

دستنامه فنی:

راهنمای کاربردی افزایش ماندگاری انگور در سردخانه

سیدحمیدرضا ضیاءالحق و شهین زمردی



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی:

راهنمای کاربردی افزایش ماندگاری انگور در
سردخانه

تهیه و تدوین:

سیدحمیدرضا ضیاءالحق و شهین زمردی

اعضای هیئت علمی مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع
طبیعی به ترتیب استان سمنان (شاهرود) و استان آذربایجان غربی

سال انتشار:

۱۴۰۱



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



نوع نوشتار: دستنامه فنی

عنوان نوشتار: راهنمای کاربردی افزایش ماندگاری انگور در سردخانه

نگارندگان: سیدحمیدرضا ضیاءالحق و شهین زمردی

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه آرا: سمیه وطن دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۱



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۶۱۴۴۸ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۱/۰۲/۰۴

مخاطبان نشریه:

دانش‌آموختگان علوم کشاورزی، کارشناسان پهنه، مروجان کشاورزی، باغ‌داران و سردخانه‌داران انگور

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- عوامل مختلف مؤثر بر کیفیت انگور در سردخانه
- روش‌های مناسب سردخانه‌گذاری
- انواع آسیب‌های انگور در سردخانه و روش‌های کنترل آنها

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱ | فصل اول - کلیات |
| ۱ | مقدمه |
| ۱ | سطح زیر کشت و میزان تولید |
| ۲ | ارقام تازه‌خوری |
| ۱۱ | اجزای تشکیل دهنده انگور |
| ۱۲ | عوامل مؤثر بر کیفیت انگور |
| ۱۳ | عوامل قبل از برداشت |
| ۱۳ | نوع رقم |
| ۱۳ | شرایط آب‌وهوایی |
| ۱۳ | عملیات کاشت |
| ۱۴ | عملیات داشت |
| ۱۶ | عملیات برداشت |
| ۱۷ | عوامل پس از برداشت |
| ۲۴ | فصل دوم - اصول و روش‌های نگهداری انگور در سردخانه |
| ۲۴ | مقدمه |
| ۲۴ | مراحل نگهداری انگور در سردخانه |
| ۲۴ | آماده سازی سالن‌های سردخانه |
| ۲۶ | جداسازی و تنک کردن خوشه‌ها |
| ۲۷ | درجه‌بندی |
| ۲۷ | بسته‌بندی |
| ۲۹ | پیش سردکردن |
| ۲۹ | انتقال به سالن‌های اصلی سردخانه |
| ۲۹ | شیوه‌های چین جعبه‌ها در سردخانه |
| ۳۱ | دمای نگهداری انگور |
| ۳۲ | رطوبت نسبی هوای نگهداری انگور |
| ۳۲ | جریان هوا |
| ۳۳ | گوگرددهی |
| ۳۳ | |

| | |
|----|---|
| ۳۹ | روش محاسبه مقدار گاز گوگرد |
| ۳۹ | بازرسی انگورها قبل از عرضه |
| ۴۱ | سردخانه‌های با اتمسفر اصلاح شده |
| | فصل سوم- آسیب‌دیدگی‌های انگور در سردخانه و راه‌های |
| ۴۱ | جلوگیری از آن |
| ۴۱ | مقدمه |
| ۴۷ | پوسیدگی‌های قارچی |
| ۴۷ | آسیب‌های شیمیایی |
| ۴۸ | آسیب‌های ناشی از دی‌اکسید گوگرد (سفیدشدگی) |
| ۵۰ | آسیب‌های شیمیایی ناشی از گاز آمونیاک |
| ۵۰ | آسیب‌های فیزیکی |
| ۵۱ | یخ‌زدگی |
| ۵۲ | خشک شدن |
| ۵۳ | قهوه‌ای شدن ساقه‌ها و حبه‌ها |
| ۵۳ | ضرب‌دیدگی |
| ۵۳ | ترک خوردن حبه‌ها |
| ۵۵ | ریزش حبه‌ها |
| ۵۵ | فصل چهارم- روش‌های نوین نگهداری انگور |
| ۵۵ | مقدمه |
| ۵۷ | پوشش‌های خوراکی |
| ۵۹ | بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده |
| ۶۲ | استفاده از نانوفناوری |
| ۶۲ | استفاده از نمک‌های مختلف |
| ۶۴ | گازدهی با ازن |
| ۶۵ | اسید استیک |
| ۶۵ | فصل پنجم- نتیجه‌گیری و پیشنهادها |
| ۶۵ | نتیجه‌گیری |
| ۶۷ | پیشنهادها |
| ۷۰ | منابع |

فصل اول

کلیات

مقدمه

انگور یکی از میوه‌هایی است که بشر از دیر باز شناخته و در طول قرون به روش‌های مختلف از آن استفاده نموده است. درخت انگور از نظر گیاه‌شناسی گونه‌های مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها وینیفرا^۱ از جنس ویتیس^۲ و از خانواده ویتاسه^۳ است. ارقام وینیفرا بهترین کیفیت محصول را دارند و در اکثر مناطق معتدل جهان کشت می‌شوند. استفاده از درخت انگور محدود به میوه رسیده آن یعنی انگور نیست، برگ درخت انگور و نیز میوه نارس آن به صورت غوره، آبغوره و غوره خشک مصرف می‌شود. به علاوه، از عصاره انگور به صورت آب انگور یا شیر و از خشک شده آن به صورت کشمش، و محصولات تخمیری یا تقطیری نیز استفاده می‌شود.

سطح زیر کشت و میزان تولید

در سال ۲۰۱۹ سطح زیر کشت انگور در جهان حدود ۶/۹۲۶ میلیون هکتار و میزان تولید آن ۷۷/۱۴ میلیون تن بوده است. در بین کشورهای جهان، کشور چین با تولید ۱۴/۳۷ میلیون تن انگور مقام اول، ایتالیا، ایالات متحده و اسپانیا در مقام‌های بعدی قرار دارند. ایران نیز با تولید ۱/۹۶ میلیون تن انگور در سال در رده یازدهم جهان قرار دارد. در جدول ۱-۱ سطح زیر کشت، میزان تولید و

^۱. *Vinifera*

^۲. *Vitis*

^۳. *Vitaceae*

عملکرد انگور در برخی کشورهای عمده جهان در سال ۲۰۱۹ مشاهده می‌شود (فائو، ۲۰۱۹).

جدول ۱-۱- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد انگور در برخی کشورهای عمده جهان

| رتبه | نام کشور | میزان تولید (تن) | سطح زیر کشت (هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) |
|------|---------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| ۱ | چین | ۱۴۳۷۲۱۶۷ | ۷۴۵۹۰۷ | ۱۹۲۶۸ |
| ۲ | ایتالیا | ۷۹۰۰۱۲۰ | ۶۹۷۹۱۰ | ۱۱۳۱۹/۷ |
| ۳ | آمریکا | ۶۲۳۳۲۷۰ | ۳۷۸۳۸۰ | ۱۶۴۷۳/۶ |
| ۴ | اسپانیا | ۵۷۴۵۴۵۰ | ۹۳۶۸۹۰ | ۶۱۳۲/۵ |
| ۵ | فرانسه | ۵۴۸۹۶۵۰ | ۷۵۵۴۷۰ | ۷۲۶۶/۵ |
| ۶ | ترکیه | ۴۱۰۰۰۰۰ | ۴۰۵۴۳۹ | ۱۰۱۱۲/۵ |
| ۷ | هند | ۳۰۴۱۰۰۰ | ۱۴۰۰۰۰ | ۲۱۷۲۱/۴ |
| ۸ | شیلی | ۲۷۰۱۵۸۸ | ۱۹۵۳۵۷ | ۱۳۸۲۹ |
| ۹ | آرژانتین | ۲۵۱۹۸۸۶ | ۲۱۵۱۶۹ | ۱۱۷۱۱/۲ |
| ۱۰ | آفریقای جنوبی | ۱۹۹۳۰۴۸ | ۱۱۵۶۷۳ | ۱۷۲۳۰ |
| ۱۱ | ایران | ۱۹۵۵۹۳۰ | ۱۵۵۲۰۳ | ۱۲۵۳۸ |

منبع: فائو، ۲۰۱۹

از مجموع انگور تولیدی جهان حدود ۱۰ درصد به صورت تازه خوری، ۱۰ درصد برای تولید کشمش و ۸۰ درصد در صنایع تبدیلی استفاده می‌شود.

ارقام تازه خوری

در دنیا حدود ۱۰۰۰۰ رقم مختلف انگور شناسایی شده است. در ایران نیز در مورد شناسایی ارقام انگور فعالیت‌های پراکنده و مختلفی صورت گرفته است و

ارقام مناسبی در مناطق ورامین، ارومیه، سردشت، مراغه، کرمانشاه، شیراز، شاهرود، مشهد، بجنورد، قوچان، قزوین، زنجان، کاشمر و غیره شناسایی شده است.

در زیر مشخصات تعدادی از ارقام تازه‌خوری انگور ایران بر اساس زودرس، میان‌رس و دیررس بودن آورده شده است (زمردی، ۱۳۸۴):

ارقام زودرس

انگور شاهانی- همان‌گونه که در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود، حبه آن نسبتاً درشت و کروی است که به رنگ قرمز مایل به سیاه دیده می‌شود. در برابر حمل‌ونقل مقاوم است. جزو ارقام زودرس است و پیش از انگور بی‌دانه می‌رسد. مصرف عمده‌ی آن به صورت تازه‌خوری است.



شکل ۱-۱- انگور رقم شاهانی

انگور عسکری - اندازه جبه نسبتاً کوچک، بدون دانه، جبه بیضی شکل و کشیده، رنگ آن سبز مایل به زرد، پوست جبه نازک و گوشت آن لطیف، پر آب و شیرین است. این رقم در برابر حمل و نقل مقاومت کمتری دارد و قابلیت نگهداری آن ضعیف است؛ از ارقام زودرس به شمار می آید و مصرف آن عمدتاً به صورت تازه خوری است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ - انگور رقم عسکری

انگور خلیلی - از ارقام زودرس و اندازه جبه های آن درشت، بیضی شکل، کشیده و دانه دار است (شکل ۱-۳). پوست آن نسبتاً ضخیم است و جبه ها به رنگ سبز کم رنگ و گوشتی با طعم شیرین هستند. مصرف آن تازه خوری است.



شکل ۱-۳- انگور رقم خلیلی (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۶)

ارقام میان‌رس

انگور صاحبی- رنگ آن قرمز با جبه‌های متوسط به شکل بیضی و گوشتی که پوست نسبتاً نازک دارد و دانه‌دار است؛ جزو ارقام میان‌رس است و در برابر حمل- و نقل مقاوم و برای نگهداری مناسب است. مصرف عمده انگور صاحبی به صورت تازه‌خوری است (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴- انگور رقم صاحبی (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶)

انگور فخری (دیزماری)- این انگور میان‌رس، دانه‌های آن درشت و پوست آن ضخیم است؛ سفید و گوشتی و در برابر حمل‌ونقل مقاوم است و می‌توان آن را در سردخانه نگهداری کرد اما بیشتر در تهیهٔ مویز استفاده می‌شود (شکل ۱-۵).

انگور لعل‌بیدانه- جبه‌های این انگور گرد و بزرگ‌تر از فندق (بزرگ‌تر از بیدانه کشمش) است، رنگ آن قرمز و پوست آن نسبتاً ضخیم و از ارقام میان‌رس است (شکل ۱-۶). مصرف تازه خوری دارد و یک رقم پر بار و یکی از بهترین انگورهای رومی‌زی است.



شکل ۱-۵- انگور رقم فخری



شکل ۱-۶- انگور لعل بیدانه (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۶)

انگور بیدانه کشمشی (سفید و قرمز)- این رقم به دو رنگ سفید مایل به زرد و قرمز وجود دارد. اندازه حبه آن کوچک، شکل آن گرد و بدون دانه است که

پوست نسبتاً ضخیم دارد. گوشت حبه سخت و ترد، طعم و مزه آن شیرین و شکل خوشه متراکم و کشیده است (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷- انگور بیدانه کشمش سفید و قرمز (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۶)

انگور بیدانه کشمش از ارقام میان‌رس و در برابر حمل‌ونقل مقاوم است و می‌توان آن را در سردخانه نگهداری کرد. این رقم انگور، بیشتر به صورت کشمش مصرف می‌شود.

ارقام دیررس

انگور حسینی - به انگور ریش‌بابا و انگشت‌عروس هم معروف است. حبه درشت آبدار و شیرین با شکل کشیده و دانه‌دار دارد، به رنگ سفید مایل به سبز و پوست آن نسبتاً ضخیم است. این رقم انگور در برابر حمل‌ونقل مقاوم است و می‌توان آن را در سردخانه نگهداری کرد، اما مصرف آن عمدتاً به صورت

تازه‌خوری است. این انگور از ارقام نسبتاً دیررس است و مدت زیادی روی بوته می‌ماند (شکل ۱-۸).



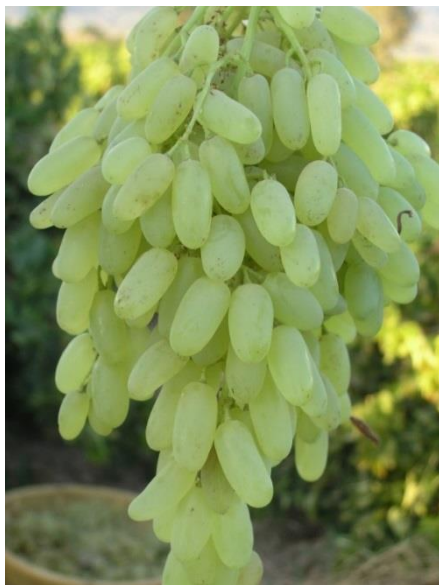
شکل ۱-۸- انگور رقم حسینی

انگور سرخ‌فخری- به انگور قرمز شاهرودی نیز معروف است. همان‌طور که در شکل ۱-۹ مشاهده می‌شود، این انگور جبه‌های درشت با پوست ضخیم دارد؛ دانه‌دار، گوشتی و به‌رنگ سفید مایل به صورتی، دیررس و مناسب برای نگهداری در سردخانه است (ضیاءالحق، ۱۳۹۲).



شکل ۱-۹- انگور رقم سرخ فخری (ضیاءالحق، ۱۳۹۲)

انگور پیکانی (ریش بابا)- به رنگ سبز با حبه‌های درشت، بیضی شکل و کشیده که دانه‌دار است. پوست حبه این رقم انگور ضخیم و شکل خوشه آن مخروطی بلند و کم پشت و غیرمتراکم است (شکل ۱-۱۰). انگور ریش بابا از ارقام دیررس و در برابر حمل و نقل مقاوم است و می‌توان آن را در سردخانه نگهداری کرد. مصرف آن به‌طور عمده به‌صورت تازه خوری است.



شکل ۱-۱۰- انگور پیکانی (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۶)

انگور قزل اوزوم- دارای حبه‌های نسبتاً درشت، دانه دار، تخم مرغی با پوست ضخیم است که به رنگ‌های سفید، قرمز و ابلق دیده می‌شود (شکل ۱-۱۱). این رقم انگور از ارقام دیررس و یکی از بهترین انگورهای مجلسی است و مصرف تازه‌خوری دارد.



شکل ۱-۱۱- انگور قزل اوزوم (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۶)

اجزای تشکیل دهنده انگور

حبه انگور از سه قسمت پوست، گوشت و هسته تشکیل شده است. پوست، که حدود ۷ تا ۱۲ درصد وزن حبه را تشکیل می دهد، نقش حفاظت از میوه را به عهده دارد. در پوست حبه های انگور مواد رنگی مختلفی وجود دارد که میزان آنها بر حسب نوع و رقم انگور، دوران رشد و میزان محصول متفاوت است. عوامل محیطی مانند نور، دما، رطوبت و مواد غذایی خاک نیز بر میزان رنگدانه ها اثر دارند. ضخامت پوست حبه در ارقام مختلف متفاوت است و در انبارداری و حمل و نقل عامل مهمی به شمار می آید. پوست حبه، در مقایسه با گوشت آن، ویتامین بیشتری دارد. هسته موجود در داخل حبه انگور، بسته به رقم، می تواند تا ۴ عدد

نیز باشد. گوشت انگور به‌طور کلی نزدیک به ۸۲ تا ۸۶ درصد از وزن کل خوشه را شامل می‌شود و مهم‌ترین قسمت انگور و بخش خوراکی آن به‌شمار می‌آید.

مواد تشکیل دهنده میوه انگور بسته به نوع، رقم، شرایط آب و هوایی محل کاشت، و درجه رسیدگی آن متفاوت است. بیشترین درصد وزن حبه را آب تشکیل می‌دهد که میزان آن در ارقام مختلف بین ۷۰ تا ۸۰ درصد متغیر است. کربوهیدرات، پس از آب، بیشترین ماده تشکیل دهنده انگور است. گلوکز و فروکتوز از عمده‌ترین قندهای انگور هستند که حدود ۹۸ تا ۹۹ درصد مواد قندی حبه انگور را تشکیل می‌دهند و ۱۲ تا ۲۷ درصد از وزن حبه را شامل می‌شود. علاوه بر قندها، انگور دارای اسید تارتاریک و اسید مالیک فراوانی است که حدود ۹۰ درصد کل اسیدهای انگور را شامل می‌شود. مواد نیتروژنی موجود در انگور به صورت نیترات‌ها، اسیدها و آمین‌ها وجود دارند. در آب انگور نیتروژن به صورت نیترات آمونیوم وجود دارد که میزان آن بر حسب رقم انگور متفاوت است. انگور در مقایسه با سایر میوه‌ها تیامین و اسید نیکوتینیک بسیار بالایی دارد. ریوفلاوین و اسید فولیک نسبت به نور حساس‌اند و مقدار زیادی از آنها هنگام آب‌گیری میوه از بین می‌رود. در ارقام مختلف، میزان اسید آسکوربیک بین ۱ تا ۵/۱۲ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم ماده تازه متفاوت است (زمردی، ۱۳۸۴، دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

عوامل مؤثر بر کیفیت انگور

عوامل متعددی در کیفیت نگهداری انگور مؤثرند؛ این عوامل ممکن است مربوط به پیش از برداشت یا پس از برداشت باشند. در این قسمت تاثیر این عوامل بر کیفیت انگور بررسی می‌شود (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

عوامل پیش از برداشت

رقم

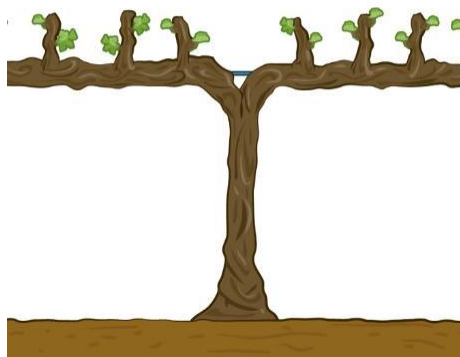
برخی از ارقام انگور قابل نگهداری در سردخانه نیستند. در هر منطقه برای نگهداری در سردخانه باید ارقام دیررس با پوست ضخیم و بافت سفت انتخاب شوند. میزان تنفس نیز در ارقام انگور متفاوت است. به طور کلی در سردخانه میزان تنفس میوه در ارقامی با قابلیت نگهداری پایین، در مقایسه با ارقام با قابلیت نگهداری بالا، بیشتر است. برای مثال، میزان تنفس انگور بیدانه سلطانی، با مدت نگهداری حداکثر ۱۰۰ روز در سردخانه، بیشتر از میزان تنفس انگورهای قزل‌اوزوم و شاهرودی، با قابلیت نگهداری به مدت ۶ تا ۷ ماه، است (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

شرایط آب‌وهوایی

شرایط آب‌وهوایی منطقه کشت انگور بر کیفیت انگور تولیدی مؤثر است. برای مثال، دمای محیط اثر مستقیم بر میزان اسیدیته میوه انگور دارد. در مناطق سرد مقدار اسیدیته میوه انگور بیشتر است تا در مناطق گرم.

عملیات کاشت

سیستم‌های کاشت بر کیفیت میوه انگور تأثیر زیادی دارند که از میان آنها سیستم ایستاده یا کوردن (شکل ۱-۱۲) اثرهای مثبتی بر کیفیت انگور دارد و سبب افزایش درصد قند، جلوگیری از ترک خوردن جبه‌ها و پوسیدگی آنها می‌شود (زمردی، ۱۳۸۴).



شکل ۱-۱۲- سیستم کوردن در کاشت انگور (دی، ۲۰۲۰)

عملیات داشت

حلقه برداری (شکل ۱-۱۳) در مراحل مختلف رشد و نمو انگور سبب تجمع بیشتر قند و کاهش اسیدیته، افزایش تولید مواد فنلی و آنتی‌اکسیدانی، افزایش رنگ‌گیری حبه‌ها و افزایش اندازه و وزن حبه‌ها می‌شود. اما هورمون‌پاشی با جیبرلین سبب کاهش مقدار قند می‌شود (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

در ارقام قزل‌اوزوم و ریش‌بابا نشان داده شده است که محلول‌پاشی با کلرور کلسیم ۱/۵ درصد ۱۰ روز قبل از برداشت موجب کاهش افت وزنی میوه (حدود ۴ درصد نسبت به نمونه محلول‌پاشی نشده) می‌شود و محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ درصد کلرور کلسیم میزان آلودگی قارچی این ارقام را در سردخانه حدود ۱۸ درصد

1.Day

(نسبت به نمونهٔ محلول‌پاشی نشده) کاهش می‌دهد (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۸۴؛ دولتی‌بانه و زمردی، ۱۳۸۶).



شکل ۱-۱۳- حلقه‌برداری انگور

نوع و میزان آبیاری نیز کیفیت انگور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با قطع آبیاری در ۹۰ روز بعد از مرحلهٔ تمام گل، نسبت مواد جامد انحلال‌پذیر کل به اسیدیتهٔ میوهٔ انگور و همچنین مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین C) در انگور افزایش می‌یابد (کاووسی و حسن‌پور، ۱۳۹۷). وزن خوشه در هرس چهار جوانه‌ای و شرایط آبیاری کامل افزایش می‌یابد و مواد جامد انحلال‌پذیر کل در آبیاری کامل و هرس سه جوانه‌ای بیشترین مقدار را در انگور یاقوتی نشان دادند (ارجی و همکاران، ۱۳۹۸).

عملیات برداشت

انگور را باید زمانی برداشت کرد که ظاهر، طعم و بافت مناسبی داشته و آمادۀ خوردن باشد. انگورهای قرمز و سیاه در زمان رسیدگی بسیار پررنگ و درخشان‌اند. رنگ ارقام سفید بیشتر به زرد نزدیک می‌شود.

رسیدگی انگور با افزایش قند، کاهش اسیدیته، توسعه رنگ، بافت و طعم همراه است و باید نسبت مقدار قند و اسیدیته حبه‌های انگور نیز به میزان معینی برسد.

تعیین درجه بریکس از زمان‌های قدیم معیار رسیدگی انگور بود. ولی تحقیقات نشان داد درجه بریکس به تنهایی نمی‌تواند برای تعیین طعم انگور استفاده شود. زیرا طعم ترکیبی از چندین مواد تشکیل دهنده میوه مانند اسیدیته، pH، تانن و غیره است. از این‌رو مناسب‌ترین معیار استاندارد رسیدگی تعیین نسبت بریکس به اسیدیته است. برای تعیین بریکس می‌توان از رفراکتومتر دستی استفاده کرد. اسیدیته هم بر حسب درصد اسید تارتاریک اندازه‌گیری می‌شود و نسبت مورد نظر به دست می‌آید. این نسبت بسته به رقم و شرایط آب‌وهوایی در انگورهای تازه خوری ۲۰ به ۱ است (زمردی، ۱۳۸۴).

انگور را باید در بهترین حالت رسیدگی برداشت کرد، زیرا انگور رسیده در مقایسه با نوع نارس به بیماری و از دست دادن آب مقاوم‌تر است، تنفس کمتری دارد و دیرتر نرم می‌شود.

میوه باید صبح زود یا عصر، موقعی که هوا خنک است، برداشت شود. از برداشت انگور در روزهای بارانی یا روزهای خیلی گرم باید خودداری شود. برای برداشت باید از چاقو یا قیچی تیز و با

حداکثر طول دم خوشه استفاده شود (شکل ۱-۱۴). لازم است چاقو و قیچی مورد استفاده با هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شود. برداشت انگور در زمان مناسب موجب افزایش راندمان در فرآیند تولید و کاهش هزینه‌های جابه‌جایی و نگهداری می‌شود و از هدر رفتن حجم زیادی از محصول جلوگیری می‌کند و موجب افزایش بازارپسندی محصولات می‌شود. انگور سرخ-فخری شاهرود برداشت شده در انتهای زمان برداشت قبل از انتقال به سردخانه دارای بالاترین میزان شاخص طعم است.



شکل ۱-۱۴- روش مناسب برداشت انگور (دولتی‌بانه، ۱۳۹۶)

فرصت دادن به محصول برای رسیدن به حد مطلوب ویژگی‌های کیفی (کمینه مواد جامد انحلال‌پذیر کل در حد ۲۶/۶ و pH معادل ۳) علاوه بر افزایش کیفیت محصول، بر تحمل تاک‌های انگور به سرما نیز مؤثر است (حسین‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۸).

عوامل پس از برداشت

از تماس دست با جبه‌های انگور باید خودداری شود و برای هر گونه حمل و نقل باید از انتهای دم خوشه استفاده شود. انگورهای درجه یک، درشت و بدون عیب با ظاهری بازاری پسند، که از حیث جبه پر اما زیاد فشرده نباشند، برای نگهداری مناسب- اند. اگر تراکم جبه‌ها روی بعضی از خوشه‌ها زیاد باشد، باید ابتدا آن را به نحوی تنک کرد که هوای بتواند از یک طرف به راحتی به تمام جبه‌های روی خوشه برسد و از طرف دیگر خوشه‌ها لخت و بدشکل نشوند (شکل ۱-۱۵). همچنین در صورتی که خوشه دارای جبه‌های نارس، لهیده، گندیده، ترکیده یا خشک باشد باید آن‌ها را با دقت و به طوری که به سایر جبه‌ها صدمه نرسد، قطع و حذف کرد. در زمان برداشت، سطح جبه‌ها و داخل خوشه‌ها باید فاقد قطره‌های آب باشد و از انبارداری خوشه‌های بسیار متراکم و فشرده و خیس شده با آب باران یا شبنم باید خودداری شود. جبه‌های حاوی انگور باید به سرعت به سردخانه حمل شوند (دولتی‌بانه و زمردی، ۱۳۸۰).



شکل ۱-۱۵- خوشه انگور با حبه‌های هرس شده (بالا) و خوشه انگور متراکم (پایین)

بسته‌بندی در مزرعه

جعبه پلاستیکی مناسب‌ترین ظرف (شکل ۱-۱۶) برای بسته‌بندی انگور در مزرعه است، زیرا به راحتی شسته می‌شود و قابل استفاده مجدد و قابل بازیابی است. این جعبه‌ها سفت و محکم‌اند و می‌توان بدون آسیب رساندن به محصول، چندین جعبه را روی هم چید. همچنین می‌توان از جعبه‌های پلاستیکی برای مدت زمان طولانی ۵ تا ۶ سال استفاده کرد (دولتی‌بانه، ۱۳۹۶). اما جعبه‌های پلاستیکی باید قبل از استفاده کاملاً با مواد شوینده تمیز و با کلر و مشتقات آن

از جمله هیپوکلریت سدیم و هیپوکلریت کلسیم ضد عفونی شوند (مظاهری و همکاران، ۱۳۸۴).

بسته بندی باید در جایی باشد که از تابش مستقیم آفتاب و باران به اندازه کافی محافظت شده باشد و باید همیشه تمیز نگه داشته شود. از ورود و خروج حیوانات به قسمت بسته بندی باید جلوگیری شود. همه کارگران باید اصول بهداشت فردی بالایی را رعایت کنند و در صورت لزوم از لباس محافظ مناسب و کلاه استفاده کنند (دولتی بانه، ۱۳۹۶).

به علت حساسیت انگور به ضربه، عمق جعبه ها باید به گونه ای باشد که فقط یک ردیف خوشه در آن قرار گیرد و گرنه به خوشه های زیرین آسیب های مکانیکی زیادی وارد می شود. ظرف بسته بندی انگور باید خشک و تمیز باشد (شکل های ۱-۱۶ و ۱-۱۷).



شکل ۱-۱۶- سبدهای مناسب برای بسته بندی انگور در باغ



شکل ۱-۱۷- انواع بسته‌بندی‌های مورد استفاده برای انگور
کاهش دمای میوه در مزرعه (پیش‌سرد کردن)

دمای میوه در هنگام برداشت، نزدیک به دمای محیط است و می‌تواند به ۴۰ درجه سلسیوس نیز برسد. این دما برای تعرق و تنفس سریع میوه‌ها، توسعه و رشد قارچ‌های عامل پوسیدگی بسیار مناسب است و به همین علت میوه‌ها آب زیادی از دست می‌دهند و کیفیت آنها کاهش می‌یابد. بر این اساس، انگور بعد از برداشت باید به‌سرعت سرد شود. قرار گرفتن میوه در دمای بالا در فاصله بین برداشت و شروع سرمادهی اولیه مهم‌ترین عاملی است که موجب خشک شدن ساقه، ریزش و قهوه‌ای شدن حبه‌ها، ترکیدگی، چروکیدگی و آلوده شدن به قارچ‌ها می‌شود. به ازای ۱۰ درجه سلسیوس کاهش دمای میوه، سرعت تنفس آن نصف و دوره نگهداری میوه دو برابر می‌شود. دمای میوه‌ها پایین‌تر از ۴/۵ درجه سلسیوس به‌طور مؤثری مانع رشد بعضی از قارچ‌های بیماری‌زا می‌شود. در اثر پیش‌سرد

کردن اولیه، کاهش وزن میوه‌ها در حدود ۲۳ درصد کمتر می‌باشد (وو و دفرای^۱، ۲۰۱۸).

متداول‌ترین راه سرد کردن اولیه انگور، به‌کارگیری هوای فشرده است که در این روش میوه‌ها به‌طور یکنواخت با هوای سرد تماس پیدا می‌کنند (شکل ۱-۱۸). عوامل متعددی بر سرعت سرد کردن اولیه انگور موثرند که می‌توان به دما و رطوبت نسبی هوا، مقدار و دمای اولیه میوه، سرعت جریان هوا و نوع بسته‌بندی اشاره کرد (میراندا^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). در این روش از یک فن برای هدایت هوای سرد از بین محصولات بسته‌بندی شده در داخل سالن سرد استفاده می‌شود. بنابراین، سرعت انتقال حرارت از محصول زیاد است و سرعت سرد کردن افزایش می‌یابد. هوای سرد دارای فشار، در جعبه‌ها بهتر نفوذ می‌کند و تماس آن با محصول افزایش می‌یابد. باید توجه داشت که در محصولات بسته‌بندی شده، باید سوراخ‌های تهویه در جعبه‌ها به قدر کافی بزرگ باشند تا هوا به راحتی در درون بسته‌ها جریان یابد (میراندا و همکاران، ۲۰۲۱). انگور در این روش معمولاً تا ۴ درجه سلسیوس سرد می‌شود.

در صورت نبود امکانات برای سرد کردن اولیه در باغ، باید انگورها را در صبح زود یا عصر که هوا خنک‌تر است برداشت کرد و در محل مسقف یا سایبان (شکل ۱-۱۹) قرار داد تا بتوان به این طریق دمای اولیه را تا حدودی کاهش داد (دولتی‌بانه، ۱۳۹۶).

1. Wu and Defraeye

2. Miranda



شکل ۱-۱۸- پیش سرد کردن محصول با جریان هوای فشرده (شرکت TRJ، ۲۰۱۹)



شکل ۱-۱۹- نگهداری محصول برداشت شده زیر سایبان

فصل دوم

اصول و روش‌های نگهداری انگور در سردخانه

مقدمه

تلفات جهانی انگور حدود ۲۷ درصد کل تولید (حدود ۷۷ میلیون تن) تخمین زده شده است. اغلب ضایعات در نتیجه ناآگاهی تولیدکنندگان به شیوه‌های صحیح جابه‌جایی پس‌از برداشت، حمل‌ونقل، نگهداری و بازاریابی است. در فصل برداشت به دلیل بالا بودن عرضه، قیمت محصول کاهش و ضایعات افزایش می‌یابد. برای حل این مشکل باید میوه را در سردخانه نگه‌داشت تا علاوه بر کاهش ضایعات و تعادل قیمت، نیاز به انگور در خارج از فصل نیز تأمین گردد. انبارداری این محصول نیاز به مجموعه‌ای از روش‌ها و امکانات ویژه دارد. در اینجا مراحل اصولی نگهداری انگور در سردخانه توضیح داده می‌شود (زمردی، ۱۳۸۴).

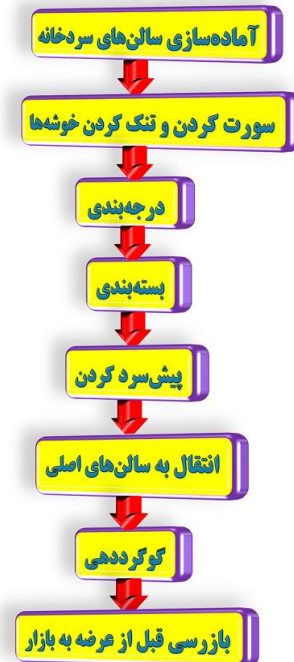
مراحل نگهداری انگور در سردخانه

برای به حداقل رساندن آسیب‌های مختلف میکروبی، شیمیایی و فیزیکی انگور در سردخانه باید این محصول را به روش اصولی نگهداری کرد. در شکل ۱-۲ مراحل اصولی نگهداری انگور در سردخانه نشان داده شده است و در ادامه، هر یک از مراحل توضیح داده می‌شود.

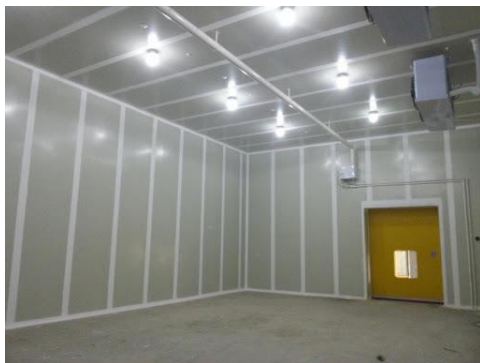
آماده سازی سالن‌های سردخانه

سالن‌های سردخانه (شکل ۲-۲) پیش از بارگیری باید با مواد ضدعفونی‌کننده مانند محلول هیپوکلریت سدیم و قارچ‌کش‌ها شسته شده و سپس با گاز

فرم آلدئید گازدهی شوند (مظاهری تهرانی و همکاران، ۱۳۸۴). دمای سالن‌ها باید چند روز پیش از قراردادن میوه پایین آورده شود. برای سالن‌هایی که دارای عایق‌بندی خوبی هستند سه روز خنک کردن اولیه کافی است؛ اما در سالن‌هایی که کف آنها فاقد عایق‌بندی است برای کسب اطمینان از خنک شدن کف، مدت خنک کردن یک هفته در نظر گرفته می‌شود. خنک نکردن اولیه سالن‌ها سبب نرسیدن به دمای مناسب نگهداری، کندی خنک شدن و چروکیدگی شدید محصول می‌شود (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).



شکل ۲-۱- مراحل نگهداری انگور در سردخانه



شکل ۲-۲- سالن سردخانه

جداسازی و تنک کردن خوشه‌ها

پس از دریافت انگور برای نگهداری در سردخانه باید خوشه‌ها را بررسی و حبه‌های قارچ‌زده، ترکیده و آسیب دیده را جدا کرد. اگر خوشه‌ها متراکم باشند و در محل برداشت تنک نشده باشند، باید آن‌ها را تنک کرد تا هوای سرد به راحتی بتواند از میان خوشه‌ها عبور کند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- تنک کردن خوشه‌های انگور پیش از بسته‌بندی

درجه بندی

خوشه‌های انگور را می‌توان از لحاظ شکل، ظاهر خوشه و میزان بازارپسندی اندازه‌بندی کرد و خوشه‌های هر درجه را در ظرف جداگانه‌ای قرار داد.

بسته بندی

ظرف بسته‌بندی نقش بسیار مهمی در حفظ کیفیت انگور در دوره نگهداری در سردخانه دارد. مقاومت ظرف بسته‌بندی باید به صورتی باشد که تا حدودی بتواند سنگینی چند بسته دیگر را تحمل کند که روی آن قرار می‌گیرند. برای بسته‌بندی باید از جبهه‌های نو و مقاوم استفاده شود (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

در قسمت بیرونی جبهه‌های کارتنی می‌توان مشخصات و شکل میوه را چاپ کرد، ولی این نوع جبهه‌ها در شرایط گرمسیری و رطوبت نسبی بالای سردخانه، بسته‌های قابل اعتمادی نیستند. جبهه‌های پلاستیکی برای این منظور مناسب‌اند. شستشو و ضدعفونی آنها آسان‌تر است و به دلیل اینکه جاذب رطوبت نیستند قارچ روی آن رشد نمی‌کند. در ضمن، به دلیل وجود منفذ کافی در این جبهه‌ها، هوا و گاز دی‌اکسیدگوگرد بهتر جریان دارند و بیماری‌ها نیز راحت‌تر کنترل می‌شوند.

بهتر است بسته‌بندی به طریقی صورت گیرد که هوای سرد به آسانی بتواند در داخل محصول نفوذ کند و گرمای حاصل از تنفس به راحتی از بسته خارج شود. ابعاد بسته نیز مهم است. اندازه و شکل بسته باید استفاده اقتصادی از مواد، استحکام لازم، آسانی و اطمینان در جابه‌جایی، بارگیری و چیدن روی هم را تأمین کند.

نسبت مطلوب طول به پهنا در حدود ۱/۵ به ۱ است. ابعاد جبهه‌های مورد استفاده باید با یکدیگر برابر و سطح داخلی آنها صاف باشد و هیچ نوع وسیله و لوازمی از قبیل میخ یا بست‌های فلزی، زوایا و برجستگی‌های تیز و غیره که به میوه آسیب وارد آورد در آنها موجود نباشد. جبهه‌ها نباید آلوده به قارچ و میکروب‌های دیگر باشند (زمردی، ۱۳۸۴).

در صورتی که انگور برای صادرات یا بازارهای خاص نگهداری شده باشد، پیش از عرضه به بازار می‌توان آن را در بسته‌های کوچک‌تر و با طراحی‌های زیبا و خاص دوباره بسته‌بندی نمود (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- انواع بسته‌بندی‌های مورد استفاده صادرات برای انگور

پیش سردکردن

در صورتی که دمای انگور در مزرعه کاهش داده نشده باشد، این کار باید در سردخانه عملی شود.

انتقال به سالن‌های اصلی سردخانه

پس از اجرای مراحل قبلی، محصول به محل اصلی نگهداری یعنی سالن‌های سردخانه، که از قبل آماده‌سازی شده‌اند، منتقل می‌شود. در این سالن‌ها باید نکات زیر را رعایت کرد تا کیفیت انگور در دوره نگهداری کمترین تغییرات را داشته باشد.

شیوه‌های چیدن جعبه‌ها در سردخانه

پرکردن بیش از اندازه انبار به دلیل ناممکن بودن کنترل دما در بخش‌های گوناگون جعبه‌ها، درست نیست. در سردخانه باید از انبار کردن دو نوع محصول در یک سالن سردخانه جلوگیری شود. جعبه‌ها نیز باید به گونه‌ای روی هم چیده شوند تا فضای کافی برای گردش هوای یکنواخت بین آنها موجود باشد و هوای سرد در حین گردش به راحتی به تمام جعبه و محتوای آنها برسد، ضمن آنکه دسترسی به جعبه‌ها امکان پذیر باشد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

یکی دیگر از عوامل بسیار مؤثر بر قابلیت نگهداری پس از برداشت انگورها، نوع، طرز چیدن و گنجایش ظرف‌های حامل میوه است. به منظور گازدهی بهتر و حفظ بهتر کیفیت، باید جعبه‌ها از کف و طرفین انبار ۱۰ سانتی‌متر و از سقف ۳۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشند. هر جعبه با جعبه دیگر در ستون‌های دوتایی باید

۱۰ سانتی‌متر و اگر ستون‌ها یک ردیف هستند، بین دو ستون مجاور باید ۵ سانتی‌متر فاصله باشد. برای نگهداری بهتر انگور توصیه شده است که جعبه‌ها یکسان و لبه‌دار باشند، به طوری که بین جعبه‌ها فاصله ایجاد شود. استفاده از جعبه‌های چوبی کم‌عمق به طوری که خوشه‌ها تنها در یک لایه قرار گیرند، برای نگهداری و حمل و نقل انگور مناسب‌تر است، ولی در این نوع جعبه‌ها مشکل آلودگی قارچی بیشتر است (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

به منظور تسریع در خنک کردن و کنترل دما، لازم است حداقل فاصله سطح بالایی جعبه‌ها از سقف و دیوارهای سردخانه به ترتیب از ۳۰ و ۱۰ سانتی‌متر کمتر نباشد. فاصله بین جعبه‌های چیده شده و اوپراتورهای سالن سردخانه نباید کمتر از ۱۰ سانتی‌متر باشد. اگر از کولرهای تکی یا سیستم‌های گردش هوا استفاده می‌شود، فاصله بین جعبه‌های چیده شده تا سقف معمولاً نباید کمتر از ۵ سانتی‌متر باشد. با این کار لایه یکنواختی از هوای سرد، تمام جعبه‌ها را می‌پوشاند. فضای جلو کولرها تا مجموعه جعبه‌ها نیز نباید کمتر از ۲ متر در نظر گرفته شود تا کولرها به خوبی کار کنند و از یخ‌زدگی محصول جلوگیری شود. زیر پالت‌ها باید فضای کافی تا کف انبار برای جریان هوا وجود داشته باشد. در انبارهایی که کف آنها عایق‌بندی نشده است، در نظر گرفتن فضایی به اندازه ۸ سانتی‌متر بین جعبه‌ها تا کف انبار ضروری است (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸ و زمردی، ۱۳۸۴). در شکل ۲-۵ روش مناسب چیدن جعبه‌های میوه در سردخانه نشان داده شده است.



شکل ۲-۵- روش مناسب چیدن جعبه‌های میوه در سردخانه

دمای نگهداری انگور

انگور، بسته به مقدار قندی که دارد، در حدود ۱ تا ۲ درجه سلسیوس زیر صفر منجمد می‌شود. اما چوب‌های متصل به جبهه و ساقه زودتر منجمد می‌شوند. بنابراین دمای بین صفر تا ۱ درجه سلسیوس برای نگهداری انگور مناسب است. نکته مهم در این مورد حفظ دماهای فوق به‌طور ثابت و یکنواخت در سراسر دوره نگهداری است. تغییرات دمای محصول در انبار نباید بیش از یک درجه سلسیوس بالاتر یا پایین‌تر از دمای طبیعی انبار باشد. دماهای پایین‌تر به ایجاد آسیب‌های فیزیولوژیکی در میوه‌ها می‌انجامد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

رطوبت نسبی هوادر دوره نگهداری انگور

رطوبت نسبی هوای سردخانه باید بین ۹۰ تا ۹۵ درصد در سراسر دوره نگهداری حفظ شود. در صورتی که رطوبت نسبی از ۹۰ درصد کمتر شود، چوب خوشه و دم جبه خشک می شود و پلاسیدگی و خشک شدن جبه های انگور را به دنبال خواهد داشت. افزایش رطوبت نسبی انبار نیز موجب تسریع رشد و نمو قارچ ها می شود. میوه انگور می تواند ۱/۲ درصد آب از دست دهد بی آنکه چروکیده شود، اما اگر مقدار کاهش وزن به ۵ تا ۶ درصد برسد، سطح خارجی میوه ها دچار چروکیدگی شدید خواهد شد. با تنظیم مناسب رطوبت نسبی سردخانه می توان از چروکیدگی میوه ها جلوگیری کرد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

جریان هوا

تهویه درست و مناسب در انبار ضروری است. وجود جریانی از هوا که بتواند حرارت حاصل از تنفس میوه ها و غیره را به حرکت در آورد و مانع تجمع آن در یک جهت سردخانه شود کافی است. جریان سریع هوا از روی میوه ها موجب از دست رفتن بیشتر آب از میوه ها می شود. حجم مطلوب گردش هوا برای هر تن انگور حداقل ۱۴ متر مکعب در دقیقه است. گردش هوا در سردخانه باید به گونه ای باشد که حرارت و رطوبت در تمام نقاط و زوایای محل نگهداری انگورها یکسان باشد. همچنین باید امکان تعویض و تجدید هوای داخل سردخانه فراهم باشد و با وارد کردن هوای خارج بتوان آن را تجدید کرد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸).

گوگرددهی

برای جلوگیری از خسارت قارچ‌ها معمولاً از مواد شیمیایی قارچ‌کش استفاده می‌شود. متداول‌ترین قارچ‌کشی که در حال حاضر در سردخانه انگور استفاده می‌شود دود گوگرد یا گاز SO_2 است که غلظت ۱۲۵۰ پی‌پی‌ام برای کنترل پوسیدگی انگور در سردخانه مناسب است. گاز SO_2 را از راه‌های گوناگون می‌توان به کار برد:

۱- سوزاندن گوگرد خالص،

۲- استفاده از کپسول‌های حاوی SO_2 متراکم شده (شکل ۲-۶)،

۱- کاربرد بعضی ترکیبات شیمیایی مانند متابی سولفیت پتاسیم و سدیم.



شکل ۲-۶- کپسول‌های حاوی گاز گوگرد

روش محاسبه مقدار گاز گوگرد

برای تعیین مقدار گاز، باید حجم سالن نگهداری انگور بر حسب متر مکعب محاسبه شود. پس از آن به‌ازای هر مترمکعب $28/6$ گرم (تقریباً 30 گرم) برای نسبت یک درصد یا $7/5$ گرم برای نسبت یک‌چهارم درصد محاسبه و معادل آن

گاز SO_2 از کپسول خارج و در سالن رها گردد. در صورتی که گاز مورد نیاز از طریق سوزاندن گوگرد تأمین می‌شود عدد حاصل را در هر مورد باید بر دو تقسیم کرد تا مقدار گوگرد مورد نیاز به دست آید. میزان گاز مورد نیاز از فرمول زیر تعیین می‌شود (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸):

$$A = \frac{(B \times C) + (E \times F)}{D}$$

که در آن A ، مقدار گاز دی‌اکسید گوگرد مورد نیاز (کیلوگرم)، B ، غلظت گازی که باید وارد سردخانه شود (۰/۱۲۵ درصد)، C ، حجم سردخانه (متر مکعب)، D ، حجم یک کیلوگرم گاز دی‌اکسید گوگرد (۳۴/۳ متر مکعب)، E ، مقدار گاز مورد نیاز برای ضد عفونی یک تن انگور (۰/۳۷۵ کیلوگرم) و F ، مقدار انگور موجود در سردخانه (تن) است.

گازدهی با دی‌اکسید گوگرد در چند مرحله صورت می‌گیرد. مرحله اول پس از انتقال جعبه‌ها به سردخانه، با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۳۰ دقیقه و تهویه سالن‌ها به مدت ۲۰ دقیقه، مراحل بعدی گازدهی به فاصله هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار با غلظت ۱۲۵۰ تا ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۲۰ دقیقه و تهویه سالن‌ها به مدت ۲۰ دقیقه است. سرعت گردش گاز برای جعبه‌های بدون پوشش ۱۷ تا ۲۰ متر در ثانیه و برای جعبه‌های با پوشش ۲۵ تا ۳۵ متر در ثانیه است. پس از ۲۰ دقیقه، گاز با مکنده‌های قوی به‌طور کامل از اتاق سردخانه خارج می‌شود (دولتی-بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

ساختمان سردخانه باید طوری طراحی شده باشد که در حین گازدهی، گاز گوگرد از منفذهای در و سایر منافذها به خارج نشت نکند. هرگاه چوب متصل به حبه‌های انگور رنگ زرد و ساقه‌ها رنگ سبز خود را حفظ کرده و آلودگی قارچی نداشته باشند گازدهی به نحو مطلوب صورت گرفته است (دولتی‌بانه و زمردی، ۱۳۸۰).

استفاده از بعضی ترکیبات شیمیایی مانند متابی سولفیت پتاسیم و سدیم

روش سوزاندن گوگرد خالص یا استفاده از کپسول‌های گوگرد معایب زیادی دارد، از جمله این که گاز به‌طور یکنواخت در تمام فضای سردخانه پخش نمی‌شود و همهٔ انگورها به یک اندازه گاز گوگرد را دریافت نمی‌کنند. همچنین، لزوم خارج کردن گاز گوگرد با استفاده از هوای تازه بعد از هر بار گوگرددهی، سبب تغییر دما و رطوبت نسبی سردخانه می‌شود و مدتی طول می‌کشد تا این دو عامل به مقدار اولیه خود برسند و این تغییر برای انگور زیان‌بار است. از ترکیب گاز گوگرد با رطوبت موجود در سردخانه اسید سولفوریک تولید می‌شود که سبب خوردگی تجهیزات سردخانه از جمله اوابراتورها می‌شود (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

با برخی از ترکیبات شیمیایی مانند متابی سولفیت پتاسیم و سدیم می‌توان معایب استفاده از گاز گوگرد را برطرف کرد. این ماده در مجاورت رطوبت تجزیه می‌شود و گاز SO_2 آزاد می‌کند. از این خاصیت به روش‌های مختلف می‌توان برای گوگرددهی طولانی‌مدت استفاده کرد. در این روش، باید مقدار مصرف متابی سولفیت پتاسیم طوری تنظیم گردد که غلظت یا تراکم گاز بین ۸۰ تا ۳۰۰

پی پی ام باشد. برای جلوگیری از خروج گاز، جعبه باید دارای تخلخل کم باشد و درپوش آن کاملاً بسته شود (شکل ۲-۷).

متابولیسم سولفیت را به چند طریق می‌توان استفاده کرد. در روش ساده‌تر که مقدار مشخصی انگور در کیسه پلاستیکی یا جعبه‌های غیر متخلخل مناسب بسته‌بندی شده‌است، روی آن مقداری پوشال ریخته می‌شود. پس از آن، روی



پوشال‌ها به ازای هر کیلوگرم انگور موجود در بسته ۴ میلی‌لیتر محلول ۴۰ درصد متابولیسم سولفیت پاشیده می‌شود.

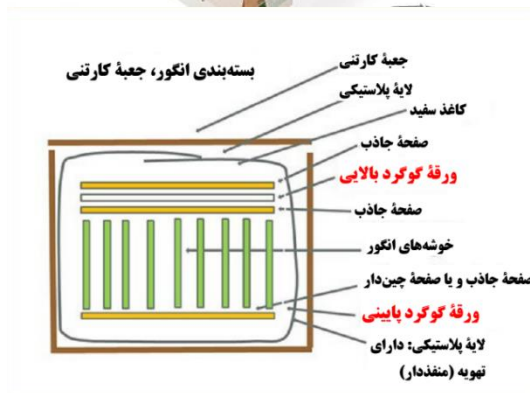
شکل ۲-۷- نمونه بسته‌بندی انگور با استفاده از پد حاوی گوگرد

در روش دیگر، مقدار معینی متابولیسم سولفیت با حجم مشخصی از خاک اره یا چوب پنبه خرد شده به طور یکنواخت مخلوط می‌شود. پس از آن، انگورها در

جعبه‌های مناسب قرار داده می‌شوند و مقداری از خاک اره در لابه‌لای خوشه‌های انگور ریخته می‌شود به طوری که دارای ۱/۴ گرم متابی‌سولفیت پتاسیم به ازای هر کیلوگرم انگور باشد (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

برای مثال، اگر ۱۰۰ گرم متابی‌سولفیت با ۹۰۰ گرم خاک اره مخلوط شده باشد هر ده گرم مخلوط حاوی یک گرم متابی‌سولفیت خواهد بود. اگر هر یک از بسته‌ها دارای ۵ کیلوگرم انگور باشد باید ۷۰ گرم از مخلوط در هر بسته ریخت تا به هر کیلوگرم انگور ۱/۴ گرم متابی‌سولفیت برسد. به این ترتیب یک کیلوگرم مخلوط فوق برای ۷۰ کیلوگرم انگور یا ۱۴ جعبه پنج کیلوگرمی کافی خواهد بود. خاک‌اره یا چوپ‌پنبه عامل پخش‌کننده برای پودر بی‌سولفیت و محافظ میوه‌ها در برابر آسیب‌های مکانیکی است. خروج گاز SO_2 در ابتدا سریع است و به تدریج کاهش می‌یابد و پس از چند هفته پایان می‌پذیرد (زمردی، ۱۳۸۴).

روش دیگر، استفاده از ورقه‌های دارای متابی‌سولفیت به نام گریپ‌گارد است. دو نوع مختلف از این ورقه‌ها وجود دارند. در یک نوع، ورقه به متابی‌سولفیت-پتاسیم آغشته است و در نوع دیگر متابی‌سولفیت پتاسیم در منفذهای ورقه تعبیه شده است. هر دو ورقه همزمان در جعبه‌های انگور قرار داده می‌شود. ورقه اول محتوای گاز خود را به سرعت آزاد و غلظت گاز را در داخل جعبه به حد مطلوب می‌رساند. ورقه دوم به تدریج گاز لازم را در دوره نگهداری آزاد می‌کند و غلظت آن را در داخل جعبه‌ها حفظ خواهد کرد. از این ورقه‌ها برای انبارداری انگور به مدت ۱۰ هفته استفاده می‌شود.



شکل ۲-۸- نمونه‌ای از کاربرد ورقه‌های آزاد کننده تدریجی گوگرد. به ترتیب از بالا به پایین شامل لایه‌های ورق مقوایی، صفحه آزاد کننده سریع گوگرد، ورق مقوایی، محصول و صفحه آزاد کننده کند گوگرد (بیوپک، ۲۰۲۱a)

همان طوری که در شکل ۲-۸ مشخص است انگورها در جعبه‌های کارتنی چیده می‌شوند و در قسمت پایین و بالای جعبه‌ها این ورقه‌ها قرار می‌گیرند و سپس کل جعبه با نایلون خاصی پوشانده می‌شود (دولتی‌بانه، ۱۳۹۶).

بازرسی انگورها قبل از عرضه

پیش از عرضه انگورها به بازار باید خوشه‌ها را از لحاظ کپک‌زدگی، خشک‌شدگی و وجود شبنم روی جبهه‌ها بررسی کرد. در صورت وجود شبنم روی جبهه‌ها تا قبل از خشک شدن جبهه‌ها نباید آنها را جابه‌جا کرد.

سردخانه‌های با اتمسفر اصلاح شده^۱

نگهداری در اتمسفر اصلاح شده به دو صورت است: سردخانه‌های با اتمسفر اصلاح شده و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده. در این سیستم‌ها غلظت گاز O_2 کاهش و غلظت CO_2 افزایش داده می‌شود (آدمان^۲ و همکاران، ۲۰۱۸). در نگهداری در اتمسفر اصلاح شده فعالیت متابولیکی میوه از جمله سرعت تنفس و تولید اتیلن کاهش می‌یابد و رسیدگی و پیری محصول به تأخیر می‌افتد. همچنین، کیفیت فیزیکوشیمیایی و عملکردی محصول حفظ می‌شود، از آسیب‌های ناشی از سرمازدگی جلوگیری می‌شود و به کاهش ضایعات محصولات کمک می‌کند. در نتیجه، آسیب‌های اقتصادی و زیست‌محیطی نیز کاهش پیدا می‌کند و نیازی به استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری نخواهد بود (فالگان و تری،^۳ ۲۰۱۸).

ساختمان سردخانه‌های با اتمسفر اصلاح شده باید نسبت به هوا و سایر گازهای غیرقابل نفوذ باشد. پس از انبار کردن محصول در سالن بسته خواهد شد و گازهای لازم وارد سالن سردخانه می‌شوند. در این سردخانه‌ها، علاوه بر تنظیم

1.Modified Atmosphere Storage (MAS)

2.Admane

3.Falagán and Terry

دما و رطوبت، غلظت اکسیژن و غلظت دی‌اکسیدکربن نیز با وسایل حساس به-دقت اندازه‌گیری می‌شود (بیشاپ^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). در صورت نیاز، با افزودن گازهای لازم ترکیب مناسب اتمسفر تنظیم و ثبت می‌شود.

لازم است گفته شود که هوای داخل این انبارها و سردخانه‌ها برای تنفس کارگران مناسب نخواهد بود. برای خارج کردن محصول، ابتدا باید در سالن باز و هوای آن کاملاً تخلیه شود. اگر کسی بخواهد وارد سالن شود باید حتماً از ماسک اکسیژن استفاده کند.

برای نگهداری انگور در اتمسفر اصلاح شده، غلظت اکسیژن به‌طور میانگین (بسته به نوع رقم) در حدود ۲ تا ۵ درصد و دی‌اکسیدکربن در حدود ۱ تا ۳ درصد توصیه شده است. چنانچه مقدار اکسیژن کمتر از ۱ تا ۲ درصد باشد تنفس بی‌هوایی می‌شود و موجب کربوکسیلاسیون و تبدیل اسید پیروویک به استالدئید و سپس به اتانول خواهد شد و اگر مقدار دی‌اکسیدکربن نیز از حداقل تحمل انگور بیشتر شود آسیب‌های فیزیولوژیکی وارد می‌شود و کیفیت محصول کاهش می‌یابد (کارگوال^۲ و همکاران، ۲۰۲۰).

1. Bishop
2. Kargwal

فصل سوم

آسیب‌دیدگی‌های انگور در سردخانه و راه‌های جلوگیری از آن

مقدمه

انگور در مدت بازاری‌رسانی و نگهداری در سردخانه به عوارض متعددی دچار می‌شود که بعضی از آنها ناشی از شرایط موجود در سردخانه و بعضی مربوط به شرایط قبل از انبار کردن و برخی دیگر ترکیبی از عوامل قبل و بعد از برداشت است. با ایجاد شرایط مناسب نگهداری می‌توان برخی از این آسیب‌ها را کاملاً کنترل کرد و برخی دیگر را به تأخیر انداخت. متغیرهای متعددی از جمله رعایت نشدن مسائل فنی و بهداشتی قادرند تغییرات نامطلوبی را در کیفیت و سلامت مواد غذایی نگهداری شده ایجاد کنند. در ایران، مقدار زیادی از انگور تازه‌خوری در سردخانه‌ها نگهداری و در اواخر پاییز و زمستان به بازار عرضه می‌شود. با حفظ کیفیت انگور در حین نگهداری می‌توان مقدار زیادی از این محصول را به کشورهای دیگر صادر کرد. نداشتن اطلاع دقیق از شرایط نگهداری انگور تازه‌خوری در سردخانه‌ها سبب کاهش کیفیت محصول در حین نگهداری می‌شود. انواع آسیب‌دیدگی‌های انگور در سردخانه شامل پوسیدگی‌های قارچی، آسیب‌های شیمیایی و آسیب‌های فیزیکی هستند که در ادامه توضیح داده می‌شوند.

پوسیدگی‌های قارچی

انگور در دوره نگهداری در سردخانه در معرض بیماری‌های مختلفی قرار می‌گیرد که ممکن است مربوط به شرایط سردخانه، شرایط پیش از انبار کردن یا ترکیبی از عوامل پیش و پس از برداشت باشد. بیشترین میزان فساد به‌هنگام حمل‌ونقل و نگهداری در سردخانه در اثر حمله قارچ‌های مختلف به‌وجود می‌آید (غفار و همکاران، ۲۰۱۸). عمده‌ترین آنها در ادامه توضیح داده می‌شوند.

پوسیدگی کلادسپوریوم: قارچ کلادسپوریوم هرباروم^۱ عامل مهم فساد

انگور در سردخانه است. این قارچ عامل پوسیدگی سیاه رنگ و سفت است که معمولاً در یک طرف حبه انگور اتفاق می‌افتد (شکل ۳-۱). حبه‌های انگور در قسمت مبتلا مسطح، چین‌دار و چروک می‌شوند. این نوع پوسیدگی سطحی است و معمولاً به هسته انگور نمی‌رسد. بافت آلوده محکم به پوست می‌چسبد و به آسانی قابل جدا کردن نیست. در سردخانه نشانه‌های قارچ معمولاً روی سطح حبه آشکار نیست، ولی وقتی میوه از سردخانه خارج و در دمای معمولی محیط قرار گیرد رشد قارچ به رنگ خاکستری مایل به سبز به‌صورت پراکنده روی میوه مشاهده می‌گردد.

^۱. *Cladosporium herbarum*



شکل ۳-۱- پوسیدگی کلاسیک کلاسیک (اسنودن، ۲۰۱۰)

پوسیدگی کپک خاکستری: عامل این فساد قارچ بوتریتیس سینرا^۱ یا کپک خاکستری است که یکی از عوامل عمده فساد انگور در سردخانه است. در مراحل اولیه بیماری، معمولاً پوست ور آمده می شود و با فشار روی حبه، پوست از گوشت حبه جدا خواهد شد. سرانجام قارچ در تمام گوشت میوه رشد می کند و سبب نرم و آبکی شدن بافت داخل حبه می شود (شکل ۳-۲).

^۱.*Botrytis cinerea*



شکل ۳-۲- پوسیدگی کپک خاکستری (دی سیمون^۱، ۲۰۲۰)

حبه‌های آلوده به تدریج رطوبت خود را از دست می‌دهند و چروکیده و به رنگ قهوه‌ای تیره در می‌آیند که به این مرحله فساد مومیایی می‌گویند. به‌هنگام نگهداری انگور در سردخانه، قارچ بوتریتیس ممکن است از طریق تماس حبه‌های آلوده به حبه‌های سالم انتشار یابد (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۹۳؛ مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۶).

پوسیدگی آلترناریا: این پوسیدگی بیشتر در اوایل فصل برداشت در بعضی از ارقام انگور دیده می‌شود. این قارچ اغلب از محل اتصال دم میوه به حبه وارد و سبب تیرگی موضعی به رنگ خرمایی تا قهوه‌ای سیر در مناطق آلوده حبه می‌شود (شکل ۳-۳).

1.De Simone



شکل ۳-۳- پوسیدگی آلترناریا (اسنودن، ۲۰۱۰)

عامل این پوسیدگی کپک *آلترناریا آلترنات* است که مایکوتوکسین‌هایی مانند انوازونیک اسید^۱ و آلترناریول مونومتیل اتر آلترناریول^۲ تولید می‌کند که برای انسان سرطان‌زا هستند و به‌طور فیزیکی کل خوشه‌های انگور را فاسد می‌کنند. این کپک همچنین مسئول کاهش وزن، تغییر رنگ، نرم شدن انواع انگور است و ضررهای اقتصادی را تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهد (سجاد و همکاران، ۲۰۲۰).

پوسیدگی کپک آبی: قارچ *پنیسیلیوم اکسپانسونم*^۳ از طریق ترک‌های روی میوه و در شرایط مناسب از طریق عدسک‌ها وارد میوه می‌شود. میسلیم حاصل از این قارچ ابتدا سفید است اما در مراحل بعدی و موقع بلوغ به رنگ سبز مایل به آبی یا آبی کامل درمی‌آید (شکل ۳-۴).

^۱.Enuazonic acid (TA)

^۲.Alternariol Monomethyl Ether (AME) Alternariol (AOH)

^۳.*Penicillium expansum*



شکل ۳-۴- پوسیدگی ناشی از کپک پنسیلیوم (اسنودن، ۲۰۱۰)

پوسیدگی کپک سیاه: این پوسیدگی در مناطق گرمسیری پرورش انگور بیشتر دیده می‌شود و عامل آن *آسپرژیلوس نیجر*^۱ است. نشانه‌های این بیماری به صورت ضایعات مایل به قهوه‌ای با اسپوره‌های سیاه روی انواع حبه‌های انگور ظاهر می‌شود (غفار و همکاران، ۲۰۲۱). این قارچ از طریق زخم‌های ایجاد شده

¹.*Aspergillus niger*

به حبه وارد و ایجاد آلودگی می‌کند. در شکل ۳-۵، پوسیدگی کپک سیاه ناشی از اسپرژیلیوس نیجر نشان داده شده است.



شکل ۳-۵- پوسیدگی کپک سیاه ناشی از اسپرژیلیوس نیجر (اسنادن، ۲۰۱۰)

آسیب‌های شیمیایی

آسیب‌های ناشی از دی‌اکسید گوگرد (سفیدشدگی)

گاز دی‌اکسید گوگرد علاوه بر متوقف کردن فعالیت قارچ‌ها، خاصیت رنگ‌بری نیز دارد و ممکن است موجب سفید شدن یا بی‌رنگی حبه‌ها شود. این پدیده مشخص‌ترین عارضه در قسمت‌های بریده شده پوست میوه در محل اتصال دم به حبه است (شکل ۳-۶). اگر پوست ترک خورده باشد، گاز وارد گوشت میوه خواهد شد و کل حبه سفید می‌شود و علاوه بر این، طعم حبه‌ها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد و نامطلوب می‌گردد. هر اندازه غلظت و مدت تماس میوه با گاز طولانی‌تر شود میوه‌ها گاز بیشتری جذب می‌کنند و میزان سفیدشدگی حبه‌ها افزایش می‌یابد. از مصرف غلظت‌های بالاتر از مقدار توصیه شده حتماً خودداری

شود، زیرا علاوه بر آسیب رسانیدن به تجهیزات سردخانه باعث ایجاد لکه‌های سفید و بی‌رنگ در میوه‌ها می‌شود و کیفیت ظاهری انگور را کاهش می‌دهد. سفید شدن و سوختگی جبه‌های انگور در سردخانه نشان دهندهٔ بالا بودن غلظت گاز یا طولانی بودن مدت گازدهی است که باید غلظت گاز را پایین آورد یا دورهٔ گازدهی را کوتاه‌تر کرد. بازرسی مرتب میوه‌ها به‌هنگام نگهداری انگور در سردخانه و حذف میوه‌های آلوده و خراب الزامی است (دولتی‌بانه و همکاران،



۱۳۹۶؛ اسنودن، ۲۰۱۰).

شکل ۳-۶- سفیدشدگی یا بی‌رنگی در اثر گاز دی‌اکسیدگوگرد (دولتی‌بانه، ۱۳۹۶)

آسیب‌های شیمیایی ناشی از گاز آمونیاک

در تاسیساتی با سیستم سرمازایی مستقیم توسط انبساط گاز آمونیاک، ممکن است این گاز به سالن‌های نگهداری نفوذ کند و میوه‌ها در معرض آن قرار گیرند. در اثر گاز آمونیاک، رنگ انگورهای قرمز به آبی و انگورهای سبز به آبی کم‌رنگ یا متمایل به آبی تغییر می‌کند. این تغییر رنگ ناشی از واکنش آمونیاک با شیرۀ سلولی موجود در سلول‌های نزدیک به سطح میوه است. در اثر تماس این گاز با شیرۀ سلولی، اسیدیتۀ عصارۀ گیاه کم می‌شود و رنگدانه‌های حساس به اسید مانند آنتوسیانین تغییر رنگ می‌دهند. بیشترین مقدار گاز از محل چوب خوشه به حبه‌ها وارد می‌شود و بافت‌های مجاور آن بیشترین تغییر رنگ را پیدا می‌کنند. این تغییر ممکن است در نقاط زخمی پوست نیز ایجاد گردد. رنگ دم حبه‌ها در برخورد با آمونیاک آبی تیره یا سیاه می‌شود و قسمت‌هایی از ساقه (چوب خوشه) آبی رنگ می‌شوند (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

در صورت انتشار آمونیاک، باید هرچه سریع‌تر آن را از اتاق‌های سردخانه خارج یا حذف کرد، زیرا تغییر رنگ جزئی میوه‌ها در اثر گاز آمونیاک با خارج کردن این گاز از محیط سردخانه بر طرف می‌شود. بهترین روش تخلیۀ این گاز از سالن سردخانه استفاده از آب است. روش دیگر خنثی‌سازی آمونیاک با دود دی‌اکسیدگوگرد است. از واکنش بین دی‌اکسیدگوگرد و آمونیاک، بی‌سولفیت آمونیاک تشکیل می‌شود که ماده کریستالی متمایل به سفید است. برای خنثی کردن ۱۰۰ گرم آمونیاک حدود ۴۰۰ گرم دی‌اکسیدگوگرد کافی است. از گاز دی‌اکسیدگوگرد با غلظت بیشتر از یک درصد نباید استفاده کرد زیرا ممکن است به میوه آسیب برساند. آسیب‌دیدگی میوه‌هایی که به مدت طولانی در تماس با گاز آمونیاک بوده‌اند جبران‌ناپذیر است (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶).

آسیب‌های فیزیکی

یخ‌زدگی

ارقام مختلف انگور بر اثر یخ‌زدگی ظاهر تیره پیدا می‌کنند و بافت آنها نرم و شل می‌شود. در ابتدای سرمازدگی، چوب خوشه‌ها نرم و انعطاف‌پذیر می‌شود و ظاهری خیس با رنگ سبز تیره پیدا می‌کند. بعد از مدتی چوب خوشه‌ها خشک و تیره خواهد شد، در این حالت، انگورها در برابر هجوم کپک‌ها آسیب‌پذیرتر می‌شوند. در اثر یخ‌زدگی شدید، رنگ حبه‌ها قهوه‌ای و بافت آنها نرم‌دار و چسبناک می‌شود (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۷- آسیب ناشی از یخ‌زدگی انگور

بیشتر ارقام انگور در دمای $2/2-$ درجه سلسیوس منجمد نمی‌شوند. انگورهای شیرین تا $3-$ درجه سلسیوس نیز یخ نمی‌زنند. با این حال چوب خوشه‌ها و دم میوه‌ها در این دما صدمه می‌بینند که سبب پژمردگی آنها و ریزش حبه‌ها می‌شود. اگر انگور بعد از گازدهی منجمد شود رنگ خوشه‌ها ممکن است

همان سبز اولیه یا سبز کهربای باقی بماند. در حبه‌های آسیب دیده از سرما، قسمت فیبری کوچکی که از محل دم میوه به داخل حبه امتداد دارد، معمولاً از اندازه طبیعی کوتاه‌تر و رنگ آن نیز قهوه‌ای است (دولتی‌بانه، ۱۳۷۹؛ اسنودن، ۲۰۱۰).

خشک شدن

خشک شدن انگور در دوره نگهداری در سردخانه به صورت خشک شدن چوب خوشه‌ها، پروکیدگی حبه‌ها و کاهش وزن آشکار می‌شود (شکل ۳-۸). عوامل متعددی موجب خشک شدن انگور در سردخانه می‌شوند که مهمترین آنها دماست. دماهای بالا در هنگام برداشت انگور و سرد نکردن اولیه آن منتهی به خشک شدن سریع چوب خوشه‌ها و پروکیدگی حبه‌ها می‌شود. افت وزنی حبه‌ها نیز ۶ برابر می‌شود. از این رو اهمیت دقت در جابه‌جایی انگورها برای جلوگیری از قرار گرفتن در دماهای بالا آشکار می‌گردد. برداشت انگور در ساعات خنک روز یا در رطوبت نسبی بالا از خشک شدن چوب خوشه‌ها می‌کاهد. هرگونه تأخیر در سرد کردن موجب ازدست رفتن رطوبت بیشتر از میوه‌ها می‌شود. حفظ رطوبت نسبی در سردخانه تا حدود زیادی از خشک شدن چوب خوشه‌ها جلوگیری می‌کند. در سالن‌هایی که رطوبت نسبی یا سرعت جریان هوا قابل کنترل نباشد می‌توان از پوشش‌های مختلف استفاده کرد. این پوشش‌ها در جلوگیری از خشکیدگی میوه‌ها مفید هستند (دولتی‌بانه، ۱۳۷۹).



شکل ۳-۸- خشک شدن چوب و چروکیدگی حبه‌ها حین نگهداری (ضیاءالحق، ۱۳۹۲)

قهوه‌ای شدن ساقه‌ها و حبه‌ها

رنگ چوب خوشه عامل مهم در کیفیت انگور است. چوب خوشه‌ها اولین قسمتی است که خراب می‌شود. قهوه‌ای شدن حبه‌ها ممکن است ناشی از پیری انگور، ضربه دیدن یا یخ‌زدگی باشد. برخی ارقام نسبت به قهوه‌ای شدن درونی حبه‌ها بعد از چند هفته نگهداری در سردخانه حساس هستند. ارقام حساس باید در زمان رسیدگی مناسب برداشت شوند و وضعیت آنها در سردخانه مرتب پایش شود. میوه انگور فعالیت پلی‌فنل اکسیداز بالایی دارد، به همین دلیل قهوه‌ای شدن آنزیمی به سرعت در حبه‌های آسیب‌دیده یا انگوره‌های فشرده شده اتفاق می‌افتد. این واکنش موجب تغییرات زیادی در رنگ، طعم و مزه می‌شود و در نهایت کیفیت محصول کاهش پیدا می‌کند (زمردی، ۱۳۸۴؛ اسنودن، ۲۰۱۰).

ضرب دیدگی

ضرب دیدگی معمولاً در انگورهایی مشاهده می‌شود که در تماس با لبه‌های ظروف بسته‌بندی هستند. جبه‌های ضرب دیده تا اندازه‌ای پهن می‌شوند و به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند. گاز دی‌اکسیدگوگرد در نقاط ضرب دیده جبه‌ها به آسانی به داخل میوه نفوذ می‌کند و موجب بی‌رنگ شدن انگور می‌شود. جبه‌های کوچک جدا و خشک شده موجود در ته جبه‌ها موجب سوراخ شدن و ضرب دیدگی پوست جبه‌های دیگر می‌شوند. ضرب دیدگی شدید، میوه‌ها را برای حمله قارچ‌ها مساعد می‌کند. استفاده از لایه‌های محافظ مانند کاغذهای مومی در ته جبه‌ها و پوشال، از تماس میوه با کناره‌های جبه‌ها جلوگیری می‌کند و موجب کاهش ضرب دیدگی میوه‌ها می‌شود (زمردی، ۱۳۸۴).

ترک خوردن جبه‌ها

ترک خوردن شکستگی پوست جبه‌ها در ناحیه اطراف انتهای ساقه است و شکافته شدن پارگی شدیدتر و عمیق‌تر جبه‌ها که معمولاً منجر به آلودگی قارچی نیز می‌شود. ترک خوردن جبه‌ها ممکن است پیش یا پس از برداشت نیز رخ دهد. برخی از ارقام به‌طور ژنتیکی حساس به ترک خوردن هستند ولی شکافته شدن جبه‌ها ممکن است به دلیل مرطوب بودن هوا بلافاصله پیش از برداشت باشد (اسنودن، ۲۰۱۰).

ریزش جبه‌ها

یکی از عمده‌ترین آسیب دیدگی‌ها در انگور، ریزش جبه‌ها از خوشه است. ریزش جبه‌ها ژنتیکی است، اما تنش آبی در فصل رشد، دمای بالا در زمان

برداشت و تأخیر در سرد کردن انگور برداشت شده از عوامل افزایش ریزش جبهه‌ها نیز هستند. انگورهای بی‌دانه‌ای که با تیمار درختان انگور با اسیدجیرلیک تولید شده‌اند بسیار مستعد ریزش هستند. قرار گرفتن در معرض اتیلن و پوسیدگی آلترناریا نیز از دیگر عوامل ریزش جبهه‌ها هستند (اسنودن، ۲۰۱۰). حمل و نقل نامناسب طی دوره برداشت، بسته‌بندی و انتقال میوه‌ها سهم عمده‌ای در بروز این عارضه دارند. ریزش ایجاد شده ناشی از فشردن انگورها هنگام حمل و نقل را می‌توان با حذف لرزش جعبه‌ها در ماشین یخچال‌دار تا حد زیادی کاهش داد. عملیات باغداری مانند هرس و کم کردن بار درخت به استحکام چوب خوشه‌ها کمک می‌کند و جدا شدن جبهه‌ها را کاهش می‌دهد. آب‌وهوای گرم و خشک و کمبود رطوبت خاک در دوره رسیدگی میوه موجب این عارضه می‌شود. حلقه‌برداری درختان به منظور افزایش اندازه جبهه‌ها موجب افزایش اتصال جبهه‌ها به ساقه و در نتیجه کاهش ریزش می‌گردد. در انگورهایی که جبهه‌ها محکم به خوشه چسبیده‌اند، اغلب بعد از نگهداری طولانی‌مدت در سردخانه، ممکن است عارضه ریزش بروز کند. در انگورهای بیش از حد رسیده، ریزش جبهه‌ها بیشتر است. شرایط پس از برداشت که مناسب برای خشک شدن میوه‌هاست برای ریزش جبهه‌ها نیز مناسب است. با سرد کردن سریع انگور پس از برداشت می‌توان ریزش جبهه‌ها را تا حد زیادی کاهش داد (دولتی‌بانه، ۱۳۷۹).

فصل چهارم

روش‌های نوین نگهداری انگور

مقدمه

امروزه به دلیل مسایل بهداشتی و سلامتی و آسیب‌های واردشده به حبه‌ها و تجهیزات سردخانه در اثر استفاده از گاز دی‌اکسیدگوگرد، محققان در تلاش هستند تا برای کنترل پوسیدگی بدون استفاده از گاز دی‌اکسیدگوگرد و مواد شیمیایی راه‌هایی پیدا کنند. پوشش‌های خوراکی^۱، بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده و استفاده از اسید استیک از جمله این روش‌ها هستند. در این فصل به روش‌های نوظهور برای نگهداری انگور اشاره می‌شود.

پوشش‌های خوراکی

پوشش‌های خوراکی لایه‌ای نازک از مواد خوراکی هستند که به‌طور مستقیم روی سطح میوه تشکیل می‌شوند. این پوشش‌ها به‌عنوان یک سد انتخابی برای رطوبت، دی‌اکسیدکربن و اکسیژن و نیز برای بهبود خواص مکانیکی و بافتی و جلوگیری از کاهش عطر و طعم محصول به‌عنوان یک حامل برای افزودنی‌های مختلف عمل می‌کنند. پایهٔ فیلم‌های خوراکی می‌تواند شامل لیپیدها، پلی‌ساکاریدها یا پروتئین‌ها باشد. پوشش‌های خوراکی موجب افزایش عمر انباری میوه‌ها و سبزی‌های تازه از طریق کاهش فرآیندهای متابولیکی و رشد میکروبی می‌شود، سدی حفاظتی برای کاهش سرعت تنفس و تعرق به‌وجود می‌آورند، و

¹.Edible coating

پیری محصول را به تأخیر می‌اندازند. اگر پوشش‌های خوراکی به‌طور صحیح استفاده نشوند، به‌دلیل جلوگیری از تبادلات اکسیژن و دی‌اکسیدکربن و ایجاد تنفس بی‌هوازی باعث طعم نامطلوب در میوه‌ها خواهد شد. این پوشش‌ها به‌سبب تخریب‌پذیر بودن، برخلاف پوشش‌های سنتزی باعث آلودگی محیط زیست نمی‌شوند و همچنین از آنجا که از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها یا لیپیدها تشکیل شده‌اند، ارزش تغذیه‌ای نیز دارند.

استفاده از پوشش خوراکی حاوی نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2) و ایزوله پروتئین سویا ریزش حبه‌های انگور را کاهش می‌دهد و موجب بهبود طعم و مزه و بهتر شدن بازارپسندی و کیفیت ظاهری محصول در پایان دوره انبارداری، در مقایسه با نمونه‌های فاقد نانوذرات TiO_2 ، می‌شود (حسینیان و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین نشان داده شده است که پوشش خوراکی کیتوزان به‌همراه اسانس آویشن سبب افزایش ماندگاری پس از برداشت انگور رقم بیدانه قرمز می‌شود (دهستانی‌اردکانی، ۱۳۹۸). استفاده از یک درصد کارواکرول در پوشش خوراکی حاوی صمغ دانه قدومه شیرازی، به‌منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی، بافتی و میکروبی انگور طی دوره نگهداری پیشنهاد شده است (مرآتی‌فشی و همکاران، ۱۳۹۶). در شکل ۴-۱ اثر پوشش خوراکی ژلاتین حاوی سوربیتول بر انگور مشاهده می‌شود (فخوری^۱ و همکاران، ۲۰۱۵).



شکل ۴-۱- انگور پوشش داده شده با زلاتین (سمت راست) و انگور بدون پوشش (سمت چپ)
(فخوری و همکاران، ۲۰۱۵)

بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده^۱

این نوع بسته‌بندی عبارت است از به‌کارگیری مخلوط گازها با ترکیبی متفاوت از هوای معمولی که محصول را احاطه می‌کند، آثار مفیدی بر آن می‌گذارد و عمر فراورده را طولانی می‌کند. این عمل معمولاً به‌عنوان یک روش تکمیلی در سردخانه به کار می‌رود. بسته‌بندی انگورهای تازه با اتمسفر اصلاح‌شده شامل قرار دادن محصول در بسته‌ای است که درون آن با مخلوطی از گازها با ترکیب ویژه‌ای از اتمسفر تغییر یافته، به عنوان اتمسفر اولیه بسته، پر می‌شود و پس از آن دهانه بسته را می‌دوزند. گازدهی به این ترتیب است که پیش از دوخت بسته، جریان مداومی از مخلوط گازهای مورد نظر جانشین هوای داخل بسته می‌گردد. برای بسته‌بندی میوه‌ها به روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده از سه نوع فیلم با نفوذپذیری کم، متوسط و بالا استفاده می‌شود. فیلم‌های تولید شده قابل انعطاف با نفوذپذیری خیلی کم شامل اتیلن‌وینیل‌الکل (EVOH)، نایلون و

¹. Modified Atmosphere Packaging (MAP)

کلرید پلی‌وینیلدن (PVDC)، انواع فیلم با نفوذپذیری متوسط شامل پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) و فیلم‌های با نفوذپذیری زیاد مثل پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE) و پلی‌اتیلن با چگالی کم (LDPE)، پلی‌پروپیلن (PP) و استات اتیلن وینیل و کلرید پلی‌وینیل (PVC) هستند.

در سال‌های اخیر، بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح‌شده با تخلخل میکرو به دلیل قابل تنظیم بودن آن به نفوذپذیری هوا و هزینه پایین فراوری مورد توجه زیادی قرار گرفته است. میزان انتقال گاز تا حدودی به ضخامت مواد بسته‌بندی بستگی دارد. کاهش ضخامت می‌تواند نفوذپذیری فیلم را بهبود بخشد، اما استحکام آن کاهش پیدا می‌کند که ممکن است طی نگهداری و حمل و نقل ایجاد مشکل کند (وانگ^۱ و همکاران ۲۰۱۹). به منظور حل این مشکل، از بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده با تخلخل میکرو برای بسته‌بندی میوه‌های تازه استفاده می‌شود که در آن سوراخ‌های میکرو نقش کلیدی در تنظیم میزان نفوذپذیری گاز دارند. در این فیلم‌ها، میزان نفوذپذیری CO_2/O_2 بسیار کمتر و نسبت آن نزدیک به ۱ است. در تهیه این فیلم‌ها، میکرومنافذی با قطر، مقدار و چگالی مشخص روی فیلم‌های بسته‌بندی ایجاد می‌شود تا نفوذپذیری کلی بسته‌بندی نسبت به هوا افزایش یابد. نفوذپذیری این فیلم‌ها با تنظیم قطر منفذ، تعداد، طول، مساحت و توزیع منافذ (تراکم منافذ) کنترل می‌شود. دو روش برای ایجاد سوراخ روی فیلم وجود دارد. یک روش، سوراخ کردن فیلم معمولی است که میکرومنافذی به اندازه کمتر از ۲۰۰ میکرومتر ایجاد می‌شود (داوانگه^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). روش دیگر

1. Wang

2. Dawange

استفاده از فرایندی خاص است که مستقیماً فیلم با تخلخل میکرو با قطر ۰٫۱ تا ۱۰ میکرومتر تولید می‌شود (کیم و سئو^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). شرایط مناسب برای نگهداری انگور با این روش، استفاده از ۳ تا ۱۰ درصد اکسیژن، ۵ تا ۱۰ درصد دی‌اکسیدکربن و نگهداری در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد است. در شکل ۴-۲ نمونه‌هایی از انگورهای بسته‌بندی شده در شرایط اتمسفر کنترل شده نشان داده شده است.



شکل ۴-۲- نمونه انگورهای بسته‌بندی شده در شرایط اتمسفر کنترل شده (بیویک، ۲۰۲۱b)

استفاده از نانوفناوری

1.Kim and Seo

نانوفناوری یکی از فناوری‌هایی است که راه خود را در صنایع مختلف باز کرده است. دانشمندان پتانسیل استفاده از فناوری نانو را در تقریباً همهٔ بخش‌های صنایع غذایی شناسایی کرده‌اند. نانوفناوری بیشترین کاربرد را در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی دارد، زیرا به‌طور مستقیم به مواد غذایی اضافه نمی‌شوند و ساختار طبیعی مواد غذایی حفظ می‌شود. استفاده از نانوفناوری در بسته‌بندی مواد غذایی سبب محافظت از مواد غذایی در برابر عوامل بیماری‌زا و گازهای زیان‌آور خواهد بود.

کیسه‌های نانو در واقع به کیسه‌هایی گفته می‌شود که در ساختمان آنها از نانو ذرات استفاده شده است. این کیسه‌ها در مقایسه با کیسه‌های پلاستیکی معمول، دوام و استحکام بیشتری دارند، وزن زیادی را تحمل می‌کنند و در مقابل پارگی مقاوم‌اند. این کیسه‌ها خواص ضدباکتریایی دارند و می‌توانند عوامل بیماری‌زا را از بین ببرند و کیفیت و ماندگاری محصولات را افزایش دهند. استفاده از این کیسه‌های جدید در زمینهٔ ارسال محصولات به کشورهای خارجی و صادرات آنها توانسته است معجزهٔ بسیار شگرفی را در این صنعت ایجاد کند. امروزه برای نگهداری انگور و نیز صادرات از کیسه‌های نانو و ضدباکتریایی استفاده می‌شود (شکل ۳-۴).



شکل ۴-۳- کیسه‌های نانو مورد استفاده برای بسته‌بندی و صادرات انگور

نانوذرات نقره، نیتريدتیتانیوم، اکسیدروی، نانورُس و دی‌اکسیدتیتانیوم از جمله نانوموادى هستند که به‌صورت کاربردى در صنایع بسته‌بندى موادغذایى از آنها استفاده شده است. از فیلم‌هاى حاوى نانو ذرات دی‌اکسیدتیتانیوم برای جلوگیری از افزایش بار میکروبی انگور در دوره نگهدارى استفاده و نیز نشان داده شده است که استفاده از پوشش‌هاى خوراکی حاوى نانوذرات اکسیدروی علاوه بر ایجاد تأخیر در رشد میکروارگانیسم‌ها، موجب حفظ بیشتر اسید آسکوربیک،

ترکیبات فنلی، آنتی‌اکسیدان‌ها و سفیدی انگور می‌شود (امامی‌فر و همکاران، ۱۳۹۷؛ حسین‌صدر و همکاران، ۱۳۹۶).

استفاده از نمک‌های مختلف

از سایر روش‌ها برای نگهداری انگور می‌توان به استفاده از برخی نمک‌ها از جمله بی‌کربنات سدیم، کربنات سدیم، کربنات پتاسیم، کلرید کلسیم، فورمات سدیم، فسفات سدیم، کلرید آمونیوم، استات سدیم، کلرید پتاسیم، سولفات آمونیوم، سولفات سدیم، بی‌کربنات آمونیوم، سیلیکات سدیم و غیره، با هدف کاهش یا حذف مصرف گاز دی‌اکسید گوگرد، اشاره کرد. نشان داده شده است که غوطه‌وری انگور سرخ-فخری به مدت دو دقیقه در محلول کربنات کلسیم دو درصد اثر قابل توجهی در افزایش ماندگاری آن در سردخانه دارد (ضیاءالحق، ۱۳۹۹).

تحقیقات نشان داده است که در بین نمک‌های مختلف، کلرید کلسیم، کربنات پتاسیم، بی‌کربنات سدیم و کربنات سدیم بیشترین تأثیر را بر کاهش پیک‌زدگی انگور داشتند (ضیاءالحق، ۱۳۹۲). همچنین کلرید کلسیم سبب کاهش درصد پوسیدگی جبه‌های انگور عسگری پس از یک ماه نگهداری در سردخانه شده است. تأثیر استفاده از این نمک‌ها در مقایسه با سایر روش‌های نگهداری کمتر است (حسینی‌فرهی و گودرزی، ۱۳۸۷).

گازدهی با ازن

سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) در سال ۲۰۰۱ اجازه استفاده از ازن را به‌عنوان ضدعفونی‌کننده مستقیم مواد غذایی، محصولات کشاورزی و سردخانه‌ها صادر کرده است. می‌توان گفت تقریباً در تمام صنایع غذایی از ازن

برای سترون کردن و بالا بردن زمان ماندگاری استفاده می‌شود. ازن باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، تک‌یاخته‌ای‌ها و مخمرها و حتی اسپورها را از بین می‌برد. امروزه در اکثر سردخانه‌های خارج از کشور به‌عنوان تکنولوژی روز دنیا به منظور کاهش بار میکروبی هوا و ماندگاری بیشتر محصولات غذایی و کشاورزی از ازن استفاده می‌شود. ازن به دلیل نیمه عمر کوتاهی که دارد (با توجه به دمای محیط از ۱۲ تا ۲۰ دقیقه) تبدیل به اکسیژن می‌شود و بر خلاف کلر هیچ بو، طعم یا مزه‌ای بر محصولات به‌جای نمی‌گذارد (سلام و همکاران، ۲۰۲۰). استفاده از گاز ازن پوسیدگی قارچی حبه‌های انگور نگهداری شده در سردخانه را تا حد زیادی کاهش و زمان ماندگاری انگور را افزایش می‌دهد. این گاز می‌تواند جانشین مناسبی برای گازدهی با گاز گوگرد باشد. بررسی‌ها نشان داده‌اند استفاده از ۰/۸ میکرولیتر در لیتر گازدهی با ازن در سردخانه انگور موجب کاهش پوسیدگی کپکی انگور در سردخانه شده است. نگهداری انگور در مجاورت گاز ازن همچنین سبب کاهش باقی‌مانده قارچ‌کش‌های روی حبه‌های انگور می‌شود. شکل ۴-۴ یک نمونه سیستم تولید گاز ازن در سردخانه را نشان می‌دهد (فلیزیانی و همکاران، ۲۰۱۴؛ ولاسی^۱ و همکاران، ۲۰۱۸)



شکل ۴-۴- دستگاه تولید کننده گاز ازن در سردخانه

اسید استیک

اسیداستیک به‌عنوان نگهدارنده در موادغذایی مصرف می‌شود. بخار اسیداستیک باکتری کش و قارچ کش است و رشد میکروارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد. این اسید ماده بیولوژیکی طبیعی است و به‌آسانی در دسترس قرار دارد، در غلظت کم مؤثر است، باقی‌مانده زیان‌آور ندارد و به سطح میوه‌ها نیز آسیب نمی‌رساند، در دمای سردخانه نگهداری میوه (دمای پایین) قابل‌استفاده است و نسبت به سایر ترکیبات ارزان قیمت نیز هست. اسید استیک غیر قابل اشتعال است و با توجه به مزایایی که دارد می‌توان از آن در جلوگیری از فساد میوه‌ها استفاده کرد. پیشنهاد شده است که استفاده از غلظت ۵/۴ میلی‌گرم در لیتر اسیداستیک برای کنترل فساد انگور مناسب است. تدخین با بخار اسیداستیک به‌عنوان روشی برای سترون کردن سطحی میوه‌ها و بعضی سبزی‌ها در حد وسیعی قابل استفاده است. با توجه به معایب دی‌اکسیدگوگرد، بخار اسیداستیک می‌تواند جانشین مناسبی برای آن در نگهداری انگورهای رومی‌زی باشد (زمردی، ۱۳۸۴).

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتیجه‌گیری

انگور یکی از محصولات مهم باغبانی در دنیا محسوب می‌شود. ایران، به‌علت برخورداری از شرایط جغرافیایی و اقلیمی مناسب، یکی از مناطق مهم پرورش انگور در جهان محسوب می‌شود. انگور در ایران بیشتر برای تهیه کشمش و آب‌انگور استفاده می‌شود و مقدار کمتری از آن به مصرف تازه‌خوری می‌رسد یا در سردخانه نگهداری می‌شود. یکی از دلایل نگهداری کمتر انگور در سردخانه نسبت به سایر میوه‌ها، نبود اطلاعات کافی و امکانات مناسب برای نگهداری انگور است. با شناخت بهتر روش‌های نگهداری انگور و رعایت یک سری از اصول قبل و بعد از برداشت می‌توان عمر انباری ارقام مناسب را به ۴ تا ۶ ماه افزایش داد. همچنین، با ایجاد سردخانه‌های مناسب نگهداری انگور و بالا بردن اطلاعات باغداران، سردخانه‌داران، کارشناسان باغبانی و مروجان می‌توان انگور بیشتری را با کیفیت بالاتر نگهداری کرد.

پیشنهادها

در این راهنما اطلاعاتی ارائه شد که با رعایت آنها می‌توان کیفیت انگور نگهداری شده در سردخانه را بهتر حفظ کرد. با توجه به مطالب ارائه شده، می‌توان پیشنهادهای زیر را به‌طور خلاصه مطرح کرد:

- ۱- مراحل پیش از برداشت از جمله شرایط کاشت، داشت (تغذیه، آبیاری و غیره) و برداشت انگور در کیفیت ماندگاری میوه مؤثرند.
- ۲- در هر منطقه‌ای با توجه به ارقام موجود، باید ارقام دیررس با پوست ضخیم و بافت سفت برای نگهداری انتخاب شوند.
- ۳- از نگهداری انگورهای نارس یا بسیار رسیده باید خودداری کرد.
- ۴- میوه باید صبح زود یا عصر که هوا خنک است و با چاقو یا قیچی تیز با حداکثر طول دم خوشه برداشت شود.
- ۵- عمق جعبه‌ها بهتر است به گونه‌ای باشد که فقط یک ردیف خوشه در آن قرار گیرد. همچنین بهتر است از جعبه‌های پلاستیکی استفاده شود.
- ۶- در حمل و نقل انگور باید دقت کرد تا از وارد شدن آسیب‌های مکانیکی به انگور جلوگیری شود.
- ۷- انگور، پس از برداشت و پیش از انتقال به سالن‌های اصلی سردخانه، باید به سرعت سرد و دمای آن در مدت ۶ تا ۲۴ ساعت به حدود ۲ درجه سلسیوس رسانده شود.
- ۸- بهترین دمای نگهداری انگور دمای صفر تا ۱ درجه سلسیوس و بهترین رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد است.
- ۹- در سردخانه، تهویه صحیح و مناسب ضروری است. حجم مطلوب هوا برای هر تن انگور حداقل ۱۴ مترمکعب در دقیقه است.
- ۱۰- برای کنترل و جلوگیری از گسترش فساد قارچی انگور در سردخانه بهتر است به جای گوگردی با گاز دی‌اکسید گوگرد، از صفحات آزادکننده تدریجی گوگرد استفاده شود یا اینکه روش‌های نوین مورد اشاره در فصل چهارم به کار برده شوند.

۱۱- انگور در دوره نگهداری در سردخانه باید مرتب بازرسی شود و میوه‌های آلوده و آسیب‌دیده حذف شوند.

منابع

ارجی، ع، مهنام، س،، هادوی، ا. ۱۳۹۸. تأثیر آبیاری کاهش یافته و شدت هرس بر کمیت و کیفیت میوه انگور رقم یاقوتی در شرایط آب و هوایی سرپل ذهاب استان کرمانشاه. دو فصلنامه فناوری تولیدات گیاهی. ۱۱(۱): ۸۹-۱۰۲.

امامی‌فر، آ. ۱۳۹۷. ارزیابی تاثیر پوشش خوراکی نانوذرات اکسید روی بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی انگور سیاه طی انبارداری. فناوری‌های جدید در صنعت غذا، ۵(۴): ۶۶۳-۶۸۰.

حسین‌آبادی، ح، رسولی، م، عبادی، ع،، ارشادی، ا،، نجاتیان، م. ۱۳۹۸. اثر زمان آخرین آبیاری و برداشت بر کیفیت میوه و تحمل به سرمازدگی انگور بیدانه سفید. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۰(۲): ۱۷۱-۱۸۰.

حسینی‌فرهی، م،، گودرزی، ک. ۱۳۸۷. اثر کلرید کلسیم بر استحکام و ماندگاری پس از برداشت جبه روی خوشه در انگور عسکری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۴۵الف): ۱۸۳-۱۹۰.

حسینیان، ص،، امیری، ص،، رضازاد باری، م. ۱۳۹۹. تاثیر پوشش خوراکی ایزوله پروتئین سویا و تیتانیوم دی‌اکسید بر کیفیت و عمر انباری ارقام انگور حسینی و قزل اوزوم. علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۷(۱۰۰): ۲۹-۴۱.

حسین‌صدر، ص،، سبلان‌وند، ص،، ولی‌زاده، ر. ۱۳۹۶. کاربرد نانوتکنولوژی در بسته‌بندی مواد غذایی. ۳(۳): ۴۱-۵۲.

دهستانی‌اردکانی، م،، مستوفی، ی. ۱۳۹۸. حفظ خصوصیات کیفی انگور رقم بیدانه قرمز با استفاده از پوشش خوراکی کایتوسان، اسانس آویشن و ترکیب آنها. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۹(۳): ۱۶۵-۱۷۶.

دولتی‌بانه، ح. ۱۳۷۹. بیماری‌های قارچی و ناهنجاری‌های انگور در سردخانه. نشریه فنی. انتشارات نی مدیریت آموزش و ترویج کشاورزی آذربایجان غربی. شماره ۷۹/۷۵۶.

دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۶. برداشت، بسته‌بندی و نگهداری انگور. نشر آموزش کشاورزی. شماره ثبت ۵۲۱۶۲.

دولتی‌بانه، ح.، و زارعی، ر.، و اسمعیلی، م. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر اتفن و حلقه برداری بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور رقم ریش بابا قرمز. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۸(۴): ۷۹۱-۷۹۹.

دولتی‌بانه، ح.، زمردی، ش. ۱۳۸۰. توصیه‌های لازم برای افزایش عمر نگهداری انگور در انبارهای فنی و سردخانه‌ها. نشریه فنی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران. شماره نشریه ۸۰/۳۷۳.

دولتی‌بانه، ح.، زمردی، ش. ۱۳۸۶. بررسی اثرات محلول پاشی کلرورکلسیم بر روی کیفیت و صفات انباری دو رقم انگور ریش بابا و قزل اوزوم. علوم کشاورزی ایران. ۸ (۱): ۶۱-۷۲.

دولتی‌بانه، ح.، زمردی، ش. و مجیدی، ع. ۱۳۸۴. مطالعه اثرات محلول پاشی قبل از برداشت کلرورکلسیم روی صفات انباری انگور. نهمین کنگره علوم خاک ایران. موسسه آب و خاک. ۶ تا ۹ شهریور. تهران.

دولتی‌بانه، ح.، زمردی، ش. ۱۳۸۳. بررسی اثرات محلول پاشی کلرورکلسیم بر روی کیفیت و صفات انباری دو رقم انگور ریش بابا و قزل اوزوم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. شماره ۸۳/۸۲۱. ص ۳۰.

- دولتی‌بانه، ح. و همکاران. ۱۳۹۶. انگور، مدیریت جامع کشت، پرورش، تولید و فراوری. دانشگاه کردستان. ص: ۲۳-۴۴۵.
- زمردی، ش. ۱۳۸۴. نگهداری، فراوری و کنترل کیفیت انگور. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. تهران.
- کاووسی، ب.، حسن‌پور، ب. ۱۳۹۷. اثر زمان سرزنی شاخه و قطع آبیاری قبل از برداشت بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی انگور عسکری. تولیدات گیاهی. ۴۱(۱): ۸۳-۹۶.
- ضیاءالحق، س.ح. ۱۳۹۲. مطالعه امکان کاهش یا حذف گوگرد در نگهداری انگور سرخ فخری. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی. شماره ۴۳۸۹۸. ۴۴ص.
- ضیاءالحق، س.ح. ۱۳۹۹. اثر برخی از نمک‌ها در افزایش زمان نگهداری انگور سرخ فخری شاهرود در سردخانه. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۶(۶): ۱۰۱-۱۱۰.
- مرآتی‌فشی، ص.، ناطقی، ل.، زند، ن. ۱۳۹۶. بررسی امکان استفاده از اسانس کارواکول در پوشش صمغ دانهٔ قدومه شیرازی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی انگور در طول مدت ماندگاری. علوم و صنایع غذایی ایران، ۷۱(۱۴): ۱۲۱-۱۳۴.
- مظاهری تهرانی، م.، حبیبی، م. و ضیاءالحق، ح. ۱۳۸۴. اصول رعایت بهداشت در واحدهای صنایع غذایی. انتشارات مرز دانش. تهران.
- مرتضوی، ع.، کاشانی نژاد، م. و ضیاءالحق، ح. ۱۳۹۶. میکروبیولوژی مواد غذایی. چاپ دهم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ص. ۲۸۴ و ۲۸۸.

مرتضوی، ع. و ضیاءالحق، ح. ۱۳۹۳. میکروبیولوژی غذایی مدرن جلد اول. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ص. ۲۲۹ و ۲۳۲.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۶۸. آیین کار نگهداری انگور در سردخانه. چاپ اول. شماره ۲۸۴۷.

Admane, N., Genovese, F., Altieri, G., Tauriello, A., Trani, A., Gambacorta, G., Verrastro, V. and Renzo, G.C.D. 2018. Effect of ozone or carbon dioxide pre-treatment during long-term storage of organic table grapes with modified atmosphere packaging. *LWT*. 98: 170–178.

Biopack. 2021a. SO₂ pad for table grape. Available at: <https://www.biopac.com.au/so2-pad-table-grapes-lychees-matesa/>. Accessed: 19 Oct. 2021.

Biopack. 2021b. Modified atmosphere/ modified humidity technology. Available at: <https://www.biopac.com.au/so2-pad-table-grapes-lychees-matesa/>. Accessed: 19 Oct. 2021.

Bishop, D., Schaefer, J. and Beaudry, R. 2020. Industrial advances of CA/MA technologies: Innovative storage systems. In controlled and modified atmospheres for fresh and fresh-cut produce; Gil, M.I., Beaudry, R., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. 265-276.

Dawange, S.P., Dash, S.K., Bal, L.M. and Panda, M.K. 2016. Quality of minimally processed carrots in perforation-mediated modified atmosphere packaging (PM-MAP). *Journal of Food Measurement and Characterization* 10 (4):746–54.

Day, K. 2020. Vine School: Part 1–Common Vine-Training Systems. Available at: <https://www.winescholarguild.org/blog/vine-school-part-1-common-vine-training-systems>. Accessed: 19 Oct. 2021.

- De Simone, N., Pace, B., Grieco, F., Chimienti, M., Tyibilika, V., Santoro, V., Capozzi, V., Colelli, G., Spano G., and Russo, P. 2020. *Botrytis cinerea* and Table Grapes: A Review of the Main Physical, Chemical, and Bio-Based Control Treatments in Post-Harvest. *Foods*. 9: 1-24.
- Fakhouri, F.M., Martelli, S.M., Caon, T., Velasco, J.I. and Mei, L.H.I. 2015. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology*. 109: 57-64.
- Falagán, N. and Terry, L.A. 2018. Recent Advances in Controlled and Modified Atmosphere of Fresh Produce: Postharvest technologies to reduce food waste and maintain fresh produce quality. *Johnson Matthey Technology Review*. 62: 107-117.
- Faostat. 2019. Available at: www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Accessed: 20 July 2021.
- Feliziani, E., Romanazzi, G. and Smilanick, J.L. 2014. Application of low concentrations of ozone during the cold storage of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*. 93: 38-48.
- Ghuffar, S., Irshad, G., Naz, F., Rosli, H.B., Hyder, S., Mehmood, N., Zeshan, M.A., Raza, M.M., Mayer, C.G. and Gleason, M.L. 2018. First report of two *Penicillium* spp. causing post-harvest fruit rot of grapes in Pakistan. *Plant Disease*. 102(5): 1037.
- Ghuffar, S., Irshad, G., Ahmed, M.Z., Qadir, A., Anwaar, H.A., Zeshan, M.A., Asadullah, H. M., Abdullah, A. and Farooq, U. 2021. First report of *Aspergillus flavus* causing fruit rot of grapes in Pakistan. *Plant Disease*. 105:

- Kargwal, R., Garg, M.K., Singh, V.K., Garg, R. and Kumar, N. 2020. Principles of modified atmosphere packaging for shelf life extension of fruits and vegetables: An overview of storage conditions. *International Journal of Chemical Studies*. 8: 2245-2252
- Kim, D. and Seo, J. 2018. A review: Breathable films for packaging applications. *Trends in Food Science & Technology* 76:15-27.
- Miranda, I.B., Santos, I.E., Turco, S.H., Freitas, S.T.D., Faustino, A.C. and Lin, A.C. 2021. Precooling of table grapes on a commercial scale as function of packaging. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*. 25: 566-572.
- Sajid, A., Irshad, G., Naz, F., Ghuffar, S., Hassan, I., Mahmood, N., Rani, K. Manzoor, M.F., Meesam, A., Hamzah, A.M. and Karamt, M. Z. 2020. In vitro evaluation of plant essential oils against *Alternaria alternata* causing fruit rot of grapes. *Asian Journal Agriculture & Biology*. 8:168-173.
- Slam, R., Alam, M.S. and Saeed, P.A. 2020. Sanitization potential of ozone and its role in postharvest quality management of fruits and vegetables. *Food Engineering Review*. 12: 48-67.
- Snoden, A.L. 2010. A Colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables, v. 1. Manson Publishing Ltd. Pp. 255-267.
- General introduction and fruits
- TRJ Refrigeration INC. 2019. Forced air coolers. Available at: http://www.trj-inc.com/forced_Air_Cool.html. Accessed: 19 Oct. 2021.
- Vlassi, E., Vlachos, P. and Kornaros, M. 2018. Effect of ozonation on table grapes preservation in cold storage. *Journal Food Science Technology*. 55: 2031–2038.

- Wang, J., Zhu, Z., Moga, L.M., Hu, J. and Zhang, X. 2019. A holistic packaging efficiency evaluation method for loss prevention in fresh vegetable cold chain. *Sustainability*. 11: 3874. doi: 10.3390/su11143874.
- Wu, W. and Defraeye, T. 2018. Identifying heterogeneities in cooling and quality evolution for a pallet of packed fresh fruit by using virtual cold chains. *Applied Thermal Engineering*, 133: 407-417.