الفصل التاسع

تسميد الخضر الورقية

(الخس – السبانخ - الكرفس)

الخـس

وسائل التعرف على حاجة النباتات إلى التسميد

أولا: أعراض نقص العناصر

النيتروجين

يؤدى نقص النيتروجين إلى ضعف النمو النباتى وتأخير تكوين الرؤوس، وتكون أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر خضراء باهتة اللون، وتتحول فى نهاية الأمر إلى اللون الأصفر الذهبى.

الفوسفور

تبدو أوراق النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور خضراء قاتمة اللون، ولكن دون بريق، وتفشل النباتات فى تكوين الرؤوس، وتتقزم، وتموت الأوراق المسنة، وقد يشوبها أحيانًا بعض الإحمرار.

ويؤدى توفر الفوسفور إلى التغلب على التأثيرات الضارة لزيادة النيتروجين.

البوتاسيوم

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى الحد من النمو النباتى، وجعل الأوراق خضراء قاتمة اللون بدرجة أكبر من النباتات العادية ولكنها لا تكون لامعة. ومع زيادة نقص العنصر تظهر بقع صفراء اللون بالقرب من أطراف الأوراق المسنة، تزداد أعدادها وتنتشر

وتتلاحم مع بعضها البعض، ثم تصبح بنية اللون. ومن الأعراض الأخرى لنقص العنصر أن الأوراق تصبح أكثر سمكًا، واستدارة، ونعومة عن أوراق النباتات العادية، كما يكون مجموعها الجذرى أصغر حجمًا، وتفشل النباتات فى تكوين الرؤوس. كذلك يظهر الاصفرار بالأوراق الخارجية التى يمكن أن تذبل وتموت سريعًا فى الجو الصحو.

يزداد محصول الخس وتزداد نسبة المحصول الصالح للتسويق بزيادة توفر البوتاسيوم للنبات على ألاّ تكون العناصر الأخرى – وخاصة النيتروجين والفوسفور – محددة النمو.

الكالسيوم

يؤدى نقص الكالسيوم إلى تشوه حواف الأوراق الحديثة واحتراقها، ويسبق ذلك ظهور بقع بنية قاتمة إلى سوداء اللون بحواف أصغر الأوراق والقمة النامية، ثم تنتشر تلك البقع فى الأوراق الأكبر سنًّا، لتموت بالتتابع. وقد وجد أن خلايا البشرة والنسيج الوسطى، والحزم الوعائية فى المساحات المتأثرة من الأوراق تنهار، ويحدث انسداد فى أوعية الخشب بمواد صمغية، ويكون ذلك كله مصاحبًا بتقزم واضح فى النمو.

ويلعب نقص الكالسيوم دورًا رئيسيًّا فى ظهور العيب الفسيولوجى المعروف باسم احتراق أطراف الأوراق leaf tipburn.

المغنيسيوم

يؤدى نقص المغنيسيوم إلى ضعف النمو كثيرًا وضعف تكوين الرؤوس، مع ظهور اصفرار فى حواف الأوراق وبين العروق، واحتراق حواف الأوراق المسنة فى نهاية الأمر.

وتؤدى زيادة التسميد بالبوتاسيوم أو الكالسيوم إلى تقليل امتصاص المغنيسيوم، ويبدو تأثير الكالسيوم واضحًا بصورة خاصة فى المستويات العالية من النيتروجين، حيث أدت زيادة الكالسيوم – فى إحدى الدراسات – إلى خفض محتوى الأوراق من المغنيسيوم – من ١,٢٪ إلى ٠,٦٪. كذلك ينخفض محتوى النبات من المغنيسيوم قليلاً مع اقترابه من اكتمال النمو.

الكبريت

يندر ظهور أعراض نقص الكبريت، بسبب استخدام ملح الكبريتات فى معظم الأسمدة، ولكن إذا ما حدث النقص فإنها تكون على صورة اصفرار عام يشوب اللون الأخضر الطبيعى للنباتات مع تقزم فى نموها، وزيادة فى صلابة أوراقها.

الحديد

تبدو النباتات التى تعانى من نقص الحديد بلون أخضر شاحب مصفر، وتكون بطيئة النمو. وبينما تكتسب الأوراق الحديثة لونًا أصفر، فإن الأوراق المسنة تموت، كما يتوقف النمو النباتى. هذا .. ويكون الاصفرار فى بداية الأمر – وخاصة فى الأوراق المسنة – محصورًا بين العروق، ولكنه قد يظهر فيما بعد – وخاصة فى الأوراق الحديثة – على العروق كذلك.

المنجنيز

يؤدى نقص المنجنيز إلى ظهور لون أخضر مصفر يشمل كل أوراق النبات، على الرغم من عدم تأثر النمو كثيرًا. وفى حالات نقص الشديدة تصبح الأوراق المسنة صفراء اللون، ولكن تبقى العروق – حتى الصغيرة جدًّا منها – خضراء. وقد تتشوه أحيانًا أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر، ويتجوف فيها العرق الوسطى للأوراق، وتظهر بقع متحللة غير منتظمة على امتداد العرق الوسطى، وبقع أخرى صغيرة محددة على حواف الأوراق.

الزنك

تأخذ النباتات التى تعانى من نقص الزنك مظهرًا متوردًا ويتوقف نموها. وفى بداية الأمر تظهر مناطق متحللة ذات حواف داكنة بالقرب من حواف الأوراق، وخاصة بين العروق، وتنتشر الأعراض من الأوراق المسنة إلى الحديثة.

النحاس

تكون أوراق النباتات التى تعانى من نقص النحاس ضيقة وفنجانية الشكل، مع اصفرارها قليلاً على امتداد الحواف.

البورون

يؤدى نقص البورون إلى ضعف النمو وبهتان لون الأوراق الحديثة، ثم ظهور بقع قاتمة فى أطراف الأوراق الصغيرة تزداد فى المساحة والحجم وتنتشر على حواف الأوراق. كذلك تموت القمة النامية للنباتات وتصبح سوداء اللون، وتتشوه الأوراق بسبب توقف النمو فى حوافها. ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص العنصر أن الأوراق تكون صغيرة الحجم، وفنجانية الشكل، وسميكة، وسهلة التكسر، كما تظهر على الأوراق الحديثة بقع بنية اللون وإفرازات شمعية. وتكون الجذور فى النباتات التى تعانى من نقص البورون قصيرة وسميكة وتكون القمة النامية فيها بنية اللون. وتحت ظروف الحقل تموت البادرات وتموت القمة النامية للنباتات، ويظهر اصفرار بأوراق القلب.

الموليبدنم

تبدو النباتات التى تعانى من نقص الموليبدنم صغيرة، وشاحبة اللون (ضاربة إلى البياض)، وذات نمو سائب ومفتوح. ومع استمرار النقص تلتف الأوراق، وتحترق حوافها. تكون بداية ظهور الأعراض فى الأوراق المسنة ثم تتقدم تدريجيًّا نحو الأوراق الأحدث تكوينًا، وتذوى النباتات وتموت فى خلال ٣٠– ٣٥ يومًا.

ونظرًا لأن الموليبدنم يدخل فى تكوين الإنزيم nitrate reductase؛ لذا.. فإن النيتروجين النتراتى يميل إلى التراكم فى النباتات التى تعانى من نقص العنصر، فمثلاً.. وجد فى إحدى الدراسات أن محتوى العصير الخلوى لأوراق الخس من النيتروجين النتراتى تراوح بين ٤٢، و٤٨ مجم/ لتر عند نقص الموليبدنم، بينما كان ١٢– ١٤ مجم/لتر عند توفره.

ثانيا: تحليل النبات

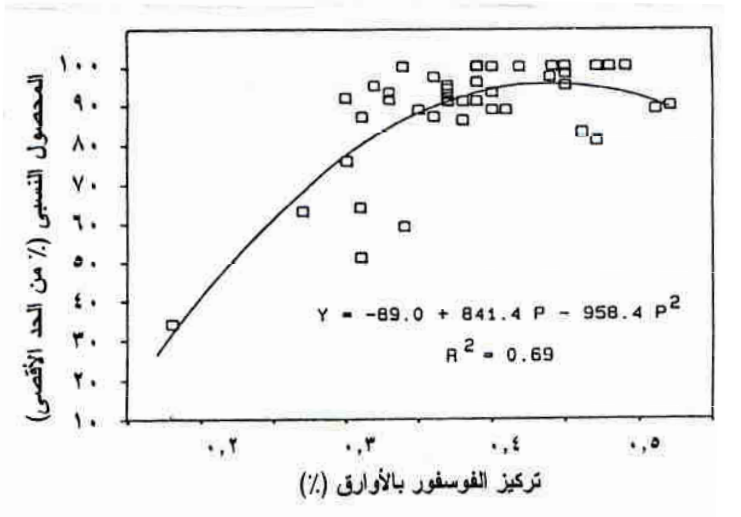
يمكن التعرف على حاجة نباتات الخس من الأسمدة بتحليل العرق الوسطى للأوراق المحيطة بالرأس خلال مرحلة تكوين الرؤوس، حيث يدل وجود النيتروجين (على صورة NO_3) بتركيز ٤٠٠٠ جزء فى المليون، والفوسفور (على صورة PO_4) بتركيز ٢٠٠٠ جزء فى المليون، والبوتاسيوم بتركيز ٢٪ على أن النباتات تعانى — بالفعل — من نقص فى هذه العناصر، تكون له انعكاساته السلبية على المحصول. وتدل تركيزات ٨٠٠٠ جزء فى المليون، و٤٠٠٠ جزء فى المليون، و٤٪ للعناصر الثلاثة — على التوالى — على توفرها للنبات بكميات كافية. وتستجيب النباتات للتسميد إذا كان تركيز العناصر فيما بين حدود النقص، والوفرة.

النيتروجين

يزداد تركيز النيتروجين فى أوراق القلب عمّا فى الأوراق الخارجية. ويرتبط النمو النباتى القوى — عند عمر ٦٠ يومًا — بتركيز ٥,٤٪ – ٥,٧٪ للنيتروجين بالأوراق، بينما يصاحب تركيز ٣٪، و٣,٦٪ أعراضًا خفيفة ومتوسطة — على التوالى — لنقص النيتروجين فى النباتات المكتملة التكوين.

الفوسفور

يزداد تركيز الفوسفور فى النبات بزيادة معدل التسميد الفوسفاتى، وينخفض بتقدم النباتات فى العمر، ويرتبط الوزن الجاف لنباتات الخس الصغيرة معنويًّا بمحتوى أوراقها من الفوسفور ($r = ٠,٩١$) (شكل ٩–١). ويتراوح محتوى الأوراق من العنصر بين ٠,٤١٪ فى أكبر الأوراق عمرًا إلى ٠,٦٧٪ فى أصغرها، وليس لدرجة الحرارة الدنيا بين — ١، و١٠°م – تأثيرًا على ذلك المحتوى.



شكل (٩–١): العلاقة بين محصول الخس ومحتوى الأوراق من الفوسفور (Sanchez وآخرون ١٩٩٠).

وتتراوح القيم المنشورة لمحتوى الفوسفور فى أوراق النباتات الجيدة النمو بين ٠,٣٤٪، و٠,٧٤٪، بينما تكون أغلب القيم بين ٠,٤٪، و٠,٦٪ وتكون القيم الأكبر فى النباتات الصغيرة العمر، وقد وصلت بعض التقديرات إلى ٠,٨٪ إلا أن ذلك ليس أمرًا شائعًا.

وقد اقترنت أعراض النقص الشديدة للفوسفور بتركيزات منخفضة من العنصر فى الأوراق تراوحت بين ٠,١، و٠,٢٪. وفى إحدى الدراسات قدر المستوى الحرج للعنصر – الذى صاحبه نقص فى النمو النباتى بنسبة ١٠٪ – بنحو ٠,٠٧٨٪ فى أنصال الأوراق، و٠,٠٦٠٪ فى أنسجتها الناقلة (العرق الوسطى والعنق). وفى تقديرات أخرى قدر المستوى الحرج الذى لا يجب أن يقل عنه تركيز العنصر بنحو ٠,١٪ فى قمة البادرات، وبنحو ٠,٢٪ فى العرق الوسطى (Winsor & Adams ١٩٨٧).

وفى إحدى الدراسات كان التركيز الحرج للفوسفور فى مرحلة الورقة السادسة إلى الثامنة هو ٠,٣٧٪ (Sanchez وآخرون ١٩٩٠).

وفى دراسة أخرى .. تراوح المدى المناسب للفوسفور فى الأوراق – لإعطاء أعلى محصول – بين ٠,٤٪، و٠,٩٪ (Claassens ١٩٩٤).

البوتاسيوم

يزداد تركيز البوتاسيوم فى النبات بزيادة توفر العنصر. وقد تراوح المدى الطبيعى للبوتاسيوم فى النباتات الجيدة النمو – فى دراسات مختلفة – بين ٤٪ و١٠٪. وازداد الوزن الجاف لنباتات الخس بزيادة محتواها من البوتاسيوم حتى ٤٪، ولكن لم تظهر تلك العلاقة بزيادة محتوى العنصر فى النباتات عن ٤٪ وحتى ٨٪.

وقد قدر المستوى الحرج للبوتاسيوم – الذى يصاحبه نقص المحصول بنسبة ١٠٪ – ٣٠٪ – بنحو ٢٪.

الكالسيوم

تراوح محتوى أوراق الخس من الكالسيوم بين ٠,٨٪، و٢,٩٪، حسب تركيز العنصر فى المحاليل المغذية للمزارع اللاأرضية فيما بين التركيزات الشديدة الانخفاض وتركيز ٨٠٠ جزء فى المليون. وقد صاحبت تلك الزيادة فى مستوى الكالسيوم فى النباتات انخفاضًا فى محتواها من الفوسفور. وأدت زيادة درجة الحرارة الدنيا من – ١°م إلى ١٠°م إلى زيادة محتوى الأوراق المسنة من العنصر من ١,٣٥٪ إلى ١,٧٢٪. وفى الأوراق الحديثة من ٠,٢٦٪ إلى ٠,٣٣٪. وأدت الإضاءة القوية إلى زيادة امتصاص النباتات للكالسيوم بزيادة تركيزه فى المحاليل المغذية.

وتتراوح تقديرات المستوى الطبيعى للكالسيوم فى النباتات التى لا تعانى من نقص العنصر بين ١٪، و١,٨٪ وينخفض تركيز الكالسيوم فى نبات الخس مع تقدمه فى العمر.

أما النباتات التى تعانى من نقص الكالسيوم فإن تركيز العنصر يتراوح فيها بين ٠,٢٪، و٠,٦٪. هذا بينما ينخفض معدل النمو فقط – دون أعراض ظاهرة – عند تركيز ٠,٩٪ فى النبات.

المغنيسيوم

يقدر المحتوى الطبيعى للخس من المغنيسيوم بين ٠,٣٪، و٠,٩٪، بينما يتراوح مستوى النقص – الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر بين ٠,٠٥٪، و٠,٢٪.

ويـزداد تركيـز المغنيـسيوم فـى الأوراق الخارجيـة لنبـات الخـس عمـا فـى الأوراق الداخلية، حيث يتراوح فيهما – على التوالى – كما وجد فى إحدى الدراسـات – بـين ٠,٥٢٪، و٠,٣٠٪ وتبعًا لذلك .. فإن مستوى نقص العنصر يتباين فيهما كذلك.

ويزداد تركيز المغنيسيوم فى أوراق الخس بارتفاع درجة حـرارة الليـل، حيـث قـدر بنحو ٠,٦٠٪، و٠,٧٠٪، و٠,٨١٪ فى حرارة ٧، و ١٣، و١٨°م على التوالى.

الكبريت

ويقدر المحتوى الطبيعى للنباتات التى لا تعانى من نقـص العنـصر بحـوالى ٠,٢٩٪ كبريت كلى ، أو ٠,١٣٪ كبريت فى صورة كبريتات.

الحديد

يتراوح محتوى النباتات التى تظهر عليها أعراضًا واضحة لنقص الحديد بـين ٥٠، و٦٠٠ جزءًا فى المليون، بينما يتراوح المحتوى فى النباتات الطبيعيـة النمـو بـين ١٣٠، و١٤٥٠ جزءًا فى المليون؛ مما يعنى وجود تداخل واضح بـين مـستوى الـنقص ومـستوى الكفاية، وبمـا يعنـى عـدم جـدوى الاعتمـاد علـى تحليـل الحديـد فـى النبـات إلاّ فـى الحالات التى يكون فيها مستواه شديد الانخفاض.

المنجنيز

يتراوح محتوى المنجنيز فى الخس الذى تظهر عليه أعراض نقـص العنـصر بـين ٦ أجزاء، و١٤ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف.

وتظهر أحيانًا أعراض التسمم بالمنجنيز، وخاصة فى الزراعات المحمية التـى تعقـم فيها التربة – أو مخاليط الزراعة التى تدخل فيها التربـة– بالبخـار، ذلـك لأن التعقـيم بالبخار يمكن أن يؤدى إلى تيسر كميات كبيرة من المنجنيز غير الذائب. وتظهـر أعـراض التسمم على صورة تلون ذهبى يمتد على حواف جميع الأوراق. وتختلف أصناف الخـس فى مدى حساسيتها لزيادة المنجنيز.

الزنك

يتراوح المحتوى الطبيعى للزنك بين ٢٠، و٥٠ جزءًا فى المليون، مع زيادة التركيز فى النصل (بدون العرق الوسطى) عما فى العرق الوسطى.

ويقدر محتوى العنصر الذى يحدث عنده نقص فى المحصول يبلغ حوالى ١٠٪ بنحو ١٠ أجزاء فى المليون فى العرق الوسطى، وبنحو ٢٠ جزءًا فى المليون فى النصل بعد استبعاد العرق الوسطى.

النحاس

يقدر المستوى الطبيعى للنحاس فى الخس بحوالى ٧ أجزاء فى المليون، ولكن المدى الطبيعى يتراوح بين ٣ أجزاء، و١٧ جزءًا فى المليون، هذا بينما يبلغ محتوى النباتات التى تعانى من نقص العنصر أقل من جزأين فى المليون. وبينما لا يؤدى نقص العنصر حتى مستوى ٢,٤ جزءًا فى المليون بالأوراق إلى نقص المحصول الكلى، فإنه يؤدى إلى نقص المحصول الصالح للتسويق بشدة.

البورون

يتراوح المحتوى الطبيعى للبورون فى النباتات بين ٣٠، و٥٠ جزءًا فى المليون.

هذا بينما يقدر محتوى البورون فى النباتات التى تظهر عليها أعراض نقص العنصر بين ١٠، و٢٥ جزءًا فى المليون.

الموليبدنم

يقدر التركيز الطبيعى للموليبدنم فى أوراق الخس بنحو ٢,٥– ٣,٥ جزء فى المليون، بينما ينخفض التركيز عند نقص العنصر إلى حوالى ٠,٣– ٠,٥ جزء فى المليون (Winsor & Adams ١٩٨٧).

ثالثا: تحليل التربة

عندما تراوح محتوى التربة من النيتروجين بين ٠,٠٦٪، و٠,١٨٪.. أدت إضافة النيتروجين حتى ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢ كجم للفدان) إلى زيادة المحصول، بينما لم تستفد نباتات الخس من التسميد الآزوتى عندما كان محتوى التربة من العنصر ٠,٧٪ (Martinetti ١٩٩٦).

وقد أوضحت دراسات Hartz وآخرون (٢٠٠٠) ضعف الارتباط بين محتوى العرق الوسطى من النيتروجين النتراتى فى المرحلة السابقة لبداية تكوين الرؤوس وبين مستوى النترات فى التربة، واستنتجوا أن اختبار النترات لعينات من التربة من على جانب النباتات كان دليلاً يمكن الاعتماد عليه فى تحديد مدى الحاجة إلى التسميد الآزوتى، أو تأجيل التسميد، أو حتى وقفه دون التأثير على المحصول.

هذا .. ومن السهل أن تتسمم نباتات الخس من جراء زيادة تركيز العناصر الصغرى فى الأسمدة الورقية أو فى التربة أو بيئة الزراعة، وخاصة فى المحاليل المغذية التى تستخدم فى المزارع المائية للخس فى عديد من دول العالم.

ومن أهم المشاكل التى تتعلق بسمية العناصر الصغرى، ما يلى:

الزنك

يُحدِث رش نباتات الخس بالزنك المخلبى Zn-EDTA بتركيز ٢٤٠٠ جزءًا فى المليون تسممًا بالنباتات يظهر على صورة اصفرار بالأوراق، ثم ذبولها وموتها. وأحيانًا يؤدى التسمم إلى جعل الأوراق فنجانية الشكل وقائمة إلى أعلى، مع فشل النبات فى تكوين الرأس.

النحاس

تؤدى التركيزات العالية من النحاس فى بيئة الزراعة إلى التسمم بالعنصر، ويبلغ المستوى الحرج للنحاس فى النبات – والذى يحدث عنده التسمم – حوالى ٢١ جزءًا فى المليون.

البورون

من السهل أن تتسمم نباتات الخس من جراء زيادة البورون، علمًا بأن الحدود بين التركيزات السامة للعنصر فى بيئة الزراعة والتركيزات المناسبة ليست كبيرة، فمثلاً.. قدر التركيز المثالى للبورون فى المحلول المغذى – فى إحدى الدراسات بنحو ٠,٧ جزءًا فى المليون، بينما أحدث تركيز ٠,٩ جزءًا فى المليون اصفرارًا خفيفًا بالأوراق. وتظهر أعراض التسمم بوضوح عندما يزيد تركيز البورون فى المحلول المغذى عن ١,٢ جزءًا فى المليون، حيث يحدث احتراق بحواف الأوراق، مع زيادة فى تركيز البورون فى الأوراق قد تصل إلى ٥٠٠ جزء فى المليون.

وقد وجد أن المحصول النسبى ينخفض بمقدار ١,٧٪ مع كل زيادة مقدارها جزء واحد فى المليون من البورون فى المحلول الأرضى تزيد عن ١,٣ جزءًا فى المليون، وكانت أعراض احتراق حواف الأوراق – الناشئة عن التسمم من البورون – محصورة فى الأوراق الخارجية، وهى التى تتم إزالتها بعد الحصاد على أية حال (Francois ١٩٨٨).

الموليبدنم

كان نمو الخس عاديًّا ومنتظمًّا عندما تراوح تركيز الموليبدنم فى المحاليل المغذية بين ٠,٠٠١، و١٠ أجزاء فى المليون، بينما ظهرت أعراض التسمم عندما ارتفع التركيز إلى ١٠٠ جزء فى المليون. وكانت أولى أعراض التسمم ظهور لون بنى ضارب إلى الصفرة على الجذور، مع ضعف فى النمو، وتغير فى لون الأوراق إلى اللون الذهبى (عن Winson & Adams ١٩٨٧).

ويتوقف تيسر الموليبدنم للنباتات – إلى حد بعيد – على pH وسط النمو، حيث يزيد تيسر العنصر فى الأراضى المتعادلة والقلوية عما فى الحامضية.

الاحتياجات السمادية

يميل المزارعون – عادة – إلى إضافة النيتروجين بكميات أكبر من تلك الموصى بها؛ ففى ولاية أريزونا الأمريكية – على سبيل المثال – يسمد المزارعون الخس بنحو ٢٢٤– ٣٧٠ كجم N للهكتار (٩٤– ١٥٥ كجم للفدان)، بينما تقل الكميات الموصى بها عن ذلك.

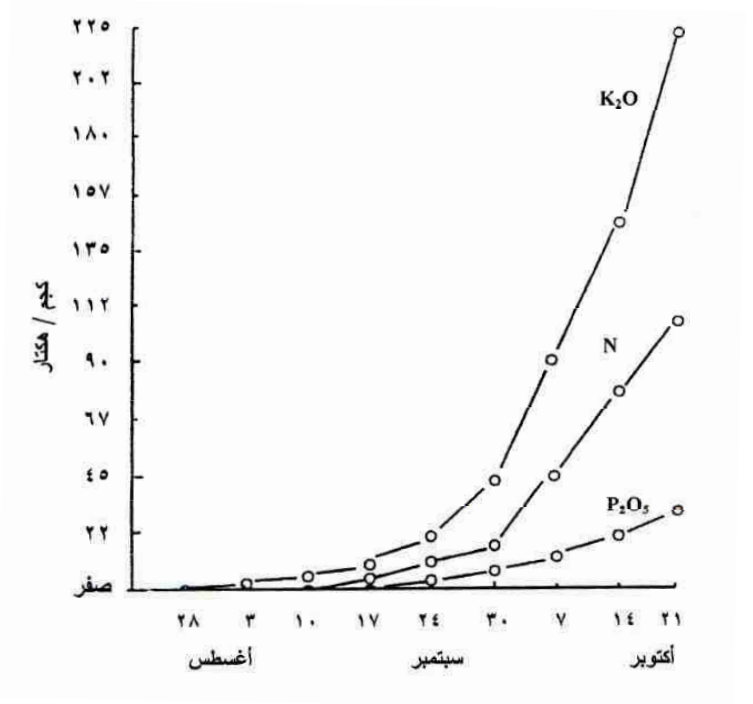
يقل الامتصاص الكلى للنيتروجين فى حقول الخس عن ١٣٦ كجم N للهكتار (٥٧ كجم N للفدان)، علمًا بأن معظم النمو النباتى يحدث قبل الحصاد بفترة وجيزة، وهى الفترة التى يُمتص فيها معظم النيتروجين كذلك. وتتراوح تقديرات كلاً القياسين (النمو النباتى وامتصاص النيتروجين كنسبة مئوية من النيتروجين الكلى الممتص) بين ٧٠٪، و٨٠٪ خلال الأسابيع الثلاثة والأربعة الأخيرة التى تسبق الحصاد، على التوالى.

وتؤدى إضافة كميات كبيرة من النيتروجين – وخاصة فى المواعيد غير المتوافقة مع معدلات الامتصاص العالية – إلى بقاء نسبة كبيرة من النيتروجين المضاف فى التربة، مع تعرض النيتروجين النتراتى للفقد بسهولة. فمثلاً.. قدر – فى إحدى الدراسات – أن ٦٥٪ من النيتروجين المستعمل فى تسميد الخس فى جنوب كاليفورنيا يُفقد الرشح إلى أعماق تزيد عما يصل إليه نمو الجذور (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

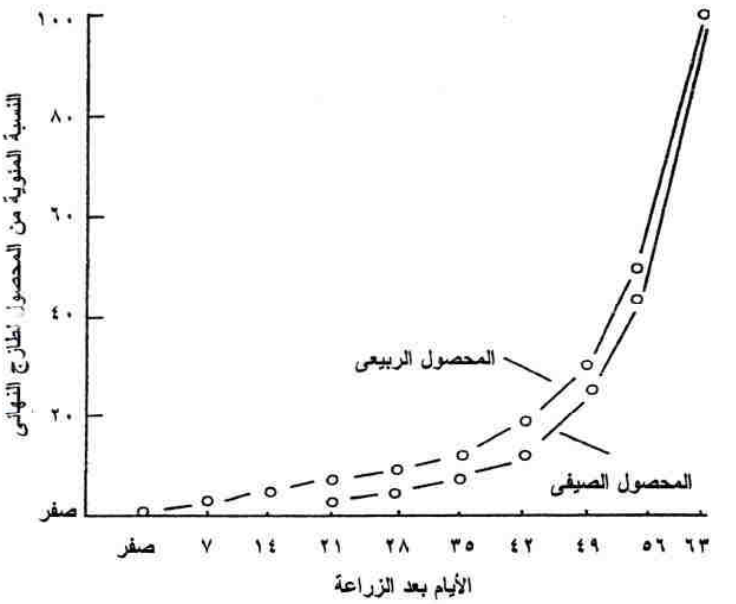
وقد تراوحت تقديرات الكمية المثلى للتسميد بالنيتروجين بين ١٠٠، و١٥٠ كجم للهكتار (٤٢– ٦١ كجم للفدان)، وما لا يقل عن ٢٥٠ كجم للهكتار (١٠٥ كجم للفدان)، وذلك باختلاف الدراسات (عن Hartz وآخرين ٢٠٠٠).

وأدى توفر ١٥٠ كجم من النيتروجين للهكتار (٦٣ كجم للفدان) فى حيز نمو الجذور (تسميد آزوتى + N بالتربة) إلى إعطاء أعلى محصول صالح للتسويق من الخس (Sorensen وآخرون ١٩٩٤).

كما وجد فى دراسة خاصة بامتصاص العناصر فى نباتات خس الرؤوس ذات الأوراق القصمة من صنف جريت ليكس أن نحو ٧٠٪ من الكميات الإجمالية الكلية المتصة من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم تمتص خلال الأسابيع الثلاثة التى تسبق الحصاد (شكل ٩-٢)؛ الأمر الذى يتوافق – كذلك – مع معدل النمو النباتى (شكل ٩-٣).



شكل (٩-٢): التزايد فى معدلات امتصاص عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم مع الوقت فى الخس.



شكل (٩–٣): التزايد فى معدلات نمو نباتات الخس مع الوقت.

وفى الخس الرومين امتصت النباتات أكثر من ٧٤٪ من احتياجاتها من النيتروجين خلال الـ ٣٨ يومًا التى سبقت الحصاد (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

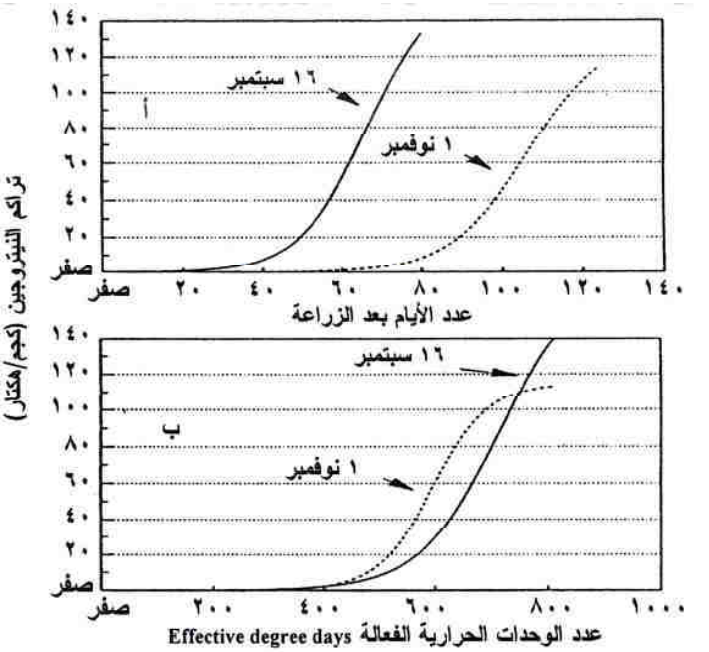
ويستفاد من تلك النتائج فى عملية توقيت إضافة الأسمدة. وخاصة فيما يتعلق بالنيتروجين، الذى يمكن أن يفقد بسهولة، وبالأخص عند إضافة كميات كبيرة منه فى مراحل النمو الأولى، بينما تزداد الحاجة الماسّة إليه فى مراحل النمو الأخيرة.

ازداد محصول الخس بزيادة معدل التسميد بالنيتروجين حتى ١٦٠– ١٩٥ كجم N للهكتار (٦٧– ٨٢ كجم للفدان)، ثم انخفض المحصول بزيادة النيتروجين عن ذلك، وأعطى هذا المدى – كذلك – أكبر الرؤوس حجمًا وصلابة، إلا أن طول الساق الداخلى والإصابة باحتراق قمة الأوراق الداخلية كانا أقل ما يمكن عندما كان التسميد الآزوتى بمعدل ٥٥ كجم/ هكتار (٢٣ كجم N/فدان) (Cantliffe وآخرون ١٩٩٨).

يفضل دائمًا إضافة النيتروجين بمعدلات تتناسب مع معدل امتصاص العنصر فى كل مرحلة من مراحل نمو النبات، وبغير ذلك فإن الكميات الزائدة عن حاجة النبات لن تمتص وتكون عرضة للفقد بسهولة.

وعلى الرغم من إمكان تحديد حاجة النبات من النيتروجين خلال مختلف مراحل نموه بالكيلوجرام للفدان بعد كل عدد معين من الأيام من الزراعة، إلا أنه يفضل ربط الاحتياجات بعدد الساعات الحرارية أو بنظام يأخذ فى الحسبان كلاً من الحرارة وشدة الإضاءة أو الفترة الضوئية، أو ما يعرف بمجموع الحرارة والإشعاع الشمسى summations of temperature and solar radiation الذى يُعبَّر عنه بالمصطلح "عدد الوحدات الحرارية الفعالة" effective degree days (اختصارًا EDD). ويبين الشكل (٩-٤) نمط امتصاص النيتروجين فى الخس فى موعدين للزراعة بكاليفورنيا. ويلاحظ من الشكل أنه بينما تأخرت كثيرًا بداية امتصاص النيتروجين عندما كانت الزراعة فى الجو البارد (١ نوفمبر) مقارنة بنمط امتصاص العنصر عندما كانت الزراعة فى الجو الدافئ (١٦ سبتمبر) — وذلك عندما أجريت المقارنة على أساس عدد الأيام بعد الزراعة — فإن تلك الاختلافات تلاشت عندما أجريت المقارنة على أساس عدد الوحدات الحرارية الفعالة (Sanchez & Doerge ١٩٩٩).

وعندما كان الرى تحت السطحى للخس معتدلاً (بالمحافظة على الشد رطوبى فى التربة بين ٦,٥، و ٧,٤ كيلو باسكال)، فإن ٩٥٪ من أعلى محصول وجودة (طول الرأس، ووزنها الطازج) تحقق عندما كانت معدلات التسميد بين ١٥٦، و١٩٣ كجم N للهكتار (٦٥,٥– ٨١ كجم N للفدان)، علمًا بأن كمية النيتروجين التى لم تمتص كانت أقل من ٦٠ كجم للهكتار (٢٥ كجم N للفدان). أما عندما كان الرى غزيرًا (بالمحافظة على شد رطوبى قدره ٤,٦ كيلو باسكال) فإن ذلك أدى إلى نقص المحصول وضعف جودته، وزيادة كمية النيتروجين التى لم تمتص. كذلك ازداد الفاقد غير الممتص من النيتروجين بزيادة معدل التسميد الآزوتى (Thompson & Doerge ١٩٩٥).



شكل (٩–٤): تراكم النيتروجين فى نباتات الخس فى الزراعتين الربيعية والصيفية مع (أ) عدد الأيام بعد الزراعة، و(ب): عدد الوحدات الحرارية الفعالة effective degree days (Sanchez & Doerge ١٩٩٩).

وفى دراسة أجريت فى تربة رملية مع الرى بالتنقيط حُصِلَ على أعلى محصول من الخس عندما كان الرى بمعدل ٥٥ سم (أى ٢٣١٠ م^{٣}/ فدان) مع التسميد الآزوتى بمعدل ٢٧١ كجم للهكتار (١١٤ كجم N للفدان)، والرى بمعدل ٧٦ سم (أى ٣١٩٣م^{٣}/فدان) مع التسميد الآزوتى بمقدار ٢٧٠ كجم للهكتار (١١٣,٤ كجم N للفدان) فى عامين متتاليين. وتحت تلك الظروف.. لم يصل إلى النموات التى توجد أعلى سطح التربة من الخس سوى ١٢٪، و٢٣٪ من الكميات الإجمالية المضافة من النيتروجين فى عامى الدراسة، على التوالى (Sanchez ٢٠٠٠).

ويزداد معدل امتصاص النيتروجين النتراتى والأمونيومى بارتفاع درجة الحرارة، ولكن الزيادة تكون أكبر بالنسبة للنيتروجين النتراتى.

وللتعرض للنيكل تأثير إيجابى على أيض النيتروجين فى عديد من النباتات التى تعتمد على اليوريا كمصدر للنيتروجين. وفى الخس أحدثت المعاملة بالنيكل زيادة جوهرية فى نشاط إنزيم اليوريز urease وأنقصت محتوى النموات الخضرية من اليوريا، وتراكم بأوراقها تركيزات أقل من النترات، مقارنة بما حدث فى النباتات التى لم تُعامل بالنيكل. وقد تأثرت فاعلية التسميد بمعقد اليوريا مع النيكل – فيما يتعلق بزيادة الوزن الطازج للنمو النباتى وأيض النيتروجين – بنبات الخس (Hosseini & Khoshgoftarmanesh ٢٠١٣).

هذا.. ويؤدى توفر الفوسفور إلى زيادة المحصول المبكر، ففى إحدى الدراسات لم يزدد المحصول الكلى بزيادة معدل الفوسفور عن ٥٨ كجم P للهكتار (٥٥,٨ كجم P_2O_5 للفدان)، بينما حُصِلَ على أبكر محصول بالتسميد بمعدل ٢٣٥ كجم P للهكتار (٢٢٦,٢ كجم P_2O_5 للفدان) (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

وقد استفاد الخس من إضافة الفوسفور إلى جانب النباتات فى خطوط الزراعة بدلاً من إضافته نثرًا، وبمعدل يعادل ثلث الكمية التى تضاف – عادة – نثرًا قبل الزراعة، حيث أدت إضافته بهذه الطريقة إلى زيادة الفوسفور الميسر للامتصاص فى منطقة نمو الجذور. وقد ازداد تركيز الفوسفور بالأوراق بزيادة معدل التسميد الفوسفاتى، وخاصة عند إضافته إلى جانب النباتات فى خطوط الزراعة (Sanchez وآخرون ١٩٩٠).

ووجد أن خاصية الـ crunchiness (حدوث صوت للمضغ) تزداد فى أوراق نباتات الخس التى تُعطى نترات الكالسيوم كمصدر للنيتروجين، مقارنة بما يكون عليه الحال عندما تكون نترات البوتاسيوم أو نترات الأمونيوم مصدرًا للعنصر عند التسميد (Simmone وآخرون ٢٠٠١).

برنامج التسميد

تجب عند تسميد الخس مراعاة ما يلى:

١- إضافة الأسمدة إلى الطبقة السطحية من التربة؛ لأن معظم جذور الخس سطحية.

٢- إضافة الأسمدة العضوية بوفرة للمحافظة على خصوبة الأرض، لأن الخس لا يخلف كثيرًا من المادة العضوية فى التربة.

٣- ضرورة توفر الأسمدة للنبات خلال جميع مراحل نموه، حتى يكون النمو مستمرًا دون توقف؛ لما لذلك من تأثير إيجابى على صفات الجودة.

٤- عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى، عندما تكون الظروف البيئية مناسبة للنمو السريع حتى لا تتعرض النباتات للإصابة باحتراق حواف الأوراق، أو أثناء نمو الرؤوس حتى لا تكون مفككة.

وتعطى حقول الخس برنامج التسميد التالى:

أولا: أسمدة تضاف قبل الزراعة

تضاف كميات الأسمدة التالية قبل الزراعة لكل فدان من الخس: ١٥م^3 سمادًا بلديًّا، و١٠م^3 زرق دواجن، و٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و٤٥ كجم P_2O_5 (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًّا)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و٥ كجم (MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم). تكون إضافة هذه الأسمدة نثرًا، وتخلط جيدًا بالطبقة السطحية من التربة، أو بمصاطب الزراعة إن كانت الزراعة على مصاطب كما فى طريقتى الرى بالرش وبالتنقيط.

ثانيا: أسمدة تضاف أثناء النمو النباتى

١- فى حالة الرى بطريقة الغمر

يضاف أثناء النمو النباتى ٦٥ كجم نيتروجين (١٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم نترات كالسيوم)، و٥٠ كجم K_2O (١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم) على دفعتين،

على أن تكون الأولى بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع (أو بعد إنبات البذور بنحو خمسة أسابيع فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة)، والثانية بعد حوالى شهر من الأولى، ومع إضافة نترات الكالسيوم مع الدفعة الثانية من التسميد.

٢- فى حالة الرى بطريقة التنقيط

تستعمل فى حالة الرى بالتنقيط كميات الأسمدة التى أسلفنا بيانها تحت الرى بالغمر، مع مراعاة تقسيمها إلى دفعات أسبوعية متزايدة ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل (أو الأسبوع الرابع بعد إنبات البذور فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة) على أن تصل الجرعة الأسبوعية إلى أقصى معدل لها بعد حوالى خمسة أسابيع من الشتل، وتبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة أسبوعين، لتنخفض تدريجيًّا بعد ذلك إلى أن يتوقف التسميد قبل الحصاد بأسبوع أو أسبوعين. ويوصى بالتسميد بالكمية الموصى بها من نترات الكالسيوم بداية من الأسبوع الخامس بعد الشتل.

٣- فى حالة الرى بالرش

يتبع فى حالة الرى بالرش برنامج التسميد ذاته الذى أسلفنا بيانه تحت الرى بالتنقيط، مع زيادة كميات الأسمدة الموصى بها بنسبة ٢٥٪ – ٣٠٪ لتعويض الفاقد فى الأسمدة الذى يصاحب الرى بالرش، وخاصة فى بداية موسم النمو وهى ما زالت صغيرة.

وفى جميع الحالات .. يحتاج الخس إلى رشتين بالأسمدة الورقية التى تحتوى على العناصر الدقيقة، ويكون ذلك بعد ٣ أسابيع من الشتل (أو بعد خمسة أسابيع فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة)، ثم بعد شهر من الرشة الأولى.

السبانخ

الحاجة إلى العناصر

تستجيب السبانخ للتسميد فى الأراضى الفقيرة. ويمكن الاستدلال على حاجة النباتات للتسميد بتحليل أعناق الأوراق الصغيرة المكتملة النمو؛ فهى تستجيب عندما

يتراوح تركيز النيتروجين النتراتى بها بين ٤٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء فى المليون، والفوسفور (على صورة PO_4) بين ٢٠٠٠ و٤٠٠٠ جزء فى المليون ، والبوتاسيوم بين ٢٪ و٤٪. ويدل الحد الأدنى على المستوى الذى تظهر عنده أعراض نقص العنصر، بينما يدل الحد الأعلى على توفر العنصر للنباتات بما يكفى حاجتها. وتتراوح الاحتياجات السمادية للسبانخ بين ٢٥ و٧٥ كجم نيتروجينًا، و٥٠ و١٠٠ كجم P_2O_5، و٥٠ و١٠٠ كجم K_2O للفدان.

وقد أدت زيادة نسبة النيتروجين الأمونيومى فى المحلول المغذى للسبانخ عن ٧٥٪ إلى ضعف النمو النباتى، وبالعكس.. كان النمو أفضل ما يمكن عندما زادت نسبة النيتروجين النتراتى عن ٧٥٪ (Ota & Kagawa ١٩٩٦).

ووجد ارتباط سالب بين مستوى التسميد الآزوتى وبين متانة أوراق السبانخ toughness وصلابتها stiffiness وقوتها strength. وقد كانت الأوراق الصغيرة (الأوراق أرقام ١٢– ١٦) فى جميع مستويات النيتروجين أكثر متانة عن الأوراق الأكبر سنًّا (الأوراق ٦–٨). كذلك وجد أن أوراق النباتات التى تلقت مستويات منخفضة من النيتروجين احتوت على تركيزات أعلى من كل من المواد غير الذائبة فى الكحول والبكتينات، وكانت خلاياها والمسافات البينية أصغر حجمًا عما فى أوراق النباتات التى تلقت مستويات مرتفعة من العنصر. وتبين أن التسميد بمستويات عالية من النيتروجين ارتبط جوهريًّا بزيادة رهافة الأوراق وسهولة قصمها بعد الحصاد (Gutièrrez-Rodriguez وآخرون ٢٠١٣).

وكان النمو عند نقص البوتاسيوم وتوفر الصوديوم طبيعيًّا وأفضل قليلاً من النمو عند توفر البوتاسيوم فقط، هذا بينما عانت النباتات التى لم يتوفر لها البوتاسيوم بالقدر الكافى – مع عدم توفر الصوديوم – مع أعراض نقص البوتاسيوم، وكان نموها أضعف من نمو نباتات الكنترول التى توفر لها البوتاسيوم فقط (Takahashi وآخرون ١٩٩٧).

وتظهر أعراض نقص المنجنيز فى السبانخ على صورة اصفرار يبدأ من قمة الأوراق ثم يتقدم ليشمل كل نصل الورقة، ولكن يدوم اللون الأخضر لفترة أطول فى العروق الرئيسية بالأوراق. يلى ذلك ظهور بقع ميتة صفراء بين العروق. وتتشابه تلك الأعراض – إلى حد ما – مع أعراض الإصابة بالمرض الفيروسى "اصفرار السبانخ"، الذى يسببه فيرس موزايك الخيار (Purvis & Carolus ١٩٦٤).

برنامج التسميد

تعطى حقول السبانخ برنامج التسميد التالى:

أولا: أسمدة تضاف قبل الزراعة

تسمد حقول السبانخ بنحو ١٠م^3 سمادًا بلديًّا، و٥م^3 زرق دواجن، و٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٣٠ كجم P_2O_5 (٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًّا). و٢٠ كجم K_2O (٤٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم)، و٥ كجم بوراكس للفدان. تضاف هذه الكميات نثرًا، وتخلط جيدًّا بالطبقة السطحية من التربة أثناء إعداد الحقل للزراعة.

ثانيًا: أسمدة تضاف بعد الزراعة

تتوقف كميات الأسمدة التى تضاف بعد الزراعة ومواعيد إضافتها على الطريقة المتبعة فى رى المحصول، كما يلى:

١- فى حالة الرى بالغمر

تسمد حقول السبانخ بعد الإنبات بنحو ٣٠ كجم N، و٣٠ كجم K_2O للفدان. تستخدم نترات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين، بينما تستعمل سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. تضاف هذه الأسمدة نثرًا بين خطوط الزراعة، على ثلاث دفعات متساوية بعد ٢، و٤، و٦ أسابيع من الإنبات، كذلك تحتاج حقول السبانخ إلى رشة أو رشتين بالأسمدة الورقية المحتوية على العناصر الدقيقة بعد ٣، و٥ أسابيع من الإنبات.

وإذا حشت حقول السبانخ ثم تركت لتجدد نمواتها.. فإنه تلزم إضافة نصف كميات الأسمدة السابقة (أى ١٥ كجم N، و١٥ كجم K_2O للفدان) بعد كل حشة، مع إعطاء النباتات رشة بالأسمدة الورقية بعد أن تبدأ فى تجديد نمواتها. أما الفوسفور الإضافى .. فيفضل أخذه فى الحسبان ضمن الأسمدة التى تضاف قبل الزراعة، ويكون ذلك بمعدل حوالى ١٠ كجم P_2O_5 مقابل كل حشة إضافية بعد الحشة الأولى.

٢- فى حالة الرى بالرش

تعطى السبانخ بعد الإنبات – فى حالة الرى بالرش – برنامجًا للتسميد مماثلاً لما سبق بيانه فى حالة الرى بالغمر، ولكن مع زيادة كميات الأسمدة الموصى بها بنسبة ٣٠٪ وتوزيعها على دفعات أسبوعية بداية من بعد الإنبات بأسبوعين.

الكرفس

يعتبر الكرفس من محاصيل الخضر المجهدة للتربة؛ نظرًا لأنه يستنفذ كميات كبيرة من العناصر الغذائية، ولا يضيف إليها سوى القليل من المادة العضوية.

التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يمكن التعرف على حاجة النباتات إلى التسميد من تحليل أعناق الأوراق التى اكتمل نموها حديثًا؛ حيث تكون مستويات النقص والكفاية من العناصر الغذائية الرئيسية على النحو التالى:

موعد أخذ العينات	العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
منتصف موسم النمو	نيتروجين نتراتى (جزء فى المليون)	٥٠٠	٧٠٠٠
	فوسفور (PO_4 بالجزء فى المليون)	٢٥٠٠	٣٠٠٠
	بوتاسيوم (٪)	٤	٧
قرب النضج	نيتروجين نتراتى (جزء فى المليون)	٤٠٠٠	٦٠٠٠
	فوسفور (PO_4 بالجزء فى المليون)	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	بوتاسيوم (٪)	٣	٥

تستجيب النباتات للتسميد عندما يكون تركيز العناصر بين مستويات النقص والكفاية. وتدل التركيزات الأعلى من ذلك على أن النباتات ليست بحاجة إلى تسميد، بينما تدل التركيزات الأقل من ذلك على أن النباتات قد تعرضت بالفعل لنقص العناصر (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويقدر محتوى العناصر المناسب للكرفس (على أساس الوزن الجاف) بعد نحو ستة أسابيع من الشتل، وعند اكتمال النمو للحصاد، كما يلى (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩):

العنصر	بعد الشتل بستة أسابيع	عند اكتمال النمو للحصاد
النيتروجين (٪)	١,٥ – ١,٧	١,٥ – ١,٧
الفوسفور (٪)	٠,٣ – ٠,٦	٠,٣ – ٠,٦
البوتاسيوم (٪)	٦,٠ – ٨,٠	٥,٠ – ٧,٠
الكالسيوم (٪)	١,٣ – ٢,٠	١,٣ – ٢,٠
المغنيسيوم (٪)	٠,٣ – ٠,٦	٠,٣ – ٠,٦
الحديد (جزء فى المليون)	٢٠ – ٣٠	٢٠ – ٣٠
المنجنيز (جزء فى المليون)	٥ – ١٠	٥ – ١٠
الزنك (جزء فى المليون)	٢٠ – ٤٠	٢٠ – ٤٠
البورون (جزء فى المليون)	١٥ – ٢٥	٢٠ – ٤٠
النحاس (جزء فى المليون)	٤ – ٦	١ – ٣

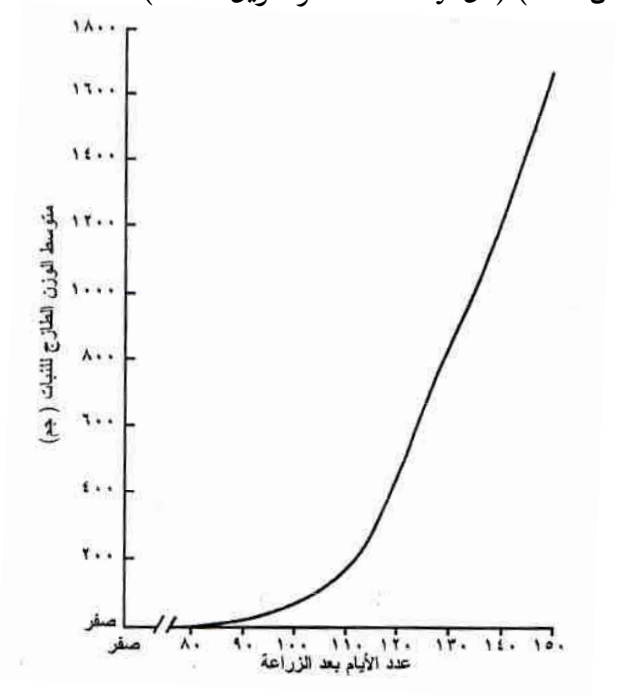
الاحتياجات السمادية

قدرت الاحتياجات السمادية للكرفس بين ٥٠ و٢٢٠ كجم نيتروجينًا، و٦٠ و١٥٠ كجم P_2O_5، و٥٠ و٢٥٠ كجم K_2O للفدان فى مختلف أنواع الأراضى.

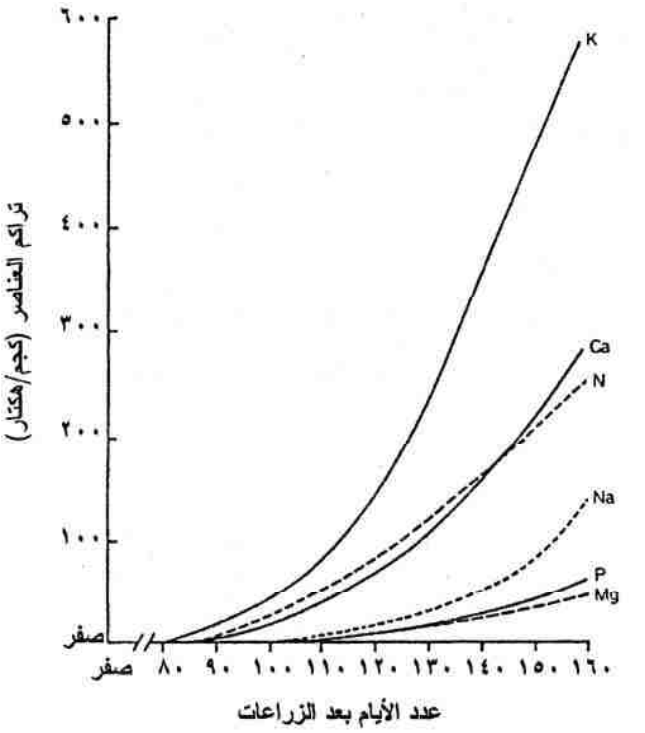
تمتص نباتات الكرفس نحو ١٠٠ كجم من النيتروجين، و ٥٠ كجم من الفوسفور، و٢١٥ كجم من البوتاسيوم/ فدان. وتصل معظم هذه الكميات إلى النموات الخضرية التى تزال نهائيًا من الحقل، ولا تحصل الجذور إلا على نحو ١٢ كجم، و٧ كجم، و٢٧ كجم/فدان من العناصر الثلاثة، على التوالى. ويكون معظم الامتصاص خلال الأسابيع الأربعة الأخيرة السابقة للحصاد.

وقد قدرت نسبة العناصر التى امتصتها نباتات الكرفس (فى الأجزاء النباتية التى تم حصادها) من تلك التى سمدت بها النباتات بنحو ٤٩,٣٪ من النيتروجين، و٤٧,٠٪ من الفوسفور، و٤٩,٥٪ من البوتاسيوم، وكان محصول الكرفس ٤٥,١ طنًّا للهكتار (١٨,٩ طنًّا للفدان)، بينما كانت ٤٥,٣٪ من المادة الجافة المنتجة فى الجزء الاقتصادى من المحصول.

يبلغ الإنتاج الكلى من النمو النباتى الطازج للكرفس حوالى ١٥٠ طنًّا للهكتار (أو حوالى ٦٣ طنًّا للفدان)، ولذا.. فهو يعد واحدًا من أكثر الخضر احتياجًا للتسميد، هذا.. إلاّ أن النمو يبدأ بطيئًا للغاية ويكون ضعيفًا جدًّا خلال الشهر الأول بعد الشتل، ثم يزداد معدل النمو قليلاً حتى حوالى منتصف الشهر الثالث بعد الشتل، وبعد ذلك يزداد معدل النمو بدرجة كبيرة جدًّا خلال الشهر الأخير من النمو (شكل ٩–٥). ولذا.. فإن تسميد الكرفس يجب أن يتناسب مع معدل النمو النباتى علمًا بأن معدل تراكم مختلف العناصر يزداد فى النبات بشدة خلال الأسابيع الخمسة أو الستة الأخيرة التى تسبق الحصاد مباشرة (شكل ٩–٦) (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).



شكل (٩–٥): منحنى الوزن الطازج (المتراكم) لنباتات الكرفس مع عدد الأيام بعد الزراعة.



شكل (٩-٦): منحنى الكميات الممتصة المتراكمة من مختلف العناصر بواسطة نباتات الكرفس مع عدد الأيام بعد الزراعة.

وعلى الرغم من احتياج الكرفس لكميات كبيرة من العناصر لإكمال نموه فإن النبات يعد من أقل محاصيل الخضر استفادة من الأسمدة المضافة — وخاصة النيتروجين — لعدة أسباب، منها: البطء الشديد للنمو النباتى خلال النصف الأول من حياة النبات، وكثرة حاجة الكرفس للرى وما يعنيه ذلك من زيادة فقد بعض العناصر السمادية بالرشح. ومن بين الأسباب التى تحفز منتجى الكرفس على زيادة معدلات تسميده سطحية نموه الجذرى؛ مما يجعل النبات غير قادر على الاستفادة من العناصر التى قد تتوفر تحت الطبقة السطحية من التربة.

ويستجيب الكرفس للتسميد العضوى والآزوتى بصورة جيدة. ويعد الكرفس من المحاصيل ذات الاحتياجات العالية من عنصرى: البورون، والمغنيسيوم، وتظهر أعراض

نقصهما بوضوح. هذا .. إلا أن المحصول النسبى للكرفس انخفض بنسبة ٣,٢٪ مع كل زيادة فى المحلول الأرضى مقدارها ملليجرام واحد من البورون/ لتر عن ٩,٨ ملليجرام /لتر. كذلك أدت زيادة التركيز عن ١٠ ملليجرام/ لتر إلى مرارة طعم الرؤوس وعدم صلاحيتها للتسويق (Francois ١٩٩٨).

وقد ذكر عن الكرفس (Thompson & Kelly ١٩٥٧) أنه استجاب لإضافة ملح الطعام العادى بمعدل حوالى ٢٥٠– ٥٠٠ كجم للفدان فى أراضى الملك Muck (أراضٍ عضوية) بولاية ميتشيجان الأمريكية.

برنامج التسميد

تسمد حقول الكرفس فى الأراضى السوداء بنحو ٢٠– ٣٠م^3 من السماد العضوى القديم المتحلل للفدان، تضاف أثناء إعداد الأرض للزراعة، ويضاف معها حوالى ١٠٠ كجم من سماد سلفات النشادر (حوالى ١٠ كجم N)، و٣٠٠ كجم من سوبر فوسفات الكالسيوم العادى (حوالى ٤٥ كجم P_2O_5)، و٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (حوالى ٢٥ كجم K_2O).

ويكون تسميد الكرفس بالنيتروجين "تكبيشًا" – بعد الشتل – بكميات صغيرة متتالية من العنصر، فيضاف حوالى ١٨– ٣٥ كجم N للفدان بعد حوالى ٤ أسابيع من الشتل، ثم حوالى ١٣– ١٥ كجم N فى كل مرة تسميد بعد ذلك حتى إكمال إضافة حوالى ١٠٠ كجم N للفدان. ويراعى عدم زيادة كميات النيتروجين المضافة فى كل مرة تسميد عن تلك الحدود إذا إن كثرة توفر النيتروجين فى اى مرحلة من النمو قد تؤدى إلى تشقق أعناق الأوراق وتجوفها.

كذلك يضاف البوتاسيوم – بعد الشتل – بمعدل حوالى ٧٥ كجم K_2O للفدان (حوالى ١٥٠ كجم سماد سلفات بوتاسيوم)، وتكون إضافته بنسبة ٧٥٪ من معدلات إضافة النيتروجين، وفى المواعيد ذاتها التى يسمد فيها بالنيتروجين.

أما الفوسفور .. فيكتفى منه بالتسميد السابق للزراعة.

وأما فى الأراضى الرملية.. فإن كميات جميع أنواع الأسمدة المستعملة تجب زيادتها بنسبة ٢٠٪، مع توزيع إضافتها حسب البرنامج الموصى به فى الأراضى السوداء، ولكن مع بدء برنامج التسميد فى الحقل الدائم فى الأسبوع الثانى بعد الشتل، واستمراره بمعدل ٢– ٣ مرات أسبوعيًّا حتى الأسبوع السابق للحصاد.

وتسمد النباتات بالعناصر الهامة الأخرى، كما يلى:

١– الكالسيوم:

ترش النباتات ابتداء من الأسبوع الخامس، ثم أسبوعيًّا بعد ذلك بمحلول من نترات الكالسيوم، أو كلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٠٥– ٠,٢٥ مولار، بمعدل ٦٠٠ لتر للفدان مع توجيه محلول الرش نحو قلب النبات مباشرة. هذا.. ويؤدى نقص الكالسيوم إلى إصابة النباتات بمرض فسيولوجى، يسمى القلب الأسود.

٢– المغنيسيوم:

ترش النباتات بكبريتات المغنيسيوم بمعدل ٦,٢٥ كجم فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، ويكرر الرش كل ٢–٤ أسابيع كلما دعت الضرورة لذلك (Yamaguchi وآخرون ١٩٦٠).

٣– البورون:

تسمد النباتات بالبوراكس عن طريق التربة، إما فى صورة جافة بمعدل ١٠– ١٢ كجم للفدان، وإما مذابًا فى الماء بمعدل ٥ كجم للفدان، مع إضافة المحلول السمادى فى الحالة الأخيرة بالقرب من قاعدة النبات.

ويفضل دائمًا رش النباتات بأسمدة العناصر الدقيقة بمعدل ٣ مرات خلال موسم النمو، أو إضافتها بالمعدل ذاته مع مياه الرى بالرش أو بالتنقيط، على أن تكون إضافتها – فى هذه الحالة – فى الصورة المخلبية.