فصلنامه

زیست شناسی تکوینی

سال هفتم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۴

اثر تیمار سالیسیلیک اسید بر ریز غده زایی سیب زمینی در شرایط کشت بافت

حسن ساریخانی[۱]، ساراعابدی*[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، همدان، ایران

[۲] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، بروجرد، ایران

E-mail: s.abedi2001@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰

چکیده

بهترین روش کنترل و مبارزه با ویروس‌ها، تولید بوته‌های سالم در شرایط درون شیشه‌ای است. تولید بذر سیب‌زمینی عاری از آلودگی با تعداد و اندازه مناسب که به راحتی قابل انتقال و سازگاری به محیط خارج از شیشه باشند از اهداف این پژوهش می‌باشد. در این پژوهش، با هدف تولید ریزغده، هورمون جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید بر ریزغده‌زایی رقم سانته مورد بررسی قرار گرفت. ریزنمونه‌های تک گره رقم سانته در محیط کشت موراشیگی و اسکوک (MS) حاوی تیمار سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ میکرومولار و جاسمونیک اسید در غلظت‌های ۰، ۴، ۱۶ و ۳۲ میکرومولار کشت شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در این آزمایش صفات تعداد برگ، طول ساقه، تعداد ریز غده و وزن ریزغده‌های تولیدی ارزیابی شدند. نتایج نشان دادند که کاربرد جاسمونیک اسید نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش تولید ریزغده گردید. اما بر وزن ریزغده‌های تولیدی مؤثر نبود. همچنین غلظت‌های بالای جاسمونیک اسید سبب کاهش تعداد ریز غده‌ها گردید و اثر بازدارنده داشت. غلظت‌های ۲/۵، ۵ و ۱۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید نسبت به تیمار ۲۰ میکرومولار و شاهد باعث افزایش تولید ریزغده گردید. اما تأثیر سالیسیلیک اسید بر وزن ریزغده‌ها معنی‌دار نبود.

کلیدواژه‌ها: سالیسیلیک اسید، رقم سانته، ریز غده زایی، محیط کشتMS .

مقدمه

سیب‌زمینی پس از گندم، جو و چغندر قند چهارمین محصول تولیدی کشور است. این گیاه دارای کربوهیدرات زیادی است و از آنجا که عملکرد آن در هکتار بالاست از دیدگاه اقتصادی ارزشمند بوده و همواره در خوراک انسان و دام و یا تهیه نشاسته کاربرد دارد [7,21]. برآورد شده است که ۱۰۰ گرم سیب‌زمینی در جیره غذایی روزانه می‌تواند ۲/۵ گرم از پروتئین مورد نیاز، ۰/٤ گرم آهن، ۹ میلی گرم ویتامین c، ۱/٦ گرم ویتامین‌های گروه b و حدود ۸۸ کیلو

کالری انرژی مورد نیاز یک نفر را تامین کند. [31]. گیاه سیب‌زمینی از خانواده سولاناسه[1]، جنس سولانوم است که به علت تکثیر از طریق غده توانایی چند ساله بودن را دارد [5,6]. سیب زمینی با داشتن سطح زیر کشت ۱۵۵ هزار هکتار وتولید بیش از ٤,٦ میلیون تن در سال کشاورزی ایران به عنوان یکی از مهمترین محصولات محسوب می‌شود [17]. گونه سولانوم توبروسوم[2] مهم‌ترین گونه سیب زمینی بوده و در سراسر جهان کشت و داشت می شود این گونه اتو تتراپلوئید بوده و تعداد کروموزوم‌های آن برابر 2n=4x=48 است [1]. غده بخش توسعه یافته و متورم از ساقه زیر زمینی که استولون[3] نامیده می‌شود است [2]. ریز غده‌ها به صورت یک ساختار هوایی روی ساقه تشکیل می‌شوند که در برخی مواقع تعداد آن‌ها کم است. غده‌دهی در پاسخ به کوتاه شدن طول روز و دمای پائین شب آغاز می‌گردد عوامل کندکننده رشد گیاه می‌توانند شکل گیری غده را تسریع بخشند و نیز تولید یا فعالیت اسید جیبرلیک را متوقف کنند [19]. عواملی از قبیل تنظیم کننده‌های رشد، غلظت ساکاروز، دما، نور، شدت روشنایی و رقم روی غده‌زایی القایی اثر دارد می‌گردد [16]. بالا بودن ضریب تکثیر، امکانپذیر بودن آن در تمام طول سال و کم بودن فضای مورد نیاز از جمله مزایای کشت بافت محسوب می‌شود [3,4]. اسید جاسمونیک[4] ترکیبی مشتق شده از اسید چرب لینولئیک اسید است. این اسید از اسید لینولئیک به روش octadecanoid مشتق می‌شود [29] جاسمونیک اسید بازدارنده جوانه‌زنی دانه است و رشد ریشه، گل‌دهی، تشکیل پیاز پاسخ دفاعی در برگ‌ها، تکوین گل و غده‌زایی در سیب‌زمینی راکنترل می‌کند [13] سالیسیلیک اسید یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک یک ترکیب فنلی است که در طبیعت وجود داشته و در برخی بافت‌های گیاهی هم به فراوانی یافت می‌شود. یکی از آنالوگ‌های این ترکیب استیل سالیسیلیک اسید (آسپرین) است که پس از جذب به سرعت به سالیسیلیک اسید تبدیل می‌شود [10] مشخص شده است که استعمال خارجی اسید سالیسیلیک[5] در هر دو حالت کشت درون شیشه و مزرعه، غده‌زایی را تحریک کرد. این حالت بیشتر زمانی بروز می‌کند که جاسمونیک اسید وجود ندارد. ولی به هر حال ثابت شده که این هورمون مسئول غده‌زایی در شرایط طبیعی نیست [20] در آزمایش انجام شده توسط ژیم ژو و همکاران [34] در سال ۱۹۹۸ به کارگیری کومارین و اسید بنزوئیک غده‌زایی را به میزان چشمگیری افزایش داد. غلظت بالای جاسمونیک اسید سبب افزایش رشد شاخه، ریشه، استولون و غده می‌گردد. در طی تکامل و رشد گیاه سیب زمینی JA و جیبرلین‌ها مهم‌ترین هورمون‌ها هستند بر اساس تغییرات درونیJA وGAs در هنگام تکامل و رشد گیاه و برگ‌ها افزایش غلظت جاسمونیک اسید دیده شده است. در استولون مهم‌ترین عامل در سطح تکاملی، رشد گیاه و غده زایی افزایش میزان JA می‌باشد. به نظر می‌رسد جاسمونات ها سبب توقف کشیدگی استولون می‌شود و برای تشکیل ریزغده باید میزان GAs کاهش پیدا کرده تا شرایط مناسب برای ریزغده‌زایی[6] فراهم شود. JA اغلب در رشد سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی نقش داشته و سبب افزایش فعالیت سیتوکینین که منجر به افزایش رشد

[1] *solanacea*
[2] *solanum tuberosum*
[3] stolon
[4] jasmonic acid
[5] salicylic acid
[6] Tuberization

طولی و تشکیل ریشه‌های نابجا می‌گردد [9] بررسی‌ها بعد از ۸ هفته از ناحیه انتهایی استولون‌ها و غده‌های گیاهان پیر نشان از وجود جاسمونیک اسید و متیل جاسمونات‌ها دارد.

میزان JA و12-OH-JA ناحیه انتهایی استولون کاهش پیدا می کند اما در استولون در طی ریزغده زایی باقی می‌ماند. نابراین ناحیه انتهایی محلی برای نگهداری JA یا متابولیسم بوده و ممکن است. استولون‌ها JA را در این ناحیه ذخیره کنند.

محتوای 12-OH-JA به همراه JA بیشتر از 11-OH-JA در ناحیه انتهایی و استولون بود و با افزایش 11-OH-JA میزان12-OH-JA کاهش پیدا می‌کند بنابراین JA در برگ‌ها یا ریشه‌ها می‌توانند 12-OH-JA را به ناحیه انتهایی انتقال داده و در تشکیل غده نقش دارند. در چندین سال اخیر تکوین و ریزغده زایی در برگ‌ها برای دوره‌های کوتاه مورد بررسی قرار گرفت و ترکیب القایی ریز غده‌زایی توسط برگ‌ها شناسایی شد این ترکیب گلیکون گلیکوزید (12-OH-JA) نام دارد که آن را توبرونیک اسید نامیدند (۳۵). اندازه گیری‌های انجام شده توسط GC-MS و ELISA از قلمه‌های سیب‌زمینی در شرایط درون شیشه‌ای نشان داد که در برگ‌ها، استولون‌ها، ریشه‌ها و غده‌ها هورمون JA مشاهده گردید [8]. در مطالعه‌ای که توسط پروسکی و همکاران، در تولید گلخانه‌ای سیب‌زمینی صورت گرفت بیشترین تعداد ریزغده در ارقامی به دست آمد که با اسید جاسمونیک تیمار شده بودند [27]. سنزانو و همکاران در پژوهش‌های خود ارتباط جاسمونات‌ها را در رشد و توسعه غده و وجود این ترکیبات را در استولون‌ها تائید کردند [13]. بررسی‌های دیگری که توسط ژائو و همکاران [18]. صورت گرفت حاکی از آن بود که تیمار اسید جاسمونیک نه تنها القاءکننده غده‌زایی است بلکه تحریک کننده رشد در بافت‌های پیر و جوان گیاه سیب‌زمینی محسوب می‌شود، مشاهدات بافت‌شناسی نشان می‌دهد که اسید جاسمونیک سبب تورم ریزغده در کشت درون شیشه‌ای می‌شود. هم چنین پژوهشگران عقیده دارند کاربرد خارجی اسید جاسمونیک منجر به تغییرات اولیه در مرفولوژی مریستم انتهایی استولن، بافت شناسی، گسترش سلولی و تمایز بافتی سیب زمینی می‌گردد [15].با توجه به مطالعاتی که هی‌نام و همکاران در سال ۲۰۰۸ در زمینه تاثیر دما بر روی ریزغده زایی سیب زمینی انجام دادند با اندازه گیری میزان جاسمونیک و اسید توبرونیک و TAG از برگ سیب زمینی به این نتیجه رسیدند که در هنگام ریز غده زایی میزان JA درونی TA و TAG افزایش یافت [25]. هدف این مقاله تولید بذر سالم و همچنین افزایش تعداد و کیفیت ریزغده‌های سیب زمینی در شرایط درون شیشه‌ای با استفاده از غلظت‌های مختلف جاسموناتوسالیسیلیک‌اسیداست

مواد و روش‌ها

کشت و آماده‌سازی گیاهچه‌های استریل در آزمایشگاه

این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و آزمایشگاه کشت بافت سیب‌زمینی، انجام شد. در این آزمایش گیاهچه‌های رقم سانته با سن حدود ٤ هفته که در آزمایشگاه و در شرایط درون شیشه‌ای تولید شده بودند به عنوان ماده اولیه گیاهی مورد استفاده قرار گرفتند. تک گره های گیاهچه های استریل در محیط‌کشت پایه MS[1] حاوی 3 درصد ساکارز و ۰/۷ درصد آگار با PH ۵/۷ تحت شرایط

[1] Murashigi & skoog

دمای ۱ ±۲۳ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی (با شدت ۳۰۰۰ لوکس) و ۸ ساعت تاریکی تکثیر شدند. آن دسته از گیاهچه‌های ٤ الی ۵ هفته‌ای دارای تک‌گره‌های مناسب انتخاب شده و برای جداسازی و تهیه قطعات جداکشت برگ مورد استفاده قرار گرفتند.

روش تولید ریزغده

روش انجام تیمارهای آزمایشی: قطعات جداکشت به قطعات یک سانتی متری که حاوی یک برگ بودند تقسیم گردیدند و در دمای ۱ ±۲۳ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تحت تیمارهای زیر قرار گرفتند

محیط A: کشت ریزنمونه‌های تک گره رقم سانته به محیط‌کشت حاوی سالیسیلیک اسید که با غلظت‌های (۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ میکرو مولار) واکشت شده و به اتاق رشد با شرایط ذکر شده در بالا منتقل شدند. محیط B: کشت ریزنمونه‌های تک گره رقم سانته به محیط کشت حاوی جاسمونیک اسید که با غلظت‌های (٤، ۸، ۱٦و ۳۲ میکرو مولار) واکشت شده و به اتاق رشد با شرایط ذکر شده در بالا منتقل شدند. ارلن‌های مورد نظر به وسیله ورق آلومینیم پوشیده و در داخل یکی از اتاق‌های رشد ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شدت نور ۵۰۰۰ لوکس تنظیم گردید. بعد از دو هفته گیاهچه‌های رشد یافته را از اتاق رشد خارج کرده و با کاغذ میلی‌متری طول گیاهچه، تعداد گیاهچه، تعداد برگ و تعداد ریزغده اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری را هر دو هفته یک بار و به مدت ٦ هفته ادامه یافت. سه ماه پس از کشت، گیاهچه‌ها به همراه ریزغده‌های موجود از ظروف کشت خارج و پس از برداشت ریزغده‌ها، تعداد، وزن و قطر آنها به صورت جداگانه برای هر و احد آزمایشی (ارلن محتوی ۵ گیاهچه) اندازه‌گیری گردید و سپس میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای انجام عملیات آماری برای هر تیمار در هر تکرار محاسبه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. مقایسه داده‌ها با برنامه SAS و تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ریزنمونه‌های کشت شده گیاهی سه روز پس از کشت شروع به رشد و تولید ساقه نمودند و بهترین وضعیت رشدی آنها در ٤ هفته پس از کشت مشاهده گردید. تشکیل ریزغده روی قسمت‌های هوایی گیاهچه ها حدود ٦ هفته پس از استقرار ریز نمونه ها بر روی محیط کشت شروع شد و با گذشت زمان، تعداد و اندازه آنها افزایش یافت .در برخی از گیاهچه‌ها ریز غد ه ها روی ریشه و داخل محیط کشت و در بعضی دیگر روی اندام هوایی و یا سطح بستر کشت تشکیل گردید

جدول۱- تجزیه واریانس برای غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید و بررسی صفات تعدار برگ، طول ساقه، تعداد ریز غده و وزن ریز غده در رقم سانته

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد برگ	طول ساقه	تعداد ریز غده	وزن ریز غده
تیمار هورمونی SA و JA	۸	۱۳/۲۸**	٤٤/۱٤**	۲۳/٦۹**	۰/۰۰۳ns
خطا	٦۳	۱/۷٤	۲/٤٦	۳/۳۸	۰/۰۰۲
(C. V)		۲٤	۲۵	۳۹	٦۱

*: معنی دار در سطح ۵٪ , **: معنی دار در سطح ۱٪ns , غیر معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید و بررسی صفات تعداد برگ، طول ساقه، تعداد ریز-غده و وزن ریزغده در رقم سانته

غلظت JA	تعداد برگ	طول ساقه	تعداد ریزغده	وزن ریز غده
JA - ۰	۵/٦۷^{bc}	٦/٤۲^{b}	۲/۹^{c}	۰/۱۰۹^{a}
JA - ٤	٦/۲۸^{ab}	٦/٤٤^{b}	۵/۷۵^{a}	۰/۱۱۲^{a}
JA - ۸	٤/۹۳^{bc}	٤/۵۱^{c}	۵/۸۸^{a}	۰/۱۰۲^{a}
JA-۱٦	٤/۹٤^{bc}	۳/۳۲^{dc}	٤/۸۸^{ab}	۰/۰۹۳^{a}
JA -۳۲	٤/۲۳^{c}	۲/۸٤^{d}	۲ /۵^{c}	۰/۰۸۲^{a}
SA- ۲/۵	۷/٤۹^{a}	۹/۲۱^{a}	۵/۷۵^{a}	۰/۰۸۵^{a}
SA ۵	۷/٦۰^{a}	۹/۲٦^{a}	٦/۵۰^{a}	۰/۰۵۷^{a}
SA -۱۰	٤/٤۲^{c}	۷/۰٤^{b}	٦/۵۰^{a}	۰/۰٦۰^{a}
SA -۲۰	٤/۵۵^{c}	۷/۸۱^{ab}	۳/۷۵^{bc}	۰/۰٦۷^{a}

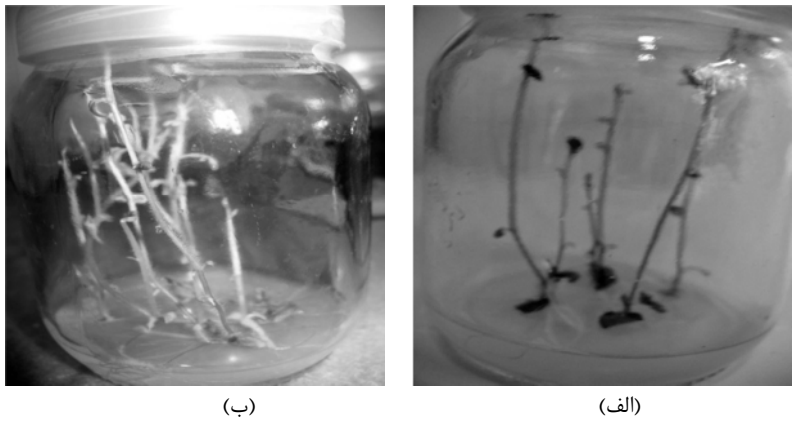
† حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ است.

الف: بررسی شاخه زایی

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد اثر غلظت JA و رقم بر تعداد برگ، طول ساقه و صفت تعداد ریزغده معنی‌دار شد. طبق این جدول اثر متقابل رقم در غلظت JA معنی‌دار گردید (جدول ۱). تجزیه واریانس داده‌های مربوط به غلظت‌های مختلف SA و JA نشان داد که اثر تیمار هورمونی بر تعداد برگ، طول ساقه و تعداد ریزغده در سطح ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین تعداد برگ در (غلظت‌های ۵ و ۲/۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید با میانگین ۷/٦۰، ۷/٤۹ و ٤ میکرومولار JA با میانگین ٦/۲۸ مشاهده شد. در غلظت های بالای سالیسیلیک اسید (۱۰ و ۲۰ میکرومولار با میانگین ٤/٤۲ و ٤/۵۵) و غلظت‌های خیلی بالای JA (۳۲ میکرومولاربا میانگین ٤/۲۳) تعداد برگ کمتری مشاهده گردید. کمترین طول ساقه درغلظت‌های خیلی بالای JA (۳۲ میکرو مولار با میانگین ۲/۸٤) و ۱۰ میکرومولار SA با میانگین ۷/۰٤ مشاهده گردید. در غلظت‌های ٤ میکرومولار JA با میانگین ٦/٤٤ و ۵ میکرومولار SA با میانگین ۹/۲٦ ساقه بیشتری مشاهده شد (جدول ۲) (شکل ۱، ۲).

تعداد غده‌ها

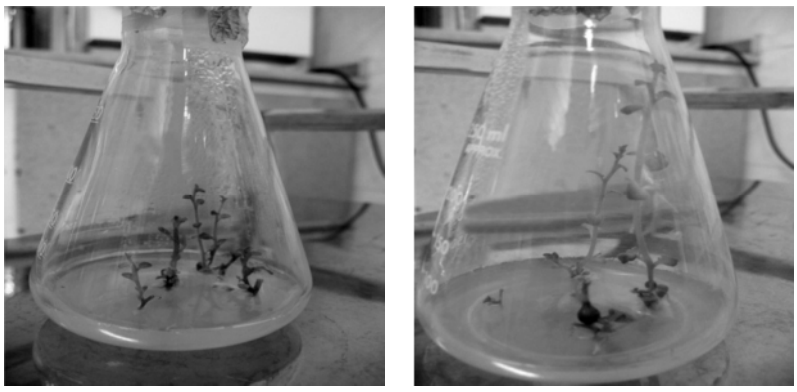
در رابطه با تاثیرغلظت‌های مختلف اسید جاسمونیک و سالیسیلیک اسید بر تعداد کل ریزغده‌ها جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که از لحاظ تعداد ریزغده غلظت‌های ٤ و ۸ میکرومولار JA با میانگین ۵/۷۵ و ۵/۸۸ و غلظت‌های ۵ و ۱۰ با میانگین ٦/۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید تعداد ریزغده بیشتری مشاهده شد. کمترین تعداد ریزغده در غلظت‌های خیلی بالای JA و SA به ترتیب (۳۲ و ۲۰ میکرومولار با میانگین ۲/۵ و ۳/۷۵) مشاهده گردید (جدول ۲)، (شکل ۳ و ٤).



(ب) (الف)

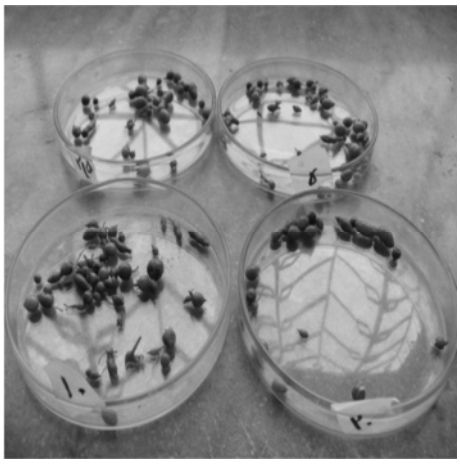
(ج)

نصویر۱: (الف) رشد گیاهچه ها، افزایش طول ساقه و تعداد برگ پس از ۱۵ روز از کشت در رقم سانته تحت تیمار سالیسیلیک اسید (ب): افزایش رشد گیاهچه‌ها، تعداد برگ و شروع شاخه‌زایی در رقم سانته با تیمار سالیسیلیک اسید پس از ۳۰ روز از کشت (ج) افزایش تعداد برگ و شاخه‌زایی تحت تیمار سالیسیلیک اسید در رقم سانته در مقایسه با۲ مرحله قبل، پس از ٤٥ روز از کشت.

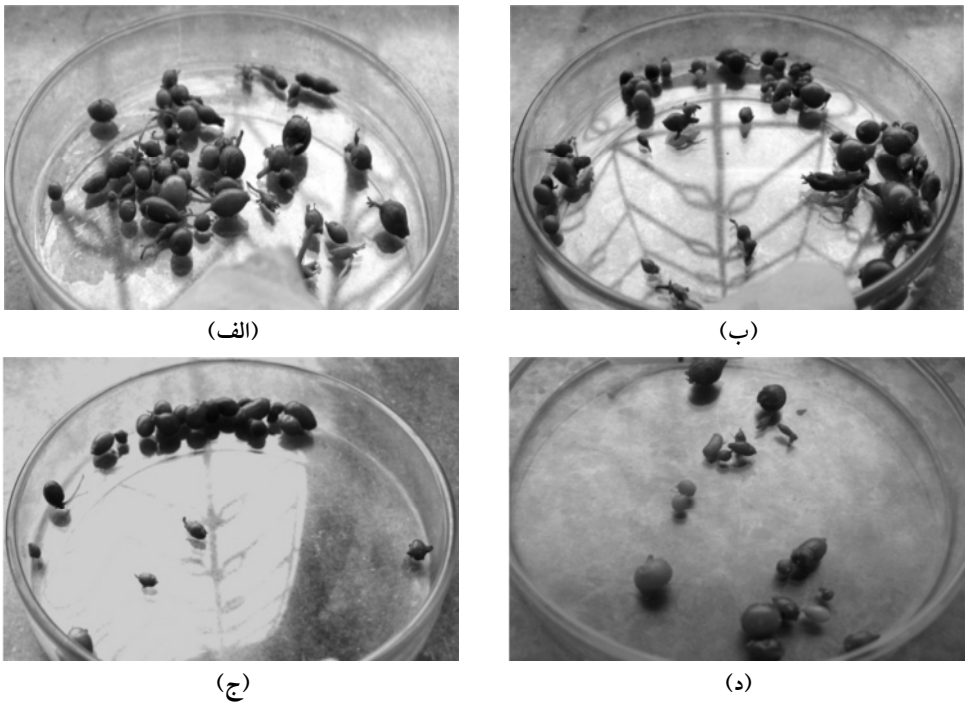


(ب) (الف)

تصویر۲ : (الف): رشد گیاهچه‌های رقم سانته تحت شرایط تیمار هورمونی ١٦ میکرومولار جاسمونیک اسید پس از ۳۰ روز از کشت که روند رو به کاهشی داشته.(ب): در تیمار هورمونی ۳۲ میکرومولار جاسمونیک اسید رشد گیاهچه‌های رقم سانته پس از ۳۰ روز از کشت روند رو به کاهشی داشته است.



تصویر ۳- باافزایش غلظت (۲/۵، ۵ و ۱۰ میکرومولار) سالیسیلیک اسید از چپ به راست افزایش تعداد ریز غده و در غلظت (۲۰ میکرومولار) کاهش تعداد ریز غده در رقم سانته مشاهده می‌شود.



(الف) (ب)

(ج) (د)

تصویر ٤- غلظت‌های٤ (الف) و ٨ (ب) میکرومولار جاسمونیک اسید) روند افزایش تعداد ریز غده مشاهده می‌شود و در غلظت های بالای هورمون(١٦ (ج)و ٣٢ (د)میکرومولار) روند کاهش تعداد ریز غده مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از یافته‌های تحقیقات یاسونوری و همکاران در سال ۱۹۹۲ موید این نکته است که افزایش غلظت بیش از$^{-5}$ ۱۰ مولار سالیسیلیک اسید سبب افزایش رشد شاخه و برگ شد و سالیسیلیک اسید از برگ‌ها و ریشه‌ها می‌تواند به منطقه راسی در استولن منتقل و تشکیل غده را تحریک نماید [35]. تاثیر ASA بر رشد جداکشت و ریز غده‌زایی سیب زمینی رقم رزت بوربانک در شرایط درون شیشه ای مورد بررسی قرار گرفت ASA با غلظت $^{-4}$۱۰ × ۷/۵ –$^{-5}$۱۰ مول بر لیتر، ریز غده زایی و شاخه‌زایی را افزایش داد [22]. نتایج پژوهش‌ها نشان داد که استفاده از اسیدسالیسیلیک

باعث افزایش رشد و شاخه زایی و فتوسنتز در گیاهان می‌گردد [28]. تحقیقات نشان داد که بیشترین غلظت اسید جاسمونیک در ابتدای رشد در برگها و در مرحله غده دهی بیشترین مقدار آن در ریشه‌ها دیده شد، همچنین در استولن‌ها و در مرحله رشد غده‌ها افزایش چشمگیری از جاسمونیک اسید گزارش گردید [9]. نتایج حاصل از یافته‌های تحقیقاتی موید این نکته است که جاسمونیک اسید از برگ‌ها و ریشه‌ها می‌تواند به منطقه راسی در استولن منتقل و تشکیل غده را تحریک نماید [13,14] . شواهدی وجود دارد که افزایش بیش از حد مطلوب اسید جاسمونیک رشد گیاهچه‌ها و همچنین فعالیت آنزیم پراکسیداز را کاهش می‌دهد [36]. یافته‌های تحقیقاتی راوینکار [30] در سال ۱۹۹۲ نشان داده که اسید جاسمونیک باعث تحریک یشه‌زایی می‌گردد و ممکن است رشد رویشی را نیز تحریک نماید، نتایج پژوهش ها نشان داد که استفاده بیش از ۵ میکرومول اسید جاسمونیک سبب کوتاهی ساقه، ریشه و کاهش رشد رویشی و در نتیجه کاهش وزن ماده خشک ریشه میگردد. کاهش طول ساقه بر اثر افزایش بیش از ۱۰ میکرومول اسید جاسمونیک در کشت درون شیشه‌ای گزارش شده است و به نظر می‌رسد اسید جاسمونیک یک کاهش دهنده ارتفاع بوده و ارتفاع با تعداد گره و برگ همبستگی دارد و در نتیجه با کاهش ارتفاع، تعداد برگ نیز کاهش مییابد. این موضوع با یافته‌های راونیکار و همکاران (۱۹۹۲) مطابقت دارد. رشد جداکشت سیب‌زمینی با افزایش غلظت (۲۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بازداشته می‌شود. محتوای کلروفیل در برگ‌های ریزنمونه با افزایش غلظت جاسمونیک اسید کاهش پیدا می‌کند. در غلظت (۰/۲ میلی‌گرم در لیتر) جاسمونیک اسید فعالیت پراکسیداز افزایش و در غلظت (۲ میلی‌گرم در لیتر) فعالیت پراکسیداز کاهش پیدا می‌کند [36]. با توجه به نتایج بدست آمده و پژوهش‌های انجام شده، اکثر پژوهشگران معتقدند که اسید جاسمونیک یک هورمون بازدارنده رشد و القاء کننده فعال در غده زایی می‌باشد [27]. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که اسید جاسمونیک سبب کاهش رشد در مریستم انتهایی ساقه گردیده و در نتیجه رشد طولی گیاه را سرکوب و القاء غده‌زایی را تحریک می نماید و نهایتا سبب کاهش ارتفاع گیاه میگردد. بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش توصیه میشود که زمان تیمار با اسید جاسمونیک پس از رشد کافی گیاهچه‌ها و فراهم شدن سطح برگ مناسب انجام گیرد تا حداکثر عملکرد فتوسنتزی برای تولید غده ممکن گردد. چنین به نظر می‌رسد که با افزایش بیشتر اسید جاسمونیک، فعالیت آنزیم پراکسیداز کاهش یافته و با کاهش این آنزیم سلول‌ها و بافت‌ها خسارت می‌بینند، همچنین رشد گیاهچه‌ها و میزان کلروفیل در غلظت‌های بالای اسید جاسمونیک تقلیل یافته و موجب اختلال مواد از مبداء به مقصد گردیده و در نتیجه کاهش تعداد غده ها را به همراه دارد که این موضوع توسط ژانگ و همکاران [36] تاکید شده است. پژوهشگران معتقدند که اسید جاسمونیک القاء کننده ای فعال در غده زایی بوده و به احتمال قوی قادر است گسترش و انبساط سلول‌های سیب زمینی و در نتیجه متوسط وزن غده در بوته را نیز تحت تاثیر قرار دهد [27]. آزمایشی روی تک ریزنمونه‌های دو رقم فورایت[1] و هلانوهوا[2] با میزان صفر تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر جاسمونیک اسید توسط ژانگ و همکاران انجام گرفت نتایج نشان دهنده افزایش تراکم شاخه‌های جوان، طول ریشه، تعداد

[1] Favorite
[2] Helanwuhua

ریشه و تعداد ریزغده در دو رقم سیب‌زمینی فوق با افزایش غلظت (۰/۲ تا ۲ میلی گرم در لیتر) جاسمونیک اسید در محیط کشت در ارتباط است و رشد جداکشت و ریزغده‌زایی با افزایش غلظت (۲۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) باز داشته می‌شود [36]. غلظت JA اندازه‌گیری شده در استولون 10^{-7} مولار بود در ریزغده‌زایی در شرایط درون شیشه‌ای نقش دارد. بیشترین مقدار JA در زمان تشکیل ریز غده است و سبب توسعه سلول و بافت مغزی در غده می‌گردد [13]. نتایج حاصل از یافته‌های تحقیقاتی بر این موضوع تاکید دارد که اسید جاسمونیک و جیبرلیک اسید (GA) پیام‌های هدایتی در تشکیل و کنترل القا غده‌زایی در سیب زمینی محسوب می‌شوند [9]. در آزمایشی که توسط پلاچو و همکاران [26]. در سال ۱۹۹۱ بر ریزغده‌زایی سیب زمینی انجام شد غلظت به کار رفته جاسمونیک اسید، (۵ میکرومولار) که در مقایسه با غلظت کینین (۱۱/٦ میکرومولار)، نشان دهنده اثر القایی بیشتر جاسمونیک اسید نسبت به کینتین در ریزغده‌زایی است. بررسی‌ها توسط استفان و همکاران [32]. در سال ۱۹۹٤ روی ریزنمونه‌های سیب زمینی نشان دهنده نقش بازدارنده جاسمونیک اسید با افزایش غلظت ۱۰۰ میکرو مولار در ریزغده‌زایی و رشد ریز نمونه‌ها شد در آزمایشی که توسط پلاچو و همکاران [26] در سال ۱۹۹۱ بر ریزغده‌زایی سیب زمینی انجام شد غلظت به کار رفته جاسمونیک اسید، (۵ میکرومولار) که در مقایسه با غلظت کینین (۱۱/٦ میکرومولار)، نشان دهنده اثر القایی بیشتر جاسمونیک اسید نسبت به کینتین در ریزغده‌زایی است. بررسی‌ها توسط استفان و همکاران [12] در سال ۱۹۹٤ روی ریزنمونه‌های سیب زمینی نشان دهنده نقش بازدارنده جاسمونیک اسید با افزایش غلظت ۱۰۰ میکرو مولار در ریزغده‌زایی و رشد ریز نمونه‌ها شد. این نتایج در مجموع اثر مثبت غلظت‌های پایین تیمار اسید جاسمونیک اسید در القاء و توسعه ریزغده‌ها و اثر بازدارنده این هورمون در مقادیر بالا دارد که با نتایج به دست آمده از آزمایش انجام شده مطابقت دارد. در رابطه با بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید بر ریزغده‌زایی نتایج به دست آمده نشان داد که اضافه کردن کومارین به محیط کشت MS حاوی ۵ میلی‌گرم بر لیترBA و سوکروز ۸٪ سبب تحریک ریزغده‌زایی در سیب زمینی گردید. نتایج نشان داد که میزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کومارین بر ریزغده‌زایی تاثیر مثبت داشت [32]. در آزمایشی تشکیل و توسعه ریزغده‌ها در محیط کشت درون شیشه‌ای با SA و غلظت‌های مختلف سوکروز مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد زمانی که سوکروز ۱۰-۱۲٪ و مقدار ۰/۵ مول بر لیتر SA در محیط کشت .وجود دارد تعداد ریز غده هر دسته ٤۰-۳۰ و وزن متوسط هر ریز غده به بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم رسید [23]. نتایج به دست آمده از تاثیر SA و متیل جاسمونات در ریز غده‌زایی دو رقم میرا و N552 نشان داد که. بهترین غلظت برای SA میزان 10×10^{-1} مول بر لیتر و برای متیل جاسمونات 10×10^{-6} مول بر لیتر بود. تاثیر SA بر روی رقم میرا بیشتر از رقم N552 بود و تاثیر متیل جاسمونات بر تعداد و وزن ریزغده در رقم میرا موثر بود اما بر رقم N552 معنی‌دار نبود [11]. در آزمایشی سه نوع تنظیم کننده رشد S3307, SA وB9 در ریزغده‌زایی سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تنظیم کننده‌های رشد سبب افزایش ریزغده‌زایی گردیدند. میزان ۱۰۰ میلی لیتر S3307 و ۵۰۰ میلی‌لیتر B9 و ٤۰۰ میلی لیتر SA سبب افزایش معنی‌دار در وزن و تعداد ریز غده گردید [33]. همچنین نتایج

بررسی‌ها در آزمایشی که توسط فرشته ایمان پرست و همکاران بر تاثیر کومارین با غلظت (۰،۵، ۱۰ و ۱۵) مول بر ریز غده‌زایی دو رقم ساوالان و آگریا انجام گردید. تاثیر کومارین معنی‌دار گردید و رقم آگریا واکنش بهتری نسبت به افزایش کومارین نسبت به رقم ساوالان نشان داد [24]. این نتایج در مجموع نشان دهنده تاثیر مثبت غلظت‌های پایین تیمار سالیسیلیک اسید در القاء و توسعه ریزغده‌ها و بازدارندگی این هورمون در مقادیر بالا دارد که با نتایج به دست آمده از آزمایش انجام شده مطابقت دارد.

منابع

[۱] اسعدی، س. امیری، م. و داووی، د. (۱۳۸۵). ریزغده‌زایی سیب‌زمینی با استفاده از مواد جایگزین ارزان قیمت به روش درون شیشه‌ای، پژوهش و سازندگی، ۱۹(۲ (پی‌آیند ۷۱) در زراعت و باغبانی): ۹۴- ۱۰۱.

[۲] پرویزی، خ. ۱۳۸۵. مقایسه تاثیر سن فیزیولوژیکی غده بذری سیب زمینی و استعمال تنظیم کننده رشد جیبرلیک اسید بر عملکرد و خصوصیات کمی محصول سیب‌زمینی. مجله علمی کشاورزی. ۱۵-۱

[۳] رستمی، ر. ابریشم چی، پ.، لاهوتی، م. ۱۳۸۹. القای کالوس و باززایی گیاه از کشت مریستم سیب زمینی. نشریه علوم (دانشگاه خوارزمی). ۱۰۳۲ -۱۰۱۱

[٤] شاه پیری، آ. امیدی، م. احمدیان تهرانی، پ. داوودی، د. ۱۳۸۳بررسی کشت بافت و تنوع سوماکلون در سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۳۵-۳۲۳

[۵] عبادی، م. ایرانبخش، ع. ۱۳۸۵. بررسی روند تکوینی – یاخته‌ای ریزغده زایی گیاه سیب‌زمینی (Solanum tuberosum L.)، رقم مارفونا. نشریه علوم پایه (دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات) ۳٤-۲۱.

[٦] مهدی پور، ا. صدرالاشرافی، س. کرباسی، ع. ۱۳۸٤. بررسی بازاریابی محصول سیب زمینی در ایران. مجله علمی کشاورزی. ۱۳۱-۱۲۱

[۷] نصراصفهانی، م. ۱۳۸۲. بررسی ضایعات سیب زمینی در انبارهای فریدن اصفهان. مجله نهال و بذر. ۲۰۸-۱۹۱.

[8] Abdala, G., Miersch, O., Kramell, R., Vigliocco, A., Agostini, E,. Forchetti, G. and Alemano, S. 2003 . Jasmonate and octadecanoid occurrence in tomato hairy roots. Endogenous level changes in response to NaCL .Plant Growth Regulation 40(1): 21-27.

[9] Abdala, G., G. Castro and O. Miersc. (2000). Changes in jasmonate and gibberllin levels during development of Potato plants Solanum tuberosum. J. Plant. Grow. Regulation. 00:1 - 6.

[10] Bari, R and J.D. G. Jones. 2009. Role of plant hormones in plant defense responses. Plant Molecular Biology., 69:473–488.

[11] Chen, Daqing. Wang, Xieying. And Li, Yanan. 2005. Effects of Salicylic Acid and Methyl Jasmonate on the Formation of Potato Microtuber. Journal of Huazhong Agricultural.

[12] Chen Shan-Na. Li Qiong -Hong, Wang Li-Hua, Nie Wei-Min, Wang Jun. 1991. Effect of coumarin and oligosaccharins on in vitro tuberization of potato. Acta Botanica Yunnanica.

[13] Cenzano, A., A, Vigliocco., O, Miersch and G, Abdala. (2005). Hdroxylated jasmonate levels during stolon to microtuber transition in Solanum microtuberosum. J. Potato. Research. 48: 107 - 115.

[14] Cenzano, A., Abdala. G. and Hause, B. 2007. Cytochemical immuno-localization of oxide cyclase, a jasmonic acid biosynthetic enzyme, in developing potato

stolons Journal of Plant Physiology 164, Issue (11): 1449-1456

[15] Cenzano, A ., Vigliocco, A., Kraus, T. and Abdala, G. 2003. Exogenously applied jasmonic acid induces changes in apical meristem morphology of potato stolons j. Annals of Botany ; 91(7): 915-9.

[16] Dobranzki, J., (1998). Effect of light on in vitro microtuberization of potato of pure Solanum microtuberosum origin. J. Acta. Agriculturae. Hungarica. 8:780-785.

[17] FAOSTAT., 2013. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO Statistics Division.http://faostat.fao.org.

[18] Gao, X., Wang, F., Yang, Q., Matsuura, H. and Yoshihara, T. 2005. Theobroxide triggers jasmonic acid production to induce potato tuberization in vitro. J. Plant. Grow. Regulation. 47 (7): 39-45

[19] Garcia-Torres, L and Gomez Campo, C. (1973). in vitro microtuberization of potato sprouts as affected by ethrel and gibberellic acid. J. Potato. Research. 73 - 79.

[20] Ganet, E.A., S.G. Seabrook and L, David. (1993). Effecte of photoperiod on in vitro microtuberization of potato., (Solanum microtuberosum L.). J. Plant Cell, Tissue and Organ. Culture. 21: 43 – 51.

[21] Hassanpanah, D., Shahryari, R., Shamei., A and Fathi, L., 2008. Effect of thioura and gibberllic acid on dormancy breaking of potato minitubers(Agria cultivar). Abstract book of 5th Iranian Horticulture.

[22] Humberto Lopez-Delgado, Ian M. Scott. 1997. Induction of in vitro tuberization of potato microplants by acetylsalicylic acid. Journal of Plant Physiology. 74–78

[23] Hande Jun, Chen, Yao. Feng. Wang, Ya. Juan. Zhang, Zhao. Hong. LI, Chun. Lian. And Ren, Hui. Li. 1999. Effect of sucrose concentrations with or without SA on formation and growth of In vitro microtuber in potato, Acta Botanica Oreali-Ocidentalia Cidentalia Identalia Sinica.

[24] Imanparast I, Tobeh A, Gholipouri A, Hassanpanah D, and Imanparast L. 2013. Coumarin and Jasmonic acid interaction and main effect son two potato mini-tubers cultivars yield, and yield components gradation. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 1800-1812.

[25] Kyong-Hee, Nam. Fanjiang, Kong. Hideyuki, Matsuura. Kosaku, Takahashi. Kensuke, Nabeta. And Teruhiko, Yoshihara. 2008. Temperature regulates tuber-inducing lipoxygenase-derived metabolites in potato (Solanum tuberosum). Journal of Plant Physiology. 233–238 .

[26] Pelacho, A.M., and A.M, Ming. (1991). Jasmonic acid induces microtuberization of potato stolons cultured in vitro. J. Plant Physiol. 97 : 1253-1255.

[27] Pruski, K., Astatkie, T., Duplessis, P., Lewis ,T., Nowak, J. and Struik, P. C. 2003. Use of jasmonate for conditioning of potato plantlets and microtubers in greenhouse production of minitubers. American journal of potato research.vol: 80, pp. 183-193.

[28] Qaiser Hayata, Shamsul Hayata, Mohd. Irfana, Aqil Ahmad. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review Environmental and Experimental Botany. 14–25

[29] Rubio, V., Bustos, R., Luisa, M.L. Irigoyen., X.Cardona-Lopez., Rojas-Triana, M and Paz-Ares, J. 2009. Plant hormones and nutrient signaling.

[30] Ravnikar, M., Vilhar, B. and Gogala, N. 1992. Stimulatory Effects of jasmonic acid on potato stem node and protoplast culture. J. Plant Growth Regulation. 11: 29-33.

[31] Seabrook, J.E.A. 2005. Light effects on the growth and morphogenesis of potato (Solanum tuberosum) In vitro. American J. of Potato Research, 82:353-367.

[32] Stephan, J., D, willmitzer and L, Planta. (1994). Jasmonic acid spraying does not induce microtuberization in short day requiring potato species kept in non-inducing condition. J. plant. Physiol. 194: 155 – 59.

[33] Xiao, Xufen. Liu, Mingyue. 2008. Effect of Plant Growth Regulator on Tuberization of Potato Minituber. Chinese Potato Journal. 8(3):153-157.

[34] Xim, X., A.M. Andre,. E.V. Vanlammeren and V, Dick. (1998). The role of Gibberellin, Absisic Acid and Sucrose in the Regulation of Potato Microtuber Formation on in vitro.J. Plant. Physiol. 117, 575 – 58

[35] Yasunori Koda Kiyoshi Takahashi, Yoshio Kikuta,. 1992 Potato tuber-inducing activities of salicylic acid and related compounds, Journal of Plant Growth Regulation. 215-219

[36] Zhang, Z., W, Zhou., G, Zhang., K, Subrahmaniyan and J. Q. Yu. (2006). Effect of jasmonic acid on in vitro explant growth and micromicrotuberization in potato. J. Biology Planta. 50 (3): 452 - 456 .