وراثية بين سلالات الطماطم فى هذه الخاصية . وفى محاولة لدراسة تأثير درجة الحرارة على محتوى البرولين وعلاقة ذلك بالعقد ، قام Kuo وآخرون ( ١٩٨٦ ) بتقدير محتوى المتوك ، وحبوب اللقاح ، وأمتعة الأزهار ، والأوراق من البرولين فى درجات الحرارة المختلفة ، فوجدوا أن محتوى المتوك من البرولين ازداد مع تقدم نمو الأجزاء الزهرية ، ووصل المحتوى إلى أقصى مداه عند تفتح الأزهار . أما المتاع فكان محتواه من البرولين أقل من محتوى المتوك ، ولم يرتفع مع تقدم نمو البرعم الزهرى . وقد أدت الحرارة المرتفعة إلى خفض مستوى البرولين فى كل من متوك ، وأمتعة الأزهار أيًا كانت مرحلة نموها . وبالمقارنة .. فقد كان مستوى البرولين فى الأوراق أقل مما فى متوك ، أو أمتعة الأزهار ، إلّا أن معاملة الحرارة المرتفعة أدت إلى زيادة محتواها من البرولين . وقد وجدوا أن حبوب اللقاح التى جمعت فى المواسم الحارة أحتوت على برولين أقل مما فى تلك التى جمعت فى المواسم الباردة . كما أدت إضافة البرولين إلى بيئة إنبات حبوب اللقاح إلى زيادة معدلات الإنبات ، وزيادة مقاومتها للحرارة . واستنادًا لهذه النتائج ، وضع الباحثون افتراضًا بأن ارتفاع درجة الحرارة يؤدى

إلى ارتفاع نسبة البرولين فى الأوراق على حساب نسبته فى المتوك ، بينما يعد المحتوى المرتفع للبرولين فى المتوك ضروريًا لإكساب حبوب اللقاح القدرة على الإنبات فى الحرارة العالية .

وللمزيد من التفاصيل المتعلقة بفسيولوجيا عقد ثمار الطماطم فى درجات الحرارة العالية ، يراجع كل من Stevens & Rudich ( ١٩٧٨ ) و Kuo وآخرين ( ١٩٧٩ ) .

## مشاكل عقد الثمار فى الزراعات المحمية :

نتطرق إلى مشاكل عقد الثمار فى الزراعات المحمية من جانبيها العلمى ( الفسيولوجى ) والعملى ( التطبيقى ) فى الفصل الخاص بالزراعة المحمية ، كما نقدم فى الجزء التالى من هذا الفصل الكثير من التفاصيل المتعلقة باستخدام منظمات النمو فى هذا المجال .

## استخدامات منظمات النمو فى تحسين عقد الثمار :

### منظمات النمو المؤثرة على العقد :

تعد الأوكسينات Auxins ، والجبريللينات Gibberllins من أكثر منظمات استعمالًا ، وتأثيرًا على عقد الثمار فى الطماطم .

### ١ - الأوكسينات :

ثبت أنه يمكن عقد ثمار الطماطم بكريًا بمعاملة الأزهار بالأوكسين إندول حامض الخليك indole acetic acid ، أو بمعاملة الأسطح المقطوعة لأقلام أزهار الطماطم بأى من الأوكسينين : باراكلورو فينوكسي حامض الخليك parachlorophenoxy acetic acid ، أو إستر الإيثيل لإندول حامض الخليك ethylester of indole acetic acid . كما استخدم الأوكسين ٢ - هيدروكسي ميثيل ٤ - كلورو فينوكسي حامض الخليك 2- hydroxymethyl 4- chlorophenoxy acetic acid بنجاح فى عقد الثمار بتركيز ٥٠ - ٥٠٠ جزء فى المليون رشًا 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 : بيتانفثوكسي حامض الخليك B- naphthoxy acetic acid ، أو بارا - كلورو فينوكسي حامض الخليك para- chlorophenoxy acetic acid ( عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢ ) .

ويوجد العديد من التحضيرات التجارية للأوكسينات المستخدمة فى تحسين العقد فى درجات الحرارة غير المناسبة . ومن أمثلتها : بيتابال Betapal الذى يحتوى على الأوكسين بيتا نفثوكسي حامض الخليك B- naphthoxy acetic acid ، وتوماتوتون Tomatotone الذى يحتوى على الأوكسين باراكلوروفينوكسي حامض الخليك ( 4- CPA ) . ويستعمل كلاهما بنجاح فى تحسين العقد فى كل درجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة على حد سواء ( عن Picken & Grimmett ١٩٨٦ )

## ٢ ـ الجبريللينات :

كان Wittwer و Bukovac هما أول من بيَّنا أهمية استعمال الجبر يللينات فى تحسين عقد الثمار فى الطماطم ، وكان ذلك فى عام ١٩٥٧ . ومع أن معظم دراستهما كانت باستعمال حامض الجبريلينك $GA_3$ ، 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 $٣ \times ١٠^{-٤}$ ، أو $٣ \times ١٠^{-٣}$ مولار ( عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢ ) . وقد تأيدت هذه النتائج بأبحاث آخرين ، فَوُجد أن رش المجموع الحضرى للطماطم بحامض الجبريلليك مثلاً يؤدى إلى التبكير فى عقد الثمار ويزيد نسبته ، وأن المعاملة بحامض الجبريللينك تؤدى إلى زيادة إنتاج الأوكسين فى مبايض الأزهار ، ونموها بصورة مماثلة لنموها بعد التلقيح والإخصاب .

## المعاملة بمنظمات 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 بارًا ـــ كلورفينوكسي حامض الخليك Para -chloro phenoxy acetic 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 ـ 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 ليلًا أثناء الإزهار عن ١٥° م ( Wittwer ١٩٦٩ ) . وقد نصح Wittwer (١٩٥٤) باستعمال أى من الأوكسينات التالية فى تحسين عقد الثمار فى الطماطم عند انخفاض درجة الحرارة أثناء الإزهار :

١ ـــ باراكلورو فينوكسي حامض الخليك para-choro phenoxy acetic acid بتركيز ٣٠ جزءًا فى المليون .

٢ ـــ ألفا أورثو ـ كلوروفينوكسي حامض البروبيونيك alpha-ortho-chlorophenoxy-propionic acid بتركيز ٧٥ ـــ ١٠٠ جزءًا فى المليون

٣ ـــ بيتا نفثوكسي حامض الخليك beta-naphthoxy acetic acid بتركيز ٥٠ ـــ 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 درجة الحرارة عن ١٥° م .

وبالرغم من هذه التأكيدات على طريقة المعاملة ، إلا أن Singletary & Warren (١٩٥١) قد استعملا الأوكسينين : بارا – كلورو فينوكسي حامض الخليك بتركيز ٣٠ جزءاً فى المليون ، وبيتا نفثوكسي 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 . وقد تأيد ذلك فى مصر ، حيث وجد El-Beltagy وآخرون (١٩٨٤) أن رش نباتات الطماطم شتلةً فى الجور البارد ( أثناء انخفاض درجة الحرارة ليلًا بما لايناسب العقد الجيد ) بمنظم النمو بارا – كلورو فينوكسي حامض الخليك 4-CPA أدى إلى تحسين عقد الثمار وزيادة المحصول .

ويستخدم حامض فثالامك Pthalamic acid ( يعرف تجاريًّا باسم دوراست Duraset ) بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى معاملة العناقيد الزهرية للطماطم . تبدأ المعاملة بعد ٨ ــ ١٠ أيام من تحسن الأحوال الجوية بعد فترة تعرض النباتات لدرجة حرارة تقل عن ١٢° م . أما إذا استمر الانخفاض فى درجة الحرارة لعدة ليال متتالية ، فإن المعاملة تبدأ دون مزيد من التأخير ، وتكرر كل ٧ ــ ١٠ أيام ، طالما استمر الانخفاض فى درجة الحرارة ويحدد موعد الرش على أساس أن الأزهار المتفتحة بعد ٧ ــ ١٠ أيام من التعرض للجو البارد تخلو من حبوب اللقاح ، وذلك بسبب التأثير الضار للحرارة المنخفضة على عملية تكوين الجاميطات المذكرة .

## المعاملة بمنظمات النمو فى الجو الحار :

يعد الأوكسين بارا – كلوروفينوكسي حامض الخليك para- chlorophenoxy- acetic acid ( اختصارًا 4-CPA ) من أكثر منظمات النمو استعمالًا بغرض تحسين عقد الثمار فى الجو الحار . فقد أدى استعماله رشًّا على العناقيد الزهرية بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون إلى تحسين كبير فى عقد الثمار فى درجة 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 لحاسيته الشديدة لمنظم النمو عند ارتفاع درجة الحرارة ( عن Singletary &Warren ١٩٥١ ) .

كذلك يستخدم حامض فثالامك Pthalamic acid ، والمعروف تجاريًّا باسم دوراست فى تحسين عقد الثمار فى الجو الحار ، حيث تعامل به النموات الخضرية بتركيز ٠,٢ – ٠,٣٪ عندما لاتقل درجة الحرارة نهارًا عن ٢٨°م ، وليلًا 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 الأوكسينين ٤,٢ داى كلورو فينوكسي حامض الخليك 2,4- dichlorphenoxyacetic acid بتركيز ٥ أجزاء فى المليون ، أو نفثالين حامض الخليك napthalenecetic acid بتركيز ٢, ) جزءًا فى المليون . ولاشك أن التركيزات الأعلى من ذلك تضر كثيرًا بنباتات الطماطم ، خاصة فى الجو الحار . فمثلا ذُكِرَ أن استعمالَ الأوكسين بتيا نفثوكسي حامض الخليك بتركيز ٥٠ جزءًا فقى المليون رشًّا على النباتات قد أضرها كثيرًا .

## المرحلة المناسبة من النمو البرعمى ، والزهرى للمعاملة بمنظمات النمو :

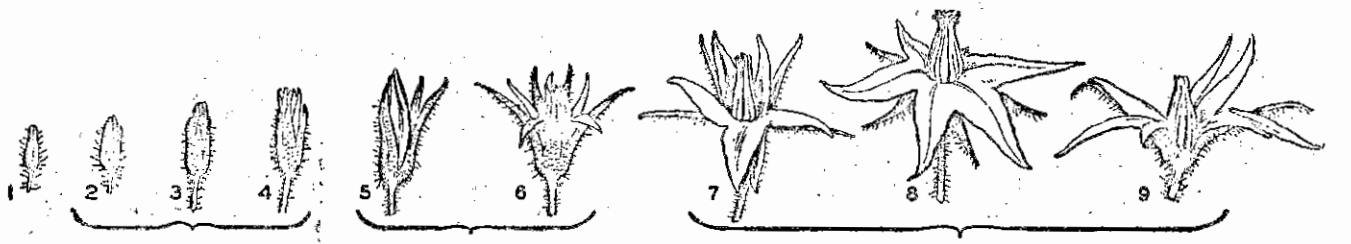
بيّن Avery وآخرون ( ١٩٤٧ ) تأثير المعاملة بمنظمات النمو أثناء المراحل المختلفة للنمو البرعمى ، والزهرى على العقد ، وصفات الثمار ( شكل ٦ – ٣ ) ، ويمكن إيجاز ذلك فيما يلى :

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 .

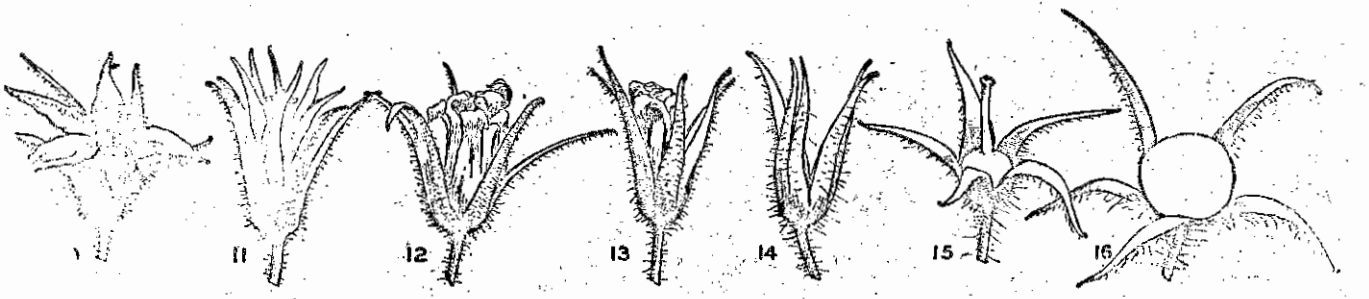
ومن الطبيعى أن تؤدى المعاملة أثناء ارتفاع ، أو انخفاض درجة الحرارة عن المجال المناسب للعقد الطبيعى إلى إنتاج ثمار بكرية ، أو قليلة البذور أيًّا كانت مرحلة النمو المعاملة فيها البراعم أو الأزهار . ويستفاد مما تقدم فى محاولة توجيه محلول الرش نحو الأزهار المكتملة التفتح ، مع تجنب وصول المحلول إلى البراعم 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 .




تؤدى المعاملة بالهرمون عند هذه المراحل إلى إنتاج ثمار صغيرة رديئة النوعية

تؤدى المعاملة بالهرمون عند هذه المراحل ( قبل التلقيح ) إلى إنتاج ثمار جديدة عديمة البذور

يحدث التلقيح الطبيعى فى هذه المراحل ، وتؤدى المعاملة بالهرمون إلى تأكيد عقد ثمار جيدة بها بذور




**شكل ( ٦ – ٣ )** : تأثير معاملة البراعم الزهرية ، والأزهار بمنظمات النمو أثناء المراحل المختلفة لتكوينها ونموها على صفات الثمار الناتجة منها . تمثل المراحل من ٤ إلى ١٣ التطور اليومى للبراعم والأزهار . يبدأ عقد الأزهار فى المراحل من ١٠ إلى ١٤ إذا عوملت بالهرمونات ، حتى وإن لم تكن قد لقحت بعد . تمثل المرحلة رقم ١٥ حالة الزهرة العاقدة بعد نحو ٢ – ٣ أيام من الرش بالهرمون ، أو ٤ – ٥ أيام من التلقيح . تمثل المرحلة رقم ١٦ حجم الثمرة الحقيقى بعد ٥ أيام من الرش بالهرمون ، أو ٦ – ٧ أيام من التلقيح .

**طرق المعاملة بمنظمات النمو :**

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

١ – الرش بالمحاليل المائية :

تذاب الكمية المطلوبة من منظم النمو فى ٢ – ٥ مل من كحول الإيثيل 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 أولًا بأول ، ولايمكن ذلك إلّا فى حالة التربية الرأسية للطماطم . ولايجوز رش النبات كله ببعض منظمات النمو ، لأنها تحدث تشوهات فى النمو الخضرى ، خاصة فى الجو الحار ، وعند استعمال تركيزات مرتفعة نسبيًّا 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 – كلورد فينوكسي حامض الخليك para- chlorophenoxyacetic acid ( اختصارًا 4-CPA ) من أهم منظمات النمو المستخدمة تجاريًّا 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 ، إلّا 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 لايجب أن يكون الهدف هو إحلال الهرمونات كلية محل حبوب اللقاح .

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 مستحلبات 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 فينوكسي حامض الخليك ( مبيد الحشائش 2,4-D ) بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون .

يسخن اللاتولين lanolin أولًا مع كمية مناسبة من حامض الاستيارك stearic acid إلى درجة 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 درجة حرارة ٧٠ – ٨٠°م مع التقليب ، ثم يضاف لهما مخلوط حامض الاستيارك مع اللانولين ، وتلى ذلك إضافة ماء مدفأ بنفس الدرجة 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 .

يُقلّب 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 لاتزيد 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 فينوكسي حامض الخليك methyl ester of dichlorophenoxyacetic لكل ١٠٠٠ م٣ من حجم البيت .

٤ – المعاملة بأيروسولات منظمات النمو :

تجب إذابة منظمات النمو أولًا ، لاستعمالها فى صورة أيروسولات Aerosols ، فى مادة حاملة شديدة التبخر ، مثل الغازات المُسالة ، أو إذابتها فى مادة مذيبة ، ثم تخلط مع الغاز السائل ، ويعبأ المخلوط فى قنينة خاصة . يسمح للمخلوط بالخروج من القنينة عند الاستعمال فيتبخر الغاز السائل فى

هذه الحالة تاركًا منظم النمو معلقًا فى الهواء فى حالة تفتت شديد . وقد نجح أتباع 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 مضمونه . ولتحضير معجون من أحد منظمات النمو بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون ، تتبع الخطوات التالية :

(أ) يذاب ١٠٠ ملليجرام من منظم النمو فى ٥ مل من كحول الإيثيل ٩٥٪ .

(ب) يضاف ماء إلى محلول الهرمون إلى أن يصل حجمه النهائى إلى ٢٠ مل .

(جـ) يدفأ ٨٠ جم من معجون اللانولين lanolin paste إلى أن يصبح سائلًا متدفقًا .

(د) 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 استخدم Zalic ( ١٩٥١ ) هذه الطريقة فى معاملة أزهار الطماطم بمنظم النمو بارا – كلورو فينوكسي 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 indole butyric 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 اتباع جميع هذه الطرق على الأغراض البحثية .

## تأثير المعاملة بمنظمات النمو على صفات الثمار :

لاتحدث المعاملة بمنظمات النمو أية تأثيرات على لون أو طعم الثمار ، أو محتواها من المواد الصلبة الذائبة ، أو السكريات ، أو الحموضة الكلية ، أو المعادن ، أو الفيتامينات . ومن ناحية أخرى .. نجد أن استعمال منظمات النمو لتحسين العقد يؤدى عادة إلى إحداث التغييرات التالية فى صفات الثمار :

١ – زيادة نسبة الثمار التى تعقد بكريًّا ، 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 .

(جـ) مدى ملاءمة الظروف الجوية للعقد الطبيعى .

(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 الطبيعى .

٢ – زيادة نسبة الثمار التى تظهر فيها تجاويف داخلية puffy fruits .

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 – كلورو فينوكسي حامض الخليك ( 4-CPA ) من أكثر الهرمونات تأثيرًا فى هذا الشأن .

٤ – نقص صلابة الثمار .

٥ – 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 ولاتعقد – 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 .

## المراجع :


Asian Vegetable Research and Development Center. 1978. Progress Report for 1977. Shanhua, Taiwan.

Asian Vegetable Research and Development Center. 1979. Progress Report for 1978. Shanhua, Taiwan.

Atherton, J.G. and G.P. Harris. 1986. Flowering. *In* J.G. Atherton and J.Rudich (Eds). "The Tomato Crop" pp. 167-200. Chapman and Hall.

Auerswald, H. 1978. Effect of climatic conditions on fruit set of glasshouse tomatoes. (In De). Gartenbau 25: 297-299.

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

Charles, W.B. and R.E. Harris. 1972. Tomato fruit set at hight and low temperatures. Canad. J. Plant Sci. 52: 497-506.

Choudhury, S.H. and A.H.M. Farouque. 1973. Effect of PCA and GA on seedlessness of tomatoes. Bangladesh Hort. 1: 13-16.

Curme, J.H. 1962. Effect of low night temperatures on tomato fruit set. *In* campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Symposium" pp. 99-108. Camden, N.J.

El-Ahmadi, A.B. 1977. Genetics and physiology of high temperature fruit-set in the tomato. Ph.D. Thesis, Univ. Calif., Davis.

El-Ahmadi, A.B. and M.A. Stevens. 1979. Reproductive responses of heat - tolerant tomatoes to high temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 686-691.

El-Beltagy, A.S., A.S. Mohamedien and M. Hafiz. 1984. Off-season tomato production. II. Means of improving cold tolerance, frost protection and fruit-set for spring tomato production. Egypt. J. Hort. 11: 135-149.

Hassan, A.A., M.M. Marghany and W.L. Sims. 1986. Genetics and physiology of parthenocarpy in tomato. HortScience 21: 705.

Hemphill, D.D. 1949. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 54:261.

Ho, L.C. and J.D. Hewitt. 1986. Fruit development. *In* J.G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop" pp. 201-239. Chapman and Hall, London.

Hurd, R.G. and A.J. Cooper. 1970. The effect of early low temperature treatment on the yield of single-inflorescence tomatoes. J. Hort. Sci. 45: 19-27.

Ibrahim, M.A.M. 1984. Genetic and physiological studies on heat and cold tolerance in tomatoes. Ph. D. Thesis, Cairo Univ., 118 p.

Kraus, E.J. and H.R. Kraybill. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Oreg. Agr. Exp. Sta. Bul. 149.

Kuo, C.G. and C.T. Tsai. 1984. Alteration by high temperature of auxin and gibberellin concentrations in the floral buds, flowers, and young fruit of tomato. HortScience 19: 870-872.

Kuo, C.G., B.W. Chen, M.H. Chou, C.L. Tsai and T.S. Tsay, 1979. Tomato fruit-set at high temperatures. *In* Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of the 1st Symposium on Tropical Tomato" pp. 94-108. Shanhua, Taiwan.

Levy, A., H.D. Rabinowitch and N. Kedar. 1978. Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperatures. Euphytica 27: 211-218.

Lin, S., W.E. Splittstoesser and W. L. George. 1983. Acomparison of normal and pseudsembryos in parthenocarpic fruit of Severianin' tomato. HortScience 18:75-76.

Lin, S., W.E. Splittstoesser and W.L. George. 1983. Factors controlling the expression of parthenocarpy in 'Severianin' tomato. Scientia Horticulturae 19: 45-53.

Mapelli, S., G. Torti, M. Bandino and G.P. Soressi. 1979. Effects of $GA_3$ on flowering and fruit-set in a mutant of tomato. HortScience 14: 736-737

Marghany, M.M. 1984. Genetic and physiological studies on parthenocarpy in tomato. M.S. Thesis, Cairo Univ. 83p.

McKay, R. 1949. Tomato diseases: an illustrated guide to their recognitian and control. Dublin at the sign of three candles. 107 p.

Mehta, A.K. and P.J. Mathai, 1975. Effect of growth regulators on summer tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Haryana J. Hort. Sci., 4: 167-176.

Mukherlee, R.K. and C. Dutta. 1965. Gibberrellic acid and crop plants: III. Induction of parthenocarpy in varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Indian Agriculturist. 9: 84-85.

Nourai, A.H.A. and G.P. Harris. 1983. Effects of growth retardants on inflorescence development in tomato. Scientia Horticulturae 20: 341-348.

Phatak, S.C. and S.H. Wittwer, 1965. Regulation of tomato flowering through reciprocal top-root grafting. Proc. Amer. Soc. Hort Sci. 87: 398-403.

Phatak, S.C., S.H. Wittwer and F.G. Teubner. 1966. Top and root temperature effects on tomato flowering. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 527-531.

Picken, A.J.F. and M. Grimmett. 1986. The effects of two fruit setting agents on the yield and quality of tomato fruit in glasshouse in winter. J. Hort. Sci. 61: 243-250.

Preil, W. and R. Seimann. 1969. Investigations on the effect of different environmental factors on the pollen viability of tomatoes, *Lycopersicon esculentum,* especially those with hereditary tendencies towards parthenocarpy. (In De). Angew. Bot. 43: 175-193.

Rick, C.M. 1976. Tomato. *In* N.W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop plants" pp. 268-273. Longman, London.

Rudich, J., E. Zamski and Y. Regev. 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato: pollination and fruit set. Bot. Gaz. 138: 448-452.

Singletary, C.C. and G.F. Warren. 1951. Influence of time and methods of application of hormones on fruit set. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57: 225-230.

Smith, O. 1932. Relation of temperature to anthesis and blossom drop of the tomato together with a histological study of the pistils. J. Agr. Res. 44: 183-190.

Stevens, M.A. and J. Rudich. 1978. Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability, yield, and quality in the tomato Hortscience 13: 673-678.

Tarkanov, G.I., S.A. Dovedar, L. G. Avakimova, E.N. Andreeva and E.A. Sysina. 1978. Methods of increasing fruit set in tomato under high temperature conditions. (In Ru). Leningrad, USSR, p. 123-129. Referativnyi Zhurnal (1979) 6. 55. 330.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly, 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book co., Inc., N.Y. 611 p.

Went, F.W. 1962. Phytotronics. *In* Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Symposium" pp. 149-161. Camden, N.J.

Wittwer, S.H. 1948. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51: 371.

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

Wittwer, S.H. 1963. Photoperiod and flowering in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). 83: 688-694.

Wittwer, S.H. and M.J. Bukovac. 1962. Exogenous plant growth substances affecting floral initiation and fruit set. *In* campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Symposium" pp. 65-83. Camden, N.J.

Wittwer, S.H. and S. Honma. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Mich. State Univ., East Lansing. 225p.

Zalik. S. 1951. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58: 201.