بثقوب دقيقة جدًّا micro perforation — فى الحد من تكون الرائحة المنفرة. ويساعد إبقاء تركيز الإثيلين أقل من ١-١٠ أجزاء فى المليون فى تقليل فقد اللون جوهريًّا على حرارة ١ °م، ولكن ذلك لم يكن مؤثرًا فى الحرارة الأعلى من ذلك.

وعلى الرغم من ارتفاع العد الميكروبى للبروكولى المجهز للاستعمال — حيث يزيد — عادة — عن ١٠٠ ألف cfu (وحدة تكوين مستعمرة نمو على البيئات الصناعية) لكل جرام واحد من المنتج الطازج — فإنه لم تظهر أى مشاكل صحية لاستعمال البروكولى المجهز.

ويختلف معدل تنفس البروكولى المجهز للمستهلك حسب حرارة التخزين، كما يلى:

الحرارة (°م)	معدل التنفس (مجم ثانى أكسيد كربون/كجم من المنتج فى الساعة)
صفر	٢٦
٥	٤٤
١٠	٧٨

كما أظهرت دراسات Bastrash وآخرون (١٩٩٣) أن تجزئة رؤوس البروكولى إلى أجزاء نورية صغيرة florets — كنوع من التصنيع الجزئى minimal processing أحدث زيادة فى معدل التنفس خلال كل فترة التخزين فى الهواء على ٤ °م، بسبب التجريح الذى حدث بها. وقد أدى تخزين تلك الأجزاء النورية فى هواء يحتوى على ٦٪ أكسجين + ٢٪ ثانى أكسيد كربون إلى زيادة فترة احتفاظها بجودتها أثناء التخزين إلى ٧ أسابيع مقارنة بخمسة أسابيع فقط فى الهواء. كذلك أظهرت الدراسة أن التصنيع الجزئى لم يغير من الظروف المثلى للتخزين؛ بما يعنى أن توصيات تخزين رؤوس البروكولى الكاملة تصلح أيضًا لتخزين الرؤوس المصنعة جزئيًّا.

الكرنب الصينى

اكتمال التكوين للحصاد، والحصاد

تكمل نباتات الكرنب الصينى نموها وتكون جاهزة للحصاد بعد نحو ٤٥ يومًا من

الشتل بالنسبة لأصناف الخردل الصينى، وبعد ٢-٣ أشهر من الشتل بالنسبة لأصناف الكرنب الصينى. ويتم الحصاد فى كليهما بقطع النبات – بالسكين – أسفل الرأس بقليل. وإذا تأخر الحصاد – فإن النباتات قد تتجه نحو الإزهار؛ وبذا تفقد قيمتها الاقتصادية.

يفضل إجراء الحصاد فى الصباح الباكر، مع عدم ترك النباتات معرضة للشمس بعد حصادها.

العيوب الفسيولوجية السابقة للحصاد

إن من بين أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالكرنب الصينى – بسبب تعرضه لظروف معينة قبل الحصاد – وتؤثر فى جودته، ما يلى:

احتراق حواف الأوراق

لتلك الظاهرة علاقة بكل من توفر الظروف المحفزة للنمو السريع، مع نقص الكالسيوم فى التربة، أو توفر العنصر ولكن مع نقص امتصاصه بسبب تعرض النباتات لظروف جفاف أو زيادة فى الملوحة الأرضية، أو توفر الكالسيوم وامتصاصه ولكن فى ظروف النتح الشديد (الجو الحار الجاف) الذى يتوجه فيها كل الماء الممتص – مع ما يحمله من كالسيوم – نحو الأوراق الخارجية التى يزداد فيها النتح.

بقع الفلفل

تظهر أحيانًا على أوراق الكرنب الصينى وأعناق أوراقه بقع صغيرة سوداء بشكل بذرة السمسم تؤثر سلبيًا على قيمته التسويقية تعرف باسم "بقع الفلفل" pepper spot. ومن بين مسببات هذه الحالة الفسيولوجية غزارة التسميد الآزوتى، والتسميد الآزوتى بعد تكوين الرؤوس، وزيادة النحاس، ونقص الحديد (عن Etoh ١٩٩٤).

اصفرار العرق الوسطى والتفاف الأوراق

تفرز صغار (حوريات) الذبابة البيضاء (من النوع *Bemisia argentifolii*) أثناء

تغذيتها سمًا أو سمومًا بطيئة التحرك فى النبات، تؤدى إلى اصفرار العرق الوسطى للورقة المصابة والتفافها. وإذا ما أزيلت الصغار من على النباتات التى تظهر بها هذه الأعراض، ثم عوملت بمبيد حشرى لوقف أية إصابات جديدة بالحشرة، فإن النموات الجديدة تكون خلوًا من تلك الأعراض (Costa وآخرون ١٩٩٣).

تحلل الكلوروفيل

يؤدى تعرض نباتات الكرنب الصينى لدرجات حرارة مرتفعة قبل الحصاد إلى سرعة تحلل الكلوروفيل أثناء التخزين، بينما يؤدى تعرضها للوحة عالية إلى زيادة احتفاظها بالكلوروفيل خلال الفترة الأولى من التخزين (Mahmud وآخرون ١٩٩٩).

التخزين المبرد العادى

يمكن تخزين الكرنب الصينى على حرارة صفر°م ورطوبة نسبية ٩٥٪-٩٨٪ لمدة ٤-٦ شهور (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

وقد تراوحت درجة التخزين المثلى بين صفر، و ٣°م، حيث احتفظت الرؤوس بصلاحيتها للتسويق لمدة ١٠٠ يوم (Grzegorzewska وآخرون ١٩٩٨).

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته والجو المعدل

أدى تخزين الكرنب الصينى فى ٠,٥٪ أو ٢,٥٪ ثانى أكسيد كربون مع ١٪ أكسجين إلى ظهور طعم ردئ ورائحة غير مقبولة، بينما أعطى التخزين فى ٥٪ أكسجين + ٥٪ ثانى أكسيد كربون أفضل النتائج (عن Lougheed ١٩٨٧).

وكان أفضل جو متحكم فى مكوناته لتخزين الكرنب الصينى هو الذى احتوى على ١٪ ثانى أكسيد كربون + ١٪ أكسجين، حيث احتفظت الرؤوس بصلابتها، وقل فقدها للكلوروفيل، وكانت مازالت صالحة للتسويق بعد ٦٠ يومًا من التخزين (Yang & Pek ١٩٩٦).

وفي دراسة أخرى كانت أفضل الظروف لتخزين الكرنب الصيني بحالة جيدة هي: ٢,٥٪ ثاني أكسيد كربون + ١,٥٪–٣٪ أكسجين. وأدت زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون عن ٥٪ إلى زيادة الإصابة بالأعفان. كما كانت حرارة تخزين مقدارها ٢°م أفضل من الصفر المئوى (Adamicki & Gajewski ١٩٩٩).

أما بالنسبة للمسترد الصيني pak-choi .. فقد حافظ على جودته بصورة أفضل في الأكياس المثقبة عما في الكنترول، وكانت أفضل ظروف الجو المعدل لتخزينه هي: ٢٪ أكسجين مع ٢٪ ثاني أكسيد كربون، حيث حافظ المنتج على جودته لمدة ٩ أيام على ٢°م. وأدت معاملة الباك شوى بالماء الساخن على ٤٦°م لمدة ٨–١٠ دقائق قبل التخزين إلى تقليل الاصفرار بعد ذلك خلال ٧ أيام من التخزين على ٢°م. كذلك أدت إزالة الإثيلين أثناء التخزين إلى تحسين نوعية المنتج (Shen وآخرون ١٩٩٩).

التغيرات المصاحبة للتخزين

أظهر الكرنب الصيني المخزن في الحرارة العالية (٢٠ ± ١ أ ٢٥ ± ٠,٥°م) ارتفاعًا كلايمكتيريًا في كل من معدل التنفس وإنتاج الإثيلين، وكان ذلك مصاحبًا بانخفاض في نشاط إنزيمي الـ superoxide dismutase والكاتاليز catalase، وفي محتوى حامض الأسكوربيك والكاروتينات، مع زيادة في محتوى الـ malondialdehyde وفي نفاذية الأغشية الخلوية، وتقدم في شيخوخة المنتج. وبالمقارنة .. لم تحدث الزيادة الكلايمكتيرية في حرارة ١٠ ± ١ أو ٥ ± ١°م (Yu & Xi ١٩٩٧أ، و ١٩٩٧ب).

ولم يفقد الكرنب الصيني المجهز جزئيًا للاستهلاك (minimum processing) سوى ١٣٪ من محتواه من حامض الأسكوربيك في نهاية فترة التخزين على ٤°م (Klieber & Franklin ٢٠٠٠).

وقد ازداد تركيز حامض الأبسيسك abscisic acid في الكرنب الصيني بعد التخزين في درجة الصفر المئوى في الهواء، ولكن تلك الزيادة انخفضت عندما كان التخزين في هواء يحتوى على ١٪ أكسجين؛ فقد كان محتوى أنصال الأوراق الخارجية من الحامض

فى الرؤوس المخزنة فى ١٪ أكسجين أقل من نصف محتواها عند التخزين فى الهواء العادى. كذلك ساعد خفض نسبة الأكسجين فى تأخير اصفرار الأوراق الخارجية وحافظ على الكلوروفيل عند مستوى أكثر ارتفاعًا (Wang & Ji ١٩٨٨).

كذلك صاحب تخزين الكرنب الصينى فى حرارة الغرفة (٢٠°م) لفترة طويلة (٤٥ يومًا) انخفاضًا كبيرًا فى محتوى الأوراق من النترات nitrate، فى الوقت الذى تراكم فيه النيتريت nitrite، ولكن هذا التحول — وهو تحول ضار بصحة الإنسان — تم وقفه بتخزين الرؤوس فى حرارة منخفضة مع تعبئتها فى أغشية البوليثيلين (Yang وآخرون ٢٠٠٠).

الكولارد والكيل

التنبؤ بموعد الحصاد

كانت أفضل طريقة للتنبؤ بموعد أول حصاد فى الكولارد بأقل قدر من معامل الاختلاف coefficient of variation، هى بجمع الفرق بين أعلى درجة حرارة ودرجة حرارة أساس مقدارها ١٣,٤°م يوميًا خلال الفترة من الزراعة إلى الحصاد.وإذا كانت الحرارة العظمى أعلى عن ٢٣,٩°م فإن حرارة الأساس تطرح من حرارة عظمى معدلة تساوى ٢٣,٩°م، ثم يطرح الفرق بين الحرارة القصوى، و ٢٣,٩°م. أعطت هذه الطريقة الأخيرة معامل اختلاف قدره ٩,١٪ مقارنة بنحو ١١,٤٪ للطريقة القياسية بجمع الفرق بين متوسط درجة الحرارة وحرارة أساس ٤,٤°م يوميًا من الزراعة إلى الحصاد. ومقارنة بمعامل اختلاف قدره ١٣,٤٪ بحساب عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد (Dufault وآخرون ١٩٨٩).

اكتمال النمو للحصاد، والحصاد

تصبح النباتات جاهزة للحصاد بعد ٢–٣ أشهر من الزراعة حسب الصنف.

يعتبر الكولارد مكتمل النمو حينما يكون النبات مجموعة متزاحمة من الأوراق فى