Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره چهارم، زمستان ۹۵
۲۲۱-۲۳۳
http://ejcp.gau.ac.ir

تأثیر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر روی برخی از خصوصیات کیفی و کمی گیاه سیب‌زمینی

کامبیز مشایخی[1*]، ایمان عمارلو[2] و محمد خادم‌پیر[3]

[1]دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [2]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [3]دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: سیب‌زمینی نقش مهمی در تغذیه و سبد غذایی انسان دارد و بعد از گندم، برنج و ذرت بیش‌ترین سهم را در میزان تولید محصولات غذایی، در جهان دارا بوده و در ایران بعد از گندم رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. گیاه سیب‌زمینی محصول فصل خنک است و در مناطقی که تابستان گرم و طولانی دارند به خوبی رشد نمی‌کند، در نتیجه پوست نازک‌تری را تشکیل می‌دهد که به راحتی از گوشت جدا می‌شود. سالیسیلات‌ها از جمله مواد شیمیایی هستند که طی سال‌های اخیر اثرات مثبتی از آن‌ها روی گیاهان غده‌ای از جمله سیب‌زمینی گزارش شده است. بنابراین پژوهشی در سال ۱۳۹۱ روی گیاه سیب‌زمینی رقم سانته صورت گرفت تا تأثیر اسید سالیسیلیک را روی برخی از خصوصیات کیفی و کمی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در مزرعه سیب‌زمینی، واقع در روستای ولیک‌آباد شهرستان گرگان انجام شد. محلول‌پاشی در پنج سطح (۰، ۲۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) روی گیاهان موردنظر در شش مرحله و به فاصله دو هفته از یکدیگر صورت گرفت. صفت‌هایی از جمله ارتفاع بوته، سبزینگی برگ، تعداد غده در بوته، وزن کل غده‌ها در بوته، ضخامت پوست غده، میزان سفتی غده، نشاسته غده و میزان کاهش وزن غده‌ها در طی انبارداری اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست آمده از آزمایش به‌وسیله نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد برخی از خصوصیات گیاه از جمله ارتفاع بوته تا اولین گل، تعداد غده در هر بوته، وزن کل غده‌های یک بوته و برخی از خصوصیات کیفی از جمله میزان سبزینگی برگ، میزان ضخامت

* مسئول مکاتبه: kambizm@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

پوست غده، میزان سفتی غده، نشاسته غده و میزان کاهش وزن یک کیلو غده در طول انبارداری، به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند. به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۲۸ سانتی‌متر)، سبزینگی برگ (٤٥/١٤ درصد تراکم)، ضخامت پوست غده (۰/۲۸ میلی‌متر)، میزان سفتی غده (۷/٤ کیلوگرم در سانتی‌مترمربع)، میزان نشاسته غده (۰/۱ میلی‌گرم درگرم وزن تر غده) و بیش‌ترین پایداری وزن غده‌ها در طی انبارداری (٦٤/٢٥ گرم در ٤٥ روز) مربوط به تیمار اسیدسالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بود. هم‌چنین بیش‌ترین میزان تعداد غده در هر بوته (٦/٠٥ غده) و وزن کل غده‌های یک بوته (١١٢١/٤٥ گرم) در تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد اسیدسالسلیک اثر معنی‌داری بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی دارد به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته، سبزینگی برگ، ضخامت پوست غده، سفتی غده، نشاسته غده و پایداری وزن غده‌ها در طی انبارداری، در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام و بیش‌ترین تعداد غده در بوته و وزن کل غده‌های بوته در تیمار اسیدسالیسیلیک با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، انبارداری، خصوصیات کیفی، سیب‌زمینی، محلول‌پاشی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. از جنس سولانوم (Solanum) و از خانواده سولاناسه (Solanaceae) است و شامل ۲۰۰۰ گونه می‌باشد که ۸ گونه آن کشت می‌شود. غده‌های تازه سیب‌زمینی دارای ۷۵ تا ۸۰ درصد آب، ۱۲ تا ۲۰ درصد نشاسته، یک درصد چربی ۱/۵ تا ۲ درصد پروتئین و ۲ تا ۳ درصد الیاف و مواد معدنی می‌باشند (۲۲). سیب‌زمینی گیاهی غده‌ای و جزء سبزی‌های فصل خنک می‌باشد. این گیاه بومی آمریکای جنوبی بوده و به احتمال زیاد کشور پرو اولین مکانی می‌باشد که کاشت سیب‌زمینی در آن‌جا گزارش شده است (٢٦). سیب‌زمینی نقش مهمی در تغذیه و سبد غذایی انسان دارد و بعد از گندم، برنج و ذرت بیش‌ترین سهم را در میزان تولید محصولات غذایی، در جهان دارا بوده و در ایران بعد از گندم رتبه دوم را به خود اختصاص داده است (۱۹). سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۲ میلادی سیب‌زمینی را به‌عنوان یک محصول کشاورزی اشتغال‌زا و تأمین‌کننده امنیت غذایی آینده در دنیا معرفی کرده است (۱). سازگار بودن این گیاه با شرایط آب و هوایی مختلف سبب شده است که کاشت آن در تمام مناطق دنیا و تقریباً در تمام مناطق ایران صورت بگیرد (۲). با توجه به اهمیت گیاه سیب‌زمینی هر گونه اقدامی در جهت افزایش عملکرد این گیاه امری ضروری خواهد بود. اسیدسالیسیلیک یا اورتی هیدروکسی بنزوییک اسید دارای یک حلقه آروماتیک با یک گروه هیدروکسیل می‌باشد که به گروه ترکیب‌های فنلی تعلق دارد، این ماده به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد درونی در گیاه می‌باشد که در غلظت‌های کم به‌طور وسیعی بر متابولیسم‌ها و فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان تأثیر می‌گذارد (۸). با توجه به تولید سالانه سیب‌زمینی در کشور که حدود چندین میلیون تن برآورد می‌شود، فقط مقدار کمی از آن به‌صورت تازه به مصرف می‌رسد و بیش‌تر آن در انبارها نگهداری و به‌تدریج جهت مصارف مختلف به بازار فرستاده می‌شود. اما هر ساله در اثر شرایط نامناسب نگه‌داری و مناسب نبودن غده‌ها درصد زیادی از غده‌ها جوانه‌زده و یا دچار پوسیدگی می‌شوند (محمدزاده و راحمی، ۲۰۰۷). پایین بودن میزان پروتئین و نشاسته در غده‌ها باعث بروز مشکلات فراوان در طول دوره انبارداری می‌شود، پژوهش‌ها نشان داده است تیمار غده‌ها با اسیدسالیسیلیک باعث افزایش میزان نشاسته و پروتئین در غده‌ها می‌شود که این امر انبارداری غده‌ها را بهبود می‌بخشد (٤). ذاکری و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر سالیسیلیک اسید و تنش خشکی بر روی پارامترهای رشد در دو رقم سیب‌زمینی بیان کردند اسید سالیسیلیک می‌تواند باعث افزایش عملکرد و افزایش طول دوره انبارداری می‌شود (۲۷).

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدسالیسیلیک باعث گل‌دهی، افزایش طول عمر گل، به تأخیر انداختن پیری و افزایش سرعت فعالیت‌های متابولیکی درون سلولی می‌شود (١٤). تیمار به‌وسیله اسیدسالیسیلیک، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید را در ذرت افزایش می‌دهد (١٠). میوه‌های توت‌فرنگی که با اسید سالیسیلیک ٢ میلی‌مولار در محلول غذایی‌شان تیمار شدند، دارای وزن و استحکام بیش‌تر و فسادپذیری کم‌تری نسبت به گیاهان شاهد بودند (٢٣). نقش محوری این ماده در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون‌ها، افزایش پروتئین سازی، فتوسنتز و سبز شدن گزارش شده است (٢٠، ٢١). با توجه به مشکلات انبارداری سیب‌زمینی، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک بر روی برخی خصوصیات کیفی و مؤثر در انبارداری غده‌های گیاه سیب‌زمینی رقم سانته می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در سال زراعی ١٣٩١ در روستای ولیک‌آباد واقع در شهرستان گرگان انجام شد. ترکیبات تیماری در پنج سطح (٠، ٢٠، ١٠٠، ٥٠٠ و ١٠٠٠ پی‌پی‌ام) اسیدسالیسیلیک روی گیاهان مورد نظر اعمال گردید. برای کشت گیاهان، ابعاد هر کرت ٣ در ٣ متر و فاصله بین کرت‌ها نیم متر در نظر گرفته شد. در هر کرت چهار ردیف گیاه، با فاصله ٣٠ سانتی‌متر روی ردیف و ٦٠ سانتی‌متر بین ردیف کشت شدند. در این آزمایش ٤٠ بوته در هر کرت پیش‌بینی شد. عملیات مربوط به داشت شامل آبیاری هر دو هفته یکبار، وجین علف‌های هرز با توجه به وجود علف‌های هرز سه بار در طول فصل رشد به‌صورت دستی انجام شد. آبیاری گیاهان به روش جویچه‌ای انجام گردید که ١٠ روز قبل از برداشت غده‌ها، آبیاری قطع گردید. همچنین کودهای فسفره و فسفات آمونیوم از هر کدام ٧٥ کیلوگرم در هکتار هم‌زمان با کاشت به زمین اضافه گردید. اولین مرحله محلول‌پاشی تیمارهای اسید سالیسیلیک پس از چهاربرگی شدن بوته‌ها انجام شد. در ادامه محلول‌پاشی در پنج مرحله و به فاصله هر دوهفته یک‌بار، توسط سم‌پاش پشتی تلمبه‌ای با فشار یکسان روی بوته‌های سیب‌زمینی اسپری گردید، که آخرین مرحله محلول‌پاشی مصادف با اوایل مرحله غده‌بندی گیاه بود. در ابتدای مرحله پنجم محلول‌پاشی و هم‌زمان با ظاهر شدن اولین گل‌ها روی بوته، فاکتورهای زیر اندازه‌گیری گردید:

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بوته تا اولین گل: از هر تکرار (کرت) به‌صورت تصادفی ارتفاع ۱۰ بوته تا اولین گل، با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری گردید که در نهایت از ۱۰ عدد میانگین و یک عدد که نماینده هر کرت می‌باشد مد نظر قرار داده شد.

سبزینگی برگ: با استفاده از دستگاه سبزینگی‌متر مدل SPAD 502 ساخت کشور ژاپن، میزان سبزینگی برگ اندازه‌گیری گردید. برای هر کرت ۱۰ بوته مورد نظر قرار گرفت، به این روش که به‌صورت تصادفی برگ‌های بالا، وسط و پایین بوته اندازه‌گیری گردید و از اعداد میانگین گرفته شد.

هم‌چنین هم‌زمان با رسیدگی غده‌ها، برداشت آن‌ها انجام شد و سایر فاکتورهای مورد بررسی اندازه‌گیری گردید که شامل موارد ذیل می‌باشد:

تعداد غده در هر بوته: برای اندازه‌گیری دقیق تعداد غده‌ها در بوته، از هر تکرار (کرت) به‌صورت تصادفی، غده‌های ۱۰ بوته را از خاک بیرون آورده و تعداد آن‌ها شمارش گردید، در نهایت از این ۱۰ عدد میانگین و یک عدد که نماینده هر کرت می‌باشد مورد نظر قرار گرفت.

وزن کل غده‌ها در بوته (عملکرد): از هر کرت به‌صورت تصادفی، غده‌های ۱۰ بوته را از خاک بیرون آورده و وزن تمام غده‌های هر بوته با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت یک گرم) اندازه‌گیری گردید که در نهایت از این ۱۰ عدد میانگین و یک وزن، که نماینده هر کرت می‌باشد مدنظر قرار گرفت.

ضخامت پوست غده: از هر کرت به‌طور تصادفی ۱۰ عدد غده مورد آزمایش قرار گرفت. روش کار به این صورت می‌باشد که ابتدا غده‌ها را آب‌پز نموده تا پوست از گوشت راحت‌تر جدا گردد، سپس پوست غده‌ها جدا و در سایه خشک گردید. در نهایت میزان ضخامت از چند قسمت پوست غده با استفاده از دستگاه میکرومتر اندازه‌گیری گردید و از اعداد میانگین گرفته شد.

میزان سفتی غده: درجه سفتی غده‌ها با استفاده از دستگاه نفوذسنج (پنتومتر) که دارای پیستون می‌باشد، اندازه‌گیری گردید. به این صورت که پیستون نفوذسنج روی سطح خارجی غده قرار داده شد، سپس بر روی پیستون فشار آورده و فشار وارده بر حسب کیلوگرم در سانتی‌مترمربع یادداشت گردید، این عمل را در چند بخش از غده‌ها انجام داده و در نهایت از اعداد به‌دست آمده میانگین گرفته شد (۱۷).

www.SID.ir

Archive of SID

نشاسته غده: برای اندازه‌گیری میزان نشاسته موجود در غده‌ها، از روش معرف آنترون استفاده شد. به‌طوری‌که از هر تکرار، میزان نشاسته سه عدد غده به‌طور تصادفی اندازه‌گیری گردید و در نهایت از سه عدد به‌دست آمده، میانگین گرفته شد (۱۸).

میزان کاهش وزن غده‌ها در طی انبارداری: برای اندازه‌گیری این فاکتور، ابتدا از هر تکرار (کرت)، یک کیلو غده در پاکت‌های کاغذی در تاریکی و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس به فاصله هر سه روز یک‌بار، با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت یک گرم) وزن غده‌ها اندازه‌گیری گردید. این اندازه‌گیری تا ٤٥ روز انجام (۱۵ مرحله وزن‌گیری) گردید، که کاهش وزن در طول ٤٥ روز برای یک کیلو غده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، وزن کل غده‌ها در بوته، سبزینگی برگ، ضخامت پوست غده، سفتی غده و میزان کاهش وزن غده‌ها در طی انبارداری، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشته است. همچنین اسیدسالیسیلیک روی تعداد غده در هر بوته و میزان نشاسته غده نیز در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ آماری اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). بیش‌ترین ارتفاع بوته (۲۸ سانتی‌متر)، سبزینگی برگ (٤٥/١٤ درصد تراکم)، ضخامت پوست غده (۰/۲۸ میلی‌متر)، میزان سفتی غده (۷/٤ کیلوگرم در سانتی‌مترمربع)، میزان نشاسته غده (۰/۱ میلی‌گرم درگرم وزن تر غده) و بیش‌ترین پایداری وزن غده‌ها در طی انبارداری (٦٤/٢٥ گرم در ٤٥ روز) مربوط به تیمار اسیدسالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بود. هم‌چنین بیش‌ترین میزان تعداد غده در هر بوته (٦/٠٥ غده) و وزن کل غده‌های یک بوته (١١٢١/٤٥ گرم) در تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ١- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف اسیدسالیسیلیک بر روی برخی از خصوصیات کیفی و کمی گیاه سیب‌زمینی.

Table 1. Analysis of variance of effect of salicylic asid treatments on some qualitative and quantitative characteristics of potato.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	وزن کل غده‌ها در بوته Total weight of tubers per plant	سبزینگی برگ SPAD unit	نشاسته غده Starch tuber
بلوک Block	3	1.14^{ns}	0.67^{ns}	13740.3^{ns}	19.15*	0.002^{ns}
تیمار Treatment	4	6.77**	2.79**	143510**	34.3**	0.0072*
خطا Error	12	1.54	0.21	8298.72	5.22	0.00071
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		4.27	9.98	10.6	5.7	46.48

^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار، ** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ١ و ٥ درصد.

^{ns} Non significant, **, * Significant at 1% and 5% probability level respectively.

ادامه جدول ١-

Continue Table 1.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ضخامت پوست غده Thickness of the skin tuber	میزان سفتی غده Tightness of the tuber	میزان کاهش وزن در یک کیلو غده The weight loss in a Kilogram of tuber
بلوک Block	3	0.00046*	2.43^{ns}	431.25**
تیمار Treatment	4	0.00356**	7.65**	460.7**
خطا Error	12	0.000097	1.24	19.83
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		4.63	19.97	5.84

^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار، ** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ١ و ٥ درصد.

^{ns} Non significant, **, * Significant at 1% and 5% probability level respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک روی برخی از خصوصیات کیفی و کمی با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Table 2. Compares the average levels of salicylic asid on some of the characteristics of qualitative and quantitative LSD test at 5%.

اسیدسالیسیلیک (پی‌پی‌ام) Salicylic acid (PPM)	وزن کل غده‌ها در بوته (گرم) Total weight of tubers per plant (g)	تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	سبزینگی برگ (SPAD unit)
0	650.56 [d]	4.04 [b]	24.52 [c]	39.11 [b]
20	743.09 [cd]	4.08 [b]	26.36 [abc]	37.54 [b]
100	800.68 [c]	4.29 [b]	26.93 [ab]	39.02 [b]
500	978.77 [b]	4.75 [b]	28.12 [a]	45.14 [a]
1000	1121.45 [a]	6.05 [a]	25.73 [bc]	39.61 [b]
LSD %5	140.35	0.71	1.91	3.52

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

Numbers have common letters in each column are not significantly different.

ادامه جدول ۲-

Continue Table 2.

اسیدسالیسیلیک (پی‌پی‌ام) Salicylic acid (PPM)	میزان سفتی (کیلوگرم در سانتی‌مترمربع) Tightness of the tuber (kg in cm^2)	ضخامت پوست غده (میلی‌متر) Thickness of the skin tuber (mm)	نشاسته غده (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Starch tuber (mg/gfw)	کاهش وزن در یک کیلو غده (گرم در ٤٥ روز) The weight loss in a Kilogram of tuber (g in 45 day)
0	4.60 [c]	0.19 [c]	0.05 [b]	92.50 [d]
20	5.04 [bc]	0.19 [c]	0.04 [b]	79.50 [c]
100	4.23 [c]	0.21 [b]	0.03 [b]	74.5 [bc]
500	7.40 [a]	0.28 [a]	0.10 [a]	64.25 [a]
1000	6.69 [ab]	0.23 [b]	0.07 [ab]	70 [ab]
LSD %5	1.72	0.015	0.41	6.86

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

Numbers have common letters in each column are not significantly different.

www.SID.ir

Archive of SID

در این بررسی، تیمار ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک، مناسب‌ترین غلظت تعیین گردید که به نوبه خود منجر به افزایش ارتفاع بوته، سبزینگی برگ، میزان نشاسته، ضخامت پوست غده، سفتی غده و پایداری وزن غده‌ها طی دوره انبارداری، در بوته‌های تیمار شده گردید. پژوهش‌ها نشان داده است با افزایش میزان نشاسته و پروتئین در غده کیفیت و عمر انبارداری غده‌ها افزایش پیدا می‌کند (٤). همچنین با افزایش ضخامت پوسته و سفتی غده زمان انبارداری غده‌های سیب‌زمینی بهبود می‌یابد (۷). این اثرات مثبت ناشی از نقش این ماده در تبادل و انتقال یون‌ها، افزایش سرعت فعالیت‌های متابولیکی درون سلول، افزایش فتوسنتز و سرعت رشد و انتقال کربوهیدرات‌ها در گیاه بوده است (۹). اسیدسالیسیلیک توسط سلول‌های ریشه تولید شده و قادر است که در سراسر گیاه انتقال یابد (۲۱). اسیدسالیسیلیک به‌عنوان سیگنال (پیام) سلولی، نقش کلیدی در تشکیلات و پیام پاسخ دفاعی در برابر پاتوژن‌های مختلف بیماری‌زا بازی می‌کند (۱۳). هم‌چنین سیستم مقاومت اکتسابی را تحریک می‌کند. اسیدسالیسیلیک به‌عنوان یک پیام مولکولی عمل کرده و تکامل کلروپلاست‌ها (۲۰)، فعالیت فتوسنتزی (٦)، آفتاب‌گرایی و بازدارندگی رسیدگی میوه (٢٤) را تنظیم می‌کند. در پژوهشی دیگر به‌کار بردن ۰/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک باعث افزایش میزان پرولین، گلایسین، بتائین و فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم پرولین در شاخ و برگ و ریشه می‌شود، به‌طوری‌که قطر ریشه و قطر ساقه در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده بود و باعث افزایش طول مدت انبارداری شد (۱۵). همچنین اسیدسالیسیلیک ریشه‌های بزرگ‌تری را در هویج (٦۰ درصد)، چغندرقند (١٦ درصد) و تربچه (۲۰ درصد) القاء کرد (۸). در گوجه‌فرنگی و خیار وقتی با غلظت‌های پایین (تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) اسیدسالیسیلیک اسپری شدند عملکرد میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (٢٤)، که با نتایج به‌دست آمده از این بررسی که سبب افزایش تعداد غده گردید مطابقت دارد. کاربرد غلظت‌های پایین اسیدسالیسیلیک به‌طور معنی‌داری تعداد میوه را در فلفل دلمه‌ای افزایش داد (۵). مطالعه‌ای بر روی لوبیا نشان داد که با کاربرد ۰/۰۲ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک وزن خشک شاخ و برگ افزایش می‌یابد (۳). کاربرد اسید سالیسیلیک و ویتامین E به‌طور معنی‌داری باعث افزایش پارامترهای رشدی از جمله تعداد شاخ و برگ در بوته، سطح برگ، و وزن خشک برگ در گوجه‌فرنگی می‌شود و هم‌چنین باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، مواد معدنی، کربوهیدرات‌های کل و غلظت پروتئین خام در برگ‌ها نسبت به شاهد شد (۱۲). با توجه به نتایج به‌دست آمده احتمالاً اسیدسالیسیلیک باعث کاهش رشد گیاه، ارتفاع بوته (در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) و تا حدودی اندازه غده می‌شود که نهایتاً منجر به افزایش تعداد غده، وزن غده‌ها، سفتی غده و ضخامت پوست غده می‌گردد.

www.SID.ir

جدول ۳- ضریب همبستگی بین فاکتورهای مورد بررسی.

Table 3. Correlation coefficient between the factors studied.

فاکتور	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	وزن کل غده‌ها در بوته Total weight of tubers per plant	سبزینگی برگ SPAD unit	نشاسته غده Starch tuber	ضخامت پوست غده Thickness of the skin tuber	میزان سفتی Tightness of the tuber	کاهش وزن در یک کیلو غده The weight loss in a Kilogram of tuber
ارتفاع بوته Plant height	1							
تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	-0.03 ns	1						
وزن کل غده‌ها در بوته Total weight of tubers per plant	0.22 ns	0.91 ns	1					
سبزینگی برگ SPAD unit	0.49*	0.02 ns	0.24 ns	1				
نشاسته غده Starch tuber	0.34 ns	0.11 ns	0.28 ns	0.54*	1			
ضخامت پوست غده Thickness of the skin tuber	0.48*	0.34 ns	0.57**	0.58**	0.54*	1		
میزان سفتی Tightness of the tuber	0.29 ns	0.38 ns	0.49*	0.55*	0.66**	0.64**	1	
کاهش وزن در یک کیلو غده The weight loss in a Kilogram of tuber	-0.47*	-0.54*	-0.64**	-0.39 ns	-0.07 ns	-0.61**	-0.65 ns	1

ns عدم اختلاف معنی‌دار، ** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد.

ns Non significant, **, * Significant at 1% and 5% probability level respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج همبستگی بین صفات (جدول ٣) نشان می‌دهد که وزن کل غده‌های بوته همبستگی مثبت معنی‌داری با میزان ضخامت پوست غده دارد، یعنی با افزایش وزن کل غده‌ها ضخامت پوست غده نیز افزایش می‌یابد. همچنین وزن کل غده‌های بوته، همبستگی منفی معنی‌دار (٠/٦٤-) با کاهش وزن در یک کیلو غده در طول دوره انبارداری دارد (P<٠/٠١)، به‌عبارت دیگر با افزایش وزن کل غده‌های بوته در هنگام برداشت، میزان کاهش وزن غده‌ها در طول دوره انبارداری، کند می‌شود. همچنین میزان سبزینگی برگ همبستگی مثبت معنی‌داری با ارتفاع بوته (٠/٤٩)، نشاسته غده (٠/٥٤)، ضخامت پوست غده (٠/٥٨) و میزان سفتی غده (٠/٥٥) دارد. اسیدسالیسیلیک در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیک مثل رشد، تکامل گیاه، فتوسنتز و سبز شدن گیاهان نقش بسزایی دارد (٢١)، که در این آزمایش با بالا رفتن میزان سبزینگی برگ برخی فاکتورهای کیفی و کمی نیز افزایش یافتند. هم‌چنین ضخامت پوست غده همبستگی منفی معنی‌داری (٠/٦١-) با میزان کاهش وزن غده‌ها در طی انبار دارد (P<٠/٠١)، یعنی با افزایش ضخامت پوست غده‌ها، از کاهش وزن آن‌ها در طی انبار جلوگیری می‌گردد. اسیدسالیسیلیک باعث افزایش طول عمر گل، افزایش مدت زمان سبزمانی گیاه (برگ و دیگر قسمت‌های فتوسنتز کننده گیاه) و به تأخیر انداختن پیری و افزایش سرعت فعالیت‌های متابولیکی درون سلول می‌شود (١٤) که این اثرات می‌تواند به افزایش طول عمر غده‌ها در انبار کمک نماید.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، تفاوت‌هایی از نظر صفات کیفی و کمی بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده شد، به این صورت که در فاکتورهای ارتفاع بوته، ضخامت پوست غده و میزان سفتی غده تغییراتی مشاهده گردید. همچنین این عوامل مورفولوژیک سبب تغییراتی در میزان سبزینگی برگ و نشاسته شد که منجر به افزایش ضخامت پوست و قدرت انبارداری غده‌ها گردید. از نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌توان به افزایش عملکرد (با توجه به افزایش وزن غده‌ها)، افزایش در میزان نشاسته غده‌ها اشاره نمود. نهایتاً افزایش ضخامت پوست غده (پریدرم) می‌تواند منجر به تحمل بیش‌تر به حمل و نقل، انبارداری طولانی‌تر و اثرات ارزنده‌ای در صنایع غذایی و تبدیلی شود. که مستلزم انجام پژوهش‌های بیش‌تر و گسترده‌تری در این زمینه می‌باشد و در صورت مقرون به صرفه بودن استفاده از این ماده، می‌توان کاربرد آن را در سطح وسیع به کشاورزان توصیه نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

از جناب آقای حسینی (صاحب مزرعه سیب‌زمینی)، به‌خاطر در اختیار گذاشتن زمین زراعی به اینجانب، جهت انجام این طرح پژوهشی کمال سپاس و تشکر را دارم.

منابع

1.Ahmadi, H., and Shaemi, A. 2012. Evaluate the thermal conditions in the cultivation of potatoes to make a calendar of selected meteorological stations in Ilam. J. Geog. Nat., 15: 65-76.
2.Arji, I., Miri, M., and Abdosi, V. 2012. Effects of sowing dates on the quantity and quality of some varieties of sweet potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the Palace. Plant Prod., 4: 12-20.
3.Chandra, A., Anand, A., and Dubey, A. 2007. Effect of salicylic acid on morphological and biochemical attributes in cowpea. J. Environ. Biol., 28: 193-196.
4.Dilami, A., and Barmaki, M. 2011. Effect of hormone methyl jasmonate and salicylic acid on protein and starch in potato tubers after storage of mini-tuber. Proceedings of the Conference on Knowledge Management in Sustainable Agriculture and Natural Resources (Gorgan -2011). 9p.
5.Elvwan, M.A.M., and Hamahyomy, W.M. 2009. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper. Sci. Hort., 122: 521-526.
6.Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in Brassica juncea. Photosy., 41: 281-284.
7.Godarzi, F., and Fatemian, H. 2013. Kloroprofam effect of changes in potato tubers during storage. Bio. Che. Eng. Iran., 3: 155-164.
8.Hayat, Q., Hayat, Sh., Irfan, M., and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing enveironment: A review. Environ. Exp. Bota., 68: 14-25.
9.Khan, W., Prithviraj, B., and Smith, D.L. 2003. Photosynthetic responses of soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiol., 160: 485-492.
10.Khodary, S.F.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. Int. J. Agric. Biol., 6: 5-8.
11.Larque-Saavedra, A. 1979. Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment. Z. Pflanzen. Physiol., 93: 4. 371-375.
12.Mady, M.A. 2009. Effect of foliar application with salicylic acid and vitamin E on growth and productivity of tomato plant. J. Agric. Mansoura Univ., 34: 6. 6735-6746.

www.SID.ir

Archive of SID

13.Malamy, J., Carr, J.P., and Klessig, D.F. 1990. Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science, 250: 1002-1004.
14.Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M., and Dietz, K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiol., 132: 272-281.
15.Misra, N., and Saxena, P. 2009. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Sci., 177: 181-189.
16.Mohammadzade, T.R., and Rahemi, M. 2007. Hot water and hot air treatments on germination and storage life of two cultivars of potato tuber. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour., 11: 13-21.
17.Mostofi, Y., and Najafi, F. 2005a. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture (Translated). University of Tehran Press. First edition. 136p.
18.Mostofi, Y., and Najafi, F. 2005b. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture (Translated). University of Tehran Press. First edition. 136p.
19.Nagafi, S.A. 2011. Effect of time and method of irrigation and planting patterns on yield and yield components Potatoes in Jiroft. J. New Agric., 4: 9-19.
20.Popova, L., Pancheva, T., and Uzunova, A. 1997. Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Bulg. J. Plant Physiol., 23: 85-93.
21.Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 43: 439-463.
22.Sajedi, A., Zand, E., Sajedi, N., and Nabaii, S.M. 2012. Effects of application of different herbicides and sowing date on number of plant, height plant broomrape and agronomical traits of potato. J. Agron. Breed., 4: 7-18.
23.Shafiee, M., Taghavi, T.S., and Babalar, M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Sci. Hort., 124: 40-45.
24.Splittstoesser, W.E. 1977. Protein quality and quantity of tropical roots and tubers. Hort. Sci., 12: 294-298.
25.Srivastava, M.K., and Dwivedi, U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Sci., 158: 87-96.
26.Ware, G.W., and Mccollum, J.P. 1959. Raising Vegetables. The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danvill, Illinois, U.S.A.
26.Zakeri, A., Hadi, M., and Kholadbrin, A. 2013. Effect of salicylic acid and drought stress on growth parameters in two cultivars of sweet potato. The first national conference on plant abiotic stresses. Esfehan-2013.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir