تروى حقول الفراولة فى الزراعات الفريجو – التى تزرع على خطوط – بطريقة الغمر كل ٣–٧ أيام حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة. ويجب أن يكون الرى أثناء موسم الجمع عقب الحصاد مباشرة حتى لاتتعفن الثمار الناضجة التى قد تلامس التربة الرطبة، كما يجب أن يكون الرى خفيفاً حتى لا تصل الرطوبة إلى قمة الخطوط وتتلف الثمار.

أما حقول الفراولة فى الزراعات الفرش فإنها تروى بالرش فى مراحل النمو الخضرى الأولى فقط، ويفضل أن يتوقف الرى بالرش بعد تثبيت الغطاء البلاستيكى للتربة، ليحل محلة الرى بالتنقيط بعد ذلك.

ويعاب على الرى بالرش خلال مرحلة الإزهار أنه يؤدى إلى زيادة انتشار الإصابات المرضية الفطرية، كما أنه يؤدى إلى غسيل حبوب اللقاح؛ مما يؤدى إلى إنتاج ثمار مشوهة.

وقد قدرت احتياجات الفراولة من ماء الرى فى مناخ البحر الأبيض المتوسط بحوالى ٤٥٠٠م^3 للهكتار (حوالى ١٨٩٠ م^3 للفدان) خلال الموسم الزراعى الذى يمتد لمدة ٢٠٠ يوم بعد الشتل (El-Farhan & Pritts ١٩٩٧)، ويعادل ذلك حوالى ٥٠م^3 للنبات خلال الموسم، أو حوالى ٢٥٠ مل(سم^2)/نبات (١٠م٣/فدان) يوميًّا كمتوسط عام.

التسميد

تحتاج حقول الفراولة إلى برنامج مكثف ودقيق للتسميد، لكى تعطى أعلى محصول ممكن دون أن تتجه النباتات نحو النمو الخضرى الغزير. ويتطلب تحديد البرنامج التسميدى المناسب التعرف أولاً على أعراض نقص مختلف العناصر، والتركيزات المثلى منها فى النبات فى مختلف مراحل نموه، وكذلك محتوى التربة من تلك العناصر، وماذا تعنيه نتائج تحليل التربة بالنسبة لبرنامج التسميد.

أعراض نقص العناصر

إن من أهم الأعراض التى تظهر عل نباتات الفراولة نتيجة لنقص العناصر المغذية، ما يلى:

الأعراض	المسبب
اصفرار عام	نقص النيتروجين – نقص الكبريت – نقص الموليبدنم
تقزم وتلون أخضر قاتم	نقص الفوسفور
احتراق أو انسفاع الأوراق	نقص البوتاسيوم – نقص المغنيسيوم – زيادة الملوحة
أضرار بالقمة النامية (احتراق القمة)	نقص الكالسيوم – نقص البورون
اصفرار نصل الورقة مع بقاء العروق خضراء	نقص الحديد – نقص الزنك – نقص المنجنيز – نقص النحاس
ضعف التلقيح	نقص البورون
صلابة الثمار بصورة غير مرغوب فيها	نقص الكالسيوم
طراوة الثمار، ورداءة طعمها، وتجوفها، وعدم تلونها جيدًا	نقص البوتاسيوم

ونتناول – فيما يلى – وصفًا لأعراض نقص مختلف العناصر المغذية.

النيتروجين

يؤدى نقص النيتروجين إلى صغر حجم الأوراق، وضعف النمو الخضرى واكتسابه لونًا أخضرًا مصفرًا. ومن الأعراض المميزة كذلك اكتساب حواف الوريقات المسنة لونًا أحمر، ثم ينتشر اللون الأحمر تدريجيًا داخل الوريقات إلى أن تصبح الوريقة كلها بلون أحمر لامع أو أحمر ضارب إلى البرتقالى (شكل ٧–٥، يوجد فى آخر الكتاب) كما قد يتغير لون حواف الوريقات من الأحمر إلى البنى. ويحدث الأمر ذاته بالنسبة لأعناق الأوراق وأوراق كأس الثمرة التى تكتسب لونًا أحمر (شكل ٧–٦، يوجد فى آخر الكتاب).

وتبدو المدادات فى النباتات التى تعانى من نقص النيتروجين سميكة وحمراء اللون، كما يقل كثيرًا عدد المدادات التى يكونها النبات (Ulrich وآخرون، و Johanson ١٩٨١).

كذلك يؤدى نقص النيتروجين إلى نقص المحصول، ونقص حجم الثمار، وضعف بريقها.

وقد أدى نقص النيتروجين فى المحاليل المغذية (٠.٠٤ ملى مول نيتروجين مقارنة

بتركيز ٠,٤ أو ٤,٠ ملل مول) إلى إحداث نقص معنوى فى الوزن الجاف الكلى للنبات بلغ أكثر من ٦٥٪، وفى معدل النمو النسبى Relative Growth Rate بلغ ٤٠٪، بينما ازدادت كلا من الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate، ونسبة وزن الجذور Root Weight Ratio. وقد أحدث نقص النيتروجين نقصًا فى المحصول قدر بنحو ٥٠٪، وحدث ذلك من خلال نقص فى نسبة العقد، وعدد الثمار/نبات، ووزن الثمرة، هذا إلا أن نقص النيتروجين أدى – كذلك – إلى زيادة نصيب الثمار من المادة الجافة الكلية بالنبات (Deng & Woodward ١٩٩٨).

وفى المقابل .. فإن زيادة التسميد الآزوتى عما ينبغى يمكن أن يؤدى إلى شحوب لون الثمار، وعدم تجانس تلوينها، ونقص محتواها من المادة الصلبة الذائبة، وصغر حجمها، وعدم انتظامها فى الشكل، وزيادة نسبة الثمار البيضاء اللون، وزيادة الإصابة بالعنكبوت الأحمر، وأمراض النموات الخضرية وأعفان الثمار، ونقص المحصول المبكر والكلى بسبب اتجاه النبات نحو النمو الخضرى على حساب النمو الزهرى والثمرى (Hochmuth ١٩٩٦).

وعلى الرغم مما تقدم بيانه .. فإن نقص النيتروجين بدرجة بسيطة قد يكون أمرًا مرغوبًا فيه لأنه يؤدى إلى تحسين نوعية الثمار وارتفاع سعر بيعها؛ مما يؤدى إلى زيادة العائد على الرغم من حدوث نقس بسيط فى المحصول.

ويتراوح محتوى النيتروجين المثالى فى الأوراق بين ٢,٧، و ٣,٠٪ على أساس الوزن الجاف.

الفوسفور

مع بداية نقص الفوسفور تبدو النباتات خضراء قاتمة اللون، والأوراق أصغر قليلاً فى الحجم عن الأوراق العادية. ومع ازدياد نقص العنصر يكتسب السطح العلوى للأوراق بريقًا معدنيًّا قاتمًا مشوبًا بالاسوداد فى بعض الأصناف (شكل ٧–٧، يوجد فى آخر الكتاب)، هذا بينما يكتسب السطح السفلى للأوراق لونًا أحمرًا قرمزيًّا. ومع تقدم الأوراق فى السن قد يمتد هذا التلون الأحمر إلى السطح العلوى للأوراق كذلك. هذا .. وتكون

بداية ظهور التلون الأحمر القرمزى على العروق الصغيرة بالسطح السفلى للأوراق المسنة، ثم ينتشر منها تدريجيًا نحو العروق الرئيسية، ثم إلى باقى نسيج الورقة.

وبصورة عامة .. يكون النمو النباتى متقزمًا، ونمو المدادات ضعيفًا فى النباتات التى تعانى من نقص العنصر.

وتكون أزهار وثمار النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور أصغر حجمًا من مثيلاتها الطبيعية، كما تظهر فى بعض الأصناف ثمارًا بيضاء اللون Albino.

ومع استمرار نقص العنصر لفترة طويلة تقل قوة النمو الخضرى، ولكن لايتأثر النمو الجذرى بالقدر ذاته.

تحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور على أقل من ٧٠٠ جزء فى المليون من العنصر (acid soluble phosphate P) على أساس الوزن الجاف.

البوتاسيوم

تكون بداية أعراض نقص العنصر على صورة اسمرار أو تلون بنى وجفاف بالسطح العلوى لحواف الأوراق الصغيرة المكتملة التكوين، وتنتشر تلك الأعراض تدريجيًا داخل النصل بين العروق إلى أن تشمل معظم مساحة النصل (شكل ٧-٩، يوجد فى آخر الكتاب)، ولكن يبقى الجزء القاعدى منها أخضر اللون. ويتزامن ذلك مع اكتساب السطح السفلى للأوراق لونًا أسمرًا ضاربًا إلى الصفرة يمتد فى كل مساحة الجزء السفلى من النصل بما فى ذلك العرق الوسطى وعنق الورقة، ثم تجف كل تلك الأنسجة. وعلى الرغم من شدة الأعراض التى تظهر على الأوراق المسنة التى تحيط بتاج النبات، أو بكل فرع من التاج، فإن الأوراق الحديثة تبقى خالية من أى عرض. ويبدو أن البوتاسيوم ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة بالقدر الذى يكفى للنمو الجيد.

وتزداد شدة هذه الأعراض فى الجو الصحو والشمس الساطعة.

وتتشابه هذه الأعراض - فى بعض جوانبها - مع أعراض نقص المغنيسيوم، ومع أعراض انسفاع الأوراق التى يمكن أن تحدثها الملوحة العالية، أو أشعة الشمس القوية، أو الرياح، أو الجفاف، أو بعض الأمراض والآفات.

وتتكون بأعناق الأوراق التى تظهر أعراض الاحتراق على أنصالها بقع متحللة طويلة ذات لون بنى قاتم، ثم تجف تلك الأعناق وتنهار.

كذلك يؤدى نقص العنصر إلى ضعف إنتاج النبات من المدادات، وتكون المدادات قصيرة ورفيعة، وتظهر على أوراقها الأعراض ذاتها التى تظهر على نباتات الأمهات.

كما تفشل ثمار النباتات التى تعانى من نقص العنصر فى التلوين الطبيعى، وتكون رديئة الطعم والقوام، أى تفتقر إلى الطعم والقوام المميزين لثمار الفراولة.

وعلى الرغم من أن الجذور الليفية للنباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم تكتسب لونًا قاتمًا .. فإنها تستعيد لونها الطبيعى عند توفر العنصر.

هذا .. ويجب أن يتراوح تركيز البوتاسيوم فى الأوراق بين ١,٥٪، و ٢,٥٪ على أساس الوزن الجاف، علمًا بأن تركيزًا أقل من ١,٠٪ يمكن أن يترتب عليه نقصًا فى كل من المحصول وجودة الثمار، حيث تنخفض – مع انخفاض نسبة البوتاسيوم فى الأوراق – كلا من نسبة المواد الصلبة الذائبة والحموضة المعايرة فى الثمار.

وفى المقابل .. فإن زيادة البوتاسيوم عما ينبغى قد تؤدى إلى نقص فى صلابة الثمار.

إن المحصول الجيد من الفراولة يمكن أن يُزيل من التربة حوالى ٤٠–٧٠ كجم K للهكتار (أى حوالى ٢٠–٣٥ كجم K_2O للفدان) فى الثمار وكؤوس الثمار.

وتحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر على أقل من ٠,٥٪ من البوتاسيوم على أساس الوزن الجاف (عن Miner وآخرين ١٩٩٧).

الكالسيوم

من أهم أعراض نقص الكالسيوم احتراق قمة الأوراق tip-burn، وصلابة الثمار بصورة غير طبيعية، وتقزم النمو الجذرى، وموت القمة النامية للنبات.

تظهر أعراض احتراق قمة الأوراق الصغيرة جدًا – وهى مازالت بعد ملتفة – (شكل ٧–١٠، يوجد فى آخر الكتاب) خلال فترات النمو السريع، ويزداد ظهورها فى بعض الأصناف أكثر من غيرها. تكون أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر

متغضنة، وغير ملساء وتظهر بها تجعدات سطحية (شكل ٧-١١، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تكون حوافها خضراء باهتة أو صفراء فاتحة اللون. ومع استمرار حالة نقص العنصر يستمر ظهور هذه الأعراض فى الأوراق الجديدة، وتفشل قمة الأوراق فى النمو وتصبح سوداء وتحترق، وهى أعراض تتشابه إلى حد ما مع أعراض نقص البورون. وغالبًا ما تموت أعناق تلك الأوراق وعرقها الوسطى بعد أن يخرج منها عصيرًا نباتيًا لزجًا (شكل ٧-١٢، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تظهر أعراض مماثلة لأعراض أعناق الأوراق على أعناق الأزهار.

وقد تظهر أعراض نقص الكالسيوم على الأوراق المكتملة النمو، ويكون ذلك على صورة مناطق خضراء فاتحة اللون تندمج معًا، ثم تصبح جافة. ويُفرَز أثناء ذلك نقط من سائل عصيرى لزج يخرج من العرق الوسطى للأوراق.

أما الثمار التى تعانى من نقص الكالسيوم فإنها تكون مغطاة بأعداد كبيرة من البذور (الثمار الحقيقية)، إما بصورة مبقعة، وإما على كل سطح الثمرة (شكل ٧-١٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وتكون تلك الثمار صلبة القوام (غير مستساغة) وحامضية الطعم.

وتكون جذور النباتات التى تعانى من نقص الكالسيوم قصيرة وسميكة وتصبح قاتمة اللون مع تقدمها فى العمر.

وتحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر على أقل من ٠,٢٪ كالسيوم على أساس الوزن الجاف.

ويفيد الرش بالكالسيوم أثناء تكوين الثمار فى إنتاج ثمار أكثر صلابة ولمعانًا.

ويزيد تركيز الكالسيوم فى طرف الثمرة القاعدى (المتصل بالعنق) عما فى طرفها البعيد عن العنق، ويكون أعلى تركيز للكالسيوم فى الثمار الفقيرة (البذور)، وأقل تركيز فى النسيج الداخلى للثمرة اللحمية.

ولم يؤثر التسميد بالكالسيوم - سواء كان ذلك بطريق الرش على النموات الخضرية، أم مع مياه الرى بالتنقيط، أم على صورة جبس أضيف قبل الزراعة - لم يؤثر ذلك على محتوى الأنسجة اللحمية للتخت الزهرى من الكالسيوم (Makus & Morris ١٩٩٨).

المغنيسيوم

تبدأ أعراض نقص المغنيسيوم على صورة اصفرار أو تلون بالسطح العلوى لحواف الأوراق المسنة، يمتد نحو الداخل تدريجيًّا بين العروق إلى أن تصبح المساحات التى بين العروق ملطخة بمساحات صفراء إلى بنية اللون. ويعقب ذلك احتراق (انسفاع scorching) الأوراق، بينما يبقى الجزء القاعدى من الورقة بلون أخضر فاتح حتى النهاية (شكل ٧-١٤، يوجد فى آخر الكتاب). تبقى الأوراق الصغيرة والوسطى بالنبات خضراء اللون كما فى حالة نقص البوتاسيوم، بينما تبقى أعناق الأوراق خضراء بعكس الحال فى البوتاسيوم. وفى كلتا الحالتين يزداد الانسفاغ بزيادة نقص العنصر ومع تقدم النبات فى العمر. وتجدر الإشارة إلى أن أعراض الاصفرار والتلون البنى بين العروق الذى يحدث عند نقص المغنيسيوم يبدأ من قاعدة التسنين عند حافة الوريقة، وبعد أن يصل إلى العرق الوسطى فإنه يمتد إلى الأجزاء المسننة ذاتها.

تبدو ثمار النباتات التى تعانى من نقص المغنيسيوم عادية، باستثناء أنها قد تكون أبهت لونًا، كما قد تظهر بعض الثمار الألبينو.

ولايتأثر النمو الجذرى للنباتات التى تعانى من نقص العنصر، ولكنه يكون أقل انتشارًا.

وتحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص المغنيسيوم على أقل من ٠,١٪ من العنصر على أساس الوزن الجاف.

الكبريت

تكون أوراق النباتات التى تعانى من نقص الكبريت خضراء باهتة إلى صفراء اللون، ويكون هذا التغير اللونى متجانسًا، وتتشابه الأعراض فى ذلك اللون الأصفر المتجانس مع أعراض نقص النيتروجين، ولكن دون أن يظهر احمرار على الأوراق. وتظهر بقع صغيرة ميتة متحللة فى أنصال الأوراق فى المراحل المتقدمة من نقص العنصر.

تبدو حواف الوريقات المسنة فى النباتات التى تعانى من نقص الكبريت وقد تلونت أطراف التسنين فيها بلون أسود بنى، وينتشر هذا التلون تدريجيًّا نحو قاعدة الأسنان، ثم ببطء بعد ذلك نحو قواعد الوريقات.

كذلك يقل عدد المدادات التى تنتجها النباتات التى تعانى من نقص الكبريت.

وليس لنقص الكبريت أى تأثير على مظهر الثمار باستثناء أنها تكون أصغر حجمًا.

تحتوى أوراق النباتات التى تتعرض لنقص الكبريت على أقل من ١٠٠ جزء فى المليون من العنصر (Sulfate S) على أساس الوزن الجاف، بينما يزيد التركيز عن ذلك فى أوراق النباتات التى لاتعانى من نقص العنصر.

الحديد

تظهر أعراض نقص الحديد على الأوراق الحديثة فى بداية الأمر، وتتميز بتغير لون المساحات التى توجد بين العروق إلى اللون الأصفر أو الأبيض، بينما تبقى العروق خضراء اللون. ومع استمرار نقص العنصر تنتشر تلك الأعراض فى جميع أوراق النبات فيما عدا أكبرها عمرًا، بينما تصبح الأوراق الجديدة بيضاء تقريبًا، وتظهر مساحات صغيرة بنية اللون على امتداد حافة الأوراق بين العروق (شكل ٧-١٥، يوجد فى آخر الكتاب).

تحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر على الحديد بتركيز يقل عن ٤٠ جزء فى المليون على أساس الوزن الجاف.

الزنك

تتميز أعراض نقص الزنك بتقزم النباتات، وظهور هالة خضراء على امتداد حافة الورقة، بينما يظهر اصفرار بين العروق فى كل مساحة الورقة (شكل ٧-١٦، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تظهر تشوهات بالوريقات التى تصبح حافتها متموجة وقاعدتها ضيقة، بينما تبقى العروق خضراء اللون. تبدأ الأعراض بالظهور على الأوراق الحديثة ونباتات المدادات. وكقاعدة عامة .. لا تظهر أى بقع متحللة بالأوراق التى تعانى من نقص الزنك حتى فى حالات النقص الشديدة.

ومن المعروف أن توفر النحاس يثبط امتصاص الزنك، وأن زيادة الفوسفور يثبط انتقال الزنك فى النباتات، كما يحل الكالسيوم محل الزنك على سطح غرويات التربة.

وتحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص الزنك على أقل من ١٠ أجزاء فى المليون من العنصر على أساس الوزن الجاف.

المنجنيز

يؤدى نقص المنجنيز إلى تلون المساحات التى بين العروق فى أنصال الوريقات الحديثة باللون الأخضر المصفر الشاحب، ولا يمتد هذا التغير اللونى إلى مواضع التسنين فى حافة الورقة، ولا إلى العروق، ولكن لايكون اخضرار العروق بالدرجة ذاتها التى تكون عليها عروق الوريقات التى تعانى من نقص الحديد. ومع استمرار نقص العنصر تظهر الأعراض على الأوراق الوسطية للنبات، ثم تظهر نقط صغيرة حمراء فى المساحات الصفراء من الوريقات بالقرب من حافتها الخضراء، ثم تنتشر تلك النقط الحمراء بعد ذلك فى العرق الوسطى، ثم فى الحافة الخضراء الخارجية إلى أن تغطى على لونها، وقد تلتف حافة الورقة لأعلى (شكل ٧-١٧، يوجد فى آخر الكتاب).

كذلك يؤدى نقص العنصر إلى نقص إنتاج المدادات بنسبة ٥٠-٦٠٪.

ويقل تركيز المنجنيز فى أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر عن ٢٥ جزء فى المليون على أساس الوزن الجاف.

النحاس

تتشابه أعراض نقص النحاس مع أعراض نقص المنجنيز. تكتسب الأوراق الحديثة لونًا باهتًا، مع زيادة بهتان اللون الأخضر بين العروق، وقد يصبح السطح العلوى للوريقات أبيض اللون فيما عدا عند الحافة التى تبقى خضراء (شكل ٧-١٨، يوجد فى آخر الكتاب).

ويكون محتوى أنصال الأوراق التى تعانى من نقص العنصر أقل من ٣ أجزاء فى المليون على أساس الوزن الجاف.

ويبقى أكثر من ٦٥٪ من النحاس الممتص فى الجذور، وتحصل التيجان على نسبة ١٠٪، وأعناق الأوراق على ١٠٪، بينما لا تصل إلى الأزهار إلاّ ٠,٥٪ من العنصر الممتص.

ويكفى تركيز قدره ٠,٥ ميكرومول من النحاس/لتر - فى المحاليل المغذية - للحصول على نمو ومحصول جيدين من الفراولة (Lieten ١٩٩٧ب).

البورون

يبدأ ظهور أعراض نقص البورون فى القمم النامية للنبات، وفى جميع أجزاء النبات التى تكون نشطة فى الانقسام الخلوى؛ فتتوقف استطالة الجذور، وتزداد سمكًا وتفرعًا (شكل ٧-١٨، يوجد فى آخر الكتاب)، ويظهر احتراق بقمم الوريقات التى تبرز من تيجان النباتات، وتبدو حوافها صفراء اللون، وتكون تلك الأوراق ملتوية ومتغضنة وصغيرة نسبيًا (شكل ٧-١٩، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تكون المدادات قصيرة ونباتاتها صغيرة وأوراقها مشوهة. ويؤدى استمرار نقص العنصر إلى تقزم النباتات بشدة، وحدوث زيادة واضحة فى إنتاج التيجان الفرعية، وزيادة فى حدة الأعراض فلا يزيد طول الأوراق عن ٢,٥ سم وطول المدادات عن ٥ سم. كما تكون الأزهار أصغر حجمًا، ويقل إنتاج حبوب اللقاح.

وتتشابه أعراض نقص البورون مع أعراض نقص الكالسيوم فى المراحل الأولى لكليهما، فكلاهما يؤثر على الأوراق الصغيرة ويحدثان بها تغضنًا وتجعدًا واحتراقًا بالقمة، كذلك يتقزم النمو الجذرى فى كلتا الحالتين. هذا .. إلا أنه فى حالات النقص البسيطة للبورون تتلون المساحات بين العروق فى الأوراق باللون الأصفر، بينما تبقى تلك المساحات خضراء اللون عند نقص الكالسيوم.

ويعد البورون ضروريًا لحيوية حبوب اللقاح وإنباتها، وتكوين البذور؛ وبذا .. فإن نقص العنصر يؤثر سلبيًا على عقد الثمار، ويؤدى إلى تكوين ثمار صغيرة ومشوهة وغير مستوية السطح bumpy (شكل ٧-٢٠، يوجد فى آخر الكتاب)، لأن عقد البذور لا يكون كاملاً. كذلك تلاحظ ظاهرة الثمار البيضاء (الألبينو) فى النباتات التى تعانى من نقص البورون.

تحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص البورون على أقل من ٢٥ جزءًا فى المليون من العنصر على أساس الوزن الجاف. وفى بعض الدراسات كان المستوى الحرج لنقص البورون هو ١٨ جزءًا فى المليون بالنسبة لغالبية الأصناف، و ٢-٥ أجزاء فى المليون بالنسبة لبعضها.

ويعد البورون قليل الحركة فى نبات الفراولة. ويتحرك العنصر بطريقة سلبية مع

الماء الذى تمتصه الجـــذور ولا يُعـــاد توزيـع العنصـر الـذى يصـل إلى الأوراق إلى أجـزاء النبات الأخرى، لأنه لاينتقل فى اللحاء. ولذا .. تعد الأوراق هى أكثر الأعضاء النباتيـة تعرضًا لتجمع البورون بـهـا؛ ممـا يسـبب احتراقًـا بحوافـهـا واصفـرارًا بـين العـروق فـى أنصالها.

تؤدى الظروف التى تساعد على زيادة معدل النتح - مثل الجو الحـار الجـاف - إلى تراكم البورون فى الأوراق، وخاصة فى حوافها، وقد يـزداد تركـيزه فيـها إلى ٢٠٠ جـزء فى المليون، مما يؤدى إلى موتها. ويحدث التسـمم مـن البـورون عنـد زيـادة تركـيزه فـى الأوراق - على أساس الوزن الجاف - عن ١٢٠ جزءًا فى المليـون. وفـى الظـروف التـى يزداد فيها الضغط الجذرى - عند توفر الرطوبة الأرضية مع ارتفاع الرطوبة النسبية ليـلاً - قد يفرز البورون مع ماء الإدماع guttation الذى يبرز مـن الثغـور المائيـة hydathodes فى نهايات العروق بالأوراق.

ووجد Lieten (١٩٩٥) أن التركيز المناسـب للبـورون فـى المحلـول المغـذى لنباتـات الفراولة من صنف إلسانتا Elsanta النامية فى أكياس البيت موس تـراوح بـين ٥، و ١٥ ميكرومول/لتر.

وقد أدى رش نباتات الفراولة بحامض البوريك بتركيز ٠,٣٪ قبل الإزهـار بنحـو ١٠ أيام مع الرش بنفثالين حامض الخليك NAA بتركيز ١٠٠ × ١٠$^{-٦}$ مولار خـلال مرحلـة الإزهار وعقد الثمار إلى نقص نسبة الثمـار المشـوهة، وزيـادة المحصـول بنسـبة ٢٧,٥٪، وزيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار بمقدار ١,٥ (Xiao وآخرون ١٩٩٨).

المولبدنم

يظهر نقص المولبدنم على صورة اصفرار متجانس بالأوراق الحديثة وتحلـل بـالأوراق المسنة، كما تلتف حواف الوريقات إلى أعلى.

وليس للنقص البسيط فى المولبدنم أى تأثير على حجم الثمار أو جودتها.

وتحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص المولبدنم على أقل مـن ٠,٤ جـزء فـى المليون من العنصر.

ويعالج نقص الموليبدنم برش النموات الخضرية بأى من ملحى موليبدات الصوديوم أو الأمونيوم بتركيز ١,٥ جم/لتر من الماء + ١٪ مادة ناشرة (Ulrich وآخرون ١٩٨٠، و Johanson ١٩٨١، و Mass ١٩٩٨).

السيليكون

أدت زيادة تركيز السيليكون فى المحاليل المغذية من ٤,٢٥ إلى ١٧,٠ ملى مول على صورة سيليكات البوتاسيوم K_2SiO_3 إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والنمو النباتى، كما أدت إضافة السيليكون إلى زيادة محتوى الثمار من حامض الستريك والماليك، ونقص محتوى الجلوكوز والفراكتوز والميوإينوسيتول myo-inositol (Wang & Galletta ١٩٩٨).

تحليل النبات

يجرى تحليل الأوراق لتعرف محتواها من مختلف العناصر الغذائية الضرورية للنبات، ويلزم لذلك جمع عينات الأوراق التى تلزم للتحليل وتداولها بطريقة سليمة، ثم إجراء التحليل إما على أنصال الأوراق أو أعناقها المجففة بالطرق المعملية، وإما بالطرق السريعة على العصير الخلوى لأعناق الأوراق فى حالتى النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم ويلزم فى جميع الحالات تعرف مستويات النقص، والكفاية، والزيادة من كل عنصر.

التحليل المعملى

تؤخذ أعناق الأوراق التى أكملت نموها حديثًا لتحليل النترات، والكلوريد، ولتحليل الفوسفور الذائب فى ٢٪ حامض الخليك، بينما تؤخذ أنصال تلك الأوراق لتحليل البوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والحديد، والمنجنيز، والزنك، والنحاس، والموليبدنم، والبورون، والنيتروجين الكلى، والفوسفور الكلى، والصوديوم.

تتكون عينة الأوراق التى تجمع للتحليل – عادة – من ٣٠-٤٠ ورقة، تؤخذ كل منها من على مسافات منتظمة بامتداد أحد خطوط الزراعة بمنتصف الحقل المعنى، مع تقسيم الحقل إلى عدة أجزاء متساوية لهذا الغرض.

تجزأ الأوراق – أثناء تجميعها – إلى أعناق وأنصال، وتوضع فى أكياس ورقية، وتبقى مبردة إلى حين وضعها فى فرن مهوى على حرارة ٧٠°م لمدة ٢٤ ساعة. وعند الرغبة فى تحليل الحديد، أو الزنك، أو النحاس، أو الموليبدنم، فإنه يتعين غسيل الأتربة من على الأوراق باستعمال محلول حامض ضعيف يحتوى على منظف صناعى، ثم شطفها بالماء المقطر قبل تجفيفها. وبعد تجفيف العينات فإنها تطحن إلى أن تصبح دقيقة، بحيث يمكنها النفاذ من منخل mesh screen مقاس ٢٠–٤٠، ثم تنقل إلى وعاء بلاستيكى يحكم إغلاقه لحين إجراء التحليل الكيميائية عليها.

ويحلل النيتروجين النتراتى فى أعناق الأوراق باستعمال حامض الفينول داى سلفونك phenoldisulfonic acid أو بأى طريقة أخرى.

ويمكن استعمال عينات لأنصال الأوراق تزن العينة منها ١٢٥–٢٥٠ مجم لتقدير كل من الصوديوم والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمنجنيز، والحديد، والزنك، والنحاس بطريقة القياس اللونية colorimetry. كما يقدر بها الفوسفور الكلى بعد معاملة العينة بحامض النيتريك المركز فى أنبوبة هضم، ثم بالهضم باستعمال حامض نتريك بركلوريك nitric-perchloric acid. أما الكبريتات فإنها تقدر فى عينة الأنصال بطريقة أزرق الميثلين methylene blue (Ulrich وآخرون ١٩٨٠).

ويبين جدول (٧–١) المستوى الحرج، والمستوى الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر، ومستوى الكفاية لمختلف العناصر الضرورية فى أنصال أوراق الفراولة وأعناقها على أساس الوزن الجاف (عن Ulrich وآخرين ١٩٨٠).

كما يبين جدول (٧–٢) المدى المناسب لمختلف العناصر الغذائية الضرورية فى أحدث أوراق الفراولة التى أكملت تكوينها (أنصال + أعناق) – على أساس الوزن الجاف – فى بداية موسم الحصاد وفى منتصفه، علمًا بأن نقص مستوى العنصر عن الحد الأدنى لذلك المدى يعنى نقص العنصر عما ينبغى، وأن زيادته تعنى زيادته عما ينبغى (Hochmuth & Albregts ١٩٩٥).

جدول (٧-١): المستوى الحرج، والمستوى الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر، ومستوى الكفاية لمختلف العناصر الضرورية فى الفراولة على أساس الوزن الجاف.

العنصر	الصورة المقدرة للعنصر	الجزء النباتى	التركيز الحرج	المدى الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر	المدى الذى لاتظهر معه أعراض نقص العنصر
			(٪)	(٪)	(٪)
النيتروجين	N الكلى	النصل	٢,٨	٢,٨-٢,٠	٣,٠ فأكثر
البوتاسيوم	K	النصل	١,٠	٠,٥-٠,١	٦,٠-١,٠
		العنق	١,٠	٠,٤-٠,١	٦,٠-١,٠
الكالسيوم	Ca	النصل	٠,٣	٠,٢٠-٠,٠٨	٢,٧-٠,٤
المغنيسيوم	Mg	النصل	٠,٢	١,٠-٠,٠٣	٠,٧-٠,٣
الكلورين	Cl	العنق	--	٠,٠٧ >	٠,٤-٠,٠٧ فأكثر
الصوديوم	Na	النصل	--	٠,٠١ >	٠,٤-٠,٠١ فاكثر
(عنصر غير ضرورى)					
			(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
النيتروجين	NO_3^-N	العنق	٥٠٠	صفر-٥٠٠	٢٠٠٠٠-٧٠٠
الفوسفور	$H_2PO_4^-P$	العنق	٧٠٠	٧٠٠-١٥٠	٥٠٠٠-١٠٠٠
	P الكلى	النصل	١٠٠٠	١١٠٠-٣٠٠	١٣٠٠٠-١٥٠٠
الكبريت	SO_4-S	النصل	١٠٠	٨٠-٢٥	٥٠٠-١٠٠ فأكثر
	S الكلى	النصل	١٠٠٠	٩٠٠-٣٠٠	١٠٠٠ فأكثر
الحديد	Fe	النصل	٥٠	٤٠-٥	٣٠٠-٥٠
المنجنيز	Mn	النصل	٣٠	٢٥-٤	٧٠٠-٣٠
الزنك	Zn	النصل	٢٠	١٠-٦	٥٠-٢٠ فأكثر
النحاس	Cu	النصل	٣,٠	٣,٠ >	٣٠-٣
البورون	B	النصل	٢٥	٢٢-١٨	٢٠٠-٣٥
الموليبدنم	Mo	النصل	٠,٥	٠,٤٠-٠,١٢	٠,٥ فأكثر

جدول (٧-٢): المستوى المناسب لمختلف العناصر الغذائية فى أوراق (أنصال + أعناق) الفراولة التى أكملت نموها حديثًا على أساس الوزن الجاف.

العنصر	وقت التحليل	
	عند بداية موسم الحصاد	فى منتصف موسم الحصاد
	(٪)	(٪)
النيتروجين	٣,٥-٣,٠	٣,٠-٢,٨
الفوسفور	٠,٤-٠,٢	٤,٠-٠,٢
البوتاسيوم	٢,٥-١,٥	٢,٥-١,١
الكالسيوم	١,٥-٠,٤	١,٥-٠,٤
المغنيسيوم	٠,٥٠-٠,٢٥	٠,٤-٠,٢
الكبريت	٠,٨٠-٠,٢٥	٠,٨٠-٠,٢٥
	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
الحديد	١٠٠-٥٠	١٠٠-٥٠
المنجنيز	١٠٠-٣٠	١٠٠-٢٥
الزنك	٤٠-٢٠	٤٠-٢٠
البورون	٤٠-٢٠	٤٠-٢٠
النحاس	١٠-٥	١٠-٥
الموليبدنم	—	٠,٨-٠,٥

اختبار الداى فينيل أمين للنترات

يُعد اختبار الداى فينيل أمين diphenylamine أسرع اختبار لتقدير النيتروجين النتراتى فى الفراولة، وفيه توضع نقطة من كاشف الداى فينيل أمين على قطع مائل يتم عمله فى عنق الورقة، فإذا ما ظهر لون أزرق واضح فى الحال، فإن ذلك يعنى أن محتوى النيتروجين النتراتى فى عنق الورقة يزيد عن ٥٠٠ جزء فى المليون وأن النبات لا يعانى من أى نقص فى النيتروجين وقت إجراء الاختبار. أما إذا بقى الكاشف عديم اللون، أو تحول إلى اللون الأزرق ببطء شديد، فإن ذلك يعنى أن محتوى النيتروجين النتراتى فى عنق الورقة يقل عن ٥٠٠ جزء فى المليون، وأن النبات يعانى من نقص فى إمدادات النيتروجين وقت إجراء الاختبار.

يحضر كاشف الداى فينيل أمين بإضافة ٠,٢ جم من المركب إلى ١٠٠ مل من حامض الكبريتيك المركز الخالى من النترات. يخزن الكاشف فى قنينة زجاجية من البيركس ذات غطاء زجاجى كذلك، ويؤخذ منها ما يلزم للاختبارات الحقلية فى قنينة بقطارة ذات غطاء زجاجى. ويتعين الحرص الشديد عند تداول الحامض المركز لأنه كاو شديد، ويتم التخلص من الكميات الزائدة منه بتفريغها فى الماء وليس العكس.

إن الحد الأدنى الذى أسلفنا بيانه للنيتروجين النتراتى - وهو ٥٠٠ جزء فى المليون على أساس الوزن الجاف - يجب ألا يكون هو الهدف الذى نسعى إلى الوصول إليه، فالنيتروجين النتراتى يجب أن يكون دائمًا فى حدود ٢٠٠٠ جزء فى المليون أو أعلى من ذلك. وينظر إلى تركيز ٣٠٠٠-١٠٠٠٠ جزء فى المليون على أنه يمثل احتياطى نيتروجين للنبات. أما إذا كان تركيز النيتروجين النتراتى يزيد عن ١٠٠٠٠ جزء فى المليون فإن النمو الورقى يزداد بشدة ويكون ذلك على حساب المحصول. وعندما يكون التحليل قريبًا من المستوى الحرج - وهو ٥٠٠ جزء فى المليون - فإنه يتعين تصحيح الوضع فى الحال، ليس بالتسميد الآزوتى الأرضى فقط، ولكن بالتسميد الورقى كذلك.

وغنى عن البيان أنه كلما طالت الفترة التى يبقى فيها مستوى النيتروجين فى النبات أقل مما ينبغى أو أعلى عما ينبغى كلما ازداد النقص المتوقع فى المحصول، وبالمقارنة .. كلما ازدادت الفترة التى يبقى فيها النيتروجين فى المستوى المناسب (٥٠٠٠-١٠٠٠٠ جزء فى المليون خلال مراحل النمو النشط) كلما استمر التوازن بين النمو الخضرى والثمرى وكلما ازداد المحصول المتوقع (Ulrich وآخرون ١٩٨٠).

تقدير النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق

يجرى تحليل العصير الخلوى لأعناق الأوراق على عينة من أعناق أحدث الأوراق التى أكملت نموها، علمًا بأنه يكفى عينة من حوالى ٢٠ عنق ورقة من كل فدان). تقطع أعناق الأوراق إلى أجزاء صغيرة، ثم يستخلص منها العصير باستعمال عصارة ثوم. ويتم تحليل النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم فى عصير أعناق الأوراق مباشرة - ودونما تخفيف أو ترشيح - باستعمال جهاز صغير يعمل بالبطارية.

تُصنّع هذه الأجهزة بواسطة شركتى Horida اليابانية، و Spectrum Technologies الأمريكية. ويمكن أن تستعمل أقطاب النترات والبوتاسيوم لتلك الأجهزة فى عملية القياس لمئات العينات قبل تغييرها، ولكن تلزم معايرة الأجهزة مرتين – على الأقل – يوميًا باستعمال محلول قياسى من نترات البوتاسيوم.

ويمكن تخزين أعناق الأوراق على درجة الصفر إلى ٤°م لمدة ٦ ساعات دون توقع أى تغير معنوى فى محتواها من النترات، ولكن تقدير النترات فى العصير يجب أن يجرى فى خلال دقيقتين – كحد أقصى – من استخلاصه من الأعناق، وإلاّ تغيرت القراءة المتوقعة بفعل تعرض العصير للهواء. كما أن الشد الرطوبى يمكن أن يؤثر على قراءة الجهاز؛ ولذا .. يفضل أخذ القراءات فى الصباح. هذا وتنخفض قراءة الجهاز للنترات بمقدار ٢٠٪ بين الساعة السابعة صباحًا والثانية بعد الظهر. ويفضل أخذ قراءة النترات فى مكان مظلل لأن قطب النترات حساس للتقلبات الحرارية التى يمكن أن يُحدثها التعرض لضوء الشمس المباشر.

يجب أن تكون قراءة العينات – دائمًا – فى حدود أقصى مدى لتدريج الجهاز؛ فإذا مازادت قراءة العينة عنه وجب تخفيضها إلى أن تصبح قراءتها فى المدى المناسب، ثم يحسب التركيز الحقيقى بناء على درجة التخفيف.

تقرأ هذه الأجهزة البوتاسيوم مباشرة كجزء فى المليون من أيون البوتاسيوم K^+، أما النيتروجين فإن بعض الأجهزة تقرأه فى صورة نترات، بينما تقرأه أجهزة أخرى فى صورة نيتروجين نتراتى، فإذا ما كانت القراءة فى صورة نترات وجبت قسمتها على ٤,٤٣ للحصول على تركيز النيتروجين النتراتى.

ويرتبط تركيز النترات المقدر بهذا الجهاز – بدرجة عالية – مع تركيز النترات المقدر فى أعناق الأوراق بالطرق المعملية التقليدية، والعلاقة بينهما خطية على امتداد مدى واسعًا من تركيز النترات.

يعتبر اختبار تقدير النترات فى أعناق الأوراق أكثر حساسية وأسرع من اختبار تقدير النيتروجين العادى فى أنصال الأوراق.

ويبين جدول (٧-٣) المدى المناسب لكل من النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم فى عصير أعناق الأوراق بالنسبة لغالبية الأصناف القصيرة النهار، ولكن هذه الأرقام ترتفع إلى الضعف بالنسبة للصنف كابارلا، وإلى حوالى ٢,٥ ضعف فى الصنف سلفا.

جدول (٧-٣): المستوى المناسب لكل من النيتروجين النتراتى، والبوتاسيوم (بالجزء فى المليون) فى عصير أعناق أوراق الفراولة على امتداد موسم النمو فى فلوريدا (عن Hochmuth & Albregts ١٩٩٥).

الشهر	النيتروجين النتراتى	البوتاسيوم
نوفمبر	٩٠٠-٨٠٠	٣٥٠٠-٣٠٠٠
ديسمبر	٨٠٠-٦٠٠	٣٥٠٠-٣٠٠٠
يناير	٨٠٠-٦٠٠	٣٠٠٠-٢٥٠٠
فبراير	٥٠٠-٣٠٠	٢٥٠٠-٢٠٠٠
مارس	٥٠٠-٢٠٠	٢٥٠٠-١٨٠٠
أبريل	٥٠٠-٢٠٠	٢٠٠٠-١٥٠٠

تختلف أصناف الفراولة فى مدى التركيز المناسب للنترات فى أعناق الأوراق، ويتراوح المدى الموصى به بين ١٠٠، و ١٥٠٠ جزء فى المليون للصنفين المحايدين للفترة الضوئية: سلفا، وسى سكيب. هذا بينما يكون تركيز النترات فى أعناق الأوراق عند نقص العنصر أقل من ٧٠٠ جزء فى المليون.

ويتراوح التركيز المناسب للبوتاسيوم فى أعناق الأوراق بين ٢٥٠٠، و ٣٠٠٠ جزء فى المليون فى نوفمبر وديسمبر، ينخفض إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون فى مارس، و ١٥٠٠ جزء فى المليون فى منتصف أبريل.

وتتراوح الاختلافات بين النباتات فى تركيز النترات فى أعناق الأوراق بين ١٠، و ٣٠٪، بينما تتراوح تلك الاختلافات بالنسبة للبوتاسيوم بين ٥، و ١٥٪ فقط.

ويوصى Lopez Nunez وآخرون (١٩٩٩) بأن يتراوح تركيز النيتروجين النتراتى فى أعناق أوراق صنف الفراولة كماروزا بين ٣٥٠، و ٥٥٠ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الطازج فى خلال الفترة من يناير إلى مارس فى إسبانيا.

تحليل التربة

يُظهر تحليل التربة مدى فقرها أو غناها فى مختلف العناصر الضرورية للنبات، ومدى الحاجة للتسميد، وخاصة بعنصرى الفوسفور والبوتاسيوم (جدول ٧-٤).

جدول (٧-٤): تفسير نتائج تحليل التربة (Mehlic-1 soil test)، ومدى حاجة الفراولة للتسميد بعنصرى الفوسفور والبوتاسيوم بناء على نتيجة التحليل (عن Hochmuth & Albregts ١٩٩٥).

العنصر	نتيجة التحليل (جزء فى المليون)	توصيف التربة بالنسبة لمحتواها من العنصر	الحاجة إلى التسميد (كيلو جرام/فدان)
الفوسفور			(P_2O_5)
	< ١٠	فقيرة جدًا	٧٠
	١٥-١٠	فقيرة	٥٥
	٣٠-١٦	متوسطة	٤٥
	٦٠-٣١	غنية	صفر
	٦٠<	غنية جدًا	صفر
البوتاسيوم			(K_2O)
	< ٢٠	فقيرة جدًا	٧٠
	٣٥-٢٠	فقيرة	٥٥
	٦٠-٣٦	متوسطة	٤٥
	١٢٥-٦١	غنية	صفر
	< ١٢٥	غنية جدًا	صفر

برامج التسميد

تختلف برامج التسميد الموصى بها للفراولة باختلاف مكان الإنتاج، وطريقة الإنتاج، والصنف المستعمل، ونظام الرى، وقوام التربة ومدى خصوبتها. ونستعرض فى هذا المقام نتائج الدراسات التى أجريت على التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم فى عدد من أهم مناطق إنتاج الفراولة فى العالم، ثم نعرج إلى بيان لبعض برامج التسميد المقترحة من قبل جهات مختلفة لطرق الإنتاج المختلفة.

دراسات التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم

١ - النيتروجين:

تسمد حقول الفراولة فى كاليفورنيا بالنيتروجين فى حدود ١١٢-١٧٠ كجم للهكتار (حوالى ٤٧-٧١ كجم للفدان). كما توصى دراسات تسميد الفراولة فى فلوريدا بالتسميد الآزوتى بمعدلات مماثلة لمعدلات كاليفورنيا أو أقل قليلاً منها.

ويذكر Hochmuth وآخرون (١٩٩٦) أن تسميد الفراولة - التى تروى بالرش - فى فلوريدا بمعدل ١١٢-٢٢٤ كجم من النيتروجين للهكتار (حوالى ٤٧-٩٤ كجم للفدان) أدى إلى تدهور جودة الثمار. وعند الرى بالتنقيط، يوصى فى فلوريدا بأن يكون معدل التسميد الآزوتى اليومى كيلو جرام واحد للهكتار (٠,٤٢ كجم للفدان)، إلاّ أن معدل التسميد اليومى الفعلى الذى يطبق من قبل منتجى الفراولة يتراوح بين ١,٥، و ٢,٠ كجم N للهكتار (حوالى ٠,٦٣-٠,٨٤ كجم N/فدان). هذا .. ولم يجد الباحثون تأثيرًا معنويًا لزيادة معدل التسميد اليومى بالنيتروجين - مع ماء الرى بالتنقيط - من ٠.٢٨ إلى ١,٤٠ كجم للهكتار (٠,١٢ إلى ٠,٥٩ كجم/فدان) - على المحصول المبكر (محصول الفترة من نوفمبر إلى يناير)، بينما ازداد محصول شهر مارس بزيادة معدل التسميد الآزوتى اليومى إلى ٠,٧٦ كجم للهكتار (٠,٣٢ كجم للفدان)، والمحصول خلال الموسم كله بزيادة معدل التسميد الآزوتى اليومى إلى ٠,٥٤ كجم للهكتار (٠,٢٣ كجم للفدان).

وفى ولاية نورث كارولينا استجابت الفراولة للتسميد الآزوتى حتى ١٢٠ كجم N للهكتار (حوالى ٥٠ كجم N للفدان) علمًا بأن نصف هذه الكمية أضيفت قبل الزراعة، بينما أضيف النصف الآخر مع مياه الرى بالتنقيط خلال موسم النمو (Miner وآخرون ١٩٩٧).

وعلى الرغم من أن زيادة معدلات التسميد الآزوتى فى أرض رملية فقيرة أدت إلى زيادة محصول الفراولة، إلا أن ذلك كان مصاحبًا بزيادة فى أعفان الثمار، هذا .. بينما لم يؤثر التسميد الآزوتى على نسبة محصول الثمار العالية الجودة التى يزيد قطرها عن ٢٢ ملليمترًا (Nestby ١٩٩٨).

وفى إسبانيا أنتجت نباتات الصنف كماروزا التى أعطيت معدلات يومية منخفضة

من النيتروجين (حوالى ٠,١٠ إلى ٠,١٧ كجم N/فدان) أعلى محصول مبكر وكلى (López Núnez وآخرون ١٩٩٩).

٢ – البوتاسيوم:

أوضحت معظم الدراسات التى أجريت على التسميد البوتاسى للفراولة التى تروى بطريقة الرش أن أقصى استجابة للفراولة كانت عند التسميد بمعدل ١٦٠ كجم K للهكتار (أو نحو ٨١ كجم K_2O للفدان)، ويأخذ ذلك المعدل المرتفع فى الاعتبار أن نسبة لا يستهان بها من السماد البوتاسى المضاف لا تستفيد منها النباتات بسبب غسيلها مع مياه الرى التى ترشح إلى باطن التربة (عن Albregts وآخرين ١٩٩٦).

وعندما كان رى الفراولة بطريقة التنقيط (فى فلوريدا)، وجد Albregts وآخرون (١٩٩٦) أن زيادة معدل التسميد البوتاسى اليومى من ٠,٢٨ إلى ١,٤٠ كجم K للهكتار (من ٠,١٤ إلى ٠,٧٠ كجم K_2O للفدان) أدت إلى زيادة تركيز البوتاسيوم فى أعناق الأوراق وأنصالها إلا أنها لم تؤثر على المحصول، ولم تؤثر بانتظام على متوسط وزن الثمرة. كذلك حصل Miner وآخرون (١٩٩٧) على نتائج مماثلة للتسميد البوتاسى فى ولاية نورث كارولينا الأمريكية، حيث لم تؤثر زيادة معدل التسميد البوتاسى اليومى مع مياه الرى بالتنقيط من ٠,٤٦ إلى ٢,٣٢ كجم K للهكتار (٠,٢٣ إلى ١,١٧ كجم K_2O للفدان) على محصول الفراولة، أو على أى من الصفات الأخرى التى تم قياسها.

تسميد زراعات الفراولة الفريجو

كما أسلفنا فى الفصل السادس، فإن زراعات الفراولة الفريجو تسمد قبل الزراعة – وأثناء إعداد الحقل للزراعة – بنحو ٣٠م٣ من السماد البلدى القديم المتحلل، وحوالى ٢٠٠ كجم من السوبر فوسفات العادى (أى حوالى ٣٠ وحدة فوسفور P_2O_5) للفدان.

أما بعد الزراعة .. فإن برنامج التسميد بالعناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم) يكون على النحو التالى:

١ – النيتروجين:

تسمد حقول الفراولة الفريجو بمعدل حوالى ٢٠٠ كجم نيتروجين للفدان، باستعمال حوالى طن من سماد سلفات النشادر، ولكن يفضل تجزئ كمية النيتروجين اللازمة بين

سمادى سلفات النشادر (٥٠٠ كجم للفدان) ونترات النشادر (٣٠٠ كجم للفدان)، تضاف على دفعات تتكون كل منها من ٥٠ كجم سلفات نشادر، أو ٣٠ كجم نترات نشادر بالتبادل بداية من بعد الزراعة بحوالى ٣ أسابيع، ثم كل ١٠-١٢ يومًا بعد ذلك حتى بداية العقد؛ وبعد ذلك يكون التسميد بمعدل ٢٥ كجم سلفات نشادر أو ١٥ كجم نترات نشادر بالتبادل قبل كل رية.

ويلاحظ أن كميات النيتروجين المسمد بها تزداد قبل عقد الثمار بهدف تشجيع النمو الخضرى. ويفضل فى تلك الفترة التركيز على استعمال سماد نترات النشادر.

٢ - الفوسفور:

بالإضافة إلى التسميد الفوسفاتى السابق للزراعة (٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أو حوالى ٣٠ كجم P_2O_5 للفدان)، فإن حقول الفراولة الفريجو تسمد بعد الزراعة بنحو ١٥ وحدة فوسفور P_2O_5 أخرى، باستعمال ١٠٠ كجم من سماد السوبر فوسفات، تضاف على ٣ دفعات، بمعدل ٥٠ كجم من السماد بعد ٣ أسابيع من الزراعة مع الدفعة الأولى من السماد الآزوتى، ثم ٢٥ كجم عند بداية الإزهار، ثم ٢٥ كجم أخرى بعد حوالى شهر من الدفعة الثانية.

٣ - البوتاسيوم:

تسمد حقول الفراولة الفريجو بمعدل حوالى ٢٥٠ كجم K_2O للفدان، باستعمال حوالى ٥٠٠ كجم من سماد سلفات البوتاسيوم، تضاف على ١٠ دفعات بكل منها ٥٠ كجم من السماد. تضاف الدفعة الأولى قبل الإزهار بحوالى ٤ أسابيع (ويعرف ذلك الموعد بظهور البراعم الزهرية فى آباط الأوراق)، والدفعة الثانية عند بداية الإزهار، ثم كل ١٠ أيام بعد ذلك حتى قرب نهاية الحصاد.

وإلى جانب التسميد بالعناصر الأولية فإن حقول الفراولة تسمد بالعناصر الصغرى عن طريق رش الأوراق بالصورة المخلبية لتلك العناصر بعد شهر من الزراعة ثم شهريًا بعد ذلك. وفى حالة ظهور أعراض نقص أحد تلك العناصر فإنه يرش به منفردًا (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٨ بتصرف).

تسميد زراعات الفراولة الفرش

نقدم – فيما يلى – أربعة برامج مختلفة لتسميد زراعات الفراولة الفرش التى تروى بالتنقيط – والتى يمكن اتباع أى منها – بالإضافة إلى التسميد السابق للزراعة الذى أسلفنا بيانه فى الفصل السادس، والذى يتضمن ٢٠م^{٣} سماد بلدى قديم متحلل + ١٠م^{٣} زرق دواجن (سماد كتكوت) + ١٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٥٠ كجم سوبر فوسفات عادى + ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم + ٣٠٠ كجم كبريت زراعى.

برنامج مقترح رقم ١ :

اقترحت هذا البرنامج إحدى شركات إنتاج الأسمدة الأجنبية، وفيه يكون التسميد بالعناصر الكبرى (على اعتبار أن المحصول المتوقع هو ٤٥ طنًّا للهكتار، أو نحو ٢٠ طنًّا للفدان) على النحو التالى:

مرحلة النمو النباتى	عدد الأيام المتوقعة	النيتروجين	الفوسفور P_2O_5	البوتاسيوم K_2O	النسبة السمادية
		(كجم/فدان/يوم)	(كجم/فدان/يوم)	(كجم/فدان/يوم)	
الزراعة إلى بداية العقد	٢٥	٠,٣–٠,٤	٠,١٥–٠,٢٠	٠,٣–٠,٤	٢:١:٢
الإثمار المبكر	٢٠	٠,٥–٠,٦	٠,٢٥–٠,٣٠	٠,٧٥–٠,٩٠	٣:١:٢
المحصول الشتوى الرئيسى	٥٠	٠,٦–٠٨	٠,٣٠–٠,٤٠	٠,٩٠–١,٢	٣:١:٢
المحصول الربيعى	٧٥–٩٠	٠,٦–٠,٥	٠,٣٠–٠,٢٥	١,٢–١,٠	٤:١:٢

وبذا .. يكون إجمالى التسميد خلال الموسم (١٧٠–١٨٥ يومًا) حوالى ١٠٠ كجم N، و ٥٠ كجم P_2O_5، و ١٦٠ كجم K_2O للفدان. ويراعى زيادة أو إنقاص حوالى ٠.٢ كجم N يوميًّا من البرنامج المقترح (+ كميات موازية من كل من الـ P_2O_5 و الـ K_2O حسب النسبة السمادية المقترحة فى كل مرحلة من مراحل النمو) مع كل انحراف قدره ١٠ طن من الثمار عن المحصول المتوقع بالزيادة أو بالنقصان، على التوالى.

هذا .. ويمكن استعمال أى سماد قابل للذوبان كمصدر للعناصر الثلاثة، ولكن يفضل استعمال نترات النشادر كمصدر للنيتروجين، وحامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور نظرً

لأنهما أقل تكلفة عن الأسمدة المركبة، علمًا بأن حامض الفوسفوريك التجارى الذى تبلغ درجة نقاوته ٧٥٪ يحتوى على ٥٤,٣٪ P_2O_5.

ويقترح مشروع النظم الزراعية بالإسماعيلية (عرفة وآخرون ٢٠٠١) أن يتم التسميد بالمعاملات الموضحة فى البرنامج المقترح رقم ١ خمس مرات فقط أسبوعيًّا، مع تخصيص يوم واحد أسبوعيًّا للتسميد بمجموعة أخرى من الأسمدة، وتخصيص اليوم السابع أسبوعيًّا للغسيل (رى بدون تسميد). ويكون التسميد الإضافى الأسبوعى بكل من نترات الكالسيوم (٣ كجم أسبوعيًّا فى مرحلتى النمو الأولى والثانية، و ٤ كجم أسبوعيًّا فى المرحلة الثالثة، و ٦ كجم أسبوعيًّا بعد ذلك)، وسلفات المغنيسيوم (٢ كجم أسبوعيًّا فى مرحلة النمو الأولى، تزداد إلى ٣ كجم أسبوعيًّا بعد ذلك)، وعناصر صغرى (١٠٠ جم حديد مخلبى + ٥٠ جم زنك مخلبى + ٥٠ جم منجنيز مخلبى للفدان أسبوعيًّا).

برنامج مقترح رقم ٢:

يعتمد هذا البرنامج - الذى يُعمل به فى بعض المزارع فى مصر والخارج - على نترات النشادر كمصدر للنيتروجين، وحامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور، وكلوريد البوتاسيوم (الذى يحتوى على ٦٠-٦٢٪ K_2O) كمصدر للبوتاسيوم، مع إضافة حامض الكبريتيك التجارى بغرض خفض الـ pH. ويمكن استبدال كلوريد البوتاسيوم بأى سماد بوتاسى آخر شريطة إضافة الكمية المحددة من K_2O. وفى هذا البرنامج .. يكون الرى دائمًا بمحلول سمادى مخفف تتوفر فيه كميات الأسمدة المبينة فى جدول (٧-٥) فى كل متر مكعب من مياه الرى.

يلاحظ فى البرنامج أن الكميات المقترحة من حامض الفوسفوريك بالسنتيمتر المكعب (المليلتر) تعادل الكمية المطلوبة من P_2O_5 بالجرام، ويرجع ذلك إلى زيادة كثافة حامض الفوسفوريك عن الواحد الصحيح، مع افتراض استعمال درجة عالية النقاوة من الحامض فى التسميد.

ومن الضرورى تسميد النباتات بالعناصر الصغرى كما سبق بيانه تحت البرنامج رقم ١.

جدول (٧–٥): برنامج لتسميد زراعات الفراولة الفرش بعد الزراعة.

الشهر	مرحلة النمو	الكمية بكل متر مكعب من مياه الرى					
		النيتروجين		الفوسفور		البوتاسيوم	
		N (جم)	نترات النشادر (جم)	P_2O_5 (جم)	حامض الفوسفوريك (سم٣)	K_2O (جم)	كلوريد البوتاسيوم (جم)	حامض كبريتيك (سم٣)
		خلال فترة الرى بالرش (١٥ يومًا)						
سبتمبر	٥ أيام بعد الشتل	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
سبتمبر	١٠ أيام إضافيـــة	٢٠	٦٠	١٠	١٠	٤٠	٦٥	٢٠
		خلال فترة الرى بالتنقيط (٨ شهور)						
أكتوبر	نمو خضرى	٤٠	١٢٠	٢٠	٢٠	٨٠	١٣٠	١٤
نوفمبر	الإزهار وبداية الحصاد	٦٠	١٨٠	٣٠	٣٠	٩٠	١٥٠	٩
ديسمبر	دورة الحصاد الأولـى	١٢٠	٣٦٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
يناير	دورة الإزهار الثانية	١٠٠	٣٠٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
فبراير	دورة الحصاد الثانية	١٠٠	٣٠٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
مارس	بداية دورة الحصاد الثالثة	٨٠	٢٤٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
أبريل	بقية دورة الحصاد الثالثة	٥٠	١٥٠	٣٠	٣٠	٨٠	١٣٠	٩
مايو	دورة الحصاد الرابعة	٣٠	٩٠	٣٠	٣٠	٥٠	٨٠	٩

برنامج مقترح رقم ٣:

تبعًا لهذا البرنامج الذى اقترحته جامعة فلوريدا للتسميد الآزوتى والبوتاسى (Hochmuth & Albregts ١٩٩٥) .. فإن الفراولة تسمد بالمعدلات التالية للفدان.

الفترة	N (كجم/فدان)	K_2O (كجم/فدان)
الـ ١٥ يوم الأولى بعد الشتل (سبتمبر)	٠,١٤	٠,١٤
أكتوبر – نوفمبر – ديسمبر – يناير	٠,٢٧	٠,٢٧
فبراير – مارس	٠,٣٤	٠,٣٤
أبريل – مايـو	٠,٢٧	٠,٢٧

وبذا .. تكون إجمالى الكمية المستعملة حوالى ٧٠ كجم للفدان من كل من النيتروجين N والبوتاس K_2O.

ومن الضرورى تسميد النباتات بالعناصر الصغرى كما سبق بيانه تحت البرنامج المقترح رقم ١.

برنامج مقترح رقم ٤ :

اقترح هذا البرنامج مركز تنمية الفراولة والمحاصيل غير التقليدية بجامعة عين شمس (وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والسمكية واستصلاح الأراضى ١٩٩٤)، ومن بعده مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٨). وتبعًا لهذا البرنامج فإن حقول الفراولة فى الزراعات الفرش تسمد مع مياه الرى بالتنقيط بمعدل ٥٠ مل (سم^{٣}) من سماد مركب سائل لكل متر مكعب من مياه الرى. يكون تحليل السماد المركب ١٠-٢-٦ + عناصر صغرى خلال مرحلة النمو الخضرى، و ١٠-٤-٨ + عناصر صغرى خلال مرحلة الإزهار، و ٨-٢-١٠ + عناصر صغرى خلال مرحلة الإثمار. هذا علمًا بأن كمية مياه الرى التى تعطاها حقول الفراولة تختلف باختلاف درجة الحرارة، وقوام التربة، ومرحلة النمو النباتى، وتتراوح بين ٥، و ١٥م^{٣} يوميًا للفدان. ويتعين حقن كل السماد المخصص لكل رية خلال الثُلث الثانى من فترة الرى أيًا كانت كمية مياه الرى المقررة ومدتها.

ويتطلب إنتاج ١٠٠ لتر من كل من المحاليل السمادية المركبة المقترحة كميات الماء والأسمدة والأحماض المبينة قرين كل سماد فى جدول (٧-٦).

جدول (٧-٦): كميات الماء، والأسمدة، والأحماض التى تلزم لتحضير ١٠٠ لتر من أسمدة مركبة تختلف فى تحليلها.

تحليل السماد	ماء (لتر)	كربونات بوتاسيوم (كجم)	حامض نيتريك (لتر)	نترات نشادر (كجم)	حامض فوسفوريك (لتر)	الحجم النهائى بإضافة الماء
١٠-٢-٦	٥٠	٩,٤	١٤,٧	٢٠,٧	٢,٩	١٠٠
١٠-٤-٨	٥٠	١٢,٥	١٩,٦	١٧,٦	٥,٨	١٠٠
٨-٢-١٠	٥٠	١٥,٦	٢٤,٥	٨,٤	٢,٩	١٠٠

ويتم تحضير تلك الأسمدة باتباع الخطوات التالية :

١ - يضاف ٥٠ لتر من الماء إلى إناء نظيف يتسع لأكثر قليلاً من ١٠٠ لتر.

٢ - يضاف إلى الماء الكمية المحددة من كربونات البوتاسيوم (٦٥٪ K_2O) - حسب

تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع التقليب جيداً بساق خشبية إلى حين تمام الذوبان.

٣ – تضاف إلى محلول كربونات البوتاسيوم الكمية المحددة من حامض النيتريك المركز (٦٠٪) – حسب تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع الاحتياط من ارتفاع درجة الحرارة والفوران الناشئ عن تصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون نتيجة لتحول كربونات البوتاسيوم إلى نترات بوتاسيوم، وثانى أكسيد كربون وماء.

٤ – تضاف إلى المحلول السابق الكمية المحددة من نترات النشادر – حسب تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع التقليب الجيد حتى تمام الذوبان.

٥ – تضاف إلى المحلول السابق الكمية المحددة من حامض الفوسفوريك التجارى (٨٠٪) – حسب تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع التقليب الجيد.

٦ – يكمل الإناء بعد ذلك بالماء حتى علامة ١٠٠ لتر (بعد إضافة الكميات المحددة الذائبة من أسمدة العناصر الدقيقة)؛ وبذا .. يكون قد تم تحضير ١٠٠ لتر من السماد المركب ذات التحليل المطلوب.

ويتعين الحذر التام عند تداول الأحماض المركزة المستخدمة فى تحضير تلك المحاليل.

أما محلول العناصر الصغرى فإنه يحضر بإذابة كميات محددة من أسمدة تلك العناصر جيداً فى الماء، قبل إضافتها إلى السماد المركب السائل، علماً بأن الكميات التى تلزم من تلك الأسمدة لكل ١٠٠ لتر من السماد المركب، هى كما يلى: ٢٥٠ جم حديد مخلبى Fe-EDDHA ٦٪، و ٨٠ جم زنك مخلبى Zn-EDTA ١٣,٥٪، و ٩٠ جم منجنيز مخلبى Mn-EDTA ١٢٪، و ١٠ جم بوراكس $NaBO_3$ ١٠,٦٪. وتكون نسب العناصر الدقيقة فى هذا المخلوط هى: ٢ حديد : ١ زنك : ١ منجنيز : ٠,١ بورون.

وأيًّا كان برنامج التسميد المتبع .. فإنه قد يكون من المفيد رش النباتات بأحد الأسمدة الورقية المناسبة، مثل سماد إسبشيال ، مرة كل ١٠ أيام، وذلك بتركيز جرام واحد فى كل لتر ماء. يحتوى سماد اسبشيال على ٩٪ N، و ١٢٪ P_2O_5، و ٣٦٪ K_2O، و ١٪ MgO بالإضافة إلى الحديد إدتا (بتركيز ٠,٥٪، أى ٥٠٠٠ جزء فى

المليون)، والزنك إدتا (بتركيز ٠,١٥٪، أى ١٥٠٠ جزء فى المليون)، والمنجنيز إدتا (بتركيز ٠,٢٥٪، أى ٢٥٠٠ جزء فى المليون)، والبورون (بتركيز ٠,١٪، أى ١٠٠٠ جزء فى المليون)، والنحاس (بتركيز ٠,٠٥٪، أى ٥٠٠ جزء فى المليون)، والموليبدنم (بتركيز ٠,٠٢٥٪، أى ٢٥٠ جزء فى المليون).

كذلك قد يكون من المفيد رش النباتات بأحد منشطات النمو الحيوية، مثل كروب ماكس Cropmax. يجرى الرش غالبًا بدءًا من بعد الشتل بأسبوعين، ثم كل أسبوعين بعد ذلك حتى منتصف موسم الحصاد، وذلك بمعدل ٥٠ مل (سم^3) من التحضير التجارى لكل ١٠٠ لتر ماء.

الزراعة العضوية

لا تعامل الفراولة المنتجة عضويًّا بأى مركبات كيميائية بما فى ذلك الأسمدة الكيميائية والمبيدات، وتقتصر التغذية فيها على الأسمدة العضوية والحيوية.

وقد كان المحصول الصالح للتسويق من صنف الفراولة شاندلر المزروع بالطريقة العضوية أقل مما فى حالة الزراعة التقليدية على مدى ثلاث سنوات استغرقتها الدراسة، ولكن هذا النقص تناقص من ٣٩٪ فى أول عام إلى ٢٨٪ فى العام الثالث. وعلى الرغم من هذا النقص فى المحصول، فإن الزراعة العضوية كانت أكثر ربحية عن الزراعة العادية بسبب فرق الأسعار (Gliessman وآخرون ١٩٩٦).