المدادات أو السيقان الأرضية

يبدأ تكوين المدادات أو السيقان الأرضية Stolons بعد نحو ٧-١٠ أيام من ظهور السيقان الهوائية بعد الإنبات ، ويكون طولها حينئذٍ حوالى ١٠ سم . وهى عبارة عن سيقان أرضيةٍ جانبيةٍ أسطوانية الشكل تنمو من البراعم التى توجد عند العقد السفلية لساق النبات تحت سطح التربة . ويبدأ تكوّن أول المدادات عند أول عقدة على الساق ، ثم يتبعها تكوّن بقية المدادات عند العقد الأعلى بصورة تدريجية. وتنمو فى البداية ساق أرضية واحدة عند كل عقدة ، لكن قد ينمو غيرها بعد ذلك . ويمكن للساق الأرضية أن تنمو فى اتجاه الجاذبية الأرضية أو عكسه ؛ حسب الظروف التى تتعرض لها ؛ أى إنها تُعد digeotropic .

تختلف المدادات فى الطول - حسب الصنف (Kratzke & Palta ١٩٩٢) - من أقل من ٢,٥ سم إلى ٤٥ سم أو أكثر فى بعض الأصناف التجارية فى أمريكا الجنوبية، وقد يصل طولها فى بعض الأنواع البرية إلى ٤,٥-٦ أمتار ، لكنها تبلغ فى المتوسط نحو ١٠ سم طولاً فى معظم الأصناف التجارية . وقد تتفرع المدادات أو لا تتفرع . ويختلف عددها وطولها وقطرها باختلاف الأصناف والظروف البيئية، ولكن طول المدادات لا يرتبط بحجم الدرنات ، أو لونها ، أو موعد نضجها .

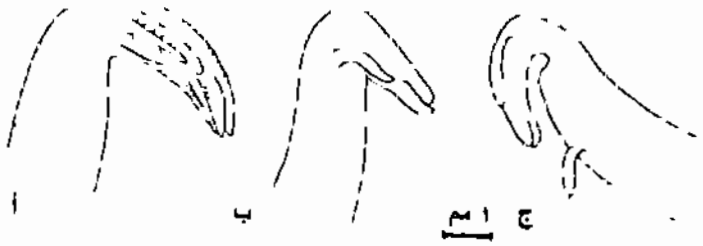
وعند التكاثر بالبذور الحقيقة نجد أن المدادات تتكون فى آباط الأوراق الفلقية والأوراق الأولى على النبات أعلى سطح التربة، ثم تنحنى لأسفل إلى أن تصل إلى التربة؛ حيث تنمو فيها مثل السيقان الأرضية الأخرى .

وأهم ما يميز السيقان الأرضية أن سلامياتها طويلة ، وقمتها ملتوية نحو القاعدة hooked ، وتحمل عدداً من الأوراق الحرشفية التى تُرتَّب ترتيبًا حلزونيًّا (شكل ٢-٣). وتتكون الدرنات بحدوث تضخم أو انتفاخ فى أطراف المدادات أو تفرعاتها ، لكن ذلك لا يحدث فى كل المدادات ؛ حيث يظل بعضها دون انتفاخ . وإذا تعرضت السيقان الأرضية للضوء ، فإنها تنمو إلى أفرعٍ خضريةٍ، ولا تتكون درنات فى أطرافها .

الدرنات

تعتبر الدرنات نوعًا ثالثًا من السيقان التى توجد فى نبات البطاطس ؛ فهى ساق متحورة إلى عضو تخزين ، وتنشأ فى قمة ساقٍ أرضيةٍ . يبدأ وضع الدرنات غالبًا فى

نهاية فترة تكوين البراعم الزهرية فى الأصناف المبكرة ، وعند تفتح الأزهـــار ، أو بعـــد ذلك فى الأصناف المتأخرة ، لكن لا توجد أية علاقة بين الإزهار ووضع الدرنات؛ فـــالأمر لا يتعدى أكثر من الترتيب الزمنى لبعض مراحل النمو والتطور. وقد ينتج النبات أحيانـــا عدة عناقيد زهرية قبل أن يبدأ فى وضع الدرنات فى الظروف غـــير المناســـبة لتخزيـــن الغذاء .



شكل (٢-٣) : التباين فى شكل القمة النامية للسيقان الأرضية فـــى صنـــف البطـــاطس أران بايلوت Arran Pilot . لاحظ انحناء القمة ، ووجود الأوراق الحرشفية بها .

تبدأ جميع درنات النبات فى التكوين خلال فترة أسبوعين ، ويضع النبات دائما عـــدداً أكبر بكثير من العدد الذى يصل إلى الحجم الصالح للتسويق . وتظل الدرنات المتكونة أولاً أكبر حجماً خلال جميع مراحل نموها، وتنمو الدرنات التالية فى التكوين بسرعة أقل، وتكون أصغر حجمًا. أما الدرنات التى يبدأ تكوينها متأخرًا ، فإنها تبقى صغيرة ولا يزيد حجمها .

يسمى طرف الدرنة المتصل بالساق الأرضية بالطرف القاعـــدى attachment end (أو heel end) ، ويسمى الطرف الآخر بالطرف القمى rose end أو distal end .

الوصف المورفولوجى

تختلف درنات أصناف البطاطس كثيرًا فى الشكل ، والملمس ، واللـــون الخـــارجى ، واللون الداخلى كما يلى :

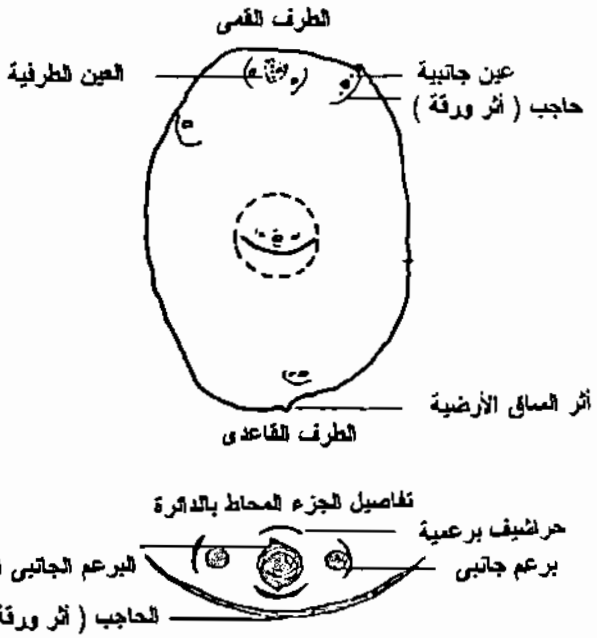
١ - الشكل : يوجد من أشكال الدرنـــات : الكـــروى round ، والبيضـــاوى oval ، والبيضاوى المدبب pointed (حيث تكون الدرنة مستدقة من طرفـــها القمـــى، وعادية فى طرفها القاعدى) ، والكلوى .

٢ – الملمس : قد يكون جلد الدرنة أملس أو خشناً أو شبكيًا .

٣ – اللون الخارجي : قد يكون لون جلد الدرنة أبيض ، أو أصفر ، أو ورديًا ، أو قرمزيًا ، أو أزرق ، أو أرجوانيًا ، أو خليطاً من لونين من هذه الألوان . وتنتشر الألوان غير العادية فى أمريكا الجنوبية وأمريكا الوسطى ؛ حيث موطن البطاطس .

٤ – اللون الداخلى : قد يكون لون اللب أبيض أو أصفر ، كما هى الحال فى معظم الأصناف التجارية ، كما قد يكون أيضًا ورديًا ، أو أزرق .

وتظهر على سطح الدرنة براعم ساكنة فى مجاميع يتكون كل منها من ٣–١٥ برعمًا، وتحاط كل مجموعة بأثر ورقةٍ leaf scar ، وهى التى يطلق عليها حاجب العين eyebrow . وتتكون العين eye من مجموعة البراعم والحاجب (شكل ٢–٤) .



شكل (٢–٤) عيون درنة البطاطس والتركيب التفصيلى للعين (عن Allen ١٩٧٨)

تتجه كل العيون نحو البرعم الطرفى ، وتتوزع توزيعًا حلزونيًا . يتجه الحلزون غالبًا عكس اتجاه عقرب الساعة ، وتقترب خطوطه ناحية الطرف القمى للدرنة ؛ بسبب تركيز العيون فى هذا الجانب (Smith ١٩٦٨) .

التكوين

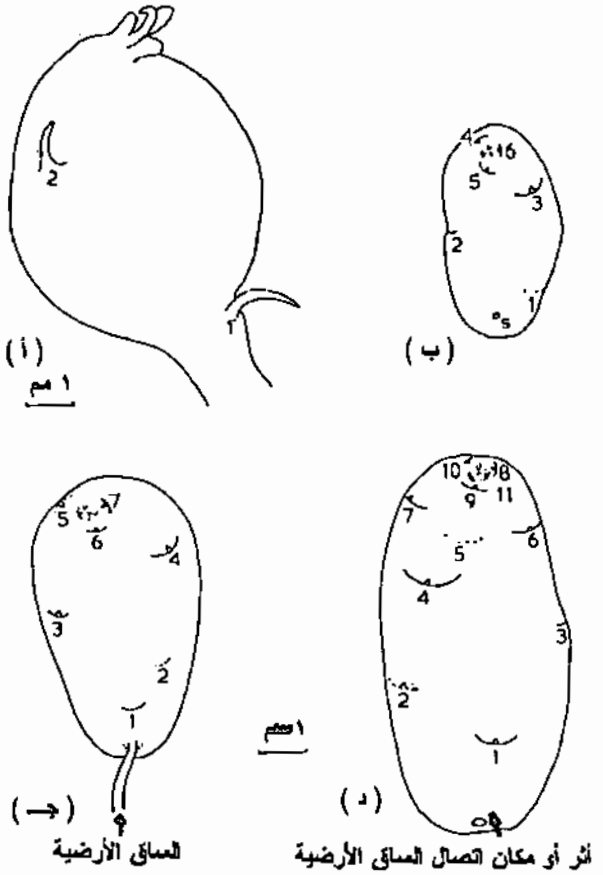
تتكون الدرنات بتضخم المنطقة تحت القمية sub apical region للساق الأرضية ، ويحدث ذلك تقريبا فى الجزء الملتوى من القمة النامية . ويشتمل التضخم فى البداية على عقدة واحدة من العقد التى توجد فى القمة الميرستيمية . ومع استمرار تضخم قمة الساق الأرضية ، يتجه التضخم لأعلى ليشمل عقدة ميرستيمية أخرى . وعليه .. نجد أن أول ورقة حرشفية تكون فى قاعدة الدرنة النامية (العقدة الأولى)، وتظهر الورقة الحرشفية التانية فى حوالى منتصف الدرنة (عند العقدة الثانية). وعند هذه المرحلة تستقيم قمة الساق الأرضية . ويختفى الالتواء ، وتصبح القمة الميرستيمية للساق الأرضية فى وضع طرفى تقريبًا للدرنة الصغيرة المتكونة. ولا يتعدى قطر الدرنة فى هذه المرحلة من النمو اكثر من سنتيمتر واحد ، وتحتوى على نحو أربع عقد . ومع استمرار كبر الدرنة فى الحجم ، فإنها تشتمل على عقد جديدة بالقرب من القمة الميرستيمية للساق الأرضية ، وتكون السلاميات أقصر كلما اتجهنا نحو قمة الدرنة the rose end . ومع ازدياد الدرنة فى الحجم والطول تزداد المسافة بين العقد بعضها وبعض وكذلك بين العقدة الأولى وقاعدة الدرنة attachment end (شكل ٢-٥) . أما الدرنات الصغيرة التى لا يكتمل نموها ، فإنها لا تحمل سوى مبادئ براعم (Cutter ١٩٧٨) .

ويزداد حجم الدرنات بطريقتين ؛ هما : الانقسام وتكوين خلايا جديدة ، وزيادة الخلايا المتكونة فى الحجم . تتكون الخلايا الجديدة بانقسام بروكامبيوم procambium الدرنة، وتزداد الخلايا الجديدة تدريجيًا فى الحجم بعد ذلك . وبعد أن يصل وزن الدرنة إلى ٣٠- ٤٠ جم (فى الأصناف ذات الدرنات الكبيرة ، مثل : كنيبك Kennebec ، ورست بيربانك Russet Burbank) فإن معظم الزيادة فى حجم الدرنة بعد ذلك تحدث نتيجة لزيادة حجم الخلايا التى تكونت بالفعل – من قبل – بترسيب المواد الكربوهيدراتية فيها . ويستمر مع ذلك الانقسام فى النحاء ، كما تتكون بعض الخلايا الجديدة بالقرب من خلايا النحاء الجديدة ، خاصة بالقرب من العيون أثناء تكوينها. وتكون معظم الانقسامات بالقرب من نهاية خلايا النحاء التى تقوم بنقل الغذاء المخزن إلى الدرنة . وتقل خلايا الدرنة فى الحجم بالاتجاه من الطرف القاعدى نحو الطرف القمى (Moorby ١٩٧٨).

التركيب التشريحى

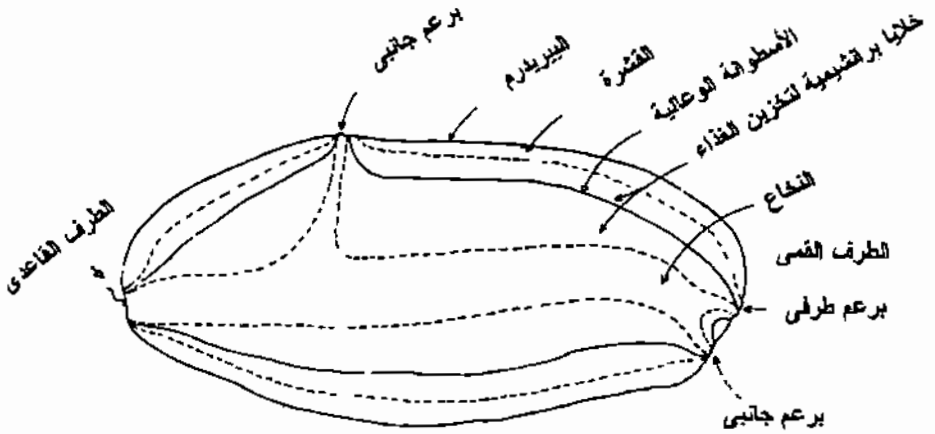
تتكون الدرنة الحديثة غير الناضجة من طبقة البشرة epidermis ، وطبقة قشرة عريضة wide cortex، والبيريسيكل pericycle، والحزم الوعائية، والنخاع (شكل ٢-٦). ويلاحظ أن النخاع يمتد ويصل بين طرفى الدرنة وجميع البراعم ، وأن القشرة يقل سمكها

كثيرًا عند العيون . ومع نضج الدرنة تختفى تدريجيًا طبقة البشرة، ويحل محلها الفيللـــم phellum ، وهو طبقة من خلايا ثلينية ، وتصبح طبقة القشرة ضيقة ، وتلى البـــيريدرم periderm مباشرة . وتمتد الحزم الوعائية حتى العيون. ويتضخم النخاع ليكوّن الجـــزء الأكبر من الدرنة، ويعمل مع القشرة كمخزنٍ للنشا .



شكل (٢-٥) : تطور تكوين درنة البطاطس فى الصنف أران بايلوت Arran Pilot كمثال: (أ) الدرنة الصغيرة فى بداية تكوينها وأثناء اشتمال التضخم فى قمة الساق الأرضية على العقدة الثانية . يلاحظ أن قمة الساق الأرضية بدأت تبدو مستقيمةً، واختفى فيها الإنحناء -٥ أضعاف الحجم الطبيعى (ب-د) درنات تشتمل على ٦ ، و ٨ ، و ١١ عقدة على التوالى -١/٢ الحجم الطبيعى . أعطيت العيون أرقامًا حسـب ترتيب تكوينها. العيون المنقّطة على الجانب الآخر من الدرنـــة (عـن Cutter ١٩٧٨) .

تختفى طبقة البشرة الخارجية فى طور مبكر من النمو نتيجة لزيادة حجم الدرنة . وتمزق البشرة تبعا لذلك ، ويحل محلها حزام من الخلايا الفلينية المرتبة جيدا بعضها فوق بعض ، والتى تنتجها باستمرار طبقة من الخلايا الميرستيمية توجد أسفل منها، وتعرف باسم الكامبيوم الفلينى cork cambium أو الفيللوجين . ويصل سمك طبقة الفلين إلى نحو ١٢٥-١٥٠ ميكرونا ، وتتشبع جدر خلاياها بأحماض دهنية مشبعة ذات وزن جزيئى مرتفع ؛ مما يجعلها غير منفذة للماء ، وبذا تحتفظ الدرنة برطوبتها ، كما تتراكم أيضا المركبات الفينولية فى الخلايا الفلينية أثناء تكوينها .



شكل (٢-٦) : التركيب التشريحى لدرنة البطاطس .

ويؤدى أى جرح للدرنة إلى تشجيع تكوين فيللوجين جديد بتحفيز انقسام الخلايا البرانشيمية التى توجد تحت الجرح مباشرة ، فتنقسم كما لو كانت خلايا ميرستيمية . ويؤدى ذلك إلى التئام الجرح . وتتراكم المواد الفينيولية أثناء ذلك فى الأنسجة الجديدة . ومن أهم هذه المواد حامض الكلوروجنيك Chlorogenic acid ، وحامض الكافيك Caffeic acid (Sterling ١٩٦٦) .

الجلد

عندما تبدأ نهاية الساق الأرضية فى التضخم لتكوين درنة ، فإنه يبدأ فى الوقت نفسه تميز جلد ، أو بيريدرم periderm الدرنة . فتبدأ طبقة البشرة epiderms – وهى طبقة الخلايا الخارجية – فى تكوين طبقات خلايا البيريدرم؛ وذلك من الخارج إلى الداخل . كذلك

تبدأ البشرة الداخلية hypoderms – وهى الطبقة التى تقع تحت طبقة البشرة – فى تكوين طبقات خلايا الهيبودرمز hypodermal layers ؛ وذلك من الداخل إلى الخارج .

وبعد ذلك تبدأ طبقات خلايا البيريدرم والهيبودرم فى التسوبر ، ويكّونان معًا الجلد أو البيريدرم. وتعرف الهيبودرمز المنقسمة باسم فللوجين phyllogen ويكوّن الفللوجين خلايا برانشيمية نحو الداخل ؛ وهى التى تعرف باسم الفللودرم phelloderm .

يتكون البيريدرم من عديد من طبقات الخلايا . ويختلف سمك طبية البيريدرم وعدد طبقات خلاياها باختلاف الأصناف، وبظروف النمو ، خاصة درجة حرارة التربة والرطوبة الأرضية . ففى الصنف رصت بيربانك Russet Burhank يتراوح عدد طبقات خلايا البريدرم فى حرارة ٨–١٥° بين ٧ و ١٢ طبقة يبلغ سمكها ١٠٠–١٤٠ مللى ميكرونًا، بينما يتراوح عددها فى حرارة ٢٤–٢٧°م بين ١٠ و ٢٨ طبقة سمكها ١٢٥–١٧٠ مللى ميكرونًا .

ونجد فى الدرنات الصغيرة أن طبقة الفللوجين تكون نشطة جدًا فى الإنقسام، ويكون من السهل كثيرًا إزالة جلد الدرنة أو سلخه. وعند اكتمال نمو الدرنة يتوقف نشاط الفللوجين، أو الكامبيوم الفلينى ، وتصبح جدرها وكذلك جدر خلايا الجلد أقوى ؛ ولذا .. يعد مدى سهولة إزالة جلد الدرنة مقياسًا لاكتمال نموها إيذانًا بالحصاد .

وفى بعض الأصناف تكون الطبقات الخارجية لبيريدرم الدرنات غير وثيقة الاتصال بالطبقات الداخلية ؛ الأمر الذى يكسب جلد هذه الدرنات مظهرًا خشنًا أو حتى مظهرًا شبكيًا netted . وبالمقارنة .. فإن أصنافًا أخرى – تتميز بجلدها الأملس – تكون طبقات البيريدرم فيها وثيقة الصلة بعضها ببعض .

العديسات Lenticels

يوفر الجلد السليم لدرنة البطاطس المكتملة التكوين حمايةً للدرنة ضد الإصابة بالكائنات الدقيقة ويكون هذا الجلد غير منفذ – تقريبًا – للمركبات الكيميائية ، والغازات ، والماء ، كما أنه يمنع فقد الماء .

ولأن الدرنة نسيج حىّ ، فلابد من أن تتوفر لها وسيلة لتبادل الغازات وبخار الماء، ليمكنها التنفس ، وتحقق العديسات لها تلك الوسيلة . تتكون وتتشكل هذه العديسات فى

البيريدرم فى المواقع التى كان يمكن أن تتكون فيها الثغور ، فيما لـــو كـــانت الســيقان الأرضية قد نمت كسيقان هوائيـــة .

يتوقف عدد العديسات فى الدرنة على حجمها ، ونوع التربة – والظـــروف الجويـــة، وهو يتراوح عادة بين ٧٥ و ١٥٠ عديسة .

ولحالة الأنسجة التى تقع تحت العديسة أهمية كبرى فى تحديد معدلات تبادل الغـــازات من خلالها . ونجد فى ظروف الجفاف أنه تتكون طبقة من الخلايا المسوبرة تحت خلايـــا العديسة. وبالمقارنة .. تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية إلى زيادة المحتوى الرطوبى للدرنة، وإنتاج خلايا القشرة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تمزق طبقة الخلايا المسوبرة؛ وبذا .. تتشكل عديسات مفتوحة تحتوى على عديد من الخلايا المنتفخة؛ مما يجعل العديسات تأخذ مظهر جسيمات صغيرة جدًا بيضاء اللون على جلد الدرنة . وتسمح هذه العديســـات المفتوحـــة بدخول البكتيريا والكائنات الدقيقة . ويعد ذلك من مساوئ الرى الغزير، أو كثرة الأمطار.

بيريدرم الجروح

تستجيب درنات البطاطس للأضرار التى تحدث فى جلد الدرنة بتكوين بـــيريدرم علـــى السطح المُضار – يعرف باسم بيريدرم الجروح Wound Periderm . يحمى هذا البيريدرم الدرنة من فقدها للرطوبة ، والإصابة بالكائنات الدقيقة. فبعد حدوث الجرح مباشرةً ، تبدأ الخلايا التى تقع تحت النسيج المجروح فى التسوير بامتداد الجدر الخلوية ، كذلك تبدأ فى الوقت نفسه طبقات قليلة من الخلايا تحت الجرح فى تكوين جدر خلوية موازية للجـــرح؛ ويعد ذلك بداية عملية تكوين الفللوجين phellogen ، أو بيريدرم الجروح ، الـــذى يكـــوّن خلايا جديدة تتكون من بيريدرم الجروح نحو الخـــارج ، والفللـــودرم phelloderm نحـــو الداخل . ولتكوين بيريدرم الجروح – سريعًا وبصورة كاملة – أهمية قصوى فـــى بقـــاء الدرنات بحالة جيدة . وتتضح أهمية هذا البيريدرم إذا علمنا أن الدرنات تتعرض لأضـــرار كثيرة أثناء الحصاد وعمليات التداول المختلفة من تدريج، وتعبئة ، وشحن ... إلخ .

ويتطلب التئام الجروح بصورة جيدة توفر حرارة تتراوح بين ١٥ و ٢٥°م ، ورطوبـــة نسبية عالية ، وتهوية جيدة . ففى حرارة ٢٠°م ورطوبة نســـبية ٩٥٪ يتســـوير ســـطح الدرنة كله بصورة خفيفة فى يوم واحد ، وبعد خمسة أيام يتكون حوالى ٢-٣ طبقات من بيريدرم الجروح .

وللرطوبة النسبية العالية أهميتها فى كلٍ من التكوين السريع لبيريدرم الجروح ، وتكوينه بصورةٍ كاملةٍ ؛ بحيث يكون التئام الجروح كاملاً . وبغير ذلك يستغرق تكوين طبقة الفين التى تغطى الجرح وقتًا طويلاً (Van der Zaag ١٩٩١) .

ولمزيدٍ من التفاصيل عن كيفية تكوين درنة البطاطس وتركيبها التشريحى .. يراجع Peterson وآخرون (١٩٨٥) .

الأوراق

تعطى الدرنات عند زراعتها أفرخًا خضريةً تكون أوراقها الأولى بسيطة ، أما الأوراق التالية لها ، فتكون مركبةً ريشيةً، ويبلغ طولها من ١٠-١٥ سم. وتتكون الورقة المركبة من وريقةٍ طرفيةٍ كبيرةٍ بيضاوية الشكل ؛ يسبقها ٣-٥ أزواج من الوريقات البيضاوية تحمل جانبيًا على محور الورقة. ويصغر حجم أزواج الوريقات تدريجيًا بالاتجاه نحو قاعدة الورقة. وتوجد بين أزواج الوريقات وريقات أخرى أصغر . وهى كذلك تصغر فى الحجم بالاتجاه نحو قاعدة الورقة . وتحمل الأوراق على الساق فى ترتيب حلزونيٍ بعكس اتجاه عقرب الساعة .

يأخذ المقطع العرضى لأعناق الأوراق شكل نصف دائرة ، ويكون مقعرًا من السطح السفلى ، ومحدبًا قليلاً من السطح العلوى . وتتسع قاعدة عنق الورقة ، وتمتد حول الساق لمسافة حوالى ثلث السلامية ، كما تمتد حواف قاعدة عنق الورقة لمسافة سلاميةٍ واحدة أو سلاميتين لأسفل .

تكون حواف الوريقات كاملةً أو متموجةً . وتوجد شعيرات بكثافةٍ على الوريقات الثانوية ، وبدرجةٍ أقل على الوريقات الأولية. أما الوريقات الكبيرة التامة النمو ، فلا توجد عليها شعيرات واضحة ، ولكن توجد شعيرات على طول العرق الوسطى وتفرعاته .

وإلى جانب الأوراق الخضراء تنمو أوراق حرشفية على جزء الساق الموجودة أسفل سطح التربة ، وهى التى ينمو من آباطها السيقان الأرضية .

الأزهار

تختلف أصناف البطاطس فى قدرتها على الإزهار ، فبينما يزهر بعضها بغزارةٍ ، نجد