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).

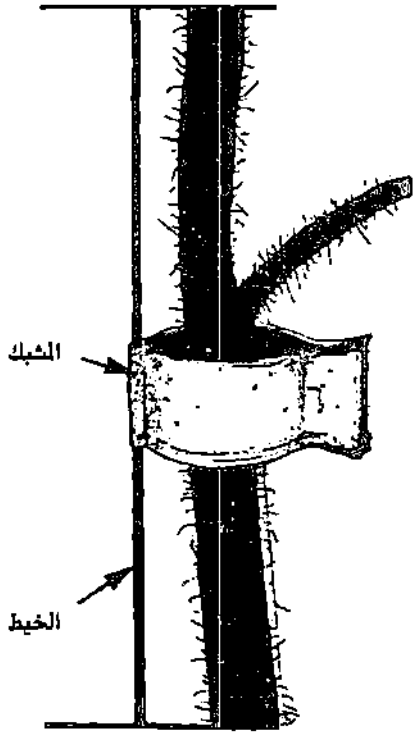
تربية وتقليم (سرطنة) النباتات

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

تغرس فى التربة بجوار النباتات. وفى كل الحالات يربى النبات رأسيًا على ساق واحدة بتوجيهه على الخيط على فترات متقاربة، على أن يكون ذلك فى اتجاه واحد. حتى لا يحدث ارتخاء لساق النبات فى مرحلة متقدمة من النمو عندما يزيد حمل الثمار

ويفضل ربط النباتات إلى الخيط فى ٣-٤ مواضع على امتداد الساق باستعمال مشابك خاصة، مع جعلها تحت أعناق الأوراق مباشرة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط (شكل ٩-٦). هذا .. ويراعى عدم وضع هذه المشابك أسفل العناقيد الزهرية، حتى لا يؤدى ذلك إلى كسر العنقود تحت ثقل الثمار عند نضجها.



شكل (٩-٦): مكان وضع المشابك Clamps أسفل عنق الورقة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط.

ومن الضرورى إزالة جميع الأفرع الجانبية التى تنمو فى آباط الأوراق فى المراحل المبكرة من نموها؛ حتى يمكن تربية النباتات على ساق واحدة. وتعرف هذه العملية باسم "السرطنة". تُزال هذه الأفرع عندما يصل طولها إلى نحو ٢,٥ سم؛ حيث يكون من السهل قطعها. ويؤدى تركها لتنمو أكثر من ذلك قبل التخلص منها إلى إهدار غذاء النبات فيما لا طائل من ورائه؛ فضلاً على زيادة المسطحات النباتية المجروحة عند إزالة الأفرع بعد كبر حجمها. ويفضل إجراء هذه العملية فى الساعات المبكرة من الصباح فى يوم مشمس؛ لأن ذلك يساعد على سهولة نزع الأفرع الجانبية وجفاف والتئام مكان الجرح بسرعة. وفى حالة وجود إصابة بفيرس موزايك التبغ يفضل وضع الأيدى فى محلول الصابون بعد سرطنة النباتات المصابة؛ لأن هذا الفيرس ينتقل ميكانيكيًا بالملامسة.

وبدراسة تأثير طول الفترة بين كل عملية سرطنة (للتخلص من النموات الجانبية) وأخرى فى الطماطم على قوة نمو النباتات ومحصول الثمار، وجد ما يلى:

١- عندما أجريت السرطنة كل ٢١ يومًا حدث انخفاض فى كل من قوة النمو وقطر الساق. وكذلك عدد الثمار المنتجة بالمتر المربع؛ وبالتالى انخفض المحصول جوهريًا. كذلك تأخر الحصاد عما فى معاملة الكنترول.

٢- عندما أجريت السرطنة أسبوعيًا — حتى مع إزالة النموات الجانبية القريبة من القمة النامية — انخفضت قوة النمو، ولكن لم يتأثر المحصول.

ولذلك .. فإن إجراء عملية السرطنة يفضل أن يكون ما بين كل ٧، و ١٤ يومًا تبعًا لظروف المناخ، وموسم النمو، وقوة نمو الصنف المزروع (Navarrete & Jeanneqùin ٢٠٠٠).

إن نباتات الطماطم تبدأ فى النمو السمبوديل sympodial growth بمجرد تفتح الأزهار الأولى فى التكوين، وتكون عديدًا من النموات الجانبية التى تنافس الثمار النامية على الغذاء المجهز والعناصر المتصة، وربما تعمل على تظليل الأوراق الأساسية، فتقلل

بذلك من عملية البدء سنوئى. وعقد الثمار ولذا يستوجب الأمر التخلص من تلك النموات كل ٧ أيام وبحد أقصى ١٤ يوم حتى لا يتأثر المحصول

تجرى عملية إزالة النموات يدويًا. وهى عملية مكلفة. وقد تؤدى إلى الإضرار بالنباتات. فضلاً عن نشرها للإصابات المرضية.

وقد جُرّب استعمال منظمات نمو لأجل الحد من تلك النموات الجانبية، مما يقلل الحاجة إلى عملية "السرطنة" اليدوية، مما يخفض من تكلفتها، وقد تؤدى إلى زيادة المحصول

ومن بين منظمات النمو التى تمت تجربتها، ما يلى:

١- حامض الأبسيسك: يُثبط الحامض نمو البراعم الجانبية، ولكنه لا يكون تام الفاعلية مع الطماطم حتى مع تكرار المعاملة

٢- مثبط تمثيل الإثيلين aminoethoxyvinylglycine (اختصارًا: AVG): يثبط هذا المركب — كذلك — نمو البراعم الجانبية

٣- إندول حامض الخليك indole acetic acid ينتج هذا الهرمون فى البرعم القمى وينتقل إلى أسفل فى الساق، حيث يفرض السكون على البراعم الجانبية فى معظم النباتات وقد وجد أن الحامض الأمينى كانالين canaline — الذى يشبه فى تركيبه المركب AVG — يحفز انتقال إندول حامض الخليك فى الطماطم، مما يثبط نمو البراعم الجانبية.

وبذا فإن المثبطات مثل الـ AVG والكانيلين يمكنها منع نمو البراعم الجانبية مباشرة بتثبيطها لانقسام الخلايا فى تلك البراعم. أو بطريق غير مباشر بزيادتها لانتقال إندول حامض الخليك الذى يفرض السيادة القمية.

وحتى إذا كانت تلك المعاملات تنجح فى تثبيط نمو البراعم الجانبية، فإنه قد يكون لها تأثيرات سلبية على الإزهار وعقد الثمار ونموها، وقد يحتاج الأمر تكرار المعاملة عدة مرات ولذا فإن المركبات التى تعمل على قتل البراعم الجانبية وأنسجتها الميرستيمية قد تكون أكثر فائدة

ولقد استعمل التحضير التجارى Off-Shoot-O — وهو عبارة عن مخلوط من إسترات مثيل أحماض دهنية — بنجاح فى منع النمو الجانبى بعد قطع النمو القمى فى التبغ، وذلك بتعطيله لوظائف الأغشية الخلوية فى خلايا الطبقة السطحية، دون أن نفاذه عميقًا فى النسيج. وكذلك أعطى ذلك المنتج التجارى نتائج جيدة مع الطماطم حيث منع الفروع الجانبية (عن Logendra وآخرين ٢٠٠٤ أ).

وقد أدت معاملة آباط أوراق الطماطم — فقط — ومباشرة — بمخلوط من إسترات أحماض دهنية (C8/C10) إلى منع نمو الفروع الجانبية وتطورها جوهريًا؛ حيث انخفض عدد الفروع الجانبية من ٨,٩/نبات فى الكنترول إلى ٠,٧ فقط/نبات فى النباتات المعاملة. مع انخفاض فى وزن الأجزاء المزالة من ٤٠,٢ جم/نبات إلى ١,٣ جم/نبات. وزيادة المحصول بمقدار ١٤٪. وبينما احتاجت النباتات غير المعاملة إلى سرطنتها ثلاث مرات خلال فترة الإنتاج. فإن النباتات المعاملة لم تُسرطن سوى مرة واحدة وقت إجراء المعاملة. كذلك أعطى استعمال الأحماض الدهنية C8/C10 (وليس إسترات مثيل الأحماض الدهنية C8/C10) نتائج مماثلة (Logendra وآخرون ٢٠٠٤أ).

وفى حالة وجود بعض الجور الغائبة، فإنه يمكن انتخاب أفرع قوية من نباتات "الجور" المجاورة لتحل محل النباتات الغائبة، وتربى رأسيًا على الخيوط الخاصة بها.

ويستمر توجيه النباتات على الخيوط؛ حتى تصل إلى السلك العلوى، ويعرف ذلك بالتربية الرأسية.

ومع تقليم النبات ليصبح على ساق واحدة، يتم لفه حول الخيط الداعم لنموه الرأسى. ويمكن إجراء عمليتى التقليم واللف فى آن واحد قبل الانتقال لنبات جديد ويجب أن يكون اللف دائمًا فى نفس الاتجاه، وإلاّ فإن النبات سوف ينزلق لأسفل على الخيط بعدما يزداد فيه حمل الثمار. وقد تكسر ساقه. ويفضل البعض استعمال كلبسات بلاستيكية توضع تحت مستوى الأوراق لدعم النبات رأسيًا، إما مع اللف أو بدونه.

عند إجراء التربية الرأسية للطماطم يراعى أن يكون السلك العلوى على ارتفاع ٢١٠

سم. وأن تقطع خيوط بطول ٥ ٤م يربط أحد طرفيها ربطة واسعة عند قاعدة الساق، ويترك باقى الخيط ليتدلى من على السلك بعد ربطه به ويستفاد من الزيادة فى طول الخيط للسماح بإمالة النباتات نحو الأرض إلى أن ترقد أجزاء الساق التى حُصدت ثمارها وقلمت أوراقها على الأرض، مع بقاء الجزء العلوى من الساق قائمًا حتى السلك العلوى. يجب أن يكون هيكل الصوبة قادرا على حمل نباتات الطماطم وما بها من ثمار، وأن يكون السلك قادرًا على حمل حوالى ثلاثة أطنان من ذلك الحمل لكل ٦٠٠ نبات.

ويجب الحرص عند إمالة النباتات بعد وصولها إلى السلك العلوى، فيمسك بالساق جيدًا باليد اليسرى فوق النبات مباشرة، ثم تفك عقد الخيط من السلك باليد اليمنى، ويسمح فى الوقت ذاته بإمالة النبات لأسفل حوالى ٦٠ سم تحت السلك مع تحريك الخيط نحو اليمين يجب أن تكون إمالة النبات برفق حتى لا يتكسر، مع إمالة النباتات كلها فى نفس الاتجاه. ويراعى الهبوط بالنباتات إلى نفس الارتفاع حتى لا تظلل بعضها بعضًا وتكرر هذه العملية فى كل مرة تنمو فيها النباتات لأعلى عن مستوى السلك. وذلك أحد الأسباب التى تجعل من الأفضل زراعة محصولين فى السنة عن محصول واحد نخطر فيه لإجراء عملية الإمالة (Snyder ٢٠٠١).

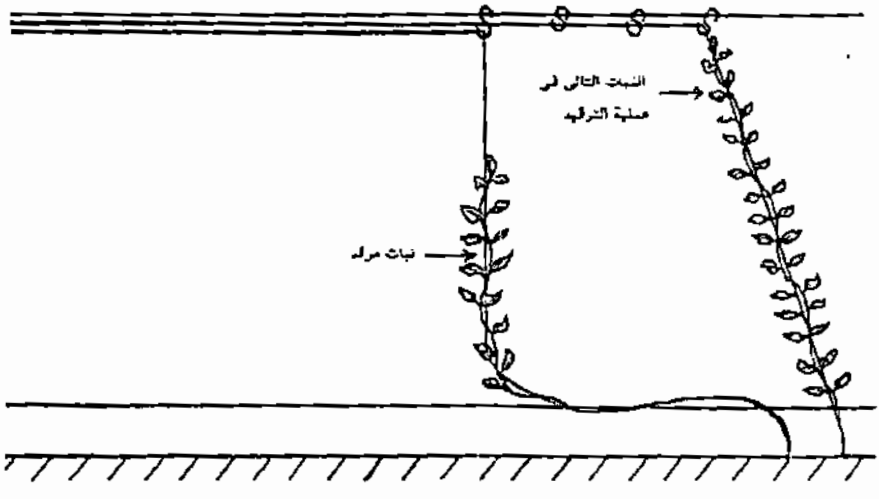
وعلى الرغم من تعدد طرق التربية الرأسية، فإن أبسطها وأكثرها شيوعًا هو ترك النباتات بعد وصولها إلى السلك العلوى، دون إجراء أية سرطنة إضافية. وقد تقطع القمة النامية للنبات بعد ذلك بقليل.

وقد تُربى النباتات بحيث ترفع القمة النامية عن السلك بنحو ٣٠ سم، ثم توجه على الخيط المجاور لأسفل، حتى تصل إلى مسافة ٩٠ سم من الأرض، حيث توجه بعد ذلك إلى أعلى ثانيًا على الخيط الأصلى. وتعرف هذه الطريقة باسم Dutch Back System.

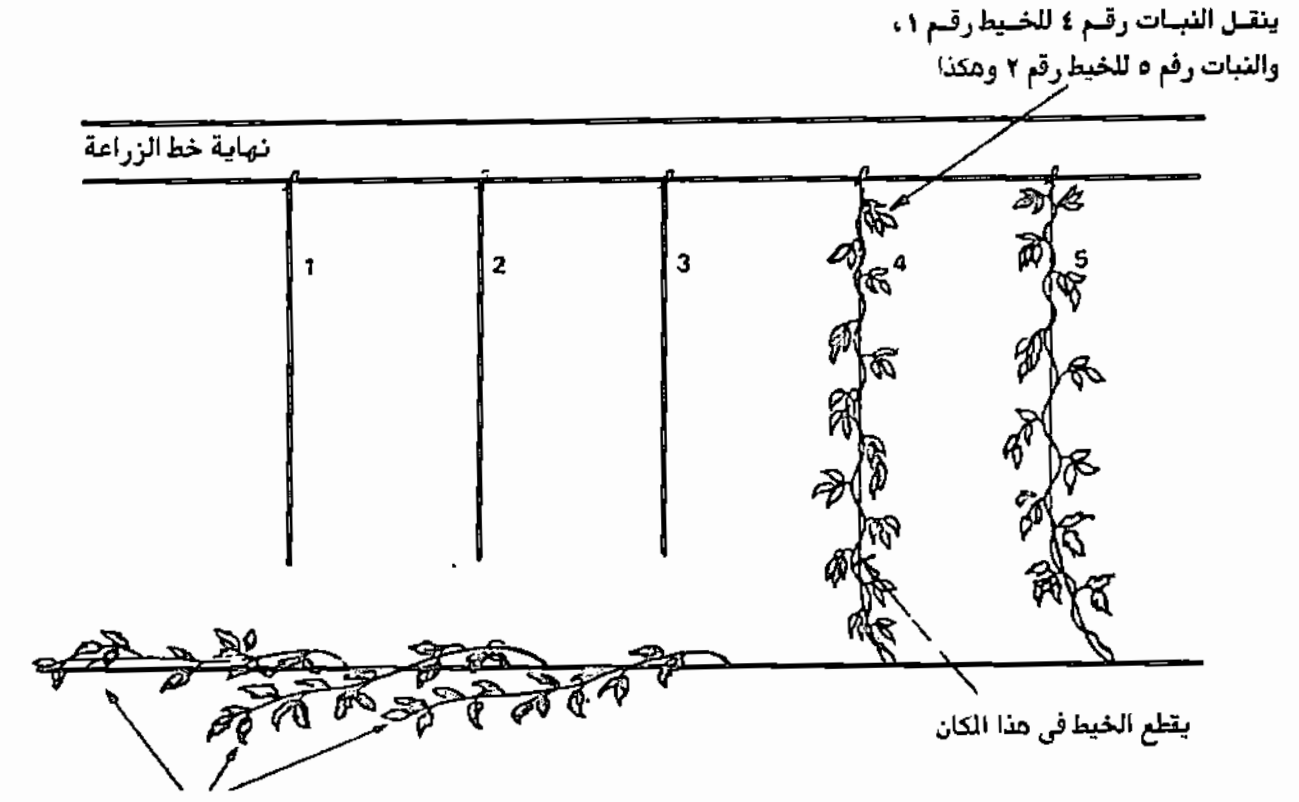
وفى طريقة أخرى للتربية يرخى الخيط عند اقتراب النباتات من السلك العلوى، ويخفض النبات نحو ٨٠ سم. ويكرر ذلك كلما اقتربت القمة النامية من السلك العلوى ويتطلب ذلك استعمال خيط بطول مناسب منذ البداية، ليمكنه استيعاب كل النمو

النباتى. ونظرًا لأن الثمار السفلية يكون قد تم جمعها، والأوراق السفلية تكون قد أزيلت؛ لذلك فإنه يمكن دفن الجزء السفلى من الساق فى التربة، مع الحذر حتى لا تكسر الساق. وإذا حدث وكسرت الساق جزئيًا، فإنه يجب دفنها جيدًا فى التربة لتشجيع تكوين جذور عرضية، مع ضرورة رى التربة جيدًا فى تلك المنطقة. هذا .. ويجب أن يبقى دائمًا نحو ١٢٠ سم من النمو الخضرى والعناقيد الزهرية فى الجزء العلوى من النبات (عن Resh ١٩٨١). وتعرف هذه الطريقة للتربية باسم طريقة الترقيد Layering method. وتوجد منها عدة نظم؛ منها الـ Hook Layering (شكل ٩-٧)، والـ Sorenson method (شكلا ٩-٨، ٩-٩) (عن Fuller ١٩٧٣).

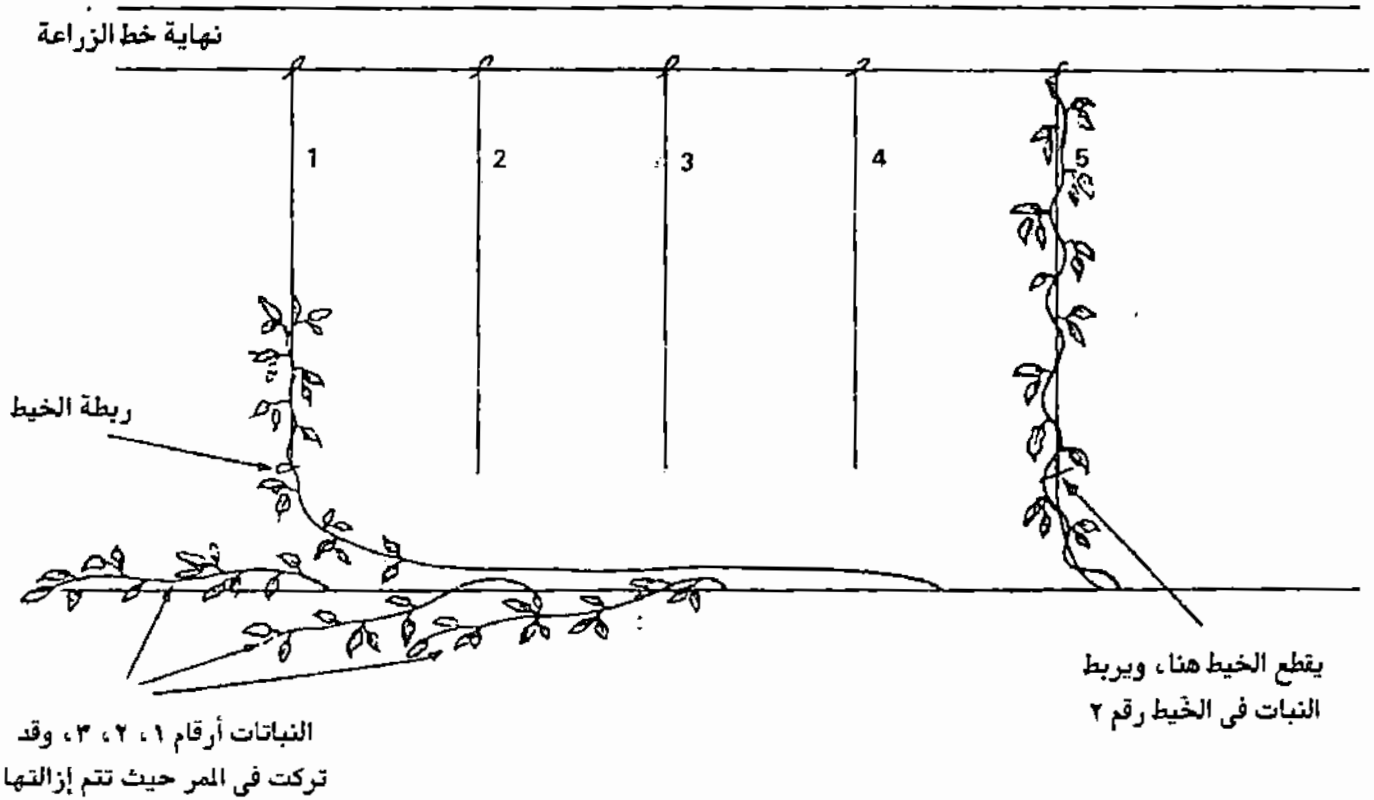
وقد استحدثت فى اليابان طريقة جديدة لتربية وتقليم الطماطم تتلخص فى تكرار إزالة القمة النامية للنبات. تُزال القمة النامية لأول مرة بعد تكوين ورقتين أعلى العنقود الزهرى الثانى. يؤدى ذلك إلى نمو فرع جانبى من البرعم الموجود فى إبط الورقة التى تقع أسفل العنقود الأول مباشرة. يوجه هذا الفرع الجديد على الخيط، ثم تُزال قمته النامية بالطريقة السابقة نفسها ... وهكذا.



شكل (٩-٧): تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة الـ Hook layering.



شكل ٩-٨) تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة Sorenson



(شكل ٩-٩): تابع تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة Sorenson

يؤدى هذا النظام فى تربية وتقليم النباتات إلى زيادة المحصول بنسبة ٣٣٪-٤٩٪، مقارنة بالنظام العادى الذى تُزال فيه جميع الفروع الجانبية. وتكون النباتات المربـاة بهذا الطريقة أقوى نمو وأغزر إنتاجًا (عن Kanahama ١٩٩٤)

هذا ولزيادة عدد الفروع/نبات عيوبها ومزاياها، وعيوبها أكثر من مزاياها، ويفضل عدم اللجوء إلى هذا الإجراء إلا عند غياب الجور المجاورة، أو عندما تكون الكثافة النباتية منخفضه أصلا فقد وجد Cockshull & Ho (١٩٩٥) أن تربية فروع إضافية (إلى جانب الساق الرئيسية للنبات) أدت إلى نقص المحصول المبكر الصالح للتسويق، على الرغم من أنها أدت إلى زيادة عدد الثمار المنتجة/م٢، وزيادة المحصول الكلى الصالح للتسويق ولكن لم تحدث الزيادة الأخيرة إلا عندما كانت الكثافة النباتية منخفضة (٢,٠٤ نبتا/م٢، مقارنة بالكثافة العالية: ٣,٠٦ نبات/م٢). وبصورة عامة .. فإن تربية فروع جانبية إضافية أدت إلى نقص متوسط وزن الثمرة، ونقص نسبة محصول الثمار الكبيرة الحجم المطلوبة، ولكن مع ازدياد تجانس حجم الثمار خلال موسم الحصاد فى حالة الكثافة النباتية المنخفضة.

ومع قرب انتهاء موسم الحصاد يفضل ترك بعض الفروع الجانبية عند مستوى السلك حامل المحصول، لأجل تظليل العناقيد العلوية وحمايتها من الإصابة بلفحة الشمس.

نظام العنقود الثمرى الواحد للتربية

اقترح نظام العنقود الثمرى الواحد لإنتاج الطماطم فى المزارع المائية بهدف الإنتاج على مدار العام، بزراعة المحصول ما لا يقل عن خمس مرات فى السنة. يتميز هذا النظام بسهولة تداول النباتات أثناء التقليم، والتلقيح، والرش، والحصاد، وبتعظيم الاستفادة من الضوء الطبيعى والإضاءة الإضافية، وزيادة كفاءة العمال، وزيادة كفاءة استغلال المكان بالنظر إلى أن النباتات تنمو على بنشات متحركة

وتعد أكبر مساوئ هذا النظام عدم الاستفادة من الحيز الرأسى للبيت المحمى بشكل جيد، نظرًا لأن النباتات تُزال تمامًا بعد حصاد العنقود الأول وبذا . فإن الاستفادة لا