يتعين فى حالات كهذه الرى بكميات زائدة من المحلول المغذى لكى يتم صرف جزء من الأملاح المتراكمة كما يجب تجميع ماء الصرف وتحليله على فترات وإذا ما وصل فيه تركيز الأملاح إلى ٣٠٠٠ جزء فى المليون يكون من الضرورى الرى بكميات زائدة من الماء فقط لحين غسيل كل الأملاح المتراكمة فى بيئة نمو الجذور، قبل الرى بالمحلول المغذى من جديد (Marr ١٩٩٤)

مميزات المزارع المائية

إلى جانب المميزات التى تشترك فيها المزارع المائية مع باقى أنواع المزارع اللاأرضية — والتى أسلفنا بيانها فى الفصل الخامس — فإن المزارع المائية تنفرد بميزات إضافية تتحقق — أساسًا — من خلال التحكم التام فى بيئة الجذور كما يلى

١- التحكم فى محتوى المحلول المغذى من العناصر المغذية؛ حيث يمكن تحضير المحلول المثالى الذى يناسب المحصول المزروع ومرحلة نموه النباتى، مع مراقبته وتعديل تركيبه فى أثناء الاستعمال كلما لزم الأمر.

وقد وجد أن استعمال محاليل مغذية تتباين فى درجة توصيلها الكهربائى (تركيز العناصر بها) بين النهار والليل (٢,٥ مللى سيمينز/سم من ٩صباحًا إلى الخامسة مساءً، و ٣,٥ مللى سيمنيز/سم من الخامسة مساءً إلى التاسعة صباحًا) كان أفضل لكمية محصول كل من الخس والخيار والطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى، مقارنة بالمحصول فى حالة استعمال تركيز ثابت للمحلول المغذى ليلاً ونهارًا (٢,٥، و ٣,٥ مللى سيمنز/سم). وقد أُرجع ذلك إلى خفض الشد المائى للأنسجة (Newton & Sahraoui ١٩٩٧).

٢- يمكن تحقيق عديد من المزايا بالتحكم فى حرارة المحلول المغذى، سواء أكان ذلك برفعها، أم بخفضها؛ فمثلاً . يمكن التوفير فى تدفئة البيوت المحمية شتاءً فى زراعات الطماطم بخفض حرارة البيت ليلاً إلى ١١-١٦°م مع رفع حرارة المحلول المغذى إلى ٢٣-٢٨°م من الشتل حتى بداية موسم الحصاد وعلى الرغم من أن

إجراء هذه المعاملة تسبب فى تأخير الحصاد، إلا أنها أدت إلى زيادة المحصول الكلى وعائد الزراعة. وقد ساعد الاستمرار فى رفع حرارة المحلول المغذى إلى نهاية موسم الحصاد (مع الحرارة المناسبة للنموات الخضرية) إلى زيادة المحصول بنحو ١٠٪. هذا .. مع العلم بأن تدفئة المحلول المغذى سهلة وميسورة وأقل تكلفة من تدفئة هواء الصوبة، كما أن الحرارة التى تفقد من المحلول المغذى تتسرب إلى هواء البيت؛ وهو الأمر الذى قد لا يتحقق عند تدفئة التربة (Resh ١٩٨٥).

وقد وجد Takano (١٩٩١) أن رفع حرارة المحلول المغذى (فى مزارع تقنية الغشاء المغذى) إلى ٢٧°م أدى إلى زيادة المحصول المبكر والكلى للطماطم، حتى مع انخفاض حرارة هواء الصوبة ليلاً إلى ٥°م أو أقل. كما أدى رفع حرارة المحلول إلى ٢٥°م إلى زيادة الوزن الجاف لنباتات القاوون، وكذلك زيادة محتواها من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

وأوضحت دراسة أجريت على بعض الخضر الصيفية الورقية والخس فى مزارع مائية كانت حرارة المحاليل المغذية فيها ١٥، أو ٢٠، أو ٢٥°م أن امتصاصها للماء كان غير كاف فى حرارة ١٥°م، وأن امتصاصها لعناصر البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والفوسفور كان أقل ما يمكن فى حرارة ٢٥°م، بينما كانت حرارة ٢٠°م هى الأفضل لامتصاص الماء والعناصر (Park وآخرون ١٩٩٥).

وكذلك وجد أن تبريد المحاليل المغذية فى المزارع المائية للخس يقلل — بشدة — من اتجاه النباتات نحو الإزهار، كما يقلل — كذلك — من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum*، وتبين لدى استعمال معاملات مختلفة للهواء والمحلول المغذى أن أعلى إنتاج كان عندما خفضت حرارة المحلول المغذى إلى ٢٤°م، سواء أكانت حرارة الهواء ٢٤، أم ٣١°م، بما يعنى إمكان الاكتفاء بتبريد المحلول المغذى للتغلب على الآثار السلبية لحرارة الهواء العالية (Thompson وآخرون ١٩٩٨).

ويمكن بالتحكم فى حرارة النمو الجذرى التأثير على جودة المحصول .. ففى دراسة

على تأثير حرارة الجذور على جودة الخضر، زرعت السبانخ فى مزرعة مائية حوفظ فيها على حرارة الجذور عند ٢٠°م حتى قبل الحصاد بأسبوع واحد، ثم خُفِّضت حرارة الجذور – فقط – إلى ٥°م أدت هذه المعاملة إلى إحداث زيادة جوهرية فى محتوى الأوراق من كل من السكريات وحامض الأسكوربيك والحديد Fe^{2+}، مع خفض شديد فى محتواها من كل من النترات وحامض الأكساليك؛ بما يعنى أن المعاملة كان لها تأثير كبير فى تحسين جودة السبانخ (Hıdaka وآخرون ٢٠٠٨).

٣- توفير وسائل عديدة ومتعددة لمكافحة الأمراض، يصعب أو يستحيل تطبيقها فى المزارع الأرضية أو حتى فى النوعيات الأخرى من المزارع اللاأرضية ومن بين هذه الوسائل ترشيح المحاليل المغذية للتخلص من مسببات الأمراض، وتعقيم المحاليل بالأشعة فوق البنفسجية أو بالموجات فوق الصوتية Ultra-Sonic، أو إضافة المبيدات الجهازية أو الكائنات المستعملة فى المكافحة البيولوجية إليها، وتزويد المحاليل المغذية بالمركبات التى تزيد المقاومة الطبيعية للنباتات ضد الأمراض، وغيرها من الوسائل التى نتناولها بالشرح فى الفصل الثامن.

ولقد أدى تعريض المحاليل المغذية لمزارع الشيكوريا – بصورة دائمة – للأشعة فوق البنفسجية بطول موجى ٢٥٤ نانوميتر، تنبعث من لمبات بقوة ٦٤ واط، بهدف تعقيمها إلى إحداث زيادة جوهرية فى وزن الجذور المغذية ووزن الرؤوس والمحصول الكلى، مقارنة بما حدث فى نباتات الكنترول (Babık & Szymańskı ١٩٩٨).

٤- يمكن التخلص من المركبات السامة التى تفرزها الجذور بإضافة مسحوق الفحم النباتى المُنشَّط إلى المحلول المغذى. وقد وجد Yu وآخرون (١٩٩٣) أن تركيز الكربون يرتفع تدريجيًا فى المحلول المغذى لمزارع الطماطم من ٣ أجزاء فى المليون إلى ٤٠ جزءًا فى المليون، بسبب إفرازات الجذور من المواد العضوية، وأن إضافة الفحم النباتى قللت جوهريًا من تلك الزيادة، وأدت إلى زيادة الوزن الجاف للنباتات ومحصولها الكلى.

وأمكن عزل مركبات فينولية من المحلول المغذى الخاص بالمزارع المائية للخيار، وكان

أحد تلك المركبات — وهو 2,4-dichlorobenzoic acid — أشدها تأثيرًا، حيث أدى بعد عزله وإضافته للمحاليل المغذية بتركيز ٢ ميكروليتر/لتر إلى إحداث خفض فى محصول الثمار وفترة الحصاد، وإن لم يكن مؤثرًا على النمو النباتى. وقد أمكن التخلص من ذلك التأثير بإضافة الفحم المُنشّط للمحلول المغذى (Asao وآخرون ١٩٩٩).

٥- قد يمكن تحسين القيمة الغذائية للخضر المنتجة بإضافة مركبات معينة إلى المحاليل المغذية. فمثلاً .. أدى استبدال المحلول المغذى للخس ذو الأوراق الدهنية المظهر فى مزارع الغشاء المغذى — قبل الحصاد بأربع وعشرين ساعة — بمحلول مغذٍ آخر غنى فى الحديد إلى زيادة تركيز الحديد فى الأوراق إلى ١٠٠ جزء فى المليون، أو نحو أربعة أضعاف تركيزه فى أوراق نباتات الكنترول، بينما لم يتأثر تركيز باقى العناصر بتلك المعاملة (Inoue وآخرون ١٩٩٤أ).

وفى دراسة أخرى مماثلة (Inoue وآخرون ١٩٩٤ب) على طرازين من خس الرؤوس (ذو الأوراق المتقصفة وذو الأوراق الدهنية المظهر) استبدل فيها المحلول المغذى المستعمل قبل الحصاد بفترة قصيرة بآخر يحتوى على ١٠٠٠ جزء فى المليون من حامض الأسكوربيك إلى زيادة تركيز الحامض بالأوراق إلى نحو أربعة أمثال تركيزه فى أوراق نباتات الكنترول.

وأمكن زيادة محتوى أوراق الخس (من مجموعة خس الرؤوس ذى الأوراق الدهنية المظهر) من حامض الأسكوربيك بإضافة أسكوربات الصوديوم إلى المحلول المغذى فى المزارع المائية بتركيز ١٠٠٠، و ٢٠٠٠ جزء فى المليون قبل الحصاد بأربع وعشرين ساعة. وذلك بمقدار ٣,٥، و ٤,٧ ضعف — على التوالى — مقارنة بمحتوى حامض الأسكوربيك فى أوراق النباتات التى لم تتلق تلك المعاملة؛ هذا .. إلاّ أن التركيز المرتفع تسبب فى نقص امتصاص الماء إلى درجة صاحبها ظهور ذبول بالأوراق. وجدير بالذكر أن المعاملة لم تكن مؤثرة على محتوى الأوراق من كل من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم، كما لم يتأثر محتوى الأوراق العالى من حامض الأسكوربيك أو مظهرها بعد التخزين على ٥°م لمدة ثلاثة أيام (Inoue وآخرون ١٩٩٥).

ولقد وجد Inoue وآخرون (٢٠٠٠) أن تغذية السبانخ والخس والبصل الأخضر فى المزارع المائية بسترات الأمونيوم والحديديك ammonium ferric citrate (١٠٠ مجم/لتر) لمدد تراوحت من ٣ إلى ١٥ ساعة صاحبتها زيادة خطية – تقريبا – فى محتوى أوراق تلك الأنواع النباتية من الحديد، ولكن ظهرت عليها أضرار زيادة الحديد بعد التغذية الزائدة بالعنصر لمدة ١٢ ساعة فى السبانخ. ولمدة ٩ ساعات فى كل من الخس والبصل الأخضر وعند تحليل العنصر فى الأوراق الخالية من أية أضرار ظاهرة بعد ٩ ساعات من التغذية بالعنصر فى السبانخ، وبعد ٦ ساعات فى كل من الخس والبصل الأخضر، وجد أن تركيز الحديد فيها (بالملليجرام/١٠٠ جم وزن طازج) ازداد فى السبانخ من ٠,٨٢ ± ٠,٠٦ فى الكنترول إلى ٦,٠٠ ± ٠,٩٢، وفى الخس من ٠,٨٢ ± ٠,٠٥ إلى ٣,٠٥ ± ٠,٤٠، وفى البصل الأخضر من ٠,٥٨ ± ٠,٠٤ إلى ٢,٠٠ ± ٠,٣٢ وعندما كانت التغذية بالحديد المخلبى EDTA-Fe ظهرت أضرار العنصر بعد ٦ ساعات – فقط – من المعاملة فى المحاصيل الثلاثة؛ وبذا لم تكن المعاملة واقعية، مقارنة بالمعاملة بالحديد فى صورة سترات الأمونيوم والحديديك

٦- يمكن بالتحكم فى مستوى النيتروجين فى المحلول المغذى التحكم فى مستوى النترات بالنباتات؛ فمثلاً أدى حذف النيتروجين من المحلول المغذى للخس بعد الزراعة بخمسين يومًا، ثم الحصاد بعد ذلك بثمانية عشر يومًا إلى نقص فى كل من المحصول ومحتوى الأوراق من النترات، حيث كان محصول النباتات التى تلقت محلولاً غذائيًا كاملاً حتى الحصاد يزيد بمقدار ٢٠٪، ومحتوى أوراقها من النترات يزيد بمقدار ٦٤٪، مقارنة بما حدث فى النباتات التى مُنع عنها النيتروجين قبل الحصاد بثمانية عشر يومًا. هذا .. إلا أن أعلى تركيز للنيتروجين بالأوراق فى هذه الدراسة كان ١٥٥٠ جزءًا فى المليون، وهو يقل عن الحد الأقصى المسموح به فى دول شمال أوروبا (Magnani & Oggiano ١٩٩٧)

٧- يمكن التأثير على النمو النباتى والمحصول وجودته بإذابة الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون فى المحلول المغذى وعلى سبيل المثال .. من المعروف أن جذور الطماطم تمتص

الأكسجين من المحاليل المغذية بيسر وسهولة، وتعد حساسة لتركيز الأكسجين المذاب فيها. ولقد وجد أن تشبيع المحاليل المغذية بالأكسجين المذاب حفز امتصاص الفوسفات. وعندما كان المحلول المغذى فقيرًا نسبيًا فى كل من النيتروجين والفوسفور، فإن تشبيع المحلول بالأكسجين ساهم فى زيادة أطوال النباتات، والوزن الطازج للسيقان والأوراق، ووزن الجذور، وتركيز الفوسفور فى كل من السيقان والأوراق والثمار، وذلك مقارنة بالوضع عندما لم يشبع ذلك المحلول المغذى بالأكسجين (Tanaka وآخرون ٢٠٠١).

ولقد أضحت دراسة أجريت على الطماطم فى مزرعة مائية قورن فيها تأثير الأكسجين فى المحلول المغذى (عالى: ١١٪-١٤٪، ومتوسط: ٥,٨٪-٧٪، ومنخفض: ٠,٨٪-١,٥٪) على النمو النباتى وإصابة الجذور بالفطر *Pythium* spp. مسبب مرض عفن الجذور أن تركيز الأكسجين العالى أحدث زيادة فى النمو النباتى الخضرى والجذرى، وخفضًا شديدًا فى استعمال الفطر للجذور. لدرجة أن النباتات التى أعطيت تلك المعاملة ظلت خالية من أية أعراض للإصابة بالفطر طوال فترة التجربة، بينما ظهرت أعراض الإصابة على النباتات التى لم تعط تلك المعاملة بعد ستة أيام من العدوى بالفطر. ولقد تبين أن نباتات الكنترول التى أعطيت معاملة التركيز المنخفض من الأكسجين فى المحلول المغذى ازداد فيها نشاط إنزيمات الليبوكسى جينيز lypoxygenase، مقارنة بالنباتات التى أعطيت معاملة التركيز المرتفع للأكسجين، وكانت تلك الاختلافات أكثر وضوحًا بعد العدوى بالفطر، ويعتقد أن تلك الزيادة فى نشاط إنزيمات الليبوكسى جينيز فى النباتات النامية تحت شد نقص إمدادات الأكسجين للجذور مع العدوى بالفطر ربما تؤدى إلى إحداث تحلل وخلل فى تركيب ووظائف ليبيدات الأغشية الخلوية، مما يسهل استعمار الفطر للجذور، وظهور أعراض الإصابة (Chérif وآخرون ١٩٩٧).

ودُرس تأثير استعمال محاليل مغذية تحتوى على أكسجين بتركيز ٠,٥، و ٣,٥، و ١٠ مجم/لتر فى مزارع الصوف الصخرى للخيار، ووجد أن التركيز المنخفض أحدث نقصًا فى النموين الخضرى والجذرى، بينما كانت أكبر مساحة ورقية عندما استعمل التركيز المرتفع. كما وجد أن تركيز الأكسجين فى المحلول المغذى يُستهلك كلية فى

خلال ٣٠ دقيقة من ضخ المحلول فى الجو الدافئ؛ ولذا فإن من الضرورى إعادة ضخ المحلول المغذى على فترات متقاربة (Holtman وآخرون ٢٠٠٥)

كذلك دُرس تأثير زيادة محتوى المحاليل المغذية فى المزارع اللاأرضية للخيار والفلفل من الأكسجين، حيث كان تركيز الغاز فى المحاليل بالخزانات المستعملة إما أقل من العادى — كما فى المحاليل التى يتخللها الهواء ويذوب فيها الأكسجين بصورة طبيعية — (٢ مجم/لتر)، وإما عادى (٥–٦ مجم/لتر)، وإما متوسط (١٦ مجم/لتر)، وإما عالٍ (٣٠–٤٠ مجم/لتر) ولقد أدت زيادة تركيز الأكسجين إلى تحسين محصول الخيار فى تجربة واحدة، بينما لم يكن لأى من تركيزات الغاز — بما فى ذلك الأقل من العادى — أى تأثير فى تجربتين أخرتين ولم يظهر أى تأثير لزيادة تركيز الأكسجين على محصول الفلفل هذا . إلا إنه فى كلا المحصولين كانت لزيادة تركيز الغاز تأثيرات إيجابية على طول فترة تخزين الثمار. ولقد تبين أن محتوى المحلول المغذى من الأكسجين ينخفض عند النقاطات بمقدار ٢٠٪–٦٧٪ من محتواه فى خزانات المحلول، وذلك تبعاً للتركيز الابتدائى المستعمل للغاز فى الخزانات واستمر الانخفاض فى تركيز الغاز فى بيئة الزراعة إلى أن وصل إلى التركيز العادى فى المحلول المغذى المنصرف منها ولقد تحسن نمو نباتات الخيار عندما حُوفظ على تركيز الأكسجين عالياً بصورة دائمة بالرى الغزير (لمدة دقيقة من كل اثنتين) بمحلول مغذ عالٍ فى محتواه من الغاز. هذا إلا أن تلك المعدلات العالية للرى ليست عملية فى الإنتاج التجارى للخيار أو الفلفل (Ehret وآخرون ٢٠١٠)

وعندما عوملت المزارع المائية للطماطم بكلوريد الصوديوم بتركيز صفر أو ١٠٠ ملى مول، وبتهوية المحلول المغذى إما بالهواء الجوى العادى، وإما بالهواء المحمل بثانى أكسيد الكربون بتركيز ٥٠٠٠ ميكرومول/مول، فإن النباتات التى تلقت معاملة الملوحة العالية ازداد وزنها الجاف وازداد فيها تراكم النيتروجين عندما عوملت محاليلها المغذية بالهواء المحمل بثانى أكسيد الكربون بدرجة أكبر عما إذا كانت تلك المحاليل قد عوملت بالهواء الجوى العادى كذلك ازداد فى النباتات التى تلقت معاملة الملوحة

وثانى أكسيد الكربون — معًا — بالمحلول المغذى امتصاص النترات، كما ازداد انتقال النترات والنيتروجين المختزل فى عصير الخشب عما فى النباتات التى عوملت بالملوحة، ولكن دون زيادة لثانى أكسيد الكربون فى المحلول المغذى. ولقد تبين أن الكربون غير العضوى الذائب ازداد فى جذور النباتات التى كانت فى محلول مغذ غنى بثانى أكسيد الكربون، سواء أكان ذلك المحلول قد أعطى معاملة الملوحة أم لم يُعطاها. وتبين — كذلك — أن المحاليل المغذية المعاملة بالهواء الغنى بثانى أكسيد الكربون أمكنها امتصاص المزيد من النيتروجين وتوفير الكربون لتمثيل الأحماض الأمينية فى الجذور عند زيادة الملوحة. وبذا .. فإن معاملة المحاليل المغذية بالهواء الغنى بثانى أكسيد الكربون يمكن أن يخفف من النقص فى إمدادات الكربون التى تلزم لتمثيل الأمونيوم، وبالتالى فإنها تُحسِّن من تأثير الملوحة على كل من امتصاص النترات وتمثيلها وعلى النمو النباتى (Cramer & Lips ١٩٩٥).

هذا .. إلاّ أن زيادة تركيز الأكسجين الذائب فى المحلول المغذى للطماطم عن التركيز العادى — الذى يقدر بنحو ٨,٥ مجم/لتر — إلى ٤٠ مجم/لتر أثر سلبيًا — فى خلال أسبوعين من المعاملة — على النمو الجذرى ذاته، ومن ثم على النمو الخضرى. ولذا .. فإنه — وتجنبًا للآثار السلبية لكل من نقص الأكسجين الذائب وزيادته إلى ٤٠ مجم/لتر — فإن من المفضل زيادته حتى ٣٠ مجم فقط/لتر (Zheng وآخرون ٢٠٠٧).

٨- قد يمكن التأثير على النمو النباتى بإضافة مركبات أو كائنات معينة إلى المحلول المغذى؛ فمثلاً .. وجد Takahashi وآخرون (١٩٩٣) على الطماطم أن إضافة حامض الأبسيسك بتركيز ٠,١ جزءًا فى المليون فى المحلول المغذى أدى إلى تنشيط النمو النباتى بقوة؛ بسبب التأثيرات الإيجابية التى أحدثها منظم النمو؛ وهى: زيادة النمو الجذرى، وارتفاع درجة حرارة ألنموات الخضرية، وزيادة نشاط أكسدة الـ α-napthylamine فى الجذور، وزيادة تكوين الجذور العرضية. هذا .. إلا أن زيادة تركيز حامض الأبسيسك إلى ٥ أجزاء أو ١٠ أجزاء فى المليون. أحدثت تأثيرات عكسية على النمو النباتى.

وأدت إضافة السيليسم للمحاليل المغذية بتركيز ٥ ، و ١٠ مجم/لتر إلى زيادة تركيز العنصر بأوراق الشبكوريا والخس، وإلى زيادة المحصول وقد كان السيليكون فعالاً فى خفض إنتاج الإثيلين ونشط الإنزيم phenylalanine ammonia lyase، مما قد يعمل على تحسين القيمة الغذائية وتحسين جودة بعد الحصاد للمنتجات سابقة التجهيز من كلا المحصولين (Malorgio وآخرون ٢٠٠٩).

وأمكن بإضافة التحضير التجارى الحيوى EM-1 Agricultural إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية تحسين جودة المحاصيل وقدرتها التخزينية بعد الحصاد. ولقد حسنت هذه المعاملة قوة النمو النباتى وكثافة الأنسجة فى الطماطم والخس بفعل عديد من الإنزيمات، والأحماض العضوية، ومحفزات النمو، والمركبات الفلافونية الحيوية biolfavinoids، والأحماض الأمينية التى تنتج — جميعها — من النشاط الحيوى للكائنات الدقيقة التى تتواجد فى الـ EM-1. وهى التى تُمتص من خلال المجموع الجذرى للنباتات وتتركز تلك الكائنات الدقيقة على امتداد أسطح الجذور، لتكون علاقة تبادل منفعة مع النباتات تشبه تلك التى تتواجد مع الميكوريزا ويفيد الـ EM-1 فى زيادة كفاءة امتصاص النباتات للعناصر، فى الوقت الذى يقلل فيه من الشدّ الذى قد يُحدثه وجود تركيزات عالية من المغذيات فى المحاليل المغذية. ويضاف الـ EM-1 إلى المحاليل المغذية بنسبة ١ : ١٠٠٠ فى مزارع الطماطم، و ١ : ٢٠٠٠ فى مزارع الخس.

٩- يمكن تحسين جودة المنتج المزروع بالتحكم فى تركيز الأملاح فى المحاليل المغذية؛ فقد أدى تعريض نباتات الخس فى الزراعات المائية قبل حصادها لمحاليل مغذية بدرجة توصيل كهربائى مقدارها ٣,٨ أو ٤,٨ ملليسيمنز/سم إلى تحسين خصائص الخس المجهز للمستهلك، حيث انخفض فيه إنتاج ثانى أكسيد الكربون مع انخفاض فى عمليات التحلل. وقد كان الخس الناتج بعد معاملة الملوحة أقل فى نشاط الأوكسيديز. وانخفضت فيه ظاهرة التلون البنى أثناء التخزين، وقلّت فيه أعداد البكتيريا والفطريات والخمائر بالنسيج الوسطى mesophyl للأوراق، وازدادت قدرته على التخزين عما حدث فى خس معاملة الكنترول (Scuderi وآخرون ٢٠١١)

ودُرس تأثير تسميد الهندباء فى تقنية الغشاء المغذى بمحلول مغذٍ يحتوى على ٤٠ ملى مول كلوريد صوديوم لكل لتر أو ١٠ ملى مول كبريتات بوتاسيوم لكل لتر، أو يحتوى على كلا الملحين معًا، مع معاملة نباتات إضافية بالرش بمحلول نترات كالسيوم بتركيز ١٥ ملى مول/لتر، أو بالماء المقطر. ولقد وجد أن الملوحة أو المعاملة بالبوتاسيوم والكالسيوم أثرت — أساسًا — على الجزء العلوى من النباتات، وقللت مساحة الأوراق، إلاّ إنه عندما صاحبت معاملة الملوحة المعاملة بالبوتاسيوم أو الكالسيوم عُكِسَ التأثير السلبى للملوحة على النمو، فلم تختلف النباتات التى عُوملت بتلك الطريقة عن تلك التى عُوملت بالبوتاسيوم والكالسيوم فقط فى كل من الكتلة البيولوجية للنبات، ونسبة الأوراق إلى الجذور، والوزن الطازج للأوراق، وعدد الأوراق، وطول الجذور. ولم يكن للملوحة أى تأثير على معدل البناء الضوئى، أو درجة توصيل الثغور، أو تركيز ثانى أكسيد الكربون فى المسافات البينية. هذا .. بينما ازداد معدل البناء الضوئى وتوصيل الثغور عند الرش بالكالسيوم، وانخفضا عند إضافة البوتاسيوم. وقد انخفض امتصاص العناصر إلى الربع فى النباتات التى عُوملت بالملوحة، مقارنة بالامتصاص فى نباتات الكنترول. ويستفاد من تلك النتائج أنه بالتحكم المناسب فى تركيز الملح بالمحلول المغذى مع إضافات من البوتاسيوم أو الكالسيوم يمكن تحسين جودة المحاصيل الورقية دون التأثير كثيرًا على المحصول (Tzortzakis ٢٠١٠).

١٠- تزداد فى المحاليل المغذية أعداد بكتيريا المحيط الجذرى المفيدة للنباتات:

قُدرت أعداد الخلايا البكتيرية فى المحلول المغذى لمزارع الصوف الصخرى للطماطم بنحو $١٠^{٥}$-$١٠^{٦}$ خلية بكتيرية هوائية لكل ملليلتر، وذلك بعد ٢٤ ساعة — فقط — من زراعة الطماطم، مقارنة بنحو ٥٠٠-٩٠٠ خلية بكتيرية فى محلول مغذ مماثل ولكن بدون نباتات. وقد استمرت تركيزات البكتيريا ثابتة دون تغيرات جوهرية على مدى ١٢ أسبوعًا بعد ذلك.

وتبين لدى مقارنة عزلات تلك البكتيريا ما يلى:

١- كانت ٤٠٪ منها من الجنس *Pseudomonas*

٢- حوالى ٤٠٪ منها كانت من الأنواع *Agrobacterium*، و *Azospirillum*، و *Comamonas*، و *Entrobacter*، و *Xanthomonas*

٣- مثلت الأجناس *Alcaligenes*، و *Aureobacterium*، و *Cytophaga*، و *Falvobacterium*، و *Rhodococcus*، و *Yersinia* أقل من ٢٪ من العزلات

٤- لم يمكن تحديد حوالى ٢٠٪ من العزلات (Berkelmann وآخرون ١٩٩٤)

عيوب المزارع المائية

إلى جانب العيوب التى تشترك فيها المزارع المائية مع باقى أنواع المزارع اللاأرضية – والتى أسلفنا بيانها فى الفصل الخامس – فإن المزارع المائية تنفرد بعيوب إضافية نجملها فيما يلى

١- يعتقد أن استمرار استعمال المحاليل المغذية فى النظم المغلقة يؤدى إلى انتشار مسببات الأمراض التى يمكن أن تصيب النباتات عن طريق الجذور. وعلى الرغم من أن Cooper (١٩٨٢) أوضح أن هذا الأمر لم يتأيد حدوثه على أرض الواقع، فإن بعض الدراسات الحديثة تُلفت الانتباه إلى أهميته، كما يلى

أ- ذكر Larsen (١٩٨٢) أن الفطر *Pythium* أحدث خسائر كبيرة فى كل من الطماطم والخيار فى المزارع المائية المغلقة، مثل تقنية الغشاء المغذى ومزارع الحصى؛ وذلك عندما ارتفعت حرارة المحلول المغذى إلى ٣٠°م أو أكثر من ذلك. كذلك وجد Carrai (١٩٩٣) أن الفطر *Pythium aphanidermatum* – المسبب لعفن جذور الخس – انتشر فى مزارع تقنية الغشاء المغذى التى ارتفعت فيها حرارة المحلول المغذى إلى ٢٩-٣٩°م. ولكنه لم يظهر عندما بُرّد المحلول المغذى إلى ٢٠-٢٤°م.

وبالمقارنة لم ينتشر فطر البثيم فى المزارع الرملية الجيرية، علما بأن المزارع الرملية من النظم المفتوحة

ب- ينتقل عديد من الفيروسات إلى النباتات من خلال المحاليل المغذية الملوثة صناعيًا، أو التى تلوثت طبيعيًا بالفيرس. ومن أمثلة هذه الفيروسات ما يلى (عن Schuerger & Hammer ١٩٩٥).