مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۲ (ص۱۶۴-۱۵۵)

تأثیر مصرف کلروپروفام بر تغییرات غده سیب‌زمینی در طول دوره انبارداری

فرزاد گودرزی[1*]، حامد فاطمیان[2]

۱،مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

۲، استادیار پژوهش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۷/۱۶)

چکیده

حجم عمده‌ای از سیب‌زمینی تولیدی کشور از اواسط شهریور تا پایان مهر برداشت می‌شود. بنابراین، نگهداری مناسب آن برای تنظیم بازار مصرف ضرورت دارد. در این مطالعه، امکان استفاده از کلروپروفام برای نگهداری بهتر سیب‌زمینی در طول دوره انبارداری بررسی شد. غده‌های دو رقم سیب‌زمینی آگریا و سانته ۱، ۴، یا ۸ هفته پس از برداشت با مقادیر ۰/۵یا ۱ گرم بر کیلوگرم کلروپروفام تیمار و همراه با غده‌های شاهد به‌مدت ۷ ماه در انبارهای فنی و سنتی نگهداری شدند. در این مدت متغیرهای محتوای رطوبت، قند کاهیده‌شده، و درصد جوانه‌زنی غده‌ها اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، در هر دو رقم آگریا و سانته، و برای هر دو نوع انبار، تیمار ۱ گرم بر کیلوگرم کلروپروفام به شکل معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) بیش از دیگر تیمارها تجمع قند کاهیده، درصد جوانه‌زنی، کاهش محتوای رطوبت، و وزن جوانه‌های تولیدی غده‌های تحت آزمایش را کاهش داد. با افزایش زمان انبارداری، از رطوبت غده‌ها کاسته شد و مقدار قند کاهیده تجمع‌یافته در آن‌ها افزایش یافت. برای کسب بهترین نتیجه باید مصرف کلروپروفام حداکثر تا ۱ ماه پس از برداشت انجام شود. هیچ‌یک از تیمارهای مطالعه‌شده برای اعمال بر غده‌های بذری سیب‌زمینی مناسب به‌نظر نمی‌رسد. کاربرد صحیح کلروپروفام می‌تواند افت وزنی غده‌های آگریا و سانته را به‌ترتیب تا ۶ و ۸/۳ درصد کاهش دهد.

کلیدواژگان: جوانه‌زنی، سیب‌زمینی، قند کاهیده، کلروپروفام، نگهداری.

مقدمه

بیشتر سیب‌زمینی کشور در استان‌های همدان، اردبیل، و اصفهان و در کشت بهاره تولید می‌شود (Ministry of Jihad- E- Agricultural, 2010). برداشت یکباره سیب‌زمینی در ابتدای پاییز، ذخیره چندماهه آن را برای کنترل بازار مصرف اجتناب‌ناپذیر می‌کند. شرایط فعلی ذخیره‌سازی سیب‌زمینی در کشور، امکان کنترل مناسب محصول و ممانعت از ایجاد ضایعات بالا در توده ذخیره‌شده را به‌خوبی فراهم نمی‌کند. بخش زیادی از محصول تولیدی هر سال در انبارها از بین می‌رود. این تلفات تا یک میلیون تن (معادل ۲۰ درصد محصول تولیدی کشور) گزارش شده است (Ministry of Jihad- E- Agricultural, 2009). جوانه‌زدن در کنار فسادهای میکروبی از دلایل عمده ضایع‌شدن سیب‌زمینی در انبار است که کاهش بازارپسندی، کاهش شدید وزن، و افت کیفیت غده‌ها را در پی دارد (Afek & Warshavski, 1998; Goodarzi *et al*., 2003).

استفاده از برخی مواد شیمیایی، اتمسفر کنترل‌شده، یا کاهش دمای انبار تا ۲ درجه سلسیوس برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی در انبارها امکان‌پذیر است اما مشکلاتی را به‌همراه دارد. حفظ غده‌ها در دمای کم سبب تجزیه نشاسته و تبدیل آن به قند کاهیده می‌شود که شیرین‌شدن غده را در پی دارد. این وضعیت در صنایع فراوری سیب‌زمینی و مصارف خانگی آن صفتی منفی به‌شمار می‌آید (Ross & Davis, 1992). افزایش غلظت CO_2 در ممانعت از جوانه‌زنی مؤثر است؛ با این حال در غلظت‌های بالای CO_2، غده دچار صدمات فیزیولوژیکی مانند مغز سیاهی[1] می‌شود (Afek & Warshavski, 1998). برای پیش‌گیری از جوانه‌زنی تأثیر موادی مانند نفتالین استیک‌اسید، مونوترپن‌های فرّار و متیل استر سیب‌زمینی تأیید شده است، ولی مصرف اغلب آن‌ها به‌شکل تجاری فراگیر نشده است (Lewis *et al.*, 1997). استفاده از ماده ضد جوانه‌زنی مالیک هیدرازید که دو هفته قبل از برداشت محصول و بر سطح سبز مزرعه پاشیده می‌شود نیز، به‌دلیل محدودیت‌های زیستی و خطر باقی‌مانده آن در غده خوراکی به‌سرعت در حال

* نویسنده مسئول: goodarzifarzad@gmail.com

1. Black Heart

محدودشدن است (Prange *et al*., 1997). کلروپروفام از سال ۱۹۹۶ به عنوان ماده شیمیایی مؤثر در کاهش یا کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی معرفی و کاربرد آن در حال گسترش است. در اروپا و امریکا جوانه‌زنی بیش از ۵۰ درصد سیب‌زمینی برداشت‌شده، با این ماده کنترل می‌شود (Slininger *et al*., 2003). کلروپروفام اثر کنترلی خود بر جوانه‌زنی را با کاهش فعالیت تنفسی و سوخت‌وساز غده‌ها اعمال می‌کند (Blenkinsop *et al*., 2002). کاهش غلظت CO_2 در انبار نگهداری محصول، این نظر را تأیید می‌کند. بررسی اثر کلروپروفام بر سیب‌زمینی رقم چیپسونا[1] نگهداری‌شده در انبارهای سنتی نشان داد که مصرف ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خالص کلروپروفام، جوانه‌زنی محصول را برای مدت ۹۰ روز کنترل می‌کند. غلظت قند کاهیده تجمعی در غده‌های تیمارشده به شکل معنی‌داری کمتر از شاهد بود (Mehta *et al*., 2010). مطالعه رنگ چیپس‌های تولیدی از سیب‌زمینی رقم مونونا[2] نشان داد که بین غده‌های تیمارشده با کلروپروفام و شاهد که به مدت ۲۰ هفته در انبار فنی نگهداری شده‌اند، اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود (Blenkinsop *et al*., 2002).

در این مطالعه تغییرات کمّی و کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا و سانته که در زمان‌های گوناگون و با غلظت‌های متفاوت کلروپروفام تیمار شده‌اند بررسی شده است تا کمینه دوز مورد نیاز برای کنترل جوانه‌زنی و افت کمّی و کیفی غده‌ها تعیین شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش سیب‌زمینی‌های رقم آگریا و سانته از مزارع تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات تجرک، واقع در استان همدان انتخاب و در هفته دوم مهر برداشت شد. محصولات برداشت‌شده براساس قطر غده‌ها تفکیک و غده‌های با قطر ۳/۵ تا ۵/۵ سانتی‌متر برای انجام آزمایش‌ها انتخاب شدند. توده منتخب هر رقم، پس از طول دوره مراحل آماده‌سازی (خاک‌گیری، جداکردن غده‌های زخمی و یا آلوده به آفت یا بیماری، نم‌گیری، و التیام‌دهی) به سه دسته تقسیم شد. اولین گروه در اولین هفته پس از برداشت، دسته دوم ۴ هفته و دسته سوم ۸ هفته پس از برداشت و هنگام ورود به انبار فنی یا سنتی در معرض یکی از دوزهای ۰/۵ یا ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام تجاری با خلوص ۲/۵ درصد قرار گرفتند. نیمی از غده‌های هر تیمار در انبار فنی با دمای ۴ تا ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۸ تا ۹۱ درصد، و دارای سیستم گردش هوای مؤثر و نیم دیگر در انباری غیرفنی با دمای متغیر ۴ تا ۱۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ تا ۹۴ درصد، با سیستم تهویه طبیعی (غیرمؤثر) نگهداری شدند.

جدول ۱. مشخصات خاک قطعه آزمایشی در ایستگاه تحقیقات تجرک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

ویژگی	مقدار	واحد
شوری	۰/۳۷	دسی زیمنس بر متر
pH	۸/۲	-
آهک	۱۴/۵	درصد
نیتروژن کل	۰/۴	د رصد
فسفر	۸	میلی‌گرم در کیلوگرم
پتاسیم	۱۸۵	میلی‌گرم در کیلوگرم
ذرات رس	۲۲/۷	درصد
ذرات سیلت	۲۸/۳	درصد
ذرات شن	۴۹	درصد

متغیرهای درصد رطوبت (به روش گرم‌خانه)، قند کاهیده شده (به روش دی‌نیتروفنیل)، و درصد غده‌های جوانه‌زده (به روش شمارش مستقیم) از زمان برداشت هر۲ ماه یک‌بار و زمان آغاز جوانه‌زنی غده‌ها در انبارها به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری، و تغییرات آن‌ها در طول دوره انبارداری بررسی شد (Parvaneh, 1992; Hosseini, 1994; Horwits, 2000). وزن جوانه‌های غده‌های هر تیمار نیز از طریق توزین جوانه‌های نمونه‌ای ۵ کیلوگرمی از هر تیمار در پایان دوره انبارداری تعیین شد. برای بررسی اثر کلروپروفام بر قابلیت رویش غده‌های تیمارشده، تیمارهای گوناگون به‌همراه غده‌های تیمار شاهد در خرداد سال بعد، تحت شرایط یکسان در قطعه زمینی زراعی با مشخصات خاک جدول (۱) و در ردیف‌هایی با فاصله ۷۵ سانتی‌متر، در فواصل ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف‌ها کشت شد. کشت هر تیمار در ۵ ردیف و در ۳ تکرار انجام شد. طول ردیف‌ها برای کلیه تیمارها ۸ متر بود. درصد رویش غده‌های هر تیمار در انتهای تیر ماه با شمارش بوته‌های رویش‌یافته تعیین شد. در طول مدت داشت در همه تیمارها عملیات آبیاری بارانی هر ۶ یا ۷ روز یک‌بار (با حجم آب مصرفی ۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار) و مبارزه مکانیکی و شیمیایی با آفات، بیماری‌ها، و علف‌های هرز به‌صورت یکنواخت انجام شد. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و در پایان، داده‌ها با طرحی کاملاً تصادفی و در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳×۳ (به‌ترتیب سطوح زمان اعمال تیمار،

1. Chipsona
2. Monona

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای مطالعه‌شده در غده‌های سیب‌زمینی نگهداری‌شده در انبار سنتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		رقم آگریا			رقم سانته		
		رطوبت	جوانه‌زنی	قند احیا	رطوبت	جوانه‌زنی	قند احیا
مدت انبارداری(A)	۲	۱۴۲۴/۹*	۳۹۳۵۷*	۲۹۵/۰۸*	۱۳۷۹/۱*	۴۲۵۰۷*	۳۰۷/۶۵*
زمان اعمال تیمار(B)	۲	۱۷۲۴/۸*	۳۴۲۸۶*	۲۲/۳۹*	۱۷۰۳/۲*	۳۷۳۳۴*	۲۴/۹۰*
تیمارکلروپروفام (C)	۲	۱۱۱۳/۱*	۲۰۵۸۱۹*	۸۱/۹۸*	۱۱۰۵/۰*	۲۱۷۰۰۵*	۸۳/۲۴*
A×B	۴	۳۳/۸۴*	۳۹۶/۸۴*	۰/۲۵۰*	۳۴/۵*	۴۲۲/۱۷*	۰/۲۷۳*
A×C	۴	۲۱/۴۷*	۳۹۶۲*	۶/۴۲*	۲۵/۳*	۴۳۸۴/۳*	۷/۳۸*
B×C	۴	۷۷/۴۳*	۱۴۷۶*	۱/۱*	۷۵/۱*	۱۶۱۳/۶۱*	۱/۲*
A×B×C	۸	۱/۷۲	۸۰/۳۱*	۰/۰۸۹	۱/۶۹	۸۷/۷۴*	۰/۰۹۲
اشتباه	۵۴	۴/۵۲*	۸/۱۳	۰/۰۰۸	۵/۲۸	۸/۵۸	۰/۰۰۹
C.V٪		۸/۲	۷/۴	۷/۵	۹/۱	۶/۵	۷/۷

* بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است.

جدول ۳. جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای مطالعه‌شده در غده‌های سیب‌زمینی نگهداری‌شده در انبار فنی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		رقم آگریا			رقم سانته		
		رطوبت	جوانه‌زنی	قند احیا	رطوبت	جوانه‌زنی	قند احیا
مدت انبارداری(A)	۲	۱۸۷۵/۶*	۸۱۹۲۲*	۳۶۵/۵۷*	۱۵۴۲/۵*	۹۰۶۸۲*	۳۸۸/۰۳*
زمان اعمال تیمار(B)	۲	۲۰۴/۹*	۱۴۰۱/۱*	۲۵/۸*	۲۷۳/۶*	۱۴۳۷/۳*	۲۸*
تیمارکلروپروفام (C)	۲	۱۹۰/۷۷*	۴۰۹۶۶/۸*	۱۰۴/۷۶*	۱۸۷/۶۱*	۴۱۷۰۳/۴۲*	۱۱۳/۵۸*
A×B	۴	۳۶/۰۵	۸۱/۲۷	۰/۲۶۹	۳۴/۵*	۴۴۰/۳*	۰/۳۴۱*
A×C	۴	۲۶/۴۳*	۴۰۷۳*	۹/۲۶*	۳۳/۶۱*	۴۵۸۸/۱۱*	۱۳/۴۲*
B×C	۴	۴/۴۲	۴۳/۸	۲/۳*	۶/۷۷*	۵۵/۰۴*	۳/۴۱*
A×B×C	۸	۰/۰۲۵	۳۴/۱	۰/۱۰۳	۰/۰۷۱	۳۶/۱۱*	۰/۱۴۶
اشتباه	۵۴	۳/۰۸	۴۸/۱۱	۰/۱۲۷	۴/۶۶	۵۲/۶۳	۰/۱۳۳
C.V٪		۶/۳	۵/۵	۸/۶	۵/۴	۴/۲	۷/۳

* بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است.

غلظت کلروپروفام، و طول مدت انبارداری) بررسی، و نمونه‌های انبارهای فنی و غیرفنی مجزا از یکدیگر تحلیل شدند.[1] تجزیه آماری نتایج آزمایش‌ها به‌کمک نرم‌افزار SPSS (Release 11.0.0 © SPSS Inc, 2001) انجام شد.

نتایج و بحث

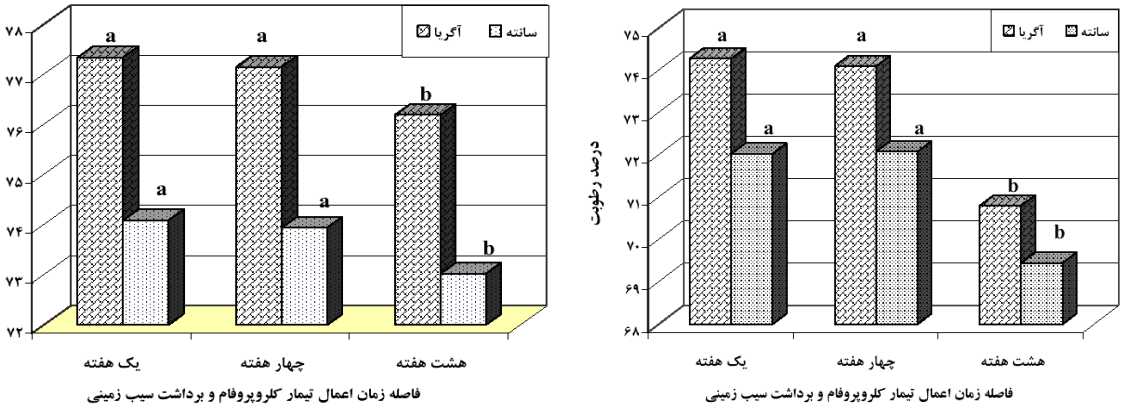
تجزیه واریانس نتایج حاصل از مطالعه غده‌های تیمارشده، طول دوره نگهداری که در جدول (۲) و (۳) آورده شده است نشان‌دهنده معنی‌داربودن اثر سطوح آزمایش و تأثیر متقابل برخی از آن‌ها بر پارامترهای کمّی و کیفی مطالعه شده در نمونه‌های سیب‌زمینی است، که در زیر و به تفکیک به شرح هر یک پرداخته می‌شود

محتوای رطوبت غده‌ها

نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری تأثیر تیمارهای مطالعه‌شده بر محتوای رطوبت غده‌ها نشان می‌دهد که در هر دو انبار فنی و سنتی تیمارهای غلظت و زمان اعمال کلروپروفام و مدت نگهداری، اثر معنی‌داری بر محتوای رطوبت غده‌ها داشته است (جدول‌های ۲ و ۳). با افزایش زمان نگهداری غده‌ها، از محتوای رطوبت آن‌ها کاسته شد. تیمارهای کلروپروفام در انبار سنتی رطوبت غده‌ها را بیش از ۳ ماه به شکل مناسبی حفظ نکرد. اگرچه رطوبت غده‌های تیمارشده با ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام تا پایان دی ماه به‌شکل مطلوبی حفظ شد، از بهمن ماه اتلاف رطوبت در غده‌های تیمارشده با کلروپروفام به شدت بیشتری رخ داد؛ به‌طوری که در پایان دوره نگهداری، اختلاف محتوای رطوبت تیمارهای ۰/۵ و ۱ گرم CIPC با تیمار شاهد

1- یکی از اهداف این مطالعه تعیین شرایط بهینه کاربرد کلروپروفام در هریک از دو نوع انبار رایج سیب‌زمینی (و نه مقایسه آن‌ها با یکدیگر) بود.

غده‌های آگریا به‌ترتیب به ۵/۵۱ و ۸/۴۵ درصد رسید. برای رقم سانته این اختلاف ۶/۴ و ۱۰/۱ درصد محاسبه شد. در انبار فنی تیمار ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام تفاوتی ۳/۶ درصدی، اما معنی‌دار با تیمار شاهد داشت (جدول ۴). در انبار سنتی، افت رطوبت غده‌هایی که ۸ هفته پس از برداشت با کلروپروفام تیمار شده بودند ۴ درصد بیشتر از غده‌های تیمارشده تا حداکثر ۱ ماه پس از برداشت بود. اختلاف رطوبت ناشی از تفاوت زمان اعمال تیمار کلروپروفام در انبار فنی به ۱/۵ درصد تقلیل یافت (شکل ۱). گزارش Dinesh *et al.* (2002) در خصوص کاربرد ۱ گرم کلروپروفام در انبار فنی روی ارقام دیامانت و لیدی، اثر مثبت تیمار کلروپروفام درمقایسه با نمونه‌های شاهد را تأیید می‌کند. با درنظر گرفتن مجموعه پارامترهای مؤثر بر محتوای رطوبت غده‌ها و اصل کاهش هزینه اعمال تیمار، کاربرد ۱ گرم کلروپروفام تا حداکثر ۱ ماه پس از برداشت می‌تواند روش مناسبی برای کنترل کاهش رطوبت هر دو نوع غده سیب‌زمینی و نگهداری بهتر آن‌ها برای مدت ۴ ماه است.



شکل ۱. اثر زمان اعمال تیمار کلروپروفام بر متوسط درصد رطوبت غده‌های سیب‌زمینی نگهداری‌شده در انبار سنتی (راست) و فنی (چپ).

جدول ۴. میانگین درصد رطوبت غده‌های سیب‌زمینی تیمارشده با کلروپروفام در طول دوره انبارداری

دوره انبارداری (ماه)	غلظت کلروپروفام (g/kg)	رقم آگریا	رقم سانته	رقم آگریا	رقم سانته
۳	۰	۸۰/۰ a	۷۶/۷ a	۷۳/۲ b	۷۲/۲ b
۳	۰/۵	۸۰/۴ a	۷۶/۹ a	۷۷/۷ a	۷۴/۴ a
۳	۱	۸۰/۵ a	۷۷/۱ a	۷۸/۰ a	۷۴/۵ a
۵	۰	۷۶/۴ b	۷۳/۲ b	۶۹/۰ d	۶۸/۲ d
۵	۰/۵	۷۶/۷ b	۷۳/۳ b	۷۲/۵ b	۷۱/۳ c
۵	۱	۷۶/۹ b	۷۳/۵ b	۷۳/۶ b	۷۲/۸ b
۷	۰	۷۱/۱ c	۶۸/۲ d	۶۵/۴ e	۶۲/۱ f
۷	۰/۵	۷۳/۳ c	۷۰/۰ c	۶۹/۰ d	۶۶/۰ e
۷	۱	۷۳/۷ c	۷۰/۶ c	۷۰/۸ c	۶۸/۳ d

در این جدول میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.
مقایسه اعداد هر ستون به‌طور مستقل از دیگر ستون‌ها انجام شده است.

قند کاهیده

برای هر دو رقم آگریا و سانته، متغیرهای دوز و زمان اعمال کلروپروفام و دوره نگهداری، اثر معنی‌داری بر میزان قند کاهیده تجمعی در غده‌های آزمایش‌شده داشت. در هر دو انبار، با افزایش زمان ماندگاری هر دو رقم سیب‌زمینی، میزان قند کاهیده آن‌ها افزایش معنی‌داری یافت. مقدار قند کاهیده در غده‌های تیمار ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام به‌شکل معنی‌داری کمتر از تیمار ۰/۵ گرم در کیلوگرم بود. در پایان دوره نگهداری مقدار قند احیا در تیمار شاهد، ۰/۵ و ۱گرم CIPC غده‌های آگریا در مقایسه با قند احیای اولیه غده به‌ترتیب ۶/۵، ۵/۲ و

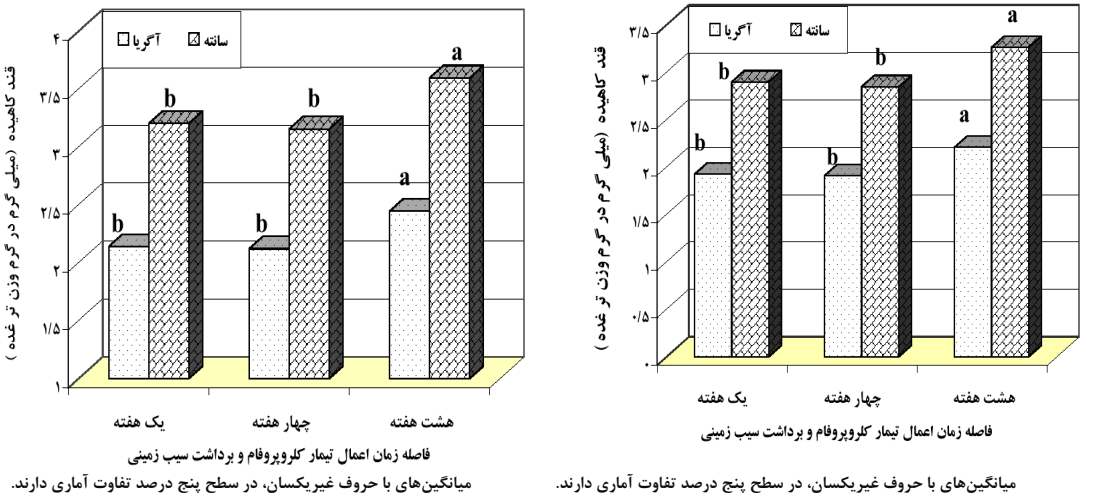
۳/۹ برابر گردید. برای رقم سانته این مقادیر به‌ترتیب ۴/۹، ۴/۲ و ۳/۴ برابر بود (جدول ۵). در کلیه تیمارهای ارقام آگریا و سانته و در هر دو نوع انبار، میزان قند کاهیده تجمع‌یافته در غده‌هایی که ۱ یا ۴ هفته پس از برداشت اعمال تیمار شده بودند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما غده‌هایی که تیمار آن‌ها با کلروپروفام تا ۸ هفته پس از برداشت به تعویق افتاد، به‌شکل معنی‌داری با افزایش قند کاهیده مواجه شدند (شکل ۲).

جدول ۵ - میانگین مقدار قندکاهیده غده‌های سیب‌زمینی تیمارشده با کلروپروفام در طول دوره انبارداری(میلی‌گرم در گرم وزن تر غده)

تیمارها		انبار فنی		انبار سنتی	
دوره انبارداری (ماه)	غلظت کلروپروفام (gr/Kg)	رقم آگریا	رقم سانته	رقم آگریا	رقم سانته
۳	۰	۱/۱۹ f	۱/۸۳ f	۱/۱۲ f	۱/۸۰ f
۳	۰/۵	۱/۰۲ fg	۱/۶۱ fg	۰/۹۳ fg	۱/۶۵ fg
۳	۱	۰/۹۲ g	۱/۵۲ g	۰/۸۵ g	۱/۳۳ g
۵	۰	۲/۴۳ c	۳/۶۵ c	۲/۲۰ c	۳/۴۰ c
۵	۰/۵	۲/۳۱ cd	۳/۴۲ cd	۱/۸۰ d	۲/۹۱ d
۵	۱	۱/۸۴ e	۲/۸۱ e	۱/۴۱ e	۲/۳۴ e
۷	۰	۳/۴۹ a	۴/۶۷ a	۴/۲۰ a	۵/۴۰ a
۷	۰/۵	۲/۹۰ b	۴/۳۰ b	۳/۰۳ b	۴/۲۲ b
۷	۱	۲/۱۶ d	۳/۳۱ d	۲/۲۱ c	۳/۶۱ c

در این جدول، میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.
مقایسه اعداد هر ستون به‌طور مستقل از دیگر ستون‌ها انجام شده است.

براساس نتایج حاصل، کاربرد ۱ گرم کلروپروفام بازای هر کیلو سیب‌زمینی بلافاصله پس از برداشت، قادر است محتوای قند کاهیده در غده‌ها را در طول دوره ۵ ماه نگهداری در انبارهای سنتی یا فنی به میزان مطلوبی پایین نگه‌دارد. از این زمان به بعد قند کاهیده موجود در غده‌های تیمار در هر دو رقم سیب‌زمینی مطالعه شده افزایش شایان توجهی یافت. تجمع قند کاهیده در سیب‌زمینی صفتی منفی به‌شمار می‌آید، زیرا کیفیت محصول فراوری شده را به شدت می‌کاهد (Afek & Warshavsky, 1998). گزارش Kalt *et al.* (1999) درمورد کاربرد کلروپروفام نتایج مشابهی دارد.



میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.

شکل ۲. اثر زمان اعمال تیمار کلروپروفام بر مقدار قند کاهیده غده‌های سیب‌زمینی نگهداری‌شده در انبار سنتی (راست) و فنی (چپ)

درصد جوانه‌زنی غده‌ها

با افزایش غلظت کلروپروفام مصرفی، درصد جوانه‌زنی غده‌ها در هر دو رقم سیب‌زمینی آگریا و سانته کاهش یافت. با این وجود غلظت ۰/۵ گرم در کیلوگرم کلروپروفام در انبار سنتی نتوانست از جوانه‌زنی غده‌ها را به شکل مناسبی بکاهد (جدول ۶). با افزایش زمان انبارداری، جوانه‌زنی غده‌ها افزایش یافت. جوانه‌زنی غده‌های رقم سانته به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم آگریا بود. جوانه‌زنی غده‌های تیمار ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام تا بهمن ماه به شکل کنترل شده باقی ماند؛ اما از ماه اسفند اثر کنترلی تیمار مذکور بر جوانه‌زنی غده‌ها کاهش یافت؛ به‌صورتی که میانگین اختلاف درصد جوانه‌زنی غده‌های تیمار شاهد با غده‌های تیمارشده با غلظت ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام در پایان دوره ۷ ماهه نگهداری در انبار سنتی به ۲۶ و ۵۷ درصد رسید. در انبار فنی اثر کنترلی تیمارهای کلروپروفام بر جوانه‌زنی غده‌ها تا اواخر اسفند ادامه یافت و در پایان دوره انبارداری این اختلاف برابر ۱۷ و ۵۰ درصد برآورد شد (جدول ۶). در هر دو نوع انبار غده‌هایی که حدود ۸ هفته پس از برداشت، تحت اثر کلروپروفام قرار گرفته بودند در مقایسه با آن‌هایی که تا ۴ هفته پس از برداشت اعمال تیمار شدند به شکل معنی‌داری با افزایش درصد جوانه‌زنی و درنتیجه کاهش وزن بیشتر مواجه شدند (شکل ۳).

صرف نظر از درصد جوانه‌زنی غده‌ها، در انبار سنتی ظهور اولین جوانه غده‌های رقم آگریا همه تیمارها درفاصله زمانی ۱۵ تا ۱۹ دی ماه رخ داد. در انبار فنی، غده‌های دو تیمار شاهد و ۰/۵ گرم در کیلوگرم کلروپروفام از نیمه دی ماه شروع به جوانه‌زنی کردند؛ حال آن‌که ظهور جوانه‌ها در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام از هفته چهارم بهمن ماه مشاهده شد. ظهور اولین جوانه در غده‌های شاهد رقم سانته ۱۱ روز زودتر از رقم آگریا رخ داد. جوانه در غده‌های این رقم برای تیمارهای ۰/۵ و ۱ گرم کلروپروفام به ترتیب ۸ و ۳ روز پیش از جوانه‌زنی ارقام متناظر آگریا مشاهده شد. مقایسه جوانه‌زنی غده‌ها با کاهش رطوبت و مقدار قند کاهیده تجمعی غده‌ها نشان داد که بین درصد جوانه‌زنی غده‌ها و دو پارامتر دیگر ارتباط مستقیمی وجود دارد. به‌این ترتیب که هرچه جوانه‌زنی غده‌ها زودتر و با گستردگی بیشتری رخ دهد، کاهش رطوبت و افزایش قند کاهیده غده‌ها نیز بیشتر خواهد بود. افزایش سوخت‌وساز غده هنگام جوانه‌زنی و لزوم تأمین انرژی لازم برای بخش‌های درحال‌رویش و درنتیجه افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز غده‌ها، تجزیه نشاسته ذخیره‌ای غده به قندهای ساده و کاهیده این وضعیت را توضیح می‌دهد. بدیهی است که با افزایش حجم رویشی جوانه‌ها، سطح تماس غده‌ها با هوای محیط گسترش می‌یابد و این به‌معنی افزایش سطح تبخیر رطوبت از غده‌ها و کاهش بیشتر رطوبت آن‌هاست.

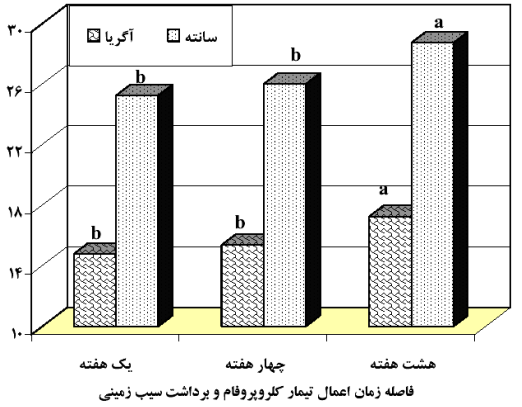
جدول ۶. میانگین درصد جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی تیمارشده با کلروپروفام در طول دوره انبارداری

تیمارها		انبار فنی		انبار سنتی	
دوره انبارداری (ماه)	غلظت کلروپروفام (gr/Kg)	رقم آگریا	رقم سانته	رقم آگریا	رقم سانته
۳	۰	۱ f	۲ g	۲۷ e	۲۸ e
۳	۰/۵	۰ f	۰ g	۱۲ f	۱۶ g
۳	۱	۰ f	۰ g	۲ g	۷ h
۵	۰	۱۶ c	۲۶ d	۶۷ b	۷۹ c
۵	۰/۵	۹ d	۱۱ e	۳۰ d	۴۳ d
۵	۱	۵ e	۷ f	۱۵ c	۲۳ f
۷	۰	۲۹ a	۴۳ a	۹۶ a	۱۰۰ a
۷	۰/۵	۲۴ b	۳۴ b	۶۸ b	۷۷ b
۷	۱	۱۵ c	۲۱ c	۳۷ c	۴۶ d

در این جدول، میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.
مقایسه اعداد هر ستون به‌طور مستقل از دیگر ستون ها انجام شده است.

گزارش Dinesh *et al.* (2002) اثر مثبت بازدارندگی تیمار ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام ۲/۵ درصد بر جوانه‌زنی ارقام دیامانت و لیدی در انبار فنی را در مقایسه با نمونه‌های شاهد تأیید می‌کند. برای نگهداری بیش از ۵ ماه محصول در

انبارهای سنتی، کلروپروفام اثربخشی مطلوبی نداشت؛ هرچند درهمین شرایط نیز کنترل جوانه‌زنی به‌شکل معنی‌داری بهتر از غده‌های شاهد انجام گرفت (شکل ۴). در انبارهای فنی، استفاده از CIPC با غلظت ۱گرم در کیلوگرم و حداکثر تا ۴ هفته پس از برداشت محصول، جوانه‌زنی آن را تا حداکثر ۵ ماه به‌شکل رضایت‌بخشی کنترل می‌کند (شکل ۵).



میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.

میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.

شکل۳. اثر زمان اعمال تیمار کلروپروفام بر درصد جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی نگهداری‌شده در انبار سنتی (راست) و فنی (چپ)

شکل ۴. وضعیت جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی شاهد (چپ) و تیمار شده با ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام (راست) در پایان ماه پنجم نگهداری در انبار سنتی

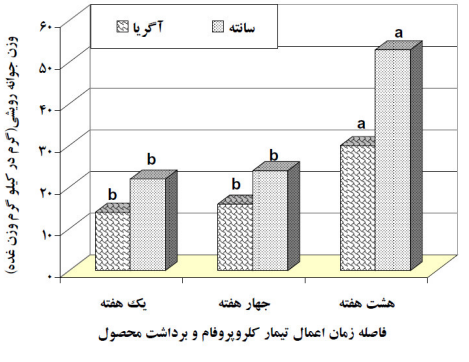
شکل ۵. وضعیت جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی شاهد (چپ) و تیمارشده با ۱ گرم در کیلوگرم کلروپروفام (راست) در پایان ماه پنجم دوره نگهداری در انبار فنی

وزن جوانه‌ها

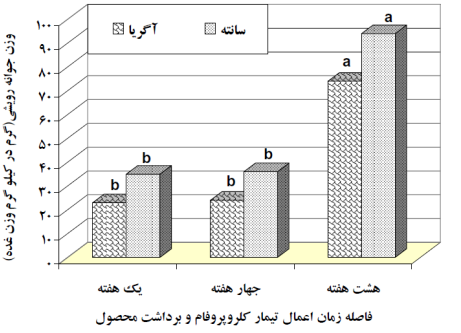
وزن جوانه‌های تولیدی ازاین نظر اهمیت دارد که تولید تعداد جوانه بیشتر و رشد طولی و قطری بیشتر جوانه‌های رویش‌یافته، نیازمند انرژی و مصرف ذخیره غذایی غده است که نتیجه آن کاهش بیشتر وزن توده ذخیره‌شده است. این کاهش وزن غده متفاوت با کاهش وزن ناشی از تبخیر رطوبت غده است. وزن کل جوانه‌های ایجاد شده در غده‌های هر دو رقم سیب‌زمینی آگریا و سانته تحت تأثیر تیمارهای غلظت و زمان اعمال تیمار کلروپروفام قرار داشت. در هر دو نوع انبار فنی و سنتی با افزایش غلظت کلروپروفام از وزن جوانه تولیدی در غده‌های هر دو رقم آگریا و سانته کاسته شد (جدول ۷). در هر دو نوع انبار، وزن جوانه در غده‌هایی که حدود ۸ هفته پس از برداشت تحت اثر کلروپروفام قرار گرفته بودند در مقایسه با آن‌هایی که ۱ یا ۴ هفته پس از برداشت اعمال تیمار شدند بیشتر بود (شکل ۶). وزن جوانه‌ها در رقم سانته به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم آگریا بود. این افزایش وزن در رقم سانته علاوه بر میزان جوانه‌زنی بیشتر به طول بیشتر جوانه‌ها نیز مرتبط بود. اختلاف وزن جوانه‌های دو رقم مطالعه شده در مقایسه با درصد جوانه‌زنی آن‌ها به‌خصوص در انبار سنتی کمتر از حد انتظار بود. ضخامت بیشتر جوانه‌های غده‌های رقم آگریا در مقایسه با رقم سانته دلیل این امر است. این نتایج لزوم کاربرد کلروپروفام قبل از خروج غده‌ها از مرحله خواب را یادآور می‌شود. زیرا با ورود غده به دوره فعالیت رویشی و گسترش فعالیت‌های آنزیمی آن، توانایی کلروپروفام برای کندشدن و یا متوقف‌کردن فرایند جوانه‌زایی به‌شکل معنی‌داری کاهش می‌یابد. از علل عمده ناکارامدی کلروپروفام در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی رقم مارفونا، دوره خواب کوتاه این رقم سیب‌زمینی، حساسیت زیاد آن به شکستگی، خواب تحت تأثیر عوامل محیطی انبار، و حتی شرایط زراعی (شرایط مرحله داشت و برداشت محصول) است (Metha *et al*., 2010).

درصد رویش غده‌ها

با افزایش غلظت کلروپروفام دریافتی غده‌ها، احتمال رویش پس از کشت آن‌ها به‌دلیل نابودی یا ضعف مفرط سلول‌های انتهایی زاینده جوانه‌ها پس از تماس با کلروپروفام کمتر شد. کاشت غده‌های تیمارشده با کلروپروفام نشان داد که به‌طور متوسط، تعداد غده‌های شاهد نگهداری‌شده در انبار سنتی که قدرت رویش و تولید بوته سیب‌زمینی را داشتند، در رقم آگریا ۸ برابر غده‌های تیمارشده با ۱ گرم در کیلوگرم و حدود ۲/۵ برابر غده‌های تیمارشده با غلظت ۰/۵ گرم در کیلوگرم کلروپروفام بود. این نسبت برای غده‌های نگهداری‌شده در انبار فنی به‌ترتیب ۹/۶ و ۲/۷ برابر محاسبه شد. در کل تیمارها غده‌های رقم سانته قدرت رویش بیشتری را نشان داد و غده‌های شاهد این رقم که در انبار سنتی نگهداری شده بودند پس از کاشت به‌ترتیب ۴/۷ و ۱/۷ برابر غده‌های تیمارشده با غلظت‌های ۱ و ۰/۵ گرم در کیلوگرم کلروپروفام بوته سیب‌زمینی تولید کردند. این نسبت برای غده‌های سانته نگهداری‌شده در انبار فنی به‌ترتیب ۶/۶ و ۲/۱ برابر بود (جدول ۸). این امر علاوه بر آن‌که نشان‌دهنده مقاومت بیشتر رقم سانته به شرایط نامساعد و تنش‌های محیطی است؛ تأییدکننده این نکته است که در انبارهای فنی از نظر نوسانات کمتر دما و حفظ بهتر دمای انبار در محدوده پایین‌تر از ۱۰ درجه سلسیوس، اثر ضد جوانه‌زنی کلروپروفام به‌شکل بهتری آشکار می‌شود. اثر زائل‌کنندگی دماهای بالاتر از ۱۸ درجه سلسیوس بر کارایی کلروپروفام که در برخی منابع اشاره شده است (Blenkinsop *et al*., 2002)، با این نتایج هم‌راستا است.



میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.



میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.

شکل۶. اثر زمان اعمال تیمار کلروپروفام بر وزن جوانه‌های رویشی غده سیب‌زمینی نگهداری‌شده در انبار سنتی (راست) و فنی (چپ)

جدول ۷. میانگین وزن جوانه تولیدی در غده‌های سیب‌زمینی تیمارشده با کلروپروفام در پایان دوره انبارداری(گرم در کیلوگرم غده)

تیمار	انبار فنی		انبار سنتی	
غلظت کلروپروفام (گرم برکیلوگرم)	رقم آگریا	رقم سانته	رقم آگریا	رقم سانته
۰	۴۰/۰ a	۵۶/۰ a	۷۲/۰ a	۸۹/۰ a
۰/۵	۱۷/۷ b	۳۰/۵ b	۴۲/۶ b	۴۹/۷ b
۱	۶/۱ c	۱۸/۴ c	۲۴/۲ c	۳۶/۵ c

در این جدول، میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.
مقایسه اعداد هر ستون به‌طور مستقل از دیگر ستون‌ها انجام شده است.

جدول ۸ - میانگین درصد رویش غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا و سانته تیمارشده با مقادیر گوناگون کلروپروفام

تیمار	انبار فنی		انبار سنتی	
غلظت کلروپروفام (گرم برکیلوگرم)	رقم آگریا	رقم سانته	رقم آگریا	رقم سانته
۰	۹۵ a	۱۰۰ a	۹۶ a	۱۰۰ a
۰/۵	۳۵ b	۴۶ b	۴۰ b	۵۸ b
۱	۱۰ c	۱۵ c	۱۴ c	۲۱ c

در این جدول، میانگین‌های با حروف غیریکسان، در سطح پنج درصد تفاوت آماری دارند.
مقایسه اعداد هر ستون به‌طور مستقل از دیگر ستون‌ها انجام شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اجرای این پروژه نشان می‌دهد که کلروپروفام قادر به افزایش عمر انبارداری سیب‌زمینی و کنترل جوانه‌زنی آن‌ها حداقل به‌مدت ۴ تا ۵ ماه است. کاربرد ۱ گرم در کیلوگرم این ترکیب، در شرایط انبارداری سنتی و فنی نتیجه مناسبی به‌دنبال داشته است و اتلاف رطوبت غده‌های ارقام مطالعه‌شده را تا ۶/۵ درصد و جوانه‌زنی آن‌ها را تا ۳۱ درصد می‌کاهد. زمان مناسب استفاده از کلروپروفام حداکثر تا ۱ ماه پس از برداشت غده‌های سیب‌زمینی و قبل از خروج غده از مرحله خواب فیزیولوژیکی است. این روش برای نگهداری غده‌های بذری سیب‌زمینی توصیه نمی‌شود. با توجه به افزایش تمایل به مصرف این ترکیب برای نگهداری مناسب‌تر سیب‌زمینی خوراکی در انبارها، مطالعات تکمیلی در غده‌های سیب‌زمینی پیشنهاد می‌شود.

REFFRENCES

Afek, U., & Warshavsky, S. (1998). Problems in storage of potatoes. *Journal of the Agricultural Research organization*, 97(4), 1114- 1121.

Blenkinsop, R. W., Copp, L. J., Yada, R. Y., & Marangoni, A. G. (2002). Effect of CIPC on metabolism of potato tubers during storage. *Food Research International*, 313-321.

Dinesh, K. S., Jagbal, S., Ezekiel, R., Kamel, J., & kumar, D. (2002). Effect of storage and irradiation on recently released Indian potato processing varieties. *Proceeding of the conference on potato*. New Dehli, India, 6-11 December, 1101-1103.

Goodarzi, F., Sayeden, S. M., & Bagheri, A. (2003). Effect of potato store condition on quantity of potato wastes. Case study: Hamedan province. *AERI Final Report*, No: 249. (In Farsi).

Hosseini, Z. (1994). Common methods in food analysis. 2th Ed. *Shiraz university publications*. Shiraz. Iran. (In Farsi).

Horwits, W. (2000). Association of Official Analytical Chemists International (AOAC). Gaithersburg, USA.

Kalt, W., Prange, R. K., Daniel-Lake, B. J., & Walsh, J. (1999). Alternative compounds for the maintenance of processing quality of stored potatoes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 23, 71- 78.

Lewis, M. D., Kleinkopf, G. E., & Shetty, K. (1997). Application and efficiency of di-ethylnaphtalene and di-iso-propylnaphthalene for potato sprout control in storage. *American Potato Journal*, 74, 183- 197.

Liu, M. S., Chen, R. Y., & Tsai, M. J. (1990). Effect of low temperature storage, gamma irradiation and CIPC on the processing quality of potato. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 53(1), 1-13.

Mehta, A., Singh, B., Ezekiel, R., & 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.

Ministry of Jihad-E-Agricultural. (2010). *Data Base*. Tehran, Iran. (In Farsi).

Ministry of Jihad-E-Agricultural. (2009). *Waste control office data base*. Tehran, Iran. (In Farsi).

Parvaneh, V. (1992). Quality control and the chemical analysis of foods. 2th Ed. *Tehran university publications*. Tehran. Iran. (In Farsi).

Prange, R., Kalt, W., Daniels-Lake, B., Liew, C., & Walsh, j. (1997). Alternatives to currently potato sprout suppressants. *Conference Proceedings, Post-harvest News and Information*, 8, 37-41.

Ross, H. A., & Davis, H. V. (1992). Sucrose metabolism in tubers of potato: Effect of sink removal and sucrose flux on sucrose degrading enzymes. *Plant Physiology*, 98, 287-293.

Slininger, P. J., Schisler, D. A., & Burkhead, K. D. (2003). Post-harvest biological control of potato sprouting by fusarium dry rot suppressive bacteria. *Biocontrol Science Technology*, 13(5), 477- 494.