الفصل السابع

# النمو والتطور

## تأثير العوامل البيئية على النمو الخضري والدرني لنبات البطاطس

يتأثر نبات البطاطس فى جميع مراحل نموه وتطوره بالعوامل البيئية. وقد سبق بيان تأثير هذه العوامل على نبات البطاطس بوجهٍ عامٍ فى الفصل الرابع. ونتناول الآن تأثير العوامل الجوية على النمو الخضرى والدرنى للنبات بشئٍ من التفصيل .

### تأثير درجة الحرارة

يتأثر نمو وتطور نبات البطاطس بدرجة الحرارة على الوجه التالى :

### إنبات الدرنات

تزيد سرعة الإنبات كثيرًا بارتفاع الحرارة حتى ٢٤°م ، كما هو مبين فى جدول (٧-١). ويتضح من الجدول أن أنسب درجة حرارة لإنبات درنات البطاطس تتراوح بين ٢١°م و ٢٤°م ( Yamaguchi وآخرون ١٩٦٤ ) .

جدول ( ٧-١ ) : تأثير درجة الحرارة على سرعة إنبات درنات البطاطس .

| المجال الحرارى ( °م ) | عدد الأيام اللازمة حتى ٥٠٪ إنبات | عدد الأيام اللازمة حتى ١٠٠٪ إنبات |
|---|---|---|
| ١٠-١٢,٧ | ٢٨ | ٣٦ |
| ١٥,٥-١٨,٣ | ١٣ | ٢٠ |
| ٢١.١-٢٣,٨ | ٨ | ١٣ |
| ٢٦,٦-٢٩,٤ | ١٢ | ١٥ |

## النمو الخضري

أوضح Bodlaender (١٩٦٠) أنه لم تحدث أية زيادة فى طول ساق نبات البطاطس فى حرارة أقل من ٧-٨°م، ثم ازداد طول الساق تدريجيًا بارتفاع درجة الحرارة، إلى أن وصل طول الساق إلى أقصى مدى له فى حرارة ١٨°م-٢٠°م، وكانت الزيادة فى طول الساق فى الحرارة العالية أكبر منها فى الحارة المنخفضة. ولم يجد الباحث اختلافًا بين حرارة النهار وحرارة الليل فى التأثير على طول الساق. أما الأوراق والوريقات، فقد كانت - عادةً - أكبر حجما، وكان لونها الأخضر أكثر دكنةً عندما كانت درجة الحرارة مرتفعةً نهارًا ومنخفضةً ليلاً. وأدت حرارة الليل المرتفعة إلى موت الأوراق بسرعة أكبر مما لو كانت حرارة الليل منخفضةً، ولكن معدل تكوين الأوراق الجديدة ازداد فى المقابل؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة العدد النهائى لأوراق النبات فى الحرارة العالية. وقد توصل Bodlaender من دراسته إلى أن أفضل المعدلات الحرارية كانت من ١٨°م-٢٠°م لنمو السيقان، و ١٢°م-١٤°م لنمو الأوراق، وأن ارتفاع الحرارة ليلاً يؤدى إلى نقص نسبة الأوراق إلى السيقان.

كذلك درس Borah & Milthorpe ( ١٩٦٢ ) تأثير الحرارة الثابتة : ١٥، و ٢٠، و ٢٥°م، والحرارة المتغيرة : ٢٠°م نهارًا مع حرارة ١٠°م، أو ١٥°م، أو ٢٠°م، أو ٢٥°م ليلا، ووجدا أن نمو البطاطس فى الحرارة الثابتة العالية ٢٥°م أعطى أكبر نمو خضرى للسيقان والأوراق، وأكبر قدر من التفريع. وقد أكد Scaramella Petri (١٩٦٣) تلك النتائج؛ حيث وجد أن سيقان نباتات البطاطس كانت أكثر طولاً فى حرارة ٢٥°م منها فى حرارة ١٥°م، أو ٢٠°م، وكان هذا النمو الخضرى القوى مصاحبا بضعف فى نمو الأجزاء تحت الأرضية للنبات؛ مما أدى إلى نقص المحصول.

وتأييدا لما سبق بيانه من أن الحرارة العالية تؤدى إلى زيادة طول النبات، وجد Krug (١٩٦٣) أن نباتات البطاطس - عندما كانت الحرارة ١٢°م نهارًا، و ٨°م ليلاً لمدة ٤٠ يوما، ثم زيدت إلى ١٦°م نهارا، و ١٢°م ليلاً - كانت أكثر اندماجًا مما لو كانت الحرارة أعلى من ذلك.

أما درجة حرارة التربة المثلى للنمو الخضرى المتوازن مع النمو الدرنى فإنها تتراوح بين ١٥°م و ١٨°م، وتؤدى الحرارة الأعلى من ذلك إلى زيادة طول الساق وزيادة وزن النمو الخضرى، وخاصة عندما تكون حرارة الهواء منخفضةً ( ١٧°م نهارا، و ١١°م ليلاً ) (عن Boadlander ١٩٦٣).

وتوجد علاقة طردية خطية بين معدل ظهور الأوراق الجديدة فى البطاطس ودرجة الحرارة بين ٩°م و ٢٥°م ، ولكن هذه الزيادة لا تستمر فى معدل تكوين الأوراق الجديدة مع استمرار ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٥°م . وقد قدر المعامل الحرارى Temperature Coefficient لمعدل ظهور الأوراق الجديدة بنمو ٠,٠٣٢ ورقة/درجة حرارية يومية degree days، مع اعتبار أن درجة الأساس هى الصفر المئوى. كما نقصت فترة استكمال نمو الورقة الواحدة مع ارتفاع الحرارة حتى ٢٥°م ، حيث كانت الدرجة الحرارية اليومية الطبيعية ثابتة عند ١٧٠°م ، باعتبار أن حرارة الأساس هى الصفر المئوى (Kirk & Marshall ١٩٩٢) .

كما وجد Almekinders & Struik ( ١٩٩٤ ) أن ارتفاع درجة الحرارة بين ١٥°م ، و٢٧°م أدى إلى زيادة عدد الفروع الجانبية .

وقد تبين من دراسات Gawronska وآخرين (١٩٩٢) أن الحرارة العالية (٣٥°م نهارا/٢٥°م ليلاً ) أدت إلى خفض الإنتاج الكلى للمادة الجافة، وغيرت من توزيعها فى النبات لصالح النمو الخضرى وعلى حساب النمو الدرنى ؛ وذلك مقارنة بالحرارة المعتدلة ( ٢٥°م نهاراً / ١٢°م ليلاً ) .

وقد وجد Hammes & Jager (١٩٩٠) أن صافى البناء الضوئى انخفض فى البطاطس بارتفاع درجة الحرارة عن ٢٠°م . وفى حرارة ٤٠°م .. كان معدل البناء الضوئى ٣٧٪ من معدله فى حرارة ٢٠°م . وعندما حُوفظ على حرارة الهواء ثابتة عند ٢٠°م بينما زيدت حرارة التربة – فقط – إلى ٤٠°م .. كان معدل البناء الضوئى ٧٢٪ من معدله عند حرارة تربة وهواء مقدارها ٢٠°م .

كذلك أوضح Thornton وآخرون (١٩٩٦) أن الحرارة العالية ( ٣٥°م نهارا ، و٢٥°م ليلاً، مقارنة بحرارة ٢٥°م نهاراً ، و ١٢°م ليلاً) أدت إلى نقص الوزن الجاف الكلى لجميع أصناف البطاطس التى شملتها الدارسة ، وظهر أكبر تأثير للحرارة العالية فى الصنف رصّت بربانك الحساس للحرارة ، كما بدا أن اختلاف الأصناف فى مدى تحملها للحرارة العالية كان مرتبطًا بمدى تأثر نسبة التنفس إلى البناء الضوئى فيها بالحرارة العالية .

## تكوين ونمو السيقان الأرضية

تؤثر درجة الحرارة على تكوين ونمو السيقان الأرضية؛ فعندما تكون درجة الحرارة

فى المجال الملائم لنبات البطاطس نجد أن السيقان الأرضية تبدأ فى النمو والاستطالة من وقت ظهور النبات فوق سطح التربة. وعند ارتفاع درجة الحرارة نجد أن نمو السيقان الأرضية يتأخر لحين تكوّن عدة أوراق ؛ لأن تكوين السيقان الأرضية يرتبط بتراكم المواد الكربوهيدراتية فى ساق النبات أسفل سطح التربة ، وهو الأمر الذى لا يحدث بسرعة عند ارتفاع درجة الحرارة بسبب استهلاك نسبة عاليةٍ من الغذاء المجهز فى التنفس . ومع ذلك .. فإن مستوى المواد الكربوهيدراتية اللازم لتكوين المدادات أقل بكثير من المستوى اللازم لتكوين الدرنات (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

## تكوين ونمو الدرنات ، والمحصول

تؤثر درجة الحرارة على تكوين الدرنات ؛ وبالتالى فإنها تؤثر على كمية المحصول. وقد كان Bushoell (١٩٢٥) أول من درس هذا الموضوع ، ووجد أن ارتفاع درجة الحرارة من ٢٠°م-٢٩°م صاحبه نقص فى إنتاج الدرنات ، ولم تتكون أية درنات عندما تعرضت النباتات لدرجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٩°م . وقد علل ذلك بازدياد معدل تنفس الأجزاء الهوائية فى درجات الحرارة العالية ؛ وبالتالى زيادة استهلاك الغذاء المجهز فى التنفس؛ الأمر الذى أدى إلى نقص المحصول الذى يتوقف على كمية المواد الكربوهيدراتية المنتجة التى تفيض عما يلزم للنمو والتنفس فى جميع أجزاء النبات الأخرى .

وقد تأيدت تلك النتائج بدراسات Werner (١٩٣٤) التى وجد فيها أن درجات الحرارة العالية - التى تراوحت بين ٢٤°م و ٣٣°م - أثّرت سلبيًا على محصول الدرنات ، بينما ازداد المحصول فى درجات الحرارة الأقل من ٢٤°م . وقد أمكن تجنب التأثير الضار للحرارة المرتفعة - جزئيًا - بتقصير طول الفترة الضوئية ؛ حيث أمكن الحصول على درنات فى حرارة ٣٢°م بتخفيض الفترة الضوئية إلى ١٠١/٢ ساعة .

وتتراوح الدرجة المثلى لتكوين الدرنات فى البطاطس بين ١٥°م و ٢٠°م ( عن Bodlaender ١٩٦٣ ) . ويؤدى ارتفاع الحرارة أثناء الليل إلى تأخير تكوين الدرنات ونقص عددها ، بينما يؤدى ارتفاع الحرارة نهارا إلى نقص حجم الدرنات المتكونة (Adisarwanto ١٩٩٣) .

وكلما ازدادت شدة الإضاءة ازداد الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن أن تنتج فيها الدرنات ؛ لذا يلاحظ أن البطاطس تعطى محصولاً جيدا فى المناطق ذات الجو القارى ،

برغم ارتفاع درجة الحرارة كثيرا أثناء النهار. ويرجع ذلك إلى أن الارتفاع فـــى درجـــة الحرارة نهارا تصاحبه زيادة فى شدة الإضاءة ، كما أن درجة الحرارة تنخفض ليلاً ؛ مما يقلل الفقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، كما وجد Bodlaender (١٩٦٣) أن درجة الحرارة المناسبة لنمو سيقان النبات تزداد ارتفاعا مع ازدياد شدة الإضاءة .

يزداد انخفاض محصول الدرنات عند ارتفاع درجة الحرارة ليلاً عنه عند ارتفاع درجة الحرارة نهاراً . والسبب فى ذلك هو أن ارتفاع الحرارة ليلاً يساعد على زيادة الفاقد فـــى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، بينما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة نهاراً إلى زيادة معدلى كلّ من التنفس والبناء الضوئى . ومع استمرار الارتفاع فى درجة الحرارة يزيـــد هـــدم المواد الكربوهيدراتية بالتنفس عن بنائها بالتمثيل الضوئى .

وكما تعمل درجة حرارة الليل المنخفضة على تقليل الفاقد فى المواد الكربوهيدراتيـــة بالتنفس ، فإنها تعمل أيضاً على زيادة نمو الأوراق .

وقد وجد Gregory ( ١٩٥٤ عن Bodlaender ١٩٦٣ ) أن محصول البطاطس فـــى حرارة ٣٠°م نهاراً ، و ١٧°م ليلاً كان أكبر مما كان عليه الحال فى حرارة ثابتة مقدارهـــا ٢٣°م ، وأرجعت هذه الزيادة فى المحصول إلى حرارة الليل المنخفضـــة . كذلـــك وجـــد Courduroux (١٩٥٩) أن حرارة الليل المنخفضة فى حدود ١٤°م حفّزت تكوين الدرنات. أما Bodlaender (١٩٦٠) فقد وجد نقصاً فى عدد الدرنات المتكونة بارتفاع درجة حرارة الليل ، وكان أنسب مجال حرارىّ لنمو الدرنات فى تلك الدراسة هو ١٨°م-٢٤°م نـــهارا مع ٦°م-١٢°م ليلاً .

وعلى الرغم من أن أنسب درجة حرارة لتكوين الدرنات - كمتوسط عامّ - هى ١٥°م ، إلا أن المحصول المرتفع يناسبه مجال حرارى من ١٨-٢١°م، وهو وسط بيـــن الدرجـــة المثلى لتكوين الدرنات والدرجة المثلى لنمو السيقان ، والتـــى تبلـــغ ٢٥°م ( Borah & Milthorpe ١٩٦٢ ) . ويؤدى انخفاض الحرارة عن ١٥°م إلى تأخير تكوين الدرنـــات ، كما يؤدى ارتفاعها عن ٢٥°م إلى جعل الدرنات المتكونة غير منتظمة الشكل ، وقريبةً من سطح التربة .

### نوعية الدرنات

تؤثر درجة الحرارة على نوعية الدرنات المتكونة ؛ فتكون الدرنات أكثر انتظامًا فـــى

الشكل فى درجات حرارة تتراوح بين ١٥°م و ٢١°م. ويؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى ١٠°م-١٣°م إلى أن تميل درنات الأصناف المستطيلة إلى الكروية، كما يؤدى ارتفاعها إلى ٢٧°م-٢٩°م إلى تغير شكل الدرنات، فتصبح مغزلية ، كما فى الصنف هوايت روز White Rose ، أو تظهر بها نموات جانبية ؛ كما فى كثير من الأصناف .

ويتكون الجلد الشبكى بشكل جيد فى الأصناف الشبكية russeted فى حرارة ٢٤°م؛ بالمقارنة بدرجات الحرارة الأقل والأعلى من ذلك. ومع انخفاض درجة الحرارة يقل تكوين البيريدرم المسئول عن الشبك السطحى على درنات هذه الأصناف ؛ إلى حد أن تصبح الدرنات ملساء فى حرارة ٧°م-١٠°م . ويعد ذلك عيبا تجاريًا فى هذه الأصناف.

وتكون نسبة السكر والنشا والكثافة النوعية للدرنات أعلى ما يمكن فى حرارة ١٥°م-٢٤°م؛ بالمقارنة بما تكون عليه هذه الصفات فى درجات الحرارة الأعلى أو الأقل من ذلك .

## تأثير الفترة الضوئية

أوضح McCelland منذ عام ١٩٢٨ أن النمو الخضرى فى البطاطس يناسبه النهار الطويل ، بينما تكوين الدرنات يناسبه النهار القصير (عن Piringer ١٩٦٢). وقد تأيد ذلك فى عديد من الدراسات الأخرى . ويؤدى النهار الطويل إلى زيادة النمو الخضرى، واستمراره لفترة أطول مما فى النهار القصير فى كلٍ من الأصناف المبكرة والمتأخرة على حدٍ سواء. ويزيد النهار القصير من كفاءة تكوين الدرنات؛ فتكون نسبة وزن الدرنات إلى المجموع الخضرى أكبر فى النهار القصير. وفى نفس الوقت نجد أن النهار القصير يؤثر سلبيًا على المحصول الكلى؛ لأنه يشجع على تكوين الدرنات مبكرًا ؛ فيتوقف النمو الخضرى مبكرًا ، ويقل المحصول تبعًا لذلك (Burton ١٩٤٨ ، و Ezekiel & Bhargava ١٩٩١). ولا يعنى ذلك أن البطاطس لا تكوّن درنات فى النهار الطويل، ولكنها تنمو أثناءه خضريًا لفترة أطول قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات. وتأييدًا لذلك .. وُجد أن أصناف البطاطس الأوروبية تقل فترة نموها بمقدار ٢٥/-٥٤/ إذا زرعت فى المناطق القريبة من خط الاستواء؛ حيث يؤدى النهار القصير فيها إلى إسراع تكوين الدرنات، وتوقف النمو الخضرى مبكرًا ؛ ويقل المحصول تبعًا لذلك (Hardenburg ١٩٤٩) .

وعلى الرغم من أن جميع أصناف البطاطس تستجيب للفترة الضوئية بنفس الطريقة التى سبق بيانها ، إلا أن درجة الاستجابة تتوقف على درجة التبكير فى النضج ؛ فقد وجد Caesar & Krug (١٩٦٥) أن زيادة طول النهار من ١٢ إلى ١٨ ساعة أدت إلى زيادة النمو الخضرى، وإطالة مدته، وزيادة عدد ومحصول الدرنات فى ١٢ صنفًا من البطاطس، إلا أن الأصناف المتأخرة كانت أكثر استجابةً من الأصناف المبكرة . وفى دراسةٍ سابقة لذلك أجريت على سلالتين من الصنف ترايمف Triumph إحداهما مبكرة، والأخرى متأخرة، وُجد أن تكوين الدرنات فى كلتيهما فى نهار ١١ ساعة كان أسرع منه فى نهار ١٦ ساعة ، كما كان تكوين الدرنات أسرع فى السلالة المبكرة منه فى السلالة المتأخرة فى معاملتى طول الفترة الضوئية، إلا أن الفرق بينهما فى الفترة الضوئية القصيرة كان أقل منه فى الفترة الضوئية الطويلة. وقد كان المحصول فى كلتيهما أكبر فى النهار الطويل منه فى النهار القصير .

ويلاحظ أن الحد الأقصى لطول النهار المناسب لتكوين الدرنات فى الأصناف المبكرة يكون أكبر مما فى الأصناف المتأخرة، فنجد فى المناطق الشمالية أن الأصناف المبكرة تنمو فى ظروف النهار القصير فى الربيع وبداية الصيف، وتضع درناتها فى ظروف النهار الطويل فى منتصف الصيف، بينما نجد أن الأصناف المتأخرة تستمر فى النمو الخضرى خلال الصيف، ثم تضع درناتها عندما تقصر الفترة الضوئية فى أواخر فصل الصيف. ويعمل النهار الطويل على إطالة فترة النمو الخضرى فى الأصناف المبكرة قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات ، ويعمل ذلك على زيادة محصولها .

ويتبين من دراسات Markarov وآخرين (١٩٩٣) أن مدى تأثر النمو الخضرى – وكذلك الزهرى – للبطاطس بالفترة الضوئية يتوقف على كلٍّ من الصنف والنوع. وقد استخدم الباحثون فى دراستهم الأنواع *Solanum tuberosum* ، و *S. andigenum* ، و *S. stoloniferum* .

ومما يدل على أن البطاطس من نباتات النهار القصير – بالنسبة لتكوين الدرنات – أن قطع الليل الطويل بفترة إضاءة طولها ٢٠ دقيقة فقط تؤدى إلى توقف تكوين الدرنات بدرجة كبيرة . وعلى العكس من ذلك .. فإن قطع النهار الطويل بفترة ظلامٍ مدتها ٢٠ دقيقة لم يؤثر على تكوين الدرنات، كما لم تؤد فترتان من الظلام (طول كل منهما ٧ ساعات، وتفصل بينهما دقيقتان من الضوء) إلى تكوين الدرنات فى النوع *S. demissum* ،

أو إلى إسراع تكوين الدرنات فى النوع *S. tuberosum* (عن Smith ١٩٦٨) . ولا يعنى ذلك أن كل أصناف البطاطس لا تكوّن درنات فى النهار الطويل ؛ فذلك لا يحدث إلا فى بعض الأصناف التى أنتجت أصلا فى أمريكا الجنوبية بالقرب من خط الاستواء ؛ حيث النهار قصير. فهذه الأصناف لا تكوّن درنات إذا زرعت صيفا فى المناطق الشمالية حيث النهار الطويل ، وعلى العكس من ذلك .. فإن الأصناف المنتجة فى المناطق الشمالية تضع درناتها بسرعة اكبر إذا تعرضت لنهار قصير . وإذا زرعت هذه الأصناف فى أقصى الشمال؛ حيث يصل طول النهار صيفا إلى ٢٢-٢٤ ساعة ، فإنها تنمو وتعطى محصولا من الدرنات خلال شهر سبتمبر ، ثم تموت النباتات فجأة بفعل الصقيع، إلا أن الدرنات المتكونة تكون مانية المظهر ، وتنخفض فيها نسبة النشا كثيرًا ؛ حيث تتراوح بين ٧/ و ١٣/ . ومما تجدر ملاحظته أن النهار الطويل فى هذا المناطق يعوض جزئيًا قصر موسم النمو (عن Smith ١٩٦٨) .

وإلى جانب ما تقدم بيانه عن تأثير الفترة الضوئية على تكوين الدرنات، نجد أن الفترة الضوئية الطويلة تؤدى إلى زيادة عدد وطول ودرجة تفريع السيقان الأرضية.

ويستفاد من دراسات Matheny وآخرين (١٩٩٢) أن استعمال غطاء بلاستيكى للتربة بلون أبيض، أو أزرق شاحب أدى إلى زيادة المحصول بأكثر من ١٥/ عن معاملة الكنترول التى لم يستعمل فيها غطاء بلاستيكى للتربة ، أو معاملة استعمال الغطاء البلاستيكى الأحمر . وكان مرد هذا التأثير إلى نسبة الأشعة تحت الحمراء ؛ التى انعكست من مختلف المعاملات .

وإلى جانب التأثير المنفرد لكلٍ من درجة الحرارة والفترة الضوئية على النمو الخضرى والدرنى فى البطاطس نجد أنهما يتفاعلان معا عند إحداثهما لتأثيراتهما ؛ بمعنى أن تأثير الاختلاف فى درجة الحرارة يتوقف على الفترة الضوئية ، كما أن تأثير الاختلاف فى الفترة الضوئية يتوقف على درجة الحرارة. وقد كان Werner (١٩٣٤) هو أول من درس هذا الموضوع ؛ حيث توصل الباحث إلى أن النمو الخضرى يناسبه النهار الطويل ، ودرجة الحرارة المرتفعة ، بينما النمو الدرنى يناسبه النهار القصير ، ودرجة الحرارة المنخفضة. وقد أدى تعريض النباتات إلى ظروف النهار القصير - مع حرارة مرتفعة - إلى جعلها صغيرة الحجم ، وذات نسبة مرتفعة جدًا من وزن الدرنات إلى النمو الخضرى. وكان أعلى محصول عندما تعرضت النباتات لظروف النهار المتوسط الطول مع

حـرارة منخفضة. ومع ارتفاع درجة الحـــرارة وزيـادة طـول النـهار ازداد النمـو الخضـرى، وانخفض إنتاج الدرنات . وفى ظروف النهار الطويل مع درجة حرارة شديدة الارتفاع لم تنتج النباتات أية درنات. وقد أوضح Werner أن الفترة الضوئيـة القصـيرة يمكن أن تعوض تأثير الارتفاع الكبير فى درجة الحرارة ؛ حيث حصل على درنـات فـى حرارة ٣٢°م بخفض فترة الإضاءة إلى ١٠١/٢ ساعة يوميًـا. ومـن جهـة أخـرى .. فالحرارة المنخفضة يمكن أن تعوض الزيادة الكبيرة فى طول الفترة الضوئية. ومما يـدل على ذلك أن البطاطس تكوّن درنات فى المناطق التى تقع على خط عرض ٦٨° شمـالا ؛ حيث لا تغرب الشمس فى منتصف الصيف فى هذه المناطق، إلا أن درجة الحرارة تكـون منخفضة .

كما وجد Werner أن مستوى الآزوت فى التربة يمكن أن يؤثر على استجابة نباتـات البطاطس لدرجة الحـرارة والفترة الضوئية ؛ فبخفض مستوى التسميد الآزوتـى أمكـن تقليل النمو الخضـرى ، وتكونت درنات فى درجة حرارة أكثر ارتفاعًا ممـا لـو كـان مستوى التسميد الآزوتى مرتفعا . وقد أدت كثرة توفر الآزوت فـى الظـروف المناسـبة للنمو الخضرى إلى غزارة النمو الخضرى ، ونقص المحصول. ومن جهة أخرى .. لـم تكن للتسميد الآزوتـى الوفير تأثيرات ضارة فـى ظـروف النـهار القصـير والحـرارة المنخفضة .

وتجدر الإشارة إلى أن تعريض البطاطس للإضاءة المستمرة طوال الـ ٢٤ ساعة يوميًا يؤدى إلى ظهور اصفرار بين العروق وبقع بنية متحللة على السطح العلوى للأوراق التى تكون فى مرحلة النمو، يتبعه تقزم فى النمو النباتى؛ وهى أعراض تظهر - كذلك - على نباتات الطماطم التى تتعرض لنفس الظروف . ويسبق ظهور هذه الأعراض نقـص فـى البناء الضوئى ، وفى محتوى النشا بالأنسجة المتأثرة ، وفى سلامة أغشيتها الخلويـة . وتعرف هذه الظاهرة باسم أضرار الإضاءة المستمرة Constant Light Injury .

وقد تبين أن أية انحرافات كبيرة عن الدورات الضوئية الطبيعية القريبة من ١٢ ساعة ضوءًا، و ١٢ ساعة ظلاما ( مثل : ٤/٢٠ ، و ٦/٦ متكررة مرتان يوميًا ) تحدث نفـس الظاهرة .

كما وجد أن إحداث تباينات بين حرارتى الليل والنهار بمقدار ٨° مئوية أو أكـثر مـن ذلك منعت ظهور أضرار الإضاءة المستمرة .

كما أدى استعمال درنات كبيرة الحجم ( حوالى ١٠٠ جم ) كتقاو إلى منع حدوث هذه الظاهرة - كذلك - مقارنةً باستعمال درنات صغيرة ؛ مما يدل على أن لقوة النمو النباتى وانتقال المركبات الكربوهيدراتية فى النبات دوراً مهمًا فى التحكم فى ظهور هذه الأضرار .

هذا .. وتختلف أصناف البطاطس كثيرًا فى حساسيتها لتلك الأضرار ؛ فمثلاً .. يعد الصنف كنيبك Kennebec شديد الحساسية ، بينما يعتبر الصنف رصّت بربانك Russet Burbank كثير التحمل (Cushman & Tibbitts ١٩٩٦) .

### تأثير شدة الضوء

تؤدى الإضاءة القوية إلى التبكير فى تكوين الدرنات ، والتبكير فى وصول السيقان الهوائية إلى أقصى نموٍ لها ، وكذلك إلى التبكير فى موتها ، كما تؤدى إلى زيادة نسبة المادة الجافة فى الدرنات إلا أن ذلك يكون مصحوبًا بنقص فى المحصول بسبب موت النباتات مبكرًا. ومن جهة أخرى .. فإن الإضاءة الضعيفة تؤدى إلى زيادة طول السيقان وصغر حجم الأوراق .

## تأثير العوامل البيئية على الإزهار

يتأثر النمو الخضرى ومحصول البطاطس سلبيًا عند إزهارها أو إثمارها . ففى دراسة أجراها Bartholdi (١٩٤٢) على ثلاثة أصناف من البطاطس تختلف فى عددها الأزهار التى ينتجها كل منها قام الباحث بمقارنة تأثير ثلاث معاملات ؛ هى : إزالة البراعم الزهرية بمجرد ظهورها ، وإزالة الأزهار بعد تفتحها مباشرة ، وترك النباتات لتزهر وتثمر بصورة طبيعية. وقد وجد أن الإزهار ( أى المعاملة الثانية ) أدى إلى تقليل النمو الخضرى بمقدار ٩٪ ، والنمو الدرنى بمقدار ١٠٪ ، بينما أدى الإثمار ( أى المعاملة الثالثة ) إلى تقليل النمو الخضرى بمقدار ١٨٪، والنمو الدرنى بمقدار ٢٣٪ ، كما أثر كل من الإزهار والإثمار سلبيًا على عدد الدرنات التى تهيأت للتكوين، وعلى العدد الذى وصل إلى الحجم الصالح للتسويق .

وعلى الجانب الآخر .. فإزهار البطاطس ذو أهمية كبيرة عند الزراعة بالبذور الحقيقية ، و بالنسبة لمربى النباتات الذى يلجأ إلى إجراء التهجينات ، والإكثار بالبذور الحقيقية عند إنتاج الأصناف الجديدة فى برامج التربية .