

روش های مهار جوانه زنی سیب زمینی در انبار

فرزاد گودرزی *

^۱ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: (Email: goodarzfzarad@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۸

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۹/۱/۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۱۶

چکیده

متوسط ضایعات پس از برداشت سیب زمینی ۱۸ تا ۲۵ درصد برآورد شده است. جوانه زنی عامل نیمی از این ضایعات است. کنترل جوانه زنی یک اقدام ضروری برای کاهش ضایعات و بهبود کیفیت و قابلیت انبارداری سیب زمینی است. نگهداری در دمای ۳ تا ۵ درجه سانتی گراد گرچه روش موثری برای کنترل محدود جوانه زنی سیب زمینی است، اما مشکلاتی مانند تبدیل نشاسته به قند در غده را ایجاد می کند و در سراسر زنجیره توزیع محصول قابل اجرا نیست. کلروپروپام یک ترکیب تجاری موثر برای مهار برگشت ناپذیر جوانه زنی است که کاربرد وسیعی در نگهداری غده های خوراکی دارد. مصرف این ترکیب در محصولات ارگانیک مجاز نیست. بنابراین جایگزین هایی برای آن معرفی شده است که طبیعی بوده و یا دارای محدودیت مصرف نباشد. اسانس های روغنی برخی گیاهان معطر مانند انواع روغن نعناع و میخک و آب اکسیژنه از این دسته اند. با مصرف مداوم و دوره های این ترکیبات در مقادیر مشخص می توان جوانه زنی سیب زمینی های بذری و خوراکی را به تاخیر انداخت. کاربرد این ترکیبات فرار به صورت بخور سرد و تبخیر فیتله ای اثربخشی بیشتری در مهار جوانه زنی دارد.

واژه های کلیدی: انبار، جوانه زنی، اسانس های روغنی، سیب زمینی، کلروپروپام

شود. زیرا پس از این زمان، متوقف کردن فعالیت جوانه در غده‌هایی که خواب آنها شکسته شده و شروع به جوانه‌زنی کرده‌اند غیر ممکن یا بسیار کم اثر خواهد بود (۶ و ۴). طول دوره خواب غده‌های سیب‌زمینی به نوع رقم و شرایط محل نگهداری (به ویژه دمای انبار) بستگی دارد (۸). شناخت تفاوت ارقام سیب‌زمینی از نظر طول دوره خواب و انتخاب دمای مناسب محل نگهداری محصول در تعیین دقیق زمان استفاده از ترکیبات کنترل‌کننده جوانه‌زنی اهمیت زیادی دارد. رقم‌هایی مانند آگریا و جیلی نسبت به سیب‌زمینی‌های دارای پوست قرمز و بسیاری از ارقام پوست سفید دیگر مانند مارفونا، و بامبا دوره خواب طولانی‌تر و ماندگاری بیشتری دارند (۱۱ و ۱).

یک روش موثر برای ایجاد تأخیر در جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی حفظ دمای محل ذخیره‌سازی در محدوده ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد است. دمای خنک می‌تواند با کند کردن شدت تنفس و طولانی‌تر کردن دوره خواب غده، فرصت عرضه محصول به بازار را افزایش دهد. البته این روش معایبی نیز دارد. نخست آنکه سیب‌زمینی پس از قرارگرفتن در یک محیط گرم مانند یک فروشگاه خرده‌فروشی یا منازل مصرف‌کنندگان می‌تواند به سرعت شروع به جوانه‌زدن کند. همچنین ذخیره سیب‌زمینی در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد باعث تسریع در تجزیه نشاسته و تبدیل شدن آن به قند های ساده مانند گلوکز می‌شود. غلظت‌های بالاتر گلوکز علاوه بر ایجاد مزه شیرین ناخوشایند در سیب‌زمینی، باعث تشدید واکنش‌های نامطلوب قهوه‌ای شدن در هنگام سرخ کردن و در نتیجه

جوانه‌زنی به‌تنهایی مسئول ایجاد حدود ۸ تا ۱۴ درصد از ضایعات وزنی سیب‌زمینی در انبارهای نگهداری است (۳ و ۱). جوانه‌زدن علاوه بر افزایش افت وزنی محصول، از گردش یکنواخت و مناسب هوا در توده انبارشده جلوگیری می‌کند. اختلال در جریان هوا اغلب منجر به افزایش دمای درونی توده سیب‌زمینی و در نهایت گسترش فعالیت آفات و بیماری‌های انباری در آن می‌شود (۱ و ۲). جوانه‌زدن هم‌چنین روند شکستن نشاسته به قندهای ساده را در سیب‌زمینی تسریع می‌کند.

افزایش قندهای ساده (مانند: گلوکز) باعث تیرگی رنگ محصولات سرخ‌شده در صنعت فراوری سیب‌زمینی می‌شود که از نظر مصرف‌کننده و سطح ارزش غذایی محصول تولیدشده، یک ویژگی نامطلوب است. در بازار خرده‌فروشی سیب‌زمینی نیز غده‌های جوانه‌زده از مقبولیت برخوردار نیستند. بر این اساس کنترل مؤثر و کاهش جوانه‌زنی، یک اقدام اساسی و ضروری در بهبود کیفیت انبارداری سیب‌زمینی است. عدم کنترل مناسب جوانه‌زنی، باعث کاهش قابل توجه کیفیت غده شده و از قابلیت نگهداری بلندمدت سیب‌زمینی می‌کاهد.

ضرورت و اهمیت

پس از پایان دوره خواب غده‌ها، فعالیت جوانه‌زنی آنها آغاز می‌شود. اقدامات لازم برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی باید قبل از شروع جوانه‌زنی غده به کار گرفته

طبیعی باشند دارای اهمیت فراوان است. مهمترین ترکیبات جایگزین کلروپروفام که کاربرد آنها در سطح گسترده آغاز شده است عبارتند از:

اسانس‌های روغنی

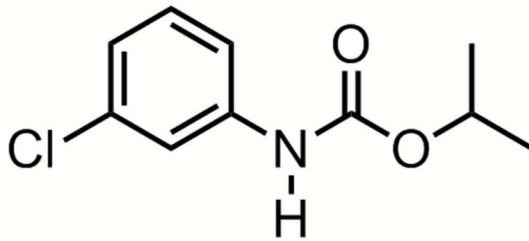
نتایج تحقیقات مختلف وجود چندین ترکیب از خانواده‌ی ترین‌ها را برای مهار موثر جوانه‌زنی سیب‌زمینی به اثبات رسانده است. همه این‌ها توسط سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) در گروه ترکیبات افزودنی "کاملاً ایمن" (GRAS) طبقه‌بندی شده‌اند و کاربرد آنها در مواد غذایی هیچ محدودیتی ندارد (۶ و ۲). انجمن ملی غذاهای ارگانیک آمریکا مصرف ترکیبات غیر صنعتی دسته‌بندی شده در گروه "کاملاً ایمن" (GRAS) را در غذاهای دارای برچسب ارگانیک مجاز اعلام کرده است (۳ و ۲). روغن برخی از گیاهان معطر و ادویه‌ها (اسانس‌های روغنی) که جوانه‌زدن سیب‌زمینی را به تاخیر انداخته و یا کاهش می‌دهند برای استفاده در محصولات ارگانیک مجازند. روغن انواع نعناع، گشنیز و روغن میخک از جمله آنها هستند. لازم به ذکر است که اسانس روغنی برخی گیاهان معطر مانند رازیانه یا اکالیپتوس اثر معکوسی بر جوانه‌های سیب‌زمینی داشته و آنها را تحریک به جوانه‌زنی زودتر از موعد می‌کنند (۶ و ۲).

پراکسید هیدروژن

پراکسید هیدروژن نیز مانند روغن‌های معطر مونوترپنی دارای خاصیت مهار جوانه‌زنی است. مصرف پراکسید هیدروژن نیز طبق استانداردهای انجمن غذاهای ارگانیک آمریکا در این نوع محصولات مجاز است (۷).

ایجاد رنگ تیره غیرقابل قبول در سیب‌زمینی سرخ شده می‌شود. بنابراین، انبارداری در دمای کمتر از ۶ درجه سانتی‌گراد برای سیب‌زمینی‌هایی که قرار است در صنایع فراوری مصرف شود مناسب نیست. نوسان دما در توده سیب‌زمینی ذخیره شده باعث تحریک شکستن خواب غده‌ها شده و تسریع جوانه‌زنی آنها می‌شود. به همین دلیل درجه‌ی حرارت محل ذخیره‌سازی باید تا حد امکان ثابت باشد (۵). در اواخر ماه بهمن، با اتمام دوره‌ی خواب سیب‌زمینی، تقریباً تمام محصول موجود در بازار در آستانه جوانه‌زنی است. بنابراین استفاده از یک ترکیب مهارکننده، تنها روش کاربردی برای کنترل و یا دست کم ایجاد تاخیر در جوانه‌زنی غده‌ها است. کلروپروفام (CIPC) یک ترکیب کلردار و متداولترین ترکیب مختل‌کننده جوانه‌زنی سیب‌زمینی است که از حدود ۴۰ سال گذشته در آمریکا و اروپا کاربرد تجاری وسیعی داشته است (۴). کلروپروفام با ایجاد اختلال در چرخه تقسیم سلولی مریستم انتهایی، جوانه‌زنی غده‌ها را به شکل برگشت ناپذیر متوقف می‌کند؛ به همین دلیل استفاده از کلروپروفام در نگهداری غده‌های بذری ممنوع است. طی یک دوره انبارداری یک نوبت استفاده از این ترکیب برای کنترل جوانه‌زنی و کاهش قابل توجه ضایعات ناشی از آن کافی است (۱۳).

با وجود اثر حتمی کلروپروفام در توقف کامل جوانه‌زنی، مصرف آن در محصولات ارگانیک یا محصولات صادراتی که استفاده از کلروپروفام در کشور مقصد مجاز شناخته نشده دارای محدودیت است. بنابراین شناخت و معرفی ترکیبات مهارکننده جوانه‌زنی که دارای منشاء



شکل ۱- فرمول شیمیایی و شکل فیزیکی پودر کلروپروفام

نتایج کاربردی :

به کارگیری صحیح نکات توصیه شده در این مقاله نتایج سودمند زیر را برای بهره‌بردار به دنبال دارد:

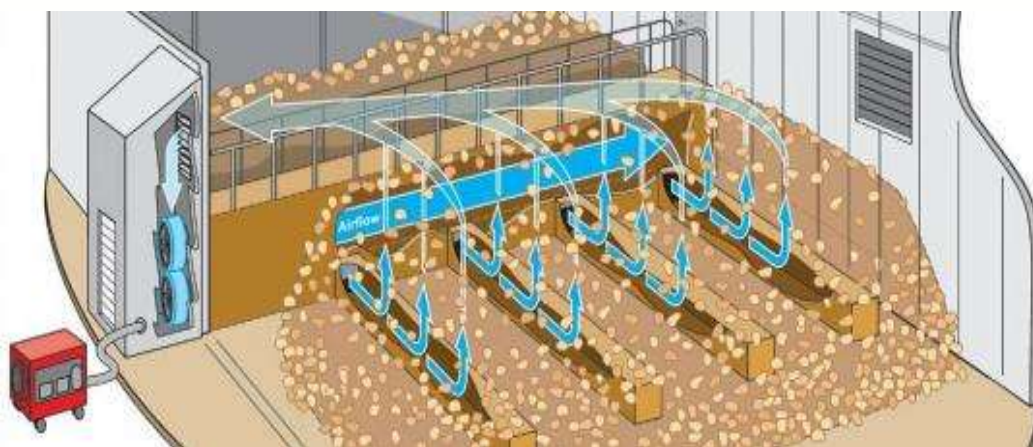
- مه‌پاش جوانه‌زنی در سیب زمینی‌های ارگانیک حداقل تا ۶ ماه پس از برداشت.
 - مه‌پاش جوانه‌زنی در سیب زمینی‌های ارگانیک حداقل تا ۶ ماه پس از برداشت
 - حذف باقیمانده ترکیبات شیمیایی مضر برای سلامتی مصرف‌کنندگان
 - کاهش ضایعات انبارداری سیب زمینی به میزان ۸ تا ۱۴ درصد
 - امکان استفاده از اسانس‌های روغنی و آب اکسیژنه برای نگهداری سیب زمینی‌های بذری (برخلاف کلروپروفام)
 - کاهش برخی آفات انباری علاوه بر مه‌پاش جوانه‌زنی با مصرف مکرر اسانس‌های روغنی در انبار
- عدم محدودیت برای رعایت فاصله زمانی بین زمان استفاده از ترکیبات طبیعی مه‌پاش‌کننده جوانه‌زنی و مصرف غده‌های سیب زمینی

دستورالعمل کاربردی:

روش‌های کاربرد ترکیبات از بین برنده یا مه‌پاش‌کننده جوانه‌زنی بسته به نوع آنها متفاوت است. کلروپروفام معمولاً به شکل گاز گرم با دمای 280 ± 30 درجه سانتی‌گراد حاوی ذرات ریز معلق در انبار تزریق می‌شود و از طریق سیستم تهویه هوای انبار به شکل یکنواخت در کل فضا منتشر می‌شود تا همه غده‌ها به صورت یکنواخت در تماس با این ذرات قرار گیرند. مراحل گام به گام کاربرد کلروپروفام در انبار در جدول ۱ آورده شده است (۱، ۴ و ۸). باید توجه شود که دستورالعمل استفاده از کلروپروفام با روش انتشار اسانس‌های فرار، به دلیل تفاوت ماهیت این دو ماده متفاوت است. اکثر ترکیبات طبیعی جایگزین کلروپروفام واقعاً "ناپودکننده جوانه‌زنی" نیستند زیرا اختلالی در چرخه تقسیم سلولی یا دیگر فرایندهای بیولوژیکی جوانه ایجاد نمی‌کنند. صحیح‌تر آن است که روغن‌های معطر فرار و پراکسید هیدروژن به‌عنوان کنترل‌کننده جوانه شناخته شوند؛ زیرا این ترکیبات تنها

این ترکیبات فرار در هوای انبار، همواره امکان رشد جوانه‌های سیب‌زمینی وجود خواهد داشت. بنابراین کاربرد اسانس‌های روغنی در کنترل جوانه‌زنی هنگامی با اثربخشی قابل قبول همراه خواهد بود که غلظت آن‌ها در فضای انبار در سطح بالایی حفظ شود. برای این منظور، ضروری است که انتشار آن‌ها در فضای انبار سیب‌زمینی در قالب برنامه‌هایی با فواصل منظم تا پایان دوره ذخیره‌سازی تکرار شود (۲).

در غلظت‌های بالا و به‌شکل فیزیکی، رشد جوانه‌های سیب‌زمینی را به‌شکل برگشت‌پذیر مختل می‌کنند و به ساختار بیوشیمیایی جوانه آسیب نمی‌زنند (۶). به‌دلیل فرار بودن زیاد، باقیمانده این ترکیبات در غده‌های سیب‌زمینی اندک و یا قابل صرف‌نظر (نزدیک صفر) خواهد بود. پس برخلاف اثر دائمی کلروپروپام، قدرت جوانه‌زنی غده‌هایی که در معرض روغن‌های معطر فرار و پراکسید هیدروژن قرار داشته‌اند، برگشت‌پذیر است (۹). به‌دلیل کاهش غلظت



شکل ۲- نمایی از یک سیستم تهویه مناسب برای به‌کارگیری کلروپروپام در انبار

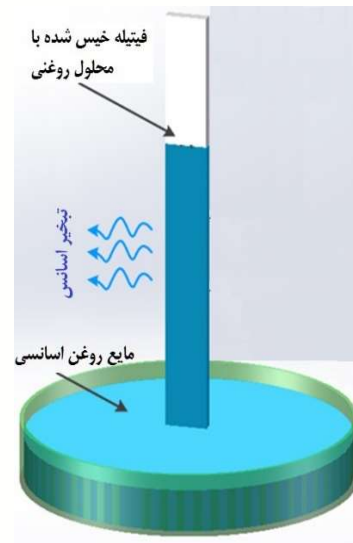
جدول ۱- خلاصه مراحل به‌کارگیری کلروپروپام در انبار سیب‌زمینی خوراکی

مرحله	اقدامات لازم
۱	تهیه کلروپروپام و توجه به تاریخ تولید و انقضاء آن
۲	بازبینی تأسیسات هوادهی انبار و بازسازی و تعمیر آن در صورت نیاز
۳	ورود محصول به انبار
۴	سپری کردن دوره التیام‌دهی (۲ تا ۳ هفته)
۵	تهویه هوای انبار و اطمینان از یکنواخت بودن جریان هوا در سراسر انبار
۶	کاهش سطح مقطع دریچه‌های کانال‌های هوادهی و تنظیم سرعت گردش هوا در کانال‌ها به‌میزان ۲ تا ۴ متر در ثانیه
۷	تنظیم دمای هوای انبار بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد
۸	انتشار ۴۰ گرم CIPC خالص به ازای هر تن محصول موجود در انبار
۹	فعالیت تهویه‌ها به‌مدت حدود ۴ ساعت بدون جایگزینی با هوای تازه تا زمان شفاف‌شدن و برطرف شدن کدورت هوای انبار
۱۰	عدم جایگزینی هوای انبار با هوای تازه بیرون حداقل تا ۱ هفته
۱۱	اجرای برنامه عادی تهویه هوای انبار

نخی) مستقر و در مجاورت دمنده‌های سیستم گردش هوای انبار قرار می‌گیرد تا از طریق جابجایی هوا به شکل یکنواخت در کل فضای انبار منتشر شود. کاربرد مؤثرترین اسانس‌های روغنی برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی به‌روش زیر توصیه می‌شود:



ایجاد ذرات معلق در هوای با دمای معمول انبار (مشابه روش مه‌پاش یا بخور سرد) و یا تبخیر فیتیله‌ای (شکل ۳)، روش‌های بهتری برای کاربرد اسانس‌های روغنی فرار هستند (۷). در تبخیر فیتیله‌ای یا تبخیر اجباری، روغن فرار اشباع روی یک ماده جاذب (مانند فیتیله‌های متخلخل



شکل ۳- نحوه کارکرد روش تبخیر فیتیله‌ای برای انتشار اسانس‌های روغنی فرار در محیط

روغن و استقرار آن‌ها در محلی که در مسیر جریان گردش هوای انبار باشد، میسر است. این کار سطح اشباع وسیعی را برای تسریع در انتشار اسانس فرار در سراسر توده ذخیره‌شده، ایجاد می‌کند. توجه شود که غلظت روغن نعناع در هوای انبار همواره در سطح بالایی باشد تا بتواند به شکل مؤثری از رشد جوانه‌ها جلوگیری کند. برای این منظور، انتشار روغن نعناع در فاصله‌های زمانی حداکثر یک‌ماهه و ترجیحاً هر دو یا سه هفته یکبار در فضای انبار توصیه می‌شود. مقدار توصیه‌شده برای مصرف در جدول ۲ آورده شده است. در هر حال مصرف ۹۰ الی ۹۵ گرم روغن نعناع در هر ماه به ازای هر تن سیب‌زمینی کافی است (۲، ۳ و ۷).

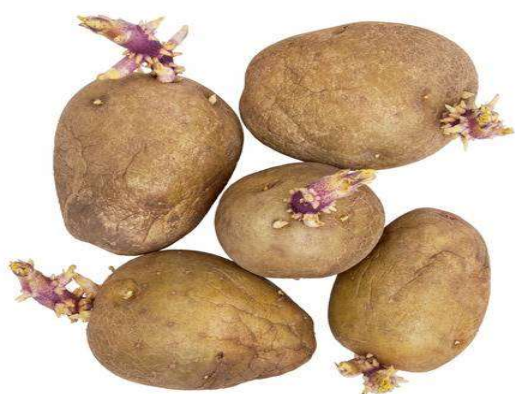
روغن نعناع

روغن انواع نعناع‌ها به شکل مؤثری، جوانه‌زنی سیب‌زمینی را در انبارهای ذخیره‌سازی مهار می‌کند. استفاده از روغن نعناع به‌روش تبخیر فیتیله‌ای نسبت به روش ایجاد ذرات ریز معلق سرد یا گرم، جوانه‌زنی را بهتر کنترل می‌کند. روش تبخیر فیتیله‌ای با وجود سطح ساده فناوری، به‌خوبی عمل می‌کند. اجرای آن به‌سادگی قرار دادن یک قطعه کاغذ خشک‌کن آغشته به روغن نعناع در جعبه سیب‌زمینی است (۳ و ۶). برای سیب‌زمینی‌هایی که به شکل فله‌ای انبار شده‌اند، انتشار یکنواخت روغن فرار در فضای انبار با قراردادن فیتیله‌های متخلخل نخی در مخزن

جدول ۲- مقدار مصرف روغن اسانس نعناع لازم برای کنترل جوانه زنی سیب زمینی در انبار

مصرف وزنی روغن (گرم) به ازای هر تن سیب زمینی	مقدار مصرف (ppm)	دوره زمانی مصرف
۹۵-۹۰	۱۰۰	۳۰ روز یکبار
۴۷-۴۵	۵۰	۱۴ روز (دو هفته) یکبار
۷۰-۶۷	۷۵	۲۱ روز (۳ هفته) یکبار
۳/۵- ۳/۸	۴	روزانه

می‌شود که تکرار برنامه انتشار اسانس‌های روغنی برای کنترل مؤثر و بلندمدت جوانه‌زنی لازم است. شکل ۴ غده‌های سیب‌زمینی را نشان می‌دهد که به‌علت تنها یک نوبت دریافت روغن نعناع، جوانه‌زنی آن‌ها به‌خوبی کنترل نشده و پس از مدتی جوانه‌زنی آن‌ها آغاز شده است.



در انبارهای بزرگ سیب‌زمینی پس از انتشار روغن به‌مدت دو روز، اجتناب از تعویض هوای انبار با هوای تازه بیرون ضروری است. هم‌چنین لازم است برای انتشار یکنواخت روغن اسانس در کل فضا، هوای درون انبار به‌کمک سیستم تهویه داخلی به گردش درآید (۶). تأکید



شکل ۴- وضعیت جوانه‌زنی در غده‌های سیب‌زمینی ۵ ماه پس از شروع انبارداری
تصویر سمت راست: دریافت ۴ نوبت و تصویر سمت چپ: دریافت یک نوبت اسانس روغنی به‌روش تبخیر فیتیل‌های

روغن میخک

روغن میخک نیز برای استفاده در نگهداری سیب‌زمینی‌های ارگانیک مجاز است. از سال ۲۰۱۲ یک محصول کنترل‌کننده جوانه‌زنی بر پایه روغن میخک با نام تجاری BioX-A در بازار آمریکا عرضه شده است (۳). این محصول در صورت استفاده در فواصل زمانی منظم،

همه انواع روغن نعناع به یک اندازه در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی مؤثر هستند. روغن نعناع فلفلی به‌علت باقیمانده بوی ناچیز، مشکلات چندانی را در آشپزی ایجاد نمی‌کند اما سایر انواع روغن نعناع، اندکی بوی تندی در سطح سیب‌زمینی به‌جای می‌گذارند؛ هر چند در طعم، مزه یا رنگ غده‌های پوست‌گیری‌شده و محصولات تهیه‌شده از آن‌ها تغییری احساس نمی‌شود (۳).

ارقام توصیه شده برای مقدار و دفعات مصرف روغن میخک، مشابه نعنای است. با این تفاوت که برای بهترین اثر مهارکنندگی جوانه زنی، توصیه می شود در اولین نوبت مصرف از ۵۰ گرم روغن میخک به ازای هر تن سیب زمینی استفاده شود (۲ و ۷).

جوانه زنی سیب زمینی را به خوبی کنترل می کند. روش انتشار فیتیله ای برای روغن میخک توصیه نمی شود. اثر ضد جوانه زنی روغن میخک هنگامی که به شکل اسپری گرم با دمای 43 ± 3 درجه سانتی گراد منتشر می شود، بیشتر است.

توجه:

هنگام استفاده از روغن فرار گیاهان معطر احتیاط شود زیرا این نوع روغن ها، خورنده هستند و در صورت تماس مستقیم با فلز و پلاستیک، ممکن است به آن ها آسیب بزنند. همچنین باید از تماس پوست با این روغن ها اجتناب شود (۶).

برنامه زمانی کاربرد ترکیبات کنترل کننده جوانه زنی

اثر بخشی ترکیبات مهارکننده جوانه زنی به شدت تحت تأثیر زمان کاربرد آن ها قرار دارد. بهترین زمان استفاده از کلروپروپام برای همه ارقام سیب زمینی در محدوده هفته های سوم تا چهارم پس از برداشت است (۱۰ و ۱۱). در مورد سایر ترکیبات جایگزین کنترل کننده جوانه زنی شامل: اسانس های روغنی و آب اکسیژنه، زمان دقیق کاربرد از حساسیت بیشتری برخوردار است. به دلیل تفاوت طول دوره خواب و زمان شروع جوانه زنی ارقام مختلف سیب زمینی، نمی توان تاریخ یکسانی را برای شروع استفاده از اسانس های روغنی یا آب اکسیژنه در انبارهای سیب زمینی اعلام کرد. بهترین زمان استفاده از این ترکیبات هنگامی است که خواب غده ها در حال شکسته شدن است.

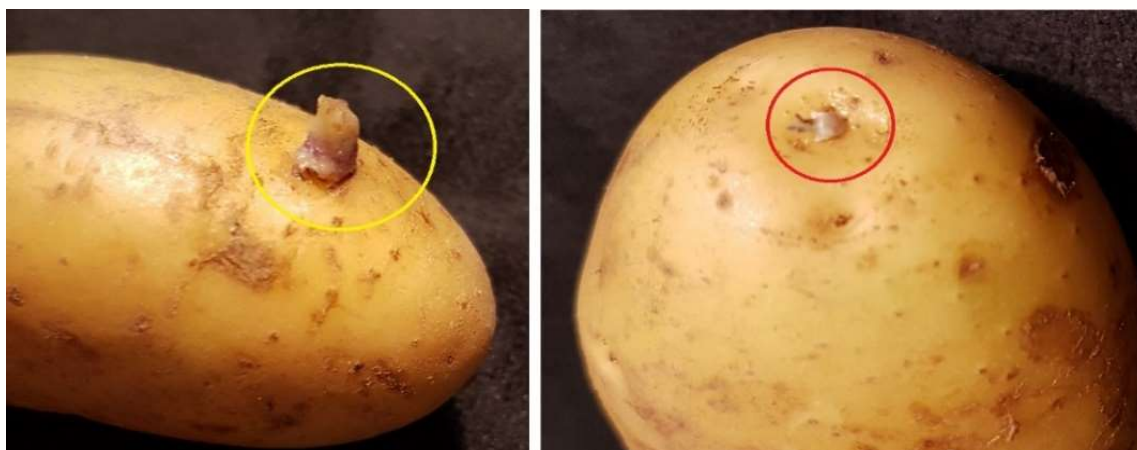
آب اکسیژنه

در حال حاضر استفاده از پراکسید هیدروژن (آب اکسیژنه) در نگهداری سیب زمینی ارگانیک، مجاز است. با این حال، برخی از آب اکسیژنه های تولیدی، حاوی ناخالصی ها یا ترکیبات جانبی هستند که مصرف آن ها در محصولات ارگانیک مجاز نیست (۷). بنابراین هنگام تهیه آب اکسیژنه، لازم است به ناخالصی ها و سایر جزئیات مندرج در شناسنامه محصول توجه شود.

آب اکسیژنه در انبارهای سیب زمینی با استفاده از سیستم های رطوبت ساز (مه پاش) و در دمای 5 ± 3 درجه سانتی گراد به کار گرفته می شود. آب اکسیژنه نیز مانند روغن گیاهان معطر با ایجاد آسیب فیزیکی در ساختار جوانه و یا سوزاندن آن، از رشد جوانه ها جلوگیری می کند. همانند اسانس های روغنی، تکرار استفاده از آب اکسیژنه در فواصل زمانی ۲ تا ۳ هفته ای برای مهار جوانه زدن ضروری است (۷).

با توجه به مقادیر توصیه شده برای استفاده هر یک از ترکیبات کنترل کننده جوانه زنی نام برده شده، هزینه پیش بینی شده برای اجرای این عملیات به ازای هر تن سیب زمینی به شرح جدول ۳ برآورد شده است. بدیهی است با در نظر گرفتن ۸ تا ۱۰ درصد کاهش ضایعات سیب زمینی در انبار که از مصرف درست هر یک از این ترکیبات حاصل می شود، به کارگیری هر یک از ترکیبات مذکور کماکان دارای صرفه اقتصادی خواهد بود.

به دلیل ماهیت عملکردی روغن های اسانسی و آب اکسیژنه (که از راه تخریب فیزیکی جوانه ها عمل می کنند)، توصیه می شود کاربرد این ترکیبات در انبارهای نگهداری از زمان مشاهده اولین علائم نیش زدن جوانه ها (هنگامی که طول جوانه ها کمتر از ۲ میلی متر است) آغاز شود (شکل ۵). در این هنگام کاربرد اسانس ها یا آب اکسیژنه باید به سرعت و بدون تأخیر صورت گیرد. تأخیر در زمان استفاده از این ترکیبات، مهار ناموفق جوانه زنی را به دنبال دارد (۲، ۳ و ۸).



شکل ۵- تصویر راست: با ظهور اولین علائم نیش زدن جوانه ها کاربرد ترکیبات مهار جوانه زنی بدون تأخیر آغاز شود تصویر چپ: رسیدن طول جوانه به بیش از ۵ میلی متر نشانگر تأخیر در کاربرد ترکیبات مهار کننده جوانه زنی است

جدول ۳- برآورد اقتصادی کاربرد ترکیبات کنترل کننده جوانه زنی در انبار

نام ترکیب	هزینه کاربرد به ازای هر ۱۰ تن سیب زمینی (میلیون ریال)	متوسط سود (+) یا زیان (-) خالص با احتساب ارزش محصول حفظ شده از ضایعات (میلیون ریال)
کلروپروفام	۵	+۱۵
روغن نعناء	۹	+۱۱
روغن میخک	۱۰	+۱۰
آب اکسیژنه	۷	+۱۳

* در این برآورد، قیمت هر کیلوگرم سیب زمینی ۲۰۰۰۰ ریال و بدون لحاظ ارزش افزوده ناشی از برحسب محصول ارگانیک، محاسبه شده است.

آثار جانبی

موارد مشابهی نیز در مورد اثر روغن اسانس نعناع در کاهش برخی بیماری‌های قارچی سیب‌زمینی گزارش شده است (۱۲). در پایان لازم به یادآوری است که تولیدکنندگان محصولات ارگانیک باید قبل از استفاده از هر ترکیب مهارکننده جوانه‌زنی از طریق تماس با آژانس‌های صدور گواهینامه ارگانیک و بررسی استانداردهای ملی، از مجاز بودن کاربرد این ترکیبات اطمینان حاصل نمایند.

استفاده از روغن میخک، روغن نعناع و آب اکسیژنه علاوه بر مهار جوانه‌زنی دارای ویژگی‌های مفید دیگری مانند: کاهش آفات انباری است. اگر چه کاهش تعداد آفات انباری الزاماً منجر به کاهش بیماری در فضای انبار نمی‌شود، استفاده مکرر از روغن میخک در کنار مهار جوانه‌زنی سیب‌زمینی، میزان شیوع و شدت بیماری قارچی لکه نقره‌ای را روی پوست غده‌ها کاهش می‌دهد.

منابع:

- 7- Kleinkop, G.E., Oberg, N.A. and Olsen, N.L. 2003. Sprout Inhibition in Storage: Current Status, New Chemistries and Natural Compounds. American Journal of Potato Research, 80:317-327.
- 8- Lewis, M. D., Thornton, M.K. and Kleinkopf, G.E. 2003. Commercial Application of CIPC Sprout Inhibitor to Storage Potatoes. Cooperative Extension System, Agricultural Experiment Station, University of Idaho.
- 9- McGowan, G., Duncan, H., Briddon, A., Cunningham, A., Jina, A. and Saunders, S. 2009. Evaluation of the impact of modified storage practices on sprout suppression. Agriculture & Horticulture Development Board (AHDB), UK.
- 10- Mehta, A., Singh, B., Ezekiel, R. and Kumar, D. 2010. Effect of CIPC on Sprout Inhibition and Processing Quality of Potatoes Stored Under Traditional Storage Systems in India. Potato Research, 53(1):1-15.
- 11- Park, L., Duncan, H., Briddon, A., Jina, A., Cunningham, A. and Saunders, S. 2010. Review and development of the CIPC application process and evaluation of environmental issues. AHDB-Potato Council.
- 12- Slininger, P.J., Schisler, D.A. and Burkhead, K.D. 2003. Postharvest biological control of potato sprouting by fusarium dry rot suppressive bacteria. Biocontrol Science Technology, 3 (5):477-494.
- 13- Storey, M., Green, N. and Cunningham, A. 2008. CIPC stewardship action plan. British Potato Council Ltd. Available at: www.potato.org.uk.
- ۱- گودرزی، ف. ۱۳۹۵. اثر مقدار و زمان مصرف کلروپروپام بر ویژگی‌های کیفی و باقی‌مانده آن در سیب‌زمینی طی انبارداری. گزارش نهایی شماره ۴۹۲۸۵. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ۲- گودرزی، ف. ۱۳۹۵. تاثیر عصاره برخی گیاهان معطر مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری بر کنترل جوانه زنی سیب‌زمینی. گزارش نهایی شماره ۵۰۴۵۵. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ۳- گودرزی، ف. و کلوندی، ر. ۱۳۹۷. مقایسه کارایی عصاره نعناع فلفلی و کلروپروپام در کنترل جوانه زنی سیب زمینی در انبار. مجله تولیدات گیاهی دانشگاه چمران اهواز: جلد ۴۱، شماره ۳. دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.
- 4- AHDB. 2015. Best Practice Guidelines for the use of CIPC. Report Number: TN05. Agriculture & Horticulture Development Board, UK.
- 5- Briddon, A. and Bill, D. 2016. Development of CIPC best practice recommendations for low-temperature box stores to minimise risk of exceeding the Maximum Residue Level. Report Number: S463. Agriculture & Horticulture Development Board (AHDB), UK.
- 6- Coleman, W. K., Lonergan, G. and Silk, P. 2001. Potato Sprout Growth Suppression by Menthone and, Volatile Oil Components of Minthostachys, Satureja, Bystropogon, and Mentha Species. Amer J of Potato Res, 78:345-354.