جزئيًا ، ولكن سهلة التفتت friable عند الحصاد ، علمًا بأن جفاف التربة عند الحصاد يزيد كثيرًا من إصابة الدرنات ومن قابليتها للإصابة.

ب - قتل النموات إما ميكانيكيًا ، وإما كيميائيًا قبل الحصاد ، مع التأكد من أن جلد الدرنات لا تسهل إزالته .

جـ - عدم إجراء الحصاد إلا بعد ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للدرنات عن ٨°م ، ويتطلب ذلك أحيانًا إما تأجيل الحصاد إلى يوم اخر، وإما تأخيره إلى أن ترتفع الحرارة ظهرًا .

د - تبطين كافة الأسطح التى تتلامس معها البطاطس فى معدات الحصاد والتداول ، وضبط سرعة التشغيل فى جميع الأجهزة ، وخفض الارتفاعات التى تسقط منها الدرنات أثناء تداولها إلى ١٥ سم كحد أقصى ؛ وذلك لأجل منع حدوث الكدمات بالدرنات أو تقليل هذه الكدمات.

هـ - عدم تداول الدرنات إلا بعد ارتفاع حرارتها عن ٨°م (عن Hiller وآخرين ١٩٨٥) .

التلون البنى غير الإنزيمى

طبيعة الظاهرة

ترتبط ظاهرة التلون البنى غير الإنزيمى - بصورة مباشرة - بتركيز السكريات المختزلة فى الدرنات. وعلى الرغم من أن السكريات لا تشكل أكثر من ٣٪ من المادة الجافة بالدرنات، إلا أنها ذات أهمية كبيرة ؛ نظرًا لتسببها (حتى وهى بهذا التركيز المنخفض) فى تلون الشبس والبطاطس المحمرة أثناء قليهما باللون البنى .

وهذا التلون غير الإنزيمى non-enzymic browning يوجد منه نوعان : التكرمل caramelization ، وما يسمى بتفاعل ميلارد Maillard reaction .

ويرجع معظم التلون البنى غير الإنزيمى إلى تفاعل ميلارد الذى يحدث بسرعة فى درجة حرارة القلى (١٦٥-١٧٠°م) فى وجود الأحماض الأمينية . وعلى الرغم من أن هذا التفاعل لا يتم إلا فى وجود هذه الأحماض الأمينية ، فإن تركيزها غير مؤثر ؛ لأنها

توجد بوفرة؛ ولذا .. فإن معدل التفاعل يتحدد أساسًا بتركيز السكريات المختزلة (الجلوكوز والفراكتوز) فى الدرنات .

وتتراوح تقديرات معامل الارتباط بين التلون البنى والسكريات المختزلة من ٠,٣٢ إلى ٠,٩٩ . ويجب ألا يزيد تركيز السكريات المختزلة على ٠,٣٥٪ (على أساس الوزن الطازج) ؛ حتى لايظهر التلون البنى عند القلى ، كما يجب ألا يزيد التركيز على ٠,٢٪ فى الدرنات المخصصة لصناعة الشبس .

العوامل المؤثرة فى الظاهرة

تتأثر شدة التلون البنى غير الإنزيمى - كما أسلفنا - بمحتوى الدرنات من السكريات ؛ ولذا .. فإن جميع العوامل التى تؤثر فى نسبة السكريات فى الدرنات تؤثر بدورها فى شدة إصابتها ؛ وهى كما يلى :

١ - عمر الدرنة :

فتكون النسبة عاليةً ، وتصل إلى ٠,٧٥٪-١,٥٪ على أساس الوزن الطازج فى بداية تكوين الدرنات ، ثم تنخفض تدريجيًّا مع النضج .

٢ - درجة الحرارة :

قبل الحصاد وأثناء التخزين ؛ فتزيد نسبة السكريات كلما انخفضت درجة الحرارة؛ حيث تؤثر الحرارة على التحولات ما بين النشا والسكريات من جهةٍ ، وبين السكروز والسكريات المختزلة من جهةٍ أخرى ؛ فمثلاً .. يؤدى ارتفاع الحرارة من ٢°م إلى ٤°م إلى نقص محتوى الدرنات من السكروز بدرجةٍ أكبر بكثيرٍ من تأثير ذلك على السكريات المختزلة . وللمحافظة على مستوى منخفضٍ من السكريات المختزلة فى الدرنات ، يجب أن تبقى حرارة التخزين أعلى من ٨-١٠°م . وإذا حدث وخزنت البطاطس فى حرارةٍ منخفضةٍ وارتفعت فيها نسبة السكريات المختزلة ، فإنه يتعين رفع حرارة المخزن إلى ١٥°م-٢٠°م لفترة قبل تصنيعها ، يتم خلالها استهلاك جزءٍ من السكريات فى التنفس ، وتحول معظمها إلى نشا، وهى العملية التى تعرف باسم إعادة التهيئة Reconditioning .

٣ - نمو البراعم :

تحدث زيادة بسيطة فى نسبة السكريات عند بداية نمو البراعم ؛ وذلك بعد انتهاء حالة

السكون مع توفر ظروف مناسبة لإنبات البراعم . ولكن إذا أوقف نمو هذه البراعم – سواء أحدث ذلك باستعمال مثبطات التبرعم ، أم بإزالة البراعم ذاتها – فإن هذه الزيادة البسيطة التى حدثت فى محتوى الدرنات من السكريات سوف تستهلك خلال فترة التخزين التالية .

٤ – دخول الدرنات فى مرحلة الشيخوخة :

عندما تخزن الدرنات فترات طويلة جدًا فى حرارة منخفضة ، فإنها تدخل مرحلة الشيخوخة senescence وهى تحتوى على تركيزات عالية من السكريات التى تكون قد تراكمت خلال فترة التخزين فى الحرارة المنخفضة ، وتلك الزيادة لا يمكن التخلص منها بتعريض الدرنات لحرارة عالية ؛ ذلك لأن الدرنات التى تدخل مرحلة الشيخوخة ينخفض فيها معدل جميع التفاعلات الأيضية ، بما فى ذلك تحول السكر المتراكم إلى نشا ، وكذلك عملية التنفس – ذاتها – التى تُستهلك فيها السكريات المتراكمة .

التلون البنى الإنزيمى

يظهر التلون البنى الإنزيمى enzymic browning إذا تركت الدرنات فترة بعد تقشيرها أو تقطيعها ، ويحدث نتيجة أكسدة المركبات الفينولية بإنزيم الفينولييز . وأهم هذه المركبات الحامض الأمينى تيروزين tyrosine ، وحامض الكلوروجنك chlorogenic acid . وبينما تنتهى سلسلة التفاعلات التى تعقب أكسدة التيروزين بتكوين صبغة الميلانين السوداء ، فإن المواد التى تتكون عقب تأكسد حامض الكلوروجنك تكون أقل دكنة . ويعتبر تركيز التيروزين هو العامل الذى يتحكم فى درجة التلون البنى الإنزيمى .

وعلى الرغم من أن التلون البنى الإنزيمى يعتبر صفة وراثية، وتنخفض معدلاته فى أصناف البطاطس الحديثة ، إلا أن توفر عنصر البوتاسيوم والكلور يحد من الظاهرة .

التلون الأسود بعد الطهى

يظهر أحيانًا لون أسود فى البطاطس المطهوة (after-cooking blackening) ، خاصة بعد الغلى فى الماء ، كما يظهر أيضًا فى البطاطس المحمرة المحفوظة بالتجمد، وفى البطاطس المعلبة والمجففة ؛ وهذا التلون غير إنزيمى ، ويرجع إلى تكون صبغة معقدة