والخضرى للبطاطا حتى فى غياب مسببات الأمراض، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى أعداد بكتيريا الـ Pseudomonads وبعض الفطريات فى محيط النمو الجذرى للنباتات. وعندما تواجدت النيماتودا *M. incognita* بأعداد كبيرة فى التربة، فإن البسترة بالإشعاع أدت إلى خفض أعدادها بنسبة ٩٢٪، وأحدثت زيادة جوهرية فى محصول الجذور من رتبة U. S. No. 1 (Stevens وآخرون ١٩٨٨).

تأثير العوامل الجوية

تعتبر البطاطا من النباتات الرهيفة التى يلزم لنجاح زراعتها توفر موسم نمو دافئ ليلاً ونهارًا، خال تمامًا من الصقيع، وصحو تسطع فيه الشمس معظم فترة الزراعة التى تمتد لنحو ٥-٦ أشهر.

يجب ألا تقل درجة الحرارة نهارًا عن ٢٢°م، وألا تزيد عن ٣٨°م. ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو النباتات من ٣٠°-٣٢°م نهارًا، وحوالى ٢٠°-٢٢°م ليلاً. هذا .. ويقف النمو النباتى بانخفاض الحرارة إلى ١٥°، وتصفر الأوراق تدريجيًّا إلى أن يموت النبات فى حرارة ١٠°م (Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ويؤدى تلوث أوراق البطاطا بذرات التراب الدقيقة إلى إغلاق الثغور، وانخفاض كلا من الفقد الرطوبى بالنتح ومعدل البناء الضوئى (Yao وآخرون ١٩٩٨).

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل البيئية على نمو وتطور البطاطا، يراجع الموضوع فى الفصل التالى الخاص بفسيولوجيا البطاطا.

التكاثر

إن الطريقة الأساسية - والوحيدة - لتكاثر البطاطا فى الزراعة التجارية هى باستخدام العقل الساقية stem cuttings، إما بصورة مباشرة، وإما بعد أن يتكون لها مجموعًا جذريًّا خاصًا بها، حيث تعرف باسم الشتلات transplants (أو slips).

كمية التقاوى

يلزم لزراعة الفدان - عادة - نحو ٢٥-٣٠ ألف عقلة ساقية أو شتلة.

مواصفات العقلة الساقية الجيدة

تستخدم فى تكاثر البطاطا عقل ساقية، يتراوح طولها من ٢٥-٣٠ سم، ويحتوى كل منها على أربع عيون على الأقل. تؤخذ العقل من أى مكان من الساق، ولكن تفضل العقل الطرفية وتحت الطرفية عادة.

يعتبر استعمال العقل التى يزيد طولها عن ٣٠ سم بغير ذى فائدة، بينما تقل فرصة نجاح العقل التى يقل طولها عن ٢٥ سم، ويقل محصولها. وقد أعطت العقل الساقية بطول ٣٠ سم (مقارنة بطول ١٥، و ٢٠، و ٢٥ سم) والتى زرعت على عمق ١٠-١٥ سم أقوى نمو خضرى (Holwerda & Ekanayake ١٩٩١).

مزايا التكاثر بالعقل الساقية

إن من أهم مزايا استخدام العقل الساقية فى الزراعة - مقارنة باستخدام الشتلات التى تنتج من زراعة الجذور - أنها تكون خالية من معظم مسببات أمراض الجذور والمسببات المرضية الأخرى التى قد تلوث التربة، كما أنها تعطى محصولاً أكبر، وتكون جذورها أكثر انتظامًا فى الحجم والشكل.

طرق الحصول على العقل الساقية

يمكن الحصول على العقل الساقية لأجل الزراعة التجارية للبطاطا بإحدى الطرق الآتية:

أولاً: حجز مساحة من الحصول السابق

يتم لذلك حجز مساحة من حقل البطاطا السابق، تعادل نحو ثمن المساحة المطلوب زراعتها. تترك هذه المساحة دون حصاد، ويمنع عنها الرى خلال فصل الشتاء، وتزال منها النموات الخضرية الميتة فى شهر فبراير، ثم تسمد وتروى؛ فتعطى نموات خضرية جديدة فى الربيع، وهى التى تؤخذ منها العقل. وربما لا تزال النموات الخضرية فى شهر فبراير كما سبق ذكره، وإنما تتم حمايتها خلال فصل الشتاء بغطاء خفيف من قش الأرز، ثم تخدم الأرض فى فبراير ومارس؛ لتعطى عقلاً جديدة مبكرة فى شهر أبريل. وتعد هذه الطريقة أكثر الطرق اتباعًا فى الزراعة بمصر، ولكن يعاب عليها فقدان ثمن

المحصول (٣ قراريط مقابل كل فدان تراد زراعته)، وشغل المساحة المخصصة لإنتاج العقل لمدة ٤-٦ شهور.

ثانيًا: إكثار النموات الخضرية للمحصول السابق

يتم إكثار النموات الخضرية للمحصول السابق بإحدى طريقتين، كما يلى:

١ - الطريقة التقليدية:

يلزم - عادة - مساحة ١٧٥م^{٢} (قيراط واحد) من المشاتل التى تزرع بهذه الطريقة لإنتاج ما يكفى من العقل الساقية لزراعة فدان من البطاطا.

تجهز أرض المشتل بالحراثة الجيدة والتسميد بالفوسفور بمعدل ٧٥ كجم P_2O_5 (حوالى ٥٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى للفدان)، ثم تقام خطوط الزراعة بعرض ٥٠ سم (أى بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين).

تزرع العقل على بعد ١٥ سم من بعضها البعض على ريشتى الخطوط، ويكون ذلك فى خلال شهرى يوليو وأغسطس من العام السابق لزراعة الحقل الدائم. تكون الزراعة فى وجود الماء، وتجرى رية المحاياة بعد ثلاثة أيام.

توالى المشاتل بالتسميد، والرى، ومكافحة الأمراض والآفات، ثم يمنع عنها الرى بداية من شهر ديسمبر، مع تغطيتها بالبلاستيك. وفى أواخر شهر فبراير تُسمد النباتات بنحو ١٥ كجم من النيتروجين للفدان وتوالى بالرى والعزيق، ثم تعطى ١٥ كجم أخرى من النيتروجين بعد أسبوعين من الدفعة الأولى. يعطى المشتل نموات جديدة خلال فصل الربيع، وهى التى تؤخذ العقل منها للزراعة.

٢ - الطريقة المحسنة:

تكون المشاتل فى هذه الطريقة عبارة عن صوبات بلاستيكية صغيرة مغطاة بكل من البوليثيلين لتوفير الحماية من البرودة اللازمة للنمو النباتى، وبالسيران (الشباك البلاستيكية المانعة لمرور الحشرات) لأجل حماية النباتات من الحشرات الناقلة للفيروسات، وبخاصة المنّ والذبابة البيضاء.

تكون الزراعة وعمليات الخدمة كما فى الطريقة التقليدية، ويكون استعمال الغطاء

البلاستيكى خلال فترة انخفاض الحرارة من حوالى منتصف أكتوبر إلى منتصف مارس، أما السيران فيستمر تواجده من زراعة المشتل حتى الانتهاء منه.

تؤخذ القطفة الأولى من عقل التقاوى الساقية فى أواخر شهر مارس لأجل الزراعات المبكرة، ثم يعزق المشتل، ويسمد بنحو ١٥ كجم من النيتروجين للفدان، ويروى.

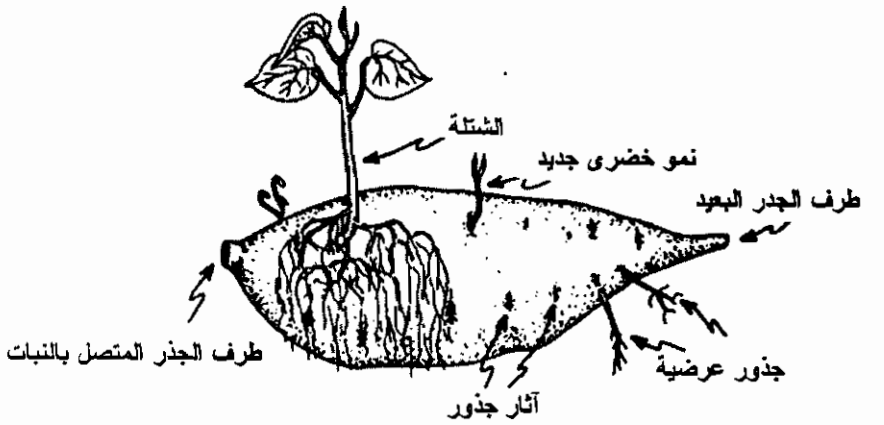
تؤخذ القطفة الثانية بعد حوالى شهر من الأولى، وذلك خلال شهر أبريل، ويكرر عزيق المشتل وتسميده بالنيتروجين وريه، ويترك لحين أخذ القطفة الثالثة من العقل الساقية فى شهر مايو، وتكرر الخدمة لأجل الحصول على قطفة رابعة وأخيرة من العقل الساقية فى شهر يونيو للزراعات المتأخرة.

الشتلات وطرق الحصول عليها

شتلة البطاطا – كما أسلفنا – هى عقلة ساقية ذات مجموع جذرى خاص بها يتكون قبل فصلها عن النبات الأم.

تنتج الشتلات فى مشاتل خاصة. تستخدم فى زراعتها جذور البطاطا التى يتم حجزها من المحصول السابق. وعلى الرغم من أن الجذور العادية الصالحة للاستهلاك كثيرًا ما تستخدم فى إنتاج الشتلات، إلا أنه يفضل – لأسباب اقتصادية – استخدام الجذور الرفيعة إلى المتوسطة السمك التى لا تصلح للاستهلاك كتقاو عند إنتاج شتلات البطاطا. يفضل استعمال الجذور التى يتراوح قطرها بين ١,٨، و ٣,٦ سم، والتى يطلق عليها اسم الخيوط strings؛ لأنها تعطى أكبر عدد من الشتلات بالنسبة لوحدة الوزن من الجذور. ويجب أن تكون الجذور المستخدمة مطابقة للصنف المراد زراعته، وخالية من الأمراض.

تعطى الجذور عند زراعتها براعم عرضية كثيرة، تنمو من الكامبيوم الحزمى، وتشق طريقها خلال القشرة، وينمو كل منها إلى ساق تحمل أوراقًا خضرية فوق سطح التربة. وتنمو على أجزاء الساق الموجودة تحت سطح التربة جذور ليفية عرضية كثيرة، وبذلك يصبح لكل نمو جذوره ومجموعه الخضرى الخاص به. تنفصل هذه النموات بسهولة عن قطعة التقاوى عند جذبها، وبذا .. يمكن زراعتها كالشتلات العادية تمامًا.



شكل (١٢-١): طريقة نمو "الشتلة" من جذور البطاطا.

يكون إنبات النموات الخضرية الجديدة من الجذور فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين فى الحرارة المناسبة لذلك وهى ٢٨-٣٠°م، وتكون جاهزة للتقليع بعد نحو ٤-٦ أسابيع من زراعة الجذور. هذا بينما يؤدى انخفاض الحرارة إلى بطء الإنبات والنمو، وتؤدى الحرارة الأعلى عن ٣٠°م إلى إنتاج نموات رفيعة ورهيفة يمكن أن تفشل نسبة كبيرة منها فى الزراعة.

هذا .. وتستعيد الشتلات نموها سريعًا بعد الشتل، وأفضل حرارة لذلك هى ٢١°م، ولا يحدث تجذير فى حرارة تقل عن ١٥°م أو تزيد عن ٣٠°م (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

مميزات الزراعة بالشتلات

تتميز زراعة البطاطا بالشتلات، بما يلى:

١ - يمكن فرز الجذور قبل زراعتها، وبذا .. نضمن الحصول على نباتات مطابقة للصنف.

٢ - الاستفادة من الجذور الرفيعة التى لا تصلح للتسويق باستعمالها كتقاو.

٣ - تحتوى كل شتلة على نمو خضرى ونمو جذرى قويين؛ مما يساعدها على النمو السريع، وإعطاء محصول مبكر.

٤ - زيادة المحصول الكلى.

عيوب الزراعة بالشتلات

يعاب على هذه الطريقة فى التكاثر أن الجذور المزروعة لا تنبت فى الجو البارد؛ مما يستلزم زراعتها فى مراقد مدفأة، بالإضافة إلى احتمال نقل أمراض الجذور من الحقل السابق إلى الحقل الجديد فى حالة استخدام جذور مصابة كتقاو. ويمكن فى هذه الحالة قطع النموات الخضرية من فوق سطح التربة مباشرة عندما يبلغ طولها من ٢٠-٢٥ سم، وزراعتها مباشرة كعقل ساقية.

كمية التقاوى من الجذور التى تلزم لإنتاج الشتلات

تتوقف كمية الجذور التى تلزم لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان من البطاطا على العوامل التالية:

١ - حجم الجذور المستخدمة: فتعطى الجذور الكبيرة الحجم عددًا أقل من الشتلات بالنسبة لوحدة الوزن من الجذور.

٢ - عدد مرات حصاد الشتلات (عدد الـ Pullings) التى يمكن إجراؤها دون أن تتأخر الزراعة، ويمكن عادة "حصاد" المشتل ثلاث مرات بعد ٤-٦ أسابيع من زراعة الجذور، ثم بعد ١٥، و ٣٠ يومًا من القطفة الأولى.

٣ - مسافة الزراعة فى الحقل الدائم.

ويلزم - عادة - حوالى ٢٥٠-٣٠٠ كجم من الجذور الرفيعة لزراعة مشتل ٢٥٠-٣٥٠م٢ ينتج شتلات تكفى لزراعة فدان، ولكن تزداد تلك الكمية إلى أكثر من الضعف عن استخدام الجذور المتوسطة الحجم.

المعاملات التى تجرى على الجذور قبل زراعة المشاتل

تجرى للجذور المستعملة كتقاو عدة معاملات بغرض وقايتها من الأمراض، وتحسين إنتاجها، وهى كما يلى:

أولاً: معاملات التهيئة الحرارية

يعد تنبيت جذور التقاوى قبل زراعتها بإخضاعها لمعاملات حرارية خاصة أمرًا ضروريًا لزيادة إنتاجها من النموات sprouts التى تستخدم فى الزراعة، ولتقصير الوقت

الذى يستغرقه إنتاجها إلى ٤-٥ أسابيع. ويتم ذلك بوضع الجذور فى حرارة عالية (حوالى ٣٠°م) ورطوبة نسبية عالية (حوالى ٩٥٪) إلى أن تباشر بالإنبات، ولكن مع أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع ابتلال الجذور، وإلاّ فإنها سوف تنتج جذورًا دقيقة بكثافة عالية، سريعًا ما تُصاب بالأعفان.

وقد تنوعت الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن - ومن ثم تنوعت التوصيات - التى نستعرضها فيما يلى:

● أدى تنبيت الجذور قبل زراعتها على حرارة ٢٩°م ورطوبة نسبية عالية - حتى وصل طول النموات إلى ٥ مم - أدى ذلك إلى التبكير بحصاد الدفعة الأولى من النموات، وإلى زيادة الأعداد الكلية التى أمكن حصادها منها فى أربع قطفات. كذلك ساعدت تدفئة المشاتل إلى ٢١°م فى زيادة الاتجاه نحو التبكير بحصاد النموات وزيادة أعدادها (Deonier & Kushman ١٩٦٠).

● التوصية برفع درجة الحرارة فى المخازن التى تخزن فيها الجذور من ١٣-١٦°م إلى ٢١-٢٤°م - بصورة تدريجية - بغرض زيادة إنتاجها من الشتلات (Greig ١٩٦٧).

● التوصية بتدفئة الجذور إلى ٤٣°م + ٠,٥°م لمدة ٣٦ ساعة قبل زراعتها؛ بغرض إسراع إنباتها، وزيادة إنتاجها من الشتلات (Welch & Little ١٩٦٦).

● إن استنبات الجذور - قبل زراعتها مباشرة - لمدة ١٠ أيام على حرارة ٣٢ ± ١°م ورطوبة نسبية ٨٥ ±٥٪ لمدة ١٠ أيام يعد أفضل وسيلة لإسراع الحصول على نموات التقاوى وزيادة أعدادها.

● أدت زيادة فترة علاج جذور البطاطا على ٣٢ ± ١°م و ٨٥ ± ٥٪ رطوبة نسبية حتى ١٩ يومًا إلى إسراع الإنبات فى الصنف جورجيا جت، ولكن ليس فى الصنف جول Jewel، إلا أن إنبات جذور كلا الصنفين كان أسرع بتعريض الجذور - بعد تخزينها وقبل زراعتها - لحرارة ٣٢ ± ١°م ورطبة نسبية ٨٥ ± ٥٪ لمدة ٤-١٢ يومًا، وازدادت سرعة التنبيت بزيادة فترة التعريض لتلك الظروف (Hall ١٩٩٢).

● لا تتبع طريقة زيادة طول فترة العلاج حتى ١٢ يومًا - على الرغم من جدواها فى

زيادة أعداد النموات والتبكير فى إنتاجها - وذلك بسبب تبرعم الجذور بشدة وتعرضها للذبول وضعف قدرتها على التخزين حتى فى المخازن المبردة (عن Hall ١٩٩٣).

● يستدل من دراسات Hall (١٩٩٣) أن أيًا من: إطالة فترة العلاج على ٣٢ ± ١°م، و ٨٥ ± ٥٪ رطوبة نسبية إلى ١٥ يومًا بدلاً من ٧، أو تدفئة الجذور فى الظروف ذاتها لمدة ٨-١٤ يومًا فى منتصف فترة التخزين، أو تنبيت الجذور قبل زراعتها مباشرة فى الظروف السابقة لمدة ٨ أيام .. أدت أى من هذه المعاملات منفردة إلى زيادة أعداد النباتات التى أمكن الحصول عليها فى منتصف الموسم، إلا أن معاملة التنبيت السابق للزراعة فقط هى التى أدت إلى زيادة الإنتاج الكلى من النباتات.

● وفى دراسة لاحقة وجد Hall (١٩٩٤) أن الجمع بين أكثر من معاملة من المعاملات الثلاثة: إطالة فترة العلاج، والتدفئة فى منتصف فترة التخزين، والتنبيت السابق للزراعة أسهم فى إسراع إنتاج النباتات، وأدى إلى زيادة الأعداد التى أمكن الحصول عليها على امتداد الموسم كله، وكانت التدفئة (فى منتصف فترة التخزين أو قبل الزراعة) لمدة ثلاثة أسابيع أفضل من أسبوعين، كما كان التنبيت السابق للزراعة لمدة ثلاثة أسابيع مع التدفئة أثناء التخزين لمدة أسبوعين أو ثلاثة الأفضل فى إسراع إنتاج النباتات وزيادة أعداها على امتداد موسم النمو.

● يتم فى مصر تنبيت الجذور قبل زراعتها بتركها داخل نفق بلاستيكى على حرارة ٢٥-٣٠°م ورطوبة نسبية ٩٠٪ لمدة ٢-٤ أسابيع.

ثانيًا: معاملات التخلص من السيادة القاعدية

تتركز النموات الجديدة على الطرف القاعدى لجذور البطاطا عند زراعتها، وتعرف هذه الظاهرة باسم " السيادة القاعدية" basal dominance. ويؤدى التخلص من هذه الظاهرة بمعاملات خاصة إلى تكوين البراعم العرضية على امتداد الجذر، وهو ما يؤدى إلى تبكير إنتاج الشتلات وزيادة الأعداد التى يمكن الحصول عليها من الجذر الواحد.

ومن هذه المعاملات ما يلى:

١ - غمس الجذور فى محلول ٢،٤-د 2,4-D بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون.

٢ – وضع الجذور فى حيِّز مغلق لمدة ٧٢ ساعة، ومعاملتها بمنظم النمو ٢،٤،٥–ت 2,4,5-T بمعدل ٤٠ مل لكل ١٠٠ كجم من الجذور.

٣ – معاملة الجذور بالإثيلين كلوروهيدرون Ethylene Chlorohydrin بالطريقة السابقة ذاتها (Thompson & Kelly ١٩٧٥).

٤ – المعاملة بالدايمثيل سلفوكسيد dimethyl sulfoxide، بتركيز ٤–١٢٪ لمدة ٥–١٥ دقيقة. أدت هذه المعاملة إلى إحداث زيادة جوهرية فى سرعة الإنبات وعدد النموات الناتجة من كل جذر، دون أن يكون لها تأثير على وزن النمو الواحد. وقد ازداد عدد النموات بزيادة التركيز المستعمل، واختلفت المدة المناسبة للمعاملة باختلاف الأصناف (Whatley وآخرون ١٩٦٨).

٥ – المعاملة بحامض الجبريلليك GA_3 بتركيز ٢٥٠–١٠٠٠ جزء فى المليون، إلا أن هذه المعاملة تؤدى إلى إنتاج نموات خضرية طويلة ورفيعة. وقد أمكن التكبير فى إنتاج الشتلات بمعاملة الجذور بتركيزات منخفضة من كل من الـ GA_{4+7} مع البنزيل أدنين benzyladenine، بهدف التغلب على مشكلة ضعف النموات وازدياد طولها عند استعمال تركيزات عالية من الـ GA_3 (Hall ١٩٩٤).

٦ – نقع الجذور فى الإثيفون Ethephon، بتركيز ١٠٠٠–٤٠٠٠ جزء فى المليون (بمتوسط قدره ١٥٠٠ جزء فى المليون) لمدة ١٠ دقائق. تعطى هذه المعاملة نموات قصيرة نسبيًا (Thompkins & Bowers ١٩٧٠).

٧ – قطع الجذور عرضيًا على بعد ١–٢ سم من طرفها القاعدى قبل زراعتها. يؤدى ذلك إلى التبكير بإنتاج الشتلات وزيادة أعدادها الكلية عما فى حالة زراعة الجذور الكاملة .

كما أدى قطع الطرف القاعدى للجذور التى سبقت معاملتها بالإثيفون إلى زيادة الإنتاج الكلى من الشتلات (Hall ١٩٩٠).

ويوصى بتقطيع جذور البطاطا عرضيًا ومعالجتها جيدًا قبل استخدامها فى زراعة المشاتل، وذلك بهدف التخلص من السيادة القاعدية التى تكون قوية فى الجذور الحديثة الحصاد وتضعف بمرور الوقت. ويؤدى التقطيع إلى زيادة عدد النموات التى يمكن الحصول عليها من الجذر الواحد.

وعند زراعة الجذور المجزأة بكثافة ١٠٠ قطعة/م^2 فإنها تعطى حوالى ٨٠٠-٩٠٠ نبت، ويلزم فى هذه الحالة حوالى ٥٠٠-٧٠٠ كجم من الجذور لإنتاج نموات تكفى لزراعة هكتار (٢٠٠-٣٠٠ كجم للفدان).

ثالثاً: معاملات التطهير السطحى للجذور والتخلص من المسببات المرضية

يكون تطهير الجذور - قبل زراعتها - بغمسها فى محلول السليمانى (كلوريد الزئبق بتركيز ٠,١٪) لمدة ١٠ دقائق، أو معلق الثيرام بتركيز ١٪، أو السمسان بل بتركيز ١,٥٪ لمدة دقيقة واحدة. وقد تزرع الجذور بعد معاملتها مباشرة، أو تترك فى الظل لتجف قليلاً قبل الزراعة.

طرق إنتاج الشتلات

تزرع المشاتل - عادة - فى أواخر فبراير وأوائل مارس مع تغطيتها بالبوليثيلين الأسود أو الشفاف لأجل رفع حرارة التربة وإسراع الإنبات، مع رفع الغطاء بمجرد وصول النبت الجديد إلى سطح التربة. كذلك تستعمل أغطية البوليستر، والأنفاق البلاستيكية لتحقيق الهدف ذاته ولكن مع بقاء الغطاء لحين تحسن الأحوال الجوية.

ونستعرض - فيما يلى - طرق إنتاج الشتلات:

أولاً: الطريقة التقليدية

تُملأ أحواض المشتل برمل جديد لم يسبق استعماله فى إنتاج البطاطا، ولم يسبق تعرضه لماء صرف من حقول البطاطا. ويمكن استعمال تربة خفيفة فى حالة عدم توفر الرمل. وتكون زراعة الجذور فى مصر فى شهرى: يناير، وفبراير، أثناء انخفاض درجة الحرارة؛ لذا .. فإنه من الضرورى تدفئة المراقد. وبمكن توفير التدفئة المناسبة بوضع طبقة من سماد الخيل (سبلة) بسمك حوالى ٢٠ سم، ثم تغطى بطبقة من الرمل بسمك حوالى ٧ سم، وتضغط الطبقتان جيدًا، وتترك المراقد لمدة أسبوع إلى أن تنخفض درجة الحرارة إلى الحد الأدنى الذى لا يضر بالجذور عند زراعتها.

تتم الزراعة بعد ذلك بوضع الجذور المتساوية فى الحجم معًا؛ حتى يمكن تغطيتها إلى نفس العمق. توضع الجذور على سطح التربة أو الرمل، قريبة من بعضها البعض،

على ألا تتلامس، مع ضغطها قليلاً فى المراقد، ثم تغطى بالرمل حتى يصل سمك الغطاء فوقها إلى ٥ سم. ويلى ذلك رى المشتل لتثبيت الرمل حول الجذور. ومع بداية ظهور النموات الخضرية .. تضاف طبقات جديدة من الرمل بصورة تدرجية، إلى أن يصل سمك الغطاء فوق الجذور إلى ٨-١٠ سم، ويعمل ذلك على تكوين مجموع جذرى جيد على امتداد الساق أسفل سطح التربة؛ فتكون النموات الجديدة قوية. ولا تجوز إضافة هذه الطبقة السميكة من الغطاء منذ البداية؛ لأن ذلك يؤدى إلى تأخير الإنبات.

يراعى عند استعمال مراقد مدفأة أن يتراوح المدى الحرارى من ٢١°-٢٧°م، حيث تتكون فى هذه الظروف نموات قوية، تكون جاهزة للشتل فى غضون ستة أسابيع من الزراعة. أما فى درجات الحرارة الأعلى من ٢٧°م .. فإن النمو النباتى يكون سريعًا، إلا أن الشتلات المنتجة تكون ضعيفة ورهيفة. ويجب - أيضًا - الاهتمام بعملية التهوية، خاصة فى الأيام المشمسة؛ حيث تعمل التهوية على خفض درجة الحرارة، وأقلمة النباتات قبل شتلها فى الحقل.

تقلع الشتلات (تسمى أيضًا slips، أو sprouts، أو draws) بجذبها باليد، على أن توضع اليد الأخرى على سطح التربة؛ حتى لا تقلع قطع التقاوى (الجذور) الأصلية. ولا تقلع سوى النموات الجيدة فقط، وتترك الباقية حتى تستكمل نموها. تحتوى الشتلة الجيدة على ٦-١٠ أوراق، ويبلغ طول نموها الخضرى حوالى ٥ سم، والجذرى من ٣-٤ سم (Ware & McCollum ١٩٨٠).

ثانيًا: طريقة الأنفاق البلاستيكية المنخفضة

تكون زراعة الجذور لإنتاج الشتلات داخل أنفاق بلاستيكية منخفضة. وتفضل أن تكون تربة المشاتل صفراء خفيفة أو أن تغطى الجذور المزروعة لإنتاج عقل الزراعة بالرمل؛ وذلك لكى يكون من السهل تقليع الشتلات.

تؤدى ملامسة نموات البطاطا الخضرية للغطاء البلاستيكى فى المشاتل إلى احتراق الأوراق والقمة النامية للفروع بسبب الارتفاع الزائد للحرارة تحت البلاستيك. وقد أمكن التغلب على تلك المشكلة باستعمال أغطية من البوليستر أو من البوليثيلين المثقب (Dangler ١٩٩٤).

وقد أدى استعمال غطاء بلاستيكى أسود للتربة مع غطاء بلاستيكى أبيض مشقوق، أو مع غطاء من البوليستر للنباتات إلى زيادة محصول البطاطا (فى الحقل الدائم) بنسبة ٤٦٪، و ٣٤٪ – على التوالى – مقارنة بعدم استعمال أى أغطية (Brown وآخرون ١٩٩٨).

وقبل حصاد النموات تتم تقسيتها أولا بتهوية الأنفاق، ويمنع الرى عنها لمدة يومين، لكن تتوقف مدة منع الرى على درجة الحرارة وطبيعة التربة.

وفى حالة تأخر الزراعة بعد تقليع الشتلات فإنه يمكن تخزينها على ١٦°م ورطوبة نسبية عالية، علمًا بأن درجات الحرارة الأعلى عن ذلك أو الأقل منها تضر كثيرًا بالشتلات.

وقد وجد أن استعمال الأغشية البلاستيكية السوداء كغطاء للأنفاق أدى إلى زيادة إنتاج شتلات الصنف يبوريجارد ما بين ٦٣٪، و ٥٥٣٪ مقارنة بعدم استعمال أى غطاء، ولكن الصنف جِولّ كان أقل استجابة، كما انخفض وزن الشتلة بنسبة ٣٤٪. هذا .. وقد أدى استعمال الغطاء البلاستيكى الأسود إلى التبكير فى حصاد أولى الشتلات بمقدار ١٤ يومًا مقارنة بمعاملة الكنترول. ولم يتأثر محصول تلك الشتلات بالغطاء البلاستيكى الأسود للأنفاق عندما استخدمت الشتلات المبكرة فى الزراعة، إلا أن الشتلات المنتجة بعد ذلك – وحتى نهاية موسم إنتاج الشتلة – قل محصولها من الجذور المتدرنة عن محصول شتلات الكنترول. ولهذا السبب فإنه لم يوص باستعمال الغطاء البلاستيكى الأسود لأنفاق الشتلة (Bonte وآخرون ٢٠٠٠).

ثالثا: الطريقة المحسنة

من الطرق المحسنة لإنتاج الشتلات الجذرية زراعة عقل البطاطا متزاحمة (على مسافة ١١ سم من بعضها البعض فى سطور داخل أحواض) داخل أنفاق بلاستيكية (بعرض ٢٨٠ سم وارتفاع مناسب) محكمة الغلق فى شهرى أكتوبر ونوفمبر، مع العناية بالرى، وإزالة الحشائش يدويًّا، والتسميد الآزوتى بمعدل ٤٠ كجم N للفدان. وبداية من شهر مارس يؤخذ من النموات الجديدة عقل طرفية بطول ١٢ سم وتزرع فى صوان يوجد بكل منها ٢٦٠ عينًا (يلزم لكل فدان ١٠٠ صينية)، ثم توضع فى نفق بلاستيكى آخر لمدة ٢–٣ أسابيع، حيث تعطى شتلات جذرية يمكن زراعتها فى الحقل الدائم، مع

إمكان تأخير زراعتها عن موعد الزراعة العادى بنحو ٢-٣ أسابيع، وهى الفترة التى يستغرقها نمو الشتلات فى الصوانى.

رابعًا: طرق أخرى جديدة

من المحاولات التى أجريت لإكثار البطاطا استعمال شتلات السدادة plug transplants (تنتج فى شتّالات ذات عيون رفيعة تخرج منها الشتلة بصلية من الجذور تشبه السدادة) (Lewthwaite & Triggs ١٩٩٩)، وشتلات من أجزاء من الجذور اللحمية يبلغ وزنها ١٠ جرامات (Yamashita ٢٠٠٠).

التكاثر بالبذور الصناعية

تجرى حاليًا محاولات لإنتاج بذور صناعية synthetic seeds من البطاطا لأجل إكثارها تجاريًا، وتتكون هذه البذور من أجنة خضرية somatic embryos يتم إنتاجها فى مزارع الأنسجة، وتغلف بمواد خاملة ليمكن المحافظة عليها من الجفاف، وليسهل تداولها عند زراعتها (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

زراعة الحقل الدائم

تزرع البطاطا على خطوط بعرض ٦٠-٧٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٠-١٢ خطًا فى القصبتين) وعلى جانب واحد (يكون الجانب الشمالى أو الغربى حسب اتجاه التخطيط). تزرع العقل أو الشتلات فى الثلث العلوى من الخط فى وجود الماء.

يكون غرس العقل فى التربة فى الاتجاه الطبيعى للبراعم (أى غير مقلوبة) وبعمق نحو ثلثها إلى نصفها على أن يظهر منها برعم واحد على الأقل فوق سطح التربة. أما الشتلات .. فيجب أن تغرس بحيث تغطى كل جذورها وجزء من الساق بالتربة. وفى الولايات المتحدة يتم الشتل آليًا بمعدل ٣-٤ أفدانه للآلة الواحدة يوميًا.

وفى المقابل يذكر Rubatzky & Yamaguchi (١٩٩٩ صفحة ١٣٦) أن زراعة العقل الساقية مقلوبة أو زراعة عقل غير طرفية لا يؤثر على المحصول الناتج منها، ذلك لأن النباتات تنمو زاحفة، وأن النموات الجديدة - التى تنشأ من العقل الورقية - تحافظ على قطبية (polarity) النبات.