مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد اول، شماره دوم، تابستان ۸۷
۸۷-۱۰۱
www.ejcp.info

بررسی تاثیر برش غده و تیمار با اتیلن بر تعداد و طول جوانه‌ها و تغییرات میزان آنتوسیانین، آمیلاز و محتوای کلروفیلی غده‌های سیب‌زمینی

***کامبیز مشایخی[۱]، بهنام کامکار[۲] و رضوان خسروی[۳]**

[۱]استادیار گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]کارشناس باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/٤/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۵

چکیده

در این بررسی تأثیر سه تیمار شاهد (غده دست نخورده)، غده برش خورده و غده‌های در معرض اتیلن بر جوانه‌زنی، طول جوانه‌های رشد یافته، محتوای نشاسته، فعالیت آمیلاز، محتوای کلروفیل‌ها و همچنین مقدار نسبی آنتوسیانین موجود در جوانه و بخشی از غده که در ناحیه زیر جوانه قرار گرفته، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اختلاف بین تیمارهای اعمال شده (شاهد، برش و تیمار با اتیلن) روی تمام صفات مورد مطالعه به جز میانگین تعداد جوانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که تیمار برش خورده در تمامی صفات به جز غلظت کلروفیل a، برتر از شاهد و تیمار اتیلن بود. از طرف دیگر بیشترین میانگین غلظت کلروفیل a به تیمار اتیلن ناشی از موز اختصاص داشت. با وجود اختلاف در میانگین تعداد جوانه، در تیمارهای اعمال‌شده (با تولید بیشترین جوانه در تیمار برش خورده) این اختلاف معنی‌دار نبود. بیشترین طول جوانه به تیمار برش خورده اختصاص داشت، اما اختلاف آن با تیمار اتیلن معنی‌دار نشد. در مورد غلظت کلروفیل b، مجموع دو کلروفیل a و b، و غلظت آنتوسیانین اختلاف تیمار برش خورده با دو تیمار شاهد و تیمار با موز معنی‌دار بود.نتایج نشان داد که بهترین تیمار جهت تسریع در بیدار نمودن و

*- مسئول مکاتبه: kambizm@yahoo.com

شروع جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی، برش‌دادن غده‌ها می‌باشد. در حالت معمول غده‌های مناسب کشت، بدون برش‌دادن کشت می‌شوند. توصیه می‌شود که برای حصول عملکرد بهتر، تیمار برش روی این غده‌هاو یا بخشی از آن‌ها نیز اعمال گردد تا ضمن تحریک جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی آن‌ها نیز افزایش یابد. استفاده از میوه‌های آزادکننده اتیلن نظیر موز یا سیب می‌تواند به‌عنوان گزینه بعدی برای تحریک جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی مطرح باشد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، نشاسته، آمیلاز، آنتوسیانین، کلروفیل a و b

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) گیاهی از خانواده بادمجانیان (*solanaceae*) و جنس سولانوم می‌باشد که نقش مهمی در تغذیه انسان در سطح جهان دارد (اشتراسبورگر و همکاران، ۱۹۷۸). این محصول از لحاظ اقتصادی بسیار با ارزش است، به‌طوری‌که حجم زیادی از تحقیقات به افزایش تولید و درآمد حاصل از این محصول اختصاص یافته‌اند (گروزا و همکاران، ۲۰۰۵؛ پاویلستا و فوز، ۲۰۰۵؛ هالوران و همکاران، ۲۰۰۵).

تحریک رشد جوانه‌های غده سیب‌زمینی‌های زودرس با افزایش وزن غده‌های کمی که تشکیل می‌شود، باعث افزایش تولید و بالطبع درآمد در واحد سطح می‌گردد. در رقم‌های دیررس در مقایسه با ارقام زودرس، غده‌دهی دیرتر و پس از شاخه‌دهی زیاد، شروع می‌شود و تعداد بیشتری غده در هر بوته تشکیل می‌شود. در این ارقام نیز تحریک رشد، تمام جوانه‌های موجود برروی غده را تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا اگر یک غده بذری سیب‌زمینی به صورت کامل کشت شود به علت وجود غالبیت جوانه انتهایی تنها تعداد کمی ازجوانه‌های موجود در قسمت انتهایی آن رشد می‌کنند. به این دلیل یک غده بذری کوچک ممکن است با یک غده که چندین برابر وزن دارد، محصول تقریباً یکسانی تولید نماید (اوینگ، ۱۹۹۷). از طرف دیگر پایین آوردن هزینه‌های تولید در واحد سطح کمک زیادی به افزایش درآمد کشاورز می‌نماید. به‌طور مثال هزینه لازم جهت تهیه بذر سیب‌زمینی نصف مخارج تولید این گیاه را شامل می‌شود (امام و نیک نژاد، ۲۰۰۳). چون کاشت غده کامل سبب اتلاف هزینه می‌شود و از سویی مقدار کافی از غده‌های کوچک برای تأمین غده بذری وجود ندارد، لذا اکثر محصول سیب‌زمینی تولید شده در کشوری مثل ایالات متحده امریکا از غده‌های بریده شده به‌دست می‌آید

(اوینگ، ۱۹۹۷). بنابراین تحریک رشد کلیه جوانه‌های موجود روی غده‌های بذری سیب‌زمینی، علاوه‌بر افزایش سهم جوانه‌های تولید کننده استولون و شاخ و برگ، از جنبه کاهش مخارج تولید و افزایش کارایی اقتصادی نظام‌های تولید سیب‌زمینی نیز می‌تواند مفید باشد.

موادی در پوست سیب‌زمینی وجود دارند که مانع جوانه زدن غده‌های آن می‌شوند و به‌طور طبیعی و به تدریج بعد از ۲ تا ۳ ماه از بین می‌روند. هر قدر سیب‌زمینی در موقع برداشت نارس‌تر باشد قابلیت جوانه‌زنی بعدی آن نیز کمتر می‌شود و معمولاً هر قدر از مدت برداشت بگذرد تمایل به جوانه زدن در سیب‌زمینی افزایش می‌یابد (پیوست، ۱۹۹۷). اگر بخواهیم این مانع را از بین ببریم و سیب زمین زودتر از حالت طبیعی جوانه بزند باید کاری کرد که مواد بازدارنده جوانه‌زنی موجود در پوست از بین برود و حرکت مواد در غده‌ها به طرف چشمک‌ها جریان پیدا کند که زخمی کردن غده‌ها به‌عنوان یکی از روش‌های مطرح در این زمینه مدنظر است.

تیمار گیاهان توسط اتیلن موضوعی جدید نیست. اتیلن در موقع لزوم در تمام قسمت‌های گیاهان عالی ازقبیل برگ‌ها، ریشه‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و غده‌ها سنتز می‌شود و تنظیم آن توسط یکسری عوامل داخلی و یکسری از عوامل خارجی مانند زخم‌های مکانیکی،تنش‌های محیطی، مواد شیمیایی مانند اکسین‌ها تحریک می‌شود (استرند و همکاران، ۱۹۹۲؛ دی پاپ و واندر استراتن، ۲۰۰۵).

نشاسته اغلب به‌عنوان فرآورده نهایی فتوسنتز در نظر گرفته می‌شود. در غده‌های سیب‌زمینی حدود ۲۱ درصد کربوهیدرات وجود دارد که قسمت اعظم آن را نشاسته تشکیل داده و مابقی از نوع قندهای محلول می‌باشند. شواهد نشان داده که در سلول‌های اندام‌های ذخیره‌ای، تجزیه پلی‌ساکاریدها تحت کنترل یکی از دو آنزیم آمیلاز می‌باشد.

توزیع آنزیم‌های آمیلاز در سرتاسر گیاه یکنواخت نیست (ابراهیم‌زاده، ۱۹۹۹). سیب‌زمینی در بعضی از موارد حاوی مقادیر زیادی آنتوسیانین است. به‌طور مثال بررسی انجام شده برروی میزان آنتوسیانین کل درون سیب‌زمینی‌های گوشت ارغوانی و قرمز نشان داد که این مواد رنگی در تمام غده پراکنده می‌باشند. اما غلظت آن در ساقه و انتهای جوانه حداکثر بود. در گوشت سیب‌زمینی‌های گوشت سفید نیز بیشتر از ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر از این مواد وجود دارد که نصف مقدار این ماده در ارقام دارای گوشت قرمز و ارغوانی می‌باشد (براون، ۲۰۰۵). از اندازه‌گیری آنتوسیانین می‌توان به‌عنوان شاخصی برای نشان دادن شدت تجزیه نشاسته و میزان تجمع قندهای احیاء شده به واسطه تجزیه در طی جوانه‌زنی غده‌های این گیاه استفاده نمود. زیرا به عقیده ریس و همکاران

(۲۰۰۵) میزان آنتوسیانین و سایر رنگدانه‌های درون سیب‌زمینی به موقعیت و محیط رویشی آن نیز بستگی دارد. در نتیجه برخی از تنش‌های محیطی که منجر به تجمع قندهای ساده می‌شوند، افزایش سنتز آن را نیز به همراه دارند (ریس و همکاران، ۲۰۰۵؛ کونگ و همکاران، ۲۰۰۳).

هدف آزمایش حاضر بررسی چگونگی تأثیر تیمار برش غده، اتیلن موز و عدم تیمار غده سیب‌زمینی روی جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی و پیگیری برخی تغییرات متابولیکی ناشی از این تیمارها بر سنتز آنتوسیانین‌ها،کلروفیل‌ها، انباشتگی نشاسته و میزان فعالیت آمیلاز بود.

مواد و روش‌ها

آزمون جوانه‌زنی و طول جوانه

در بخش اول آزمایش، جوانه‌زنی و طول جوانه‌های رشد نموده در غده‌های برش‌خورده، در معرض اتیلن موز و سالم (بدون برش) آزمون شد. در این قسمت از آزمایش در هر تیمار تعداد ۱۰ عدد غده سیب‌زمینی برای مدت یک ماه در انکوباتور و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در تیمار برش، سیب‌زمینی‌ها از وسط بریده شدند و پس از تیمار محل زخم با قارچ‌کش کاپتان، در داخل انکوباتور قرار گرفتند. در تیمار جوانه‌زنی سیب‌زمینی تحت تأثیر اتیلن متصاعد شده از میوه رسیده موز، تعداد ۱۰ عدد سیب‌زمینی دست نخورده در کیسه پلاستیکی به همراه یک میوه موز در معرض قرار گرفتند.

اندازه‌گیری فعالیت آمیلاز در غده سیب‌زمینی در ناحیه زیر جوانه‌ای

در این بخش به منظور اندازه‌گیری میزان فعالیت آمیلاز با دستگاهی که مغز سیب از وسط آن خارج می‌شود، به مقدار یکسان تا عمق یک سانتی‌متر از محل زیر جوانه‌های سیب‌زمینی‌های تحت تیمارهای مختلف نمونه‌برداری شد. این کار طی دو مرحله تهیه عصاره آنزیمی و تهیه محلول نشاسته انجام شد. به منظور تهیه عصاره آنزیمی، جوانه سیب‌زمینی در بافر تریس (با اسیدیته ۷/٦). که بافر خردکننده می‌باشد، خرد شد و با استفاده از پارچه ململ صاف شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آمیلاز ابتدا ۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته در لوله آزمایش ریخته شد و ضمن اضافه کردن عصاره در زمان صفر، بلافاصله از یدور پتاسیم استفاده گردید. در این زمان فعالیت آنزیم صفر، و مقدار نشاسته به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. دستگاه اسپکتروفتومتر به وسیله شاهد یا محلول نشاسته + یدور

پتاسیم + تریس، صفر شد. فعالیت آمیلاز در طول موج ٦٦٠ نانومتر و با فواصل ۵ دقیقه‌ای اندازه‌گیری شد.

به منظور تهیه محلول نشاسته، ۰/۷ گرم از نشاسته آماده، جدا و در لوله آزمایش ریخته شد. بعد از سه بار شستشو با ۱۰ میلی‌لیتر الکل ۷۰ درصد و اضافه کردن ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر، سر لوله‌ها با فویل و چسب پوشانده شد و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام بن ماری و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس، لوله‌های آزمایش با فویل و چسب به‌طور کامل پوشیده شده و به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد از خارج کردن از اتوکلاو، محلول نشاسته صاف شد.

بعد از آماده شدن عصاره آنزیمی به همراه محلول نشاسته از هر کدام به اندازه ۵ میلی‌لیتر در لوله آزمایش ریخته و در زمان صفر که اولین زمان برای خواندن آمیلاز است، یدور پتاسیم به میزان ۵ میلی‌لیتر به آن اضافه شد . طول مدت مورد نظر برای این آزمایش ۲۵ دقیقه بود. (سولمنیسکا و کراسسکاویک، ۲۰۰۳).

اندازه‌گیری کلروفیل‌های a و b و میزان آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری کلروفیل‌های a و b و مجموع آن‌ها، ابتدا ۱ گرم از بافت جوانه زده با ۱۵میلی‌لیتر استن به خوبی خرد شده و از کاغذ صافی عبور داده شد. برای شستشوی بقایای روی کاغذ صافی، از ۱۰ میلی‌لیتر استن استفاده شد و دوباره بعد از کوبیدن و عبور از کاغذ صافی، حجم موردنظر با استفاده از استوانه مدرج قرائت شد. سپس قرائت کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع آن‌ها به‌ترتیب در طول موج‌های ٦٦٣، ٦٤٥ و ٦٥٢ نانومتر انجام شد و مقدار کلروفیل با توجه به معادلات ۱ تا ۳ و برحسب واحد میلی‌گرم در گرم بافت تر گزارش شد.

معادله (۱) $$\text{کلروفیل a} = [۱۲/۷(D_{۶۶۳}) - ۲/۶۹(D_{۶۴۵})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

معادله (۲) $$\text{کلروفیل b} = [۲۲/۹(D_{۶۴۵}) - ۴/۶۸(D_{۶۶۳})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

معادله (۳) $$\text{مجموع دو کلروفیل} = [۲۰/۲(D_{۶۴۵}) - ۸/۰۲(D_{۶۶۳})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

برای تهیه نمونه آنتوسیانین، ۱ گرم از بافت له‌شده در ارلن ریخته و دور ارلن با کاغذ آلومینیومی پوشانده شد. سپس اسید و الکل با نسبت الکل ۹۶ درصد (۹۹ میلی‌لیتر) و یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک به آن اضافه شد و پس از نگهداری در یخچال به‌مدت ۲٤ ساعت، صاف شد و میزان جذب آنتوسیانین در طول موج ۵۱۲ نانومتر قرائت شد. برای شاهد یا بلانک هم از اسید + الکل به نسبت ذکر شده استفاده گردید.

اتیلن متصاعد شده از موز نیز توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی اندازه‌گیری شد. برای این منظور یک عدد موز رسیده (مشابه آن‌هایی که در مجاورت غده‌های سیب‌زمینی قرار داده شدند) در داخل کیسه پلی‌اتیلنی قرار داده شد و پس از یک ساعت میزان اتیلن متصاعد شده از آن توسط مقایسه سطح زیر منحنی به‌دست آمده از تزریق ۳ میکرولیتر از آن با سطح منحنی استاندارد ناشی از ۳ میکرولیتر گاز اتیلن با غلظت $۱/۳۳\times۱۰^{-۷}$ مول اندازه‌گیری شد.

این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و سه تیمار برش غده، تیمار غده با اتیلن موز و غده‌های فاقد تیمار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و با نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان داد که اختلاف بین تیمارهای اعمال شده (شاهد، برش و تیمار با موز) روی تمام صفات مورد مطالعه به جز میانگین تعداد جوانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که تیمار برش‌خورده در تمامی صفات به جز غلظت کلروفیل a برتر از شاهد و تیمار موز بود، به نحوی که بیشترین میانگین غلظت کلروفیل a به تیمار با موز اختصاص داشت که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار برش نداشت. تنها صفتی که بین هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری نشان داد غلظت کلروفیل a بود که بیشترین مقدار آن به تیمار با موز و کمترین آن به تیمار شاهد اختصاص داشت. با وجود اختلاف در میانگین تعداد جوانه در تیمارها (با تولید بیشترین جوانه در تیمار برش خورده) این اختلاف معنی‌دار نبود.

بیشترین طول جوانه به تیمار برش خورده اختصاص داشت، اما اختلاف آن با تیمار موز معنی‌دار نشد. در مورد غلظت کلروفیل b، مجموع دو کلروفیل a و b، و غلظت آنتوسیانین اختلاف تیمار

برش‌خورده با دو تیمار شاهد و تیمار با موز معنی‌دار بود، اما در هیچ موردی اختلاف تیمار شاهد و تیمار با موز معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات تعداد جوانه، طول جوانه، کلروفیل a، کلروفیل b، مجموع کلروفیل a و b و آنتوسیانین.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد جوانه	طول جوانه	کلروفیل a	کلروفیل b	مجموع کلروفیل a و b	آنتوسیانین
تیمار	۲	٦/٣٣^{ns}	۰/۰۷۲**	۰/۰۰۳٦**	۰/۰۰٥٤**	۰/۰۰٦**	۰/۲٤**
خطا	۹	۱۲۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱
کل	۱۱						

**. معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات آنتوسیانین، غلظت کلروفیل‌های a و b، غلظت کلروفیلa، غلظت کلروفیل b، طول جوانه و تعداد جوانه در تیمارهای مورد مطالعه*.

تیمار	تعداد جوانه	طول جوانه سانتی‌متر	کلروفیلa (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیلb (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	مجموع کلروفیل a و b (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	آنتوسیانین (براساس میزان جذب طول موج ۵۱۲ نانومتر)
غده سالم	٤/۰a	۰/٦٧٤٣b	۰/۰٦٧٣١c	۰/۱b	۰/۱۳۳۹b	۰/۰۸۰٤b
برش خورده	٦/٥a	۰/۹۲٦ a	۰/۰۹٥٦۳b	۰/۱٥۷ a	۰/۲۰٤٥ a	۰/٥۰٤۲ a
تیمار با موز (اتیلن)	٥/۰a	۰/۸۸٤٦ab	۰/۱۲۷۳۲a	۰/۰۸٦۱b	۰/۱٤۰٥b	۰/۰۷۹٤b
ضریب تغییرات(٪)	٥/۹۱۳	۰/۲۳۹۲	۰/۰۲٤۲	۰/۰۳	۰/۰۲۱	۰/۰٥۳

*. میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج اندازه‌گیری جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی نگهداری شده در انکوباتور در مدت یک ماه و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که میانگین غلظت نشاسته در تیمار شاهد، برش و تیمار با اتیلن اختلاف معنی‌داری نداشت و بیشترین جوانه‌زنی و نیز بزرگترین جوانه‌ها به تیمار برش خورده تعلق داشت.

بیشترین میزان کلروفیل در غده‌های سیب‌زمینی تیمار شده با اتیلن مشاهده شد. نتایج به‌دست آمده مبنی بر حصول بیشترین کلروفیل در غده‌های سیب‌زمینی تیمار شده با اتیلن مخالف نتایج به‌دست آمده توسط پوربیس و بارمر (۱۹۸۱) برروی مرکبات می‌باشد. بررسی این محققان نشان داد که تجزیه کلروفیل در پوسته مرکبات به خودی خود انجام نشده، بلکه حضور اتیلن برای انجام آن ضرورت دارد. تجزیه کلروفیل در میوه مرکبات تانجرین و کالاموندین[1] بلافاصله بعد از دور شدن از اتیلن و قرار گرفتن در اتمسفر بدون اتیلن، کاهش یافت (پورویس و بارمور، ۱۹۸۱). همچنین در تحقیق ونگ و همکاران (۲۰۰۷) برروی رسیدن میوه‌های لیچی، تیمار با اترل باعث تسریع تجزیه کلروفیل و سنتز اتیلن در میوه‌های این گیاه گردید. اما ظاهرا حضور اتیلن وابستگی مستقیمی با تجزیه کلروفیل درون گیاهان ندارد و چگونگی تاثیر اتیلن بر القاء فعالیت کلروفیلاز هنوز مشخص نیست. زیرا در آزمایش پوربیس و بارمر (۱۹۸۱) در اتمسفر معمولی نیز تجزیه کلروفیل تا ٢٤ ساعت بعد از حذف اتیلن از محیط ادامه داشت. اگر چه در بررسی آن‌ها برروی این دو گونه از مرکبات میزان آنزیم کلروفیلاز با میزان کلروفیل همبستگی منفی داشت، اما فعالیت آنزیم تجزیه‌کننده کلروفیل وقتی میوه‌ها از مجاورت اتیلن دور شدند نیز هیچ‌گونه تغییری نکرد.

نتایج نشان داد که غده‌های سیب‌زمینی برش خورده، بیشترین میزان سنتز آنتوسیانین را در منطقه نمونه‌برداری شده داشتند. میزان آنتوسیانین با تجمع قندهای موجود در بافت‌ها رابطه مستقیم داشت و در تیمارهای بررسی شده بیشترین میزان قند در تیمار برش خورده و در درجه دوم و سوم بترتیب در تیمار با اتیلن و تیمار معمولی یا شاهد مشاهده شد. این نتایج با گزارش ریس و همکاران (۲۰۰۵) و کونگ و همکاران (۲۰۰۳) مبنی بر این‌که میزان آنتوسیانین و سایر رنگدانه‌های درون سیب‌زمینی به موقعیت و محیط رویشی آن بستگی دارد و در نتیجه ورود تنش‌های محیطی سنتز آن افزایش می‌یابد، مطابق است. کمترین مقدار آنتوسیانین بعد از تیمار شاهد در تیمار اتیلن متصاعد شده از موز مشاهده شد. این مشاهده برخلاف این واقعیت است که در اغلب موارد سنتز تنظیم اتیلن در نتیجه بروز تنش به گیاه، القاء و افزایش می‌یابد (نیکل، ۱۹۸۲). از سویی دیگر نتیجه به‌دست آمده با یافته‌های انگل و همکاران (۱۹۷٦) انطباق دارد. آن‌ها گزارش کردند که اتیلن از تجمع نشاسته و آنتوسیانین قرمز که اغلب در غده‌ها وجود دارد جلوگیری می‌کند. ونگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیقی روی میوه‌های لیچی نشان دادند که ابسیسیک اسید داخلی است که برروی تجمع قندهای درون میوه تاثیر قابل‌توجهی

1- Calamondin

دارد، نه اتیلن. نتایج این محققان نشان داد که در فرایند رسیدن میوه این گیاه ابسیسیک اسید نقش عمده‌ای در سنتز آنتوسیانین‌ها دارد، در حالی‌که اتیلن باعث تجزیه کلروفیل می‌شود. پرانگ و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر ۱- متیل سیکلوپروپن[1] و مواد ضد اتیلن برروی جوانه‌زنی غده‌های ارقام سیب‌زمینی رزت بوربنک[2] و شی پودی[3] را مورد مطالعه قرار دادند. در این بررسی رشد جوانه‌ها در هر دو رقم سیب‌زمینی به واسطه تیمار مداوم با اتیلن کنترل شد. البته باید توجه داشت که تیمار کوتاه یا بلندمدت اتیلن و نیز غلظت‌های متفاوت آن تاثیری متفاوت و حتی متضاد بر گیاهان دارد. در بررسی پرانگ و همکاران (۲۰۰۵) تیمار با اتیلن حتی در تاریکی نیز باعث ایجاد رنگدانه در هر دو رقم سیب‌زمینی گردید که بر خلاف نتایج بررسی قبل می‌باشد. گارسیا-پلازولا و همکاران (۱۹۹۹) نیز به تاثیر متفاوت اتیلن بر گیاهان در غلظت‌های مختلف و تاثیر این امر بر مقاومت به تنش‌ها اشاره کرده‌اند. از طرف دیگر اتیلن مانند سایر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی دارای تاثیرات پلیوتروپیک[4] می‌باشد. این ماده باعث القاء جوانه‌زنی بذور و غده‌ها، القاء رشد ریشه‌های فرعی، القاء تولید ریشه‌های نابجا و تسریع در رشد ساقه‌های جانبی در شرایط غرقابی و رسیدن میوه‌های کلایمکتریک[5] می‌گردد و به همین دلیل ین هورمون به عنوان تسریع کننده رشد مطرح است. موز با تولید و آزادسازی اتیلن باعث سبب تسریع رسیدگی میوه‌ها می‌شود (یانگ و هافمن، ۱۹۸٤). از آن‌جا که بیوسنتز اتیلن علاوه‌بر تاثیرپذیری از اتیلن داخلی و خارجی، تحت تاثیرغلظت زیاد اکسین‌ها و به‌ویژه ایندول استیک اسید (IAA) و سیتوکینین‌ها نیز قرار دارد و از سویی سنتز آن توسط ابسیسیک اسید نیز مهار می‌شود (دی‌پاپ و وان در استراتن، ۲۰۰۵)، لذا دست یافتن به رابطه بین تاثیر تنش، اتیلن و آنتوسیانین‌ها به سادگی مقدور نیست و احتمالا کنترل این پدیده‌ها توسط هردو تنظیم کننده رشد اتیلن و ابسیسیک اسید و یا ترکیبی از تاثیر سایر عوامل انجام می‌شود.

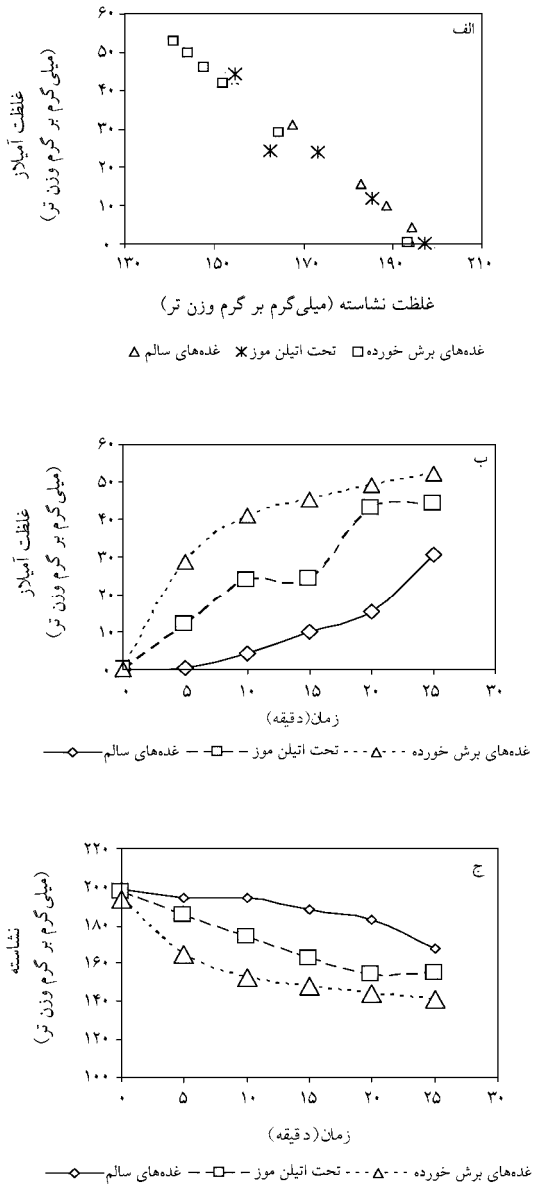
نتایج بررسی بازه ۲۰ دقیقه‌ای تغییرات نشاسته و آمیلاز نشان داد که تیمارهای برش خورده، در اکثر موارد بیشترین میانگین صفات مورد بررسی را به خود اختصاص دادند و با افزایش غلظت آمیلاز، غلظت نشاسته کاهش یافت (شکل ۱ الف و جدول ۲)، و از سویی در تمام مدت پایش میزان نشاسته

1- Methylcyclopropene (1-MCP)
2- Russet Burbank
3- Shepody
4- Pleiotropic
5- Climacteric

وآمیلاز، دارای بیشترین غلظت آمیلاز و کمترین غلظت نشاسته بودند (شکل ۱، ب و ج). نتایج نشان داد که افزایش غلظت نشاسته در طی زمان پس از اعمال تیمار در تمام تیمارها با کاهش غلظت آمیلاز همراه شده است که شیب کاهش اختلاف معنی‌داری نشان نداد. این مساله حاکی از این است که شیب تغییرات غلظت آمیلاز و نشاسته تحت تاثیر تیمار قرار نگرفته، در صورتی که مقدار آمیلاز و نشاسته تحت تاثیر واقع شده‌اند. نتایج موید آن بود که غده‌های سالم برخلاف تیمار غده‌های برش خورده دارای بیشترین نشاسته و کمترین آمیلاز بودند. مقادیر آمیلاز و نشاسته تیمار با موز نیز در حد واسط بین دو تیمار برش‌خورده و غده‌های سالم قرار داشت (شکل۱، ب و ج) .بنابراین شاید بتوان توفیق بیشتر غده‌های برش‌خورده در احراز بیشترین میانگین صفات مورد بررسی را به بالاتر بودن میزان آمیلاز و کمتر بودن میزان نشاسته آن‌ها نسبت داد. البته باید توجه داشت که نمی‌توان تاثیرات اتیلن و ابسیسیک اسید سنتز شده در اثر برش دادن غده‌های سیب‌زمینی را متمایز نمود، زیرا اتیلن در مواقع لازم و تحت تاثیر عوامل درونی و بیرونی زیادی در تمام بخش‌های گیاهان عالی مانند برگ‌ها، ریشه‌ها، میوه و غده‌ها تولید و تنظیم می‌شود. در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان مانند جوانه‌زنی، ریزش برگ‌ها و پیر شدن و ریزش گلبرگ‌ها سنتز اتیلن در گیاه القاء می‌شود. سنتز اتیلن همچنین توسط عوامل خارجی مانند زخم‌زنی به گیاه و یا وارد شدن تنش به آن و تعداد زیادی از مواد شیمیایی مانند اکسین نیز تولید می‌شود (استرند و همکاران، ۱۹۹۲). این موضوع در مورد ابسیسیک اسید نیز صدق می‌کند.

جدول همبستگی صفات مود مطالعه نشان داد که همبستگی تعداد جوانه و طول جوانه با تمام صفات مندرج در جدول ۳ معنی‌دار نیست. نتایج همبستگی نشان داد که بین غلظت آنتوسیانین با کلروفیل b و مجموع دو کلروفیل همبستگی معنی‌داری وجود دارد، ولی رابطه‌ای بین میزان آنتوسیانین و غلظت کلروفیل‌های a و b و مجموع آن‌ها وجود ندارد.

براساس نتایج آنالیز همبستگی (جدول ۳)، طول جوانه‌ها با تعداد جوانه‌ها همبستگی منفی نشان داد. روشن است که هرچه تعداد جوانه‌های یک غده بیشتر باشد، به علت رقابت در جذب مواد غذایی از طول آن‌ها کاسته می‌شود. مقدار کلروفیل‌ها نیز با تشکیل آنتوسیانین همبستگی بالا و معنی‌داری نشان داد که با نتایج به‌دست آمده توسط مشایخی (۲۰۰۱) مطابقت دارد.



شکل ۱- روند تغییرات غلظت آمیلاز با نشاسته در تیمارهای شاهد، برش‌خورده و تحت اتیلن موز (الف)؛ تغییرات غلظت آمیلاز (ب) و نشاسته (ج) در بازه زمانی ۲۵ دقیقه. واحد: میلی‌گرم در گرم وزن تر

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین غلظت آنتوسیانین، غلظت کلروفیل‌های a و b، غلظت کلروفیل a، غلظت کلروفیل b، طول جوانه و تعداد جوانه.

	تعداد جوانه	طول جوانه	کلروفیل a	کلروفیلb	مجموع کلروفیل a و b	آنتوسیانین
تعداد جوانه	۱					
طول جوانه	-۰/۱۹	۱				
کلروفیل a	۰/۲٤٥	۰/٥٧٨	۱			
کلروفیل b	۰/۱٥۷	۰/٤٨٦	۰/۸۱	۱		
مجموع کلروفیل a و b	۰/۱۳٤	۰/٥۰٥	۰/۹**	۰/۹٥٦**	۱	
آنتوسیانین	۰/۲۲۱	۰/٤۷	۰/۸۷	۰/۹۱٦**	۰/۹٥۲**	۱

**. معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

در این بررسی تعداد جوانه‌های تشکیل شده در غده با میزان آنتوسیانین آن همبستگی بالایی نشان نداد. به‌طورکلی هر عاملی که به واسطه مصرف زیاد از تجمع قندها جلوگیری کند، باعث کاهش آنتوسیانین نیز می‌شود. البته این بدان معنی نیست که از فعالیت آنزیم‌های احیاء کننده قندها کاسته شده، بلکه این مساله از مصرف مواد تولید شده توسط این آنزیم‌ها حاصل شده است. در سیب‌زمینی و در شرایطی که به هر علتی مصرف مواد قندی بالا باشد و یا حضور مقادیر زیاد آن‌ها ضروری گردد، این آنزیم‌ها فعال می‌شوند. بطور مثال در یک بررسی برروی ۱۵ کلون از سیب‌زمینی جهت مشخص نمودن واکنش آن‌ها به شیرین شدن در اثر سرما، فعالیت انورتاز اسیدی همبستگی مثبتی با نسبت گلوکز به ساکارز نشان داد. (انگل و همکاران، ۱۹۷٦). البته درصورت عدم جذب و در نتیجه انباشتگی گلوکز تشکیل‌شده، میزان آنتوسیانین نیز افزایش می‌یابد.

در نهایت نتایج این بررسی علاوه‌بر ارائه اطلاعات فیزیولوژیک درباره ارتباط بین اتیلن، میزان نشاسته، فعالیت آمیلاز، سنتز آنتوسیانین و کلروفیل‌ها که می‌توانند در مطالعات پایه مورد توجه قرار گیرند، نشان داد که بهترین تیمار جهت تسریع در بیدار نمودن و شروع جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی، برش‌دادن غده‌ها می‌باشد. در حالت معمول غده‌های مناسب کشت که حدود ٦۰ تا ۷۰ گرم وزن دارند، بدون برش‌دادن کشت می‌شوند. توصیه می‌شود که برای حصول عملکرد بهتر، تیمار برش روی این غده‌ها و یا بخشی از آن‌ها نیز اعمال گردد تا ضمن تحریک جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی آن‌ها نیز

افزایش یابد. استفاده از میوه‌های آزادکننده اتیلن نظیر موز یا سیب می‌تواند به‌عنوان گزینه بعـدی بـرای تحریک جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی مطرح باشد. این میوه‌ها به‌راحتی در دسـترس کـشاورزان قـرار دارند و نیاز آن‌ها به مواد شیمیایی گران قیمت تولیدکننده اتیلن مانند اتفن را کـه تهیـه آن‌هـا حتـی در بعضی مواقع برای محققان نیز مشکل است، برطرف می‌نماید.

فهرست منابع

Angel, M.M., Orrin, E.S., and Kumamoto, J. 1976. Studies on the carbon dioxide promotion and ethylene inhibition of tokenization in Potato explants cultured *in Vitro*. Plant Physiol. April; 57(4): 480–485.

Brown, C.R. 2005. Antioxidants in potato. Am. J. Potato Res. 82:163-172.

De Paepe, A., and Van der Straeten, D. 2005. "Ethylene biosynthesis and signaling: an overview." Vitam Horm 72: 399-430.

Ebrahimzadeh, H. 1999. Plant physiology. Tehran University Press.

Emam, Y. 2003. An Introduction to the physiology of crops yield. Shiraz University Press. 571 p.

Ewing, E.E. 1997. Potato.In: H.C. Wien (eds): The Physiology of vegetable crops, CAB International, UK, pp. 295-344.

Garcı´a-Plazaola, J.I., Artexte, U., and Becerril, J.M. 1999 Diurnal changes in antioxidant and carotenoid composition in the Mediterranean chlorophyll tree *Quercus ilex* (L) during winter. Plant Sci 143: 125–133.

Groza, H.I., Bowen, B.D., Kichefski, D., Peloquin, S.J., Stevenson, W.R., Bussan, A.J., and Jiang, J. 2005. Millennium russet: A dual purpose russet potato variety. Am J Potato Res. 82: 211-219.

Halloran, J.N., Griffin, T.S., and Honeycutt, C.W. 2005. An Economic analysis of potential rotation crops for maine potato cropping systems. Am. J. Potato Res. 82: 155-162.

Kong, J.M., Chia, L.S., Goh, N.K., Chia, T.F., and Brouillard, R. 2003: "Analysis and biological activities of anthocyanins.". Phytochemistry. 64(5):923-33.

Mashayekhi, K. 2001. The effect of boron on somatic embryogenesis in *Daucus carota* L., Ph.D thesis. Justus- liebig- Universitat, Giessen. pp 110.

Nickell, L.G. 1982 Plant growth regulators, Agricultural Uses. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, NewYork, 173 p.

Pavlista, A.D., and Feuz, D.M. 2005. Potato prices as affected by demand and yearly Production. Am J Potato Res. 339-343.

Peivast, Gh. 1997. Vegetative production. Agricultural Science Press. 348 p.

Prange, K., Daniels-Lake, B.J., Jeong, J., and Binns, M. 2005. Effects of ethylene and 1-Methylcyclopropene on potato tuber sprout control and fry color. Am J Potato Res 82:123-128.

Purbis, A.C., and Barmore, C.R. 1981. Evolvement of ethylene in chlorophyll degradation in peel of Citrus fruits. Plant Physiol. 68 (4): 854-856.

Reyes, L.F., Miller, J.r., and Cisneros-Zevallos, L. 2005. Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple- and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. Am J Potato Res. 82: 271-277.

Solminska, L., and Grzeskawiak, A. 2003. Liquefaction of starch By thermo table alfa-amylase. Technologia Alimentaria. 2(2):17-20.

Strand, L., Bishop, G., Kleinschmidt, G., Knutson, K., Mosley, A., Thornton, R., and Voss, R. 1992. Integrated pest management for potatoes in the western United States. Univ. of Calif. DANR Pub. No.3316. Western Regional Res. Pub. No. 011. Oakland CA, 146 pp.

Strasburger, E., Noll, F., Schenck, H., and Schimper, A.F.W. 1978: Lehrbuch der Botanick. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York. 1078p.

Wang, H., Huibai, H., and Xuming, H. 2007. Differential effects of abscises acid and ethylene on the fruit maturation of Litchi chinensis Sonn. Plant Growth Regulation, 52, 189-198.

Yang, S.F., and Hoffman, P.N.E. 1984. "Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants.". . Ann. Rev. Plant Physiology. 35: 155-89.

EJCP., Vol. 1 (2): 87-101
www.ejcp.info

Study the effect of slicing and ethylen expososing on bud number and length and changes of anthocyanin, amylase and chlorophyll a&b contents in potato tubers

[*]K. Mashayekhi[1], B. Kamkar[2] and R. Khosravi[3]

[1]Assistant Prof., of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Graduated student of Horticultural Sciences, GUASNR

Abstract

This study was aimed to study the ways of removing dormancy period and accelerating pre-sowing tuber germination to provide simple tools to apply by farmers. For this purpose, intact tubers, exposed tubers to released Ethylene and sliced tubers were examined in respect to germination characters, bud length, starch, anthocyanin and chlorophyll contents and amylase activity. Relative amount of antocyanin was measured in buds and the area just below it. Results indicated that treatments had significant effects on all studied characters, except for mean bud number in 1% of probability level. Mean comparisons revealed that sliced tubers obtained higher values of studied characters, except for chlorophyll *a* content. The highest value for chlorophyll *a* content belonged to exposed tubers by Ethylen (released by banana), but differences were not significant. The highest bud length was seen in sliced tubers, but difference with ethylene treatment was not significant. The differences between sliced tubers with other treatments in respect to chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and chlorophyll *a*+ chlorophyll *b* contents were significant. Results revealed that cutting the tubers is the best treatment to stimulate and accelerate bud germination in potato tubers. Cutting the whole or part of tubers can be adviceable as a proper management even in well-size tubers to stimulate and promote bud germination in potato. Also, Ethylen releasing fruits such as banana and apple which are readily accessable and available for farmers, can use as second approach to achieve bud germination stimulation.

***Keywords*:** Potato; Starch; Amylase; Anthocyanin; Chlorophyll a,b

[*]- Corresponding author. Email: kambizm@yahoo.com