٢ – فى الأراضى الرملية مع الرى بالتنقيط:

تضاف الأسمدة مع مياه الرى بالتنقيط على ٣–٥ دفعات أسبوعية ابتداء من بعد الشتل بأسبوع واحد، وذلك على النحو التالى:

أ – يضاف الفوسفور والمغنيسيوم بكميات أسبوعية متساوية حتى قبل الحصاد بثلاثة أسابيع.

ب – يبلغ أقصى معدل للتسميد الآزوتى خلال الأسبوع السادس بعد الشتل، وتقل الكميات المضافة منه – فى الأسابيع الأخرى – قبل هذا الموعد وبعده بصورة تدريجية، على أن يتوقف التسميد بالنيتروجين قبل الحصاد بأسبوعين.

جـ – يبلغ أقصى معدل للتسميد البوتاسى خلال الأسبوع الثامن بعد الشتل، وتقل الكميات المضافة منه – فى الأسابيع الأخرى – قبل هذا الموعد وبعده بصورة تدريجية، على أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم قبل الحصاد بأسبوع.

٣ – فى الأراضى الخفيفة والرملية عند الرى بالرش:

تضاف الأسمدة الآزوتية، والبوتاسية، والمغنيسيومية مع مياه الرى بالرش على دفعات أسبوعية يراعى فيها ما سبق بيانه أعلاه تحت الرى بالتنقيط، أما الأسمدة الفوسفاتية فإنها تضاف كلها (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات) مع السماد العضوى فى باطن الخط قبل الزراعة.

وفى جميع الحالات يحتاج الكرنب إلى التسميد بنحو ٠,٥ كجم من مخلوط العناصر الدقيقة المخلبية بعد ثلاثة أسابيع من الشتل، ثم كل ثلاثة أسابيع بعد ذلك. وتفضل إضافة هذه الأسمدة مع مياه الرى نظرًا لصعوبة احتفاظ أوراق الكرنب – التى تكون مغطاة بطبقة شمعية سمكية – بمحلول السماد فى حالة إضافته رشًا.

الحصاد والتخزين والتصدير

النضج والحصاد

يحصد الكرنب بمجرد وصوله إلى الحجم الذى يصلح معه للتسويق، عندما تكون الأسعار مرتفعة فى بداية الموسم. وتكون الرؤوس فى هذه الحالة صغيرة، ولم تصل بعد إلى أقصى نمو لها. أما بعد ذلك .. فإن الحصاد يؤخر لحين اكتمال تكون الرؤوس.

ويكمل الكرنب نموه عادة بعد ٢,٥-٣,٠ شهور من الشتل فى الأصناف الأجنبية، وبعد ٤ أشهر من الشتل فى الصنف البلدى. ويمتد موسم الحصاد لمدة شهر إلى شهرين.

وأهم علامات اكتمال النمو، هى: اكتمال نمو الرؤوس وصلابتها، كما تبدو الأوراق المغلفة للرأس مشدودة، ولامعة. ويمكن الاعتماد على هذه الصفة بدلا من الضغط على الرؤوس باليد للتعرف على صلابتها؛ لأن ذلك يؤدى إلى تلفها. ويؤدى تأخير الحصاد بعد اكتمال تكوين الرؤوس إلى تفلقها.

وبينما يمكن حصاد حقول الكرنب المعدة للتصنيع آليًا، فإن كل حقول الكرنب المعدة للاستهلاك الطازج تحصد يدويًا.

يجرى الحصاد اليدوى بسكين حاد، أو بالنقرة، وتحصد الرؤوس بجزء صغير من ساق النبات ويجب الإبقاء على ورقتين أو ثلاث من الأوراق المغلفة للرأس Wrapper Leaves عند الحصاد إلاّ إذا كانت بها أثار إصابات حشرية؛ فإنها عندئذ تزال.

التدريج

قد يدرج الكرنب بعد الحصاد إلى رتب خاصة، ويراجع لذلك OECD (١٩٧١) بالنسبة للرتب الدولية، و Seelig (١٩٦٩) بالنسبة للرتب المستخدمة فى الولايات المتحدة، وموضوع التصدير فى هذا الفصل بالنسبة للرتب المستخدمة فى السوق الأوربية.

التخزين البارد فى الجو (الهواء) الطبيعى

لا تخزن إلاّ الرؤوس الصلبة المندمجة السليمة الخالية من الأضرار الميكانيكية، والإصابات المرضية، والحشرية ويتم قبل التخزين نزع الأوراق الصفراء، والأوراق السائبة، ويكتفى بورقتين أو ثلاث فقط من الأوراق المغلفة للرأس. ويفيد التخلص من باقى الأوراق فى تحسين التهوية بين الرؤوس عند التخزين. ويلزم تكرار عملية تقليم الرؤوس مرة أخرى، والتخلص من الأوراق الخارجية الذابلة بعد انتهاء فترة التخزين.

وتفقد أوراق الكرنب رطوبتها سريعًا عندما تكون الرطوبة النسبية فى هواء المخزن منخفضة. كما أن الكرنب المخزن على الصفر المئوى يكون أقل تعرضًا للإصابة بالأعفان

عندما تكون الرطوبة النسبية قريبة من التشبع (٩٨-١٠٠٪) عما يكون عليه الحال فى رطوبة نسبية ٩٠-٩٥٪.

وأفضل الظروف لتخزين الكرنب، هى: درجة الصفر إلى ٢°م، مع رطوبة نسبية من ٩٨-١٠٠٪، وهى ضرورية لمنع ذبول أوراق النبات. كما يلزم الاهتمام بالتهوية. ويمكن أن تحتفظ رؤوس الكرنب بجودتها تحت هذه الظروف لمدة تتراوح من ٣-٦ أسابيع فى الأصناف المبكرة، ومن ٥-٦ أشهر فى الأصناف المتأخرة الأكثر صلاحية للتخزين.

وعلى الرغم من أن موعد الحصاد كان له تأثير كبير على المحتوى الكربوهيدراتى لرؤوس الكرنب، وأن التسميد الآزوتى المتأخر قلل محتواها من المادة الجافة، فإن أى من العاملين لم يكن مؤثرًا فى قدرة رؤوس الكرنب على التخزين فى حرارة صفر إلى ١°م ورطوبة نسبية ٩٥-٩٨٪ (Nilsson ١٩٩٣).

ويجب أن يكون تخزين الكرنب بعيدًا عن الثمار المنتجة للإثيلين، إذا إن تعرض الكرنب لتركيز ١٠-١٠٠ جزء فى المليون من الإثيلين يؤدى إلى انفصال الأوراق وفقدان اللون فى خلال خمسة أسابيع.

وأكثر إصابات الأعفان شيوعًا فى الكرنب المخزن، هى: العفن الطرى المائى، والعفن الطرى البكتيرى، والعفن الرمادى، وتبقع أوراق ألترناريا.

وتتجمد أنسجة الكرنب على درجة حرارة -٥°م أو أقل قليلاً، ولا تحدث بها أضرار إذا تعرضت لهذه الدرجة لفترة قصيرة. إلاّ أن التجمد الشديد يحدث بها أضرارًا كثيرة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

التخزين فى الجو (الهواء) المتحكم فى مكوناته

يخزن الكرنب تجاريًّا فى الهواء المتحكم فى مكوناته controlled atmosphere (اختصارًا: CA)، ولكن بصورة أساسية لأجل السلطات (coleslaw)، والتصنيع (sauerkraut)، منه لأجل الاستهلاك الطازج.

ومن أهم مزايا التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته تقليل الفقد فى الوزن قليلاً، وتأخير ظهور أعراض الشيخوخة، مثل: الاصفرار، وصلابة الأوراق، وفقدها لطعمها الجيد، وتقليل الفقد الناتج عن عملية تشذيب (تقليم) الرؤوس بعد انتهاء التخزين.

ويمكن زيادة فترة تخزين الكرنب بمقدار عدة شهور إذا كان التخزين فى هواء يحتوى على ٥٪ أكسيجن، و ٢,٥-٥٪ ثانى أكسيد الكربون.

وإذا ما انخفضت نسبة الأكسجين إلى الصفر، أو إذا ما ارتفعت نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٥٪ أو أعلى من ذلك لمدة شهر أو أطول من ذلك فإن لون الأوراق الداخلية لرؤوس الكرنب يتغير بالرغم من بقاء الأوراق الخارجية طبيعية المظهر. وأدى تركيز ١٪ إلى ٢,٥٪ أكسجين +٥,٥٪ ثانى أكسيد الكربون إلى تأخير مظاهر الشيخوخة وتثبيط الإصابة بمرض التبقع البكتيرى المعروف باسم pepper spot وبزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪ حدث نقص فى الإصابة بالأعفان حتى عندما كانت الرطوبة النسبية قريبة من درجة التشبع شريطة خفض درجة حرارة التخزين إلى الصفر المئوى (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

ويوصى بعد انخفاض تركيز الأكسجين فى هواء المخزن عن ٢,٥٪، وإلاّ أثر ذلك سلبيًا على طعم الكرنب ونكهته، وعلى قدرة المحصول على تحمل أضرار التجمد (عن Lougheed ١٩٨٧).

ومن المعروف أن تخزين البروكولى فى هواء يحتوى على أكثر من ١٠٪ ثانى أكسيد كربون، وأقل من ٠,٥٪ أكسجين يؤدى إلى ظهور رائحة غير مقبولة ترجع أساسًا إلى إنتاج المركب ميثان ثيول methanethiol (اختصارًا: MT) تحت هذه الظروف، كما أن المركبين دايمثيل داى سلفايد dimethyl disulfide (اختصارًا: DMDS)، وداى مثيل تراى سلفايد dimethyl trisulfide (اختصارًا: DMTS) يمكن أن يسهما فى تلك الرائحة المنفرة. وقد وجد Forney & Jordan (١٩٩٩) أن الأنسجة الخضراء من مختلف الصليبيات - بما فى ذلك الكرنب - كانت أكثر إنتاجًا للمركب MT عن الأنسجة غير الخضراء، وأن الكرنب الأخضر أنتج أعلى تركيز من المركب DMDS، وتلاه الكرنب المجعد، ثم رؤوس البروكولى. وبينما كان إنتاج المركب DMTS مماثلاً لإنتاج الـ MT، فإن إنتاج المركب DMDS لم يكن مرتبطًا بدرجة عالية مع إنتاج الـ MT.

وقد وجد أن التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته CA لم يقلل من إصابة الكرنب بالفطر *Botrytis cinerea* مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى، إلاّ أن التغليف بأغشية

البولى فينيل كلورايد PVC والـ CA قلّلا الإصابة بتبقع الأوراق البكتيرى المعروف باسم pepper spot بأكثر من ٥٠٪ مقارنة بالتخزين فى الهواء، وقد تم التخلص من هذا المرض كلية بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪. وقد ظهرت أضرار نقص الأكسجين بنسبة ٣٣٪، و ٥٠٪ بعد التخزين لمدة ٨٩، و ١٠٩ أيام – على التوالى – فى CA يحتوى على ١٪ أكسجين، و ١٪ ثانى أكسيد كربون. وقد قلل الـ CA والـ PVC الفقد فى الوزن إلى ١٪، مقارنة بفقد وصل إلى ١١٪ فى الهواء، ظهر معه ذبولاً بالأوراق. وأدى CA يحتوى على ٣٪ أكسجين، و ٥٪ ثانى أكسيد كربون مع غشاء الـ PVC إلى تأخير الإصفرار مقارنة بالتخزين فى الهواء. وأدت تركيزات ١–٣٪ أكسجين مع ١٠٪ ثانى أكسيد كربون إلى إنتاج رائحة وطعم غير مقبولين بعد ٧٤ يومًا من التخزين، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة كبيرة فى تركيز الكحول الإثيلى. وقد كان أفضل تركيب لهواء التخزين هو ٣٪ أكسجين مع ٥٪ ثانى أكسيد كربون، إلاّ أن الإصابة بالفطر *B. cinerea* كانت عائقا امام إطالة فترة التخزين (Menniti وآخرون ١٩٩٧).

المكافحة الحيوية للأعفان أثناء التخزين

أمكن تقليل الفقد فى الكرنب أثناء التخزين بمعاملته بعد الحصاد بأى من الأنواع البكتيرية *Pseudomomonas fluorescens* (سلالة CL42 أو CL66 أو Cl82)، أو *Serratia plymuthica* (سلالة CL43)، أو *S. liquefaciens* (سلالة CL80)، وكانت CL80، و CL82 أكثر السلالات فاعلية، وخاصة الأخيرة التى تساوت فى فاعليتها فى تقليل الإصابة بالأعفان مع فاعلية المعاملة بالمبيدات الفطرية. وتحت ظروف التخزين المبرد التجارى كانت CL42 أكثر السلالات فاعلية فى مقاومة الأعفان (Stanley وآخرون ١٩٩٤).

تأثير التجريح والفرم (التحضير للاستهلاك partial processing) على المحتوى الكيميائى

أدى تجريح رؤوس الكرنب بإسقاطها خمس مرات من ارتفاع متر إلى تقليل محتواها من حامض الأسكوربيك.

وأدى فرم الكرنب إلى زيادة محتواه من مركبات الثيوسيانات (Wojciechowska

وآخرون ١٩٩٩). كما أدى فرم الكرنب بعد تخزينه لفترة قصيرة إلى زيادة محتواه من المركبات الفينولية، وأدى تجريحه إلى زيادة محتواه من البرولين الحر، كذلك ازداد نشاط إنزيم البيروكسيديز بشدة بكل من الفرم والتجريح (Loja وآخرون ١٩٩٩).

وازداد التغير فى لون الكرنب المفروم بزيادة نشاط كلا من الـ catechol oxidase، والـ phenylalanine ammonia lyase، والمحتوى الكلى من الفينولات، وذلك بعد ٢٤ ساعة على حرارة الغرفة، فى الوقت الذى قلت فيه التغيرات اللونية بزيادة محتوى الكرنب من الـ allylisothiocyanate. هذا ولم يوجد ارتباط بين التغير اللونى وأى من معدل التنفس أو معدل إنتاج الإثيلين. وقد حدث أكبر تغير لونى عند تعبئة الكرنب المفروم فى أكياس من البوليثيلين، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط كلا من الإنزيمين catechol oxidase، و phenylalanine ammonia lyase (Shyr وآخرون ١٩٩٩أ).

وجدير بالذكر أن معاملة الكرنب المفروم بالأليل أيزوسيانات allylisothiocyanate (بالتخلل infiltration تحت تفريغ أو بالتبخير) بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون أدى إلى خفض الزيادة فى تلون الكرنب المفروم بنسبة ٥٠٪، وخفض نشاط إنزيم catechol oxidase بنسبة ٨٧٪، ونشاط إنزيم phenylalanine ammonia lyase بنسبة ٦٤٪، ومنع تراكم الفينولات بعد ٢٤ ساعة. كذلك قللت المعاملة التلون البنى الإنزيمى للكرنب المفروم (Shyr وآخرون ١٩٩٩ب)

التصدير

يجب أن تكون رؤوس الكرنب المعدة للتصدير إلى السوق الأوروبية سليمة، وطازجة المظهر، وغير منشقة، وغير مصابة بالأعفان، ولا يظهر عليها أى تدهور، وخالية من الجروح والأضرار ومن الحشرات والمتطفلات، ومن أضرار الصقيع، ونظيفة، وخالية من أى مواد غريبة، وخالية من الرطوبة الخارجية غير العادية، وخالية من أى طعم أو روائح غير مرغوب فيها.

ويجب أن تكون ساق الرأس مقطوعة أسفل مستوى الأوراق الخارجية مباشرة، وأن تبقى الأوراق ثابتة فى مكانها، وأن يكون مكان قطع الساق نظيفًا.

ويجب أن تكون الرؤوس بحالة تسمح بتحمل النقل والتداول وأن تصل إلى الأسواق المستوردة بحالة مرضية.

وتقسم عادة رؤوس الكرنب على درجتين: الأولى والثانية.

يجب أن تكون رؤوس الدرجة الأولى مرضية من كافة الوجوه ومندمجة تمامًا، ولكن يسمح فيها بوجود بعض الشقوق والجروح البسيطة بالأوراق الخارجية، وأن يكون تقليمها فى أضيق الحدود.

أما رؤوس الدرجة الثانية فإنها تتشابه فى مواصفاتها مع رؤوس الدرجة الأولى، ولكن يسمح فيها بأن تكون الرؤوس أقل اندماجًا، وبدرجة أكبر قليلاً من الشقوق والجروح بالأوراق الخارجية، التى يسمح فيها - كذلك - بدرجة أكبر من التقليم.

وفى كل الحالات يجب ألاّ يقل وزن الرأس عن ٣٥٠ جم.

ويمكن تدريج الرؤوس على أساس الوزن الصافى للرأس، ويعد التدريج إجباريًا عند عرض الكرنب فى العبوات، حيث يجب ألا يزيد وزن أكبر الرؤوس عن ضعف وزن أصغر الرؤوس فى العبوة الواحدة. وعندما لا يقل وزن أكبر الرؤوس فى العبوة عن كيلو جرامين فإن الفرق الذى يسمح به بين أكبر وأصغر الرؤوس فى العبوة الواحدة يصل إلى كيلو جرام واحد.

ويسمح بتجاوز شروط الجودة فى كل درجة بنسبة ١٠٪ بالعدد أو بالوزن، ولكن يجب أن تنطبق مواصفات الدرجة الثانية على الرؤوس المخالفة المسموح بها فى الدرجة الأولى، وألاّ تكون الرؤوس المخالفة المسموح بها فى الدرجة الثانية مصابة بالأعفان أو متدهورة إلى درجة تجعلها غير صالحة للاستهلاك.

كما يسمح كذلك بتجاوز شروط الحجم فى كل درجة بنسبة ١٠٪ بالعدد أو بالوزن فيما يتعلق بالتجانس فى الحجم وفى الحد الأدنى للوزن، ولكن على ألاّ يقل وزن أى رأس عن ٣٠٠ جم.