

مقایسه اثر کلروپروفام و عصاره نعناع فلفلی بر جلوگیری از جوانه‌زنی سیب‌زمینی در انبار

فرزاد گودرزی^{۱*} و رمضان کلوندی^۲

۱- *نویسنده مسئول: 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 (goodarzfiazad@gmail.com)
۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۰۷

چکیده

جوانه‌زنی عامل حدود نیمی از ضایعات انباری سیب‌زمینی‌ها است. گرچه کاربرد ترکیباتی مانند کلروپروفام در کنترل جوانه‌زنی امکان‌پذیر است اما افت کیفی محصول و اقبال روزافزون به تولید و مصرف فراورده‌های ارگانیک، کاربرد این مواد را محدود کرده است. در این تحقیق طی ۵ ماه نگهداری سیب‌زمینی آگریا، عصاره نعناع فلفلی در غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱، ۲، ۴ گرم در لیتر؛ دوره‌های ۲، ۴، ۶ هفته یک‌بار در سال ۱۳۹۵ و در آزمایشگاه صنایع غذایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان انجام شد، به کار رفت. در این مدت وضعیت غده‌ها بررسی شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور غلظت عصاره، تکرار مصرف و زمان نگهداری در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. مطابق نتایج با افزایش غلظت عصاره نعناع تا ۲ گرم در لیتر، جوانه‌زنی سیب‌زمینی به شکل معنی‌دار کنترل و جوانه‌زنی غده، نسبت به تیمار شاهد تا ۴ ماه به تأخیر افتاد. مصرف غلظت بیشتر عصاره نعناع اثر معنی‌داری نداشت. مصرف ۰/۵ گرم در لیتر آن باعث تحریک جوانه‌زنی غده‌ها نسبت به تیمار شاهد شد. مصرف هر ۴ هفته یک‌بار عصاره نعناع بهترین نتیجه را داشت. کاربرد این عصاره در غلظت ۲ گرم در لیتر به ترتیب کاهش ۹۲ و ۹۷ درصدی جوانه‌زنی و وزن کلی جوانه‌ها را در غده‌های سیب‌زمینی در پی داشت. در ارزیابی حسی، طعم نمونه‌های پخته و سرخ شده سیب‌زمینی‌های تیمار شده با عصاره نعناع و کلروپروفام، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما هر دو تیمار نسبت به غده‌های شاهد، امتیاز بیشتری دریافت کردند. کاربرد تیمار منتخب این تحقیق توانست تلفات سیب‌زمینی رقم آگریا را در انبار تا ۶ درصد کاهش دهد.

کلید واژه‌ها: انبارداری، جوانه‌زنی، سیب‌زمینی، نعناع فلفلی (*Mentha piperita L.*)

مقدمه

انباری در انگلستان به کمک کلروپروفام نگهداری می‌شوند. با این حال کلروپروفام مانند دیگر ترکیبات شیمیایی، بی‌خطر نبوده و با گذشت زمان، جنبه‌های منفی کاربرد آن‌ها بر سلامت مصرف‌کنندگان آشکارتر می‌شود (Storey et al., 2008; Kleinkopf et al., 2009). در کنار این موارد، تمایل فزاینده مصرف‌کنندگان و سازمان‌های ناظر بر تولید و تجارت مواد غذایی، بر تولید و مصرف غذاهای ارگانیک یا دست کم سالم، تلاش برای محدود کردن کاربرد نگهدارنده‌های مصنوعی و یافتن

جوانه‌زنی، مسئول حدود نیمی از تلفات سیب‌زمینی در دوره انبارداری است. غده‌های جوانه‌زده سیب‌زمینی نه برای مصارف فراوری مناسب‌اند و نه بذری مناسبی برای کشت دوره بعد به حساب می‌آیند (Afek et al., 1998; Goodarzi, 2016). در دو دهه اخیر به دلیل اثر قاطع و برگشت‌ناپذیر کلروپروفام در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی، مصرف آن گسترش وسیعی یافته است؛ تا آنجا که امروزه بیش از ۹۰ درصد سیب‌زمینی‌های غیربذری



شرایط تجاری کمتر از حد انتظار است، ضمن آن که هزینه به کارگیری این عصاره قابل رقابت با کلروپروفام نیست. Slininger *et al.* (2000) با مصرف ۸ میلی مول در لیتر ترکیبی بر پایه عصاره میخک به مدت ۶ هفته متوالی، موفق به کنترل ۵۶ درصدی جوانه زنی سیب زمینی برای مدت ۴ ماه شدند. بایوکس آ^۶ ترکیب تجاری دیگری بر پایه عصاره میخک است که قادر به کنترل ۷۳ درصدی جوانه زنی سیب زمینی به مدت ۳ ماه بوده است. در این مدت، اثر این ترکیب اختلاف معنی داری را با کاربرد ۶۰ ppm کلروپروفام نشان نداد (Kleinkopf *et al.*, 2003). Gomez *et al.* (2013) کاربرد عصاره های تغلیظ شده اسطخدوس و نعناع را برای کنترل جوانه زنی سیب زمینی و برخی خسارات فیتوپاتوزنیک مؤثر دانستند. ترکیب مناسب برای کنترل جوانه زنی سیب زمینی باید غیر سمی بوده و در مقادیر اندک، علاوه بر قدرت کنترل جوانه زنی قابل قبول، اثر منفی بر خواص کیفی محصول نداشته باشد (Vaughn and Spencer, 1993). لذا در این مطالعه قابلیت جایگزینی کلروپروفام با عصاره نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) به عنوان یک منبع ارزان و در دسترس اسانس مونوترپنی برای کنترل تجاری جوانه زنی سیب زمینی بررسی شده است. این گیاه گونه ای هیبرید و حاصل تلاقی گونه های *Mentha aquatica* و *Mentha spicata* است. نعناع فلفلی حاوی حدود ۱/۲ تا ۱/۵ درصد روغن فرار است که ۳۰ تا ۵۰ درصد آن را منتول، منتون و متیل استات تشکیل می دهد (Singh *et al.*, 2015).

مواد و روش ها

در اوایل آبان از یک توده تازه و سالم سیب زمینی رقم آگریا، که در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان کشت شده بود غده های با قطر ۳/۵ تا ۵/۵ سانتی متر انتخاب و پس از دوره آماده سازی (نم گیری و التیام دهی) در بسته های ۳۵ کیلوگرمی درون گونی های نخی توزیع و در یک انبار فنی واقع در همان ایستگاه با دمای 1 ± 12 درجه

جایگزین های ایمن و کارا برای آن ها را دو چندان کرده است (Lewis *et al.*, 2003; Storey *et al.*, 2008). مطالعه گسترده کاربرد ترکیباتی مانند اتیلن، ازن، آلدئیدهای آروماتیک، نفتالین استیک اسید، آب اکسیژنه و الکل ها و نیز روش هایی مانند استفاده انبار سرد، انبارهای با دی اکسید کربن بالا و انبارهای هیوبار، برای کنترل جوانه زنی سیب زمینی در انبارها نشان داده است که هر یک یا با اشکالات فنی و اجرایی همراه بوده اند و یا اثربخشی آن ها چشمگیر نبوده است (Afek *et al.*, 1998; Daniels *et al.*, 1996; Chakraverty *et al.*, 2003; Vaughn and Spencer, 1998; Prange *et al.*, 1998). (1993).

اینکها (مهم ترین تمدن آمریکای جنوبی) نخستین اقوامی بودند که سیب زمینی های خود را به کمک برگ های گیاهی به نام مونا^۱ که حاوی مجموعه ای از اسانس های فرار مونوترپنی بوده به شکل قابل قبولی نگهداری می کرده اند (Aliaga and Feldheim, 1985). در تلاش برای کنترل جوانه زنی سیب زمینی در انبارها به کمک ترکیبات طبیعی و سازگار با طبیعت، به بررسی مونوترپن های خالص ترپینول^۲، سیترونلول^۳، ژرانیول^۴ و سینتول^۵ پرداخته که هیچ یک اثر قابل رقابتی با کلروپروفام نداشتند (Vaughn and Spencer, 1993). Vokou *et al.* (1993) ضمن اشاره به اثر قدرتمند ضد جوانه زنی عصاره رزماری، اثر مریم گلی در کنترل جوانه زنی را ضعیف تر از رزماری اما در کوتاه مدت، قابل قبول گزارش کردند. De Vries (1999) ترکیبی با نام تجاری (Talent TM) را بر پایه عصاره زیره سیاه در هلند ثبت کرد. بر اساس ادعای سازنده، شکل آتروسول این ترکیب می تواند جوانه زنی سیب زمینی را برای ۳ ماه کنترل کند. Kleinkopf *et al.* (2003) در آزمایش های خود نشان داد اثر ضد جوانه زنی عصاره زیره سیاه در

- 1- Muna
- 2- Terpineol
- 3- Citronellol
- 4- Geraniol
- 5- Cineole

Goodarzi, 2016). طی دوره نگهداری غده‌ها، هر ماهه پارامترهای محتوای رطوبت غده‌ها به روش گرمخانه و درصد غده‌های جوانه‌زده به روش مشاهده مستقیم اندازه‌گیری شد (Horwitz, 2000). در پایان، وزن کل جوانه‌های غده‌های هر تیمار توزین شد. این بررسی به شکل آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها به ترتیب شامل غلظت‌های محلول عصاره نعنای در پنج سطح، فاصله تکرار کاربرد محلول در سه سطح و مدت نگهداری سیب‌زمینی‌ها در انبار در چهار سطح بود. در پایان آزمایش، نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ و در سطح معنی‌داری پنج درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در انتها، تیماری که با مصرف کمترین مقدار عصاره در طول دوره نگهداری، بهترین اثر ممانعت‌کنندگی را بر جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی نشان داد با تیمار مصرف کلروپروفام مقایسه شد. همچنین تیمار برگزیده عصاره نعنای تیمار کلروپروفام و شاهد، در حالات آب‌پز به مدت ۳۰ دقیقه در آب با دمای 95 ± 2 درجه سلسیوس و خلال‌های سرخ شده به روش غوطه‌وری در روغن آفتابگردان، با دمای 180 درجه سلسیوس به مدت $1/5$ دقیقه با استفاده از روش آزمون درجه‌بندی هدونیک^۲ مورد ارزیابی حسی یک گروه ۱۲ نفره قرار گرفتند. سپس نمرات هر تیمار به روش آنالیز واریانس آنوا^۳ و توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار^۴ با هم مقایسه شدند (Payan, 2003).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه در سیب‌زمینی‌های تیمار شده با عصاره نعنای، طی دوره نگهداری در جدول ۱ آورده شده است. این نتایج نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر سطوح هر یک از تیمارهای غلظت عصاره، دفعات تکرار کاربرد محلول و زمان نگهداری محصول در انبار بر پارامترهای

سلسیوس و رطوبت نسبی $92 \pm 3\%$ نگهداری شدند. این دمای نگهداری به شکسته شدن خواب غده‌ها و ارزیابی بهتر عملکرد عصاره‌های آزمایشی در کنترل جوانه‌زنی غده‌ها کمک نمود. برای تهیه عصاره مورد استفاده در این آزمایش، نعنای فلفلی تازه در دمای 24 درجه سلسیوس و جریان هوای ثابت 1 متر در ثانیه تا رطوبت کمتر از 7 درصد خشک شدند. سپس برگ‌های خشک شده گیاه، آسیاب و به مدت 48 ساعت در الکل 50 درجه با نسبت وزنی 4 به 1 (الکل به گیاه) خیسانده و روزانه همزده شد. سپس، مخلوط توسط کیف بوختر صاف شد. با تبخیر بخش آبی الکلی محلول صاف شده در دمای اطاق، عصاره خشک شده نعنای فلفلی به دست آمد. این عصاره در ظروف دربسته تا زمان تهیه محلول‌های آزمایشی در فریزر با دمای 18 ± 1 - درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از یک ماه و در اواخر آذر ماه، اعمال تیمار غده‌ها انجام شد. به این ترتیب که در کنار غده‌های سیب‌زمینی هر کیسه، یک بشر 1000 سی‌سی محتوی همان حجم پنبه، آغشته به 350 سی‌سی محلول آبی عصاره نعنای با غلظت‌های صفر، $0/5$ ، 1 ، 2 و 4 گرم در لیتر قرار داده شد؛ به شکلی که غده‌ها هیچ تماس مستقیمی با عصاره آزمایشی نداشته باشند. پس از اعمال تیمارها، برای حفظ اتمسفر اطراف غده‌ها، هر گونی درون یک کیسه پلاستیکی قرار گرفت. دهانه کیسه‌ها بسته و برای تهویه غده‌ها هر 4 روز یک‌بار دهانه آن‌ها به مدت 15 دقیقه باز می‌شد. در طول مدت نگهداری، مصرف عصاره‌های مورد استفاده، در فواصل زمانی منظم هر 2 ، 4 و یا 6 هفته یک‌بار تجدید شد. علاوه بر تیمارهای فوق، یک گروه از غده‌ها فقط با 37 گرم پودر کلروپروفام با درجه خلوص 5 درصد تولید شرکت سیگما-آلدریج^۱ تیمار شد. برای این منظور پودر موردنظر درون کیسه ریخته و پس از بستن کامل دهانه آن، به مدت 10 دقیقه به آرامی تکان داده شد. این کیسه به مدت 48 ساعت در دمای اطاق و به شکل در بسته نگهداری شد (Kleinkopf et al., 2009).

1- Sigma-Aldrich

2- Hedonic Scaling Test

3- Anova Test

4- Least Significant Difference Test

مورد مطالعه در سطح احتمال پنج درصد است که در زیر و به تفکیک به شرح هر یک پرداخته می شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر عصاره نعناع بر پارامترهای مورد مطالعه در غده های سیب زمینی نگهداری شده در انبار

Table 1. Analysis of variance the effect of peppermint extract on the Variables studied in the stored treated potato tubers

میانگین مربعات Mean Squares			درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
وزن جوانه Weight of sprouts	درصد جوانه زنی Germination	درصد رطوبت Moisture content		
89580.9*	15857.1*	1786.6*	4	مدت انبارداری پس از اعمال تیمار Storage period (A)
3275.1*	517.2*	141.5*	3	تکرار frequency of application (B)
52282.5*	7195.7*	173.9*	5	غلظت عصاره ها Concentration (C)
1641.8*	237.1*	114.6	12	مدت انبارداری پس از اعمال تیمار × تکرار A×B
146.9	23.2	49.5	20	مدت انبارداری پس از اعمال تیمار × غلظت عصاره ها A × C
282.5*	50.6*	1.07	15	تکرار × غلظت عصاره ها B×C
196.2*	31.3*	17.73	60	مدت انبارداری پس از اعمال تیمار × تکرار × غلظت عصاره ها A×B×C
1.70	1.05	24.51	120	خطا Error

*: نشانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد است.

*: Shown significant different at 0.05 probability levels.

مدت انبارداری

با افزایش مدت انبارداری غده ها، درصد رطوبت آن ها به شکل معنی داری کاهش یافت. به این ترتیب که میزان رطوبت غده ها در ۴ نوبت نمونه برداری ماهانه در دوره تحقیق، نسبت به زمان برداشت به ترتیب با ۳، ۷/۵، ۱۰ و ۱۷/۲ درصد کاهش همراه بود. در همه تیمارها و در پایان دوره نگهداری، محتوای رطوبت غده ها به کمترین مقدار خود رسید. به موازات این تغییرات، درصد غده های جوانه زده و وزن کلی جوانه ها نیز به شکل معنی داری افزایش یافت (جدول ۲). این تغییرات از ماه سوم تا پایان ماه چهارم نگهداری پس از اعمال تیمارها از شدت بیشتری برخوردار بود؛ به طوری که در این مدت درصد غده های جوانه زده و وزن کلی جوانه ها به ترتیب ۱۴۲ و ۲۷۳ درصد افزایش یافت. در همه تیمارها، بیشترین درصد غده های جوانه زده و وزن کلی

جوانه ها در پایان دوره نگهداری مشاهده شد. با پایان دوره خواب فیزیولوژیک غده های سیب زمینی و آغاز فعالیت جوانه زنی آن ها، تغییرات افت وزنی غده ها نیز آغاز و متناسب با سطح گسترش جوانه زنی، تشدید شد. در واقع با شروع و گسترش جوانه زنی غده ها، روند تجزیه و مصرف نشاسته ذخیره شده در غده با هدف تامین انرژی لازم برای رشد و تکثیر بیشتر و سریع تر سلول های مریستمی جوانه ها سرعت می گیرد. تجزیه نشاسته به قندهای ساده فرآیندی است که نیازمند مصرف آب است؛ ضمن آن که گسترش میزان جوانه زنی غده ها، منجر به افزایش سطح تبخیر و تعرق آن ها شده و مجموع این پدیده ها افت رطوبتی و افت وزنی بیشتر غده ها را در پی دارد. افزایش بیشتر زمان نگهداری غده های جوانه زده با افزایش پلاسیدگی و افت محتوای رطوبتی همراه است (Fernie and Willmitzer, 2001).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر مدت انبارداری بر متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی تیمار شده با عصاره نعناع
 Table 2. Mean comparison of the effect of storage period on the Variables studied in the treatment potato tubers by peppermint extract

متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های تیمار			مدت انبارداری پس از اعمال تیمار
Variables studied in the treatment potato tubers			(ماه)
وزن جوانه (گرم)	درصد جوانه زنی	رطوبت (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	Storage period after treatment
Weight of sprouts(g)	Germination (%)	Moisture content (g/100g)	(month)
0 ^d	0 ^d	82.5 ^a	0
0 ^d	0 ^d	79.6 ^b	1
7.20 ^c	1.93 ^c	76.4 ^c	2
30.2 ^b	20.30 ^b	73.8 ^d	3
112.7 ^a	49.20 ^a	68.3 ^e	4

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

نعناع از ۲ به ۴ گرم در لیتر، تغییر معنی‌داری را در هیچ یک از متغیرهای مورد مطالعه به همراه نداشت. به این ترتیب عصاره گیاه نعناع غلظت‌های ۲ و ۴ گرم در لیتر در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی و حفظ محتوای رطوبتی غده‌ها به شکل معنی‌داری موفق‌تر از تیمار شاهد و سایر تیمارها عمل کرد. به‌طور متوسط در طول دوره نگهداری، محتوای رطوبتی غده‌های تیمار ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع، ۱۱/۵ درصد بیش از تیمار شاهد بود. در همین دوره، درصد جوانه‌زنی و مجموع وزن جوانه‌های تولیدی غده‌های تیمار شاهد به ترتیب ۸ و ۱۴ برابر غده‌های تیمار ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع بود. نکته حائز اهمیت در این مطالعه، افزایش درصد غده‌های جوانه‌زده در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد بود. با این حال وزن کلی جوانه‌های تولیدی در غده‌های شاهد کماکان بیشتر از غده‌های تیمار شده با محلول ۰/۵ گرم در لیتر عصاره نعناع باقی ماند (جدول ۳). بررسی شکل جوانه‌ها (اعم از رویش یافته و نکروز شده) در غده‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره نعناع فلفلی در تحقیق حاضر با مکانیسم گزارش شده برای تأثیر ترکیبات مونوترپنی در کنترل جوانه‌زنی غده‌ها همخوانی داشت (شکل ۱). به نظر می‌رسد فرضیه زیر چگونگی اثر کنترل‌کنندگی عصاره‌های حاوی ترکیبات مونوترپنی و از جمله عصاره نعناع فلفلی مورد بررسی را بهتر از سایر نظریه‌ها توضیح

مطابق یافته‌های این مطالعه، عصاره نعناع فلفلی توانست در غلظت و توالی مصرف مناسب، اثر بازدارندگی قابل رقابتی بر جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی نسبت تیمار شاهد و پودر کلروپروپام داشته باشد؛ هر چند با طولانی شدن زمان نگهداری (بیش از ۴ ماه) عرصه رقابت به نفع کلروپروپام تغییر کرد (شکل ۱). شایان ذکر است زمان آغاز جوانه‌زنی در غده‌های شاهد هفته دوم دی ماه بود؛ اما جوانه‌زنی غده‌های تیمار شده با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع و یا کلروپروپام تا هفته سوم بهمن به تأخیر افتاد. *Boylston et al.* (2001) نیز در تحقیق خود تأخیر جوانه‌زنی برای سیب‌زمینی رقم Russet تیمار شده با کلروپروپام، عصاره میخک را بررسی و این مدت را برای ترکیبات فوق به ترتیب ۵ و ۴ ماه گزارش کردند. *Gomez et al.* (2013) نیز عصاره‌های تغلیظ شده اسطخدوس و نعنا را در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی تا ۶۵ درصد مؤثر دانستند؛ بدون آن‌که پیرامون کمترین غلظت و مقدار عصاره مورد نیاز برای مصارف تجاری اظهار نظر نمایند.

غلظت محلول عصاره نعناع

با افزایش غلظت محلول‌های عصاره نعناع از ۰/۵ تا ۲ گرم در لیتر، مقدار رطوبت غده‌ها، به شکل معنی‌داری افزایش و درصد جوانه‌زنی غده‌ها و وزن کل جوانه‌ها با کاهش معنی‌داری مواجه شد. افزایش غلظت عصاره

جوانه‌ها حالتی سوخته و چوب پنبه‌ای به خود می‌گیرد. حال چنانچه غلظت عامل مونوترپنی از حد آستانه اثربخشی کمتر شود، جوانه‌های جانبی در این نواحی تحریک و شروع به فعالیت می‌کنند. این جوانه‌ها ظریف‌تر بوده و نسبت به جوانه‌های تولیدی از مریستم‌های انتهایی، ضخامت و حجم رویشی کمتری دارند (Gomez *et al.*, 2013؛ Song *et al.*, 2009). نتایج این تحقیق با آنچه Kleinkopf and Frazier (1999)، De Vries (2002) و Vaughn and Spencer (1991) در مورد گیاهان زیره سیاه و نعناع و میخک گزارش نموده‌اند مشابهت دارد. هر چند در مورد مقایسه قدرت مهارکنندگی این ترکیبات با یکدیگر نمی‌توان تصویر واضحی ارائه نمود.

می‌دهد: "عوامل غیراشباع آلفا یا بتا کربونیلی و یا الکی موجود در این عصاره‌ها از طریق ایجاد آسیب در سلول‌های مریستم انتهایی جوانه‌ها نقش بازدارندگی را در این فرایند ایفا می‌کنند. در حضور این ترکیبات نرخ تنفس سلول‌های بافت مریستم انتهایی به شدت بالا می‌رود. این وضعیت به گونه‌ای پیش می‌رود که چربی موجود در دیواره غشایی سلول‌های این ناحیه دچار اکسایش شدید شده و بافت مریستم در معرض تنش اکسایشی قرار می‌گیرد. در این حالت دیواره غشایی ضمن از دست داده سریع رطوبت، کارایی خود را از دست داده عملکردهایی مانند انتقال عناصر غذایی به درون سلول مختل می‌شود. همه این شرایط به مرگ سلول و نکروز شدن آن ختم می‌شود. ظاهر این



شکل ۱- غده سیب‌زمینی ۵ نوبت تیمار شده با محلول ۲ گرم در لیتر نعناع (راست)، تیمار شده با کلروپروپام (وسط) و شاهد (چپ) در پایان دوره نگهداری

Figure 1. Potato tubers treated with a solution of 2 g/l peppermint extract for 5 times (right), CIPC (middle) and control (left) at the end of the storage period

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت محلول عصاره نعناع بر متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی تیمار شده
Table 3. Mean comparison of the effect of concentration of peppermint extract on the variables studied in the treatment potato tubers

متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های تیمار			غلظت محلول عصاره نعناع
Variables studied in the treatment potato tubers			(گرم در لیتر)
وزن جوانه (گرم)	درصد جوانه زنی	رطوبت (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	Concentration of peppermint extract (g/l)
Weight of sprouts(g)	Germination (%)	Moisture content (g/100g)	
65.9 ^a	28.6 ^b	69.4 ^d	0
54.6 ^b	31 ^a	71.5 ^c	0.5
16.8 ^c	7.5 ^c	76.7 ^b	1
4.6 ^d	3.4 ^d	77.4 ^{ab}	2
3.3 ^d	2.6 ^d	77.5 ^a	4

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

فواصل تکرار کاربرد محلول عصاره نعناع

دفعات کاربرد محلول عصاره نعناع نیز اثر معنی داری بر میزان تغییرات مولفه‌های مورد مطالعه داشت. با افزایش تعداد نوبت‌های استفاده از محلول از هر ۶ هفته به هر ۴ هفته یک‌بار (جمعاً از ۳ نوبت به ۵ نوبت استفاده از عصاره نعناع در طول دوره نگهداری)، درصد رطوبت غده‌های تیمارهای مختلف ۸ درصد افزایش و درصد جوانه‌زنی و وزن کلی جوانه‌های ظاهر شده به ترتیب به میزان ۲۴ و ۲۷ درصد کاهش یافت. افزایش بیشتر تعداد دفعات استفاده از عصاره نعناع از ۴ هفته به هر ۲ هفته یک‌بار (افزایش دفعات تکرار اعمال تیمار از ۵ به ۱۰ نوبت در طول دوره نگهداری)، اثری اندک اما فاقد اختلاف معنی دار بر مولفه‌های مورد مطالعه داشت (جدول ۴). بر اساس داده‌های ارائه شده در جدول‌های (۵) و (۶) اثر متقابل غلظت و تعداد دفعات استفاده از عصاره نعناع بر درصد جوانه‌زنی و وزن جوانه‌های غده‌های سیب‌زمینی در سطح پنج درصد معنی دار بود. دقت در درصد غده‌های جوانه‌زده در پایان دوره نگهداری، نشان داد فواصل ۴ هفته‌ای استفاده از محلول با غلظت ۲ گرم در لیتر بهترین تیمار برای کنترل جوانه‌زنی نمونه‌های سیب‌زمینی است و قادر بود بیش از ۳ ماه جوانه زنی غده‌ها را کنترل نماید. این تیمار در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی‌ها نسبت به تیمارهای با مقدار مصرف مشابه و حتی بیشتر عصاره نعناع (تیمار ۱۰ نوبت استفاده از محلول ۱ گرم در لیتر و ۳ نوبت استفاده از محلول با غلظت ۴ گرم در لیتر) به شکل معنی داری موفق‌تر بود و تفاوت معنی داری با تیمار ۵ نوبت استفاده از محلول ۴ گرم در لیتر نعناع نیز نشان

نداد. Kleinkopf *et al.* (2003) نیز در مطالعات خود به تعادل بین غلظت و تعداد دفعات استفاده توجه نموده‌اند. به نظر می‌رسد کاربرد ماهانه محلول‌ها قادر است غلظت ترکیبات مونوترپنی مؤثر در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی را در اتمسفر پیرامون غده‌ها در محدوده آستانه تأثیر حفظ کرده و به این ترتیب افزایش بیشتر آن‌ها اثر معنی داری در کنترل پدیده جوانه‌زنی نداشت.

مقایسه نتایج تیمار منتخب عصاره نعناع و کلروپروپام

نتایج مقایسه کارایی تیمار پودر کلروپروپام و محلول ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع بر وضعیت جوانه‌زنی غده‌های آزمایشی نشان داد که تیمار کلروپروپام قادر به کنترل قاطع جوانه‌زنی غده‌ها است. به طوری که در پایان دوره نگهداری تنها ۱/۳ درصد غده‌ها دارای جوانه‌هایی رشد یافته (در حداقل وضعیت رشدی) بودند. در سایر غده‌های این تیمار رشد جوانه‌ها قابل مشاهده نبود. جوانه‌زنی غده‌ها در تیمار منتخب با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع از هفته سوم بهمن ماه آغاز شد. این تیمار تا اوایل اسفند ماه (ماه چهارم نگهداری پس از اعمال اولین تیمار) در کنترل نسبتاً کامل جوانه‌زنی غده‌ها موفق بود. در پایان ماه چهارم این اثر تضعیف اما کماکان قابل قبول بود، هر چند اثر آن به شکل معنی داری کمتر از قدرت بازدارندگی کلروپروپام بود (جدول ۷). Gomez *et al.* (2013) نیز به کاهش ۶۵ درصدی اثر بازدارندگی عصاره غلیظ نعناع و اسطخدوس بر کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی نسبت به کلروپروپام در پایان ماه چهارم نگهداری اشاره کرده‌اند. Boylston *et al.* (2001) نیز اثر عصاره‌های مونوترپنی در کنترل جوانه‌زنی غده‌ها را محدود و قابل بازگشت گزارش کرده‌اند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر فواصل کاربرد محلول عصاره نعناع بر متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی تیمار شده

Table 4. Mean comparison of the effect of frequency of peppermint extract application on the variables studied in the treatment potato tubers

متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های تیمار			فواصل کاربرد عصاره نعناع (هفته)
Variables studied in the treatment potato tubers			Frequency of peppermint extract application (week)
وزن جوانه (گرم)	درصد جوانه زنی	رطوبت (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	
Weight of sprouts(g)	Germination (%)	Moisture content (g/100g)	
25.35 ^b	12.8 ^b	78.4 ^b	2
26.61 ^b	13.3 ^b	77.6 ^b	4
36.77 ^a	17.3 ^a	71.8 ^a	6

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات غلظت و فواصل کاربرد عصاره نعناع و مدت انبارداری بر درصد جوانه‌زنی سیب‌زمینی انبار شده

Table 5. Mean comparison of the effects of concentration, frequency of peppermint extract application, and storage period on germination percentage of potato tubers

غلظت عصاره نعناع					فواصل کاربرد عصاره نعناع (هفته)	مدت انبارداری (ماه)
Concentration peppermint extract (g/l)						
4	2	1	0.5	شاهد Control		
0	0	0	0	0	2	زمان برداشت
0	0	0	0	0	4	
0	0	0	0	0	6	Harvest time
0	0	0	0	0	2	
0	0	0	0	0	4	۱ ماه
0	0	0	0	0	6	1 month
0	0	0	8.7	7.3	2	
0	0	0	8.3	7.7	4	۲ ماه
0	0	0	8	7.7	6	2 months
0	0	6	43	39	2	
1	1.5	8	43	40	4	۳ ماه
8	11	15	44	41	6	3 months
6	7	20	100	93	2	
7	8	17	100	96	4	۴ ماه
18	40	47	100	99	6	4 months

LSD = 1.572

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات غلظت و فواصل کاربرد عصاره نعناع و مدت انبارداری، بر وزن جوانه غده‌های سیب‌زمینی (گرم)

Table 6. Comparison of the mean of concentration, frequency of peppermint extract application, and storage period effects on the weight of potato tuber sprouts (g)

غلظت عصاره نعناع					فواصل کاربرد عصاره نعناع (هفته)	مدت انبارداری (ماه)
peppermint extract Concentration (g/l)						
4	2	1	0.5	شاهد Control		
0	0	0	0	0	2	زمان برداشت
0	0	0	0	0	4	
0	0	0	0	0	6	Harvest time
0	0	0	0	0	2	
0	0	0	0	0	4	۱ ماه
0	0	0	0	0	6	1 month
0	0	0	12	17	2	
0	0	0	16	17	4	۲ ماه
0	0	0	20	17	6	2 months
0	0	12	47	58	2	
3	3	21	52	59	4	۳ ماه
11	21	33	55	58	6	3 months
8	9	27	188	221	2	
14	16	50	209	247	4	۴ ماه
29	51	100	221	231	6	4 months

LSD = 2.308

نمونه‌های آب‌پز و سرخ شده تهیه شده از نمونه‌های سیب‌زمینی تیمار شده با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره

ارزیابی حسی

نتایج آزمایش ارزیابی حسی انجام شده روی

شیرین شدن بافت و تیره شدن رنگ محصول سرخ شده به دلیل جوانه زنی غده‌ها از جمله دلایل اصلی عدم رضایت گروه ارزیاب از نمونه‌های شاهد بود. *et al.* Gomez (2013) نیز نتایج مشابهی را در مورد نمونه‌های سرخ شده سیب‌زمینی تیمار شده با عصاره غلیظ نعناع و اسطخدوس گزارش و تغییر نامطلوبی را در عظم و ویژگی‌های ظاهری این نمونه‌های سرخ شده گزارش نکردند.

نعناع و نمونه‌های گردپاشی شده با پودر کلروپروفام پس از پایان دوره نگهداری نشان داد که گروه ارزیاب از نظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی بین نمونه‌های تهیه شده از سیب‌زمینی‌های تیمار شده اختلاف معنی‌داری را تشخیص نداد. نمونه‌های شاهد در هر دو آزمون پخت و سرخ شدن به شکل معنی‌داری امتیاز کمتری را نسبت به دیگر تیمارها از گروه ارزیاب دریافت کرد (جدول ۸). کاهش سفتی بافت، افزایش و انباشت قند کاهنده و در پی آن

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی و وزن جوانه‌ها (گرم) در نمونه‌های سیب‌زمینی تیمار شده با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع و پودر کلروپروفام در پایان دوره نگهداری

Table 7. Comparison of the mean of germination (%) and Weight of sprouts (g) in potato tubers treated with 2 g/l peppermint extract and Cipc at the end of storage period

ویژگی مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی		زمان مقایسه Time comparison	تیمارهای آزمایش Treatments
وزن جوانه‌ها (گرم) Weight of sprouts (g)	درصد جوانه زنی Germination (%)		
3.0 ^b	1.5 ^b	ماه سوم نگهداری Third month of storage	محلول ۲ گرم در لیتر نعناع در ماه
16.0 ^a	8.0 ^a	ماه چهارم نگهداری Forth month of storage	Peppermint extract (2g/l per month)
0.0 ^d	0.0 ^c	ماه سوم نگهداری Third month of storage	کلروپروفام Cipc
1.5 ^c	1.3 ^b	ماه چهارم نگهداری Forth month of storage	

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

جدول ۸- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های فراوری شده سیب‌زمینی نگهداری شده با عصاره نعناع، پودر کلروپروفام و نمونه شاهد
Table 8. Organoleptic evaluation results for processed potatoes were stored With peppermint extract, Cipc and control

تیمارهای آزمایش Treatments			روش فراوری Processing method
کلروپروفام Cipc	عصاره نعناع (با غلظت ۲ گرم در لیتر) Peppermint extract (2 g/l)	شاهد Control	
16.70 ^a	16.63 ^a	12.55 ^a	آب‌پز boiled
17.41 ^a	17.03 ^a	9.21 ^b	سرخ شده Fried

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار).

Mean followed by similar letters in each row, are not significantly different at 5% probability level (least significant difference test).

نتیجه گیری

تبادل بین فواصل مصرف و غلظت محلول عصاره نعناع فلفلی مورد استفاده، عامل تعیین کننده‌ای در دستیابی به تیمار بهینه و حفظ غلظت مورد نیاز ترکیبات مونوترپنی در هوای اطراف غده‌های انبار بوده است. به عبارت دیگر از آنجا که ترکیبات مونوترپنی، ماهیتی فرار دارند، غلظت آن‌ها در هوای فضای مورد مطالعه، بلافاصله پس از مصرف بالا رفته و پس از مدتی نیز با شیبی تند افت می‌کند. بنابراین دفعات تکرار استفاده از آن‌ها برای حفظ آستانه اثر بخشی و ممانعت کنندگی دارای اهمیت بوده و قابل جایگزینی با دیگر مؤلفه‌ها (از جمله افزایش غلظت محلول مورد استفاده) نیست. با توجه به انتخاب تیمار ۲ گرم در لیتر عصاره‌های نعناع و مصرف ۱۰ سی سی عصاره به ازای هر کیلو گرم محصول، مشخص می‌شود به ازای هر تن سیب‌زمینی، مقدار ۲۰ گرم عصاره در هر نوبت نیاز خواهد بود. پس با فرض

دوره ۵ ماهه نگهداری، ۵ نوبت استفاده از محلول مورد نیاز خواهد بود. بر این اساس مقدار کل مصرف عصاره برابر ۱۰۰ گرم به ازای هر تن سیب‌زمینی برآورد می‌شود. موضوع مهم در این تحقیق، مشاهده اثر تحریک کنندگی دوز ۰/۵ گرم در لیتر عصاره نعناع در جوانه‌زنی غده‌ها بود که در مطالعات پیشین، گزارش مشابهی ارائه نشده است. در این تیمار، علی‌رغم درصد غده‌های جوانه‌زده بیشتر، اما وزن کلی جوانه‌ها کمتر از تیمار شاهد بود.

در مجموع، این تحقیق نشان داد که عصاره نعناع فلفلی می‌تواند گزینه مناسبی برای جایگزینی کلروپروپام در انبارداری میان‌مدت سیب‌زمینی باشد؛ بدون آن‌که استفاده از آن تأثیر منفی بر مطلوبیت حسی سیب‌زمینی فراوری شده از نگاه مصرف کننده داشته باشد. با این حال، مطالعه دیگر عصاره‌های معطر با ساختار مشابه به منظور یافتن ترکیبات مؤثرتر می‌تواند در حذف کامل کلروپروپام از چرخه نگهداری سیب‌زمینی راهگشا باشد.

References

- Afek, U., Orenstein, J. and Nuriel, E. (1998). Using HPP (hydrogen peroxide plus) to inhibit potato sprouting during storage. *American Journal of Potato Research*, 77(1), 63-65.
- Aliaga, T. J. and Feldheim, W. (1985). Inhibition of sprouting of stored potatoes by the essential oil of the Muna plant from South America. *Ernahrung*, 9(4), 254-256.
- Boylston, T. D., Powers, J. R., Weller, K. M. and Yang, J. (2001). Comparison of Sensory Differences of Stored Russet Potatoes Treated with CIPC and Alternative Sprout Inhibitors. *American Journal of Potato Research*, 78(2), 99-107.
- Chakraverty, A., Raghavan, G. S. V. and Ramaswamy, H. S. (2003). Handbook of post-harvest technology, Chapter 22: Irradiation of fruit, vegetables, nuts and spices. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Daniels, B. J., Prange, R. K., Kalt, W., Liew, C. L., Walsh, J., Dean, P. and Coffin, R. (1996). The effects of ozone on sprouting, fry color and sugars of stored Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal*, 73(10), 469-481.
- De Vries, R. (1999). Sprouting inhibiting of potatoes. U.S.A Patent No: 6,001,773.
- Fernie, A. R. and Willmitzer, L. (2001). Molecular and biochemical triggers of potato tuber development. *Plant Physiology*, 127(10), 1495-1465.

- Gomez, D., Cruz, E., Iguaz, A., Arroqui, C. and Virseda, P. (2013). Effect of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 82(1), 15-21.
- Goodarzi, F. (2016). Effect of amount and time of CIPC consumption on qualitative properties and it's residue in potato during storage. Final Report No: 49285, Agricultural Engineering Research Institute. Agricultural Research, Educational and Extension Organisation, Tehran, Iran. [In Farsi]
- Horwits, W. (2000). Association of official analytical chemists international. U.S.A: Rockville, Washington, AOAC Publishing.
- 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(5), 317-327.
- Kleinkopf, G. E. and Frazier, M. J. (2002). Alternative sprout suppressants for stored potatoes. *Proceedings: Winter Commodity Schools*, 34(2), 183-187.
- Kleinkopf, G. E., Brandt, T. L., Frazier, M. J. and Gregory, M. (2009). Cipc residues on stored Russet Burbank potatoes: Maximum label application. *American Potato Journal*, 74(2), 107-117.
- 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 Aidaho, USA.
- Payan, R. (2003). Principle of control quality in food science. Tehran: Aeezh Publication. [In Farsi]
- Prange, R., Kalt, W., Daniels-Lake, B., Liew, C., Walsh, J., Coffin, R. and Page, R. (1998). Alternatives to currently used potato sprout suppressants. *Postharvest News and Information*, 8(3), 37-41.
- Singh, R., Shushni, M. A. M. and Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activity of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 8(3), 322-328.
- Slininger, P. J., Burkhead, K. D., Schisler, D. A. and Bothast, R. J. (2000). Biological control of sprouting in potatoes. U.S.A Patent No: 6,107, 247.
- Song, X., Bandara, M. S., and Tanino, K. K. (2009). Potato dormancy regulation: use of essential oils for sprout suppression in potato storage. *Fruit, Vegetable and Cereal Science And Biotechnology*, 2(1), 110-117.
- Storey, M., Green, N. and Cunnington, A. (2008). Cipc stewardship action plan. British Potato Council Ltd. Retrieved from <http://www.potato.org.uk/>. (Accessed Apr 2016).
- Vaughn, S. F. and Spencer, G. F. (1991). Volatile monoterpenes inhibit potato tuber sprouting. *American Potato Journal*, 68(12), 821-831.
- Vaughn, S. F. and Spencer, G. F. (1993). Naturally-occurring aromatic compounds inhibit potato tuber sprouting. *American Potato Journal*, 70(7), 527-533.

Vokou, D., Vareltzidou, S. and Katalnals, P. (1993). Effects of aromatic plants on potato storage: Sprout suppression and antimicrobial activity. *Agricultural Economy and Environment*, 47(2), 223-235.

Comparison of the Effect of Mint Extract and Chlorpropham on Preventing Potato Sprouting in the Storage

F. Goudarzi^{1*} and R. Kalvandi²

- 1- ***Corresponding Author:** Research Assistant, Department of AERI, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources of Hamedan. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran (goudarzifarzad@gmail.com)
- 2- Research Assistant, Department of RIFR, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources of Hamedan. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran

Received: 23 September, 2017

Accepted: 22 November, 2017

Abstract

Background and Objectives

Sprouting is one of the main reasons of wasting about one half of potatoes during the storage. The existing methods to control sprouting in long term storage (for example postharvest applications of chlorpropham) can do the job as well, but the incidence of quality problems and undesirable side effects in such potatoes, and more importantly, the growing interest in organic food products, have challenged the application of these methods.

Materials and Methods

The peppermint extracts used in the experiment were obtained from dried peppermint leaves in 48 hours, at room temperature using 1:1 distilled water-alcohol solution, and with the normal air pressure. The peppermint extracts were dried for 10 days and then transferred to a dark glass bottle by means of petroleum ether (as solvent) and were kept at 2°C until being used for later use. Herbal extracts of peppermint were used at concentrations of 0, 0.5, 1, 2 and 4 g/l, with regular intervals of 2, 4 or 6 weeks during the 5 months of potato (*Agria* cultivar) storage while sprouting was monitored. Direct contact between tubers and the peppermint extracts was not allowed. To provide the needed oxygen for the tubers respiration, the containers apertures were opened for 15-20 minutes every four weeks and were sealed again. A group of tubers was only treated by 37g chlorpropham (5% purity). To do this, the powder was poured into the container, completely sealed and slowly shaken for 10 minutes. The sealed container was kept at room temperature for 48 hours. All experiments were repeated 3 times. Data was analyzed by a completely randomized design (CRD) with a factorial experiment.

Results

According to the results, by increasing the concentration of mint from 0.5 to 2 g/l, sprouting potato was controlled more effectively and meaningfully. More concentration in the control of potato sprouting was not significant. Use of this extract at a concentration of 0.5 g/l stimulates the germination of tubers compared to the control. Extensive sprouting of tubers was delayed for up to 4 months compared to the control treatment too. Application of peppermint extract caused %92 and %96 decrease in potato germination and total weight sprouting respectively. Organoleptic evaluation of the boiled and fried potato samples, treated with the mint extract and chlorpropham, did not show significant differences.

Discussion

Use of 2 g/l mint extract will be able to decrease waste potato tubers in storage up to 6 percent. Replication of every 4 weeks extracts application is absolutely essential for the best result. Organoleptic evaluation of the boiled and fried potato samples, treated with the mint extract and chlorpropham, received more points compared to control.

Keywords: *Mentha piperita L., Potato, Sprouting, Storage*