وحامض الجبريلليك مجتمعين – وليس كل على انفراد – أدت إلى زيادة إنتاج المدادات فى الفراولة المحايدة للفترة الضوئية، وكانت الزيادة فى إنتاج المدادات خطية مع الزيادة فى تركيز البنزيل أدنيين حتى تركيز ١٨٠٠ جزء فى المليون. بالمقارنة .. فإن زيادة تركيز حامض الجبريلليك أدت إلى زيادة طول السلاميات، وضعف إنتاج نباتات المدادات. وقد كانت أفضل المعاملات هى الرش بالبنزيل أدنين بتركيز ١٢٠٠ جزء فى المليون مع حامض الجبريلليك بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون. وجدير بالذكر أن الشتلات التى نتجت من المشاتل المعاملة أعطت عند زراعتها فى الحقل الإنتاجى محصولاً أعلى بمقدار ١٠٪ عن محصول الشتلات التى نتجت من مشاتل غير معاملة.

التأثير الفسيولوجى لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الزراعات المحمية

دُرس تأثير زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون على صنف الفراولة إلسانتا Elsanta فى حجرات النمو، وقورنت فى هذه الدراسة تركيزات متزايدة من الغاز من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ جزء فى المليون لمدة ٥٠ يومًا بداية من بعد الزراعة بأسبوعين. أدت زيادة تركيز الغاز إلى تحفيز النمو النباتى، بزيادة عدد الأوراق، ونباتات المدادات، ودليل مساحة الورقة، ووحدة كتلة النمو لكل وحدة مساحة ورقية، والطول الكلى للمدادات، وارتفاع النبات، وقطر النمو النباتى، والنمو اليومى الورقى، وكتلة النمو النباتى، هذا إلا أن المساحة الورقية الخاصة specific leaf area، ونسبة المساحة الورقية leaf area ratio نقصتا بزيادة تركيز الغاز. وأدت زيادة تركيز الغاز حتى ٧٥٠ جزء فى المليون إلى إحداث زيادة واضحة فى معدل النمو النسبى والكفاءة التمثيلية. وبزيادة تركيز الغاز عن ٦٠٠ جزء فى المليون ازدادت نسبتا الأوراق والجذور إلى الوزن الكلى للنبات بينما نقصت نسبة الساق إلى وزن النبات. ومن الوجهة الاقتصادية، فإنه تفضل زيادة تركيز الغاز حتى ٦٠٠–٧٥٠ جزءًا فى المليون فقط عند إنتاج الفراولة فى الصوبات (Chen وآخرون ١٩٩٧ أ).

كذلك أدت زيادة تركيز الغاز حتى ٧٥٠ جزءًا فى المليون إلى نقص محتوى النبات من الكلوروفيل (a، و b، و a + b) ونسبة كلوروفيل a إلى b. وأحدثت زيادة تركيز الغاز لفترة طويلة شيخوخة مبكرة وأنقصت كفاءة عملية البناء الضوئى. ومع زيادة

تركيز الغاز ازداد تركيزه فى المسافات التى بين الخلايا، وازداد توصيل الثغور، ومعدل النتح، وصافى البناء الضوئى بالأوراق الحديثة، بينما أدت زيادة تركيز الغاز عن ٦٠٠ جزء فى المليون إلى نقص معدل البناء الضوئى بوضوح بكل من الأوراق المكتملة النمو والمسنة. وقد أدت زيادة تركيز الغاز حتى ٦٠٠-٧٥ جزءًا فى المليون إلى تحسين قدرة الأوراق الحديثة على البناء الضوئى، بزيادة كفاءتها التمثيلية فى استعمال الماء photosynthetic water-use efficiency (Chen وآخرون ١٩٩٧ ب).

وأدت - كذلك - زيادة تركيز الغاز إلى زيادة إنتاج المادة الجافة، ونسبة الجذور إلى النمو الخضرى، والاستهلاك المائى الكلى. وبالمقارنة بنباتات الكنترول التى عوملت بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من غاز ثانى أكسيد الكربون .. أدت زيادة تركيز الغاز إلى ٦٠٠، و ٩٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة كلا من: كفاءة إنتاج المادة الجافة بنسبة ٣٧٪، و ٦٧٪، وكفاءة استخدام الماء بنسبة ١٣٧٪، و ٢٧٢٪، وإلى نقص كل من معدل استهلاك الماء بنسبة ٣٩٪، و ٥٥٪، وكفاءة امتصاص الجذور للماء water-uptake efficiency of roots بنسبة ٥٣٪، و ٧٦٪، على التوالى. وقد أدت زيادة تركيز الغاز من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة كفاءة إنتاج النبات للمادة الجافة وللماء لأنها قللت من الشدّ المائى على الإنتاجية (Chen وآخرون ١٩٩٧ جـ).

وقد أحدثت زيادة تركيز الغاز زيادة فى تراكم المواد الكربوهيدراتية فى مختلف الأعضاء النباتية، وخاصة النشا فى الأوراق، وأدت إلى زيادة كفاءة إنتاج المواد الكربوهيدراتية، وخاصة النشا (Chen وآخرون ١٩٩٧ د).

ومع زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ جزء فى المليون ازداد كذلك تراكم جميع العناصر الكبرى فى جميع الأعضاء النباتية، وخاصة فى الجذور، على الرغم من انخفاض تركيزها بسبب التجفيف الذى نشأ نتيجة لتراكم المواد الكربوهيدراتية. وبالمقارنة بنباتات الكنترول التى عوملت بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من الغاز .. أدت زيادة تركيز الغاز إلى ٦٠٠ و ٩٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة تراكم النيتروجين بنسبة ٩٣٪، و ٨٧٪، والفوسفور بنسبة ١١٣٪، و ١٢٢٪، والبوتاسيوم بنسبة ٩٨٪، و ٩٢٪، والكالسيوم بنسبة ٢١٢٪، و ٢٤٤٪، والمغنيسيوم بنسبة ١٧٧٪،

و ٢٠٠٪، على التوالى. وقد أدت زيادة تركيز الغاز إلى خفض كفاءة امتصاص الجذور للعناصر الكبرى، ولكنها زادت من كفاءة استعمال تلك العناصر (Chen وآخرون ١٩٩٧ هـ).

وقد حفزت التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون من تكوين التيجان الفرعية، وتميز البراعم الزهرية، كما حثت إنتاج دورة ثانية من الأزهار. وقد بدأ الإزهار والإثمار مبكرًا وداما لفترة أطول فى التركيزات العالية من الغاز عما فى التركيزات المنخفضة. وكان ذلك كله مصاحبًا بزيادة فى المحصول، وحجم الثمار، وعددها، ومحتواها من المادة الجافة. وبالمقارنة بنباتات الشاهد التى عوملت بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من الغاز .. فإن النباتات التى عوملت بتركيز ٧٥٠ و ٩٠٠ جزءًا فى المليون ازداد فيها محصول النبات بنسبة ٣٦٠٪، و ٤١٠٪، والنمو اليومى للثمرة بنسبة ١١٠٪، و ١٣٠٪، على التوالى؛ كذلك تحسنت جودة الثمار بزيادة محتواها من السكريات وخاصة السكروز ونقص محتواها من الحموضة المعايرة؛ مما أدى إلى زيادة نسبة السكر إلى الأحماض (Chen وآخرون ١٩٩٧ و).

وأدت زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى زيادة محصول ثمار الفراولة بنسبة تراوحت بين ١٧٪ عندما كان مستوى النيتروجين فى المحلول المغذى منخفضًا (٠,٠٤ ملى مول)، و ٤٢٪ عندما كان تركيز النيتروجين مرتفعًا (٤,٠ ملى مول). وقد حدثت تلك الزيادة فى المحصول من خلال زيادات مقابلة فى أعداد الأزهار والثمار بالنبات (Deng & Woodward ١٩٩٨).

وفى مزارع الصوف الصخرى أدت زيادة تركيز الغاز إلى ٧٠٠–٨٠٠ جزء فى المليون خلال النهار إلى زيادة سرعة النمو الخضرى، والإزهار، والإثمار، ونضج الثمار، كما ازداد المحصول بنسبة ٥٠٪ مقارنة بالكنترول، وازداد كذلك محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة، والمساحة الورقية النباتية مقارنة بنباتات الشاهد. كذلك أدت زيادة تركيز الغاز إلى زيادة امتصاص العناصر بنسبة تراوحت بين ٣٠٪، و ٦٠٪ (Itani وآخرون ١٩٩٨ أ، و ١٩٩٨ ب، و ١٩٩٩).

كذلك وجد أن ضعف تكوين حبوب اللقاح وخصوبتها يمكن أن ينتج عن نقص فى

إمدادات المواد الكربوهيدراتية بسبب ضعف الإضاءة أو غزارة المحصول – وخاصة عند بداية حصاد محصول نورات المستوى الثانى – وأن هذه الحالة يمكن التغلب عليها وتحسين خصوبة حبوب اللقاح بزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون (Yoshida & Tanimoto ١٩٩٩).

التأثير الفسيولوجى لبعض العوامل الجوية الأخرى

تأثير الرياح

يمكن أن تؤثر الرياح على نباتات الفراولة من عدة جوانب؛ فالرمال التى تذروها الرياح يمكن أن تعمل على تجريح الثمار، والتيجان، والأوراق. ويُحدث التجريح منافذ للإصابة ببعض الفطريات المسببة للأعفان، مثل فطر الألترناريا *Alternaria*. وربما تؤدى الرياح القوية إلى تحريك نباتات المدادات، وإذا ما تكرر ذلك فإنها قد لا تنجح فى تكوين مجموع جذرى جيد والثبات فى التربة، ويترتب على ذلك تأخر تكوين نباتات المدادات فى المشاتل. وتزداد هذه المشكلة حدة عند جفاف الطبقة السطحية من التربة.

وتبدو النباتات المتأثرة بالرياح ذابلة، وشاحبة، وفاقدة لنضارتها، كما قد تجف حواف أوراقها المسنة.

ويترتب على ذلك كله نقص فى معدل البناء الضوئى قد يستمر لعدة أسابيع بعد توقف هبوب الرياح (Mass ١٩٩٨).

تأثير البرق

تتميز أضرار البرق فى الفراولة بموت النباتات أو تضررها بشدة فى مساحات منعزلة من الحقل تكون دائرية الشكل، ويكون الضرر شديدًا فى مركز الدائرة وتجف تدريجيًا نحو محيطها. وتظهر على أوراق النباتات المتأثرة الميتة مساحات كبيرة سوداء ومائية المظهر.

ويمكن تمييز أضرار البرق عن الإصابات المرضية بسهولة؛ ذلك لأن البرق يحدث