

کاهش مصرف کلروپروفام در انبار سیب زمینی با استفاده از روش تقسیط دو مرحله‌ای

فرزاد گودرزی^{۱*}

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

* آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول: goodarzfazrad@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸

چکیده

سیب زمینی یک محصول زراعی مهم و اقتصادی به شمار می‌رود که ذخیره‌سازی بلندمدت آن برای تنظیم بازار تا برداشت دوره بعد ضروری است. تقریباً ۳۰ درصد محصول تولیدی کشور طی دوره نگهداری بلندمدت از بین می‌رود که جوانه زدن یکی از دلایل آن است. کلروپروفام یک ماده شیمیایی کلردار مؤثر در کاهش یا کنترل جوانه‌زنی سیب زمینی است که کاربرد آن رو به گسترش است. مصرف این ماده شیمیایی می‌بایست به شکلی باشد تا علاوه بر اثربخشی مورد نظر، باقی‌مانده آن در محصول هنگام مصرف در سطح مجاز یعنی کمتر از ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم سیب زمینی باشد. زمان و دوز مصرف نامناسب کلروپروفام می‌تواند مشکلاتی را در کیفیت محصول ایجاد کند. اصلاح الگوی مصرف کلروپروفام با کاهش مصرف کلروپروفام تا ۸۵ درصد مقدار پایه (معادل یک کیلوگرم کلروپروفام خالص به ازای هر تن سیب زمینی به جای ۱/۲ کیلوگرم) به شکل تقسیط دو مرحله‌ای (۷۵ درصد مقدار کلروپروفام مورد نیاز در مرحله اول و ۲۵ درصد در مرحله دوم)، امکان کاهش ۱۰ تا ۱۴ درصدی مصرف کل آن را امکان‌پذیر می‌کند. این شیوه مصرف کلروپروفام سبب می‌شود که مقدار باقی‌مانده آن در بافت سیب زمینی طی مدت ۴۲ روز پس از مصرف نوبت دوم، به ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم یعنی کمتر از آستانه مجاز آن کاهش یابد.

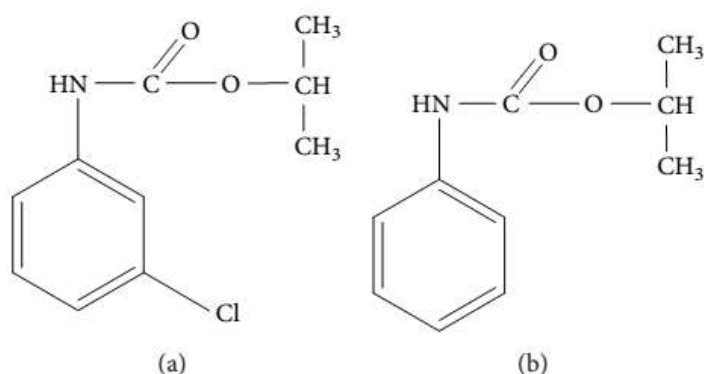
واژگان کلیدی: دوز مصرف، انبارداری، جوانه‌زنی، سیب زمینی، کلروپروفام

بیان مساله

جوانه زنی در کنار فسادهای میکروبی یکی از علل مهم ضایعات سیب زمینی در دوره انبارداری است که کاهش بازارپسندی، کاهش وزن شدید و افت کیفیت غده های انبارشده را در پی دارد (۱). با احتساب حدود پنج میلیون تن تولید سالانه سیب زمینی، میزان وزنی ضایعات این محصول به حدود یک میلیون تن و ارزش ریالی محصول تلف شده مطابق قیمت های سال ۱۴۰۰ به ۵۰,۰۰۰ میلیارد ریال بالغ خواهد شد. براساس سند برنامه پنج ساله ششم توسعه کشور، در پایان این برنامه باید میزان ضایعات محصول سیب زمینی کشور از حدود ۲۲ درصد فعلی به حدود ۱۰ درصد کاهش یابد. کنترل مؤثر جوانه زنی غده های سیب زمینی در مرحله پس از برداشت، می تواند تلفات این محصول را بین ۱۲ تا ۱۴ درصد کاهش دهد (۱). بیش از ۵۰ سال است که از معرفی کلروپروپام (شکل ۱) به عنوان یک ماده شیمیایی مؤثر، مجاز و ارزان در کنترل جوانه زنی سیب زمینی خوراکی سپری شده است (۷). در اروپا و آمریکا بیش از نیمی از سیب زمینی تولیدی با این روش نگهداری می شود (۲). البته کاربرد کلروپروپام می بایست در زمان مناسب و با کمترین مقدار صورت گیرد تا در هنگام مصرف، میزان باقیمانده آن در سیب زمینی در سطح مجاز قرار داشته باشد. اتحادیه اروپا و سازمان غذا و داروی آمریکا آستانه مجاز باقیمانده کلروپروپام در سیب زمینی را به ترتیب ۱۰ و ۱۸

میلی گرم بر کیلوگرم در وزن تر غده تعیین کرده اند (۴ و ۵). بیشترین مقدار مجاز برای جذب روزانه کلروپروپام در انسان از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا ۰/۰۶ و سازمان غذا و داروی اتحادیه اروپا برابر ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام شده است (۵).

زمان و دوز مصرف نامناسب کلروپروپام می تواند ناهنجاری هایی مانند: سیاه شدن بافت و تولید جوانه های داخلی (شکل ۲) را در غده ایجاد کند (۸). کاربرد کلروپروپام در انبارهای سیب زمینی خوراکی که در آن ها سامانه های تهویه مناسب تعبیه نشده باشد، باعث پراکندگی غیریکنواخت گاز در لابلائی توده سیب زمینی و در نتیجه کاهش شدید اثربخشی کلروپروپام خواهد شد. حاصل چنین وضعیتی آن خواهد بود که نقاطی از محموله انبارشده که مقادیر گاز کم تر از حد لازم برای کنترل جوانه زنی را دریافت کرده اند، دچار جوانه زنی زودهنگام می شوند (۶). برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی، انبارداران به استفاده از مقادیر اضافی کلروپروپام روی می آورند. این مسئله علاوه بر افزایش هزینه، مشکل بزرگ تر بالا رفتن غیر مجاز مقدار باقی مانده کلروپروپام در غده سیب زمینی را ایجاد می کند، بدون آنکه تأثیری در حل مشکل جوانه زنی سیب زمینی داشته باشد (۱).



شکل ۱- فرم و ساختار شیمیایی پودر کلروپروپام (a) و (b)



شکل ۲- جوانه‌زنی داخلی در سیب‌زمینی ناشی از کاربرد غیر اصولی کلروپروپام در انبار

معرفی راهکار

مصرف کلروپروپام تا ۸۵ درصد مقدار معمول (معادل یک کیلوگرم کلروپروپام خالص به ازای هر تن سیب‌زمینی به جای ۱/۲ کیلوگرم) و به‌کارگیری آن به شکل تقسیط دو مرحله‌ای (شامل: ۷۵۰ گرم در مرحله اول و ۲۵۰ گرم در مرحله دوم به ازای هر تن سیب‌زمینی انبارشده) امکان‌پذیر خواهد بود (شکل‌های ۳ و ۴) بدون آن‌که از قدرت کنترل جوانه‌زنی کلروپروپام کاسته شود (۱ و ۳).

به جای افزایش مصرف کلروپروپام در انبارهای سیب‌زمینی خوراکی به‌صورت یک مرحله‌ای، راه حل جایگزین آن است که کم‌ترین مقدار مؤثر کلروپروپام به‌صورت تقسیط دو مرحله‌ای به‌کار گرفته شود. پس از انتشار کلروپروپام در انبار، هوای درون انبار به کمک یک سامانه تهویه فراگیر و با سرعت پائین، برای مدتی در لابلای توده محصول گردش داده شود. اجرای این عملیات باعث بهبود یکنواختی توزیع کلروپروپام در سراسر انبار می‌شود (۱). به این ترتیب کاهش



شکل ۳- وضعیت جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی بدون مصرف کلروپروپام پس از ۶ ماه نگهداری



شکل ۴- وضعیت جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی با دریافت ۸۵٪ کلروپروفام پایه و تقسیط دو مرحله‌ای ۷۵ و ۲۵ درصد، پس از ۶ ماه نگهداری

۸- در مرحله اول و طی ۳ تا ۴ هفته اول دوره انبارداری، ۷۵ درصد کلروپروفام (معادل ۷۵۰ گرم کلروپروفام خالص به ازای هر تن سیب‌زمینی انبارشده) به صورت تدخینی (دود) به هوای انبار تزریق شود. کلیه منافذ انبار مسدود شود تا امکان خروج گاز کلروپروفام از انبار میسر نباشد.

۹- فعالیت تهویه‌ها به مدت حدود ۴ تا ۶ ساعت و بدون جایگزینی با هوای تازه ادامه داشته باشد. لازم است این کار تا زمان برطرف شدن کدورت هوای انبار ادامه یابد (شکل ۵).

۱۰- عدم جایگزینی هوای انبار با هوای تازه بیرون کمینه تا یک هفته بعد از کاربرد مرحله اول کلروپروفام رعایت شود.

۱۱- پس از این مدت، برنامه عادی تهویه هوای انبار اجرا شود.

۱۲- باقی‌مانده کلروپروفام مورد نیاز (معادل ۲۵۰ گرم به ازای هر تن سیب‌زمینی انبارشده)، ۳ تا ۴ هفته پس از مصرف مرحله اول کلروپروفام به شرح ذکرشده در مراحل ۲ تا ۱۰ به کارگرفته شود.

اجرای صحیح و گام به گام کاربرد کلروپروفام به شکل دو مرحله‌ای شامل مراحل زیر است (۱، ۲ و ۴):

۱- انبار سیب‌زمینی خوراکی پس از استقرار محصول در آن و سپری شدن دوره التیام‌دهی، آماده تزریق کلروپروفام شود.

۲- از تبادل ناخواسته هوا بین داخل و خارج انبار، اطمینان حاصل شود (هوای انبار خارج نشود یا هوای تازه وارد انبار نشود).

۳- کلروپروفام مورد استفاده از نظر درجه خلوص، تاریخ تولید و انقضاء بررسی شود.

۴- سلامت عملکرد سامانه تهویه انبار و یکنواختی جریان هوا در انبار بررسی شود.

۵- دمای انبار در محدود ۱۲ تا ۱۵ درجه تنظیم شود.

۶- سطح مقطع دریچه‌های تهویه هوا تا ۵۰ درصد مسدود شود. سرعت جریان هوا با به کارگیری کمینه نیمی از دمنده‌های انبار در دامنه ۲ تا ۴ متر در ثانیه تنظیم شود.

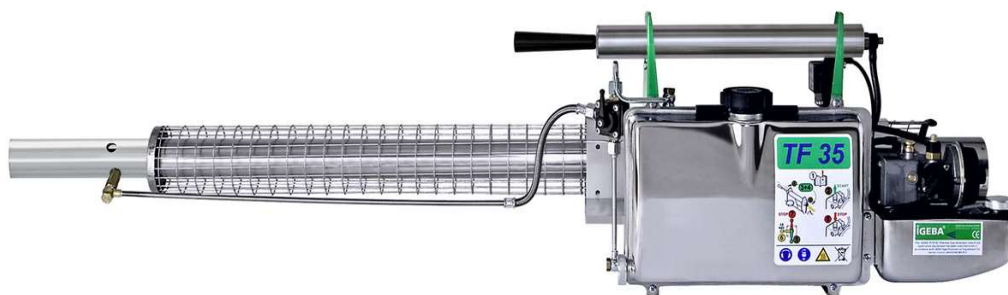
۷- ۸۵ درصد مقدار کلروپروفام پایه (معادل یک کیلوگرم کلروپروفام خالص به ازای هر تن سیب‌زمینی) تهیه و آماده شود.

بهتر است قبل از تزریق نوبت دوم گاز کلروپروپان در انبار، دمای هوای داخل انبار به کمک سامانه گرم‌کننده یا تعویض هوای انبار با هوای تازه و گرم بیرون به محدوده دمای ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد برسد.

۱۵- استفاده از شکل گازی کلروپروپان مشروط به آن‌که دمای شعله دستگاه تولید گاز کلروپروپان (شکل ۶) کم‌تر از ۳۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، به کاهش باقی‌مانده کلروپروپان در محصول کمک زیادی می‌کند. این در حالی است که به‌کارگیری شکل پودری آن، بیش‌ترین باقی‌مانده کلروپروپان را در محصول انبارشده بر جای می‌گذارد.

۱۳- توجه شود که بین زمان کاربرد مرحله دوم کلروپروپان و خروج محصول از انبار به مقصد بازارهای مصرف، باید کمینه ۵۰ روز فاصله وجود داشته باشد. پس از این مدت، باقی‌مانده کلروپروپان در بافت سیب‌زمینی به کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (آستانه مجاز سازمان‌های غذا و داروی اتحادیه اروپا) و پس از ۸۰ روز به پائین‌تر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم تنزل خواهد کرد.

۱۴- از آنجا که ممکن است هنگام استفاده نوبت دوم کلروپروپان، دمای انبار پائین‌تر از محدوده ۱۲ تا ۱۵ درجه (دمای توصیه‌شده برای کاربرد کلروپروپان) باشد،



شکل ۶- دستگاه قابل حمل تولید و تزریق گاز کلروپروپان در انبار

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

- ✓ کاهش کمینه ۸ تا ۱۰ درصدی ضایعات محصول انبارشده که در اثر کنترل جوانه‌زنی و کاهش پلاسیدگی سیب‌زمینی طی دوره انبارداری حاصل می‌شود.
- ✓ پوست‌گیری سیب‌زمینی بیش از ۹۰٪ باقی‌مانده کلروپروپان را از محصول حذف می‌کند. شستشوی کامل، کاهش تنها ۲۵ درصدی باقی‌مانده کلروپروپان را در پی دارد.
- ✓ در صورت اجرای دقیق دستورالعمل نحوه و مقدار مصرف کلروپروپان در انبار، مقدار باقی‌مانده کلروپروپان در سیب‌زمینی پس از دوره انبارداری بین ۲ تا ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم (کم‌تر از آستانه مجاز ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) خواهد بود.

- به‌کارگیری شیوه توصیه‌شده برای کاربرد دو مرحله‌ای کلروپروپان، نتایج سودمند زیر را برای بهره‌بردار به‌دنبال دارد (۲، ۳ و ۵):
- ✓ کاهش ۱۰ تا ۱۴ درصدی مقدار کلروپروپان مورد نیاز برای کنترل مؤثر جوانه‌زنی سیب‌زمینی خوراکی در انبار.
- ✓ افزایش اطمینان از کاهش باقی‌مانده کلروپروپان در سیب‌زمینی به کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم.
- ✓ کاهش ۱۲ تا ۱۵ روزه زمان انتظار برای خروج محصول از انبار پس از کاربرد دو مرحله‌ای کلروپروپان.

فهرست منابع:

- 6- 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.
- 7- Lentza-Rizoc, C. and Balokas A. 2001. Residue Levels of Chlorpropham in Individual Tubers and Composite Samples of Postharvest-Treated Potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (2): 710-714. doi:10.1021/jf000018t. PMID 11262017.
- 8- Lewis, M.D., Thornton, M.K. and Kleinkopf, G.E. 1997. Commercial Application of CIPC Sprout Inhibitor to Storage Potatoes. Cooperative Extension System, Agricultural Experiment Station. Aidaho University, USA.
- 9- Park, L., Duncan, H., Briddon, A., Jina, A., Cunnington, A. and Saunders, S. 2010. Review and development of the CIPC application process and evaluation of environmental issues. AHDB-Potato Council.
- ۱- گودرزی، فرزاد. ۱۳۹۵. اثر مقدار و زمان مصرف کلروپروپام بر ویژگی‌های کیفی و باقیمانده آن در سیب‌زمینی طی انبارداری. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی با شماره ثبت ۴۹۲۸۵. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- 2- Anon. 2015. Best practice guidelines for the use of CIPC. Report Number: TN05. Agriculture & Horticulture Development Board (AHDB), UK.
- 3- Briddon, A., McGowan, G., Duncan, H., Jina, A. and Cunnington, A. 2010. Improving the use of CIPC in bulk stores. Britian Potato Council, UK.
- 4- 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.
- 5- EFSA .2012. Review of the existing maximum residue levels (MRLs) for chlorpropham according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/20051. *European Food Safety Authority (EFSA) Journal*, 10 (2): 2584. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2584.