مقارنة بتركيز ٥٢٥ ميكروجرام/كيلوجرام فى الثوم غير المعامل)، ولكن ارتفع محتوى الثوم المعامل بعد ثمانية شهور من المعاملة إلى ٧٥٩ ميكروجرام/كليوجرام فى الفصوص الطازجة مقارنة بتركيز ٦٩٧ ميكروجرام/كيلوجرام فى الثوم غير المعامل.

ويستدل من دراسات Croci وآخرون (١٩٩٤) أن الدنا (دى إن أى) هو المكون الخلوى الحساس لمعاملة الإشعاع فى الثوم، حيث انخفض محتوى الدنا الكلى فى البراعم الداخلية بعد معاملة الإشعاع مباشرة. واستمر الانخفاض بانتظام حتى وصل إلى أدنى مستوى له بعد ١٠٠ يوم من المعاملة. هذا بينما لم يتأثر محتوى الرنا (آر إن أى) الكلى والبروتين، ومحتوى المركبات الكربوهيدراتية فى الورقة الخازنة أو فى ورقة النبت الداخلية بمعاملة الإشعاع بأشعة جاما بجرعة مقدراها ١٠ Gy.

التخزين

التخزين فى الجو العادى والتخزين المبرد

يمكن تخزين نباتات الثوم بحالة جيدة لمدة قد تصل إلى ٨ أشهر فى مخازن عادية غير مبردة (حرارة ٢٠-٣٠°م)، بشرط أن تكون النباتات تامة التكوين، ومعالجة جيدًا، وأن تكون المخازن جيدة التهوية، وذلك حتى لا تتعفن الأبصال. وتفقد الرؤوس خلال هذه الفترة نحو ٣٥٪-٦٠٪ من وزنها، ويظهر هذا الفقد بعد شهور قليلة من التخزين على شكل تفريغ بسيط فى الفصوص تزداد حدته تدريجيًا، وتصبح أسفنجية ومنكمشة، إلى أن تفقد الرؤوس قيمتها التسويقية قبل موعد حصاد المحصول التالى. وتزداد هذه المشكلة حدة فى الثوم الصينى الذى لا يمكن تخزينه بهذه الصورة لأكثر من شهر ديسمبر.

لذا .. فإنه ينصح فى حالة توفر المخازن المبردة أن يتم تخزين الثوم على -١ إلى صفر°م، مع رطوبة نسبية تقدر بنحو ٦٠٪-٧٠٪ على الأكثر، وعلى ألا تزيد الرطوبة عن ذلك لتجنب عفن الرؤوس ونمو الجذور، وألا تقل عن ذلك لتقليل ظاهرة التفريغ إلى أقل مستوى ممكن، ومع مراعاة التهوية الجيدة حتى لا تتراكم الرطوبة فى أى مكان من

المخزن. ويمكن بهذه الطريقة حفظ الرؤوس بحالة جيدة نضرة لمدة تزيد عن ٨ أشهر. كذلك يمكن تخزين الثوم بحالة جيدة إذا حوفظ عليه باردًا على أقل من ٥°م، مع التهوية الجيدة والرطوبة النسبية المنخفضة.

فى نهاية فترة التخزين يخرج الثوم من حالة السكون؛ الأمر الذى يُستدل عليه من بدء نمو وتكوين البرعم الداخلى. يحدث ذلك بسرعة فى درجات حرارة التخزين المتوسطة بين ٥، و ١٨°م.

ولكى يمكن تخزين الثوم لفترات طويلة يجب أن يكون الثوم خاليًا قبل التخزين من أى نمو جذرى جديد وأى نمو داخلى للبراعم بالفصوص (أى قبل انتهاء فترة السكون)، وأن يكون قد تمت معالجته جيدًا. ويمكن الاستفادة من أى من معاملتى الماليك هيدرازيد قبل الحصاد والتعريض للإشعاع بعد الحصاد لأجل منع تزريع الثوم.

يفضل دائمًا تخزين الثوم منفردًا بسبب ما ينتجه من مركبات متطايرة يمكن أن تكتسبها المنتجات الأخرى التى تخزن معه (Salunkhe & Desai ١٩٨٤، و Brewster ١٩٩٤، و Cantwell ٢٠٠٤).

وبينما لا يعد الثوم حساسًا للبرودة، فإن حرارة التخزين الموصى بها (-١°م) تكون أعلى مباشرة من درجة تجمده.

أما الرؤوس المعدة لاستخدامها كتقاو، فإنها يجب أن تخزن فى حرارة تتراوح بين ٥ و ١٠°م، على ألا تنخفض درجة حرارة التخزين عن ٤°م، أو ترتفع عن ١٨°م، وذلك لأن الحرارة الشديدة الانخفاض تؤدى إلى التبكير الشديد فى النضج؛ مما يؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة نسبة الأبصال غير المنتظمة الشكل، بينما تؤخر الحرارة العالية إنبات الفصوص وتكوين الأبصال والنضج.

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته

قارن Liu وآخرون (١٩٩٦) التغيرات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية التى تحدث

فى الثوم بعد الحصاد عند تخزينه فى هواء متحكم فى مكوناته (٢٪-٥٪ أكسجين، و ٨٪-١٠٪ ثانى أكسيد الكربون) على حرارة ١-٥°م مع الثوم المخزن فى حرارة الغرفة. والثوم المخزن على ٣٥°م فى أكياس من البوليثيلين. ووجد الباحثون أن معدل التنفس، والمحتوى البروتينى للفصوص، ومحتواها من حامض الأسكوربيك ازدادت تدريجيًا مع الوقت عند التخزين فى حرارة الغرفة، بينما انخفض بشدة محتواها من السكريات والمادة الجافة بعد شهرين من التخزين حينما بدأت الفصوص فى التزريع. أما التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته على ١-٥°م فقد أدى إلى منع التزريع طول مدة التخزين (٨ أشهر) وظلت ٩٥٪ من الأبصال بحالة جيدة. وتشابهت نتائج التخزين فى حرارة ٣٥°م فى أكياس من البوليثيلين مع نتائج التخزين فى الهواء المعدل.

وتفيد التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون (٥٪-١٥٪) فى تثبيط تزريع الثوم ومنع إصابته بالأعفان عندما يكون التخزين على صفر-٥°م. ولا يفيد التركيز المنخفض من الأكسجين (٠,٥٪) — وحده — فى تثبيط التبرعم على صفر°م مع التخزين لمدة ٦ شهور. هذا إلا أن التركيز العالى من ثانى أكسيد الكربون (١٥٪) قد يؤدى إلى ظهور شفافية translucence صفراء ببعض الفصوص بعد نحو ٦ شهور من التخزين (Cantwell ٢٠٠٤).

الظواهر والتغيرات المصاحبة للتخزين

التنفس

يتباين تنفس الثوم (بالملليجرام ثانى أكسيد كربون لكل كيلوجرام فى الساعة) حسب حالة المنتج وحرارة التخزين، كما يلى (Cantwell ٢٠٠٤):

حرارة التخزين (°م)	أبصال كاملة	فصوص مقشرة
صفر	٤-١٢	٢٤
٥	٨-٢٤	٣٠-٤٠
١٠	١٢-٣٦	٧٠-١٠٠
١٥	١٤-٣٠	—
٢٠	١٤-٢٦	—