الفصـل الخامـس

عمليات الخدمة الزراعية

الترقيـع :

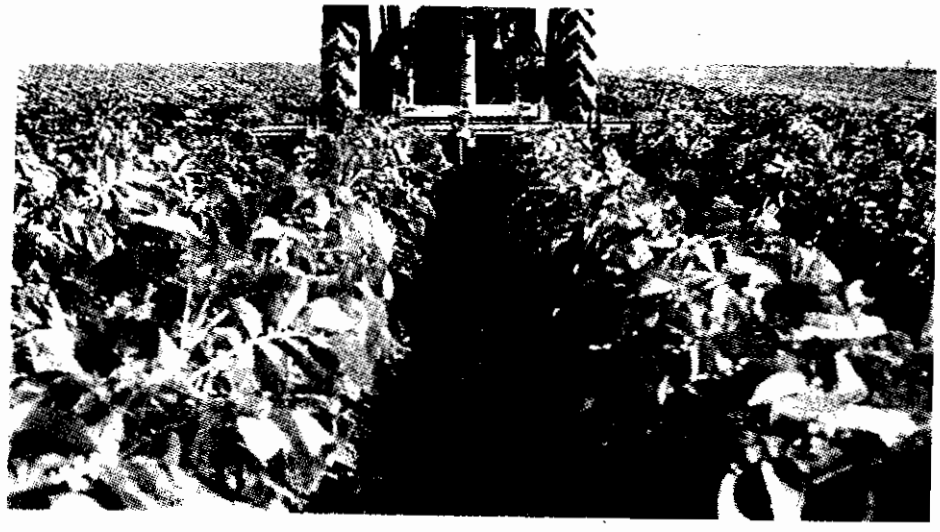
تعتبر عملية الترقيع أولى عمليات الخدمة الزراعية ، ويعنى بها إعادة زراعة الجور الغائبة ، أى التى لم تنبت فيها قطعة التقاوى . ويتم ذلك بحفر الجور الغائبة وإزالة قطعة التقاوى غير النابتة ، ثم وضع قطعة تقاو أخرى سبق تنبيتها فى مكانها . ويكون ذلك قبل الرية الثانية بعد الزراعة غالبًا . ولا تجرى عملية الترقيع إلا فى أجزاء الحقل التى تقل فيها نسبة الإنبات عن ٩٠٪ . أما عند زيادة نسبة الإنبات عن ذلك ، فإن النباتات الموجودة يمكنها أن تشغل الحيز الذى تركته الجور الغائبة .

العـــزق :

تجرى عملية العزق فى البطاطس لهدفين رئيسين هما : التخلصُ من الحشائش ، والردم حول النباتات . وأهم ما تجب مراعاته عند إجراء العزق هو أن يكون سطحيًا قدر الإمكان حتى لا تتقطع جذور النباتات ، وأن يكون سن الفأس أو العازقات الآلية بعيدًا عن النباتات ، وأن تزداد هذه المسافة مع تقدم النباتات فى العمر . ويكتفى عادة بعزقتين أو ثلاث عزقات ، لأن كثرة العزق تساعد على زيادة انتشار الإصابات الڤيرسية فى الحقل . ويجب أن يتوقف العزق عند خلو الأرض من الحشائش ، أو عند كبر النباتات فى الحجم ، حتى لا تتضرر الجذور والنموات الخضرية ، كما أن كثرة مرور الجرارات يؤدى فى حالة العزق الآلى إلى انضغاط التربة ، برغم أن المحاريث تفكك الطبقة السطحية . ويوضح شكل (٥ - ١) طريقة إجراء العزق الآلى فى البطاطس ، مع الردم حول خطوط الزراعة .

الـــرى :

تعد البطاطس من الخضر الحساسة للرطوبة الأرضية ، حيث يؤدى الجفاف ، أو زيادة الرطوبة ، أو عدم انتظامها إلى إحداث أضرار كبيرة بالنباتات . ويعتبر الرى الخفيف على فترات متقاربة أفضل من الرى الغزير على فترات متباعدة ، فيفضل دائمًا رى حقول البطاطس كلما وصلت الرطوبة فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة إلى ٥٠٪ من السعة الحلقية . وبينما لا يختلف ذلك عن الرى كلما وصلت الرطوبة فى هذه الطبقة إلى ٧٥٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية ، فإن الانتظار لحين وصولها إلى ٢٥٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية له جوانبه السلبية على النمو ، والمحصول ، وصفات الجودة



شكل (٥ – ١) : العزق الآلى فى البطاطس مع الترديم حول خطوط الزراعة .

(Smith ١٩٦٨) . ويكون نبات البطاطس أحوج ما يكون لتوفر الرطوبة الأرضية خلال مرحلة تكوين المدادات (السيقان الأرضية) وبداية تكوين الدرنات .

وبرغم أن نبات البطاطس المتقدم فى النمو يمتص جزءًا من احتياجاته من الرطوبة من أعماق كبيرة تصل إلى ١٢٠ سم ، إلا أن الجزء الأكبر من الرطوبة (حوالى ٦٠٪ من احتياجات النبات) تقوم الجذور بامتصاصه من الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة . وتلك هى الطبقة التى يجب الاهتمام بزيادة محتواها من الرطوبة إلى السعة الحقلية عند كل رية . ويبين جدول (٥ – ١) نسبة ما تمتصه نباتات البطاطس من الرطوبة من الأعماق المختلفة فى كل من الأراضى الثقيلة والصفراء (« الطمية) الرملية (عن مرسى ونور الدين ١٩٧٠) .

جدول (٥ – ١) : نسبة ما يمتصه نبات البطاطس من الرطوبة من الأعماق المختلفة .

قوام التربة	نسبة امتصاص النبات لاحتياجاته من الرطوبة من عمق (سم)			
	حتى ٣٠	٣٠ – ٦٠	٦٠ – ٩٠	٩٠ – ١٢٠
ثقيلة	٦٥	٢٥	٨	٢
صفراء (طمية) رملية	٥٧	٢٣	١٣	٧

ويؤدى تعرض نباتات البطاطس إلى نقص شديد فى الرطوبة الأرضية إلى ضعف نموها ، وتصبح

الوريقات صغيرة ، وضيقة وملعقية الشكل ، وتتلون باللون الأخضر القاتم ، ويقل المحصول . وقد وجد أن معاملة نباتات البطاطس بمضادات النتح antitranspirants تؤدى إلى زيادة احتفاظ التربة برطوبتها ، وإمكان إطالة الفترة بين الريات ، دون أن تتعرض النباتات للعطش . وقد أدت المعاملة بمضادات النتح قبل إزالة النموات الخضرية (وهى عملية تسبق الحصاد) بثلاثة أو خمسة أسابيع إلى زيادة حجم الدرنات والمحصول الكلى ـ وقد صاحب هذه المعاملات نقص امتصاص النباتات للماء بنسبة ٤٧٪ ، دون أن يؤثر ذلك جوهريًا على النمو النباتى (عن Lipe وآخرين ١٩٨٢) .

ولا تتحمل البطاطس زيادة الرطوبة الأرضية بعد زراعة التقاوى مباشرة ، خاصة عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة ، لأن ذلك يؤدى إلى تعفن التقاوى . وتزداد مقدرة التقاوى على تحمل تشبع التربة بالرطوبة بانخفاض درجة الحرارة (Jackson ١٩٦٢) . وبالإضافة إلى ما تقدم .. فإن زيادة الرطوبة الأرضية أثناء نمو وتكوين الدرنات تؤدى إلى نقص الكثافة النوعية للدرنات ، وظهور نسيج أبيض واضح غير مرغوب فى موقع العديسات ، ولذا من الضرورى تجنب الرى الغزير فى نهاية موسم النمو إلا إذا كان الغرض من ذلك هو خفض درجة حرارة التربة فى الجو الحار .

ويؤدى عدم انتظام الرطوبة الأرضية وقت تكوين الدرنات إلى إحداث تشوهات كثيرة بها (Ruf ١٩٦٤) . ويرجع ذلك إلى أن نمو الدرنات يقل بدرجة كبيرة فى الفترات التى تنخفض فيها الرطوبة الأرضية ، وتبدأ خلاياها فى النضج ، فإذا ما ارتفعت الرطوبة الأرضية فجأة ، فإن تشققات النمو growth cracks تتكون نتيجة لعدم قدرة الخلايا الخارجية التى بدأت فى النضج على النمو لاستيعاب الزيادة التى تطرأ على حجم الدرنة نتيجة لسرعة نمو خلايا الأنسجة الداخلية التى تنشط فجأة مع ارتفاع الرطوبة الأرضية ، كذلك فإن جفاف التربة مع ارتفاع درجة الحرارة يؤدى أحيانًا إلى كسر سكون الدرنات الجديدة المتكونة ، فتبدأ فى التزريع فى التربة ، فإذا ما ارتفعت الرطوبة الأرضية فجأة ، فإن هذه الدرنات تعطى نموات ثانوية secondary growth على إحدى الصور التالية :

١ - درنات متدرنة Knobby tubers .

٢ - درنات مزدوجة double tubers تفصل بين جزئيها ساق أرضية قصيرة .

٣ - سلسلة من الدرنات المتصلة chain of tubers تصل بين أجزائها سيقان أرضية قصيرة .

هذا .. ولا تروى حقول البطاطس عادة إلا بعد الإنبات ، وتستثنى من ذلك حالتان هما : عند الزراعة فى الأرض الرملية والخفيفة ، حيث يحتاج الحقل إلى رية واحدة قبل الإنبات ، وعند الزراعة وقت ارتفاع درجة الحرارة (كما هى الحال فى العروة الخريفية فى مصر) ، حيث يروى الحقل رية خفيفة قبل الإنبات ، بحيث تصل الرطوبة إلى قطعة التقاوى بالنشع . أما أثناء النمو ، فتروى البطاطس فى الأراضى الثقيلة من ٦ - ١١ مرة . ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة ، حيث يقل عدد الريات مع انخفاض درجة الحرارة . وتتراوح الفترة بين الريات من ٧ - ١٢ يومًا حسب درجة الحرارة السائدة . وتقل الفترة بين الريات إلى يوم أو يومين فى حالة الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية .

التسميد :

تعتبر البطاطس من محاصيل الخضر التى تسمد تسميدًا غزيرًا ، لأنها تستجيب للتسميد ، وتعطى عائدًا اقتصاديًا مجزيًا ، ولأنها من المحاصيل المجهدة للتربة . وتتطلب الأصناف المتأخرة كميات أكبر من الأسمدة عن الأصناف المبكرة ، نظرًا لزيادة فترة نموها وزيادة محصولها .

ويعتبر التسميد الآزوتى المعتدل ضروريًا للحصول على أفضل نمو وأعلى محصول . وتزداد الحاجة للتسميد الآزوتى المبكر فى الأصناف المبكرة عنه فى الأصناف المتأخرة لتشجيع النمو الخضرى فى الأصناف المبكرة قبل أن تبدأ فى تكوين الدرنات . ويؤدى الإفراط فى التسميد الأزوتى إلى ما يلى :

١ - تأخير النضج .

٢ - زيادة حساسية الدرنات للتسلخ وللأضرار الميكانيكية عند الحصاد .

٣ - زيادة نسبة الدرنات ذات القلب الأجوف .

٤ - نقص نسبة النشا فى الدرنات ، ونقص كثافتها النوعية .

أما الفوسفور ، فإنه يعمل على تشجيع نمو الجذور ، وإسراع النضج . ويزيد معدل امتصاصه خلال المراحل المبكرة للنمو الخضرى . ويعتبر التسميد الفوسفاتى المعتدل ضروريًا للحصول على نمو جيد ، ومحصول جيد ، إلاّ أن المغالاة فى ذلك تؤدى إلى :

١ - ظهور أعراض نقص الزنك : يحدث ذلك عند زيادة نسبة الفوسفور إلى الزنك فى النبات عن ٤٠٠ : ١ . 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 .

كذلك يعتبر التسميد البوتاسي المعتدل ضروريًا للنمو الجيد ، والمحصول الجيد ، فهو عنصر ضرورى لزيادة حجم الدرنات . وتختلف الأصناف فى حساسيتها لنقص البوتاسيوم ، وأكثرها حساسية الأصناف المبكرة والسريعة النمو ، إلا أن المغالاة فى التسميد البوتاسى تؤدى إلى :

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 ، ١٩٤٨ 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 واضحة عند زيادة نسبة أيون الكلور فى أنسجة النبات عن ٥٠٠ جزء فى المليون .

ويفيد تحليل التربة فى التعرف على مدى حاجة النباتات للتسميد ، وفى تحديد مدى استجابتها له ، فالبطاطس لا تستجيب للتسميد الفوسفاتى إذا زاد مستوى الفوسفور الذائب فى التربة عن ٨٠ جزءًا فى المليون ، وتكون الاستجابة ضعيفة إذا تراوح مستوى الفوسفور الذائب من ٤٠ - ٨٠ جزءًا فى المليون ، لكن الاستجابة تكون مؤكدة عندما ينخفض مستوى الفوسفور فى التربة عن ٤٠ جزءًا فى المليون .

ولا تستجيب البطاطس للتسميد البوتاسي إذا زاد مستوى البوتاسيوم الذائب فى التربة عن ٢٠٠ جزء فى المليون ، وتكون الاستجابة ضعيفة إذا تراوح مستوى البوتاسيوم الذائب من ١٥٠ - ٢٠٠ جزء فى المليون ، ومتوسطة فى مستوى بوتاسيوم من ١٠٠ - ١٥٠ جزء فى المليون ، وتكون الاستجابة مؤكدة عندما ينخفض مستوى البوتاسيوم الذائب فى التربه عن ١٠٠ جزءًا 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 .

كذلك يفيد تحليل النبات فى تحديد مدى حاجته للتسميد . ويعتبر التحليل المبكر أكثر فائدة فى هذا الشأن . وتعد أعناق الأوراق والسيقان هى أكثر الأجزاء النباتية حساسية 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 التالية :

العنصر	المستوى الحرج
النيتروجين النترانى	٦٠٠٠ جزء فى المليون
الفوسفور	٨٠٠ جزء فى المليون
البوتاسيوم	٧٪ على أساس الوزن الجاف

تجدر الإشارة إلى أن مستوى النترات فى النبات يقل تدريجيًا مع تقدم النبات فى العمر ، فقد يصل المستوى إلى ١٤٠٠٠ جزء فى المليون فى بداية النمو ، ثم ينخفض تدريجيًا إلى أقل من ٣٠٠ جزء فى المليون قرب الحصاد . ويوضح جدول (٥ - ٢) تركيز النيتروجين 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) ، وتقل هذه العلاقة تدريجيًا مع تقدم النباتات فى العمر ، لدرجة أن النيتروجين النتراتى قد يختفى كلية فى نهاية موسم النمو ، دون أن تكون لذلك أى علاقة بالمحصول .

جدول (٥ - ٢) : 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

وبالمثل .. فإن تركيز الفوسفور ينخفض فى النبات مع تقدمه فى العمر ، كما هو مبين فى جدول (٥ - ٣) .

جدول (٥ - ٣) : مستوى الفوسفور فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

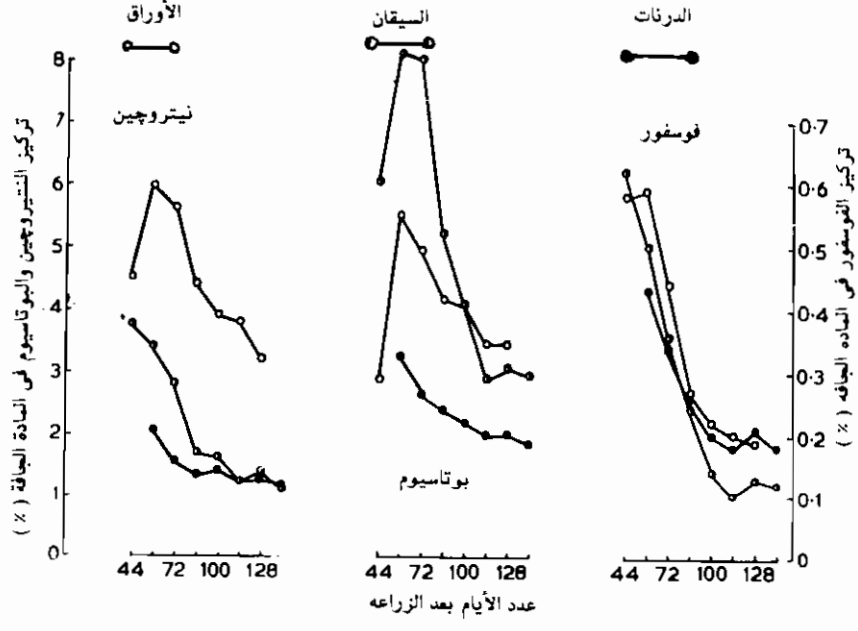
مستوى التسميد	تركيز الفوسفور فى مراحل النمو المختلفة (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف)			المحصول المتوقع
	بداية النمو	مرحلة الإزهار	قرب الحصاد	
منخفض	١٢٠٠	٨٠٠	٥٠٠	منخفض
جيد	٢٠٠٠	١٦٠٠	١٠٠٠	مرتفع

وبالنسبة للبوتاسيوم ، فإن أفضل الأوراق للتحليل هى 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 ٣,٣٪ 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 (٥ - ٤) .

جدول (٥ - ٤) : مستوى البوتاسيوم فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

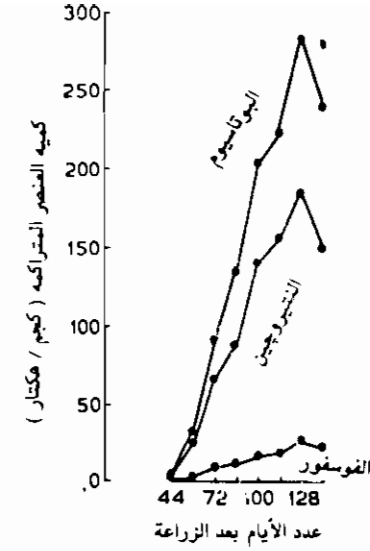
مستوى التسميد	تركيز البوتاسيوم فى مراحل النمو المختلفة (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف)			المحصول المتوقع
	بداية النمو	مرحلة الإزهار	قرب الحصاد	
منخفض	٩	٧	٤	منخفض
جيد	١١	٩	٦	مرتفع

ويوضح شكل (٥ – ٢) التغيرات فى تركيز عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فى المادة الجافة للنبات باختلاف عمره ، وباختلاف الجزء النباتى . ويلاحظ أن تركيز النيتروجين يكون دائمًا أعلى فى الأوراق عما فى السيقان أو الدرنات ؛ ويصل إلى أعلى مستوى له ، وهو ٦٪ من المادة الجافة ؛ فى المراحل المبكرة من النمو النباتى . ويصل 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 فى الأوراق . ويقل تركيز جميع العناصر فى المادة الجافة مع تقدم النبات فى العمر . ويوضح شكل (٥ – ٣) الزيادة فى الكمية الممتصة من العناصر الثلاثة . مع النمو . ويتضح من هذين الشكلين أن الكميات التى يمتصها النبات من عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم تزيد كثيرًا عما يمتصه من عنصر الفوسفور ، كما أن الدرنات تصبح المخزن الرئيس لما يقوم النبات بامتصاصه من هذه العناصر بعد ١٤ يومًا من بداية تكوينها(Harris ١٩٧٨) .

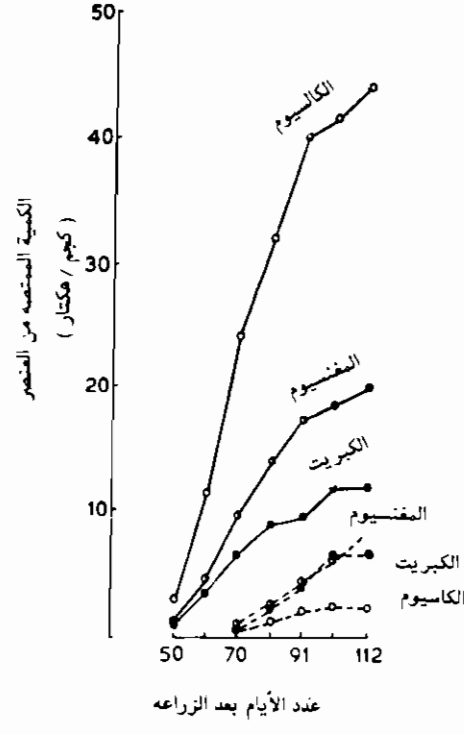


شكل (٥ – ٢) : التغيرات فى تركيز عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى المادة الجافة للنبات باختلاف عمره ، وباختلاف الجزء النباتى .

ويبين شكل (٥ – ٤) الكميات الكلية التى يمتصها نبات البطاطس من عناصر الكالسيوم ، والمغنسيوم ، 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 المغنسيوم ، وأربعة أضعاف كمية الكبريت ، إلا أن ٦٪ فقط من كمية الكالسيوم الممتصة تذهب إلى الدرنات ، بالمقارنة بنحو ٤١٪ ، و ٥٥٪ من كميات المغنسيوم والكبريت الممتصة على التوالى . وعمومًا .. فنسبة

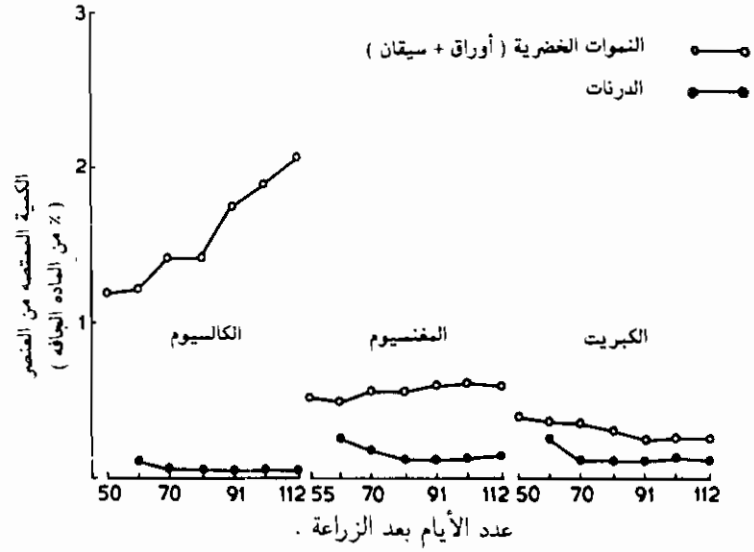


شكل (٥ – ٣) : الزيادة فى الكمية الكلية الممتصة من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم مع النمو .



شكل (٥ – ٤) : الكميات الكلية ، والكميات التى تصل إلى الدرنات من عناصر الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت أثناء موسم النمو .

مايصل إلى الدرنات من هذه العناصر أقل بكثير مما يصل إلى الدرنات من الكميات التى يمتصها النبات من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم . ويوضح شكل (٥ – ٥) التغيرات فى الكميات الممتصة من عناصر الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت كنسبة مئوية من المادة الجافة فى كل من الدرنات ، والنموات الخضرية (الأوراق + السيقان) أثناء موسم النمو .



شكل (٥ – ٥) : التغيرات فى الكميات الممتصة من عناصر الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت كنسبة مئوية من المادة الجافة فى كل من الدرنات والنموات الخضرية (الأوراق + السيقان) .

هذا .. وتكون نسب العناصر الدقيقة فى أوراق البطاطس المكتملة النمو حديثًا حينما تكون الدرنات فى منتصف مرحلة تكوينها كما يلى (بالمليجرام فى المادة الجافة) : الحديد ٧٠ – ١٥٠ ، البورون والزنك ٢٠ – ٤٠ ، والمنجنيز ٣٠ – ٥٠ . وقد قدر أن محصولا من البطاطس يبلغ نحو عشرين طنًا للهكتار يزيل من التربة (أى من كل هكتار) ٤٤ جرامًا من النحاس ، و ٤٢ جرامًا من المنجنيز ، ٠,٧٤ جرامًا من الموليبدنم ، و ٩٩ جرامًا من الزنك . وتؤدى زيادة التسميد بالحديد أو بالفوسفور إلى ظهور أعراض نقص المنجنيز ، خاصة عند زيادة pH التربة عن ٦,٥ .

ونظرًا 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 لكل من البطاطس والمحاصيل التى تليها فى الدورة . ويبين ذلك فى جدول (٥ – ٥) لكل طن من محصول الدرنات ، إلا أن هذه القيم تتأثر كثيرًا بكمية المحصول ، وبالعوامل التى تؤثر على المحصول . فمثلاً .. يتضح من جدول (٥ – ٦) أن زيادة التسميد الأزوتى تصاحبها زيادة كبيرة فى المحصول ، كما تزيد كمية النيتروجين التى تصل إلى كل طن من الدرنات الطازجة ، إلا أن الكميات المناظرة من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم تتناقص مع زيادة التسميد الأزوتى .

جدول (٥ – ٥) : كميات العناصر التى توجد بكل طن من الدرنات الطازجة .

العنصـــــر	كميتـــــه
النيتروجـــين	٢,٣٦ – ٢,٦٨ كيلو جرام
الفوسفـــور	٠,٥٣ – ٠,٦٢ كيلو جرام
البوتاســيوم	٣,٩٣ – ٤,٦٧ كيلو جرام
الكالـــيوم	٧٠ – ٢٠٠ جرام
المغنســيوم	١٣٠ – ٢٢٠ جرام
الكـــبريت	٢١٠ – ٤٨٠ جرام
الزنـــك	١,٨ – ٥,٠ جرام
النحـــاس	١,٤ – ٢,٢ جرام
المنجنيـــز	١,٣ – ٢,١ جرام
الحديـــد	٤,٢ جرام
الـــبورون	٦٢٠ ملليجرام
المـــوليبدنم	٣٧ ملليجرام
الصوديـــوم	٢٣٠ جرام

جدول (٥ – ٦) : تأثير التسميد الأزوتى على كميات النيتروچين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم التى تصل إلى كل طن من الدرنات الطازجة .

معاملة التسميد الأزوتى (كجم نيتروجين / هكتار)	محصول الدرنات (طن / هكتار)	كميات العناصر (كجم / طن من الدرنات الطازجة)		
		نيتروچين	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

وتضاف 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 الأزوتية التى قد تلزم إضافة المزيد منها إلى جانب النباتات فى الأراضى الخفيفة ، وفى حالات كثرة الأمطار . ويكون ذلك عادة قبل بداية مرحلة تكوين الدرنات .

وفى مصر تنصح وزارة الزراعة بأن يكون تسميد البطاطس على النحو التالى :

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

٢ - يضاف ٢٠ كجم نيتروجين ، و ١٥ كجم فو$_{٢}$ أ$_{٥}$ (أى ١٠٠ كجم سلفات نشادر و١٠٠ كجم سوبر فوسفات على التوالى) نثرًا على ميل الخطوط المفتوحة أثناء الزراعة ، وقبل وضع التقاوى .

٣٠٠

٣ - يضاف ٢٠ كجم نيتروجين ، و١٥ كجم فو$_{٢}$أ$_{٥}$ ، و ٣٥ - ٥٠ كجم بو$_{٢}$ أ (أى مثلا ٥٠ - ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم) نثرًا فى الثلث السفلى من ميل الخطوط بعد الزراعة بنحو ٣٠ - ٤٠ يومًا .

٤ - يضاف نحو ٢٠ كجم إضافى من النيتروجين بعد ١٠ - ١٥ يومًا من التسميد السابق . ويكتفى بهذا القدر فى الأصناف المبكرة .

٥ - يضاف نحو ٣٠ كجم أخرى من النيتروجين بعد ١٠ - ١٥ يومًا من التسميد السابق فى الأصناف المتأخرة ، مثل : ألفا ، وباترونس ، وكوزيما (الإدارة العامة للإرشاد الزراعى - وزارة الزراعة المصرية ١٩٧٧) .

وقد يمكن زيادة كميات الأسمدة المبينة أعلاه بمقدار ٥٠ - ١٠٠٪ بالنسبة لعنصرى النيتروجين والفوسفور ، وبمقدار ٢٥ - ٥٠٪ بالنسبة لعنصر البوتاسيوم فى الحالات التى تستدعى زيادة معدلات التسميد .

المعاملة بمثبطات التبرعم :

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 - العاليك هيدرازيد Maleic hydrazide :

يستخدم هذا المركب بتركيز ١٠٠٠ - ٦٠٠٠ جزء فى المليون عندما تبدأ الأوراق السفلى للنبات فى الاصفرار ، ويكون ذلك عادة قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع . وتكفى هذه المعاملة لمنع تزريع الدرنات المنتجة لمدة ٦ أشهر عند تخزينها فى درجة حرارة تتراوح من ٤ - ٢٠° م ، دون أن يكون للمعاملة أى تأثيرات جانبية على المحصول ، أو الكثافة النوعية للدرنات (شكل ٥ - ٦) . ومن الضرورى الالتزام بالتوقيت الصحيح للمعاملة ، لأن إجراءها مبكرًا 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 ، حتى تحدث تأثيرها .

٢ - ميثيل إستر نفثالين حامض الخليك methyl ester of naphthalene – acetic acid : هذا المركب قليل الاستعمال فى الحقل ، وقد كان مستعملا بكثرة فى معاملة الدرنات أثناء التخزين ، وسيأتى شرحه فى الفصل الخاص بالتداول والتخزين .

شكل (٥ - ٦) : تأثير المعاملة بالماليك هيدرازيد قبل الحصاد على تنبيت الدرنات أثناء التخزين . الدرنة اليمنى من نبات عومل قبل الحصاد ، والدرنة اليسرى من نبات لم يُعامل .

الفصل السادس

النمو والتطور

تأثير العوامل البيئية على النمو الخضرى والدرنى لنبات البطاطس :

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

تأثير درجة الحرارة :

يتأثر نمو وتطور نبات البطاطس بدرجة الحرارة على الوجه التالى :

١ - تزيد سرعة الإنبات كثيرًا بارتفاع درجة الحرارة حتى ٢٤ مْ ، كما هو مُبين فى جدول (٦ - ١) . ويتضح من الجدول أن أنسب درجة حرارة لإنبات درنات البطاطس تتراوح من ٢١ - ٢٤ مْ (Yamaguchi وآخرون ١٩٦٤) .

جدول (٦ - ١) : تأثير درجة الحرارة على سرعة إنبات درنات البطاطس .

المجال الحرارى (مْ)	عدد الأيام اللازمة حتى	
	٥٠ ٪ إنبات	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

٢ - تؤثر درجة الحرارة على تكوين ونمو السيقان الأرضية ، فعندما تكون درجة الحرارة فىالمجال 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 عالية من الغذاء المجهز فى التنفس . ومع ذلك .. فإن مستوى المواد الكربوهيدراتية اللازم لتكوين المدادات أقل بكثير من المستوى اللازم لتكوين الدرنات (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

٣ - تؤثر درجة الحرارة على تكوين الدرنات ، وبالتالى فإنها تؤثر على كمية المحصول . كان Bushnell (١٩٢٥) أول من درس هذا الموضوع ، وقد وجد أن ارتفاع درجة الحرارة من ٢٠ إلى ٢٩°م صاحبه نقص فى إنتاج الدرنات ، ولم تتكون أى 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 ، وهو الأمر الذى أدى إلى نقص المحصول الذى يتوقف على كمية المواد الكربوهيدراتية المنتجة التى تفيض عما يلزم للنمو والتنفس فى جميع أجزاء النبات الأخرى .

وكلما ازادات شدة الإضاءة ازداد الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن أن تنتج فيها الدرنات ، لذا يلاحظ أن البطاطس تعطى محصولا جيدًا فى المناطق ذات الجو القارى برغم ارتفاع درجة الحرارة كثيرًا أثناء النهار . ويرجع ذلك إلى أن الارتفاع فى درجة الحرارة نهارًا تصاحبه زيادة فى شدة الإضاءة ، كما أن درجة الحرارة تنخفض ليلا ؛ مما يقلل الفقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، كما وجد Bodlaender (١٩٦٣) أن درجة الحرارة المناسبة لنمو سيقان النبات تزداد ارتفاعًا مع ازدياد شدة الإضاءة .

يزداد انخفاض محصول الدرنات عند ارتفاع درجة الحرارة ليلا عنه عند ارتفاع درجة الحرارة نهارًا . والسبب فى ذلك هو أن ارتفاع درجة الحرارة ليلا يساعد على زيادة الفاقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، بينما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة نهارًا إلى زيادة معدلى كل من التنفس والبناء الضوئى . ومع استمرار الارتفاع فى درجة الحرارة يزيد هدم المواد الكربوهيدراتية بالتنفس عن بنائها بالتمثيل الضوئى .

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

ورغم أن أنسب درجة حرارة لتكوين الدرنات هى ١٥° م ، إلا أن المحصول المرتفع يناسبه مجال حرارى من ١٨ - ٢١° م ، وهو وسط ما بين الدرجة المثلى لتكوين الدرنات والدرجة المثلى لنمو السيقان ، والتى تبلغ ٢٥°م (Borah & Milthorpe ١٩٦٢) . ويؤدى انخفاض درجة الحرارة عن ١٥°م إلى تأخير تكوين الدرنات ، كما يؤدى ارتفاعها عن ٢٥°م إلى جعل الدرنات المتكونة غير منتظمة الشكل ، وقريبة من سطح التربة .

٤ – تؤثر درجة الحرارة على نوعية الدرنات المتكونة ، فتكون الدرنات أكثر انتظامًا فى الشكل فى درجات حرارة تتراوح من ١٥ – ٢١م . ويؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى ١٠ – ١٣م إلى أن تميل درنات الأصناف المستطيلة إلى الكروية ، كما يؤدى ارتفاعها إلى ٢٧ – ٢٩م إلى تغير شكل الدرنات ، فتصبح مغزلية ، كما فى الصنف هوايت روز White Rose ، أو تظهر بها نموات جانبية ، كما فى الكثير من الأصناف . ويتكون الجلد الشبكى بشكل جيد فى الأصناف الشبكية russeted فى درجة حرارة ٢٤م ، 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 درجة حرارة ٧ – ١٠م . ويعد ذلك عيبًا تجاريًا فى هذه الأصناف . هذا .. وتكون نسبة السكر والنشا والكثافة النوعية للدرنات أعلى ما يمكن فى درجة حرارة ١٥ – ٢٤م ، 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 العديد من الدراسات الأخرى . ويؤدى النهار الطويل إلى زيادة النمو الخضرى ، واستمراره لفترة أطول عما فى النهار القصير فى كل من الأصناف المبكرة والمتأخرة على حد 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) . ولا يعنى ذلك أن البطاطس لا تكون درنات فى النهار الطويل ، ولكنها تنمو أثناءه خضريًا لفترة أطول قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات . وتأييدًا لذلك .. وجد 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) .

وبالرغم 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 استجابة من الأصناف المبكرة . وفى دراسة سابقة لذلك أجريت على سلالتين من الصنف ترايمف Triumph إحداهما مبكرة ، والأخرى متأخرة ، وُجِدَ أن تكوين الدرنات كان أسرع فى كلتيهما فى نهار ١١ ساعة ، عنه فى نهار ١٦ ساعة ، كما كان تكوين الدرنات أسرع فى السلالة المبكرة ، عما فى السلالة المتأخرة فى معاملتى طول الفترة الضوئية ، إلا أن الفرق بينهما كان أقل فى الفترة الضوئية القصيرة ، عما فى الفترة الضوئية الطويلة . وقد كان المحصول فى كلتيهما أكبر فى النهار الطويل ، عما فى النهار القصير .

ويلاحظ أن الحد الأقصى لطول النهار المناسب لتكوين الدرنات يكون أكبر فى الأصناف المبكرة عما 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 .

ومما يدل على أن البطاطس من نباتات النهار القصير بالنسبة لتكوين الدرنات أن قطع الليل الطويل بفترة إضاءة طولها ٢٠ دقيقة فقط يؤدى إلى وقف تكوين الدرنات بدرجة كبيرة . وعلى العكس من ذلك .. فإن قطع النهار الطويل بفترة ظلام 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 تكون درنات فى النهار الطويل ، فذلك لا يحدث إلا فى بعض الأصناف التى انتجت أصلا فى أمريكا الجنوبية بالقرب من خط الاستواء ، حيث النهار قصير ، فهذه الأصناف لا تكون درنات إذا زرعت صيفًا فى المناطق الشمالية حيث النهار طويل ، وعلى العكس من ذلك .. فإن الأصناف المنتجة فى المناطق الشمالية . تضع درناتها بسرعة أكبر إذا تعرضت لنهار قصير . وإذا زرعت هذه الأصناف فى أقصى الشمال ، حيث يصل طول النهار صيفًا إلى ٢٢ – ٢٤ ساعة ، فإنها تنمو وتعطى محصولا من الدرنات خلال شهر سبتمبر ، ثم تموت النباتات فجأة بفعل الصقيع ، إلا أن الدرنات المتكونة تكون مائية المظهر ، وتنخفض فيها نسبة النشا كثيرًا ، حيث تتراوح من ٧ – ١٣ ٪ . ومما تجدرُ ملاحظته أن النهار الطويل فى هذا المناطق يعوض جزئيًا قِصَر 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 .

وإلى جانب التأثير المنفرد لكل من درجة الحرارة والفترة الضوئية على النمو الخضرى والدرنى فى البطاطس نجد أنهما يتفاعلان معًا 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 وقد 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 عند تعرض النباتات لظروف النهار المتوسط الطول مع حرارة منخفضة . ومع ارتفاع درجة الحرارة وزيادة طول النهار ازداد النمو الخضرى ، وانخفض إنتاج الدرنات . وفى ظروف النهار الطويل مع درجة حرارة

شديدة الارتفاع لم تنتج النباتات أية درنات . وقد أوضح Werner أن الفترة الضوئية القصيرة يمكن أن تعوض تأثير الارتفاع الكبير فى درجة الحرارة ، حيث حصل على درنات فى درجة حرارة ٣٢°م بخفض فترة الإضاءة إلى ١٠ ١/٢ ساعة يوميًا . ومن جهة أخرى .. فالحرارة المنخفضة يمكن أن تعوض الزيادة الكبيرة فى طول الفترة الضوئية . ومما يدل على ذلك أن البطاطس تكون درنات فى المناطق التى تقع على خط عرض ٦٨° شمالا ، حيث لا تغرب الشمس فى منتصف الصيف فى هذه المناطق ، إلا أن درجة الحرارة تكون منخفضة .

كما وجد Werner أن مستوى الأزوت فى التربة يمكن أن يؤثر على استجابة نباتات البطاطس لدرجة الحرارة والفترة الضوئية ، فبخفض مستوى التسميد الأزوتى أمكن تقليل النمو الخضرى وتكونت درنات فى درجة حرارة أكثر ارتفاعًا ، عما لو كان مستوى التسميد الأزوتى مرتفعًا . وقد أدت كثرة توفر الأزوت فى الظروف المناسبة للنمو الخضرى إلى غزارة النمو الخضرى ، ونقص المحصول . ومن جهة أخرى .. لم تكن للتسميد الأزوتى الوفير تأثيرات ضارة فى ظروف النهار القصير والحرارة المنخفضة .

تأثير شدة الضوء :

تؤدى الإضاءة القوية إلى التبكير فى تكوين الدرنات ، والتبكير فى وصول السيقان الهوائية إلى أقصى نمو 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 .. فالإضاءة 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 عدد 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 بالنسبة لمربى النباتات الذى يلجأ إلى إجراء التهجينات ، والإكثار بالبذور الحقيقية عند إنتاج الأصناف الجديدة فى برامج التربية .

وتؤثر العوامل البيئية على إزهار البطاطس على النحو التالى :

١ - درجة الحرارة :

يكون الإزهار غزيرًا عندما تكون درجة حرارة الليل ١٨°م ، بينما تنتج النباتات براعم زهرية فقط عندما تكون درجة حرارة الليل ١٢° م . ولا يتأثر الإزهار بدرجة حرارة النهار .

٢ - الفترة الضوئية :

يحتاج إزهار البطاطس إلى فترة ضوئية طويلة ، حيث تزهر معظم الأصناف بوفرة عندما يكون النهار أطول من ١٦ ساعة . وتتكون براعم زهرية فقط إذا كان النهار قصيرًا ، وتسقط هذه البراعم دون أن تتفتح إذا ظل النهار قصيرًا . وليس للفترة الضوئية تأثير على حيوية حبوب اللقاح (Pringer ١٩٦٢) .

٣ - شدة الإضاءة :

قد تساعد الإضاءة القوية على دفع النباتات إلى الإزهار . وإلى جانب العوامل البيئية نجد أن إزهار نباتات البطاطس يتأثر كثيرًا بعاملين آخرين هما :

١ - الصنف : حيث تختلف الأصناف كثيرًا فى قابليتها للإزهار تحت نفس الظروف البيئية .

٢ - مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات : يؤدى تراكم الغذاء المجهز فى السيقان والأوراق إلى تحفيز الإزهار . ويؤدى تقليم السيقان الأرضية أو إزالتها إلى دفع النباتات نحو الإزهار ، نظرًا لعدم تكون درنات وتراكم المواد الكربوهيدراتية فى النموات الهوائية . ويقوم مربو البطاطس بدفع النباتات نحو الإزهار عن طريق تحليق السيقان ، حيث يتوقف انتقال الغذاء المجهز من النموات الخضرية إلى الدرنات .

تكوين السيقان الأرضية :

السوق الأرضية هى ريزومات تبدأ فى النمو بعد ٧ - ١٠ أيام من ظهور النبت أعلى سطح التربة . وهى سوق حقيقية تنمو من العقد السفلى للنبت أسفل سطح التربة ، وذلك فى تعاقب قاعدى قمى . وتمتد الساق الأرضية أسفل سطح التربة ، وهى تتكون من عقد وسلاميات ، وتوجد بها أوراق جرشفية ، وجذور عند العقد . وقد تتفرع الساق الأرضية . ويحدث التفرع غالبًا عند العقد التى تحمل جذورًا أكثر مما عند العقد التى لا تحمل جذورًا .

ويمكن أن تنمو السوق الجارية من أى عقدة توجد أسفل التربة . ويوجد فى المتوسط من ٩ - ١٢ عقدة على الساق الرئيس لنبات البطاطس أسفل سطح التربة . ويتوقف عدد السوق الجارية النامية على العوامل التالية :

١ - الصنف : حيث يختلف عدد السوق الجارية باختلاف الأصناف .

٢ - طول الفترة الضوئية : تؤدى زيادة الفترة الضوئية إلى زيادة عدد السوق الجارية .

٣ - طول النبت : تؤدى زيادة طول النبت إلى زيادة طول السلاميات ، ونقص عدد العقد أسفل سطح التربة ؛ وبالتالى إلى نقص عدد السوق الجارية المتكونة .

أما طول السوق الجارية ، فإنه يتوقف على كل من الصنف ، وطول الفترة الضوئية ، حيث يختلف طولها باختلاف الأصناف ، كما تؤدى زيادة الفترة الضوئية إلى زيادتها فى الطول .

هذا .. وتؤدى إزالة السيقان الهوائية بقطعها عند سطح التربة ، أو إزالة البرعم الطرفى والبراعم الجانبية بالسيقان الهوائية إلى نمو السيقان الأرضية لأعلى لتكون أفرخ خضرية .

وضع وتكوين الدرنات :

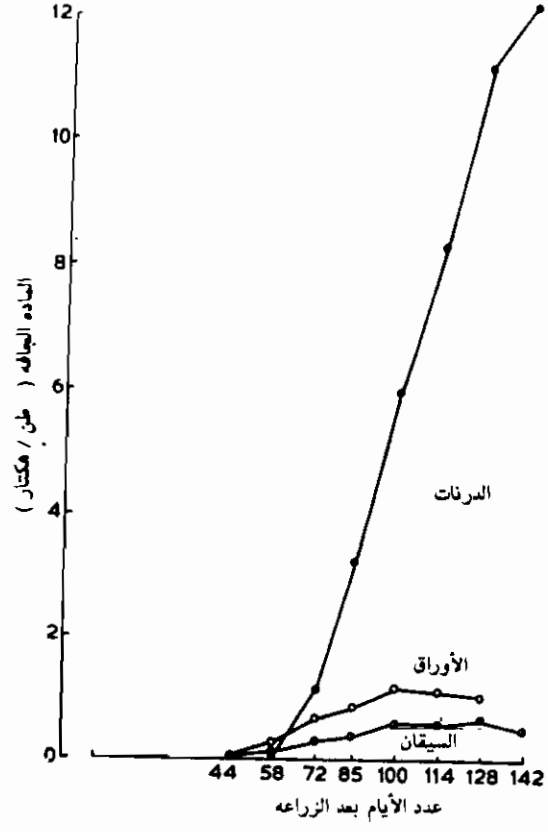
تبدأ درنات البطاطس فى التكوين خلال الأسبوعين السابع والثامن من الزراعة . وتتوافق تلك الفترة مع مرحلة تكوين البراعم الزهرية فى الأصناف المبكرة ، ومع مرحلة الإزهار فى الأصناف المتأخرة .

ولا يبدأ النبات فى وضع الدرنات إلا بعد أن يصل تركيز المواد الغذائية المجهزة إلى مستوى معين ، خاصة فى القمة النامية للسوق الجارية . وتنشأ الدرنة كانتفاخ فى قمة الساق الجارية ينمو تدريجيًا . وأثناء ذلك يصبح البرعم الطرفى للساق الجارية هو البرعم الطرفى للدرنة ، بينما تنفصل البراعم الجانبية التى توجد بالقمة الميرستيمية النامية للساق الجارية لتصبح البراعم والعيون الجانبية بالدرنة المتكونة . وتنشأ العيون فى آباط الأوراق التى كانت توجد أصلا فى القمة النامية للساق الجارية . وتتكون العين من الحاجب - وهو أثر ورقة - ونحو ٣ - ١٥ برعمًا . وبرغم أن الدرنات تبدأ فى التكوين فى أطراف معظم السيقان الأرضية ، إلا أن نسبة ضئيلة منها فقط هى التى تستمر فى النمو ، وتصل إلى أحجام صالحة للتسويق .

ويتمثل النمو الدرنى فى المراحل المبكرة فى ازدياد حجم خلايا المنطقة التالية للقمة النامية بالساق الجارية ، دون أن يزداد عددها . وبعد بدء وضع الدرنة يحدث النمو الدرنى نتيجة للزيادة فى عدد وحجم خلايا الدرنة . وبعد أن تكبر الدرنة قليلا فى الحجم يحدث النمو غالبًا نتيجة للزيادة فى حجم الخلايا التى تكونت بالفعل قبل ذلك .

وبالإضافة إلى الدرنات الأرضية العادية ، فقد تنمو درنات هوائية فى آباط الأوراق بالقرب من سطح التربة . وتظهر هذه الدرنات كانتفاخات على السيقان الهوائية ، وتكون صغيرة ، وخضراء اللون . ويحدث ذلك فى الظروف التى تؤدى إلى منع وصول الغذاء المجهز إلى الدرنات الأرضية وتراكمه بالدرنات الهوائية ، كأن تصاب النباتات بفطر الرايزكتونيا مثلاً (عن Smith ١٩٦٨ ، مرسى ونور الدين ١٩٧٠) .

هذا .. ويوضح شكل (٦ - ١) كيف أن الدرنات تستقبل الجزء الأكبر من الغذاء الذى يقوم النبات بتصنيعه ، فهى تشكل أكبر نسبة من المادة الجافة الكلية للنبات ، كما يزداد الفارق بينها وبين باقى الأجزاء النباتية (الأوراق والسيقان) فى وزنها الجاف مع الزمن . أما السيقان الأرضية والجذور التى يسهل جمعها لتقدير وزنها الجاف ، فإنها لا تشكل قرب الحصاد سوى نسبة بسيطة للغاية من الوزن الجاف الكلى للنبات . وتبلغ هذه النسبة ١٣ ٪ من الوزن الجاف للنبات فى عمر ٤٤ يومًا ، وتنخفض إلى ٣, ٪ فقط فى عمر ٩٨ يومًا (Harris ١٩٧٨) .



شكل (٦ - ١) : تراكم المادة الجافة فى أوراق وسيقان ودرنات البطاطس مع تقدم النبات فى العمر .

ويتأثر وضع الدرنات بالعوامل التالية :

١ - الفترة الضوئية :

تؤدى الفترة الضوئية القصيرة إلى تحفيز النبات على وضع الدرنات . وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع . وتعتبر القمة النامية للساق والأوراق التى تقل عن ٥ سم طولا هى الجزء النباتى الذى يتأثر

بالفترة الضوئية المهيئة لتكوين الدرنات ، وهى الجزء الذى تتكون فيه المادة التى تحفز تكوين الدرنات . وتنتقل هذه المادة عبر نسيج منطقة الالتحام بين الأصل والطعم . وقد وجد أن تطعيم الطماطم على بطاطس لا يتبعه تكوين درنات فى الأصل ، إلا إذا كانت الدرنات قد تهيأت للتكوين قبل إجراء التطعيم . وبمعنى آخر .. فالنمو الخضرى للطماطم يمكنه تمثيل الغذاء اللازم لنمو درنة البطاطس ، لكنه لا يصلح كمستقبل لتأثير الفترة الضوئية المهيئة لتكوين الدرنات ، ولا تتكون به المادة التى تحفز تكوين الدرنات (Cutter ١٩٧٨) .

٢ - مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات :

لا تبدأ الدرنات فى التكوين إلا بعد أن يصل مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات إلى حد معين ، خاصة فى القمة النامية للسوق الجارية .

٣ - منظمات النمو :

تؤدى معاملة نباتات البطاطس بالجبريللين بتركيز ١٠٠ جزءًا فى المليون إلى تثبيط وضع الدرنات ، حتىٰ ولو كان النهار قصيرًا . ويفسر ذلك انخفاض مستوى الجبريللين فى أنصال أوراق نباتات البطاطس فى الحرارة المنخفضة والنهار القصير ، وهى الظروف التى تشجع على وضع الدرنات .

سكون الدرنات :

تدخل درنات البطاطس بعد حصادها فى فترة سكون dormancy period لا تنبت خلالها الدرنات ، حتى ولو تهيأت لها الظروف المناسبة للإنبات .

العوامل المؤثرة على طول فترة السكون :

يتأثر طول فترة السكون بالعوامل التالية :

١ - الصنـف :

تختلف الأصناف فى طول فترة السكون ، فمثلا يعد الصنف داكشب Dakchip من الأصناف القصيرة نسبيًا فى فترة السكون ، بينما يعد الصنف رست بيربانك Russet Burbank من الأصناف ذات فترة السكون الطويلة (Bogucki & Nelson ١٩٨٠) .

وتكون فترة السكون قصيرة غالبًا فى الأصناف المبكرة ، وفى الأصناف التى يكثر فيها النمو الثانوى ، وأيضًا فى الأصناف المقاومة للجفاف . إلا أن العلاقة بين التبكير فى النضج وقصر فترة السكون غير مؤكدة ، ولم تظهر أحيانًا . وفيما عدا ذلك .. فلا يوجد ارتباط بين طول فترة السكون والصفات النباتية الأخرى .

٢ – الظروف الجوية السائدة قبل الحصاد :

يؤدى الارتفاع الحاد فى درجة الحرارة قبل الحصاد بفترة – أى أثناء نشاط النموات الخضرية – إلى تقصير فترة السكون . وقد تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى كسر سكون الدرنات وهى مازالت فى التربة قبل الحصاد . هذا .. وليس للفترة الضوئية تأثير على طول فترة السكون . وقد تضاربت الآراء بشأن الاعتقاد بأن فترة السكون تكون أقصر فى الدرنات المتكونة فى النهار القصير .

٣ – مدى نضج الدرنة عند الحصاد :

تكون فترة السكون أطول فى الدرنات التى تحصد قبل تمام نضجها ، عما فى الدرنات التى تحصد بعد تمام نضجها ، لأن فترة السكون تحسب من بدء وضع الدرنات ، ويعنى ذلك انقضاء جزء كبير من هذه الفترة قبل الحصاد فى الدرنات التى تحصد وهى مكتملة النضج .

٤ – حجم الدرنة :

وجد لدى مقارنة الدرنات الصغيرة والكبيرة الحجم من الصنف الواحد ، والتى بدأت فى التكوين فى نفس الوقت وحصدت فى وقت واحد أن فترة السكون كانت أطول فى الدرنات الصغيرة الحجم ، عما فى الدرنات الأكبر حجمًا . وربما يرجع ذلك إلى أن تركيز المواد المانعة للإنبات يكون أقل فى الدرنات الكبيرة الحجم ، والتى تكون مكتنزة بالمواد الغذائية .

٥ – درجة حرارة التخزين :

توجد علاقة عكسية مباشرة بين درجة حرارة التخزين ، وطول فترة السكون ، فمثلا وجد أن فترة السكون تقصر مع ازدياد درجة حرارة التخزين من ٤ – ٢١م . وعندما قورنت فترة السكون فى درجات حرارة ٣ ، و٥ ، و ١٠ ، و ٢٠م وجد أن فترة السكون كانت أطول بنسبة ١٥٠ ، و ٦٧ ٪ ، وأقصر بنسبة ١٨ ٪ عند التخزين فى درجات حرارة ٣ ، أو ٥ ،أو ٢٠م على التوالى بالمقارنة بالتخزين فى درجة حرارة ١٠م . ويوضح جدول (٦ – ٢) كيف أن فترة السكون تقصر مع ارتفاع درجة حرارة التخزين من ٤,٤ إلى ٢٢,٥م فى جميع الأصناف المختبرة ، سواء أحُسِبَت فترة السكون المطلقة من بداية وضع الدرنات ، أم من بعد الحصاد (Burton ١٩٦٣) .

٦ – ظروف وعوامل التخزين الأخرى :

من عوامل التخزين الأخرى التى تؤثر على سكون الدرنات ما يلى :

(أ) الرطوبة النسبية : تقصر فترة السكون عند ارتفاع الرطوبة النسبية فى هواء المخزن .

(ب) الضوء : يشير بعض الباحثين إلى عدم وجود أى تأثير للضوء على طول فترة السكون تحد

جدول (٦ – ٢) : تأثير درجة حرارة التخزين على طول فترة السكون فى عدد من أصناف البطاطس .

الصنـــف	فترة السكون بالأسبوع عند تخزين الدرنات فى درجة حرارة (مْ)					
	٤,٤		١٠		٢٢,٥	
	من بداية تكوين الدرنات	مـن بعد الحصاد	من بداية تكوين الدرنات	مـن بعد الحصاد	من بداية تكوين الدرنات	مـن بعد الحصاد
Arran Consul	٤٢<	٢٨<	٢٦	١٢	٢٢	٨
Arran Pilot	٣٠	١٢	٢٣	٥	٢٣	٥
Arran Victory	٢٨	١٢	٢١	٥	١٩	٣
Arran Viking	٣١	١٦	٢٠	٥	٢٣	٨
Craig's Defiance	٢٥	٨	٢٣	٦	٢٠	٣
Golden Wonder	٤١	٢٦	٢٧	١٢	٢٣	٨
Home Guard	٣١	١٢	٢٤	٥	٢٢	٣
King Edward	٣١	١٦	٢١	٦	٢٠	٥
Majestic	٤٤<	٢٨<	٢٨	١٢	٢٤	٨
Ulster Chieftain	٣٤	١٦	٣٣	٥	٢٣	٥
Ulster Prince	٣٣	١٤	٣٣	١٤	٢٧	٨

إن دراسات أخرى تفيد بأن التعريض للضوء يطيل فترة السكون فى الدرنات الناضجة ، وينقصها فى الدرنات غير الناضجة . وقد فسر ذلك على أن الضوء ربما يساعد على التخلص من بعض مثبطات النمو التى توجد بكثرة فى الدرنات غير الناضجة ؛ مما يؤدى إلى تقصير فترة سكونها ، بينما يعمل الضوء على تكوين الكلوروفيل فى الدرنات الناضجة ، واحتمال تكون مثبطات للنمو فى صورة بروتينات متحدة مع الكلوروفيل .

ومن ناحية أخرى .. فإن تعريض الدرنات للضوء يؤدى إلى قصر النموات المتكونة . وتتراوح أطوال الموجات المؤثرة فى هذا الشأن من ٣٥٠ – ٤٥٠ ، ومن ٦٥٠ – ٩٥٠ ملللى ميكرون .

(جـ) الغازات : تكون فترة السكون أقصر ما يمكن عندما يتراوح تركيز الأكسچين فى هواء المخزن من ٥ – ١٠ ٪ . وتطول فترة السكون تدريجيًا بزيادة تركيز الغاز إلى أن ينعدم التنبيت عندما يصل تركيز الأكسچين إلى ٦٠ – ٨٠ ٪ . أما بالنسبة لغاز ثانى أكسيد الكربون ، فإن فترة السكون تكون أقصر

ما يمكن بزيادة تركيز الغاز حتى ٢ – ٤ ٪ ، وتطول فترة السكون تدريجيًا بزيادة تركيز الغاز إلى أن ينعدم التنبيت عندما يصل تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى ١٥ ٪ ويؤدى تعريض الدرنات لغاز الإيثيلين أو إلى أبخرة المركبات الكبريتية إلى تحفيزها نحو الإنبات .

٧ – الإشـــعاع :

تؤدى المعاملة بجرعة مقدارها ٥٠٠٠ – ٢٠٠٠٠ راد Rad من أشعة جاما إلى منع إنبات الدرنات لفترات طويلة جدًا ، وربما توقف الإنبات نهائيًا ، كما تحدث المعاملة بأشعة X تأثيرات مماثلة .

٨ – الجـــروح :

يؤدى كشط البيريدرم أو تقطيع أو تقشير الدرنة إلى كسر حالة السكون (Burton ١٩٧٨) .

٩ – معاملات تثبيط إنبات البراعم السابقة للحصاد :

تؤدى معاملة النبات قبل الحصاد بمثبطات التبرعم ، مثل : الماليك هيدرازيد ، أو إستر الميثايل لنفثالين حامض الخليك إلى إطالة فترة السكون بدرجة كبيرة بعد الحصاد .

١٠ – المعاملة بالجبريللين :

تؤدى معاملة نباتات البطاطس أثناء نموها بالحقل بالجبريللينGA3 إلى إنهاء سكون الدرنات التى فى طور التكوين ، وتبرعمها وهى مازالت فى التربة . وتزداد نسبة الدرنات النابتة بزيادة التركيز المستخدم ، ومع التبكير فى توقيت المعاملة ، كما هو مبين فى جدول (٦ – ٣) .

جدول (٦ – ٣) : تأثير تركيز الجبريللين المستخدم فى معاملة نباتات البطاطس وموعد المعاملة على نسبة الدرنات النابتة قبل الحصاد (عن Devlin ١٩٧٥) .

تركيز الجبريللين (جزء فى المليون)	نسبة الدرنات النابتة عند إجراء المعاملة قبل الحصاد بفترة (أسبوع)		
	١	٢	٤
صفر	٠,٢	١,٤	صفـر
١٠	١,٥	١,٥	٣,٠
٥٠	٠,٤	١٨,٠	٥٨,٣
١٠٠	٢,١	٣٤,٣	٧٥,٦
٥٠٠	٥,٨	٥٠,٠	٨٣,٦

وتؤدى معاملة الدرنات الحديثة الحصاد بالجبريللين إلى تقصير فترة السكون ، وإسراع التنبيت . وعند زراعة هذه الدرنات نجد أنها تنبت بسرعة أكبر ، ويزداد المحصول أحيانًا . ويكفى لإحداث هذه التأثيرات مجرد غمس الدرنات فى محلول جبريللين بتركيز جزء واحد فى المليون . وتؤدى زيادة التركيز عن ٥ أجزاء فى المليون إلى إحداث زيادة كبيرة فى طول السلاميات ، والسيقان الأرضية ، وتأخير نمو الدرنات والأوراق ، وإصفرار النموات الهوائية ، مع احتمال نقص المحصول .

وتقل فاعلية الجبريللين فى كسر سكون الدرنات بزيادة الفترة من الحصاد لحين المعاملة ، ومع انخفاض درجة حرارة التخزين . ولا تبدأ الدرنات المعاملة فى الإنبات إلا بعد أسبوع ، أو أسبوعين من معاملتها .

ومن أهم التأثيرات الأخرى التى تحدثها معاملة الجبريللين للتقاوى أنها تؤدى إلى زيادةعدد السيقان التى تنبت من قطعة التقاوى ، وزيادة عدد الدرنات التى تتكون على النبات ، وزيادة استطالة الدرنات المتكونة ، وتصبح مدببة قليلا عند الأطراف ، خاصة فى التركيزات العالية .

وإلى جانب ما تقدم .. نجد أن المعاملة بالجبريللين تفيد فى كسر سكون الدرنات التى أنتجت من حقول عوملت بالماليك هيدرازيد . ويلزم لأجل ذلك نقع الدرنات فى محلول جبريللين بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون ، كما أن الدرنات التى فقدت المقدرة على الإنبات بسبب معاملتها بأشعة جاما يمكنها أن تستعيد مقدرتها على الإنبات فى خلال ٢٠ يومًا من معاملتها بالجبريللين بتركيز ٢٥٠ جزء فى المليون .

التغيرات الداخلية المصاحبة لسكون الدرنات :

لايوجد حد يمكن اعتباره فاصلا بين الدرنات الساكنة والدرنات التى على وشك الانتهاء من فترة السكون ، لأن التغيرات التى تحدث فى الدرنات ، وتؤدى إلى إنهاء حالة السكون تكون بصورة **تدريجية تمامًا** . وبرغم وجود علاقة ما بين حالة السكون وبين المستوى المرتفع لحامض الجبريللين **والمستوى المنخفض** لحامض الأبسيك abscisic acid ، فإن الارتباط التام معهما يعوزه الدليل الكمى (Burton ١٩٧٨) .

ولقد لوحظ أن انتهاء حالة السكون فى الدرنات يصاحبها نقص تدريجى فى كل مما يلى :

١ - تركيز مثبطات النمو ، مثل حامض الأبسيك ، وحامض الكافييك Caffeic acid ، فقد وجد ان تركيز الحامض الأخير يزداد تدريجيًا فى درنات البطاطس أثناء نضجها ، ثم يقل تركيزه تدريجيًا مع انتهاء فترة السكون إلى أن يختفى تمامًا فى البراعم النابتة .

٢ - نشاط إنزيمى الكاتاليز Catalase ، والتيروزنيز Tyrosinase .

٣ - تركيز حامض الأسكوربيك .

ومن ناحية أخرى .. فانتهاء فترة السكون تصاحبها زيادة تدريجية فى كل مما يلى :

١ - تركيز الچبريللينات : وجد أن تركيز الچبريللين فى عيون وقشرة الدرنة كان ٠,٣ ميكروجرام / كجم وزن طازج بعد ٢٥ يومًا من الحصاد ، ثم ارتفع بعد ٢٥ يومًا أخرى عند انتهاء فترة السكون إلى ٣,٦ ميكروجرام / كجم من الدرنات الطازجة .

٢ - تركيز الأوكسينات .

٣ - تحلل البروتين وانتقاله من الدرنة إلى النبت .

٤ - معدل التنفس .

٥ - نشاط بعض الإنزيمات ، مثل : الأميليز ، والفلوڤو بروتين أوكسيديز .

٦ - المقدرة على تمثيل حامض الـ آر إن أى R N I ، بينما لا يمكن للبراعم الساكنة تمثيل هذا الحامض ، حتى ولو أخذ الكروماتين منها ووضع مع كافة المكونات اللازمة لتمثيله (Burton ١٩٦٣ ، Devlin ١٩٧٥) .

السيادة القمية :

السيادة القمية apical dominance هى ظاهرة سيادة البرعم الطرفى للدرنة على باقى براعم الدرنة ، ولتثبيطه لنموها . وأقصى درجات السيادة القمية هى عندما لا ينمو سوى البرعم الوسطى بالعين الطرفية للدرنة . ومع ضعف السيادة القمية ينمو البرعم الوسطى بالعيون الأخرى بالدرنة ، إلا أن تركيز التبرعم يكون فى العيون القريبة من قمة الدرنة . ومع استمرار ضعف السيادة القمية ينمو البرعم الأوسط فى جميع عيون الدرنة .. وعند اختفائها ينمو أكثر من برعم بكل عين .

وتؤدى إزالة العين الطرفية إلى نمو البراعم فى العيون الجانبية ، كما أن إزالة النمو الناتج من البرعم الوسطى فى كل عين تؤدى إلى نمو باقى براعم العين . ويؤدى تقطيع الدرنة إلى أجزاء إلى نمو البراعم فى مختلف العيون .

ولا تختلف السيادة القمية فى الدرنة عن السيادة القمية المعروفة فى سيقان النباتات .

تتناسب شدة السيادة القمية عكسيًا مع طول فترة السكون ، فإذا خزنت الدرنات فى ظروف تساعد على زيادة فترة السكون تصبح السيادة القمية ضعيفة ، وبذا فإن كافة العوامل التى تؤدى إلى إطالة فترة السكون تعمل على إضعاف حالة السيادة القمية ، كما تضعف السيادة بزيادة نمو الدرنات ويمكن التخلص منها نهائيًا بمعاملة الدرنات بالثيوريا .