استعمال المنشطات الحيوية

يحظى موضوع المنشطات الحيوية Biostimulants باهتمام متزايد — من قبل لباحثين والمنتجين — فى مجال إنتاج الخضر ولا تخفى أهمية الاستفادة من تلك التقنيات الحديثة فى مجال الزراعات المحمية، سواء أكانت أرضية، أم لاأرضية، وسواء أكانت لاأرضية صلدة، أم مائية وكمثال على ذلك . وجد Gangé وآخرون (١٩٩٣) أن إضافة البكتيريا المنشطة للنمو النباتى *Pseudomonas fluorescens* (سلالة رقم ٦٣-٢٨) إلى البيت موس فى مزرعة طماطم لاأرضية قوامها البيت موس — عندما كانت الظروف البيئية غير مواتية للنمو النشط للطماطم — أحدثت زيادة قدرها ١٣,٣٪ فى المحصول الكلى، و ١٨,٢٪ فى محصول ثمار الدرجة الأولى، و ١١,١٪ فى متوسط وزن الثمرة

التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون

تعتبر التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون أمرًا بالغ الحيوية فى الدول الباردة التى تُوقف فيها عملية تهوية البيوت المحمية لفترات طويلة، (بسبب برودة الهواء الخارجى)، الأمر الذى يترتب عليه استنزاف غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى هواء البيت وحتى فى المناطق المعتدلة التى تبدأ فيها تهوية البيوت — شتاءً — الساعة العاشرة صباحًا، أو التى قد تتأخر فيها تهوية البيوت المحمية إلى ما بعد الظهر فى الأيام الباردة فقد ظهر اتجاه نحو محاولة تعويض النقص الذى يحدث فى تركيز الغاز فى البيوت المحمية خلال تلك الفترات، أو حتى زيادة تركيزه عن المعدل الطبيعى، فى محاولة لاستثمار فترة التوقف عن التهوية فى زيادة معدل البناء الضوئى

ففى دول مثل هولندا والمملكة المتحدة يقل محصول الطماطم فى البيوت المحمية بنسبة تصل إلى ١٧٪ بسبب استنزاف غاز ثانى أكسيد الكربون، على الرغم من توفير كميات من الغاز نتيجة لحرق الغاز الطبيعى فى عملية التدفئة ويؤدى تزويد الصوبات بالغاز، إلى أن يصل إلى المستوى الطبيعى (٣٤٠ جزءًا فى المليون) — خلال فترة الإضاءة

نهارًا – إلى تجنب الفقد فى المحصول، مع استمرار تزايد المحصول باستمرار زيادة تركيز الغاز إلى حتى ١٠٠٠ جزء فى المليون، دون التأثير على متوسط وزن الثمرة (جدول ٩-١٤).

جدول (٩-١٤): تأثير زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيوت المحمية على محصول الطماطم ومتوسط وزن الثمرة (Van de Vooren ١٩٨٦).

تركيز الغاز	المحصول		وزن الثمرة
(جزء فى المليون)	(% من الشاهد)	(كجم / م٢)	(جم)
١٥٠	٧٢	٣,٩٢	٤٣
٢٤٥	١٠٠	٥,٤٢	٥٠
٤٣٠	١٢٢	٦,٦٢	٥١
٧٩٠	١٣١	٨,١٢	٥٦
١٥٠٠	١٣٢	٨,١٦	٥٥
٢٨٧٠	١٠٠	٥,٤٤	٥١

ولذا .. يوصى عند إحكام إغلاق الصوبات وتوقف التهوية بزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون حسب شدة الإضاءة ومرحلة النمو كما يلى (Oregon State University ٢٠٠٣):

الحالة	تركيز ثانى أكسيد الكربون بالجزء فى المليون
الجو الصحو	١٠٠٠
الجو الغائم	٧٥٠
النباتات الصغيرة	٧٠٠
فى وجود تهوية معتدلة	٣٥٠

ونقدم – فيما يلى – استعراضًا لعدد من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن:

○ فى المملكة المتحدة .. وجد Clack وآخرون (١٩٨٨) أن استجابة الطماطم لزيادة

– تركيز الغاز – صيف -- كانت خطية، حيث قدرت الزيادة فى محصول الثمار الصالحة للتسويق – فى المتوسط – بنحو ٢,٦٥ ± ٠,٢٠١ كجم/م^{2} من مساحة الصوبة لكل زيادة مقدارها ١٠٠ جزء فى المليون من الغاز فيما بين التركيزين ٣٢٠، و ٥٢٦ جزءا فى المليون

● وجد Lindhout & Pet (١٩٩٠) أن متوسط الزيادة الناشئة عن زيادة تركيز الغاز من ٣٢٠ إلى ٧٥٠ جزءًا فى المليون – مقدرة خلال ٥٥ يومًا من الزراعة فى ٩٦ صنفًا وسلالة من الطماطم، على أساس النسبة بين الوزن الجاف عند التركيز المرتفع من الغاز إلى الوزن الجاف عند التركيز المنخفض – كانت ٢,٣. وقد تباينت التراكيب الوراثية – معنويًا – فى تأثرها بزيادة تركيز الغاز.

● أدت زيادة تركيز الغاز (من ٣٤٠ جزءًا فى المليون إلى ٧٠٠ أو ١٠٠٠ جزء فى المليون) إلى خفض معدل النتح من الأوراق. وزيادة معدل البناء الضوئى فيها. ولكن لم يزدد إنتاج النبات من المادة الجافة إلا فى تركيز ٧٠٠ جزء فى المليون، مع توفر حرارة ٢٥°م نهارًا. و ١٦°م ليلاً (Behboudian & Lai ١٩٩٤).

● ويستدل من دراسات Lee & Lee (١٩٩٤ ب) أن زيادة تركيز الغاز إلى ٨٠٠ جزء فى المليون أدت إلى خفض معدل البناء الضوئى فى المراحل المبكرة من المعاملة بالغاز، ولكن البناء الضوئى انخفض إلى أقل من معدله الطبيعى (تحت ظروف التركيز الطبيعى للغاز) بعد ٣٠ يومًا من زيادة تركيز الغاز.

● كما تتأثر الاستجابة لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون بدرجة حرارة الجذور، ففى دراسة عرضت فيها نباتات الطماطم للغاز بتركيز ٣٣٠ أو ٨٠٠ جزء فى المليون (ميكرولتر/لتر). وعرضت فيها الجذور لحرارة ١٢°م، أو ١٨°م، أو ٢٤°م، أو ٣٠°م، أو ٣٦°م. وجد ما يلى (Yelle وآخرون ١٩٨٧):

١- كانت الزيادة فى النمو الخضرى – بزيادة تركيز الغاز – أكثر مع زيادة حرارة الجذور حتى ٣٠°م.

٢- أدى تركيز ٨٠٠ جزء فى المليون من الغاز إلى زيادة امتصاص النيتروجين بنسبة ٥٨٪ والبوتاسيوم بنسبة ٤٥٪

٣- حدث أعلى امتصاص للفوسفور فى تركيز ٨٠٠ جزء فى المليون من الغاز، مع تعريض الجذور لحرارة ٣٦°م.

٤- عندما كانت حرارة الجذور منخفضة أدت زيادة تركيز الغاز إلى زيادة النمو، ولكنها لم تؤثر على انتقال النترات إلى الأوراق.

٥- كان أفضل تأثير لزيادة تركيز الغاز على حرارة ٣٠°م هو زيادة انتقال النترات إلى النموات الخضرية.

● تزداد — كذلك — الاستجابة لزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون عندما يكون مستوى التغذية مثاليًا. دون زيادة مفرطة، أو نقص مؤثر على النمو (عن Yelle وآخرين ١٩٨٧).

● دُرس تأثير زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون من ٣٢٠ إلى ٧٥٠ جزءًا فى المليون على نمو نباتات الطماطم الصغيرة لستٍ وتسعين تركيبًا وراثيًا خلال الـ ٥٥ يومًا الأولى من الزراعة، ووجد أن تلك الزيادة أحدثت — كمتوسط عام — زيادة مقدرها ٢٣٠٪ فى نمو البادرات، إلا أن الاستجابة تباينات باختلاف التركيب الوراثى، حيث وجد تفاعل جوهرى للتركيب الوراثى × تركيز ثانى أكسيد الكربون (Lindhout & Pet ١٩٩٠).

● أدت زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء الصوبات المزروعة بالطماطم من التركيز الطبيعى (٣٥٠ جزء فى المليون) إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة محصول الثمار. إلاّ أن تلك الاستجابة تباينت باختلاف الأصناف وقد كان مرد تلك الزيادة إلى تغيرات فى توجه الغذاء المجهز من الجذور إلى الثمار وأظهرت أوراق نباتات الطماطم فى التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون أعراضًا شبيهة بأعراض نقص البوتاسيوم والمغنيسيوم والمنجنيز مع التفاف قوى نحو الداخل وتشوه بنصل الورقة، مع ازدياد فى تلك الأعراض طوال فترة نمو المحصول. ولقد ارتبطت تشوهات الأوراق إيجابيًا مع المحصول الكلى، ومع تركيز البوتاسيوم والمنجنيز بها، هذا فى الوقت الذى انخفض

فيه تركيز البوتاسيوم فى الأوراق مع زيادة شدة تشوهاتها فى التركيز العال لثانى أكسيد الكربون (Tripp وآخرون ١٩٩١)

• وعلى الرغم من توصل عديد من الباحثين إلى أن الاستجابة لزيادة تركيز الغاز تزداد بزيادة مدة المعاملة خلال الفترة الضوئية، إلا أنه يبدو أن النباتات تتأقلم — فسيولوجيًا — خلال فترة زيادة الغاز، بحيث يتأثر معدل البناء الضوئى فيها — سلبيًا - خلال الفترات الأخرى من النهار التى لا تستمر خلالها المعاملة بالغاز (Longuenesse ١٩٩٠) هذا إلا أن دراسات Peet وآخرين (١٩٩١) أوضحت أن معدل البناء الضوئى — فى الطماطم خاصة — لا يتأثر بزيادة تركيز الغاز، أو بزيادة شدة الإضاءة (إلى ٤٠٠ ميكومول/م^{2} فى الثانية)، وأن ما يحدث هو إعادة توزيع نواتج البناء الضوئى تحت ظروف التركيز المرتفع من الغاز، بحيث تحصل النموات الخضرية — خاصة الثمار — على نصيب أوفى منها على حساب الجذور

• وجد — كما أسلفنا — أن الاستجابة لزيادة تركيز الغاز (إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون) مردها إلى حصول النموات الخضرية على قدر أكبر من نواتج البناء الضوئى على حساب الجذور، مقارنة بما يحدث عند التركيز الطبيعى (٣٥٠ جزءًا فى المليون). وقد وجد الباحثون أن تلك الحالة أدت إلى ظهور التفاف إلى الداخل بالأوراق مصحوبًا بأعراض شبيهة بأعراض نقص الكالسيوم، والمغنيسيوم، والمنجنيز، ازدادت مع تقدم موسم النمو. وكانت مرتبطة إيجابيًا بالمحصول، وسلبيًا بتركيز البوتاسيوم فى الأوراق. وقد أرجع الباحثون ذلك إلى ضعف النمو الجذرى تحت ظروف التركيز المرتفع من ثانى أكسيد الكربون، بسبب انخفاض نسبة ما تحصل عليه الجذور من نواتج البناء الضوئى فى هذه الظروف (Tripp وآخرون ١٩٩١، و Peet وآخرون ١٩٩١).

• كما تؤكد دراسات Nederhoff وآخرون (١٩٩٣) أن زيادة تركيز الغاز خلال فترة الصيف تُحدث تشوهًا بالأوراق، وتؤدى إلى قصر طولها، ونقص مساحتها، وزيادة محتواها من النشا والمادة الجافة. وهى الظاهرة التى اطلقوا عليها اسم " Short Leaf

Syndrome" وقد اقترحوا معالجة هذه الحالة بزيادة الكثافة النباتية؛ ليكون لزيادة تركيز الغاز تأثير إيجابى على المحصول

● وتأكيدًا لذلك .. وجد Behboudian & Lai (١٩٩٤) أن زيادة تركيز الغاز إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون أحدثت نقصًا فى تركيز العناصر الكبرى والصغرى بالأوراق عما فى معاملة الشاهد.

● وتعرَّض بادرات الطماطم — التى تنتج فى البيوت المحمية شتاءً لكى تشتل مبكرًا فى الحقل بعد ذلك – لمدة ثلاثة أسابيع قبل شتلها — لتركيز ٩٠٠ جزء فى المليون من غاز ثانى أكسيد الكربون (مع توفير إضاءة إضافية مقدارها ١٠٠ ميكرومول/م^{٢} فى الثانية فى المناطق التى تنخفض فيها شدة الإضاءة)؛ لأجل تحسين نموها بعد الشتل؛ حيث يزداد تراكم المادة الجافة بنسبة حوالى ٥٠٪ فى نمواتها الخضرية والجذرية، ويزداد محصولها المبكر بنسبة ١٥٪.

● كذلك يستدل من دراسات Tripp وآخرين (١٩٩٢) على أن زيادة تركيز الغاز إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ٨,١ ساعة يوميًا خلال النهار خفضت أعداد ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum*. ولم يُرجع الباحثون هذا التأثير إلى زيادة تركيز الغاز بصورة مباشرة، وإنما إلى تأثير الغاز على مستوى الكربون والنيتروجين بالأوراق؛ حيث أدت زيادة تركيز الغاز إلى زيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين، بينما تناسبت أعداد الذبابة سلبيًا مع تركيز الكربون وإيجابيًا مع تركيز النيتروجين.

● وتحت الظروف شبه الاستوائية يكون لوقف عملية التهوية شتاءً — بهدف زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون صناعيًا — تأثير سيئ على محصول الطماطم. كما يكون للتظليل الجزئى للبيوت المحمية (بهدف الاستغناء عن عملية التهوية ليمكن زيادة تركيز الغاز) تأثير سيئ مماثل على المحصول. ففى دراسة ظللت فيها البيوت بدرجة أدت إلى حجب ٥٠٪ من الأشعة الشمسية (١٦٠–١٩٠ ميكرومول/م^{٢} فى الثانية)، أو تركت دون تظليل (٤٥٠–٥٥٠ ميكرومول/م^{٢} فى الثانية)، وأبقى فيها على تركيز ثانى

أكسيد الكربون الطبيعي (٣٠٠-٣٣٠ جزءًا في المليون)، أو زيد تركيزه بدرجة كبيرة (١٤٠٠-١٥٠٠ جزء في المليون) حُصِلَ على النتائج التالية (Carmi ١٩٩٣).

الصفة المقيسة	٥٠٪ تظليل و Co_2 عادي	٥٠٪ تظليل و Co_2 عال	إضاءة عادية و Co_2 عادي	إضاءة عادية و Co2 عال
معدل البناء الضوئي للورقة في وسط النهار (Co_2/م^2 في الثانية)	٥,٩	٩,٦	١٠,٧	١٥,٢
تراكم المادة الجافة في النموات الهوائية خلال ١٤٥ يومًا (جم)	٣٩٨	٢٣٥	٥٨٠	٣٤٧
المحصول المبكر محصول العناقيد السبعة الأولى (كجم/نبات)	٥,٧	٣,٢	٦,٨	٤,٦

• كانت زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون إلى ٨٠٠ جزء في المليون فعالة في زيادة المحصول المبكر للطماطم، وفي نقص نسبة الثمار المجوفة puffy إلى الثمار الطبيعية. وذلك مقارنة بالوضع في التركيز العادي لثاني أكسيد الكربون (Lee & Lee ١٩٩٤)

• درس Behboudian & Tod (١٩٩٥) تأثير زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون إلى ١٠٠٠ جزء في المليون قبل الحصاد على نوعية الثمار وخصائصها الفسيولوجية بعد الحصاد. ووجدا أنها أحدثت تغيرات مرغوبة تمثلت في بطء نضج الثمار، ونقص معدل تنفسها ومعدل إنتاجها من الإثيلين، وزيادة محتواها من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، والنيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، ولكن محتواها من الكبريت، والكالسيوم، والمغنيسيوم كان أقل مما في الثمار التي تعرضت للتركيز الطبيعي من الغاز قبل الحصاد.

• توضح دراسات Longuensse (١٩٩٠) عدم وجود فرق في التأثير على الطماطم بين التغذية بغاز ثاني أكسيد الكربون النقي بتركيز ١٠٠٠ جزء في المليون لمدة ٦ ساعات يوميًا. وبين الزيادة في تركيز الغاز التي تحدث نتيجة إطلاق عوادم المحروقات

المستعملة للتدفئة، والتى يترتب عليها زيادة تركيز الغاز إلى نحو ٢٥٠٠ جزء فى المليون لمدة ٢-٣ ساعات فى الصباح الباكر

● أحدثت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيت المحمى لمزرعة طماطم بتقنية الغشاء المغذى زيادة جوهرية فى وزن الثمار، وفى محتواها من كل من السكريات الكلية والمختزلة أثناء تطورها، مقارنة بالوضع فى ثمار الكنترول. ولقد كان نشاط إنزيم الـ sucrose synthase أعلى جوهريًا فى ثمار معاملة التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون، وذلك حتى ٥٠ يومًا من تفتح الزهرة؛ بينما حدث انخفاض تدريجى لنشاط هذا الإنزيم فى ثمار الكنترول وقد رافق هذا الانخفاض فى نشاط الإنزيم انخفاض فى تركيز السكروز. هذا فى الوقت الذى استمر فيه نشاط إنزيم الـ sucrose-phosphate synthase ثابتًا نسبيًا أثناء نمو الثمرة فى مختلف المعاملات ولم تختلف جوهريًا بينها (Islam وآخرون ١٩٩٥)

● أدت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى البيوت المحمية أثناء إنتاج الطماطم إلى انخفاض محتوى الثمار جوهريًا من كل من أحماض الستريك، والماليك، والأوكساليك، ولكن مع زيادتها جوهريًا فى كل من السكريات المختزلة ونشاط الـ acid invertase، وذلك عند الحصاد وأثناء التخزين على ٢٠°م. كذلك أدت معاملة زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى زيادة دكنة اللون الأحمر بالثمار وأثناء التخزين (Islam وآخرون ١٩٩٥)

● وُجد أن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيوت المحمية لزارع تقنية الغشاء المغذى للطماطم -- إلى ٧٠٠-٩٠٠ جزء فى المليون أدت إلى خفض محتوى الثمار من أحماض الستريك والماليك والأوكساليك، وإلى ارتفاع محتواها من حامض الأسكوربيك والفراكتوز والجلوكوز، وإلى زيادة نشاط إنزيم الـ sucrose synthase بها عما فى ثمار الكنترول ولقد حفزت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون من نمو الثمار وتلونها أثناء تطورها هذا بينما لم تكن هناك فروقًا جوهرية بين المعاملات فى صلابة الثمار، أو فى تركيز السكروز بها (Islam وآخرون ١٩٩٦).

● أدت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون أثناء النهار (إلى ١٢٠٠ ميكرومول/مول) إلى زيادة نمو نباتات الطماطم فى المراحل المبكرة لنموها، إلا أن هذا التحسن فى النمو بزيادة تركيز الغاز لم يستمر إلا عندما نُميت النباتات تحت شدٍّ ملحى قدره ٧ ديسى سيمنز/م. وهو التركيز الذى يستخدم لتحسين نوعية ثمار الطماطم. ففى غياب معاملة زياده تركيز ثانى أكسيد الكربون انخفض النمو العام بالشدِّ الملحى إلى ٥٨٪ وانخفض محصول الكتلة الحيوية بمقدار ٥٣٪. مقارنة بما حدث فى نباتات الكنترول، إلاّ أنه بزيادة تركيز الغاز لم تنخفض الكتلة الحيوية الكلية جراء التعرض للملوحة العالية وأدت معاملة زيادة ثانى أكسيد الكربون للنباتات النامية تحت ظروف الشدِّ الملحى إلى زيادة الوزن الطازج الكلى بنحو ٤٨٪، مع المحافظة على جودة الثمار فيما يتعلق بالمواد الصلبة الذائبة الكلية، والجلوكوز، والحموضة، كما كان نضج الثمار أبكر بمقدار ١٠ أيام لدى زيادة تركيز الغاز ولذا . فإنه يعتقد أن الجمع بين زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون مع الرى بالماء الملحى يؤدى إلى إنتاج ثمار مبكرة عالية الجودة دون أن يتأثر المحصول الكلى جراء معاملة الملوحة (Li وآخرون ١٩٩٩أ).

● استجابت الطماطم لزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى المراحل المبكرة لنموها (ثلاثة أسابيع من الزراعة) بحدوث زيادة كبيرة فى معدل بنائها الضوئى. ولكن تلك الزيادة توقفت بعد ١٠ أسابيع من الزراعة فى النباتات التى لم تتعرض لشدٍّ ملحى، حيث انخفضت بشدة معدلات البناء الضوئى، وكفاءة الـ carboxylation بالأوراق. هذا إلاّ أن تلك الظواهر كانت أقل حدوثًا عندما كانت النباتات نامية تحت ظروف شد ملحى عالٍ (٧ ديسى سيمنز/م)؛ ومن ثم زاد محصولها — تحت ظروف الملوحة — عما فى النباتات التى لم تتعرض لتركيز عالٍ من ثانى أكسيد الكربون (Li وآخرون ١٩٩٩ ب).

● أمكن إنتاج الطماطم بنجاح — فى ظروف حجرات النمو — فى مستوى ملوحة (خليط من الأملاح) قدره ٠ ديسى سيمنز/م عندما ضُخ ثانى أكسيد الكربون ليصل تركيزه إلى ١٢٠٠ ميكرومول/مول أثناء النهار؛ حيث لم يتأثر النمو النباتى الكلى سلبًا بالملوحة،

وإنما ازداد فى ظروف التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون مع الملوحة، وازداد المحصول بنسبة ٤٨٪، وحافظت الثمار على جودتها فيما يتعلق بكل من المواد الصلبة الذائبة الكلية والجلوكوز والحموضة وقد أدت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى تبكير الحصاد بنحو ١٠ أيام دون أن يكون لمعاملة الملوحة أية تأثير. وقد اقترح أن الجمع بين استعمال الماء الملحى فى الرى وزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون ربما يعمل على إنتاج ثمار طماطم جيدة النوعية دون أن يحدث نقص فى المحصول جراء استعمال الماء الملحى فى الرى (Li وآخرون ١٩٩٩).

● وجد أن معدل البناء الضوئى لنباتات الطماطم يزداد بزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون بين ٤٠٠، و ١٠٠٠ جزء فى المليون، وذلك عند وضع الأنابيب البلاستيكية المثقبة فى مستوى عالٍ بالنسبة للنمو النباتى (Elıngs وآخرون ٢٠٠٧).

● أدت زادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى البيوت المحمية المهواة إلى التركيز الخارجى الطبيعى (٣٥٠-٤٥٠ جزءًا من المليون)، أو زيادة حركة الهواء داخل الصوبة المهواة إلى ١,٠م/ثانية، أو كلا المعاملتين معًا إلى زيادة البناء الضوئى جوهريًا فى الطماطم (Thongbai وآخرون ٢٠١٠).

تربية وتقليم (سرطنة) النباتات

يمكن أن يصل طول نبات الطماطم فى الزراعات المحمية إلى ١٠ أمتار أو أكثر خلال فصل النمو الذى يمتد لعشرة شهور، إلا أن المترين أو الثلاثة أمتار العلوية فقط من النبات هى التى تحمل أوراقًا وأزهارًا وثمارًا، كما تجرى معظم العمليات الزراعية على هذا الجزء. لذا .. يجب أن يكون وضعه فى متناول اليد وتعرف عملية توجيه النبات لكى يصبح الجزء العلوى منه دائمًا فى متناول اليد باسم التربية Traıning.

تُربط نباتات الطماطم وهى صغيرة فى خيوط تتدلى من الأسلاك الأفقية التى تمتد أعلى خطوط الزراعة، وقد يستبدل بذلك ربط الخيوط المدلاة هذه مع خيوط أخرى افقية تمتد على سطح التربة بطول خط الزراعة أو بربطها فى قطع سلكية قصيرة