٣ – فى حالة اتباع نظام الرى بالتنقيط :

يتم تشغيل شبكة الرى عدة ساعات فى اليوم السابق للزراعة ، ثم يروى الحقل بعد الزراعة. وإلى أن يتم إنبات الدرنات .. يكون الرى خفيفًا جدًا كلما دعت الضرورة ، مع عدم السماح بجفاف الطبقة السطحية من التربة أو زيادة رطوبتها بصفةٍ دائمةٍ . أما بعد الإنبات .. فإن معدل الرى يتراوح بين مرة كل يومين فى الجو البارد ومرة أو مرتين يوميًا فى الجو الحار. ويفضل أن تكون الرية الرئيسية –التى تضاف معها الأسمدة– فى الصباح الباكر، بينما تعطى الرية الثانية فى المساء، يتراوح معدل الرى عادة بين ٢٠م^{٣} – ٢٥م^{٣} للفدان يوميًا (فى الجو الحار) إلى نحو نصف هذه الكمية (فى الجو البارد). ويفضل أن يكون توزيع مياه الرى بين ريتى الصباح والمساء بنسبة ٢–١:٢,٥ على التوالى، على ألاّ تزيد مدة رية الصباح على ساعةٍ ونصف الساعة؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيدا عن منطقة الجذور .

التسميد

تعتبر البطاطس من محاصيل الخضر التى تسمد تسميدا غزيرًا ؛ لأنها تستجيب للتسميد، وتعطى عائدا اقتصاديًا مجزيا ، ولأنها من المحاصيل المجهدة للتربة. وتتطلب الأصناف المتأخرة كميات من الأسمدة أكبر من تلك التى تعطيها الأصناف المبكرة؛ نظرًا لزيادة فترة نموها وزيادة محصولها .

العناصر الضرورية للنبات وأهميتها

النيتروجين

يعتبر التسميد الآزوتى المعتدل ضروريًا للحصول على أفضل نموٍ وأعلى محصول. وتزداد الحاجة إلى التسميد الآزوتى المبكر فى الأصناف المبكرة عنه فى الأصناف المتأخرة لتشجيع النمو الخضرى فى الأصناف المبكرة قبل أن تبدأ فى تكوين الدرنات .

ويؤدى نقص النيتروجين إلى ضعف النمو الخضرى، وبهتان لون الأوراق، كما تصبح الأوراق متصلبةً وتتجه إلى أعلى، وتنضج النباتات مبكرًا ، ويكون محصولها منخفضًا (شكل ٦–٢ ، يوجد فى أخر الكتاب) .

وقد وجد Westermann وآخرون (١٩٩٤ب) أن محتوى النترات فى أعنـــاق الأوراق يرتبط إيجابيًا بالمحصول ، وسلبيًا بالكثافة النوعية للدرنات .

هذا ... بينما يؤدى الإفراط فى التسميد الآزوتى إلى ما يلى :

١ - تأخير النضج .

٢ - زيادة حساسية الدرنات للتسلخ وللأضرار الميكانيكية عند الحصاد.

٣ - زيادة نسبة النشا فى الدرنات، ونقص كثافتها النوعية، ونقص المحصول .

وتعتبر البطاطس حساسة للتركيزات العالية من الأمـــونيوم والنيتريت nitrite ؛ ولذا .. لا يجوز التسميد بكميات كبيرة من اليوريا ، أو إضافتها نثرا على سطح التربة.

الفسفور

يعمل الفوسفور على تشجيع نمو الجذور، وإسراع النضج . ويزيد معدل امتصاصـــه خلال المراحل المبكرة للنمو الخضرى . ويعتبر التسميد الفوســفاتى المعتـدل ضروريًـا للحصول على نموٍ جيدٍ ، ومحصولٍ جيد .

ومن أبرز أعراض نقص الفوسفور التفاف أعناق الأوراق، والوريقات وحوافها إلـــى أعلى، وصغر حجم الوريقات ، مع اكتسابها لونًا داكنًا عن اللون الأخضر العادى، وصلابة النبات بصورةٍ عامةٍ . كذلك قد تظهر بقع صدئة متناثرة داخلية فى درنات النباتات التـــى تعانى من نقص العنصر (Houghland ١٩٦٤) . وقـــد وجـد McArthur & Knowles (١٩٩٣) أن نمو البطاطس فى وجود تركيزات منخفضة من الفســـفور – صفـر أو ٠,٥ ملى مولارا – أدى إلى ظهور أعراض نقص العنصر بعد ٢٨ ، و ٨٤ يوما من الزراعـــة فى المستويين – على التوالى – مقارنة بالنباتات التى نمت فى وجود تركيز عـــالٍ (٢,٥ ملى مولارا) من العنصر . كما أدى التسميد بالمعدلات المنخفضة من العنصر إلى نقـــص معدل النمو النسبى للنباتات، مع نقص وزنها الجاف – بعد ٨٤ يوما من الزراعة – بنسبة ٦٥/ و ٤٥/ ، ونقص محتواها الكلى من الفسفور بنسبة ٧٦/ و ٥٥/ فى المســـتويين المنخفضين – على التوالى – مقارنةً بالمستوى المرتفع.

هذا .. إلا أن المغالاة فى التسميد بالفسفور تؤدى إلى ما يلى :

١ - ظهور أعراض نقص الزنك : يحدث ذلك عند زيادة نسبة الفسفور إلى الزنك فى

النبات عن ١:٤٠٠ . وتعالج هذه الحالة بالتسميد بسلفات الزنك بمعدل ١٥ كجم للفدان .

٢ - نقص الكثافة النوعية للدرنات عندما تكون الزيادة فى معدلات التسميد الفوسفاتى أكبر بكثير مما ينبغى .

البوتاسيوم

يعتبر التسميد البوتاسى المعتدل - كذلك - ضروريًا للنمو الجيد؛ فهو عنصر ضرورى لزيادة حجم الدرنات . وتختلف الأصناف فى حساسيتها لنقص البوتاسيوم، وأكثرها حساسية الأصناف المبكرة والسريعة النمو.

ومن أهم مظاهر نقص البوتاسيوم بطء نمو النباتات التى تبدو مندمجةً، كما تبدو الأوراق أقل حجما لأن وريقاتها تكون أكثر قربا من بعضها البعض عما فى النباتات التى لا تعانى من نقص العنصر. كذلك تشكل الوريقات زوايا حادةً مع عنق الورقة المركبة، وتصبح مجعدةً، وتلتف إلى أسفل. وفى البداية يكون لون النمو الخضرى أخضر قاتما ، ولكن سريعًا ما تبدأ الأوراق السفلى للنبات فى الاصفرار وتكتسب لونًا برونزيًا ، مع بداية التغير من قمة وحواف الوريقات، وتقدمه تدريجيًا نحو الداخل، إلى أن تتأثر الورقة كلها وتموت فى نهاية الأمر. ومع استمرار نقص العنصر يتقدم ظهور الأعراض باتجاه الأوراق العليا للنبات، التى تبقى مجموعة منها غالبا خضراء عادية المظهر فى قمة النبات، إلى أن يموت النبات كله (شكل ٦-٣ يوجد فى آخر الكتاب).

ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص البوتاسيوم ظهور بقع متناثرة متغيرة اللون على السيقان وأعناق الأوراق ، وقصر السيقان الأرضية stolons ، وضعف النمو الجذرى والدرنى (Houghland ١٩٦٤) .

هذا ... إلا أن المغالاة فى التسميد البوتاسى تؤدى إلى ما يلى :

١ - زيادة امتصاص عنصر البوتاسيوم ، ويكون ذلك على حساب امتصاص عنصرى الكالسيوم والمغنسيوم ؛ مما يؤدى إلى نقص المحصول.

٢ - نقص نسبة المادة الجافة فى الدرنات، ونقص كثافتها النوعية. وقد لوحظ ازدياد معدل النقص فى الكثافة النوعية ؛ بزيادة معدلات التسميد بكلوريد البوتاسيوم عما هو فى حالة زيادة معدلات التسميد بكبريتات البوتاسيوم (Burton ١٩٨٤ ،

و Smith ١٩٦٨). وقد تأكد أن زيادة امتصاص النبات لعنصر الكلور تؤدى إلى نقص المحصول ، ونقص الكثافة النوعية للدرنات، ونقص نسبة المادة الجافة فيها. وتكون هذه التأثيرات واضحةً عند زيادة نسبة أيون الكلور فى أنسجة النبات عن ٥٠٠ جزء فى المليون .

الكالسيوم

من أبرز مظاهر نقص الكالسيوم اصفرار حواف الوريقات الصغيرة فى القمة النامية للنبات، ثم موت هذه الحواف ؛ الأمر الذى يؤدى إما إلى نموها إلى وريقات غير طبيعية ، وإما إلى موت الوريقات ، ثم موت القمة النامية للنبات . وتظهر الأعراض ذاتها على النموات الجانبية التى تتكون -عادةً- عند موت القمة النامية للنبات . كذلك تظهر بقع ميتة فى مركز الدرنات ، وخاصةً عند طرفها المتصل بالنبات. وإذا حدث تعرض النبات لنقص العنصر فى نهاية الموسم، فإن أعراض الدرنات قد تظهر، بينما تبدو النموات الخضرية طبيعية المظهر؛ ولذا .. يجب أن يستمر إمداد النبات بالكالسيوم ما استمر فى تكوين أنسجةٍ جديدة .

ويؤدى توافر عنصر الكالسيوم إلى زيادة مقاومة درنات البطاطس للبكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* المسببة لمرض العفن الطرى. كما يقلل الكالسيوم من إصابة الدرنات بعديدٍ من العيوب الفسيولوجية؛ مثل التبقع البنى الداخلى، والقلب الأجوف، والنخاع البنى. هذا فضلاً على تحسين الكالسيوم لجودة الدرنات وصلاحيتها للتخزين (عن Palta ١٩٩٦) .

المغنيسيوم

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم على الأوراق السفلى أولاً، ثم تتجه تدريجيًّا نحو الأوراق العليا . وفى بداية الأمر يختفى اللون الأخضر بين العروق فى قمة الوريقات، وخاصةً الوريقات الطرفية للأوراق السفلى – ثم تمتد الأعراض نحو مركز الوريقات التى تصبح صفراء كليةً – تقريبًا – بين العروق ، ثم تظهر بها مساحات صغيرة ميتة بنية اللون على امتداد العروق، وقد تصبح المساحات بين العروق بيضاء اللون، وترتفع قليلاً إلى أعلى، بينما تنحنى حواف الوريقات وقمتها إلى أسفل. وتكون الأوراق المتأثرة بهذه الأعراض متصلبة وسهلة التقصف؛ الأمر الذى يميزها عن الأوراق التى تكون صفراء

اللون طبيعيًا ؛ بسبب شيخوختها (Houghland ١٩٦٤) (شكل ٦-٤، يوجد فى أخر الكتاب).

الكبريت

نادرا ما تظهر أعراض نقص الكبريت على نباتات البطاطس تحت ظروف الحقل؛ نظرا لاحتواء معظم الأسمدة على العنصر فى صورة كبريتات. وعموما .. فإن أعراض نقص العنصر - إن ظهرت - تكون فى صورة اصفرار بالأوراق، وتخشب بالسيقان، وضعف فى النمو الجذرى .

الحديد

من أبرز أعراض نقص الحديد ظهور اصفرار خفيف بين العروق فى الأوراق الحديثة؛ ينتشر سريعا ليشمل كل سطح الورقة. ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون الورقة إلى الأصفر الشاحب، ثم إلى الأبيض .

الزنك

يؤدى نقص عنصر الزنك إلى تقزم نباتات البطاطس ، مع التفاف الأوراق الحديثة إلى أعلى واصفرارها ، ويعقب ذلك ظهور مساحات بنية ضاربة إلى الرمادى، أو بنية اللون على الأوراق الوسطية للنبات، ولا تلبث هذه المساحات أن تموت وتتحلل، ثم تظهر الأعراض ذاتها على الأوراق الأخرى بالنبات. كذلك قد تظهر البقع البنية اللون على السيقان وأعناق الأوراق .

المنجنيز

تظهر أعراض نقص المنجنيز على صورة اصفرار بين العروق فى الأوراق العليا للنبات.

البورون

تموت القمم النامية لسيقان نباتات البطاطس التى تعانى نقص عنصر البورن؛ مما يؤدى إلى نشاط نمو البراعم الإبطية. ومن الأعراض الأخرى لنقص العنصر قصر السلاميات، وزيادة سمك الأوراق، والتفافها إلى أعلى، مع اكتساب الأوراق الحديثة لونا أخضر شاحبًا ، واصفرار النمو الخضرى بصورة عامة. وإذا فحصت جذور هذه النباتات، فإنها تبدو قصيرة ومتقزمة .

وفى الحالات الشديدة لنقص البورن يصاحب اختفاء اللون الأخضر من الأوراق ظهور لون قرمزى ، كما تموت قمم الوريقات وحوافها .

وتلاحظ الأعراض الداخلية لنقص البورن عند القمم النامية لكلٍ من الجذور والسيقان؛ حيث يظهر تلون بنى ينتج عن انهيار الخلايا فى تلك المناطق، يتبعه موت القمة الناميـــة، ثم تظهر أعراض مماثلة لتلك فى البراعم الإبطية، وفى الأنسجة الداخلية للفروع الجانبية .

أما الدرنات ، فإنها تكون فى النباتات التى تعانى من نقص البورون أصغر من حجمها الطبيعى، وتتمزق مساحات من سطحها، ويظهر تلون بنى تحت الجلد، وخاصة فى طـــرف الدرنة المتصل بالنبات. كما يظهر تلون بنى فى النسيج الوعائى يكون شديدًا بالقرب مـــن الطرف المتصل بالساق، وتقل حدته تدريجيًا فى اتجاه الطرف الآخر للدرنة .

ويمكن أن تظهر مشاكل من التسمم بالبورون عند زيادة كمية الأسمدة المضافة، أو عدم تجانس توزيعها فى الحقل. ومن أعراض ذلك موت النموات الجديدة بعد فترة قصيرة مـــن الإنبات، وفشل الجذور فى التكويـــن ، وضعف مظهر النبات ، واصفرار حواف الوريقـــات أو اكتسابها لونا أبيض، و نقص المحصول (Houghland ١٩٦٤).

ولمزيد من التفاصيل عن أهمية البورون وأعراض نقصه .. يراجع Gupta (١٩٧٩).

احتياجات البطاطس من العناصر السمادية

النيتروجين

على الرغم من أن النبات يحتاج إلى عنصر النيتروجين خلال جميع مراحل نموه، فإن حاجته إلى العنصر تزداد – بصورة خاصة – فى مرحلة النمو الخضرى الســـريع ، التـــى تستمر لمدة حوالى شهر بعد أن يصل ارتفاع النبات إلى حوالى ١٥–٢٠ سم، ويكون ذلك – عادة – خلال الشهر الثانى بعد الزراعة .

وبينما يصل تركيز النيتروجين فى الدرنات إلى أعلى مستوى له فى المراحل الأولـــى لتكوينها، وينخفض تدريجيًا حتى عمر ٥٦–٧٠ يومًا من الإنبات، ثم يرتفع قليلاً بعد ذلك، فإن حاجة الدرنات من العنصر تزداد تدريجيًا خلال جميع مراحل تكوينها، بينما تبلغ حاجـــة النموات الخضرية من العنصر إلى أقصاها بعد ٥٦ يومًا من الإنبـــات (Mazur & Voitas ١٩٩٢) .

وتقدر الكمية الإجمالية من النتيروجين التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية (النموات

الهوائية، والجذور، والدرنات) لمحصول جيد من البطاطس بحوالى ١٥٠-٢٠٠ كجم/هكتار (٦٢-٨٣ كجم/فدان). وطبيعى أن يمثل ذلك المدى الحد الأدنى لكمية النيتروجين التى يجب أن تتيسر فى منطقة نمو جذور البطاطس .

الفسفور

كما هى الحال مع النيتروجين، فإن نبات البطاطس يحتاج إلى الفسفور فى جميع مراحل نموه، إلا أن حاجته إلى العنصر تزداد -خاصةً- فى مراحل النمو الخضرى السريع خلال الشهر الثانى بعد الزراعة. وتقدر الكمية الإجمالية من P_2O_5 التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية فى محصول جيد من البطاطس بنحو ٤٥ كجم/هكتار (حوالى ٢٠كجم/فدان). ونظرا لأن الفسفور يثبت بمعدلات عالية فى الأراضى القلوية، فإن هذا الأمر يجب أن يؤخذ فى الحسبان عند وضع برنامج التسميد الفوسفاتى .

البوتاسيوم

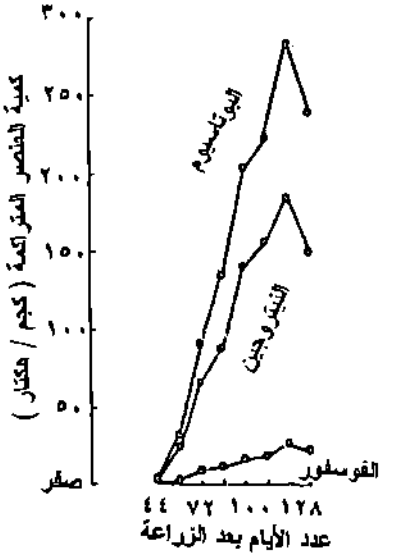
تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية للبطاطس نحو ٣٠٠ كجم من البوتاسيوم (فى صورة K_2O) للهكتار (حوالى ١٢٥ كجم K_2O للفدان) .

هذا .. ويوضح شكل (٦-٥) الزيادة فى الكمية الممتصة من عناصر النيتروجين، والفسفور، والبوتاسيوم مع النمو. ويتضح من الشكل أن الكميات التى يمتصها النبات من عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم تزيد كثيرًا عما يمتصه من عنصر الفوسفور، كما أن الدرنات تصبح المخزن الرئيسى لما يقوم النبات بامتصاصه من هذه العناصر بعد ١٤ يوما من بداية تكوينها (Harris ١٩٧٨) .

الكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والكبريت

يبين شكل (٦-٦) الكميات الكلية التى يمتصها نبات البطاطس من عناصر الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت أثناء موسم النمو، والكمية الفعلية التى تصل إلى الدرنات من هذه العناصر. ويتضح من الشكل أن الكمية الكلية المتراكمة من الكالسيوم الممتص تبلغ ضعف كمية المغنيسيوم، وأربعة أضعاف كمية الكبريت، إلا أن ٦٪ فقط من كمية الكالسيوم الممتصة تذهب إلى الدرنات، بالمقارنة بنحو ٤١٪، و٥٥٪ من كميات المغنيسيوم والكبريت الممتصة على التوالى. وعموما .. فإن نسبة ما يصل إلى الدرنات من هذه العناصر أقل بكثير مما يصل إلى الدرنات من الكميات التى يمتصها النبات من عناصر

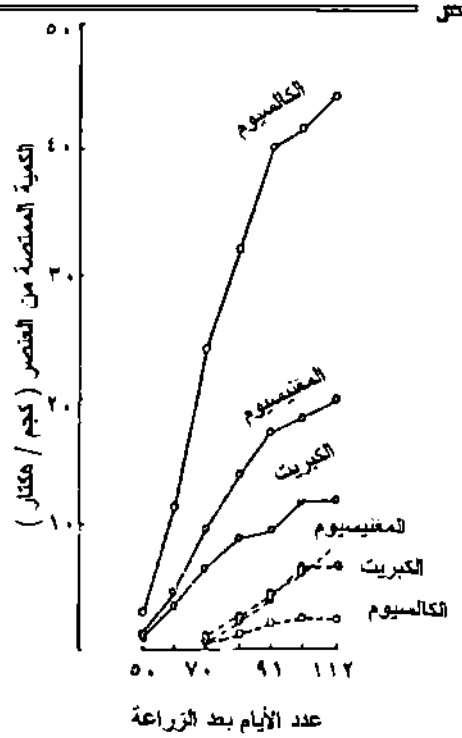
النيتروجين ، والفسفور، والبوتاسيوم. ويوضح شكل (٦-٧) التغيرات فى الكميات الممتصة من عناصر الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت كنسبة مئوية من المادة الجافة فى كل من الدرنات ، والنموات الخضرية (الأوراق + السيقان) أثناء موسم النمو .



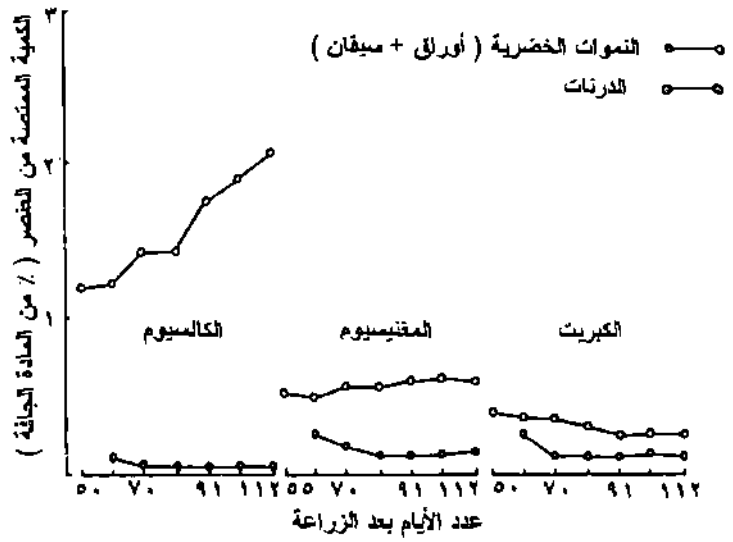
شكل (٦-٥) : الزيادة فى الكمية الكلية الممتصة من عناصر النيتروجين، والفسفور، والبوتاسيوم مع النمو.

كميات العناصر التى تزيلها البطاطس من التربة

نظرًا لأن كميات العناصر التى تصل إلى الدرنات تزال نهائيًا من الحقل مع المحصول، بينما يعود إلى التربة ما يكون قد استقر فى بقية الأجزاء النباتية من عناصر ممتصة؛ لذا فإن معرفة كمية العناصر التى تذهب إلى الدرنات يفيد فى التخطيط للبرنامج التسميدى لكلٍ من البطاطس والمحاصيل التى تليها فى الدورة. ويبين ذلك فى جدول (٦-٣) لكل طنٍ من محصول الدرنات، إلا أن هذه القيم تتأثر كثيرًا بكمية المحصول، وبالعوامل التى تؤثر على المحصول . فمثلاً .. يتضح من جدول (٦-٤) أن زيادة التسميد الآزوتى تصاحبها زيادة كبيرة فى المحصول، كما تزيد كمية النيتروجين التى تصل إلى كل طنٍ من الدرنات الطازجة، إلا أن الكميات المناظرة من عنصرى الفسفور والبوتاسيوم تتناقص مع زيادة التسميد الآزوتى .



شكل (٦-٦) : الكميات الكلية ( )، والكميات التى تصل إلى الدرنات ( ) من عناصر الكالسيوم، والمغنسيوم، والكبريت أثناء موسم النمو.



شكل (٦-٧) : التغيرات فى الكميات الممتصة من عناصر الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت كنسبة مئوية من المادة الجافة فى كل من الدرنات والنموات الخضرية (الأوراق + السيقان).

جدول (٦-٣) : كميات العناصر التى توجد بكل طن من الدرنات الطازجة

العنصر	كميته	
النيتروجين	٢,٣٦ – ٢,٦٨	كيلو جرام
الفسفور	٠,٥٣ – ٠,٦٢	كيلو جرام
البوتاسيوم	٣,٩٣ – ٤,٦٧	كيلو جرام
الكالسيوم	٧٠ – ٢٠٠	جرام
المغنسيوم	١٣٠ – ٢٢٠	جرام
الكبريت	٢١٠ – ٤٨٠	جرام
الزنك	١,٨ – ٥,٠	جرام
النحاس	١,٤ – ٢,٢	جرام
المنجنيز	١,٣ – ٢,١	جرام
الحديد	٤,٢	جرام
البورون	٦٢٠	ملليجرام
المولبيدنم	٣٧	ملليجرام
الصوديوم	٢٣٠	جرام

جدول (٦-٤) : تأثير التسميد الآزوتى على كميات النيتروجين ، والفسفور، والبوتاسيوم التى تصل إلى كل طن من الدرنات الطازجة.

معاملة التسميد الآزوتى (كجم نيتروجين/هكتار)	محصول الدرنات (طن/هكتار)	كميات العناصر (كجم/طن من الدرنات الطازجة)		
		نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم
صفر	١١,٩٥	٢,٨١	٠,٥٠	٥,٤١
٩٤	١٩,٥٧	٣,٢٦	٠,٤٦	٥,٢٤
١٨٨	٢٢,٧٤	٣,٥٧	٠,٤٥	٤,٧٣

تحليل التربة

يفيد تحليل التربة فى تعرُّف مدى حاجة النباتات إلى التسميد، وفى تحديد مدى استجابتها له؛ فالبطاطس لاتستجيب للتسميد الفوسفاتى إذا زاد مستوى الفوسفور الذائب فى التربة على ٨٠ جزءاً فى المليون، وتكون الاستجابة ضعيفة إذا تراوح مستوى الفوسفور فى التربة بين ٤٠ جزءاً و ٨٠ جزءاً فى المليون ، لكن الاستجابة تكون مؤكدة عندما ينخفض مستوى الفوسفور فى التربة عن ٤٠ جزءاً فى المليون .

ولا تستجيب البطاطس للتسميد البوتاسى إذا زاد مستوى البوتاسيوم الذائب فى التربة على ٢٠٠ جزء فى المليون، وتكون الاستجابة ضعيفةً إذا تراوح مستوى البوتاسيوم الذائب بين ١٥٠ جزءا و٢٠٠ جزء فى المليون، ومتوسطة فى مستوى بوتاسيوم من

١٠٠-١٥٠ جزء فى المليون، وتكون الاستجابة مؤكدة عندما ينخفض مستوى البوتاسيوم الذائب فى التربة عن ١٠٠ جزء فى المليون.

هذا .. وتبلغ نسبة الفوسفور فى الأراضى المصرية التى تزرع فيها البطاطس من ٠,٢ - ٠,٥٪، كما تبلغ نسبة البوتاسيوم من ٠,٥-١,٥٪، إلا أن الجزء الميسر للامتصاص من أى منهما أقل من ذلك بكثير .

تحليل النبات

الأجزاء النباتية المستخدمة فى التحليل

يفيد تحليل النبات فى تحديد مدى حاجته إلى التسميد. ويعتبر التحليل المبكر أكثر فائدة فى هذا الشأن . وتعد أعناق الأوراق والسيقان أكثر الأجزاء النباتية حساسيةً لمستوى التسميد. ويعد عنق الورقة الرابعة من القمة النامية للنبات هو أفضل دليل على مستوى العنصر فى النبات. وأحسن وقت لإجراء التحليل هو عند تكوين الدرنات، ففى هذه المرحلة تستجيب النباتات للتسميد إذا كان مستوى العناصر فيها أقل من الحدود الموصى بها .

وكما أسلفنا .. يستخدم فى التحليل عنق الورقة الرابعة من القمة النامية ؛ الأمر الذى يتحتم معه اختيار الورقة بدقة . ولتجنب هذه المشكلة قارن Westermann وآخرون (١٩٩٤أ) نتائج تحليل الجزء العلوى من الساق بتحليل عنق الورقة الرابعة من القمة النامية تحت ظروف نقص وتوفر مختلف العناصر الضرورية للنبات. وقد حصلوا على الجزء العلوى من الساق بقطع النبات أسفل الورقة السادسة، ثم قطع جميع الأوراق والميرستيم القمى . وقد أوضحت النتائج تماثل نتيجة التحليل بالنسبة لعناصر النيتروجين النتراتى والفوسفور والبوتاسيوم ، بينما كان تركيز الزنك أعلى بنسبة ٤٠٪ فى الجزء العلوى من الساق، وتركيز الكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والمنجنيز أقل فى الجزء العلوى من الساق مقارنةً بتركيزها فى عنق الورقة الرابعة .

وللحد من التباينات فى نتائج تحليل العصير الخلوى لعنق الورقة .. يوصى Vitosh & Silva (١٩٩٦) أن يكون جمع عينات الأوراق لأجل تحليلها بين العاشرة صباحًا والثانية عشرة ظهرًا .

المستويات العامة للعناصر الضرورية فى أوراق البطاطس

يقدر المستوى المناسب لمحتوى أوراق البطاطس - التى أكملت نموها حديثًا - من

مختلف العناصر الضرورية للنبات – فى بداية مرحلة الإزهار – للحصول علـــى أعلـى محصول ، كما يلى :

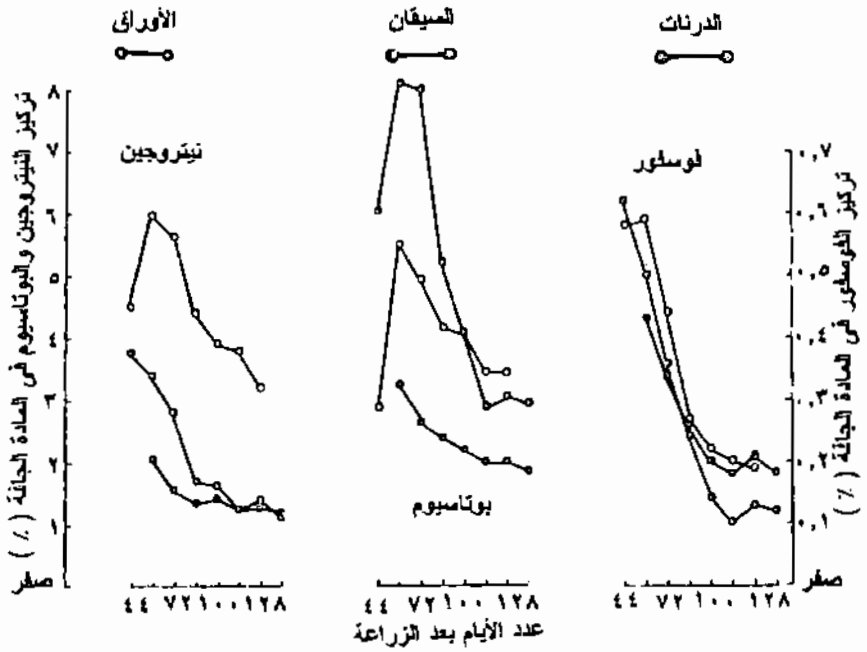
العنصر	التركيز (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف)
النيتروجين	٥٠٠٠-٦٥٠٠
الفوسفور	٣٥٠-٦٠٠
البوتاسيوم	٥٠٠٠-٦٥٠٠
الكالسيوم	٦٠٠-٢٠٠٠
المغنيسيوم	٢٥٠-٨٠٠
الحديد	٧٠-١٥٠
الزنك	٢٠-٨٠
النحاس	٧-١٥
المنجنيز	٤٠-٢٠٠
البورون	٢٥-٧٠
الموليبدنم	٠,٢-٠,٥

مستويات العناصر الكبرى فى مختلف الأعضاء النباتية والمراحل العمرية

يوضح شكل (٦-٨) التغيرات فى تركيز عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاســيوم فى المادة الجافة للنبات باختلاف عمره، وباختلاف الجزء النباتى . ويلاحـــظ أن تركـيز النيتروجين يكون دائمًا فى الأوراق أعلى مما فى السيقان أو الدرنات ؛ ويصل إلى أعلـى مستوى له (وهو ٦٪ من المادة الجافة) فى المراحل المبكرة من النمو النبـاتى. ويصـل أعلى تركيز للبوتاسيوم وهو ٨٪ من المادة الجافة فى السيقان فى بداية موسم النمو . أما تركيز الفوسفور، فلا يتعدى ٠,٦٪، ولا يختلف كثيرًا فى السيقان عنه فى الدرنات أو فـى الأوراق. ويقل تركيز جميع العناصر فى المادة الجافة مع تقدم النبات فى العمر .

هذا .. إلا أن دراسات Maier وآخرون (١٩٩٤ب) أوضحت وجود تفـاعلات بيـن مستويات التسميد بكلٍ من النيتروجين، والفوسفور ، والبوتاسيوم تؤثر على نتائج تحليل هذه العناصر فى أعناق الأوراق المكتملة النمو، وكذلـك وجـود ارتبـاط سـالب بيـن

النيتروجين النتراتى والكلوريد ؛ الأمر الذى يستلزم الحذر فى تفسير نتائج تحليل هذه العناصر فى أعناق الأوراق فى بداية موسم النمو .



شكل (٦-٨) : التغيرات فى تركيز عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى المادة الجافة للنبات باختلاف عمره ؛ وباختلاف الجزء النباتى .

ويعطى Walworth & Munize (١٩٩٣) مزيدًا من التفاصيل عن مستويات النقص والكفاية والسمية بجميع العناصر الضرورية فى مختلف المراحل العمرية لنبات البطاطس، وفى مختلف الأجزاء النباتية .

النيتروجين

ينخفض مستوى النترات – تدريجيًّا – مع تقدم النبات فى العمر؛ فقد يصل المستوى إلى ١٤٠٠٠ جزء فى المليون فى بداية النمو ، ثم ينخفض تدريجيًّا فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد . هذا .. وتكون العلاقة بين مستوى النيتروجين فى أعناق الأوراق والمحصول الكلى أقوى ما يمكن فى مرحلة الإزهار (عند وضع الدرنات)، وتتقدم هذه العلاقة تدريجيًّا مع تقدم النباتات فى العمر، لدرجة أن النيتروجين النتراتى قد يختفى كلية فى نهاية موسم النمو، دون أن تكون لذلك أية علاقةٍ بالمحصول.

جدول (٦-٥) : مستوى النيتروجين فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

مستوى التسميد	تركيز النيتروجين فى مراحل النمو المختلفة (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف)			المحصول المتوقع
	بداية النمو	مرحلة الإزهار	قرب الحصاد	
منخفض	٨٠٠٠	٦٠٠٠	٣٠٠٠	منخفض
جيد	١٢٠٠٠	٩٠٠٠	٥٠٠٠	مرتفع

ويستفاد من اختبار مستوى النترات فى أعناق الأوراق فى تحديد تركيز النيتروجين فى الأوراق على أساس الوزن الجاف؛ حيث إن الارتباط كبير بين الصفتين . ويستخدم لذلك جهاز محمول (pH/ISE meter) مزود بقطب كهربائى خاص بأيون النترات. ويخفف العصير الخلوى بمحلول من ٠,٠٧٥ مولارا من كبريتات الألومنيوم (١٨ جزئ ماء تبلور)، و ٠,٠٢ مولارا من حامض بوريك (Vitosh & Silva ١٩٩٤) .

ويوجد شبه إجماع بين الباحثين على ارتباط مستوى النترات فى أعناق الأوراق بمحتوى الأوراق من النيتروجين، وأن التركيز ينخفض فى كلا التحليلين مع تقدم النبات فى العمر . ومن مزايا اختبار أعناق الأوراق إمكان تخزينها على الثلج لمدة ١٦ ساعة ، أو تجميدها لمدة ٢٤ ساعة دون أن تتأثر بذلك نتيجة الاختبار (Hochmuth ١٩٩٤).

وفى إحدى الدراسات التى كان الارتباط فيها عاليًا (r^2 = ٠,٩٢٥) بين نتيجة اختبار النترات فى أعناق الأوراق، وتحليل النيتروجين ذاته فى الأوراق ، اقترح الباحثون معادلة ارتداد بتحويل نتيجة اختبار النترات فى أعناق الأوراق إلى نسبة مئوية للنيتروجين على أساس الوزن الجاف (عن Kubota وآخرين ١٩٩٦) .

وتوضح نتائج دراسات Vitosh & Silva (١٩٩٦) أن مستوى النترات فى العصير الخلوى لعنق الورقة الرابعة من القمة النامية ارتبط بشدة بمستوى التسميد الآزوتى، ومستوى النيتروجين فى التربة. وعلى الرغم من أن تحليل النيتروجين فى أعناق الأوراق بلغ أعلى مستوى له فى بداية موسم النمو، ثم انخفض تدريجيًا مع تقدم النبات فى العمر .. إلا أنه أمكن تأجيل هذا الانخفاض بعمل إضافات جديدة من النيتروجين خلال موسم النمو .

وعلى الرغم من ذلك ، فقد توصل آخرون إلى أن اختبار مستوى النترات فى أعناق أوراق البطاطس لم يكن مجديا فى تحديد الاحتياجات السمادية للمحصول ؛ نظرا لعدم

التوصل إلى علاقة ثابتة بين نتيجة هذا الاختبار ، ومعدل امتصاص النبات للنيتروجين (MacKerron وآخرون ١٩٩٥) .

ويذكر Minotti واخرون (١٩٩٤) أنه يمكن الاستفادة من قراءات الكلوروفيل تحت ظروف الحقل (استعمل الباحثون جهاز Minolta SPAD-502 لقياس الكلوروفيل) في تعرُّف الحالات الشديدة لنقص النيتروجين فى البطاطس ، ولكنها تكون غير ذات فائدة فى حالات النقص المحدود للعنصر .

الفوسفور

ينخفض الفوسفور فى النبات مع تقدمه فى العمر، كما هو مبين فى جدول (٦-٦) .

جدول (٦-٦) : مستوى الفوسفور فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

مستوى التسميد	تركيز النيتروجين فى مراحل النمو المختلفة (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف)			المحصول المتوقع
	بداية النمو	مرحلة الإزهار	قرب الحصاد	
منخفض	١٢٠٠	٨٠٠	٥٠٠	منخفض
جيد	٢٠٠٠	١٦٠٠	١٠٠٠	مرتفع

البوتاسيوم

إن أفضل الأوراق للتحليل - بالنسبة للبوتاسيوم - الورقة الثانية من القمة "المسطحة" flat top ؛ وهى التى تتكون من عدد من الأوراق غير تامة النمو، وتتساوى أطرافها فى الطول . وقد وجد أن التركيز الحرج الذى يصاحبه نقص فى المحصول قدره ١٠٪ هو ٢,٣٪ بوتاسيوم على أساس الوزن الجاف فى أنسجة عنق الورقة، و ١,١٪ فى أنسجة نصل الورقة. وينخفض تركيز البوتاسيوم فى النبات مع تقدمه فى العمر، كما هو مبين فى جدول (٦-٧) .

ويمكن - كذلك - الاستفادة من اختبار البوتاسيوم فى أعناق الأوراق فى الاستدلال على تركيز البوتاسيوم فى الأوراق؛ حيث إن الارتباط قوى بين الصفتين (Hochmuth ١٩٩٤) . ويرى Westermann وآخرون (١٩٩٤ب) أن الحصول على أعلى محصول

من البطاطس يتطلب أن يكون تركيز البوتاسيوم فى أعناق الأوراق – عند عمر ١٠٠ يوم بعد الزراعة – أعلى من ٤,٥٪ .

جدول (٦-٧) : مستوى البوتاسيوم فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

مستوى التسميد	تركيز النيتروجين فى مراحل النمو المختلفة (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف)			المحصول المتوقع
	بداية النمو	مرحلة الإزهار	قرب الحصاد	
منخفض	٩	٧	٤	منخفض
جيد	١١	٩	٦	مرتفع

وقد كان الارتباط بين تركيز البوتاسيوم فى عنق الورقة الرابعة من القمة النامية ومحصول النبات معنويًا جدًا وموجبا ، وخاصة عند عمر ٣٠ يومًا (r = ٠,٩٥) (Sharma & Arora ١٩٨٩). ويستدل من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن بخصوص العلاقة بين المحصول وتركيز البوتاسيوم فى كلٍ من الأوراق وأعناق الأوراق، أن المحصول النسبى بلغ ٩٥٪-١٠٠٪ من أعلى محصول متوقع عندما كان تركيز البوتاسيوم – بعد ٣٠ يومًا، و ٤٥ يومًا، و ٦٠ يومًا من الزراعة – فى الحدود المبينة فى جدول (٦-٨) .

جدول (٦-٨) : تركيز البوتاسيوم فى كلٍ من الورقة الرابعة وعنق الورقة الرابعة من القمة النامية بعد ٣٠، و ٤٥ ، و ٦٠ يوما من الزراعة عندما يكون المحصول فى حدود ٩٥٪-١٠٠٪ من أعلى محصول متوقع .

الجزء النباتى المستعمل فى التحليل	تركيز البوتاسيوم (٪ على أساس الوزن الجاف) عند عمر (يوم)		
	٣٠	٤٥	٦٠
الورقة الرابعة	٥,١٥-٥,٠٤	٤,٥٥-٤,١٧	٣,٨٩-٣,٦٨
عنق الورقة الرابعة	٨,٤٩-٨,١٥	٨,٤٧-٧,٧٠	٧,٦٠-٧,١٢

وقد وجد Fontes وآخرون (١٩٩٦) أن تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم فى أعناق أوراق البطاطس بعد ٤٨ يومًا من الإنبات – نقص بازدياد معدل التسميد البوتاسى بين صفر ، و ٩٦٠ كجم K_2O للهكتار ، فى الوقت الذى ازدادت فيه نسبة البوتاسيوم إلى

الكالسيوم + المغنيسيوم بزيادة معدلات التسميد . وقد وصل البوتاسيوم إلى أعلى تركيز له فى أعناق كل من أصغر الأوراق المكتملة النمو ، وأكبر الأوراق التى لم تدخل بعد مرحلة الشيخوخة (١٠,٤٤٪، و حوالى ٧,١٣٪ على أساس الوزن الجاف على التوالى) عندما بلغ معدل التسميد البوتاسى ٦٦٠ كجم K_2O للهكتار . وكانت نسبة البوتاسيوم إلى الكالسيوم + المغنيسيوم فى أعناق أصغر الأوراق المكتملة النمو عند أعلى محصول هى ٧,٢٤، بينما بلغ تركيز البوتاسيوم فى أعناق الأوراق – على أساس الوزن الجاف – حينئذٍ – ٨,٩١٪ فى أصغر الأوراق المكتملة النمو، و ٦,١٦٪ فى أكبر الأوراق التى لم تدخل بعد فى مرحلة الشيخوخة .

الكالسيوم

يمتص الكالسيوم مع الماء الذى تمتصه الجذور ، ثم ينتقل إلى أعلى فى النبات إلى أن يفقد بالنتح ؛ ولذا .. يزداد تركيز الكالسيوم فى الأعضاء النباتية التى تنتح أكثر من غيرها ؛ مثل الأوراق؛ ومن ثم .. فإن الدرنات – التى توجد فى وسط تبلغ رطوبته النسبية حوالى ١٠٠٪ – لا يمكنها منافسة الأجزاء العليا للنبات على الكالسيوم؛ لقلة ما يصل إلى أنسجتها من ماء، مقارنةً بالأنسجة النباتية الأخرى؛ الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض محتواها من الكالسيوم مقارنةً بالأوراق ، ويعرضها إلى ظهور أعراض نقص العنصر عليها ، والتى تتمثل فى العيب الفسيولوجى : التبقع البنى الداخلى .

وقد اكتشف منذ عام ١٩٨٥ وجود جذور دقيقة فعالة على درنات البطاطس ، وعند موضع اتصال الدرنات بالسيقان الجارية ، وأن هذه الجذور تُسهم بفعالية فى إمداد درنات البطاطس النامية بالماء ومختلف العناصر المغذية ، وبخاصة الكالسيوم. وتبين أن هذه الجذور تنشأ من الخلايا البرانشيمية المجاورة للنسيج الوعائى ، وأنها تشبه الجذور العادية فى تركيبها التشريحى . وقد أدت إضافة الكالسيوم فى منطقة الدرنات والسيقان الأرضية إلى زيادة تركيزه فى الدرنات بدرجة أكبر بكثير مما لو أضيف الكالسيوم إلى المجموع الجذرى العادى للنبات؛ حيث ينتقل الكالسيوم الممتص – حينئذٍ – إلى النموات الخضرية .

ويفيد التسميد بالكالسيوم فى زيادة تحمل النباتات للحرارة العالية؛ حيث تكون النباتات المسمدة جيدا بالكالسيوم فى هذه الظروف أقوى فى نموها الخضرى من النباتات غير المسمدة جيدا بالعنصر تحت نفس الظروف (Palta ١٩٩٦) .

المغنيسيوم

يتراوح المحتوى الطبيعى لأوراق البطاطس من عنصر المغنيسيوم خلال أقصى مراحل النمو الخضرى بين ٠,٣٪ و ٠,٤٪ على أساس الوزن الجاف ، وذلك عندما يتوفر العنصر للنبات بصورة كافية لاحتياجاته منه. وتبلغ نسبة العنصر فى الدرنات حوالى ٠,١٥٪ (أيضا على أساس الوزن الجاف) . وتقدر الكمية الإجمالية من العنصر التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية - الهوائية منها والأرضية - حوالى ٢٠ كجم Mg/هكتار (حوالى ٨ كجم Mg/فدان) . أو نحو ٣٥ كجم MgO/هكتار (حوالى ١٥ كجم MgO/فدان) .

وكما أسلفنا .. فإن من أعراض نقص المغنيسيوم اصفرار المساحات بين العروق فى الأوراق المسنة ، ثم موت الأنسجة فى تلك المناطق ، بينما تبقى حواف الورقة خضراء فى البداية ، ثم تتحول إلى اللون الأصفر مع استمرار نقص العنصر .

وتجدر الإشارة إلى أن الإفراط فى التسميد البوتاسى يساعد على ظهور أعراض نقص المغنيسيوم ، بينما يساعد التسميد الآزوتى الجيد على تخفيف حدة أعراض نقصه . وعلى الرغم من أن أيون الأمونيوم يحد من امتصاص أيون المغنيسيوم ، إلا أن النيتروجين الأمونيومى غالبا ما يتحول فى التربة إلى نيتروجين نتراتى ؛ حيث يمتصه النبات على هذه الصورة ؛ لذا .. فإن التسميد الآزوتى - على أىٍ من صورتيه - يخفف من حدة أعراض نقص المغنيسيوم .

الحديد

من أهم أعراض نقص الحديد - كما أسلفنا - ظهور اصفرار عامّ على الأوراق الحديثة، مع بقاء العروق - غالبا - خضراء اللون. وتظهر أعراض نقص العنصر - عادة - عندما يقل تركيزه فى التربة عن ٤,٥ جزءا فى المليون عند استخلاصه بالـ DTPA. كذلك تظهر أعراض نقص الحديد عندما ينخفض تركيزه فى النموات الخضرية عن ٥٠ جزءاً فى المليون على أساس الوزن الجاف. وأفضل وسيلة لإعطاء النباتات حاجتها من العنصر هى رشها مرة أو مرتين بمحلول سلفات الحديدوز $FeSO_4$ بتركيز ٠,٥٪-٢,٠٪ .

الزنك

تظهر أعراض نقص العنصر - عادة - عندما ينخفض تركيزه فى الأوراق عن جزأين

فى المليون على أساس الوزن الجاف ؛ بينما يجب أن تحتوى الورقة التى أكملت نموها حديثًا - فى بداية مرحلة الإزهار - على أكثر من ٢٠ جزءًا فى المليون من الزنك .

ويتوقع ظهور أعراض نقص الزنك إذا انخفض تركيزه فى التربة عن ٠,٨ جزءًا فى المليون عند استخلاصه بالـ DTPA .

ويعالج نقص العنصر برش النموات الخضرية بمحلول من كبريتات الزنك .

المنجنيز

تظهر أعراض نقص المنجنيز -عادة- فى الأراضى الرملية الجيرية . ولتجنب تعرض محصول البطاطس لنقص العنصر يجب ألا يقل تركيزه فى التربة عن جزء واحد فى المليون عند استخلاصه منها بالـ diethylenetriamine pentaacetic acid (اختصارًا : DTPA). ويراعى التسميد بالمنجنيز إذا نقص تركيزه فى النبات عن ٢٥ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف ، أو بمجرد ملاحظة ظهور أعراض نقص العنصر على النبات .

ويمكن التسميد بالمنجنيز إما برش النباتات بنحو ٥٠٠ لتر/هكتار (٢١٠ لترات/فدان) بمحلول من سلفات المنجنيز بتركيز ١,٥٪ ، وإما بإضافة سلفات المنجنيز إلى التربة - اذا أظهر التحليل انخفاض تركيزه فيها عن جزء واحد فى المليون - وذلك - بمعدل ٥٠ كجم/هكتار (حوالى ٢٠ كجم/فدان) .

العوامل التى يجب أخذها فى الحسبان عند التسميد

تضاف معظم أسمدة البطاطس عند زراعتها آليًا فى الأراضى المتوسطة والثقيلة القوام مرة واحدة مع الزراعة فى عملية واحدة ؛ حيث يوضع السماد فى مستوى أسفل قطعة التقاوى، وإلى الجانب بنحو ٥-٨ سم. ولا يلزم عادة إضافة أى أسمدة أخرى بعد الزراعة. باستثناء الأسمدة الازوتية التى قد تلزم إضافة المزيد منها إلى جانب النباتات فى الأراضى الخفيفة ، وفى حالات كثرة الأمطار . ويكون ذلك عادة قبل بداية مرحلة تكوين الدرنات .

ويعتبر التسميد ضرورة لابد منها فى جميع أنواع الأراضى ، حتى لو كانت التربة أو مياه الرى غنية ببعض العناصر ، كما هى الحال بالنسبة لعنصر البوتاسيوم أحيانًا؛ ذلك لأن التربة مهما ارتفع محتواها من البوتاسيوم أو غيره من العناصر - لا يمكنها إمداد النبات بحاجته المتزايدة من العنصر خلال الفترات القصيرة التى تزداد فيها حاجة النبات إلى مختلف العناصر .

وقد وجد Westermann وآخرون (١٩٩٤ب) أن محصول البطاطس يزداد بزيادة معدلات التسميد للهكتار حتى ٢٢٤ كجم من النيتروجين (٩٣ كجم للفدان) ، و ٤٤٨ كجم من K_2O (١٨٧ كجم للفدان) ، ولكن زيادة النيتروجين إلى ٣٣٦ كجم للهكتار (١٤٠ كجم للفدان) كان لها تأثير سلبى على المحصول .

هذا .. إلا أن دراسات Joern & Vitosh (١٩٩٥أ) التى أجرياها فى تربة رملية أوضحت أن التسميد الآزوتى بمعدل ١١٢ كجم نيتروجينًا للهكتار (٤٧ كجم للفدان) كان كافيا لإعطاء محصول جيد من البطاطس ، ولكن التربة المستعملة فى تلك الدراسة كانت غنية أصلاً فى النيتروجين ؛ إذا إن النباتات امتصت النيتروجين من التربة بمعدلات وصلت – عند بداية مرحلة الشيخوخة – إلى نحو ٢٢٥ كجم للهكتار (٩٤ كجم للفدان). ومن بين الكمية الكلية الممتصة من النيتروجين كانت ٦٧٪ منها فى الدرنات .

وعندما استعمل الباحثان (Joern & Vitosh ١٩٩٥ ب) نظير النيتروجين ^{15}N فى التسميد، وجدا أن كفاءة امتصاص النيتروجين – فى بداية مرحلة الشيخوخة – كانت ٥٢٪ للنبات كله ، و ٣٤٪ للدرنات وحدها . وبعد الحصاد وُجد ٢٧٪ من النيتروجين المستعمل فى التسميد فى التربة حتى عمق ١٢٠سم، وكانت نحو ٨٣٪ من هذه الكمية فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة ، كما كانت ٩٠٪ منها فى الصورة العضوية . وقد بلغت كميات النيتروجين التى امتصتها النباتات، وتلك التى وجدت فى التربة بعد الحصاد حوالى ٦٣٪ من الكمية الكلية التى استعملت أصلاً فى التسميد .

يفضل – دائمًا – أن يكون التسميد الآزوتى فى صورتى العنصر : النترانية والأمونيونية ؛ حيث يؤدى التسميد بمخلوط من الصورتين – مقارنةً بالتسميد بإحدى الصورتين فقط، مع استعمال كمية العنصر ذاتها – إلى زيادة تركيز النيتروجين وتراكمه فى النموات الخضرية والجذور، وزيادة الوزن الجاف للنبات. وحدث أعلى تراكم للمادة الجافة عندما كان النيتروجين الأمونيومى بنسبة ٨٠٪–٢٠٪ من الآزوت الكلى المستخدم فى التسميد . وبينما أدى التسميد بالنيتروجين الأمونيومى منفردًا إلى زيادة تركيز الفوسفور فى النوات الخضرية ، فإنه أدى – فى المقابل – إلى انخفاض تركيز عنصرى الكالسيوم والمغنيسيوم (Gao & Tibbits ١٩٩٣) .

كما لم يجد Martin وآخرون (١٩٩٣) فائدةً من المعاملة بمثبط النترتة dicyandiamide، إلا أن إضافة isobutyldine diurea بمعدل ٥,٦ ، أو ١١,٢ كجم

للهكتار (٢,٣ أو ٤,٦ كجم للفدان) أدت إلى زيادة محصول الدرنات ، وتركيز النيتروجين فى الأوراق عند الإزهار .

وحسبما وجد Papadopoulos (١٩٩٢) - فإن أفضل تركيز للتسميد بالفوسفور مع مياه الرى بالتنقيط هو ٤٠ جزءاً فى المليون من P_2O_5 (٤٠ جراما من P_2O_5 فى كل متر مكعب من مياه الرى)، علماً بأن الرى كان بمعدل ٠,٨ من الـ USWB Class A pan؛ فعند هذا التركيز للفوسفور فى مياه الرى كان تركيز العنصر فى أعناق الأوراق كما يوصى به للحصول على أعلى محصول وأفضل نوعية للدرنات . كما اعطى هذا التركيز أعلى محصول من البطاطس، مقارنة بتركيز صفر، و ٢٠ ، و ٦٠ مجم P_2O_5 فى مياه الرى .

وتفيد عدوى نباتات البطاطس بفطريات الميكوريزا vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (مثل *Glomus intraradices*، و *G. dimorphicum*، و *G. mosseae*) .. تفيد فى تحسين امتصاص النباتات للفوسفور ؛ سواء أكان مستوى العنصر فى التربة منخفضا، أم جيدا. كذلك أدت المعاملة إلى تحسين امتصاص النباتات لعناصر النيتروجين ، والفوسفور، والمغنيسيوم، والحديد ، والزنك فى النباتات النامية فى مستويات منخفضة من الفوسفور ، مع زيادة معدلات نمو هذه النباتات (McArthur & Knowles ١٩٩٣) .

وقد أدى التسميد بالبوتاسيوم بمعدل ٦٢٧,٢ كجم K_2O للهكتار (٢٦٠ كجم للفدان) إلى نقص التلون الإنزيمى وتركيز الفينولات فى الدرنات، مع زيادة محتواها من حامض الأسكوربيك ، والدهون ، والرطوبة ، وكانت هذه التأثيرات - سواء أكانت بالنقص ، أم بالزيادة عندما استعمل سماد كلوريد البوتاسيوم أكثر وضوحا مما كان عليه الحال عندما استعمل سماد كبريتات البوتاسيوم (Mondy & Munshi ١٩٩٣) .

ويفيد التسميد بالكالسيوم حتى ٢٧٠كجم CaO للهكتار (١١٢,٥ كجم للفدان) قبل الزراعة فى صورة كبريتات كالسيوم (جبس زراعى)، أى ٦٨ كجم CaO للهكتار (٢٨ كجم للفدان) أثناء النمو النباتى فى صورة نترات كالسيوم .. يفيد فى خفض معدلات إصابة الدرنات بالتبقيع البنى الداخلى - وهو عيب فسيولوجى - وفى تحسين لون البطاطس المحمرة الناتجة منها (Clough ١٩٩٤) .

ولزيادة محتوى الدرنات من الكالسيوم (بهدف زيادة مقاومتها للإصابة بالعفن الطرى البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* ، ولتجنب ظهور

أعراض العيب الفسيولوجى التبقع البنى الداخلى عليها) ، يوصى بأن يكون التسميد بالكالسيوم فى أماكن وجود الدرنات والسيقان الأرضية – لكى يحدث الامتصاص من خلال الجذور الدقيقة التى توجد على الدرنات ذاتها وعند موضع اتصالها بالجذور الأرضية – وبذا .. يصل العنصر إليها مباشرة . كما يحسن أن يكون جل التسميد بالكالسيوم فى مراحل النمو السريع للدرنات فى أواخر مراحل النمو النباتى . ويفضل استعمال الأسمدة الذائبة وإضافتها مع ماء الرى بالتنقيط . ولتحقيق زيادة ملموسة فى تركيز الكالسيوم فى الدرنات يلزم التسميد بنحو ١٧٠كجم كالسيوم للهكتار (حوالى ٧٠ كجم للفدان) مع مياه الرى بالتنقيط (عن Palta ١٩٩٦) .

وتؤدى زيادة الكالسيوم فى التربة – وخاصة فى صورة كربونات كالسيوم – إلى ضعف تيسر البورون . ويمكن معالجة نقص البورون برش النموات الخضرية بالسليوبور Solubor (الذى يحتوى على ٢١٪ بورون) وليس بالبوراكس . وكإجراء وقائى – لتجنب ظهور أعراض نقص العنصر – يمكن إضافة البوراكس إلى التربة – مع الأسمدة الأخرى – بمعدل لا يزيد على ١٠ كجم للهكتار (٢,٤ كجم للفدان كحد أقصى) ؛ وهو ما يعنى إضافة حوالى كيلو جرام واحد من البورون للهكتار ، أو نحو ٢٤٠ جم من البورون للفدان .

كما وجد Mondy & Munshi (١٩٩٣) أن رش نباتات البطاطس بعد ١٠ أسابيع ، و ١٣ أسبوعًا من الزراعة بالبوراكس بمعدل ٣,٣٦ كجم/هكتار (١,٤ كجم/فدان) أدى إلى نقص التلون الإنزيمى بالدرنات، ونقص محتواها الفينولى، مع زيادة محتواها من حامض الأسكوربيك .

ويجب تجنب التسميد بأكثر من الكميات الموصى بها من البورون ، وإلا ظهرت أعراض التسمم من البورون ؛ الأمر الذى تزداد خطورته عند احتواء مياه الرى على أكثر من جزء واحد أو جزأين فى المليون من العنصر .

برامج التسميد

التسميد فى الأراضى الثقيلة

تنصح وزارة الزراعة فى مصر بأن يكون تسميد البطاطس فى الأراضى الثقيلة على النحو التالى :

١ – يضاف ٢٠–٣٠م^{٣} من السماد البلدى القديم المتحلل وقت تجهيز الأرض للزراعة.

٢ – يضاف – كذلك مع الأسمدة البلدية – ٦٠–٧٥ وحدة فوسفور فى صورة سماد سوبر فوسفات الكالسيوم ، أى حوالى ٤٠٠–٦٠٠ كجم من السماد للفدان .

٣ – تضاف حوالى ١٥٠–١٨٠ وحدة نيتروجين على ثلاث دفعات متساوية ؛ كما يلى:

أ – عند الزراعة – مع الأسمدة البلدية والفوسفاتية – فى صورة سلفات نشادر.

ب – بعد تكامل الإنبات – أى بعد نحو ٤٠–٥٠ يومًا من الزراعة – فى صورة سلفات نشادر كذلك .

جـ – بعد ذلك بنحو أسبوعين ، فى صورة نترات نشادر .

٤ – تضاف حوالى ٧٢–٩٦ وحدة بوتاسيوم – فى صورة سلفات بوتاسيوم – على دفعتين متساويتين : عند تكامل الإنبات ، وبعد ذلك بنحو أسبوعين ؛ أى مع الدفعتين الثانية والثالثة من الأسمدة الآزوتية (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٤) .

التسميد فى الأراضى الرملية

أولاً : التسميد السابق للزراعة :

تضاف الأسمدة العضوية والكيميائية السابقة للزراعة بإحدى طريقتين ؛ كما يلى :

١ – نثرًا على سطح التربة ، ثم تغطى بحراثة الحقل مرةً أخرى ؛ وتلك هى الطريقة المفضلة عندما يكون الرى بطريقة الغمر .

٢ – سرًا فى باطن خطوط الزراعة؛ وهى تتبع مع أىٍ من نظم الرى الثلاثة : بالغمر، أو بالرش ، أو بالتنقيط .

ويتم التسميد بتخطيط الحقل أولاً على المسافات المرغوبة ، ثم تضاف الأسمدة نثرًا فى باطن خطوط الزراعة، ويلى ذلك شق خطوط جديدة بين الخطوط السابقة؛ الأمر الذى يؤدى إلى الترديم على الأسمدة المضافة تلقائيًا .

وتسمد حقول البطاطس – قبل الزراعة – بنحو ٣٠–٦٠م^3 من السماد البلدى (سماد الماشية) للفدان ، علما بأن البطاطس تعد من أكثر محاصيل الخضر استجابةً للتسميد العضوى . ويضيف بعض المزراعين كميات أكبر من ذلك تصل إلى ٨٠م٣ للفدان .

ويشترط فى السماد البلدى المستخدم أن يكون تام التحلل ، وخاليًا من بذور الحشائش ومسببات الأمراض . فإن لم يكن كذلك .. وجب أن يحل محلـه زرق الدواجـن (سـماد الكتكتوت) ، مع تخفيض الكمية المضافة منه إلى الثلث (أى حوالـى ١٠-٢٠م^{٣} فقـط للفدان) . ويفضل خلط السمادين بنسبة ٣ بلدى : ١ زرق دواجـن ، مـع الأخـذ فـى الحسبان أن وحدة الحجم من سماد زرق الدواجن تعادل فى قيمتها السـمادية حـوالى ثلاثة أمثالها من السماد البلدى (سماد الماشية) ؛ وبذا .. يضاف ١٥-٣٠م^{٣} فقط مـن السماد البلدى ، وتستبدل الـ ١٥-٣٠م^{٣} الأخرى بنحو ٥-١٠م^{٣} من سماد زرق الدواجن؛ لتصبح النسبة ١:٣ من السمادين على التوالى .

وكقاعدة استرشادية .. يضاف السماد العضوى فى بطن خط الزراعة بمعدل متر مكعب واحد لكل ١٢٠ مترًا طوليًا من خط الزراعة ، عندما تكون الكمية الموصـى بـها ٦٠م^{٣} للفدان ، والمسافة بين خطوط الزراعة ٦٠ سم .

ويلى ذلك نثر الأسمدة الكيميائية - التى يُرغب فى إضافتها قبـل الزراعـة - علـى السماد العضوى ، ويكون ذلك بالمعدلات التالية :

العنصر	صورة العنصر	الكمية (كجم)	السماد المفضل
النيتروجين	N	٢٠	سلفات النشادر
الفوسفور	P_2O_5	٤٥	السوبر فوسفات العادى
البوتاسيوم	K_2O	٢٠	سلفات البوتاسيوم
المغنيسيوم	MgO	٥	سلفات الغنيسيوم

أى يضاف نحو : ١٠٠ كجم سلفات نشـادر ، و ٣٠٠ كجم سوبر فوسـفات عادى ، و ٤٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، و ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم للفدان .

وبالإضافة إلى ما تقدم .. يضاف الكبريت الزراعى إلى السماد العضوى - فى بـاطن خط الزراعة - بمعدل يتراوح بين ٢٥-٥٠ كجم للفدان ، وقد تضاف هذه الكميـة نـثرًا على سطح التربة. ويكون الهدف الأساسى من إضافة الكبريت - بأىٍ من الطريقتيـن - هو خفض pH التربة فى منطقة نمو الجذور وليس التسميد بالكبريت ؛ نظرًا لأن النبـات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السـلفاتية ، ومـن الجبـس الزراعى ، وبعض المبيدات .

ثانيًا – أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى بعد الزراعة :

لا تُعطى حقول البطاطس أية أسمدة قبل إنبات التقاوى ، ثم توالى البطاطس بعد الإنبات بالتسميد بالعناصر الأولية بمعدل حوالى ١٠٠ كجم نيتروجينًا (N) ، و ١٥ كجم فوسفورا (P_2O_5) ، و ١٠٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) للفدان على النحو التالى :

١ - تستخدم اليوريا وسلفات الامونيوم (بنسبة ١ : ١ من النيتروجين المضاف) كمصدر للنيتروجين خلال الأسابيع الثلاثة الأولى بعد الإنبات ، ثم تستخدم سلفات النشادر – منفردة – أو مع نترات الأمونيوم بعد ذلك . وتتوقف النسبة المستخدمة من النيتروجين النتراتى على درجة الحرارة السائدة ؛ حيث تنتفى الحاجة إليه فى الجو الدافئ (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف) ، بينما تزيد الحاجة إليه (فى حدود ٢٥–٥٠٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة) فى الجو البارد (Hochmuth ١٩٩٢) .

هذا .. وتحصل نباتات البطاطس على كميات إضافية من النيتروجين تقدر بنحو ٢٠ كجم للفدان من حامض النيتريك الذى يستخدم فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات (بنسبة ٢ فى الألف كلما دعت الضرورة) ، ولإذابة سلفات البوتاسيوم (كما سيأتى بيانه) .

٢ – يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى ، أو التربل سوبر فوسفات كمصدر للفسفور فى حالة التسميد الأرضى ، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى ؛ حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف ؛ لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور ، حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى .

٣ – تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، ويلزم – فى حالة إضافتها مع ماء الرى – عمل عجينة من السماد مع حامض النيتريك بنسبة ٤ : ١، وتركها يوما كاملاً قبل إذابتها فى الماء ، وأخذ الرائق للتسميد به .

كذلك يمكن استخدام أحد الأسمدة السائلة كمصدر للبوتاسيوم. وبالنظر إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزا لامتصاص النبات، ولا يفقد منه شئ ؛ لذا .. يمكن – عند استخدامها – خفض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى النصف؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة

٥٠ كجم K_2O للفدان مع ماء الرى ، بالإضافة إلى الـ ٢٠ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة .

٤ - توزيع كميات عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى :

أ - يزداد معدل التسميد بالنيتروجين - تدريجيًا - الى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد الإنبات بنحو ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجيًا إلى أن يتوقف التسميد نهائيًا قبل الحصاد بنحو أسبوعين.

ب - يزداد معدل التسميد بالفسفور - سريعًا - بعد الإنبات ، إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو خمسة أسابيع من الإنبات ، ثم تتناقص الكمية المضافة - تدريجيًا - إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائيًا قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

جـ - يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم - ببط - إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو ١٠-١٢ أسبوعًا من الإنبات - حسب التبكير فى نضج الصنف المزروع - ثم تتناقص الكمية المضافة منه - تدريجيًا - إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تمامًا قبل الحصاد بنحو أسبوعٍ واحدٍ .

٥ - تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوعٍ من موسم النمو - حسب مرحلة النمو النباتى - ثم تضاف بالكيفية التالية :

أ - فى حالة الرى السطحى :

تخلط الأسمدة معًا ، وتضاف على فتراتٍ أسبوعيةٍ - تكبيشًا - الى جانب النباتات ، وعلى مسافة ٧ سم من قاعدتها . ويمكن إضافة الأسمدة سرًا إلى جانب النباتات عندما يكبر حجمها وتتشعب جذورها .

ب - فى حالة الرى بالرش :

تخلط الأسمدة معا . وتضاف نثرًا حول قاعدة النباتات على فتراتٍ أسبوعيةٍ. كذلك يمكن التسميد بالآزوت مع ماء الرى بالرش خلال النصف الثانى من حياة النبات ، حينما تكون جذوره قد تشعبت فى الحقل إلى درجةٍ تسمح بأكبر استفادةٍ ممكنةٍ من الأسمدة المضافة التى تتوزع مع ماء الرى فى كل الحقل . ويلزم فى هذه الحالة تشغيل جهاز الرى بالرش أولاً بدون سماد ، لمدة تكفى

لبلّ سطح التربة ، وبل أوراق النبات ، وإلا فقد السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى . يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش دون تسميد لمدة ١٠-١٥ دقيقة بغرض غسل السماد من على الأوراق، وتحريكه فى التربة ، والتخلص من آثاره فى جهاز الرى بالرش .

كذلك يمكن باتباع الطريقة السابقة ذاتها التسميد بكلّ من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم - بالإضافة إلى النيتروجين - وذلك باستعمال الأسمدة المركبة السائلة أو السريعة الذوبان، كما قد تستعمل الأسمدة التجارية المفردة بالطريقة الموضحة تحت موضوع التسميد فى حالة الرى بالتنقيط .

جـ - فى حالة الرى بالتنقيط :

يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - عادةً - ست مرات أسبوعيًا، ويخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد .. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية :

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد، ويسمد بها معا، وهذا هو النظام المفضل .

(٢) يخصص يومان للتسميد الآزوتى ، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا .

(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى ، والفوسفاتى ، والبوتاسى، ثم تعاد الدورة ... وهكذا .

ويمكن - فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة ، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديًا ، ويتوقف تحليل السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى؛ حيث يمكن استعمال سماد تحليله ١٩-٦-٦ لمدة أربعة أسابيع بعد الإنبات، يحل محله سماد تركيبه ٢٠-٥-١٥ إلى نهاية الأسبوع الثامن، ثم يحل محله سماد تركيبه ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل الحصاد بنحو أسبوعين .

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم . وكما سبق أن أوضحنا .. فإن العناصر

الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لأن تمتصها النباتات مباشرة، ولا يفقد منها شئ؛ لذا .. يمكن عند استخدامها خفض كمية عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم الموصى بها إلى ٥٠ كجم N ، و ٥٠ كجم K_2O للفدان . أما الفوسفور .. فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة - وهى ١٥ كجم P_2O_5 للفدان - كما هى ؛ نظرًا لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال .

ويكفى - عادةً - نحو ١,٥ كجم (أو ١,٥ لترًا) من تلك الأسمدة للفدان يوميًا بعد إنبات التقاوى ، ثم تزداد الكمية - تدريجيًا - إلى أن تصل إلى نحو ٣-٤ كجم يوميًا فى منتصف موسم النمو، ثم تتناقص - تدريجيًا - إلى أن تصل إلى ١,٥ كجم للفدان يوميًا - مرةً أخرى - قبيل انتهاء موسم الحصاد .

وكما فى حالة التسميد بالأسمدة التقليدية .. يلزم تخصيص يومٍ واحدٍ أو يومين أسبوعيًا للرى بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور .

هذا .. ويتعين عدم التسميد - مع ماء الرى - بالأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات (مثل حامض الفوسفوريك)، أو الكبريتات (مثل : سلفات الأمونيوم وسلفات البوتاسيوم) عند احتواء ماء الرى على تركيزاتٍ عاليةٍ من الكالسيوم ؛ لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

ثالثاً - أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة :

أن أهم العناصر الكبرى الأخرى - بخلاف عناصر : النيتروجين ، والفوسفور والبوتاسيزم - هى عناصر : الكبريت ، والمغنيسيوم ، والكالسيوم .

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت - بصفةٍ أساسية - من كبريتات الأمونيوم وكبريتات البوتاسيوم، وسوبر فوسفات الكالسيوم ، والجبس الزراعى (الذى يستخدم لإصلاح الأراضى الشديدة القلوية - مع الغمر - كل سنتين) ، والكبريت الزراعى (الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة)، بالإضافة إلى ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية ، وبعض المبيدات . ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر .

كذلك يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم من سلفات المغنيسيوم التى تضاف قبل الزراعة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة ؛ سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) ، أم الأسمدة الورقية ؛ لذا .. لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم ، إلاّ إذا ظهرت أعراض نقص العنصر ؛ حيث يسمد - حينئذٍ - بكبريتات المغنيسيوم بمعدل ٥ كجم للفدان ؛ إما رشًا ، وإما مع ماء الرى بالتنقيط ، مع تكرار المعاملة أسبوعيًا إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر .

أما الكالسيوم .. فيحصل النبات على معظم حاجته منه من سوبر فوسفات الكالسيوم ومن الجبس الزراعى الذى قد تعامل به التربة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيها . ويراعى - دائما - عدم إضافة الأسمدة المحتوية على الكالسيوم - إلى ماء الرى - مع الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات ، أو الكبريتات ؛ لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

وإذا دعت الحاجة إلى التسميد بالكالسيوم ، فإنه يمكن استعمال سماد نترات الكالسيوم الجيرى (عبود) يحتوى هذا السماد على عنصر النيتروجين - على صورة نترات - بالإضافة إلى الكالسيوم، كما أنه يخلف شوائب عند محاولة إذابته ؛ لذا .. يجب خصم كمية النيتروجين المضافة - عند استعمال هذا السماد كمصدرٍ للكالسيوم - من كمية النيتروجين الكلية التى يُرغب فى إضافتها ، مع استعمال رائق السماد فقط فى التسميد .

رابعاً - أسمدة العناصر الصغرى :

تستجيب البطاطس - كغيرها من محاصيل الخضر - إلى التسميد بالعناصر الصغرى : (الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس)، ولكنها تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة، أو مع ماء الرى؛ لأن هذه العناصر تثبت فى الأراضى القلوية، فى حين أن جميع الأراضى الصحراوية قلوية؛ لذا لا تفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبيةٍ .

ويمكن إضافة ملح الكبريتات لهذه العناصر بطريقة الرش بمعدل ١-١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان. وإذا استخدمت الصورة المخلبية لهذه العناصر رشًا على الأوراق .. فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥-٠,٥٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

أما عنصر البورون .. فإنه يضاف دائما فى صورة معدنية على صورة بوراكس ؛ إما عن طريق التربة بمعدل ٥-١٠ كجم للفدان، وإما رشًا على الأوراق بمعدل ١-٢ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدًا . تعطى أربع رشات من هذه الأسمدة؛ تكون أولاها بعد إنبات التقاوى بنحو ثلاثة أسابيع ثم كل ثلاثة أسابيع بعد ذلك .

برامج التسميد الشائعة فى المملكة العربية السعودية

لا تسمد البطاطس - عادةً - فى المملكة العربية السعودية بالأسمدة العضوية ، بينما تعطى أسمدة كيميائية بواقع حوالى ٢٠٠-٢٥٠ كجم من النيتروجين للهكتار (٨٥-١٠٥ كجم للفدان) ، تضاف بإحدى ثلاث طرقٍ ؛ كما يلى :

١ - فى الأراضى التى يتبع فيها نظام الرى المحورى : يضاف حوالى ١٥٠ كجم للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) نيتروجينًا سرًا إلى جانبى التقاوى عند الزراعة، وإلى أسفل منها قليلاً ، وحوالى ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢,٥ كجم للفدان) عند بداية تكوين الدرنات حينما تبلغ النباتات حوالى ١٥-٢٠ سم طولاً .

٢ - فى الأراضى المتوسطة القوام والخفيفة والملحية التى يتعين فيها غسيل الأملاح: يضاف حوالى ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢,٥ كجم للفدان) نيتروجينًا سرًا إلى جانب التقاوى عند الزراعة ، ونحو ١٥٠ كجم أخرى للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) على دفعتين متساويتين أثناء نمو المحصول ، تكون الأولى منهما بعد بداية تكوين الدرنات مباشرةً ، بينما تكون الثانية بعد ذلك نحو ١٥-٢٠ يومًا .

٣ - فى الأراضى الرملية الخفيفة التى تحتاج إلى رىٍّ متكرر : يضاف حوالى ١٠٠ كجم فقط من النيتروجين للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) عند الزراعة، بينما تضاف الكمية الباقية على دفعات أثناء نمو النباتات .

ويسمد الحقل -عادةً- عند الزراعة بأسمدة يكون تحليلها ١٥-١٥-٦-٤ ، أو ١٨-١٨-٥-١,٥ ، وإذا كانت التربة غنيةً بالبوتاسيوم ، فإنه قد تستعمل أسمدة تحليلها ٢٠-٢٠- صفر، أو ٢٣-٢٣-صفر. وتفضل إضافة هذه الأسمدة سرًا إلى جانبى التقاوى ، وفى مستوى منخفضٍ عنها قليلاً دون أن تلامسها . ويجرى ذلك آليًا عند

الزراعة باستعمال آلة الزراعة ذاتها . يكون النيتروجين فى هذه الأسمدة المركبة فى صورتيه النيترانية والأمونيومية، إلاّ أن الصورة الأمونيونية تتحول - غالبًا - فى التربة إلى الصورة النترانية قبل أن يمتصها النبات .

وإذا أضيف ١٥٠ كجم نيتروجينًا للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) قبل الزراعة ، فإنه يضاف نحو ٣٢٠ كجم يوريا للهكتار (٩٢ كجم للفدان) عند بداية وضع الدرنات . وتضاف اليوريا آليًا على جانب خط الزراعة .

وفى الزراعات التى تروى بنظام الرى المحورى فإنها تسمد - عند الزراعة - بنحو ٦٠ كجم نيتروجينًا، و ١٥٠ كجم P_2O_5 للفدان للهكتار (٢٥ كجم نيتروجينًا، و ٦٢,٥ كجم P_2O_5 للفدان) . ويستعمل - غالبًا - سماد فوسفات ثنائى الأمونيوم الذى يبلغ تحليله ١٨-٤٨-صفر . وبعد وضع الدرنات يضاف النيتروجين منفردًا - عادةً - فى صورة يوريا ، خمس مرات إلى سبع ، بمعدل ٢٠ كجم نيتروجينًا للهكتار (٨,٥ كجم للفدان) فى كل مرة .

هذا .. وتنبغى مراعاة الحرص عند إضافة النيتروجين مع مياه الرى بالرش عند احتواء مياه الرى على تركيزات عاليةٍ من الأملاح ؛ حتى لا يؤدى ذلك إلى احتراق أوراق النباتات .

وبالنسبة لعنصر الفوسفور فإنه يضاف تلقائيًا مع النيتروجين المستعمل عند الزراعة، سواء أكانت إضافتهما فى صورة أسمدة مركبة (١٥-١٥-٦-٤ أو ١٨-١٨-٥-١,٥) ، أم فى صورة سماد فوسفات ثنائى الأمونيوم (١٨-٤٨-صفر). وسواء أضيف النيتروجين بمعدل ١٥٠ كجم للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) فى صورة سماد مركب ، أم بمعدل ٦٠ كجم للهكتار (٢٥ كجم للفدان) فى صورة فوسفات ثنائى الأمونيوم فإن ذلك يعنى - تلقائيًا - إضافة ١٥٠ كجم من P_2O_5 للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) أيًا ما كان السماد المستعمل . ونظرًا لأن الفوسفور لا يفقد من التربة بالرشح ، فإنه لا توجد أية ضرورةٍ لإضافات أخرى منه أثناء نمو المحصول .

ونظرا لأن معظم الأراضى والمياه - فى المناطق التى تنتشر فيها زراعة البطاطس فى المملكة العربية السعودية - تعد غنيةً بعنصر البوتاسيوم ؛ لذا .. لا تعطى أهمية كبيرة للتسميد بهذا العنصر ، ولكن يتعين إضافة جرعاتٍ من البوتاسيوم فى مرحلة النمو

التى تزيد فيها – بشدة – حاجة النباتات إلى هذا العنصر ؛ وهى الفترة التى تمتد من بداية الإزهار حتى الحصاد ، مع تركيز التسميد البوتاسى ابتداءً من بعد الإزهار بنحو أسبوعين إلى ما قبل الحصاد بنحو أسبوعين آخرين. ويمكن استعمال الأسمدة البوتاسية السائلة ، أو سماد سلفات البوتاسيوم ، لكن يجب تجنب استعمال سماد كلوريد البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم (عن Van der Zaag ١٩٩١).

ولمزيد من التفاصيل المتقدمة عن أهمية العناصر للبطاطس واحتياجاتها السمادية منها .. يراجع Harris (١٩٧٨) .

استعمالات منظمات النمو

تثبيط نمو البراعم

يكون الغرض من معاملة النباتات فى الحقل قبل الحصاد بمثبطات التبرعم Sprout inhibitors هو وقف تبرعم درنات المحصول المزمع تخزينه لفترة قبل استهلاكه؛ وذلك حتى لا تصل إلى المستهلك وهى نابتة. وتجرى هذه المعاملة فى الحقل بأحد المركبين التاليين :

١ – الماليك هيدرازيد Maleic hydrazide :

الماليك هيدرازيد هو ملح البوتاسيوم لـ 1,2,dihydro-3,6-pyridazinedione ويستخدم هذا المركب بتركيز ١٠٠٠–٦٠٠٠ جزء فى المليون عندما تبدأ الأوراق السفلى للنبات فى الاصفرار ، ويكون ذلك عادةً قبل الحصاد بنحو ٤–٦ أسابيع. وتكفى هذه المعاملة لمنع تزريع الدرنات المنتجة لمدة ستة أشهر عند تخزينها فى درجة حرارة تتراوح من ٤–٢٠°م، دون أن يكون للمعاملة أية تأثيرات جانبية على المحصول، أو الكثافة النوعية للدرنات. ومن الضرورى الالتزام بالتوقيت الصحيح للمعاملة ، لأن إجراءها باكرًا عند وضع الدرنات يؤدى إلى نقص المحصول ، وزيادة نسبة الدرنات المشوهة ، بينما لا تكون المعاملة مجدية إذا أجريت بعد تمام تكوين الدرنات ؛ لأن المادة يجب أن تمتص عن طريق الأوراق الخضراء ، وتسرى مع الغذاء المجهز إلى الدرنات ؛ التى يكون قطرها عند المعاملة ٢,٥ سم ، حتى تحدث تأثيرها .

٢ – ميثيل إسترنفثالين حامض الخليك methyl ester of naphthalene-acetic acid :

هذا المركب قليل الاستعمال فى الحقل ، وقد كان مستعملاً بكثرة فى معاملة الدرنات أثناء التخزين ، وسيأتى شرحه فى الفصل الخاص بالتداول والتخزين .