ولا تعد المزارع المائية أمرًا مستحدثًا؛ فمن أوائل الدراسات التى أجريت عليها تلك التى قام بها Woodward فى إنجلترا فى عام ١٦٩٩. ولقد طوِّرت طريقة لزراعة النباتات بدون تربة قبل منتصف القرن التاسع عشر بواسطة Sach & Knop اللذان كانا من الرواد فى هذا المجال.

وقد استخدم المصطلح hydroponics لأول مرة بواسطة W F. Gericks فى ثلاثينيات القرن العشرين لوصف طريقة لإنتاج النباتات تكون جذورها مغمورة فى محلول مهوى ومخفف من العناصر المغذية. وحاليًا .. تستخدم الـ hydroponics فى إنتاج الخضر فى الصوبات فى شتى بقاع العالم (Mart ١٩٩٤).

إن جميع نُظم المزارع المائية التى لا توجد بها بيئة صلبة لنمو الجذور liquid hydroponic systems (تسمى كذلك non-aggregate systems) هى بطبيعتها نظم مغلقة closed systems. وتكون فيها الجذور معرضة للمحلول المغذى دون وجود لأى نوع من بيئات الزراعة، ويستمر فيها دوران وإعادة استعمال المحلول المغذى.

وقد سبق التقديم للمزارع المائية، ومزاياها وعيوبها — بصورة عامة — ضمن المزارع اللاأرضية فى بداية الفصل الخامس الخاص بمزارع بيئات نمو الجذور الصلدة اللاأرضية؛ وذلك على أساس أن جميع أنواع المزارع المائية هى — فى واقع الأمر — مزارع لا أرضية كذلك.

وفى هذا الفصل نلقى مزيدًا من الضوء على كل ما يتعلق بالمزارع المائية وأهم أنواعها الشائعة الاستعمال.

شروط نجاح المزارع المائية

يلزم لنجاح المزارع المائية تحقيق الشروط التالية:

١- توفير الأكسجين الكافى لنمو الجذور؛ نظرًا لأنها تستنفذ ما يوجد بالمحلول المغذى من أكسجين خلال فترة قصيرة، فى حين يستمر استعماله لمدة طويلة وتختلف

طرق توفير احتياجات الأكسجين اللازمة لتنفس الجذور حسب نوع المزرعة. وسنناقش الطريقة المناسبة لكل نوع من المزارع فى حينها.

٢- حجب الضوء عن الجذور:

يمكن للنباتات أن تنمو بصورة طبيعية، بغض النظر عما إن كانت جذورها معرضة للضوء، أم أنها تنمو فى الظلام، لكن المهم هو أن تبقى جذورها دائمًا مغمورة فى الماء، أو أن يكون الجو المحيط بها مشبعًا تمامًا بالرطوبة. وترجع أهمية حجب الضوء إلى أن الظلام يمنع نمو الطحالب، بينما يساعدها الضوء على النمو. ويؤدى نموها إلى منافسة النباتات على العناصر الغذائية وإلى رفع pH المحلول المغذى، كما أنها تنافس النباتات على الأكسجين ليلاً. ويؤدى تحللها إلى إنتاج مواد سامة قد تتعارض مع النمو الطبيعى للنباتات.

٣- مداومة خدمة المحاليل المغذية:

تخدم المحاليل المغذية فى هذه المزارع – كما فى جميع النظم المغلقة – بالطرق نفسها التى سبق شرحها تحت مزارع الحصى فى الفصل الخامس، والتى نلقى بعض الضوء عليها تحت مزارع تقنية الغشاء المغذى فى هذا الفصل.

هذا .. ويمكن أن تستعمل المحاليل المغذية فى المزارع المائية المغلقة – مثل مزارع تقنية الغشاء المغذى ومزارع الحصى – إما لفترة قصيرة، وإما لفترة طويلة نسبيًا. وعند استخدام المحاليل المغذية لفترة قصيرة فإنها تستبدل بغيرها جديدة كل أسبوع واحد إلى أسبوعين. ويفترض هذا النظام أن امتصاص العناصر من المحلول المغذى لا يصل بها إلى مستوى النقص بالنسبة للنبات خلال تلك الفترة، طالما أنه تضاف كميات جديدة من المحلول المغذى كل أيام قليلة. وتلك طريقة عملية استعملت بنجاح، ولكن أكثر ما يعيبها هو كثرة كميات العناصر التى تُفقد جراء تجديد المحلول المغذى، فضلاً عن تسببها فى تلوث المياه الجوفية إن كانت التربة التى يُتخلص فيها من المحاليل المغذية مسامية.

أما الطريقة الثانية فيتم فيها استعمال المحلول المغذى لعدة أسابيع وربما لعدة

شهور. ويمكن لهذه الطريقة أن تكون ناجحة كذلك، ولكنها تتطلب مراقبة مستمرة لمستوى العناصر فى المحلول المغذى المستعمل لتجنب أى نقص للعناصر أو زيادتها إلى درجة السمية ونظرا لأن وضع العناصر المغذية فى المحاليل التى يستمر استعمالها لفترة طويلة متغير باستمرار بسبب امتصاص النباتات لها، فإنه يلزم تحليل هذه المحاليل بكثرة للمحافظة — قدر المستطاع — على المستويات الأصلية لتركيز مختلف العناصر فيه وكحد أدنى يلزم إجراء تحليل كامل كل ثلاثة أسابيع، مع إجراء تحاليل أخرى أسبوعية لكل من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، مع تقدير يومى لمستوى الأملاح الكلى (الـ EC)، وهو الذى يعطى تقديرًا مفيدًا لمستوى العناصر فى المحلول المغذى، لكن هذا التقدير لا يصلح بديلاً للتحليل الكامل (Johnson ٢٠٠٧).

إن اللجوء إلى تقدير EC المحاليل المغذية لا يفيد فى تقدير محتوى الأملاح الكلى. وفى تقنية الغشاء المغذى يفيد ذلك الاختبار فى المحافظة على تركيز عال من مجمل العناصر المغذية، وذلك بالمحافظة على الـ EC عند مستواه الابتدائى، إلاّ أن تركيز المغذيات الفردية سوف يتباين كثيرًا عن المستوى المرغوب فيه. كما لا يتأثر الـ EC — تقريبًا – بكمية العناصر الصغرى المتواجدة ولأجل ذلك .. يتم التخلص من المحلول المغذى أسبوعيًّا وتحضير محلول جديد.

كذلك يمكن أن يفيد اختبار الـ EC فى تحديد مدى احتمال حدوث أضرار جراء كثرة الأملاح فى البيئات الصلبة. وتؤدى زيادة أو خفض تركيز المغذيات على أساس نتائج قياس الـ EC إلى إحداث زيادة أو نقص فى كل المغذيات، الأمر الذى قد يتسبب فى حدوث تسمم من بعض العناصر، أو نقص فى بعضها الآخر، وخاصة فيما يتعلق بالعناصر الدقيقة.

وأفضل الطرق لمراقبة تركيز المحاليل المغذية هى بالتحليل المباشر لمختلف العناصر وتحديد الاحتياجات من كل عنصر على حدة بعد تحديد مستواه فى المحلول المستعمل بالجزء فى المليون، وما يلزم منه لتوصيل تركيزه إلى المستوى المرغوب فيه

وفى مزارع الصوف الصخرى والبرليت يجب ألاّ يتباين الـ EC فى الوسائد أو الأكياس بأكثر من وحدة EC واحدة أعلى أو أقل من EC المحلول المغذى المستعمل. فإذا كان الـ EC أعلى بأكثر من وحدة، فإن ذلك يعنى أننا نضيف مغذيات أكثر مما ينبغى فى الرى التسميدى، والعكس صحيح إذا كان EC بيئة الزراعة يقل بأكثر من وحدة EC عن EC المحلول السمادى المستعمل.

وإذا ما تبين أن EC الوسائد أو الأكياس أعلى عما ينبغى، فإن الحل الوحيد لذلك يكون بغسلها جيدًا بكميات كبيرة من الماء أو بمحلول سمادى مخفف (Hochmuth ٢٠٠١ب).

ويكون من الأفضل إجراء تحليل كيميائى كل ٢-٣ أسابيع للعناصر الكبرى (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم)، وكل ٤-٦ أسابيع للعناصر الدقيقة (البورون والنحاس والحديد والمنجنيز والموليبدنم والزنك). ومن الضرورى إضافة تركيزات من الأسمدة إلى المحلول المغذى مساوية لتلك التى حصل عليها المحصول المزروع، وإلا فإن بعض العناصر تتراكم ويزداد تركيزها، بينما يستهلك بعضها الآخر. وقد يلزم عمل إضافات من الأسمدة أسبوعيًا أو حتى يوميًا.

ويتبع – عادة – فى المزارع الصغيرة الأسلوب التالى: تكون البداية بمحلول مغذ جيد، وفى نهاية الأسبوع يضاف له نصف كميات الأسمدة الابتدائية، وفى نهاية الأسبوع التالى يتم التخلص من الكمية المتبقية من المحلول المغذى، ويستعمل محلولاً جديدًا (Marr ١٩٩٤).

أما فى النظم المفتوحة فإن الرى بالمحاليل المغذية يكون كلما دعت الحاجة إلى ذلك؛ ولذا لا تكون هناك حاجة إلى مراقبة المحاليل المغذية أو تحليلها، كما أن نوعية المياه المستعملة تقل أهميتها طالما كان محتواها من الأملاح الذائبة فى الحدود التى يتحملها المحصول المزروع. هذا .. إلا إنه فى ظروف المناخ الحار وزيادة شدة الإضاءة يزداد النتح إلى درجة قد تؤدى إلى زيادة تركيز الأملاح فى بيئة نمو الجذور، لذا ..

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