هذا الصنف كان أكثر تحملا للملوحة أثناء الإنبات عما فى مراحل النمو التالية (Chartzoulakis ١٩٩١، و ١٩٩٢)

وقد أوضح Chartzoulakis (١٩٩٤) فى دراسة لاحقة على صنف الخيار ذاته — بيبنكس — أن الرى بمحلول ملحى من كلوريد الصوديوم بتركيز ٨،٥ ملى مولار لم يؤثر على النمو النباتى، ولكن تعريض النباتات إلى درجات أعلى من الملوحة (من ٢٥ إلى ١٩٠ ملى مولار) أدت إلى غلق الثغور وخفض معدل البناء الضوئى بصورة جوهرية، مع تناقص فى الجهد المائى للأوراق، والجهد الإسموزى، وجهد الانتفاخ بتزايد تركيز الملوحة كذلك نقص معدل زيادة مساحة الورقة ومساحتها النهائية مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم. وانخفض معدل النمو النسبى بمقدار ٢٢٪، و ٤٩٪ و ٨٠٪ عند مستوى ملوحة ٢٥، و ٥٠، و ١٢٠ ملى مولار على التوالى. أى أن الملوحة أثرت على نمو الخيار من خلال تأثيرها السلبى على كل من معدل البناء الضوئى والمساحة الورقية التى يتم فيها البناء الضوئى

التسميد

وجد أن معدل امتصاص الخيار لكل من الفوسفور والبوتاسيوم نسبة إلى معدل امتصاصه للنيتروجين ظلت ثابتة طوال موسم النمو، بما يعنى إمكان حساب امتصاص نباتات الخيار لعنصرى الفوسفور والبوتاسيوم من معدل امتصاصه للنيتروجين (Schacht & Schenk ١٩٩٥)

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

تتباين تقديرات محتوى أوراق الخيار من النيتروجين التى تلزم للنمو الجيد، حيث قدر المحتوى — على أساس الوزن الجاف — بنحو ٧ ٦٪ فى أصغر الأوراق، وبنحو ٥،٥٪–٠ ٦٪ فى أصغر الأوراق المكتملة التكوين. ويوجد شبه اتفاق على أن يكون مقياس كفاية النبات من النيتروجين هو احتواء الورقة الثالثة الظاهرة من قمة النبات على ٦٪ نيتروجين، إلا أن مستوى النيتروجين يتباين فى الأوراق الصغيرة بين ٥٪، و ٧٪، وفى

الأوراق المسنة بين ٢.٥٪، و ٣.٥٪ وبالمقارنة فإن مستوى النيتروجين فى النباتات التى تعانى من نقص العنصر يكون أقل من ٣٪ فى الأوراق الصغيرة، وأقل من ٢٪ فى الأوراق المسنة. إلا أن هذه التقديرات تتباين بنحو ±٥ ١٪ باختلاف الباحثين.

ويلزم للنمو الجيد ألا يقل محتوى الأوراق الصغيرة المكتملة التكوين من النترات عن ٠.٥٪ على أساس الوزن الجاف (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

وترتبط نتائج تقدير النيتروجين والبوتاسيوم فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق جوهريًا مع محتوى الأوراق من هذين العنصرين فى جميع مراحل النمو لنباتى (Hochmuth ١٩٩٤)، علمًا بأن عملية تقدير العنصرين فى أعناق الأوراق تجرى فى موقع الزراعة، ولا تتطلب سوى دقائق معدودات باستعمال عُدّة Kit خاصة. وقد وجد Schacht & Schenk (١٩٩٤) أن تقدير النيتروجين النتراتى فى العصير الخلوى لعنق الورقة الخامسة من قمة النبات كان مناسبًا لمتابعة حالة النيتروجين فى النبات، علمًا بأن تركيز النيتروجين لم يتأثر بوقت أخذ العينة، كما لم يرتبط تركيز الأحماض الأمينية فى العصير الخلوى لعنق الورقة بمستوى التسميد الآزوتى

وعند الاعتماد على اختبار النترات فى أعناق الأوراق petiole sap test فإن مستوى النترات يجب أن يكون حوالى ٨٠٠–١٠٠٠ جزء من المليون عند بداية الإزهار، و ٦٠٠–٨٠٠ جزء من المليون فى بداية مرحلة الإثمار، وحوالى ٤٠٠–٦٠٠ جزء من المليون عند بداية الحصاد (Hartz & Hochmuth ١٩٩٦).

تعرف الحاجة إلى التسميد من أعراض نقص العناصر

أولاً: العناصر المتحركة فى النبات

كما أسلفنا بيانه تحت الطماطم . فإن العناصر المتحركة هى تلك التى تتحرك فى النبات من الأوراق السفلى — عند بلوغها مرحلة الشيخوخة، أو عند تعرض النبات لنقص فى العنصر — إلى الأوراق العليا التى تكون مازالت نشطة فسيولوجيًا؛ لذا .. فإن أعراض نقص هذه العناصر تظهر أولاً على الأوراق القاعدية، ثم تتقدم تدريجيًا

نحو الأوراق العليا، ولكنها نادرا ما تظهر على أحدث الأوراق التى تكون فى قمة النبات

وتضم العناصر المتحركة ما يلى:

١- النيتروجين

فى حالات نقص العنصر يكون النمو متقزم، وتكتسب الأوراق السفلى لونا أخضر مصفرا وفى حالات النقص الشديدة تكون معظم أوراق النبات ذات لون أخضر شاحب، ويتوقف نمو الأوراق الحديثة وتكون الثمار قصيرة. وسميكة، وذات لون أخضر باهت، وتوكية

٢ الفوسفور

فى حالات نقص العنصر يتقزم النمو، وعندما يكون النقص شديدًا تكون الأوراق الحديثة صغيرة، ومتصلبة. وتكتسب لونًا أخضر قاتمًا، وتظهر على الفلقتين بقع كبيرة مائية المظهر تشمل العروق والمساحات التى بين العروق. وفيما بعد .. تذوى الأوراق المتأثرة. وتكتسب البقع لونا بنيًا وتجف الأوراق وتنكمش

٣- البوتاسيوم

عند نقص العنصر تكتسب حواف الأوراق لونا أخضر مصفرا. ثم تتحول الحواف إلى اللون البنى وتجف يكون النمو فى النباتات المعرضة لنقص العنصر متقزمًا. والسلاميات قصيرة. والأوراق صغيرة وفى المراحل المتأخرة يظهر اصفرار بين العروق وعند الحواف فى الورقة. ينتشر تدريجيًا نحو مركز الورقة، كما يتقدم الاصفرار من أسفل إلى أعلى فى النبات. وتجف حواف الأوراق. وينتشر التحلل، ولكن تبقى العروق خضراء اللون.

٤- المغنيسيوم

فى حالات نقص العنصر يظهر اصفرار بين العروق، يبدأ عند حواف الورقة، ثم ينتشر — تدريجيًا — نحو مركزها. كما تظهر عليها بقع متحللة، ولا تبقى العروق الصغيرة خضراء اللون وفى حالات النقص الشديد تنتشر الأعراض نحو الأوراق العليا الحديثة. ويظهر الاصفرار على النبات بأكمله. بينما تجف الأوراق الأولى وتموت

٥- الزنك

يعتبر الزنك من العنصر الصغرى المتحركة فى النبات يصاحب نقص العنصر تبرقشات بين العروق على الأوراق السفلية، مع انتشار ظهور الأعراض تدريجيًا نحو الأوراق العليا دون أن يظهر عليها أى تحلل، وتتوقف قمة النبات عن النمو، مما يجعل الأوراق العليا تبدو متقاربة بشدة، معطية النبات مظهرًا شجيريًا

ثانيًا: العناصر غير المتحركة

تثبت هذه المجموعة من العناصر فى الأنسجة التى تصل إليها. ولا تتحرك منها بعد ذلك، ولذا فإن المراحل الأولى للنمو النباتى تستنفذ — فى حالات نقص العنصر — القليل الموجود منها فى بيئة الزراعة، لتظهر أعراض نقص العنصر أولاً على الأوراق العليا من النبات

وتضم العناصر غير المتحركة مايلى:

١- الكالسيوم

الكالسيوم من العناصر الكبرى غير المتحركة فى النبات، ويؤدى نقصه إلى ظهور بقع بيضاء عند حواف الأوراق الحديثة وبين العروق فيها، مع ظهور اصفرار على حواف هذه الأوراق ينتشر داخليًا تبقى أصغر الأوراق فى القمة النامية للنبات صغيرة الحجم، وتلتف حوافها إلى أعلى. ثم تجف وتموت. كذلك تموت القمة النامية يكون النمو متقزمًا، والسلاميات قصيرة. خاصة بالقرب من القمة النامية، بينما تلتف حواف الأوراق الكبيرة نحو الداخل وفى النهاية يموت النبات من أعلى إلى أسفل

٢- الكبريت

الكبريت — كذلك — من العناصر الكبرى غير المتحركة فى النبات تبقى الأوراق العليا صغيرة وتنثنى إلى أسفل، وتصبح خضراء باهتة اللون أو صفراء، بينما تكون حوافها مسننة بوضوح يتوقف النمو، ويظهر على الأوراق السفلى اصفرار قليل للغاية

٣ الحديد

الحديد من العناصر الصغرى، ويؤدى نقصه إلى ظهور اصفرار بين العروق فى الأوراق الحديثة. بينما تظل العروق خضراء اللون لفترة، ثم ينتشر الاصفرار إلى العروق والورقة بكاملها التى تكتسب لونا أصفر ليمونيًا. ويظهر بعض التحلل على حواف هذه الأوراق الحديثة المتأثرة تنتشر الأعراض تدريجيًا من أعلى إلى أسفل. ويكون النمو النباتى متقزمًا ورهيفا وخيطيًا كذلك تكتسب الثمار والفروع الحديثة الجانبية لونًا أصفر ليمونيًا

٤- البورون

البورون من العناصر الصغرى التى يؤدى نقصها إلى التفاف القمة النامية والأوراق الصغرى إلى أعلى. وموت البراعم الإبطية، مع التفاف الأوراق السفلى إلى أعلى، لتأخذ شكلا فنجانيًا، ويبدأ الالتفاف من عند الحواف، تكون هذه الأوراق متصلبة، ويظهر عليها تبرقشات فيما بين العروق ومع استمرار نقص العنصر تتوقف القمة النامية عن النمو. وتصبح النبات متقزما

٥- النحاس

النحاس من العناصر الصغرى التى يؤدى نقصها إلى بقاء الأوراق الحديثة صغيرة الحجم. وإلى تقزم النمو وقصر السلاميات واكتساب النباتات مظهرًا شجيريًا ويظهر على الأوراق السفلى اصفرار على صورة لطخات blotches فيما بين العروق. ومع تقدم الإصابة تكتسب الأوراق المتأثرة بنقص العنصر لونًا أخضر شاحبًا إلى برونزى، وتتحلل، ثم تموت. وينتشر الاصفرار تدريجيًا من الأوراق العليا نحو الأوراق السفلى.

٦- المنجنيز

المنجنيز - كذلك — من العناصر الصغرى يؤدى نقص العنصر إلى ظهور تبرقشات صفراء بين العروق فى الأوراق العلوية وفى البداية تكون العروق الصغيرة خضراء اللون، معطية للورقة مظهرا شبكيًا ومع تقدم الأعراض ينتشر الاصفرار على كل مساحة الورقة عدا العروق الرئيسية. مع ظهور بقع متحللة غائرة بين العروق، ويكون النمو متقزمًا، بينما تكتسب الأوراق السفلية لونًا شاحبا

٧- الموليبدنم:

الموليبدنم من العناصر الصغرى التى يحتاج إليها النبات بكميات قليلة جدًا، ويؤدى نقصه إلى ظهور لون أخضر شاحب فى المساحات بين العروق فى الأوراق الكبيرة، ثم يتقدم الاصفرار إلى أن يذوى نصل الورقة. وتتقدم الأعراض من الأوراق الكبيرة إلى أعلى النبات. مع بقاء الأوراق الحديثة خضراء اللون وتكون الأزهار صغيرة الحجم (عن Resh ١٩٨٥)

الارتباط بين صفات جودة الثمار ومحتواها من العناصر

وجدت مجموعة من الارتباطات بين بعض صفات جودة ثمار الخيار المنتجة فى الزراعات المحمية، وبين محتوى تلك الثمار من بعض العناصر، كما يلى:

١- ارتبطت صلابة الثمار إيجابيًا مع محتواها من الكالسيوم (r = ٠,٦٦).

٢- تأثر محتوى الثمار من حامضى الأسكوربيك والستريك بمحتواها من البوتاسيوم.

٣- ارتبط pH الثمار سلبيًا بمحتواها من الفوسفور (r = -٠,٥٤).

٤- ارتبطت شدة اللون الأخضر لجلد الثمار (a-) إيجابيًا بمحتواه من المغنيسيوم (r = ٠ ٥٨).

٥- انخفضت الصحة الأساسية (أو الخلفية) للون الثمار (H) بزيادة محتواها من البوتاسيوم

٦- ازداد متوسط محتوى الثمار من النترات بمقدار ٢,٥ مرة عن الحد الأقصى الذى تقره منظمة الصحة العالمية (Aghili وآخرون ٢٠٠٩).

برنامج التسميد فى الزراعات الأرضية

يتشابه الخيار مع الطماطم فى كثير من الأمور التى تتعلق بالتسميد؛ مثل: التسميد السابق للزراعة. وأنواع الأسمدة المستعملة، وما تجب مراعاته بشأنها، وطريقة التسميد؛ وتلك أمور يتعين الرجوع إليها تحت الطماطم فى الفصل التاسع، وكذلك الرجوع إلى كذه الأمور العامة المتعلقة بالتسميد فى الفصل السابع.

يجب أن يوجه برنامج التسميد نحو دفع النباتات إلى تكوين أكبر قدر من النمو الخضري لقوي قبل أن تبدأ في الإزهار، حتى يمكنها تكوين أكبر عدد من الثمار وإمدادها بالغذاء في وقت واحد

ونقدم – في هذا المقام – برنامجين مختلفين لتسميد زراعات الخيار المحمية في الأراضي الصحراوية، كما يلي:

توصي وزارة الزراعة المصرية (مشروع الزراعة المحمية – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي – جمهورية مصر العربية ١٩٨٩) بالتسميد بالعناصر الكبرى مع ماء الري بالتنقيط، مع تخصيص يوم للتسميد (بجميع الأسمدة)، وتخصيص يوم آخر بدون تسميد، ثم تعاد الدورة وهكذا حسب البرنامج التالي (في الأراضي الصحراوية):

١- العروة الخريفية:

كمية السماد بالجرام/م^2 من مياه الري خلال شهور

السماد	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير
نترات النشادر	٥٠٠	٥٠٠	٦٥٠	—	—
يوريا	—	—	—	٦٠٠	٤٠٠
حامض الفوسفوريك	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
سلفات البوتاسيوم	٦٠٠	٨٥٠	٨٥٠	١٠٠٠	٨٥٠
سلفات المغنيسيوم	١٠٠	١٢٥	١٢٥	١٥٠	١٢٥

١- العروة الربيعية:

كمية السماد بالجرام/م^2 من مياه الري خلال شهور

السماد	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو
نترات النشادر	—	—	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠
يوريا	٥٠٠	٦٥٠	—	—	—
حامض الفوسفوريك	١٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥
سلفات البوتاسيوم	٨٥٠	١٠٠٠	٨٥٠	٧٠٠	٦٠٠
سلفات المغنيسيوم	١٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥

وفى كلتا العروتين تضاف العناصر الصغرى رشًا بنسبة ٠,٢٪ (٢٠٠ جم من سماد العناصر الصغرى/ ١٠٠ لتر ماء) كل أسبوعين

ونقدم – فيما يلى – برنامجًا آخر للتسميد التالى للشتل – فى الأراضى الصحراوية – يعد وسطًا بين التوصيات المتحفظة وتلك المغالى فيها، وفيما يكون التسميد (لكل فدان مساحته ٤٢٠٠ م٢) كما يلى:

تُعطى كل جورة (حفرة زراعة) – عند الشتل (بعد وضع الشتلة فى الحفرة وقبل الترديم عليها) – حوالى ١٢٥ مل (سم٣) – أى ملء نصف كوب ماء – من سماد بادئ يحمر ببداية سماد مركب (ورقى) – غنى فى محتواه من النيتروجين الأمونيومى و فوسفور – فى الماء بنسبة ٠,٢٪ (٢٠٠ جم من السماد/ ١٠٠ لتر ماء)

وبدأ أحدنا فى الحسبان كميات العناصر السمادية المضافة قبل الزراعة، وما تعطاه كل جورة من عناصر سمادية مع مياه الرى بالتنقيط بعد الشتل فإننا نجد أن توزيع الإضافة للعناصر السمادية (بالكيلو جرام) يكون – أسبوعيًا – وعلى مدى حوالى ٣–٥ شهور من الشتل – حسب عروة الزراعة – على النحو التالى

الأسبوع بعد الشتل	عدد الأسابيع	N	P_2O_5	K_2O	MgO
قبل الزراعة	—	٢٠	١٥	٢٥	٢,٥
الثانى إلى الرابع	٣	٢,٥	١,٥	١,٥	٠,٢٥
الخامس حتى السابع عشر(أ)	٤–١٨	١,٥	٠,٧٥	١,٧٥	٠,٥
الثامن عشر والتاسع عشر(ب)	٢	١,٠	٠,٥	١,٥	٠,٢٥
العشرون والحادى والعشرون (جـ)	٢	—	—	—	—

(أ) تختلف هذه الفترة من شهر واحد إلى ثلاثة شهور حسب عروة الزراعة؛ أى إنها تتراوح – بالتقريب – بين ٤ أسابيع و ١٨ أسبوعا

(ب) تمثل هذه الفترة الأسبوعين قبل الأسبوعين الأخيرين من موسم الزراعة (قد تكون – مثلا – الأسبوعين العاشر والحادى عشر، أو الخامس عشر والسادس عشر، أو الثامن عشر والتاسع عشر، حسب العروة)

(جـ) تمثل هذه الفترة الأسبوعين الأخيرين أيًا كان رقمهما (قد يكونان – مثلاً – الأسبوعين الثانى عشر والثالث عشر فى العروات القصيرة).

وبذا فإن الكميه الكلية من العناصر التى تحصل عليها كل صوبة — قبل الزراعة وأثناء نمو النباتات — تختلف حسب طول موسم النمو، كما يلى

طول موسم النمو (شهر)	الكمية الإجمالية من العنصر السمادى (كجم)			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
٣	٣٥	٢٤	٤٠	٥
٤	٤٢	٣٠	٤٧	٨
٥	٥٧	٣٤	٦٤	١٣

ويجب أن تُراعى عند تطبيق هذا البرنامج جميع الأمور والبدائل والمحظورات التى أسلفنا بيانها للبرنامج المماثل لهذا البرنامج تحت الطماطم

مواصفات المحاليل المغذية للزراعات اللاأرضية

التركيز الكلى لأملاح العناصر وعلاقته بالنمو والمحصول والجودة

فى دراسه عن تأثير تركيز لمحلول المغذى على نمو نباتات الخيار، ومحصولها، ونوعية ثمارها (Chung وآخرون ١٩٩٤) استُعمل فيها ربع ونصف التركيز القياسى للأملاح المغذية فى المحلول. وتركيزها القياسى، وضعف تركيزها القياسى وجُدَ ما يلى

١- أحدث انخفاض التركيز نقصًا فى كل من طول النباتات، ومساحة الأوراق، والوزنين الطازج والجاف للأوراق والسيقان والجذور

٢- نقص كذلك دليل مساحة الورقة LAI، بينما ازدادت الكفاءة التمثيلية NAR، مع انخفاض تركيز العناصر المغذية

٣ حصل على أعلى محصول عندما استعمل المحلول المغذى القياسى.

٤ ظهرت أعلى نسبة من الثمار المنحنية (١٧ ٪) عندما استعمل ضعف التركيز القياسى