

تتراوح - عادة - بين ٢٥، و ٣٠ سم، ويجرى الخف باستعمال فأس صغيرة ذات يد طويلة.

وتبلغ الكثافة النباتية حوالى ٥٠-٧٠ ألف نبات للهكتار (حوالى ٢١-٣٠ ألف نبات/فدان).

### مواعيد الزراعة

يزرع الخس ابتداء من أوائل شهر سبتمبر، وتستمر زراعته حتى أوائل شهر نوفمبر. ويمكن تبكير الزراعة أو تأخيرها عن ذلك قليلاً فى المناطق الساحلية.

### عمليات الخدمة

#### الترقيع

يجرى الترقيع أثناء الريـة الأولى بعد الشتل، وتستخدم لذلك شتلات من نفس العمر، سبقت زراعتها على القنوات والبتون.

#### الخف

لا يجرى الخف - بطبيعة الحال - إلا عند الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة. ويجب إجراؤه فى المراحل الأولى لنمو البادرات بعد ظهورها ونموها قليلاً؛ لأن التأخير فى هذه العملية يؤدى إلى جعل النباتات رقيقة، وضعيفة. وتخف النباتات على مسافة ٢٠-٢٥ سم. ويفضل أن يجرى الخف على مرحلتين: تكون الأولى منهما بعد ١٠-١٤ يوماً من الزراعة، وتترك فيها مجموعات من النباتات Clusters على المسافات المرغوبة، ويستعان فى إجرائها بفأس صغيرة، أو تتم آلياً. أما المرحلة الثانية .. فتجرى بعد تكوّن الورقة الحقيقية الأولى، وتخف فيها كل مجموعة من النباتات على نبات واحد فقط. ويمكن الاستعانة بالنباتات المزالة فى الترقيع فى مواقع أخرى. ويعتبر الخف أكثر العمليات الزراعية تكلفة فى حقول الخس (Ware & McCollum، ١٩٨٠).

### العزيق ومكافحة الأعشاب الضارة

إن الهدف من العزيق هو سد الشقوق، والتخلص من الأعشاب الضارة. ويجب أن

يكون العزيق سطحياً؛ لأن معظم جذور الخس تكون قريبة من سطح التربة، ويضرها العزيق العميق.

ومن أهم مبيدات الأعشاب الضارة التي تستخدم في حقول الخس ما يلي،

١ - بنيفين Benefin (أو بالان Balan): يستعمل قبل الزراعة (بالبذرة مباشرة)، ويفيد في مكافحة عديد من الحشائش العريضة والضيقة الأوراق، إلا أنه يصلح لمكافحة بعض حشائش العائلة المركبة. تجب إضافة المبيد للتربة على عمق ٥-٧,٥ سم قبل الزراعة مباشرة، كما يجب أن تكون التربة ناعمة، وألا تثار بعد المعاملة.

٢ - بروفام Propham (أو كيمو هو Chemo Hoe): يفيد في مكافحة الحشائش الحولية الشتوية خاصة النجيلية منها. يضاف المبيد قبل زراعة البذور على عمق ٥ سم، على أن يعقب ذلك مباشرة رى الحقل. ويمكن إضافته على صورة محببة بعد الإنبات عند الضرورة.

٣ - بروناميد Pronamide (أو كرب Kerb): يفيد في مكافحة نوعيات مختلفة من الحشائش، لكنها لا تتضمن حشائش العائلة المركبة. يضاف المبيد بعد الزراعة مباشرة مع ماء الري بالرش. كما يجب تكرار الري بالرش بعد ٧٢ ساعة أخرى. أما عند اتباع طريقة الري السطحي.. فيضاف المبيد إلى التربة قبل زراعة البذور. لا تجب زراعة المحاصيل الحساسة للمبيد (مثل القمح) بعد الخس في نفس الحقل.

٤ - بنزيوليد Bensulide (أو بريفار Prefar): يفيد كثيراً في مكافحة الرجلة، لكنه لا يصلح لمكافحة عديد من الحشائش العريضة الأوراق. يضاف المبيد بعد الزراعة مباشرة مع ماء الري بالرش، على أن يصل الماء إلى عمق ٥-١٠ سم. كما يمكن إضافته - سطحياً - إلى التربة قبل زراعة البذور (Univ. Calif. ١٩٨٧).

٥ - يمكن استعمال الباراكوات Paraquat رشاً قبل إنبات المحصول (في حالة الزراعة بالبذور مباشرة في الحقل الدائم) لأجل التخلص من الحشائش الحولية النابتة، وذلك بمعدل ٢٢٥-٤٥٠ جم للفدان، علماً بأن بذور الخس التي تكون نابتة وقت المعاملة يقضى عليها كذلك (Klingman & Ashton ١٩٧٥).

## الرى

يعتبر الخس من الخضروات التى تحتاج إلى توفر الرطوبة الأرضية بانتظام، حتى يكون نمو النباتات مستمراً دون توقف. ولكن يساعد تقليل الرى قليلاً بعد الشتل على تعمق جذور النباتات فى التربة، ويتم ذلك عملياً بتأخير الريّة الأولى بعد رية - المحايية - وهى الريّة الأولى بعد الشتل.

ويؤدى تعرض النباتات النامية لنقص فى الرطوبة الأرضية إلى توقف نموها، واكتساب أوراقها ملمساً جليدياً ولوناً أخضر قاتماً. ومن جانب آخر.. فإن زيادة الرطوبة الأرضية تؤدى فى بداية حياة النبات إلى ضعف نموه واصفرار الأوراق، وتؤدى قرب النضج إلى انتشار الأمراض، وسرعة النمو النباتى؛ مما يؤدى إلى زيادة معدل الإصابة باحترق حواف الأوراق، وهو عيب فسيولوجى. كما تؤدى الزيادة الفجائية فى الرطوبة الأرضية - أثناء تكوّن الرؤوس - إلى تكوّن رؤوس كبيرة، لكنها تكون غير مندمجة، وتلك صفة غير مرغوبة. وتزداد هذه الحالة حدة إذا كانت الزيادة فى الرطوبة الأرضية مصحوبة بارتفاع فى درجة الحرارة. ويعتبر الخس من الخضروات التى يناسبها الرى بالرش.

وعند زراعة الخس بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة فإنه يروى بالرش خلال المراحل المبكرة من النمو، ثم بعد ذلك - وقبل بداية تكوين الرؤوس بقليل - يتم التحول إلى الرى بالغمر عبر قنوات المصاطب. وأحياناً - وخاصة عندما لا يكون الحقل مستويًا - يستمر الرى بطريقة الرش حتى الحصاد، إلا أن ذلك قد يؤدى إلى تفاقم المشاكل المرضية.

كذلك يمكن رى الخس بالتنقيط السطحى أو تحت السطحى، ولكن - حتى عند اتباع هذه الطريقة - فإن الريّة الأولى تكون - عادة - بالرش لتحفيز الإنبات، ثم يلى ذلك الرى بالتنقيط (عن Ryder ١٩٩٩).

وأياً كانت طريقة الرى المتبعة، فإن المحافظة على رطوبة التربة فى منطقة نمو الجذور عند السعة الحقلية يعطى أعلى محصول من الخس، علماً بأن الرى بالتنقيط يفضل الرى بالرش (Sutton & Merit ١٩٩٣).

وقد تساوى محصول الخس عندما أجرى الري بطريقة الري السطحي عبر قنوات الخطوط مع الري بالتنقيط تحت السطحي، ولكن الري بالتنقيط السطحي أعطى محصولاً أقل. وقد كانت كميات مياه الري المستعملة ٤٣٪، و ٧٤٪ عند اتباع طريقتي الري بالتنقيط تحت السطحي والري بالتنقيط السطحي - على التوالي - مقارنة بالري بالغمر (Hanson وآخرون ١٩٩٧).

وأدى الري تحت السطحي بالتنقيط إلى خفض شدة الإصابة بكل من *Sclerotinia minor*، و *Rhizomonas suberifaciens* (وكلاهما من الفطريات التي تصيب الجذور)، وزيادة المحصول مقارنة بالري السطحي، ولكن لم تتأثر شدة الإصابة بالفطر *Bremia lactuca* (مسبب مرض البياض الزغبى) بطريقة الري (ربما لأن الرطوبة الجوية كانت عالية ومناسبة للإصابة بالبياض الزغبى على أية حال) (Subbarao ١٩٩٧).

وعموماً .. يفيد الري تحت السطحي بالتنقيط في خفض معدلات التسميد، وتقليل فقد الأسمدة بالرشح مقارنة بالري بالرش. ففي إحدى الدراسات - على سبيل المثال - وفر الري تحت السطحي بالتنقيط ٨٦٪ من كمية المياه التي لزمّت في حالة الري بالرش (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

## التسميد

وسائل التعرف على حاجة النباتات إلى التسمير

أولاً: أعراض نقص العناصر:

١ - النيتروجين:

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

٢ - الفوسفور:

تبدو أوراق النباتات التي تعاني من نقص الفوسفور خضراء قاتمة اللون، ولكن دون بريق، وتفشل النباتات في تكوين الرؤوس، وتتقزم، وتموت الأوراق المسنة، وقد يشوبها أحياناً بعض الاحمرار.

ويؤدى توفر الفوسفور إلى التغلب على التأثيرات الضارة لزيادة النيتروجين.

### ٣ - 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 سمكاً، 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 سريعاً فى الجو الصحو.

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

### ٤ - 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 سنًا، 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 دوراً رئيسياً فى ظهور العيب الفسيولوجى المعروف باسم احتراق أطراف الأوراق leaf tipburn.

### ٥ - المغنسيوم:

يؤدى نقص المغنسيوم إلى ضعف النمو كثيراً 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 المغنسيوم، ويبدو

تأثير الكالسيوم واضحاً 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.

#### ٦ - الكبريت:

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

#### ٧ - الحديد:

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

#### ٨ - المنجنيز:

يؤدى نقص المنجنيز إلى ظهور لون أخضر مصفر يشمل كل أوراق النبات، على الرغم من عدم تأثر النمو كثيراً. وفى حالات النقص الشديدة تصيح الأوراق المسنة صفراء اللون، ولكن تبقى العروق - حتى الصغيرة جداً منها - خضراء. وقد تتشوه أحياناً أوراق النباتات التى تعاني من نقص العنصر، ويتجوف فيها العرق الوسطى للأوراق، وتظهر بقع متحللة غير منتظمة على امتداد العرق الوسطى، ويقع أخرى صغيرة محددة على حواف الأوراق.

#### ٩ - الزنك:

تأخذ النباتات التى تعاني من نقص الزنك مظهراً متورداً 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.

### ١٠ - النحاس:

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

### ١١ - 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 الكسر، كما تظهر على الأوراق الحديثة بقع بنية اللون وإفرازات شمعية. وتكون الجذور فى النباتات التي تعاني من نقص البورون قصيرة وسميكة وتكون القمة النامية فيها بنية اللون. وتحت ظروف الحقل تموت البادرات وتموت القمة النامية للنباتات، ويظهر اصفرار بأوراق القلب.

### ١٢ - الموليبدنم:

تبدو النباتات التي تعاني 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 تدريجياً نحو الأوراق الأحدث تكويناً، وتذوى النباتات وتموت فى خلال ٣٠-٣٥ يوماً.

ونظراً لأن الموليبدنم يدخل فى تكوين الإنزيم nitrate reductase؛ لذا .. فإن النيتروجين النتراتى يميل إلى التراكم فى النباتات التي تعاني من نقص العنصر؛ فمثلاً .. وجد فى إحدى الدراسات أن محتوى العصير الخلوى لأوراق الخس من النيتروجين النتراتى تراوح بين ٤٢، و ٤٨ مجم/لتر عند نقص الموليبدنم، بينما كان ١٢-١٤ مجم/لتر عند توفره.

### ثانياً: 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 في المليون، والفوسفور (على صورة  $PO_4$ ) بتركيز ٢٠٠٠ جزء في المليون، والبوتاسيوم بتركيز ٢٪ على أن النباتات تعاني - بالفعل - من نقص في هذه العناصر، تكون له انعكاساته السلبية على المحصول. وتدل تركيزات ٨٠٠٠ جزء في المليون، و ٤٠٠٠ جزء في المليون، و ٤٪ للعناصر الثلاثة - على التوالي - على توفرها للنبات بكميات كافية. وتستجيب النباتات للتسميد إذا كان تركيز العناصر فيما بين حدود النقص، والوفرة.

#### ١ - النيتروجين:

يزداد تركيز النيتروجين في أوراق القلب عمًا في الأوراق الخارجية. ويرتبط النمو النباتي القوي - عند عمر ٦٠ يومًا - بتركيز ٥,٤-٥,٧٪ للنيتروجين بالأوراق، بينما يصاحب تركيز ٣٪، و ٣,٦٪ أعراضًا خفيفة ومتوسطة - على التوالي - لنقص النيتروجين في النباتات المكتملة التكوين.

#### ٢ - الفوسفور:

يزداد تركيز الفوسفور في النبات بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي، وينخفض بتقدم النباتات في العمر، ويرتبط الوزن الجاف لنباتات الخس الصغيرة معنويًا بمحتوى أوراقها من الفوسفور ( $r = ٠,٩١$ ) (شكل ٢-١). ويتراوح محتوى الأوراق من العنصر بين ٠,٤١٪ في أكبر الأوراق عمرًا إلى ١,٦٧ في أصغرها، وليس لدرجة الحرارة الدنيا بين ١ و ١٠ م تأثيرًا على ذلك المحتوى.

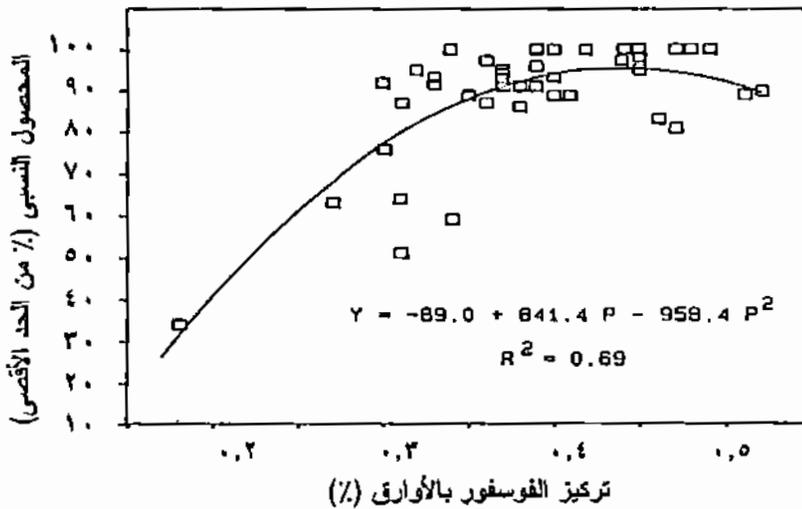
وتتراوح القيم المنشورة لمحتوى الفوسفور في أوراق النباتات الجيدة النمو بين ٠,٣٤ و ٠,٧٤٪، بينما تكون أغلب القيم بين ٠,٤ و ٠,٦٪، وتكون القيم الأكبر في النباتات الصغيرة العمر، وقد وصلت بعض التقديرات إلى ٠,٨٪ إلا أن ذلك ليس أمرًا شائعًا.

وقد اقترنت أعراض النقص الشديدة للفوسفور بتركيزات منخفضة من العنصر في الأوراق تراوحت بين ٠,١ و ٠,٢٪. وفي إحدى الدراسات قدر المستوى الحرج للعنصر - الذى صاحبه نقص النمو النباتي بنسبة ١٠٪ - بنحو ٠,٧٨٪ في أنصال الأوراق،

و ١,٠٦٠٪ في أنسجتها الناقلة (العرق الوسطى والعنق). وفي 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 1987)

وفى إحدى الدراسات كان التركيز الحرج للفسفور فى مرحلة الورقة السادسة إلى الثامنة هو ٠,٣٧٪ (Sanchez وآخرون 1990).

وفى دراسة أخرى .. تراوح المدى المناسب للفسفور فى الأوراق - لإعطاء أعلى محصول - بين ٠,٤ و ٠,٩٪ (Claassens 1994).



شكل (١-٢): العلاقة بين محصول الخس ومحتوى الأوراق من الفوسفور (Sanchez وآخرون 1990)

### ٣ - البوتاسيوم:

يزداد تركيز البوتاسيوم فى النبات بزيادة توفر العنصر. وقد تراوح المدى الطبيعى للبوتاسيوم فى النباتات الجيدة النمو - فى دراسات مختلفة - بين ٤ و ١٠٪. 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٪.

٤ - الكالسيوم:

تراوح محتوى أوراق الخس من الكالسيوم بين ٠,٨٪، و ٢,٩٪، حسب تركيز العنصر فى المحاليل المغذية للمزارع اللأرضية فيما بين التركيزات الشديدة الانخفاض وتركيز ٨٠٠ جزء فى المليون. وقد صاحبت تلك الزيادة فى مستوى الكالسيوم فى النباتات انخفاضاً فى محتواها من الفوسفور. وأدت زيادة درجة الحرارة الدنيا من ١٠م إلى ١٠م 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 تعاني من نقص العنصر بين ١٪، و ١,٨٪. وينخفض تركيز الكالسيوم فى نبات الخس مع تقدمه فى العمر.

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

٥ - المغنيسيوم:

يقدر المحتوى الطبيعى للخس من المغنيسيوم بين ٠,٣٪، و ٠,٩٪، بينما يتراوح مستوى النقص - الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر بين ٠,١٥٪، و ٠,٢٪.

ويزداد تركيز المغنيسيوم فى الأوراق الخارجية لنبات الخس عما فى الأوراق الداخلية، حيث يتراوح فيها - على التوالى - كما وجد فى إحدى الدراسات - بين ٠,٥٢٪، و ٠,٣٠٪. وتبعاً لذلك .. فإن مستوى نقص العنصر يتباين فيهما كذلك.

ويزداد تركيز المغنيسيوم فى أوراق الخس بارتفاع درجة حرارة الليل، حيث قدر بنحو ٠,٦٠٪، و ٠,٧٠٪، و ٠,٨١٪ فى حرارة ٧، و ١٣، و ١٨م على التوالى.

ويقدر المحتوى الطبيعى للنباتات التى لا تعاني من نقص العنصر بحوالى ٠,٢٩٪ كبريت كللى، أو ٠,١٣٪ كبريت فى صورة كبريتات.

**٦ - الحديد:**

يتراوح محتوى النباتات التي تظهر عليها أعراضاً واضحة لنقص الحديد بين ٥٠، و ٦٠٠ جزءاً في المليون، بينما يتراوح المحتوى في النباتات الطبيعية النمو بين ١٣٠، و ١٤٥٠ جزءاً في المليون؛ مما يعنى وجود تداخل واضح بين مستوى النقص ومستوى الكفاية، وبما يعنى عدم جدوى الاعتماد على تحليل الحديد في النبات إلا في الحالات التي يكون فيها مستواه شديد الانخفاض.

**٧ - المنجنيز:**

يتراوح محتوى المنجنيز في الخس الذي تظهر عليه أعراض نقص العنصر بين ٦ أجزاء، و ١٤ جزءاً في المليون على أساس الوزن الجاف.

وتظهر أحياناً أعراض التسمم بالمنجنيز، وخاصة في الزراعات المحمية التي تعقم فيها التربة - أو مخاليط الزراعة التي تدخل فيها التربة - بالبخار؛ ذلك لأن التعقيم بالبخار يمكن أن يؤدي إلى تيسر كميات كبيرة من المنجنيز غير الذائب. وتظهر أعراض التسمم على صورة تلون ذهبي يمتد على حواف جميع الأوراق. وتختلف أصناف الخس في مدى حساسيتها لزيادة المنجنيز.

**٨ - الزنك:**

يتراوح المحتوى الطبيعي للزنك بين ٢٠، و ٥٠ جزءاً في المليون، مع زيادة التركيز في النصل (بدون العرق الوسطى) عما في العرق الوسطى.

ويقدر محتوى العنصر الذي يحدث عنده نقص في المحصول ببلغ حوالى ١٠٪ بنحو ١٠ أجزاء في المليون في العرق الوسطى، وبنحو ٢٠ جزءاً في المليون في النصل بعد استبعاد العرق الوسطى.

**٩ - النحاس:**

يقدر المستوى الطبيعي للنحاس في الخس بحوالى ٧ أجزاء في المليون، ولكن المدى الطبيعي يتراوح بين ٣ أجزاء، و ١٧ جزءاً في المليون، هذا بينما يبلغ محتوى النباتات التي تعاني من نقص العنصر أقل من جزأين في المليون. وبينما لا يؤدي نقص العنصر

حتى مستوى ٢,٤ جزءاً في المليون بالأوراق إلى نقص المحصول الكلى، فإنه يؤدي إلى نقص المحصول الصالح لتسويق بشدة.

١٠ - البورون:

يتراوح المحتوى الطبيعي للبورون في النباتات بين ٣٠، و ٥٠ جزءاً في المليون.

هذا بينما يقدر محتوى البورون في النباتات التي تظهر عليها أعراض نقص العنصر بين ١٠، و ٢٥ جزءاً في المليون.

١١ - الموليبدنم:

يقدر التركيز الطبيعي للموليبدنم في أوراق الخس بنحو ٢,٥-٣,٥ جزء في المليون، بينما ينخفض التركيز عند نقص العنصر إلى حوالي ٠,٣-٠,٥ جزء في المليون (Winsor & Adams ١٩٨٧).

### ثالثاً: تحليل التربة

عندما تراوح محتوى التربة من النيتروجين بين ٠,٠٦٪، و ٠,١٨٪ .. أدت إضافة النيتروجين حتى ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢ كجم للفدان) إلى زيادة المحصول، بينما لم تستفد نباتات الخس من التسميد الآزوتي 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 تتسم 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 المخاطر التي تتعلق بصحة العناصر الصغرى، ما يلي،

١ - الزنك:

يحدث رش نباتات الخس بالزنك المخلبي Zn-EDTA بتركيز ٢٤٠٠ جزءاً في المليون تسمماً بالنباتات يظهر على صورة اصفرار بالأوراق، ثم ذبولها وموتها. وأحياناً يؤدي التسمم إلى جعل الأوراق فنجانية الشكل وقائمة إلى أعلى، مع فشل النبات في تكوين الرأس.

٢ - النحاس:

تؤدي التركيزات العالية من النحاس في بيئة الزراعة إلى التسمم بالعنصر، ويبلغ المستوى الحرج للنحاس في النبات - والذي يحدث عنده التسمم - حوالى ٢١ جزءاً في المليون.

٣ - البورون:

من السهل أن تتسم نباتات الخس من جراء زيادة البورون، علماً بأن الحدود بين التركيزات السامة للعنصر في بيئة الزراعة والتركيزات المناسبة ليست كبيرة، فمثلاً .. قدر التركيز المثالي للبورون في المحلول المغذى - فى إحدى الدراسات بنحو ٠,٧ جزءاً فى المليون، بينما أحدث تركيز ٠,٩ جزءاً فى المليون اصفراراً خفيفاً بالأوراق. وتظهر أعراض التسمم بوضوح عندما يزيد تركيز البورون فى المحلول المغذى عن ١,٢ جزءاً 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 جزءاً 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).

٤ - الموليبدنم:

كان نمو الخس عادياً ومنتظماً عندما تراوح تركيز الموليبدنم فى المحاليل المغذية بين

١٠٠,٠٠١، و ١٠ أجزاء في المليون، بينما ظهرت أعراض التسمم عندما ارتفع التركيز إلى ١٠٠ جزء في المليون. وكانت أولى أعراض التسمم ظهور لون بنى ضارب إلى الصفرة على الجذور، مع ضعف في النمو، وتغير في لون الأوراق إلى اللون الذهبي (عن Winson & Adams ١٩٨٧).

ويتوقف تيسر الموليبدنم للنباتات - إلى حد بعيد - على pH وسط النمو، حيث يزيد تيسر العنصر في الأراضي المتعادلة والقلوية عما في الحامضية.

### الاحتياجات (السمائية)

يميل المزارعون - عادة - إلى إضافة النيتروجين بكميات أكبر من تلك الموصى بها؛ ففي 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.

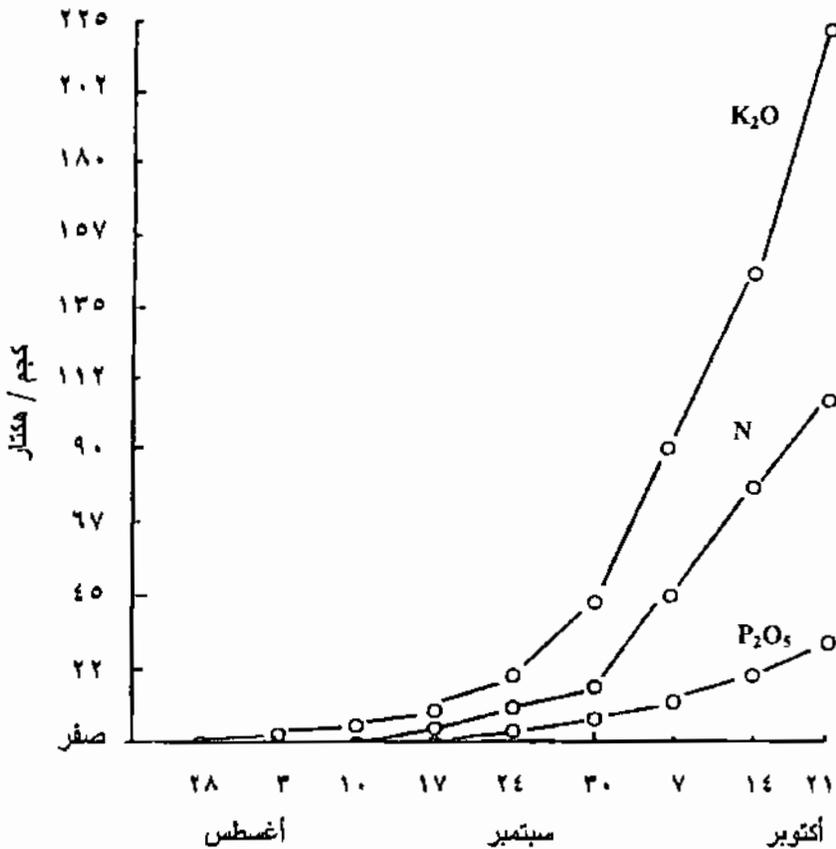
يقل الامتصاص الكلي للنيتروجين في حقول الخس عن ١٣٦ كجم N للهكتار (٥٧ كجم N للفدان)، علماً بأن معظم النمو النباتي يحدث قبل الحصاد بفترة وجيزة، وهي الفترة التي يُمتص فيها معظم النيتروجين كذلك. وتتراوح تقديرات كلاً القياسين (النمو النباتي وامتصاص النيتروجين كنسبة مئوية من النيتروجين الكلي المتص) بين ٧٠٪، و ٨٠٪ خلال الأسابيع الثلاثة والأربعة الأخيرة التي تسبق الحصاد، على التوالي.

وتؤدي إضافة كميات كبيرة من النيتروجين - وخاصة في المواعيد غير المتوافقة مع معدلات الامتصاص العالية - إلى بقاء نسبة كبيرة من النيتروجين المضاف في التربة، مع تعرض النيتروجين النتراتي للفقد بسهولة. فمثلاً .. قدر - في إحدى الدراسات - أن ٦٥٪ من النيتروجين المستعمل في تسميد الخس في جنوب كاليفورنيا يفقد بالرشح إلى أعماق تزيد عما يصل إليه نمو الجذور (عن Thompson & Doerge ١٩٩٥).

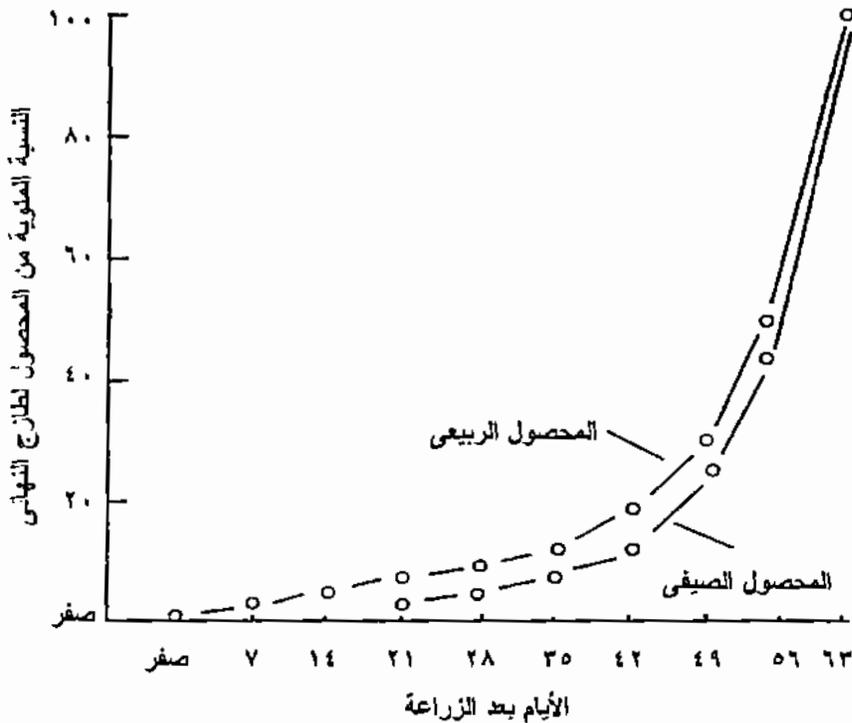
وقد تراوحت تقديرات الكمية المثلى للتسميد بالنيتروجين بين ١٠٠، و ١٥٠ كجم للهكتار (٤٢-٦١ كجم للفدان)، ومالا يقل عن ٢٥٠ كجم للهكتار (١٠٥ كجم للفدان)، وذلك باختلاف الدراسات (عن Hartz وآخرين ٢٠٠٠).

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

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



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



شكل ( ٢-٣ ) التزايد في معدلات نمو نباتات الخس مع الوقت

وفي الخس الرومين امتصت النباتات أكثر من ٧٤٪ من احتياجاتها من النيتروجين خلال الـ ٣٨ يوماً التي سبقت الحصاد (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

ويستفاد من تلك النتائج في عملية توقيت إضافة الأسمدة، وخاصة فيما يتعلق بالنيتروجين، الذي يمكن أن يفقد بسهولة، وبالأخص عند إضافة كميات كبيرة منه في مراحل النمو الأولى، بينما تزداد الحاجة الماسة إليه في 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 حجماً وصلابة، إلا أن طول الساق الداخلي والإصابة باحترق قمة الأوراق الداخلية كانا أقل ما يمكن عندما كان التسميد الآزوتي بمعدل ٥٥ كجم/هكتار (٢٣ كجم N/فدان) (Cantliffe وآخرون ١٩٩٨).

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

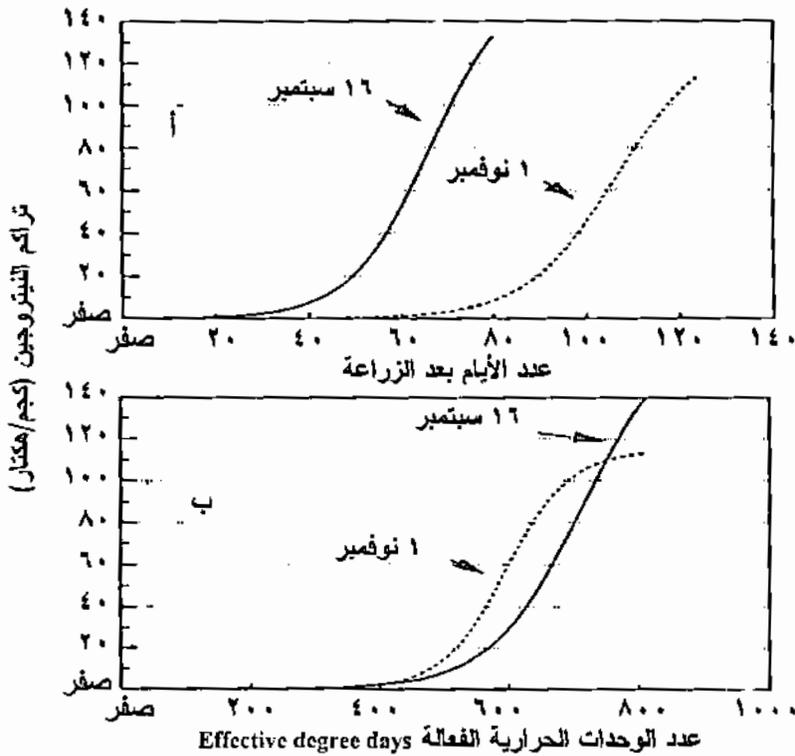
وعلى الرغم من إمكان تحديد حاجة النبات من النيتروجين خلال مختلف مراحل نموه بالكيلوجرام للفدان بعد كل عدد معين من الأيام من الزراعة (days after planting) (اختصاراً DAP)، إلا أنه يفضل ربط الاحتياجات بعدد الساعات الحرارية أو بنظام يأخذ في الحسبان كلا من الحرارة وشدة الإضاءة أو الفترة الضوئية، أو ما يعرف بمجموع الحرارة والإشعاع الشمسي summations of temperature and solar radiation الذي يعبر عنه بالمصطلح عدد الوحدات الحرارية الفعالة effective degree days (اختصاراً EDD). ويبين الشكل (٢-٤) نمط امتصاص النيتروجين في الخس في مواعيد الزراعة بكاليفورنيا. ويلاحظ من الشكل أنه بينما تأخرت كثيراً بداية امتصاص النيتروجين عندما كانت الزراعة في الجو البارد (١ نوفمبر) مقارنة بنمط امتصاص العنصر عندما كانت الزراعة في 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 الري تحت السطحي للخس معتدلاً (بالمحافظة على الشد رطوبي في 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 و ١٩٣ كجم N للهكتار (٦٥,٥-٨١ كجم N للفدان)، علماً بأن كمية النيتروجين التي لم تمتص كانت أقل من ٦٠ كجم للهكتار (٢٥ كجم N للفدان). أما عندما كان الري غزيراً (بالمحافظة على شد رطوبي قدره ٤,٦ كيلوباسكال) فإن ذلك أدى إلى نقص المحصول وضعف جودته، وزيادة كمية النيتروجين التي لم تمتص. كذلك ازداد الفاقد غير الممتص من النيتروجين بزيادة معدل التسميد الآزوتي (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

وفي دراسة أجريت في تربة رملية مع الري بالتنقيط حُصِّلَ على أعلى محصول من الخس عندما كان الري بمعدل ٥٥ سم (أى ٢٣١٠ م<sup>٣</sup>/فدان) مع التسميد الآزوتي بمعدل

## زراعة الخس وخدمته

٢٧١ كجم للهكتار (١١٤ كجم N للفدان)، والرى بمعدل ٧٦ سم (أى ٣١٩٣ م<sup>٣</sup>/فدان) مع التسميد الأزوتى بمقدار ٢٧٠ كجم للهكتار (١١٣,٤ كجم N للفدان) فى عابدين متتاليين. وتحت تلك الظروف . لم يصل إلى النموات التى توجد أعلى سطح التربة من الخس سوى ١٢٪، و ٢٣٪ من الكميات الإجمالية المضافة من النيتروجين فى عامى الدراسة على التوالي (Sanchez ٢٠٠٠).



شكل (٢-٤) 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).

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

هذا .. ويؤدى توفر الفوسفور إلى زيادة المحصول المبكر، وفى إحدى الدراسات لم يزداد المحصول الكلى بزيادة معدل الفوسفور عن ٥٨ كجم P للهكتار (٥٥,٨ كجم P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

للفدان)، بينما حُصِلَ على أكبر محصول بالتسميد بمعدل ٢٣٥ كجم P للهكتار (٢،٢٦٦ كجم  $P_2O_5$  للفدان) (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

وقد استفاد الخس من إضافة الفوسفور إلى جانب النباتات في خطوط الزراعة بدلاً من إضافته نثراً، وبمعدل يعادل ثلث الكمية التي تضاف - عادة - نثراً قبل الزراعة، حيث أدت إضافته بهذه الطريقة إلى زيادة الفوسفور الميسر للإمتصاص في منطقة نمو الجذور. وقد ازداد تركيز الفوسفور بالأوراق بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي، وخاصة عند إضافته إلى جانب النباتات في خطوط الزراعة (Sanchez وآخرون ١٩٩٠).

### برنامج التسمير

تجب عند تسميد الخس مراعاة ما يلي:

- 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 كثيراً من المادة العضوية في التربة.
- ٣ - ضرورة توفر الأسمدة للنبات خلال جميع مراحل نموه، حتى يكون النمو مستمراً دون توقف؛ لما لذلك من تأثير إيجابي على صفات الجودة.
- ٤ - عدم الإفراط في التسميد الآزوتي، عندما تكون الظروف البيئية مناسبة للنمو السريع حتى لا تتعرض النباتات للإصابة باحترق حواف الأوراق، أو أثناء نمو الرؤوس حتى لا تكون مفككة.

### وتعطى حقول الخس برنامج التسميد التالي،

أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تضاف كميات الأسمدة التالية قبل الزراعة لكل فدان من الخس:  $٢١٥ \text{ م}^2$  سماداً بليدياً، و  $٣١٠$  زرق دواجن، و  $٢٠$  كجم N ( $١٠٠$  كجم سلفات نشادر)، و  $٤٥$  كجم  $P_2O_5$  ( $٣٠٠$  كجم سوبر فوسفات عادياً)، و  $٢٥$  كجم  $K_2O$  ( $٥٠$  كجم سلفات بوتاسيوم)، و  $٥$  كجم MgO ( $٥٠$  كجم سلفات مغنيسيوم). تكون إضافة هذه الأسمدة نثراً، وتخلط جيداً بالطبقة السطحية من التربة، أو بمصاطب الزراعة إن كانت الزراعة على مصاطب كما في طريقتي الري بالرش وبالتنقيط.

ثانياً: أسمدة تضاف أثناء النمو النباتي:

١ - فى حالة الري بطريقة الغمر:

يضاف أثناء النمو النباتي ٦٥ كجم نيتروجين (١٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم نترات كالسيوم)، و ٥٠ 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 الري بطريقة التنقيط:

تستعمل فى حالة الري بالتنقيط كميات الأسمدة التى أسلفنا بيانها تحت الري 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 لتتخف تدريجياً 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 الري بالرش:

يتبع فى حالة الري بالرش برنامج التسميد ذاته الذى أسلفنا بيانه تحت الري بالتنقيط، مع زيادة كميات الأسمدة الموصى بها بنسبة ٢٥-٣٠٪ لتعويض الفاقد فى الأسمدة الذى يصاحب الري بالرش، وخاصة فى بداية موسم النمو وهى مازالت 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 الرش الأولى.

### أغطية النباتات

يستفيد الخس من استعمال الأغطية الخفيفة غير المنسوجة - مثل غطاء الأجريل بى Agryl P17 - التى توضع على النباتات مباشرة؛ فقد أدى استعمال هذا الغطاء إلى

رفع الرطوبة النسبية ليلاً ونهاراً، ورفع حرارة الهواء والتربة بمقدار ٢-٤ درجات مئوية وخاصة أثناء النهار. كذلك انخفضت سرعة الرياح تحت الغطاء إلى نحو ١٠٪ من سرعتها خارجه، في الوقت الذي بلغ فيه الإشعاع الكلي والإشعاع النشط في عملية البناء الضوئي تحت الغطاء ٨٥-٩٥٪ من الإشعاع الخارجي. وأدى استعمال الغطاء إلى تكبير الحصاد بنحو ١٠-١٢ يوماً، مع تحقيق زيادة قليلة في المحصول (Mermier وآخرون ١٩٩٥).