وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی:

روش‌های مناسب برداشت، پوشش‌دهی، بسته‌بندی و نگهداری خیار

ایران محمدپور

AERI

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، کدپستی: ۳۱۳۵۹۱۳۵۳۳، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۶۱۵۰۰۰۰(۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، آدرس دسترسی: www.aeri.ir(بخش انتشارات الکترونیکی)

سال انتشار: ۱۴۰۲

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریهٔ فنی

روش‌های مناسب برداشت، پوشش‌دهی، بسته‌بندی و نگهداری خیار

تهیه و تدوین

ایران محمدپور

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان

سال انتشار

۱۴۰۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نوع نوشتار: نشریهٔ فنی
عنوان نوشتار: روش‌های مناسب برداشت، پوشش‌دهی، بسته‌بندی و نگهداری خیار
نگارنده: ایران محمدپور
ویراستار ادبی: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا: شبنم جباری
طراح جلد: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۲

مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ٦٤٤٧٦ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۲/۰۸/۳۰

مخاطبان نشریه:

تکنسین‌ها، کارشناسان کشاورزی، مروجان مسئول پهنه‌های تولیدی و صاحبان صنایع بسته‌بندی.

هدف‌های آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- نحوهٔ برداشت خیار
- پیش‌سرد کردن خیار
- بیماری‌های پس از برداشت خیار
- انواع بسته‌بندی خیار

آشنا خواهید شد.

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
برداشت خیار	۱
پیش‌سرد کردن خیار	۲
اصول کلی بسته‌بندی خیار	۴
بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده	۵
بسته‌بندی شرینک	۹
پوشش‌های خوراکی	۱۰
بسته‌بندی فعال	۱۳
بسته‌بندی ضدمیکروبی	۱۳
شرایط نگهداری خیار	۱۴
آسیب‌دیدگی‌های خیار	۱۵
نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۱۹
منابع	۲۰

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی و سلامت جامعه دارند. این گروه از محصولات کشاورزی بسیار فسادپذیرند، زیرا هم رطوبت زیاد دارند و هم فعالیت‌های حیاتی خود مانند تنفس را پس از بردا شت ادامه می‌دهند. یکی از مهم‌ترین مراقبت‌های پس از برداشت محصولات باغی، استفاده از بسته‌بندی‌های مناسب است که بتوانند تنفس میوه و تولید اتیلن را کنترل و از ایجاد ضربه در بافت میوه جلوگیری کنند. بدین ترتیب، کاربرد بسته‌بندی‌های مناسب و کارآمد سهم بسزایی در افزایش ماندگاری، حفظ خواص کیفی ر ،اهش ضایعات پس از برداشت محصولات باغی دارند (بدیعی، ۱۳۹۷).

خیار گیاهی است یکساله از خانوادهٔ کدوییان و احتمالاً بومی آسیا و آفریقا که در غرب آسیا حداقل برای مدت ۳۰۰۰ سال کشت شده است. در کشور ما از حدود ۲۱ هزار هکتار سطح زیر کشت خیار حدود پانصد هزار تن خیار تولید می‌شود (آمارنامه، ۱۴۰۰). سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای ۴/۵ هزار هکتار است. از آنجاکه خیار، به خصوص خیار گلخانه‌ای، محصول مناسبی برای صادرات است، حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر ماندگاری محصول اهمیت زیادی دارد. خیار محصولی فساد پذیر است و نه تنها در معرض ابتلا به پوسیدگی بعد از برداشت قرار دارد بلکه به دلیل از دست دادن آب از طریق تعرق و تنفس در معرض کاهش کیفیت نیز هست. از این رو میزان ضایعات خیار در کشور بسیار بالاست (ملکی و همکاران، ۱۳۹۸). تاکنون روش‌های متعددی برای افزایش عمر ماندگاری خیار به‌کار گرفته شده است مانند کنترل دما، پوشش‌دهی و بسته‌بندی تحت اتمسفر کنترل شده که در اینجا به این موضوع‌ها پرداخته می‌شود.

برداشت خیار

خیار ۹۵ درصد آب دارد و در حالی که هنوز بالغ نشده است پیش از بزرگ شدن و سفت شدن دانه‌ها برداشت می‌شود. بیشتر خیارها رنگ سبز تیره دارند. هنگام برداشت، خیار باید سفت باشد. بهترین زمان برای برداشت خیار به رقم آن و نحوهٔ استفاده از آن (تازه

خوری یا فرآوری) بستگی دارد. خیارها بسیار گوناگون هستند. برخی از انواع آن (سبز، کریستال، سیب) پوست نسبتاً سخت و مومی دارند. برخی دیگر (قاره‌ای، لبنانی) پوست نازک دارند که به راحتی آسیب می‌بیند. حمل و نقل با دقت برای جلوگیری از بریدگی، خراشیدگی یا کبودی این گونه‌ها ضروری است، زیرا احتمال پوسیدگی آنها وجود دارد. در اینجا چند دستورالعمل کلی وجود دارد (بی‌نام[1]، ۲۰۲۳).

خیار اگر برای تهیه ترشی مصرف می‌شود، زمانی که طول آن حدود ۵ سانتی‌متر باشد، برداشت می‌شود و اگر مقصود تولید خیارشور باشد، باید زمانی برداشت شود که ۷/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر طول داشته باشد.

اکثر خیارها برای تازه خوری باید زمانی برداشت شوند که ۱۵ تا ۲۲ سانتی‌متر طول و رنگ سبز تیره داشته باشند. اگر از این بزرگ‌تر شوند تلخ می شوند و بافت دلپذیری نخواهند داشت.

هنگام برداشت خیار از دستکش و از چاقوی تیز یا چاقوی هرس برای بریدن خیار استفاده شود. باید که یک بخش کوچک ۲/۵ سانتی‌متری از ساقه به خیار متصل باشد. اگر بلافاصله از خیار استفاده نشود، این کار از پوسیدگی انتهای ساقه در انبار جلوگیری می‌کند.

خیارها باید از بوته بریده شوند، بیرون کشیدن خیار از بوته ممکن است منجر به پارگی شود استفاده از چاقو یا چاقوی هرس ساده‌ترین راه برای برداشت خیار و کم تنش‌زاترین روش برای گیاه است.

پیش‌سرد کردن خیار

پیش‌سرد کردن به عملیاتی گفته می‌شود که طی آن دمای مزرعه‌ای محصول پس از برداشت و قبل از حمل ونقل و انبارداری فوراً کاهش یابد. محصول باید طی مدت۲۴ ساعت پس از برداشت خنک شود (گلش تفتی، ۱۳۹۶).

1. Anonymouse

فواید پیش‌سرد کردن عبارت است از:

- حفظ دمای سلول‌ها در محدودهٔ فعالیت آنزیم‌ها
- کاهش سرعت تنفس سلول‌ها با کاهش دما
- هر ده درجه کاهش دما، سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی و تنفس محصول را نصف می‌کند.
- کاهش سرعت فعالیت میکروارگانیسم‌های عامل فساد
- کاهش سرعت تنفس و واکنش‌های آنزیمی عامل نرمی و تیره شدن بافت
- کاهش افت رطوبت و پلاسیدگی محصول
- کاهش سرعت تولید اتیلن در محصول

روش‌های پیش‌سرد کردن خیار

هیدروکولینگ: یک روش پیش‌سرد کردن غوطه‌ور کردن سریع میوه‌ها در آب سرد است. این امر منجر به حذف بسیار سریع و مؤثر گرمای مزرعه می‌شود و به سرعت دمای خیارها را کاهش می‌دهد که مدیریت آن، در مقایسه با روش‌های خنک‌کنندهٔ دیگر مانند اتاق سرد یا خنک‌کردن با دمندهٔ هوا، آسان‌تر است. با این حال، استفاده از آب با دمای کمتر از ۶ درجه سلسیوس یا خنک کردن خیارها در زیر این دما توصیه نمی‌شود، زیرا خطر آسیب ناشی از سرما افزایش می‌یابد. پیش‌سرد کردن خیار تا دمای ۱۲ درجه سلسیوس مطلوب است.

اتاق سرد: شامل قرار دادن خیار در اتاق سرد و سازگاری تدریجی آن با دمای محیط است. سرد کردن عمدتاً از طریق جابه‌جایی هوا ست. اجرای این روش ارزان است و از افت کیفیت میوه جلوگیری شود. اما سرعت سرد شدن کم است. برای موثر بودن این روش، بسته‌های خیار نباید بیش از حد پرشوند، زیرا ممکن است باعث شود میوه‌ها در نزدیکی مرکز بسته هرگز به دمای مطلوب نرسند. یا این روش سرد کردن خیلی آهسته صورت گیرد (شکل۱) .

شکل ۱- بسته‌های میوه در اتاق سرد

خنک‌سازی با هوای سرد فشرده: خنک‌سازی با هوای سرد فشرده شامل قرار دادن خیارها در یک اتاق سرد مجهز به فن بزرگ است که هوای خنک را از میان خیارها به جریان در می‌آورد و خیار را سریع‌تر از زمانی خنک می‌کند که از اتاق سرد استفاده شود. توصیه می‌شود ۵ تا ۸ درصد سطح بسته‌بندی باز باشد.

اصول کلی بسته‌بندی خیار

آماده سازی میوه خیار برای بسته‌بندی شامل مراحل زیر است:

۱- پیش‌سرد کردن محصول و خارج‌سازی گرمای مزرعه.
۲- بازرسی اولیه و جداسازی میوه‌های خراب و آسیب دیده و بدشکل.
۳- سورت‌کردن یا جداسازی میوه برحسب اندازه.

بسته‌بندی می‌تواند عمر ذخیره‌سازی خیار را به خصوص برای گونه‌های با پوست نازک افزایش دهد. بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده می‌تواند عمر انبارداری را به خصوص در دماهای سرد افزایش دهد. با این حال، بسته‌بندی‌هایی که اتمسفر مناسب (دی‌اکسیدکربن بالا و اکسیژن کم) را در دماهای پایین ایجاد می‌کنند باعث ایجاد شرایط رشد میکروب‌های بی‌هوازی در هنگام گرم شدن خیار می‌شوند. فیلم‌های پلیمری متداول‌ترین مواد برای

بسته‌بندی محصولات باغی به خصوص خیار هستند. مزایای متعدد فیلم‌های پلیمری برای بسته‌بندی میوه و سبزی عبارت‌اند از:

*کاهش تعرق و از دست رفتن آب محصول
*امکان بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده
*حفظ رطوبت نسبی زیاد

بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) روشی برای کند کردن فساد مواد غذایی با استفاده از انواع مختلف فیلم‌های بسته‌بندی و غلظت‌های مختلف اکسیژن و دی اکسید کربن است. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (مپ) عبارت است از محصورکردن ماده غذایی در بسته‌ای که اتمسفر گازی داخلش اصلاح شده یا تغییریافته است. هدف از این نوع بسته‌بندی افزایش ماندگاری مادۀ غذایی وحفظ کیفیت است. برای این نوع بسته‌بندی معمولاً از فیلم‌های پلیمری استفاده می‌شود و بنابراین نفوذپذیری فیلم در برابر گازها نیز بر ترکیب گازی اثر می‌گذارد. از پلیمرهای مهم در بسته‌بندی مواد غذایی می‌توان به پلی-اتیلن با دانسیتۀ کم، پلی‌اتیلن با دانسیتۀ بالا، پلی‌پروپیلن، پلی‌استایرن، پلی‌وینیل کلراید، اتیل وینیل الکل اشاره کرد (بدیعی، ۱۳۹۷).

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (مپ) را می‌توان به دو روش اجرا کرد: روش اول مپ فعال است، که در آن گاز مخصوص یا مخلوط گاز در بسته استفاده می‌شود، در حالی که روش دوم مپ غیرفعال است و در آن تغییر خود به خود در ترکیب گازی به علت تنفس محصول رخ می‌دهد و هیچ گاز اضافی افزوده نمی‌شود. بنابراین، مپ غیرفعال با صرفه‌تر از مپ فعال است. گزارش شده که مپ غیرفعال برای طیف گسترده‌ای از میوه‌ها و سبزی‌های تازه قابل استفاده است (سنجیا[2]، ۲۰۱۰) علاوه بر این، برای مپ غیرفعال، انتخاب فیلم‌های بسته‌بندی اهمیت بیشتری دارد. محصولات کشاورزی در دورۀ ذخیره‌سازی اکسیژن را از

2. Sandhya

طریق تنفس مصرف و دی اکسید کربن و بخار آب تولید می‌کنند (الوویی[3] و همکاران، ۲۰۱۹). اکثر فیلم‌ها یا لفاف‌هایی که معمولاً در بسته‌بندی استفاده می‌شوند دارای محدودیت‌هایی در خاصیت نفوذپذیری هستند، از جمله ویژگی‌های بازدارندگی بالا در برابر بخار آب و میزان انتقال نامتعادل گاز که در نتیجه شرایط مطلوبی برای باکتری‌های بی‌هوازی و ایجاد بوهای نامطبوع و سایر موارد ایجاد می‌کنند. گزارش شده است که سطوح اکسیژن و دی اکسید کربن به دست آمده با مپ غیر فعال در دورهٔ ذخیره‌سازی به ندرت برای حفظ کیفیت محصول با میزان تنفس بالا مناسب است (پاولسن[4] و همکاران، ۲۰۱۹). پژوهش‌ها نشان داده است که منافذی با تعداد و ابعاد مناسب برای ارتقای نفوذپذیری فیلم بسته‌بندی و افزایش سرعت رسیدن به تعادل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در داخل بسته لازم است (فن[5] و همکاران،۲۰۲۱). در پایین چهار روش بسته‌بندی خیار تازه تحت اتمسفر اصلاح شده غیر فعال شرح داده می‌شود.

- بسته‌بندی در جعبهٔ کارتنی منفذدار یا جعبهٔ پلاستیکی مشبک که درون آن کیسه پلی‌اتیلنی قرار گرفته است (شکل۲). به این منظور خیارها به طور منظم در کیسه پلی‌اتیلنی چیده شود و پس از آن درِ کیسه با گره زدن یا با استفاده از حلقه پلاستیک کاملاً بسته شود. عمر ماندگاری خیار در این بسته‌ها در انبار ۸ درجه سلسیوس ۱۵ روز و در قفسه‌های فروشگاهی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس ۴ روز است.

3. Olawuyi
4. Paulsen
5. Fan

شکل ۲- بسته‌بندی خیار در کارتن و جعبه پلاستیکی مشبک درون کیسه پلی‌اتیلنی

- بسته‌بندی خیار در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با دانسیتهٔ پایین منفذدار (شکل ۳) (به ازای هر۷۵۰ سانتی‌متر مربع ۲ منفذ یک میلی‌متری) با نگهداری در سردخانه (دمای ۴ درجه سلسیوس و ۹۰ درصد رطوبت نسبی) عمر ماندگاری خیار ۱۲ روز است. عمر ماندگاری خیار در این بسته‌ها در قفسه‌های فروشگاهی در دماهای ۲۴ -۲۲ درجه سلسیوس به مدت شش روز است (مانجوناتا[۶] و راهول[۷]، ۲۰۱۴).

شکل ۳- بسته‌بندی خیار در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با دانسیتهٔ پایین منفذدار

6. Manjunatha
7. Rahul

- کاربرد شوک سرمایی همراه با فناوری بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده غیرفعال برای خیار توصیه می‌شود. شوک سرمایی شامل غوطه‌ور کردن خیار در آب یخ صفر درجه سلسیوس به مدت ۴۰ دقیقه است. پس از آن بسته‌بندی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی منفذدار (اندازه کیسه ۳۰×۲۰ سانتی‌متر با ضخامت ۰/۰۷ میلی‌متر، هر کیسه دارای دو منفذ به قطر ۶ میلی‌متر) صورت گیرد و سپس با حرارت دوخت شوند. عمر ماندگاری خیار درون کیسه در دمای (۲±۱۳) درجه سلسیوس ۲۰ روز است (وانگ[8] و همکاران، ۲۰۲۲).
- بسته‌بندی خیار تازه تحت اتمسفر اصلاح شده در کیسهٔ پلی‌استری قابل تجزیه با منافذ ریز که اتمسفری اصلاح‌شده بین ۱۶ تا ۱۸ درصد اکسیژن و ۳ تا ۵ درصد دی اکسید کربن ایجاد می‌کند، به‌طور مؤثری کیفیت خیار را حفظ خواهد کرد، و سبب کاهش حفره‌های پوستی و ممانعت از زرد شدن می‌شود. به این منظور باید بسته‌بندی خیار در یک لفاف منفذدار پلی‌استری قابل کمپوست شدن یا تخریب-پذیر با ضخامت ۳۵ میکرومتر و اندازهٔ ۳۰ × ۴۰ سانتی‌متر دارای میکرومنفذ (دارای ۸ منفذ ۰/۵ میلی‌متری) صورت گیرد و سپس کیسه با حرارت دوخت شود (شکل۴). این روش ماندگاری خیارهایی را که در دماهای ۲۲ و ۴ درجه سلسیوس یخچال نگهداری می‌شوند، حداقل به ترتیب ۵ و۷ روز افزایش می‌دهد (اوویمی[9] و همکاران، ۲۰۲۱).

8. Wang
9. Owoyemi

شکل٤- بسته‌بندی خیار در کیسه‌های پلی‌استری تخریب پذیر با منافذ ریز

بسته‌بندی شرینک

میوه‌ها به‌طور جداگانه به‌صورت شرینک با فیلم یا پوشش (به ضخامت ۵۰ میکرومتر) پوشش داده می‌شوند (شکل۵). این میوه‌های پوشش‌دار به‌خوبی تا ۱۵ روز در دمای ۱± ۱۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد و مدت ۵ روز در شرایط محیط (۲۳-۲۶ درجه سلسیوس و۷۰-۶۵ درصد رطوبت نسبی) با ماکزیمم حفظ رنگ سبز، بدون فساد، کمترین کاهش وزن و سفتی بافت و خواص حسی نگهداری می‌شوند (دهال و همکاران ،۲۰۱۲). برای بسته‌بندی ثانویه میوه‌های شرینک شده از جعبه پلاستیکی مشبک استفاده می‌شود (شکل۶).

به منظور افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای، از پوشش دادن هر میوه با سلوفان به صورت "شرینک" استفاده شود. خیارها در ظرف‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی قرار داده شوند. عمر ماندگاری خیار در بسته‌ها در دو دمای ۱۰- ۸ درجه سلسیوس (یخچال) و دمای محیط (۲۴-۲۲ درجه سلسیوس) به ترتیب ۱۲ و ۵ روز است (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۷).

شکل۵- خیار شرینک شده

شکل٦- بسته‌بندی خیار شرینک شده

پوشش‌های خوراکی

پوشش خوراکی به عنوان لایه‌ای نازک از مواد که سطح میوه را می‌پوشاند و به عنوان قسمتی از محصول قابل خوردن تعریف می‌شود. پوشش خوراکی در سطح میوه نیز مانند فیلم‌های پلاستیکی ترکیب گازهای داخل میوه را تغییر می‌دهد. به این صورت که سبب افزایش غلظت دی اکسیدکربن و کاهش غلظت اکسیژن می‌گردد. موفقیت در اعمال پوشش خوراکی برای میوه به طور عمده بستگی به انتخاب فیلم و پوشش دارد که بتواند ترکیب گازی مناسب در داخل میوه ایجاد کند. اگر پوشش ضخامت زیادی داشته باشد به دلیل رسیدن غلظت اکسیژن در داخل محصول به پایین‌تر از سطح مطلوب یا افزایش دی اکسیدکربن به بالاتر از حد بحرانی اثرهای منفی خواهد داشت. به صورت کلی نفوذپذیری

اکسیژن در بیشتر پوشش‌های خوراکی کمتر است تا در فیلم‌های پلاستیکی متداول (پارک[10]، ۱۹۹۹).

پوشش خوراکی صمغ عربی

برای پوشش دادن خیار با پوشش‌های خوراکی باید خیار با آب کلردار ضدعفونی و پس از آن شسته و خشک شود. برای تهیهٔ پوشش صمغ عربی باید محلول ۲۰ درصد صمغ در آب تهیه شود و برای انحلال بیشتر محلول به مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سلسیوس مخلوط شود. برای جداسازی ذرات معلق از صافی استفاده شود. بعد از سرد شدن محلول به ۲۰ درجه سلسیوس ترکیب نرم کنندهٔ مونو استئارات گلیسرول به میزان یک درصد برای بهبود استحکام و انعطاف پذیری اضافه شود. میوه خیار به مدت ۳ دقیقه در محلول پوششی غوطه‌ور شود. به‌کارگیری پوشش خوراکی صمغ عربی (۲۰ درصد) روی خیار طی نگهداری میوه‌ها در جعبه کارتنی به میزان معنی‌داری اتلاف وزن میوه را کاهش می‌دهد و همچنین باعث تأخیر در نرم شدن بافت خیار طی ۱۶ روز در دمای انبار۱۰ درجه سلسیوس (۹۰-۸۰ درصد رطوبت نسبی) می‌شود. خواص حسی خیار با پوشش‌دادن با غلظت‌های ۲۰ درصد صمغ عربی در انبار حفظ می‌شود (آل‌جوهایمی[11] و همکاران، ۲۰۱۲).

پوشش خوراکی کیتوزان

کیتوزان پوشش پلی‌ساکاریدی است. پوشش‌دهی خیار گلخانه‌ای رقم رویال با پوشش خوراکی کیتوزان ۰/۵ درصد و سپس بسته‌بندی تحت شرایط MAP درکیسهٔ پلاستیکی سه لایه با غلظت اکسیژن ۸/۵ درصد منجر به حفظ ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و حسی خیار می‌شود. عمر ماندگاری میوه های پوشش‌دار ۱۴ روز در انبار ۹ درجه سلسیوس گزارش شده است (شهدادی ساردو و همکاران، ۱۳۹۶).

10. Park
11. Al-juhaimi

استفادهٔ توام از پوشش خوراکی کیتوزان و پس از آن بسته‌بندی تحت شرایط MAP فعال (۱۰ درصد اکسیژن و ۵ درصد دی‌اکسیدکربن) درکیسهٔ پلاستیکی پلی‌اتیلنی ۸۰ میکرومتر تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های کیفی خیار رقم رویال دارد. عمر ماندگاری ۱۵ روز در دمای ۱۰ درجه سلسیوس گزارش شده است (ملکی و همکاران، ۱۳۹۸).

پوشش خوراکی آلوئه‌ورا – لیمونن

استفاده توام از پوشش آلوئه‌ورا – لیمونن (۱۰٪ و ۳٪ حجمی/ حجمی) و سپس بسته-بندی تحت شرایط MAP غیرفعال (۲۱ درصد اکسیژن با ۱۲ منفذ به قطر ۵ میلی‌متر) درکیسه پلاستیکی پلی‌اتیلنی ۸۰ میکرومتری تأثیر مثبتی بر خصوصیات کیفی خیار رقم نگین دارد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۸).

پوشش خوراکی متیل سلولزی حاوی اسانس آویشن

به منظور افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای، از پوشش خوراکی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن با غلظت ۲۵۰ ppm استفاده شده است. به این منظور خیارها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در محلول پوشش خوراکی به مدت یک دقیقه غوطه‌ور می‌شوند، بعد از خشک شدن در مجاورت هوا در ظرف‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی دردار مخصوص میوه (۶ خیار در هر ظرف) بسته‌بندی و درِ ظرف کاملاً بسته می‌شود. عمر فروشگاهی خیار در این بسته‌ها در دمای ۱۰– ۸ درجه سلسیوس (یخچال) ده روز و دمای محیط (۲۴–۲۲ درجه سلسیوس) شش روز است. به‌کارگیری پوشش خوراکی متیل سلولز همراه آویشن (به میزان ۲۵۰ پی پی‌ام[۱۲]) نه تنها تأثیر نامطلوبی بر خواص حسی خیار ندارد بلکه موجب بهبود خواص کیفی خیار می‌شود (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۷).

12.ppm

بسته‌بندی فعال

بسته‌بندی فعال نوعی بسته‌بندی است که در آن به‌طورعمدی ترکیبات کمکی (مواد شیمیایی جاذب یا متوقف‌کنندهٔ اتیلن) به ساختار فیلم مادهٔ بسته‌بندی یا فضای خالی بسته افزوده می‌شود. هدف آن است که عملکرد سیستم بسته‌بندی بهبود یابد و درنتیجه خواص حسی، سلامت و کیفیت مادهٔ غذایی به‌مدت طولانی‌تری حفظ شود. برای افزایش ماندگاری محصولات باغی تازه می‌توان از جاذب‌های اتیلن در داخل بسته استفاده کرد که در ساشه‌ها (کیسه‌های) کوچک در داخل بسته‌بندی قرار داده می‌شوند و اتیلن تولید شده توسط میوه و سبزی را جذب می‌کند (شکل۷). نمونه تجاری آن پرمنگنات پتاسیم ($KMnO_4$) است. پرمنگنات سمی است و از این رو نباید با مواد غذایی تماس داشته باشد و معمولا در ساشه‌های مجزا در داخل بسته قرار داده می‌شود (بدیعی، ۱۳۹۷).

شکل ۷- ساشه حاوی پرمنگنات پتاسیم ($KMnO_4$)

بسته‌بندی ضدمیکروبی

بسته‌بندی ضدمیکروبی یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین انواع بسته‌بندی‌های فعال محسوب می‌شود که توانایی بهبود و افزایش ماندگاری غذا را دارد و باعث سلامت مصرف کنندگان می‌شود. به منظورکنترل میکروارگانیسم‌های ناخواسته روی سطوح غذاها، می‌توان

عوامل ضدمیکروبی فرار و غیر فرار را در ساختار پلیمرها (زیست بسپار) وارد کرد (جوانمرد، ۱۳۹۱). از مواد ضد میکروبی می‌توان به باکتریوسین‌ها، کیتوزان (بیوپلیمر) و اسیدهای آلی مانند اسید سوربیک، اسید پروپیونیک و اسید بنزوئیک اشاره کرد. افزودن ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی یا سنتزی به فرمولاسیون ماده بسته‌بندی یا فضای بالای بسته می‌توان از رشد میکروب‌ها در محصولات باغی تازه جلوگیری‌کرد. مواد ضد میکروبی تجاری به شکل عصاره، کنسانتره، اجزای مخلوط شده یا فیلم استفاده می‌شود.

روش‌های استفاده از مواد ضدمیکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی

۱-مواد ضدمیکروبی در لفاف یا ساشه قرار می‌گیرد و در بسته‌بندی غذا گذاشته می شود مانند ساشه اتانول.

۲-استفاده از مواد ضدمیکروبی در پوشش پلیمری یا پوشش خوراکی اطراف میوه مانند مواد ضد قارچ در لایه مومی اطراف میوه و سبزی (اپندینی[۱۳] و هات چیکس، ۲۰۱۲).

پوشش خوراکی کیتوزان و پوشش خوراکی آلوئه ورا – لیمونن و پوشش خوراکی متیل سلولزی حاوی اسانس آویشن که در بالا شرح داده شده است از پوشش‌های ضدمیکروبی نیز هستند.

شرایط نگهداری خیار

خیارها باید با دقت چیده و به درستی سرد و نگهداری شوند. موارد زیر عوامل کلیدی است که بر خنک شدن و نگهداری خیار تأثیر می گذارند.

دما: دمای مناسب نگهداری خیار ۱۲-۱۰درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد است. در این شرایط، عمر ماندگاری خیار ۱۴-۱۰ روز خواهد بود (صادق‌زاده و ایماندل،

13. Appendini and Hotchkiss

۱۳۷۴). خیار میوه مناسبی برای نگهداری طولانی مدت حتی در دمای پایین نیست و مستعد آسیب‌دیدگی سرمایی در دمای ۱۰ درجه سلسیوس و پایین‌تر و زرد شدن در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و بالاتر است. حساسیت سرمایی را می‌توان با روش‌هایی از جمله خنک‌سازی و بسته‌بندی در فیلم‌های پلاستیکی، به ویژه در اتمسفرهای اصلاح شده، کاهش داد (بی نام، ۲۰۲۳).

رطوبت‌نسبی: خیار دارای رطوبتی بیش از ۹۰ درصد است و بنابراین اگر در معرض هوای خشک قرار بگیرد، به سرعت چروکیده می‌شود و وزن و کیفیت خود را از دست می‌دهد. برای آنکه بهترین نتیجه گرفته شود، خیار باید در محیطی با رطوبت نسبی حدود ۹۵ درصد نگهداری شود.

حساسیت به اتیلن: خیار به اتیلن بسیار حساس است و در پاسخ به سطوح پایین اتیلن به سرعت زرد و پوسیده می‌شود. به همین دلیل مهم است که خیار را از میوه‌ها و سبزی‌های اتیلن‌ساز مانند گوجه‌فرنگی، موز و خربزه جدا نگه داشت.

آسیب‌دیدگی‌های خیار

پوسیدگی‌های خیار

بیماری‌های رایج پس از برداشت معمول خیار عبارت از:

- پوسیدگی سیاه و پوسیدگی نرم باکتریایی
- پوسیدگی پیتیومی
- پوسیدگی خاکستری بر اثر بوتریتیس (Botrytis)
- پوسیدگی فوزاریومی (Fusarium)

در اینجا به دو نوع پوسیدگی رایج‌تر فوزاریومی و پوسیدگی خاکستری پرداخته می‌شود.

پوسیدگی فوزاریومی (Fusarium)

عفونت پس از برداشت توسط فوزاریوم معمولاً در نتیجهٔ آسیب‌دیدگی‌ها یا یا تنش سرد است. ضایعات فرورفته با رشد سفید و کرکی روی سطح میوه و هاگ سیاه مشاهده می‌شوند (شکل ۸) (بی‌نام، ۲۰۲۳).

.

شکل۸- عفونت قارچی فوزاریومی

کنترل بیماری‌ها بسته به روش‌های کشت مناسب، حمل و نقل دقیق و گاهی استفاده از مواد شیمیایی است. سرد کردن سریع میوه پس از برداشت مفید است به‌خصوص اگر خیار با کشتی به مسیر دور فرستاده شود. شرینک‌رپ یا سلوفان‌پیچ کردن برای کاهش تبخیر و اتلاف وزن بسیار موثر است. خیارها اغلب با موم‌ها یا روغن‌های تایید شده برای کاهش اتلاف آب، کاهش آسیب سایشی و بهبود ظاهر، پوشش داده می‌شوند (بی‌نام، ۲۰۲۳).

پوسیدگی خاکستری بر اثر بوتریتیس (Botrytis)

عفونت بوتریتیس اغلب هنگام گلدهی رخ می‌دهد. با این حال، قارچ تا پس از برداشت قادر به رشد نیست. ضایعات قهوه‌ای رنگ و آغشته به آب اغلب از انتهای شکوفه

ایجاد می‌شوند که روی آنها رشد قارچ نرم و خاکستری وجود دارد (شکل ۹) (بی‌نام، ۲۰۲۳).

شکل ۹- بیماری فساد خاکستری قارچی

سرمازدگی خیار

خیار در زمرهٔ میوه یا سبزی‌هایی است که به شدت نسبت به دمای پایین حساس است. از آنجا که بخش قابل‌توجهی از بافت این میوه متشکل از آب است، در معرض یخ زدگی و خراب شدن سریع قرار می‌گیرد. در دمای کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس خیار به سرعت مقاومت خود را از دست می‌دهد و پلاسیده می‌شود. نرم شدن بافت خیار و تغییر رنگ آن از نشانه‌های بروز فساد یا پلاسیدگی است. تنها چند روز نگهداری در کمتر از ۵ درجه سلسیوس برای آسیب رساندن به برخی ارقام کافی است. از نشانه‌های سرمازدگی خیار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ایجاد حفره‌هایی روی پوست (شکل ۱۰)، تغییر رنگ ، آبکی شدن بافت آن (شکل ۱۱) و زرد شدن رنگ، جدا شدن پوست از گوشت زیرین (شکل ۱۲)، تجزیهٔ گوشت داخلی و افزایش پوسیدگی (بی‌نام، ۲۰۲۳).

شکل ۱۰- علائم سرمازدگی حفره‌هایی روی پوست خیار

شکل ۱۱- نشانه‌های سرمازدگی آبکی شدن بافت فرو رفته روی پوست خیار

شکل ۱۲- نشانه‌های سرمازدگی جدا شدن پوست از گوشت زیرین

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از آنجاییکه خیار، به‌خصوص خیار گلخانه‌ای، محصول مناسبی برای صادرات است، حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر ماندگاری محصول اهمیت زیادی دارد. به طور خلاصه عملیات برداشت، پیش‌سرد کردن و آماده‌سازی و بسته‌بندی خیار عبارت است از:

- **برداشت:** هنگام برداشت خیار از دستکش، چاقوی تیز یا چاقوی هرس برای بریدن خیار استفاده شود. بخشی کوچک و ۲/۵ سانتی‌متری از ساقه باید به خیار متصل باشد. اگر بلافاصله از خیار استفاده نشود، این کار از پوسیدگی انتهای ساقه در انبار جلوگیری می‌کند.
- **پیش‌سرد کردن:** خیارها حداکثر طی۲۴ ساعت پس از برداشت، تا دمای ۱۲- ۱۰ درجه سلسیوس خنک شوند. از روش‌های هیدروکولینگ و اتاق سرد می‌توان استفاده کرد.
- **بازرسی** اولیه و جداسازی میوۀ خراب و آسیب دیده و بدشکل.
- **جداسازی و درجه بندی** میوه برحسب اندازه.
- **انواع روش‌های بسته‌بندی:**

✓ بسته‌بندی در جعبه کارتنی منفذدار یا جعبۀ پلاستیکی مشبک که درون آن کیسۀ پلی‌اتیلنی قرار گرفته است.
✓ بسته‌بندی خیار در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با دانسیتۀ پایین منفذدار.
✓ میوه‌ها به‌طور جداگانه به صورت شرینک با فیلم یا پوشش (به ضخامت ۵۰ میکرومتر) پوشش داده شوند.
✓ بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده MAP.
✓ کاربرد پوشش‌های خوراکی بر سطح خیار مانند پوشش‌های صمغ عربی، کیتوزان، آلوئه ورا – لیمونن و پوشش متیل سلولز حاوی اسانس آویشن. این پوشش‌ها خواص ضد میکروبی نیز دارند.

- **انبارمانی خیار:** دمای بهینه برای نگهداری خیار ۱۲-۱۰درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد است. در این شرایط عمر ماندگاری خیار ۱۴-۱۰ روز است.
- توجه به نحوهٔ صحیح برداشت، پیش‌سرد کردن، استفاده از سیستم‌های صحیح بسته‌بندی و جابه‌جایی، استفاده از سردخانه‌های مناسب و رعایت اصول لازم در سردخانه سبب حفظ کیفیت میوه‌های خیار می‌شود و شرایط مناسب بازاریابی و صادرات محصول را فراهم می‌کند.

منابع

آمارنامه کشاورزی (جلد اول محصولات زراعی)،۱۴۰۰. وزارت کشاورزی، معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

بدیعی، ف. ۱۳۹۷. آشنایی با اصول بسته‌بندی محصولات باغی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. چاپ اول. ۳۲ صفحه.

جوانمرد، م. ۱۳۹۱. بکارگیری پوشش خوراکی حاوی عصاره الکلی مریم گلی در جلوگیری از رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس روی مغز پسته. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۹(۳۴). ۹۵-۸۵.

شهدادی ساردو، ع.، صداقت، ن.، تقی زاده، ا.۱۳۹۶. تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش خوراکی کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و حسی خیار گلخانه‌ای رویال طی دوره نگهداری. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۳(۲)، ۳۶۳- ۳۷۸.

صادق‌زاده، ع. ایماندل، ک. ۱۳۷۴. *عوامل فساد و شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه*. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول. ۳۰۱ صفحه.

گلشن تفتی، ا. ۱۳۹۶. کاهش ضایعات پس از برداشت در میوه‌ها و سبزی‌ها، نشریه ترویجی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. چاپ اول.

محمدپور، ا .۱۳۸۳. بررسی اثرات نوع بسته‌بندی در عمر ماندگاری خیار و بادمجان به جهت حمل و نقل جاده‌ای، گزارش پژوهشی نهایی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۸۳/۷۰. ۱۵ صفحه.

محمدپور، ا . ۱۳۹۹. بررسی اثر پوشش‌های پلی‌اتیلن و متیل‌سلولز حاوی اسانس آویشن بر ماندگاری خیار گلخانه‌ای. گزارش پژوهشی نهایی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۵۸۳۱۲. ۳۰ صفحه.

ملکی،گ.، صداقت، ن.، فرهودی، م.، محبی، م. ۱۳۹۸. تأثیر پوشش کیتوزان و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بر خصوصیات کیفی خیار (رقم رویال) و مدلسازی ماندگاری آن. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۱۴(۳)، ۵۱-۶۲.

Al-juhaimi, F., Ghafoor, K. and Babiker, E. 2012. Effect of gum Arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*cucumis sativus* L.) fruit during storage. Pakistan Journal of Botany. 44(4): 1439-1444.

Anonymous. 2023. Cucumber, *Cucumis Sativus* Retrieved from: https://www.postharvest.net.au/imagesDB/wysiwyg/11-Cucumber.pdf.

Appendini, p., Hotchkiss, j.H. 2002. Review of antimicrobial food packaging. *Food Science*, 3: 113-126.

Dhall, R. K. Sharma, S. R. and Mahajan, B. V. C. 2012. Effect of shrink wrap packaging for maintaining quality of cucumber during storage, Journal of Food Sscience and Technology. 49(4):495-499.

Fan, K., Zhang, M., Guo, C., Dan, W., and Devahastin, S. 2021. Laser-induced microporous modified atmosphere packaging and chitosan carbon-dot coating as a novel combined preservation method for fresh-cut cucumber. Food Bioprocess Technology.14: 968–983.

Manjunatha, M. and Rahul K. Anurag. 2014. Effect of modified atmosphere packaging and storage conditions on quality characteristics of cucumber, Journal of Food Science and Technology. 51(11):3470–3475.

Olawuyi, I.F., Park, J. J., Lee, J. J., and Lee, W. Y. 2019. Combined effect of chitosan coating and modified atmosphere packaging on fresh-cut cucumber. Food Science Nutrition. 7(3):1043–1052.

Owoyemi, A. Porat, R. and Rodov, V. 2021. Effects of Compostable Packaging and Perforation Rates on Cucumber Quality during Extended Shelf Life and Simulated Farm-to-Fork Supply-Chain Conditions. Foods 10(471): 1-14.

Park, H.J. 1999. Development of advanced edible coating for fruits. Trends it Food Science and Technology, 10(8),254-260.

Paulsen, E., Barrios, S., and Lema, P. 2019. Ready-to-eat cherry tomatoes: Passive modified atmosphere packaging conditions for shelf life extension. Food Package Shelf Life, 22(100407): 1-8.

Sandhya. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. 2010. LWT-Food Science and Technology. 43(3): 381–392.

Wang, F. Mi, S. Chitrakar, B. Li, J. and Wang, X. 2022. Effect of Cold Shock Pretreatment Combined with Perforation-Mediated Passive Modified Atmosphere Packaging on Storage Quality of Cucumbers. Foods, 11(9), 1267.

Ywang, C. Qi,L. 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. Postharvest Biology and Technology,10(3): 195-200.