الفصل الثانى

زراعة الخس وخدمته

التربة المناسبة

ينمو الخس جيدًا فى مختلف أنواع الأراضى من الطميية الرملية إلى الطميية الطينية، كما تنجح زراعته أيضًا فى أراضى البيت Peat، والمك muck (الأراضى العضوية). لكن أفضل الأراضى لزراعته، هى: الطميية، والطميية السلتية، خاصة عند تسميدها جيدًا بالأسمدة العضوية. ولا تفضل زراعة الخس فى الأراضى الثقيلة.

ويجب أن تكون الأراضى المستخدمة فى زراعة الخس جيدة الصرف، وذات سعة حقلية مرتفعة نسبيًّا. ويتراوح pH التربة المناسب للخس من ٦–٧ (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

يعتبر الخس متوسط الحساسية للملوحة العالية فى التربة، وتزداد الحساسية للملوحة بصورة خاصة فى مرحلة إنبات البذور، حيث يمكن أن تموت البادرة فى أولى مراحل نموها بفعل الملوحة العالية. وإذا أفلتت النباتات من الموت فى تلك المرحلة فإنها تكون بطيئة النمو، وصغيرة الحجم. وتتسبب الملوحة العالية فى مراحل النمو التالية لذلك فى تجوف أعناق الأوراق، واكتساب أنصال الأوراق الخارجية مظهرًا جلديًّا، وتصبح سهلة الكسر (عن Ryder ١٩٩٩).

تأثير العوامل الجوية

يعتبر الخس من نباتات الجو البارد؛ حيث تجوز زراعته فى المواسم المعتدلة البرودة. تبلغ درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور الخس حوالى ٢١°م، ويمكن للبذور الإنبات فى مجال حرارى يتراوح بين ٤ و ٢٦°م. ويكون الإنبات بطيئًا فى درجات الحرارة المنخفضة، وقد تدخل البذور فى طور سكون حرارى فى درجات الحرارة العالية (٢٦–٣٠°م). ولا تنبت بذور الخس — عادة — فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك.

ينمو نبات الخس جيدًا فى الجو البارد المعتدل الذى تتراوح حرارته بين ١٠ و ٢٠°م، وتتراوح الحرارة المثلى بين ١٨، و ٢٠°م نهارًا، و ١٠، و ١٥°م ليلاً. وتزداد جودة الخس حينما تكون الليالى باردة نسبيًا. وتتحمل النباتات الصقيع إلى حد ما، وتعتبر النباتات الصغيرة أكثر تحملاً للحرارة المنخفضة من النباتات الكبيرة.

ويصاحب الانخفاض الشديد لدرجة الحرارة حدوث التغيرات التالية:

١ - اكتساب الأوراق لونا أخضر قاتمًا، وغطاء شمعيًا واضحًا (heavy bloom).

٢ - زيادة تجعد الأوراق فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة.

٣ - ظهور نتوءات سطحية فى قواعد أنصال أوراق الأصناف ذات الأوراق الملساء.

أما ارتفاع درجة الحرارة .. فإنه يؤدى إلى ما يلى:

١ - اتجاه النباتات نحو الإزهار فى حالة ارتفاع الحرارة إلى ٢٥-٢٧°م.

٢ - تدهور صفات الجودة، فتصبح الأوراق صلبة، ومرة الطعم، وتتلون حواف الأوراق المسنة باللون الأصفر، وقد تتلون جميع الأوراق باللون الأصفر عندما تكون الحرارة شديدة الارتفاع.

٣ - عدم تكون الرؤوس فى أصناف خس اللاتوجا.

٤ - يقل تجعد الأوراق فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة (Shoemaker ١٩٥٣، Yamaguchi ١٩٨٣).

وللرطوبة النسبية العالية أهمية كبيرة فى زيادة معدل النمو النباتى، فقد أوضحت دراسات كل من Tibbitts & Bottenberg (١٩٧٦) على صنف الخس مايكوننجن Mikoningen - وهو من مجموعة أصناف خس الرؤوس الدهنية - أن رفع الرطوبة النسبية للوسط الذى تنمو فيه النباتات من ٥٠٪ إلى ٨٥٪ (مع حرارة مقدارها ٢٠°م، وفترة ضوئية طولها ١٦ ساعة يوميًا) أدى إلى زيادة عدد الأوراق بنسبة ١٥٪، وحجمها بنسبة ٣٠٪، والوزن الكلى للنبات بنسبة ٦٢٪، وإلى ارتفاع نسبة الرطوبة بالأوراق - وهى صفة مرغوبة - من ٩٣٪ إلى ٩٤٪.

التكاثر وطرق الزراعة

التقاوى

يتكاثر الخس بالبذور التى تزرع - غالبًا - فى المشتل أولاً، ثم تشتل فى الحقل

الدائم بعد بلوغها الحجم المناسب للشتل، أو تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. يلزم نحو ١٠٠ جم من البذور التى تزرع فى الشتّالات لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان، بينما يلزم ٤٠٠ جم من البذور عند زراعتها فى المشاتل الحقلية. هذا .. بينما يلزم حوالى١٥٠-٢٥٠ جم من البذور غير المغلفة عند الزراعة فى الحقل الدائم مباشرة. وتؤدى المغالاة فى كمية التقاوى إلى زيادة الحاجة إلى إجراء عملية الخف المكلفة.

يحتوى الجرام الواحد من بذور الخس على حوالى ٩٠٠ بذرة.

ويجب اقتصار استعمال التقاوى على البذور التى سبق اختبار خلوها من فيرس موزايك الخس.

وتدخل بذور بعض أصناف الخس فى فترة راحة بعد الحصاد مباشرة، تكون خلالها غير قادرة على الإنبات، كما قد تدخل البذور فى طور سكون ثانوى إذا زرعت فى حرارة تزيد عن ٢٦°م. ويحتاج الأمر إلى معاملات خاصة تجرى للبذور فى مثل هذه الحالات، كأن تحفظ فى قماش مبلل بالماء على ٤-٦°م لمدة ٣-٥ أيام قبل الزراعة. وللتفاصيل الخاصة بموضوع سكون البذور والمعاملات التى تجرى للتغلب عليه .. يراجع فسيولوجيا الخس.

الزراعة بالشتلات

تنتشر زراعة الخس بالشتل فى أنحاء كثيرة من العالم، وفى هذه الحالة يسمح بنمو الشتلات حتى مرحلة الورقة الرابعة؛ الأمر الذى يستغرق — عادة — حوالى ٣٠ يومًا، ثم تشتل على المسافات المرغوبة. وقد يجرى الشتل يدويًا، أو نصف آليًا، أو آليًا. ويعيب الشتل زيادة تكلفته عن الزراعة العادية، وأن النمو الجذرى يكون أكثر سطحية بسبب قطع الجذر الوتدى عند الشتل.

إنتاج الشتلات فى المشاتل الحقلية

يجهز المشتل الحقلى بتقسيم الأرض إلى أحواض صغيرة، أبعادها ١ × ١م، أو ٢ × ٢م، على أن تكون الأرض ناعمة. ويلزم مشتل مساحته ٥٠م^2 لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان.

تجب العناية برى المشتل على فترات متقاربة حتى تنبت البذور. تبقى النباتات فى المشتل لمدة حوالى ٦–٨ أسابيع من زراعة البذور، حتى يصل طولها إلى نحو ٧–١٠ سم.

إنتاج الشتلات فى الشتّالات

تنتج شتلات الخس فى صوانى (شتّالات) ذات عيون أسطوانية صغيرة يوضع بها مخلوط من البيت موس والفيروميكيوليت ومادة لاصقة. يحيط ذلك المخلوط إحاطة تامة بجذور الشتلة عند إخراجها من الشتّالة، وتكون بذلك على شكل صلية تشبه السدادة؛ ولذا فإنها تعرف باسم "سدادات المزارع التكنولوجية" Techniculture plugs

تطور إنتاج واستعمال شتلات السدادة فى إنتاج الخس فى كاليفورنيا منذ عام ١٩٨٢. تكون عيون الشتّالة بعمق ٤ سم وبحجم ٤–١٠ مل (سم^{٣})، ولا تحتوى خلطة الزراعة فيها على عناصر غذائية بالقدر الكافى لنمو الشتلات؛ ولذا فإنها تحتاج إلى التسميد كل ٢–٥ أيام أثناء نموها.

ومن أهم مميزات هذا النظام لإنتاج الشتلات، ما يلى:

١ – يمكن إجراء الشتل – مبكرًا – بعد ١٠ أيام من زراعة البذور، ولكن يفضل تأخيره إلى أن يصبح عمر البادرات ٢٠ يومًا؛ لأن ذلك يزيد من تجانس رؤوس الخس فى الحجم عند النضج.

٢ – يمكن إنتاج الشتلات بكثافة عالية جدًّا.

٣ – يُسَهل عملية الشتل الآلى.

٤ – لا تزيد نسبة الفشل عند الشتل عن ١٪.

هذا ولم يتأثر وزن الرؤوس الناضجة باختلاف درجة الحرارة التى أنتجت فيها الشتلات بهذه الطريقة، والتى كانت ٢٠/١٠°م، أو ١٥/١٠°م، أو ١٥/٥°م (ليلاً/نهارًا) (Wurr & Fellows ١٩٨٦).

وعلى الرغم من أن استعمال عيون شتّالات كبيرة الحجم (١٩,٣، و ٣٩,٧ سم^{٣} مقارنة بالحجمين ١٠,٩، و ١,٩ سم^{٣})، وضغط مخلوط الزراعة (مقارنة بعدم ضغط المخلوط) أعطى شتلات أكبر حجمًا، ونظرًا لأن استعمال العيون الصغيرة أدى إلى توفير فى

مخلوط الزراعة المستعمل وفى المساحة المخصصة لإنتاج الشتلات، بينما انخفض المحصول جوهريًا بمقدار ٨,٦٪ عند استعمال العيون الصغيرة جدًا (١,٩ سم^3)؛ لذا .. فإن استعمال العيون الكبيرة جدًا (٣٩,٧ سم^3) وضغط مخلوط الزراعة (الأمر الذى يؤدى إلى زيادة الكمية المستعملة منه) يؤديان إلى زيادة تكلفة الإنتاج دونما عائد (Nicola & Cantliffe ١٩٩٦).

تتميز شتلة الخس الجيدة التى تنتج فى عيون يبلغ حجمها ١٠,٩ سم^3 بما يلى: تبلغ فيها نسبة الجذور إلى النمو القمى ٠,٢٥، ويتراوح الطول الكلى لنموها الجذرى بين ٢٧٦، ٣٠٦ سم، والمساحة الجذرية الكلية بين ٢٦، و ٣٠ سم٢. يتطلب إنتاج مثل هذه الشتلة فى بيئة مغذية تتكون من مخلوط من البيت موس والفيروميكيوليت أن يحتوى المحلول المغذى المستعمل على الفوسفور بتركيز ١٥ جزءًا فى المليون. هذا .. وينعكس النمو الجذرى الجيد للشتلة على سهولة جذبها من الشتّالة، وسرعة نموها بعد الشتل، وتبكير الحصاد (Soundy وآخرون ٢٠٠١أ).

وبالمقارنة .. فإن مجرد وجود البوتاسيوم فى بيئة مخلوط البيت موس مع الفيرميكيوليت بتركيز لا يقل عن ٢٤ جزءًا فى المليون (وزن/حجم) كان كافيًا لإمداد الشتلات بكل احتياجاتها من العنصر، حيث لم يؤثر تباين تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى بين صفر، و ٦٠ جزءًا فى المليون على أى من خصائص النمو فى الشتلة أو على محصول النباتات الناتجة منها (Soundy وآخرون ٢٠٠١ب).

الشتل

تشتل نباتات الخس على ريشتى (جانبى) خطوط بعرض ٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢ خطًا فى القصبتين) وعلى مسافة ٢٠ سم من بعضها البعض. تفرس الشتلات فى وجود الماء، مع مراعاة أن تكون القمة النامية فوق سطح التربة مباشرة. ويجب استبعاد الشتلات الكبيرة؛ لأنها تعطى نباتات صغيرة وضعيفة.

الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة

تفضل طريقة زراعة البذور فى الحقل الدائم مباشرة على طريقة الشتل، إلا أن نجاحها يتطلب مراعاة ما يلى:

١ — ألاّ تزرع إلا البذور العالية الحيوية فقط.

٢ — يفضل استعمال البذور المغلفة Pelleted Seeds فى الزراعة.

٣ — الرى بالرش قبل الزراعة؛ للتخلص من الأملاح التى قد تتواجد تحت خط الزراعة.

٤ — الرى بالرش مساء يوم الزراعة؛ بغرض خفض حرارة التربة؛ مما يساعد على الإنبات السريع والمتجانس، مع اتباع طريقة الرى السطحى بعد ذلك.

٥ — ضرورة استعمال مبيدات الحشائش السابقة للإنبات.

٦ — عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى، بغرض تجنب إجراء عملية الخف المكلفة.

٧ — معاملة البذور والبادرات الحديثة الإنبات بالمبيدات المناسبة، لحمايتها من الإصابات المرضية والحشرية.

وباستثناء الخس الورقى الذى يزرع بطريقة الشتل، فإن معظم المساحات المخصصة لإنتاج الخس فى الولايات المتحدة تزرع آليًا بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، علمًا بأن تلك المساحات تحصد آليًا كذلك.

ومن أهم متطلبات الحصاد الآلى للخس فى المزارع الكبيرة تجانس النمو النباتى لكى تصل النباتات إلى المرحلة المناسبة للحصاد فى وقت واحد؛ الأمر الذى يتطلب تجانس إنبات البذور منذ البداية، ولكن يقف عائقًا أمام تحقيق هذا الهدف خاصيتين لبذور الخس؛ هما: دخول البذور فى حالة سكون ثانوى إذا ما ارتفعت الحرارة — عند زراعتها — إلى ٣٠°م أو أعلى من ذلك، وضرورة تعرض بذور بعض الأصناف للضوء لكى تنبت. وسنتناول هذا الموضوع بالتفصيل تحت فسيولوجى الخس.

هذا .. وتزرع البذور فى الحقل مباشرة بطريقة البذار فى السوائل Fluid drilling، وفيها تستنبت البذور فى ظروف مثالية حتى يبزغ الجذير، ثم تخلط مع مادة جيلاتينية سائلة تتدفق من آلة الزراعة إلى العمق المناسب. ويتم التحكم فى مسافة الزراعة بتحديد عدد البذور فى حجم المادة الجيلاتينية الذى يتوزع على مسافة معينة من خط الزراعة (Bass ١٩٨٠). وتتميز هذه الطريقة بسرعة الإنبات وتجانسه، ولكن يعيبها عدم تجانس مسافة الزراعة (عن Ryder ١٩٩٩).

كذلك يمكن الزراعة مباشرة فى الحقل الدائم باستعمال البذور المغلفة (Roos & Moore ١٩٧٥). ويفيد تغليف البذور فى زيادة كفاءة الزراعة على المسافات المرغوبة، ويقلل من تكاليف الخف، وتقليل نسبة الجور الغائبة وخاصة فى الظروف غير المناسبة. وتتوفر عدة أنواع من أغلفة البذور، كما تزود الأغلفة بمركبات مختلفة تفيد فى مكافحة الذبول الطرى، وتزيد من سرعة الإنبات وقوة نمو البادرات حتى فى ظروف الحرارة العالية. ويعيب استعمال البذور المغلفة أنه يؤدى إلى تأخير الإنبات لنحو يوم أو يومين، إلا أنه يمكن تقصير هذه الفترة باستعمال أغلفة صغيرة، وتوفير رطوبة أرضية كافية حول البذور بعد الزراعة. ويلزم عند اتباع هذه الطريقة (فى كاليفورنيا) ١١٠ جم فقط من البذور (قبل تغليفها) لزراعة فدان (Ryder & Whitaker ١٩٨٠).

تزرع البذور المفردة — آليًا — على مسافة ٥–١٠ سم من بعضها البعض. وتكون كل البذور تقريبًا مغلفة بمواد مختلفة تجعلها كروية الشكل. ويتراوح عمق الزراعة بين الزراعة السطحية تقريبًا والزراعة حتى عمق ١,٢ سم، وتفضل الزراعة السطحية جدًا عندما تكون الحرارة عالية وقت الزراعة.

يفضل أن تكون زراعة البذور على مصاطب مرتفعة بنحو ٢٥ سم بهدف تحسين تهوية التربة وصرف الماء الزائد، وتقليل الإصابة بأمراض الجذور. تكون الزراعة على المصاطب فى خطوط تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٣٠ سم، مع توفير مسافة حوالى ٣٠ سم بين النباتات فى الخط بعد الخف. ويمكن أن تحتوى المصطبة التى يبلغ عرضها من أعلى ١٢٠ سم على ٤ خطوط من النباتات على المسافة المرغوبة مع ترك مسافة ١٥ سم عند كل من حافتى المصطبة.

يلى زراعة البذور مباشرة رش أحد مبيدات الحشائش المناسبة السابقة للإنبات فوق خطوط الزراعة إن لم تكن سبقت المعاملة بمبيدات الحشائش. ويلى ذلك — عادة — رى الحقل بالرش مرة واحدة يوميًا لعدة أيام إلى حين بزوغ البادرات. وفى الجو الحار يكون تشغيل الرشاشات فى نهاية اليوم لتبريد البذور والتربة لتحفيز بداية الإنبات خلال ساعات الليل الأبرد نسبيًا.

وبعد نحو ٣–٤ أسابيع من النمو تخف البادرات على المسافات المرغوبة، وهى

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 الرية 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 رفيعة، وضعيفة. وتخف النباتات على مسافة ٢٠–٢٥ سم. ويفضل أن يجرى الخف على مرحلتين: تكون الأولى منهما بعد ١٠–١٤ يومًا من الزراعة، وتترك فيها مجموعات من النباتات Clusters على المسافات المرغوبة، ويستعان فى إجرائها بفأس صغيرة، أو تتم آليًا. 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 ـد الشقوق، والتخلص من الأعشاب الضارة. ويجب أن

يكون العزيق سطحيًا، 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 – برونواميد Pronamide (أو كرب Kerb): يفيد في مكافحة نوعيات مختلفة من الحشائش، لكنها لا تتضمن حشائش العائلة المركبة. يضاف المبيد بعد الزراعة مباشرة مع ماء الرى بالرش. كما يجب تكرار الرى بالرش بعد ٧٢ ساعة أخرى. أما عند اتباع طريقة الرى السطحى .. 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 كثيرًا في مكافحة الرجلة، لكنه لا يصلح لمكافحة عديد من الحشائش العريضة الأوراق. يضاف المبيد بعد الزراعة مباشرة مع ماء الرى بالرش، على أن يصل الماء إلى عمق ٥–١٠ سم. كما يمكن إضافته – سطحيًا – إلى التربة قبل زراعة البذور (Univ. Calif. ١٩٨٧).

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

الرى

يعتبر الخس من الخضروات التى تحتاج إلى توفر الرطوبة الأرضية بانتظام، حتى يكون نمو النباتات مستمرًا دون توقف. ولكن يساعد تقليل الرى قليلاً بعد الشتل على تعمق جذور النباتات فى التربة، ويتم ذلك عمليًا بتأخير الرية الأولى بعد رية — المحاياة — وهى الرية الأولى بعد الشتل.

ويؤدى تعرض النباتات النامية لنقص فى الرطوبة الأرضية إلى توقف نموها، واكتساب أوراقها ملمسًا جلديًا ولونًا أخضر قاتمًا. 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 باحتراق 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. وأحيانًا — وخاصة عندما لا يكون الحقل مستويًا — يستمر الرى بطريقة الرش حتى الحصاد، إلاّ أن ذلك قد يؤدى إلى تفاقم المشاكل المرضية.

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

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

وقد تساوى محصول الخس عندما أجرى الرى بطريقة الرى السطحى عبر قنوات الخطوط مع الرى بالتنقيط تحت السطحى، ولكن الرى بالتنقيط السطحى أعطى محصولاً أقل. وقد كانت كميات مياه الرى المستعملة ٤٣٪، و ٧٤٪ عند اتباع طريقتى الرى بالتنقيط تحت السطحى والرى بالتنقيط السطحى – على التوالى – مقارنة بالرى بالغمر (Hanson وآخرون ١٩٩٧).

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

وعمومًا .. يفيد الرى تحت السطحى بالتنقيط فى خفض معدلات التسميد، وتقليل فقد الأسمدة بالرشح مقارنة بالرى بالرش. ففى إحدى الدراسات – على سبيل المثال – وفّر الرى تحت السطحى بالتنقيط ٨٦٪ من كمية المياه التى لزمت فى حالة الرى بالرش (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

التسميد

وسائل التعرف على حاجة النباتات إلى التسميد

أولاً: أعراض نقص العناصر:

١ – 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.

٢ – 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 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 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.

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 دورًا رئيسيًا فى ظهور العيب الفسيولوجى المعروف باسم احتراق أطراف الأوراق leaf tipburn.

٥ — 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.

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 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.

٨ — المنجنيز:

يؤدى نقص المنجنيز إلى ظهور لون أخضر مصفر يشمل كل أوراق النبات، على الرغم من عدم تأثر النمو كثيرًا. وفى حالات النقص الشديدة تصبح الأوراق المسنة صفراء اللون، ولكن تبقى العروق — حتى الصغيرة جدًا 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.

٩ — 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.

١٠ – النحاس:

تكون أوراق النباتات التى تعانى 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 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.

١٢ – 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 تدريجيًا 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، و ٤٨ مجم/لتر عند نقص الموليبدنم، بينما كان ١٢–١٤ مجم/لتر عند توفره.

ثانيًا: 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، و ٤٠٠٠ جزء فى المليون، و ٤٪ للعناصر الثلاثة — على التوالى — على توفرها للنبات بكميات كافية. وتستجيب النباتات للتسميد إذا كان تركيز العناصر فيما بين حدود النقص، والوفرة.

١ — 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٪، و ٣,٦٪ أعراضًا خفيفة ومتوسطة — على التوالى — لنقص النيتروجين فى النباتات المكتملة التكوين.

٢ — الفوسفور:

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

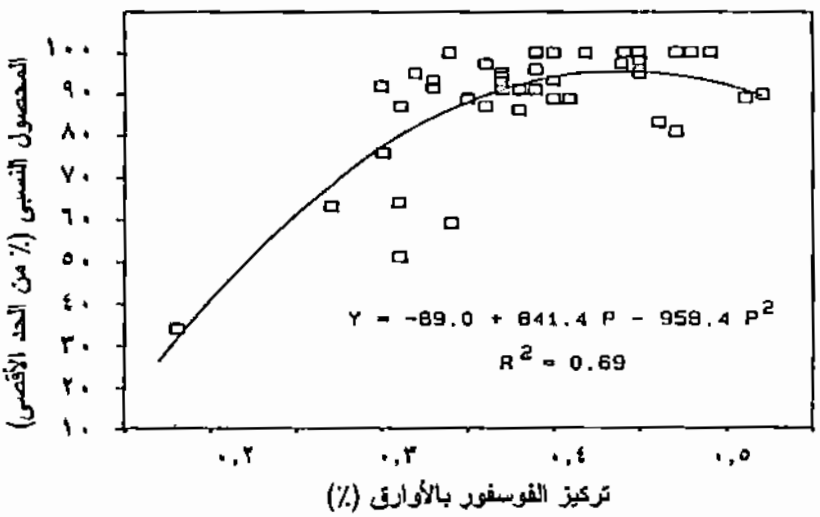
وتتراوح القيم المنشورة لمحتوى الفوسفور فى أوراق النباتات الجيدة النمو بين ٠,٣٤، و ٠,٧٤٪، بينما تكون أغلب القيم بين ٠,٤، و ٠,٦٪، وتكون القيم الأكبر فى النباتات الصغيرة العمر، وقد وصلت بعض التقديرات إلى ٠,٨٪ إلا أن ذلك ليس أمرًا شائعًا.

وقد اقترنت أعراض النقص الشديدة للفوسفور بتركيزات منخفضة من العنصر فى الأوراق تراوحت بين ٠,١، و ٠,٢٪. وفى إحدى الدراسات قدر المستوى الحرج للعنصر — الذى صاحبة نقص النمو النباتى بنسبة ١٠٪ — بنحو ٠,٠٧٨٪ فى أنصال الأوراق،

و ٠,٠٦٠٪ 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، و ٠,٩٪ (Claassens ١٩٩٤).



شكل (٢–١): العلاقة بين محصول الخس ومحتوى الأوراق من الفوسفور (Sanchez وآخرون ١٩٩٠)

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 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٪، و ١,٨٪. 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٪، 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 ٠,٠٥٪، و ٠,٢٪.

ويزداد تركيز المغنيسيوم فى الأوراق الخارجية لنبات الخس عما فى الأوراق الداخلية، حيث يتراوح فيهما — على التوالى — كما وجد فى إحدى الدراسات — بين ٠,٥٢٪، و ٠,٣٠٪. وتبعًا 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 ١٨°م على التوالى.

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

٦ – الحديد:

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

٧ – المنجنيز:

يتراوح محتوى المنجنيز فى الخس الذى تظهر عليه أعراض نقص العنصر بين ٦ أجزاء، و ١٤ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف.

وتظهر أحيانًا أعراض التسمم بالمنجنيز، وخاصة فى الزراعات المحمية التى تعقم فيها التربة – أو مخاليط الزراعة التى تدخل فيها التربة – بالبخار؛ ذلك لأن التعقيم بالبخار يمكن أن يؤدى إلى تيسر كميات كبيرة من المنجنيز غير الذائب. وتظهر أعراض التسمم على صورة تلون ذهبى يمتد على حواف جميع الأوراق. وتختلف أصناف الخس فى مدى حساسيتها لزيادة المنجنيز.

٨ – الزنك:

يتراوح المحتوى الطبيعى للزنك بين ٢٠، و ٥٠ 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.

٩ – النحاس:

يقدر المستوى الطبيعى للنحاس فى الخس بحوالى ٧ أجزاء فى المليون، ولكن المدى الطبيعى يتراوح بين ٣ أجزاء، و ١٧ 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 لتسويق بشدة.

١٠ – البورون:

يتراوح المحتوى الطبيعى للبورون فى النباتات بين ٣٠، و ٥٠ جزءًا فى المليون.

هذا بينما يقدر محتوى البورون فى النباتات التى تظهر عليها أعراض نقص العنصر بين ١٠، و ٢٥ جزءًا فى المليون.

١١ – 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).

ثالثًا: 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 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 التي تتعلق بتغذية العناصر الصغرى، ما يلي:

١ — الزنك:

يحدث رش نباتات الخس بالزنك المخلبي Zn-EDTA بتركيز ٢٤٠٠ جزءً ا في 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 في تكوين الرأس.

٢ — النحاس:

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

٣ — البورون:

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

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

٤ — الموليبدنم:

كان نمو الخس عاديًا ومنتظمًا عندما تراوح تركيز الموليبدنم في المحاليل المغذية بين

٠,٠٠١، و ١٠ 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.

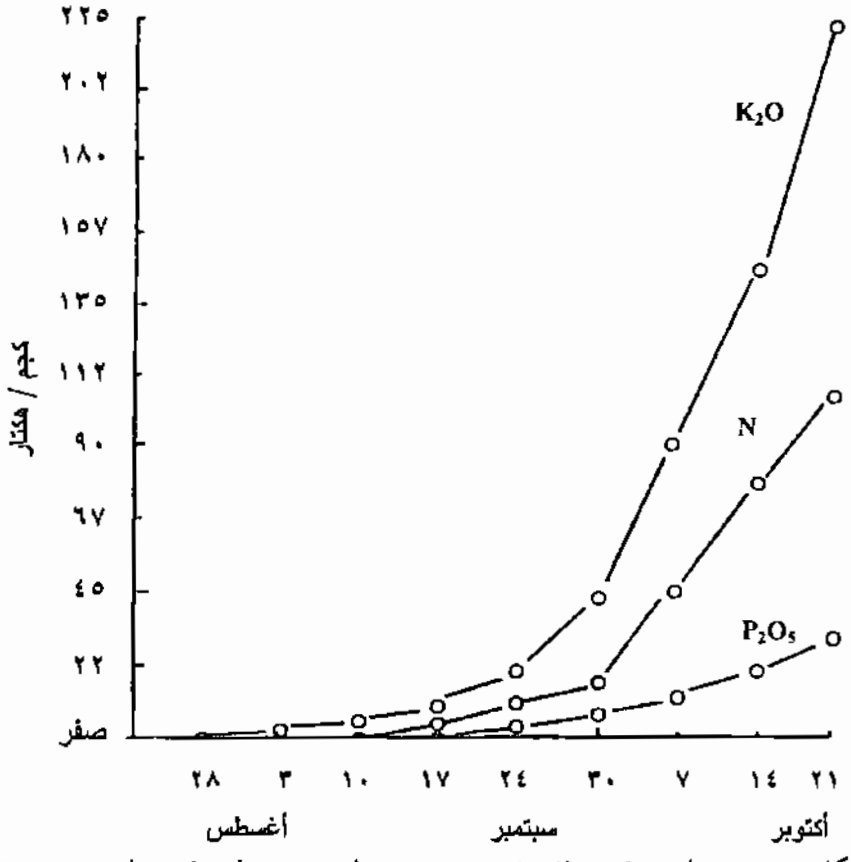
يقل الامتصاص الكلى للنيتروجين فى حقول الخس عن ١٣٦ كجم N للهكتار (٥٧ كجم N للفدان)، علمًا بأن معظم النمو النباتى يحدث قبل الحصاد بفترة وجيزة، وهى الفترة التى يُمتص فيها معظم النيتروجين كذلك. وتتراوح تقديرات كلاً القياسين (النمو النباتى وامتصاص النيتروجين كنسبة مئوية من النيتروجين الكلى المتص) بين ٧٠٪، و ٨٠٪ 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 يفقد بالرشح إلى أعماق تزيد عما يصل إليه نمو الجذور (عن Thompson & Doerge ١٩٩٥).

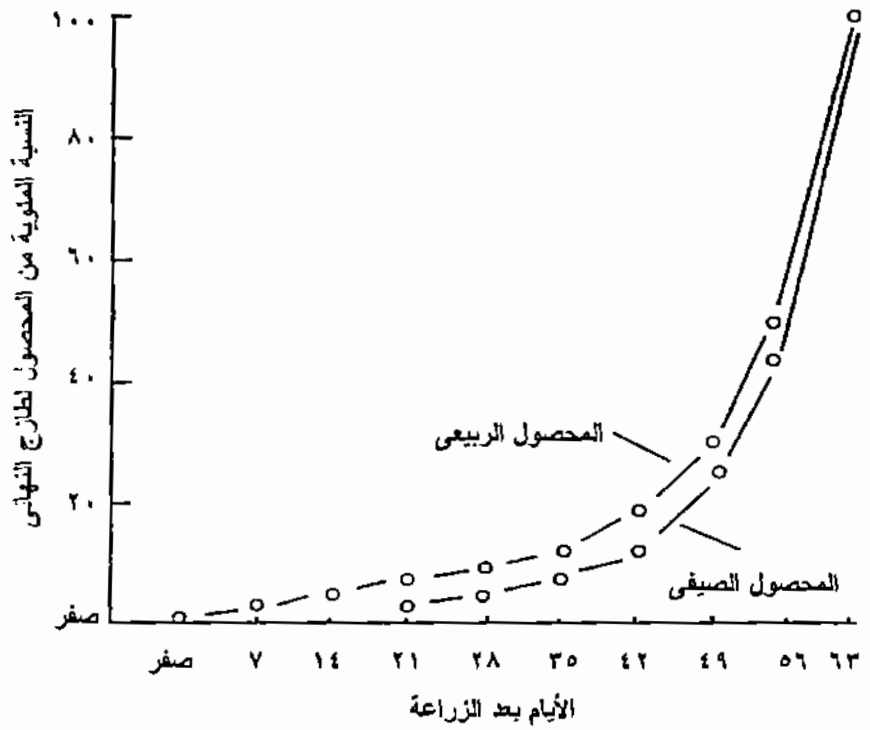
وقد تراوحت تقديرات الكمية المثلى للتسميد بالنيتروجين بين ١٠٠، و ١٥٠ كجم للهكتار (٤٢-٦١ كجم للفدان)، ومالايقل عن ٢٥٠ كجم للهكتار (١٠٥ كجم للفدان)، وذلك باختلاف الدراسات (عن Hartz وآخرين ٢٠٠٠).

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 المتقصفة 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 ٢-٢)، الأمر الذى يتوافق — كذلك — مع معدل النمو النباتى (شكل ٢-٣).



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



شكل (٢-٣) 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).

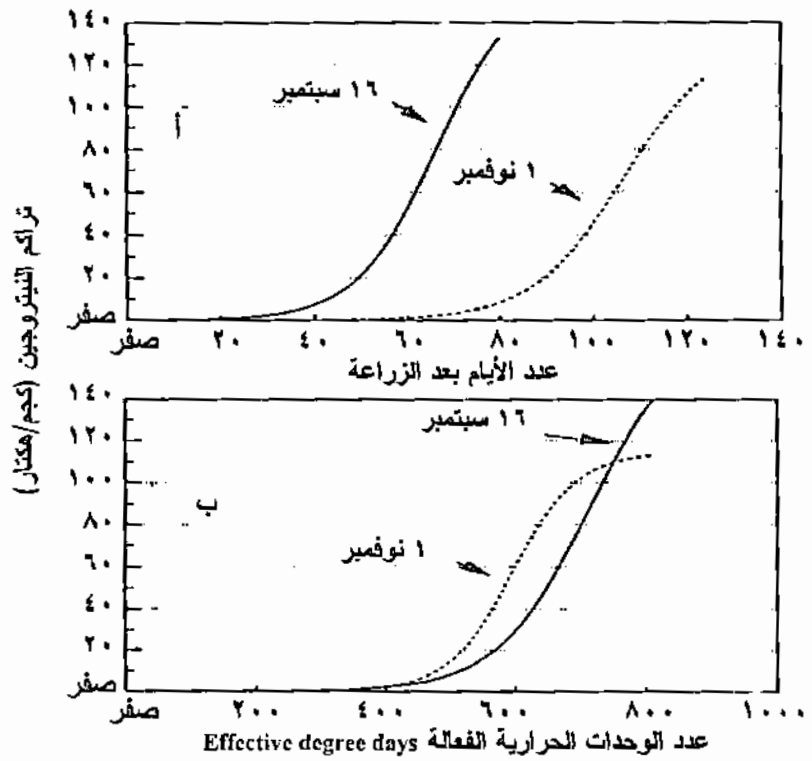
يفضل دائمًا إضافة النيتروجين بمعدلات تتناسب مع معدل امتصاص العنصر فى كل مرحلة من مراحل نمو النبات، وبغير ذلك فإن الكميات الزائدة عن حاجة النبات لن تمتص وتكون عرضة للفقد بسهولة.

وعلى الرغم من إمكان تحديد حاجة النبات من النيتروجين خلال مختلف مراحل نموه بالكيلوجرام للفدان بعد كل عدد معين من الأيام من الزراعة days after planting (اختصارًا DAP)، إلا أنه يفضل ربط الاحتياجات بعدد الساعات الحرارية أو بنظام يأخذ فى الحسبان كلا من الحرارة وشدة الإضاءة أو الفترة الضوئية، أو ما يعرف بمجموع الحرارة والإشعاع الشمسى summations of temperature and solar radiation الذى يعبر عنه بالمصطلح عدد الوحدات الحرارية الفعالة effective degree days (اختصارًا EDD). ويبين الشكل (٢-٤) 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، و ١٩٣ 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 كيلوباسكال) فإن ذلك أدى إلى نقص المحصول وضعف جودته، وزيادة كمية النيتروجين التى لم تمتص. كذلك ازداد الفاقد غير المتمص من النيتروجين بزيادة معدل التسميد الآزوتى (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

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 ٣١٩٣م٣/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٪، و ٢٣٪ من الكميات الإجمالية المضافة من النيتروجين فى عامى الدراسة على التوالى (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، ففى إحدى الدراسات لم يزداد 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 للإمتصاص 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).

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 البيئة 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:

أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تضاف كميات الأسمدة التالية قبل الزراعة لكل فدان من الخس: ١٥م^3 سمادًا بلديًا، و ١٠م٣ زرق دواجن، و ٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٤٥ كجم P_2O_5 (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًا)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ 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.

ثانيًا: 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)، 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 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 تدريجيًا 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 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 الرشة الأولى.

أغطية النباتات

يستفيد الخس من استعمال الأغطية الخفيفة غير المنسوجة – مثل غطاء الأجريل بى ١٧ Agryl P17 – التى توضع على النباتات مباشرة؛ فقد أدى استعمال هذا الغطاء إلى

رفع الرطوبة النسبية ليلاً ونهارًا، 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 الذى بلغ فيه الإشعاع الكلى والإشعاع النشط فى عملية البناء الضوئى تحت الغطاء ٨٥-٩٥٪ من الإشعاع الخارجى. وأدى استعمال الغطاء إلى تبكير الحصاد بنحو ١٠-١٢ يومًا، مع تحقيق زيادة قليلة فى المحصول (Mermier وآخرون ١٩٩٥).