

واکنش گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت سیب‌زمینی به نیتروژن و اسید جاسمونیک در شرایط هیدروپونیک

Response of Tissue Culture Derived Potato Plantlets to Nitrogen and Jasmonic Acid under Hydroponic Condition

بهمن تقدیری^{۱*}، منصور غلامی^۲، علی دلجو^۲ و علی سپهری^۲

چکیده

واکنش گیاهچه‌های سیب‌زمینی (رقم مارفونا) حاصل از کشت بافت به افزودن نیتروژن و اسید جاسمونیک در تولید ریزغده در شرایط هیدروپونیک آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل نیتروژن در سه سطح صفر (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر محیط کشت، از منبع نیترات آمونیم و اسید جاسمونیک به صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها در چهار سطح صفر (آب مقطر به‌عنوان شاهد)، ۱، ۵ و ۱۰ میکرومولار در سه تکرار بودند. شاخص‌های اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: تعداد و وزن کل ریزغده‌ها، متوسط وزن ریز غده، ارتفاع بوته، تعداد برگ و شاخص برداشت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد ریزغده، وزن کل ریزغده، متوسط وزن ریزغده و شاخص برداشت از مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن توام با ۵ میکرومولار اسید جاسمونیک به دست آمد. هم‌چنین بالاترین ارتفاع ساقه و تعداد برگ به ترتیب متعلق به تیمارهای ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن بدون جاسمونیک اسید و ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن توام با یک میکرومولار اسید جاسمونیک بود. کم‌ترین تعداد و وزن کل ریزغده و تعداد برگ از محلول‌پاشی ۱ میکرومولار اسید جاسمونیک بدون مصرف نیتروژن به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ریزغده، مارفونا، محلول‌پاشی برگ

۱. مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. به ترتیب دانشیار گروه باغبانی، استادیار گروه بیوتکنولوژی و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

*: نویسنده مسئول Email: taghdiri@yahoo.com این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول استخراج شده است.

انجام پژوهش‌های مختلف نسبت به پائین آوردن هزینه تمام شده آن اقدام نمود (تروش^۷، 2006).

یکی از چالش‌های تولید سیب‌زمینی، مدیریت موثر کودهای نیتروژنه است که مقدار و زمان مصرف آن‌ها برای سیب‌زمینی از اهمیت زیادی برخوردار است. در اوایل رشد جهت افزایش شاخه و برگ و دستیابی به حداکثر فتوسنتز، نیاز به نیتروژن زیاد می‌باشد. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد (یزدان-دوست، ۱۳۸۲). بنابراین نیتروژن ضروری‌ترین عنصر غذایی در رابطه با افزایش عملکرد گیاهان زراعی است و به همین دلیل امروزه به‌طور وسیع در همه جای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد (هالی‌تلیگیل^۸ و همکاران، 2002). مدیریت مصرف نیتروژن در سیب‌زمینی، هم از نظر تولید و هم از نظر محیطی با اهمیت است. کمبود آن عملکرد را محدود می‌کند همچنین باعث گسترش بیماری و پیری زودرس گیاه می‌گردد در حالی که مصرف بیش از اندازه آن در زمان غده‌دهی یا قبل از آن دوره رشد رویشی را افزایش داده و عملکرد را از طریق به‌تعویق انداختن توسعه و رشد غده کاهش می‌دهد (جامی معینی و همکاران، ۱۳۸۸). آزمایش‌ها نشان داد که کاربرد مرحله‌ای نیتروژن نسبت به کاربرد تک مرحله‌ای آن در عملکرد سیب زمینی موثرتر بود (مایدل^۹ و همکاران، 2002). هم چنین یافته‌های تحقیقاتی نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن، تعداد غده را تا حد معینی افزایش می‌دهد ولی از آن به بعد تغییر معنی‌داری در عملکرد ایجاد نمی‌کند (روبرت^{۱۰} و همکاران، 1982 و وسترم^{۱۱} و همکاران، 1985).

در مطالعه گونا^{۱۲} و هاریس (1971) افزایش کود نیتروژن علاوه بر انگیزش غده زایی، تعداد غده‌ها را در بوته افزایش داد. به گزارش لی^{۱۳} (2000) پتانسیل تولید ریزغده به‌شدت تحت تاثیر زنوتیپ قرار می‌گیرد. در یک آزمایش گلخانه‌ای تاثیر سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلو گرم بستر کشت) بر گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت سیب‌زمینی نشان داد که شاخص سطح برگ با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، افزایش و با

سیب زمینی *Solanum tuberosum* L. به لحاظ دارا بودن پتانسیل بالای تولید و داشتن مواد پروتئینی و ویتامین‌های زیاد و همچنین سازگاری به اقلیم‌های متفاوت، مورد توجه قرار گرفته است و یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی جهان محسوب می‌گردد ولف^۱ (1968). این گیاه نقش عمده‌ای در تغذیه مردم جهان دارد و به‌خاطر عملکرد بالا، مقدار انرژی و پروتئین آن در واحد سطح بیش از گندم و برنج مورد توجه است (خواجه‌پور، ۱۳۸۳). از نظر ارزش غذایی بعد از تخم مرغ در ردیف دوم منابع غذایی ساده جهان قرار دارد ویرسما^۲ (1985). سطح زیر کشت این گیاه در دنیا ۱۹/۵ میلیون هکتار و تولید آن به ۳۲۵ میلیون تن می‌رسد و بیش‌ترین سطح زیر کشت آن متعلق به آسیا و اقیانوسیه می‌باشد (فائو^۳، 2009). تکثیر رویشی به‌عنوان مهم‌ترین روش ازدیاد سیب‌زمینی، گیاه را مستعد آلودگی به انواع باکتری‌ها، قارچ‌ها، و ویروس‌ها می‌کند (تووار^۴ و همکاران، 1985). تامین مواد گیاهی سالم و عاری از بیماری برای کشت‌های تجاری امری ضروری است که این کار با تولید گیاهان درون شیشه-ای (*In vitro*) به‌صورت کشت بافت صورت می‌گیرد (آزادی و باقری، ۱۳۸۲). بالا بودن ضریب تکثیر، امکان‌پذیر بودن آن در تمام طول سال و کم بودن فضای مورد نیاز از جمله مزایای کشت بافت محسوب می‌شود (حسندخت و ابراهیمی، ۱۳۸۵)، تولید گیاهان عاری از ویروس با استفاده از کشت بافت اولین بار توسط وایت^۵ (1943) گزارش گردید. روش‌های گوناگونی برای تولید غده بذری عاری از هر نوع بیماری وجود دارد که عملی‌ترین روش، استفاده از تکنیک ریزغده از گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت می‌باشد. با استفاده از روش تولید ریزغده می‌توان میلیون‌ها ریزغده از هر کشت در سال تولید نمود (سرکار^۶، 2001a, 2001b).

ریزغده (مینی تیوبر) عبارت است از غده‌هایی با قطر ۵ تا ۲۵ میلی‌متر که از گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت در گلخانه‌های کاملا ایزوله تولید می‌شود. میزان واردات غده‌های بذری سالانه حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ تن است که از کشورهای نظیر هلند، آلمان و استرالیا وارد می‌گردد. با توجه به این‌که این روش در ایران نیز قابل اجرا است می‌توان با

7. Otrshy

8. Halitligil *et al.*

9. Maidl *et al.*

10. Roberts *et al.*

11. Westerman *et al.*

12. Gunassena and Harris

13. Le

1. Woolf

2. Wiersema

3. FAO

4. Tovar *et al.*

5. White

6. Sarkar

ممکن است رشد رویشی را نیز تحریک نماید این دو اثر می-تواند باعث بهبود فرایند تولید ریز غده‌ها و گیاهچه‌های قوی گردد (مارتین-کلوز^{۱۰} و همکاران، ۱۹۹۸).

نتایج پژوهش‌ها نشان داد که استفاده بیش از ۱۰ میکرومول اسید جاسمونیک سبب کوتاهی ساقه، ریشه و ریشه‌های موئین و کاهش رشد رویشی و در نتیجه کاهش وزن ماده خشک ریشه می‌گردد (راونیکار^{۱۱} و همکاران، ۱۹۹۲). هدف از این پژوهش بررسی تاثیر اسید جاسمونیک و نیز اثر متقابل نیتروژن بر غده‌زایی و افزایش ریز غده‌های تولید شده در رقم مارفونا جهت کشت یک‌نواخت و کاهش هزینه‌های تولید در مزرعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه کشت بافت گروه بیوتکنولوژی و گلخانه گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل، ۴ × ۳ در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول نیتروژن خالص که به صورت کود نیترات آمونیم در سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر حجم بستر در دو مرحله در ارتفاع ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متری توأم با محلول غذایی در اختیار گیاهچه‌های سیب‌زمینی قرار داده شد فاکتور دوم اسید جاسمونیک در سطوح (صفر = آب مقطر)، ۱، ۵ و ۱۰ میکرومول (μmol) به صورت محلول‌پاشی روی شاخ و برگ گیاهچه‌ها در مرحله تشکیل استولن‌ها اعمال گردید. زمان شروع استولن‌زایی توسط گلدان شیشه‌ای کنترل شد. در این آزمایش گیاهچه‌های عاری از بیماری رقم مارفونا از بخش کشت بافت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهیه و برای تامین تعداد بوته مورد نیاز عمل واکشت به روش کشت قلمه‌های تک‌گره در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) و در شرایط نوری و دمایی مناسب (۱۶ ساعت نور، ۸ ساعت تاریکی، ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ لوکس شدت نور و دمای ۲۲ تا ۲۵ درجه) قرار گرفتند. پس از گذشت حدود یک ماه، زمانی که گیاهچه‌ها به اندازه کافی رشد کردند در گلدان‌هایی به ارتفاع حدود ۲۰ و قطر ۱۹ سانتی‌متر کاشته شدند، بستر کاشت مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت مرطوب به نسبت ۳ به ۱ بود. نحوه کار بدین ترتیب بود که بلافاصله پس از خروج گیاهچه‌ها از شیشه‌ها، ریشه‌های آن‌ها با آب کاملا شستشو داده شد تا بقایای مواد محیط

افزایش سن گیاه، کاهش می‌یابد (پائولو^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای که توسط (پروسکی^۲ و همکاران، ۲۰۰۳) در تولید گلخانه‌ای سیب‌زمینی صورت گرفت بیش‌ترین تعداد ریزغده در ارقامی به‌دست آمد که با اسید جاسمونیک تیمار شده بودند. هم‌چنین کنزنو^۳ و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش-پژوهش‌های خود ارتباط جاسمونات‌ها را در رشد و توسعه غده و وجود این ترکیبات را در استولن‌ها تأیید کردند. بررسی‌های دیگری که توسط ژائو^۴ و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت گرفت حاکی از آن بود که تیمار اسید جاسمونیک نه تنها القاء‌کننده غده‌زایی است بلکه تحریک‌کننده رشد در بافت-های پیر و جوان گیاه سیب‌زمینی محسوب می‌شود، مشاهدات بافت‌شناسی نشان می‌دهد که اسید جاسمونیک سبب تورم ریزغده در کشت درون شیشه‌ای می‌شود. هم‌چنین پژوهش‌گران عقیده دارند کاربرد خارجی اسید جاسمونیک منجر به تغییرات اولیه در مرفولوژی مریستم انتهایی استولن، بافت‌شناسی، گسترش سلولی و تمایز بافتی سیب‌زمینی می‌گردد (کنزنو^۵ و همکاران، ۲۰۰۳). تحقیقات نشان داد که بیش‌ترین غلظت اسید جاسمونیک در ابتدای رشد در برگ‌ها و در مرحله غده‌دهی بیش‌ترین میزان آن در ریشه‌ها دیده شد، هم‌چنین در استولن‌ها و در مرحله رشد غده‌ها افزایش چشم‌گیری از جاسمونیک اسید گزارش گردید (آبدلا^۶ و همکاران، ۲۰۰۰). 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 (کنزنو^۷ و همکاران، ۲۰۰۵). شواهدی وجود دارد که افزایش بیش از حد مطلوب اسید جاسمونیک رشد گیاهچه‌ها و هم‌چنین فعالیت آنزیم پر اکسیداز را کاهش می‌دهد (ژانگ^۸ و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج حاصل از یافته‌های تحقیقاتی بر این موضوع تأکید دارد که اسید جاسمونیک و جیبرلیک اسید (GA) پیام‌های هدایتی در تشکیل و کنترل القا غده‌زایی در سیب‌زمینی محسوب می‌شوند (آبدلا^۹ و همکاران، ۲۰۰۳). یافته‌های تحقیقاتی نشان داده که اسید جاسمونیک باعث تحریک ریشه‌زایی می‌گردد و

1. Paulo *et al.*
2. Pruski *et al.*
3. Cenzano *et al.*
4. Gao *et al.*
5. Cenzano *et al.*
6. Abdala *et al.*
7. Cenzano *et al.*
8. Zhang *et al.*
9. Abdala *et al.*

10. Martin- closes *et al.*
11. Ravnika *et al.*

واکنش گیاهچه های حاصل از کشت بافت سیب زمینی به افزایش ...

آماري با استفاده از برنامه کامپیوتری و نرم افزار SAS و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که مصرف مقادیر مختلف نیتروژن روی تعداد و وزن کل، متوسط وزن ریز غده ها و تعداد برگ در بوته در سطح ۱ درصد معنی دار بود. هم چنین محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید جاسمونیک نیز روی تعداد و وزن کل، متوسط وزن ریز غده‌ها، ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته و شاخص برداشت بسیار معنی دار بود. برهمکنش نیتروژن و محلول پاشی اسید جاسمونیک بر تعداد و وزن کل، متوسط وزن ریز غده‌ها و تعداد برگ در بوته در سطح ۱ درصد و شاخص برداشت در سطح ۵ درصد معنی داری بود.

تعداد کل غده‌ها: با مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن، تعداد کل ریز غده‌ها حدود ۵/۵ غده در بوته در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد افزایش بیشتر نیتروژن نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن) تا ۱۰۰ میلی‌گرم سبب کاهش معادل ۴ غده در بوته نسبت به سطح دوم گردید (جدول ۱).

نتایج پژوهش‌های مارگرویت^۱ و همکاران (۲۰۰۶) و خدادادی (۱۳۷۵) نشان داده است که با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد غده تا حد معینی افزایش یافته ولی از آن به بعد تغییر معنی‌داری در عملکرد ایجاد نمی‌شود، که در مجموع با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارند. در رابطه با تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسید جاسمونیک بر تعداد کل ریزغده‌ها جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱) نشان‌داد که محلول پاشی با غلظت ۵ میکرومول نسبت به عدم مصرف (شاهد) تعداد غده‌ها را به میزان ۵/۳ غده در هر بوته افزایش داد.

نتایج بررسی پروسکی^۲ و همکاران (۲۰۰۱) بر روی غده‌زایی ارقام سیب‌زمینی موید این نظر است که با افزایش غلظت اسید جاسمونیک، غده‌زایی و در نتیجه تعداد غده‌ها در بعضی از ارقام در مقایسه با مقادیر کم اسید جاسمونیک کاهش می‌یابد، که با پژوهش حاضر مطابقت دارد.

کشت از گیاهچه‌ها حذف گردد. سپس داخل بستر کشت در هر گلدان حفره‌ای مناسب با حجم ریشه‌ها ایجاد و گیاهچه‌ها با دقت در داخل آن کشت شدند. به‌منظور سازگاری گیاهچه‌ها با محیط گلخانه و گلدان و جلوگیری از تبخیر رطوبت اطراف گیاهچه‌ها، روی هر گیاهچه کشت شده یک لیوان یک‌بار مصرف کوچک پلاستیکی و شفاف که دارای منافذ تهویه در انتها بودند قرار داده شد و هر روز جهت هوا دهی چندین بار لیوان‌ها از روی گیاهچه‌ها برای مدت کمی برداشته می‌شد تا مراحل سازگاری و هوا دهی کامل گردد. بعد از استقرار گیاهچه‌ها در گلدان دو روز اول، آبیاری با آب معمولی و بعد از استقرار کامل گیاهچه‌ها در گلدان، تغذیه با محلول غذایی (Rolot and Seutin 1999) به غلظت یک درصد به‌روش هیدروپونیک صورت گرفت. تغذیه گیاهچه‌ها در روزهای اولیه انتقال، روزی یک‌بار و به میزان حدود ۵۰ میلی‌لیتر صورت گرفت و به تناسب رشد گیاهچه‌ها، و گذر از هر مرحله، میزان محلول غذایی افزایش داده شد. حدود ۱۵ روز بعد از انتقال و حصول اطمینان از سازگاری گیاهچه‌ها لیوان‌ها از روی گیاهچه‌ها به‌طور کامل برداشته و تحت شرایط کنترل شده گلخانه قرار داده شدند. کنترل شرایط محیطی گلخانه از نظر درجه حرارت به‌وسیله کولر و سایه‌بان روزانه انجام و جهت حفظ گیاهچه‌ها از عوامل قارچی هر ۱۵ روز به میزان ۰/۲ گرم در ۱۰ لیتر محلول غذایی، قارچ‌کش بنومیل استفاده گردید. به‌منظور اطمینان از عدم ابتلای گیاهچه‌ها به بیماری و آفات، به‌طور دائم بازدید و مراقبت ویژه از گیاهچه‌ها صورت گرفت. نظر به این‌که در موقع کاشت گیاهچه‌ها، تنها یک سوم از حجم گلدان‌ها از بستر کشت پر شده بود، به تناسب رشد، خاکدهی گیاهچه‌ها طی چندین مرحله صورت گرفت تا تمامی حجم گلدان‌ها پر شدند. عمل خاکدهی به‌خصوص در چند مرحله جهت افزایش سطح جذب محلول غذایی و هم چنین افزایش غده دهی صورت گرفت. حدود یک ماه بعد از انتقال گیاهچه‌ها، به‌علت رشد سریع و مناسب گیاهچه‌ها اقدام به نخ کشی گردید و به تناسب افزایش رشد و ارتفاع گیاهچه‌ها، ساقه‌ها به‌طور روزانه دور نخ پیچیده شدند. بعد از گذشت حدود سه ماه از انتقال گیاهچه‌ها، ریز غده‌ها تشکیل شدند. برداشت ریز غده‌ها برای هر تیمار جداگانه صورت گرفت. در طول آزمایش‌ها تعداد کل غده‌ها، وزن کل غده‌ها، متوسط وزن غده، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، و شاخص برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات اندازه گیری شده مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردیدند. محاسبات

1. Marguerite et al.
2. Pruski et al.

جدول ۱: مقایسه میانگین صفات زراعی مختلف در سطوح مختلف نیتروژن و جاسمونیک اسید

Table 2: Mean comparison of various agronomic traits in various levels of Nitrogen and Jasmonic Acid.

Harvest index	Leaf number	Plant height	Average weight of tubers	Total weight of tubers	Total number of tubers	Treatment
46.94 a	25.88 b	121.61 a	4.24 a	165.80 b	38/96 c	0 mg/l
47.02 a	37.75 a	119.03 a	3.92 b	175.15 a	44.42 a	50 mg/l (N)
45.32 a	35.92 a	125.16 a	4.39 a	181.00 a	40.92 b	100 mg/l
43.51 b	38.83 a	132.95 a	3.93 b	151.21 c	38.72 c	0 μM
45.12 b	33.17 b	121.33 a	4.07 b	169.26 b	41.44 b	1 μM (JA)
52.72 a	27.50 c	109.41 b	4.94 a	217.20 a	44.00 a	5 μM
44.35 b	33.22 b	124.06 a	3.81 b	158.27 c	41.56 b	10 μM

Mean of each column followed by the similar letters are not significantly different (Duncan test 5% level)

مقصد (غده) نقش اساسی دارند (دیویس^۳ و کاری، ۱۹۹۱). به نظر می‌رسد اسید جاسمونیک با تاثیر در کاهش رشد رویشی فرایند غده‌زایی و ذخیره سازی مواد فتوسنتزی را تحریک یا تقویت می‌کند. مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و اسید جاسمونیک بر وزن کل غده‌ها نشان داد که مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن و غلظت ۵ میکرومول اسید جاسمونیک در مقایسه با شاهد سبب افزایشی معادل ۵۱ درصد و اختلاف وزنی حدود ۸۰ گرم گردید (جدول ۲).

متوسط وزن غده در بوته: مقایسه میانگین‌ها در ارتباط با متوسط وزن ریز غده‌ها نشان داد که با افزایش مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن متوسط وزن غده در بوته به میزان ۷/۵ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داشت، اما با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن متوسط وزن غده در بوته نسبت به شاهد تفاوتی نداشت (جدول ۱). به نظر می‌رسد در رابطه با راندمان مصرف نیتروژن، بین تعداد غده‌ها و متوسط وزن غده در بوته نوعی رابطه منفی وجود دارد به طوری که با افزایش نیتروژن تا حد معینی تعداد غده‌ها افزایش می‌یابد اما اندازه آن‌ها کاهش یافته و در نتیجه متوسط وزن غده در بوته کاهش می‌یابد، پژوهش‌های انجام گرفته توسط ذکریا و همکاران (۲۰۰۷) این یافته را تایید می‌کند، یزدان دوست (۱۳۸۲) افزایش متوسط غده در بوته را ناشی از تاثیر رقم و نیتروژن می‌داند پروسبا^۴ (۱۹۹۳) در پژوهش‌های خود افزایش در میانگین وزن غده در اثر افزایش نیتروژن را گزارش کرد، در این تحقیق با افزایش غلظت محلول پاشی اسید جاسمونیک

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 غده‌ها را به همراه دارد که این موضوع توسط ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) تاکید شده است. نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و محلول - پاشی اسید جاسمونیک نشان داد که بیش‌ترین تعداد غده به میزان ۴۵/۶۷ غده در بوته با مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن و محلول پاشی ۵ میکرومول اسید جاسمونیک حاصل می‌گردد که در مقایسه با شاهد حدود ۷/۵ غده در بوته افزایش نشان داد (جدول ۲).

وزن کل غده‌ها: با دو برابر شدن سطح مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم وزن کل ریز غده‌ها نسبت به شاهد حدود ۱۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۱). بررسی‌های انجام شده توسط ذکریا^۱ و همکاران (۲۰۰۷) نیز موید این موضوع است. پژوهش‌گران در مورد نقش کود نیتروژن در افزایش وزن غده‌ها، افزایشی حدود ۳۰ درصد را گزارش کرده‌اند، که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد (کلاتریاک^۲ و سیمپسون، ۱۹۷۸). غلظت ۵ میکرومول اسید جاسمونیک، افزایشی حدود ۴۴ درصد را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۱). تحقیقات در زمینه تاثیر مواد تنظیم کننده رشد بر فرآیند رشد و نمو گیاه، بر این موضوع تاکید دارد که هورمون‌ها در فتوسنتز و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از محل تولید به

3. Davis and Curry
4. Prosba

1. Zakaria et al.
2. Clutterbuck and Simpson

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات زراعی مختلف تحت تاثیر بر هم کنش نیتروژن و جاسمونیک اسید

Table 2: Mean comparison of various agronomic traits effected by interaction of Nitrogen and Jasmonic acid.

Leaf number	Plant height	Average weight of tubers	Total weight of tubers	Total number of tubers	Treatment jasmonic acid (μM)	Nitrogen mg/l
36.50 bcd	131.27 ab	4.05 cd	154.61 def	38.17 cd	0	N ₀
22.17 e	125.72 abc	4.03 cd	141.21 f	35.00 d	1	
21.50 e	108.12 bc	4.90 ab	201.87 c	41.33 bc	5	
23.33 e	121.35 abc	4.00 cd	165.52 d	41.33 bc	10	
42.33 ab	132.12 a	3.49 d	149.30 ef	42.67 ab	0	N ₅₀
34.50 d	116.93 abc	3.48 d	154.59 def	44.33 ab	1	
38.67 abcd	107.42 c	5.14 a	234.47 a	45.67 a	5	
35.50 cd	119.67 abc	3.60 cd	162.25 de	45.00 ab	10	
37.67 abcd	135.47 a	4.24 bc	149.72 ef	35.33 d	0	N ₁₀₀
42.83 a	121.35 abc	4.71 ab	211.98 bc	45.00 ab	1	
22.33 e	112.68 abc	4.78 ab	215.27 b	45.00 ab	5	
40.83 abc	131.15 ab	3.82 cd	147.03 f	38.33 cd	10	

Mean of each column followed by the similar letters are not significantly different (Duncan test 5% level)

طول ساقه بر اثر افزایش بیش از ۱۰ میکرومول اسید جاسمونیک در کشت درون شیشه‌ای گزارش شده است راونیکار^۲ و همکاران (1992).

با توجه به نتایج به دست آمده و پژوهش‌های انجام شده، اکثر پژوهش‌گران معتقدند که اسید جاسمونیک یک هورمون بازدارنده رشد و القاء کننده فعال در غده‌زایی می‌باشد پروسکی و همکاران (2001). 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 می‌نماید و نهایتاً 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 بوته‌ها و فراهم شدن سطح برگ مناسب انجام گیرد تا حداکثر عملکرد فتوسنتزی برای تولید غده ممکن گردد.

تعداد برگ در بوته: با افزایش مصرف نیتروژن به میزان ۵۰ میلی‌گرم تعداد برگ‌های تولیدی در مقایسه با شاهد حدود ۱۲ برگ افزایش را نشان داد (جدول ۱). تحقیقات انجام شده توسط یزدان دوست (۱۳۸۲)، رضایی و سلطانی (۱۳۷۵)، خواجه پور (۱۳۷۱) و منزل^۳ (1985) موید این نکته است که

به میزان ۵ میکرومول حدود ۲۵ درصد افزایش در متوسط وزن غده در بوته نسبت به شاهد مشاهده گردید (جدول ۱). پژوهش‌گران معتقدند که اسید جاسمونیک القاء کننده‌ای فعال در غده‌زایی بوده و به احتمال قوی قادر است گسترش و انبساط سلول‌های سیب‌زمینی و در نتیجه متوسط وزن غده در بوته را نیز تحت تاثیر قرار دهد پروسکی^۱ و همکاران (2001). مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و محلول پاشی اسید جاسمونیک بر وزن متوسط غده در بوته نشان داد که بیش‌ترین وزن متوسط غده در بوته به میزان ۵/۱۴ گرم در بوته با مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن و محلول پاشی اسید جاسمونیک به غلظت ۵ میکرومول به دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۱/۱ گرم در بوته افزایش داشت، هم‌چنین کم‌ترین متوسط وزن غده در بوته به میزان ۳/۴۸ گرم با مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن و غلظت یک میکرومول اسید جاسمونیک حاصل شد (جدول ۲). این نتایج در مجموع اثر مثبت تیمار اسید جاسمونیک در القاء و توسعه ریزغده‌ها در رقم مورد آزمایش را تایید می‌نمایند.

ارتفاع گیاه: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع به میزان ۱۳۲/۹ سانتی‌متر مربوط به عدم مصرف اسید جاسمونیک (شاهد) بود و با افزایش غلظت اسید جاسمونیک روندی کاهشی در ارتفاع مشاهده شد (جدول ۱). کاهش

2. Ravnikar *et al.*
3. Menzel

1. Pruski *et al.*

شاخص برداشت: محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید جاسمونیک بر شاخص برداشت حاکی از روندی افزایشی در میزان شاخص برداشت بود به طوری که با افزایش محلول پاشی به غلظت ۵ میکرومول حدود ۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش در شاخص برداشت مشاهده شد، افزایش بیشتر اسید جاسمونیک بر شاخص برداشت از نظر آماری نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۱). حق طلب (۱۳۷۸) در تحقیقات خود تاثیر تنظیم کننده‌های رشد GA3، BAP و CCC را بر شاخص برداشت مثبت ارزیابی کرد. برهمکنش نیتروژن و اسید جاسمونیک بر صفت شاخص برداشت بیانگر آن است که بیشترین شاخص برداشت به میزان ۵۶/۳۴ با مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن و محلول پاشی اسید جاسمونیک به میزان ۵ میکرومول به دست آمد، که در مقایسه با شاهد حدود ۱۱ درصد افزایش را نشان داد، هم چنین کمترین شاخص برداشت به میزان ۴۰/۹۵ با مصرف ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن، و اسپری آب مقطر (بدون مصرف اسید جاسمونیک) به دست آمد (جدول ۲). شاخص برداشت نسبت عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیکی را نشان می‌دهد.

گسترش برگ و اندام‌های هوایی در نتیجه افزایش نیتروژن حاصل می‌گردد، هم‌چنین وس و وان در پاتن (1998) نشان دادند که در شرایط عدم مصرف نیتروژن تعداد برگ‌ها در سبب‌زمینی کاهش می‌یابد، که با یافته‌های این پژوهش هم‌آهنگ است. با افزایش غلظت محلول پاشی اسید جاسمونیک به میزان ۵ میکرومول تعداد برگ‌ها حدود ۱۱/۵ برگ نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۱). 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 (1992) مطابقت دارد. مقایسه میانگین برهمکنش این دو عامل بیانگر آن است که بیشترین تعداد برگ به میزان حدود ۴۲/۸۳ برگ با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن و غلظت یک میکرومول اسید جاسمونیک به دست آمد، که در مقایسه با شاهد حدود ۶/۳۳ برگ افزایش را نشان داد (جدول ۲).

منابع

- آزادی، پژمان. و باقری، هدایت (۱۳۸۲). "اصلاح گیاهان با استفاده از کشت درون شیشه‌ای (ترجمه)" انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. شماره ۱۷۷، ۱۹۰ صفحه.
- جامی معینی، متین. مدرس ثانی، علی. کشاورز، پیمان. سروش زاده، علی. و گنجعلی، علی (۱۳۸۸). "تاثیر مقدار و نحوه تقسیم نیتروژن بر عملکرد غده و بعضی خصوصیات کمی ارقام مختلف سیب زمینی" مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۳، شماره ۱، ص ۴۶-۵۶.
- حسن‌دخت، محمدرضا. و ابراهیمی، راهله (۱۳۸۵). "مبانی کشت بافت گیاهی" انتشارات مرز دانش. ۳۲۸ صفحه.
- حق‌طلب، زهرا. اثنی‌عشری، محمود. و چایچی، مهرداد (۱۳۸۷). "تاثیر غلظت و زمان کاربرد BAP, GA3 و CCC بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد ریز غده در سیب‌زمینی در شرایط گلخانه" پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. ۹۸ صفحه.
- خدادادی، حسین (۱۳۷۵). "نیاز سیب‌زمینی به کودهای ازته و فسفره در منطقه شهر کرد" چکیده مقالات چهارمین گنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. اصفهان. صفحه ۲۱۶.
- خواجه‌پور، محمد رضا (۱۳۸۳). "گیاهان صنعتی" انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان. شماره ۱۱۴-۲. ۵۸۰ صفحه.
- رضایی، عبدالمجید. و سلطانی، افشین (۱۳۷۵). "زراعت سیب‌زمینی" (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. شماره ۱۴۵. صفحه ۱۷۹.
- یزدان دوست همدانی، محمد (۱۳۸۲). "مطالعه تاثیر مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و تجمع نیترات در ارقام سیب زمینی" مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۴، شماره ۴، ص ۹۷۷-۸۹۵.
- Abdala, G., Castro, G., Miersch, O, and Pearce, D. 2000. Changes in Jasmonate and gibberellin levels during development of potato plant (*solanum tuberosum* L.) Plant Growth Regulation 00: 1-6 .
- 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.
- Cenzano, A ., Vigliocco, A., Kraus, T. and Abdala, G. 2003. Exogenously applied jasmonic acid induces changes in apical meristem morphology of potato stolons Ann Bot ; 91(7):915-9.
- Cenzano, A., Vigliocco, A., Miersch, O. and Guillermina, A. 2005. Hydroxylated jasmonate level during stolon to tuber transition in (*solanum tuberosum* L.) Potato research. 48: 107-115.
- 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.
- Clutterbuck, B. J. Simpson, K. (1978). "The interaction of water and fertilizer nitrogen in effects on growth pattern and yield of potatoes" Journal of agriculture science, Cambridge 91: 161-72.
- Davis , T. D. and Curry, E. A. 1991. Chemical Regulation of vegetative Growth Critical Review in Plant science 10: 151-188.
- F. A.O. 2009 . Food and Agriculture Organization..
- Gao, X., Wang, F., Yang, Q., Matsuura, H. and Yoshihara, T. 2005. Theobroxide triggers jasmonic acid production to induce potato tuberization *in vitro*. 47 (7): 39-45.
- GUNASSENA, H. P. M. and Harris, P. M. 1971. The effects of CCC, nitrogen and potassium on growth and yield of two varieties of potatoes. Journal of Agricultural Science, Cambridge 76: 33-52.
- Halitligil, M. B., Akin, A. and Ylbeyi, A 2002. Nitrogen balance of nitrogen-15 applied as ammonium sulphate to irrigated potato in sandy textured soil". Biology and Fertility of soil, 35: 369-378.
- Le, C. L. 2000 . *In vitro* mass propagation of potato in liquid medium Inaugural meeting in tamper, Finland, 44-45.
- Maidl, F. X., Brunner, H. and Sticksel, E. 2002. Potato uptake and recovery of nitrogen 15N-enriched ammonium nitrate. Geoderma, 105:167-177.
- Marguerite, O., Jean-Ierre, G. and Jean-Francois, L 2006. Threshold Value for Chlorophyll Meter as Decision Tool for Nitrogen Management of Potato Agron. J. 98: 496-506.
- Martin- closes, L I., Sol, S. and pelacho, A. M. 1998. Potential application of Jasmonic acid for *Solanum tuberosum*. micropropagation ISHS Acta Horticulturae 520: XXV International Horticultural Congress, Part 10: Application of Biotechnology and Molecular Biology and Breeding - *In Vitro* Culture.
- Menzel, C. M. 1985. The control of storage organ formation in potato and other species A review. Part. 1. Field Crop Abstracts .38 : 527-537.
- Otroshy, M. (2006). Utilization of tissue culture techniques in a seed potato tuber production scheme Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 264 p.
- Paulo, C. R., Fontes, Júnior, J. D. S., Moreira, A. M., Guimarães, M. d. A. and Mário Puiatti, E. RG. L. 2008 . Minituber potato seed yield as a result of nitrogen rates Hort. Bras. Vol. 26: n.1, pp. 116-120.

- Prosba, B. U. 1993. The influence of planting date and the level of nitrogen fertilizer application on the accumulation and structure of potato yield *Biuletyn – Instytutu – Ziemiaka* .43:46-52.
- Pruski, K., Astatkif, T. and Nowak, J . 2001. Jasmonate effects on in vitro tubrization and tuber bulking in two potato cultivar *Solanum tuberosum* L. under different media and photoperiod condition. "*In Vitro* Cell Dev.Biol.- Plant 38:203-209.
- Pruski, K., Duplessis, P., Lewis, T. Astatkie, T., Nowak,,J. and Struik, P. C. 2001. Jasmonate effect on *in vitro* tubrization of potato *Solanum tuberosum* L. cutivar under light and dark conditions *Potato research*. 44,315-325.
- 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.
- Ravnikar, M., Vilhar, B. and Gogala, N. 1992. Stimulatory Effects of jasmonic acid on potato stem node and protoplast culture. *J. Plant Growth Regul.* 11: 29-33.
- Roberts, S. W., Weaver, H. and Phelps. J. P. 1982. Effect of time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation *Amer. Potato J.* 59: 77-86.
- Rolot, J. L. and Seutin, H. 1999. Soilless production of potato minitubers using a hydroponic technique. *Potato Research* 42 457-469.
- Sarkar, D. 2001a. About potato tissue culture *J. DSE- PGR and Biotechnol.* 6: 1-5.
- Sarkar, D. 2001b. About potato tissue culture *J. DSE- OGR and Biotechnol.* 5:1- 15.
- Tovar, P., Estrada, R., Schilde-Rentschler, L. and Dodds, J . H. 1985. Introduction and use of in vitro potato tuber *Circular* 13 :1-5.
- Vos, J. and Van der Putten P. E. L. 1998. Effects of nitrogen supply on leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato *Field Crops Research*, 59: 63-72.
- Westerman , D. T. and Kleinkoplf, G. E. 1985. Nitrogen reuirements of potatoes *Agron. J.* 77: 616-621.
- White, P. R. 1943. Potentially unlimited growth of excised tomato root tips in a liquid medium *Plant Physiol.* 9: 585-600.
- Wiersema, S. o. 985. Physiological development of potato seed tubers *Technical information Bulletin* 20 International Potato Center. Lima, peru.pp.16.
- WOOLF, J. 1986 . *Potato in the diet* . CIP public.pp.7-9.
- Zakaria, M., Hossain, M. M., Khaleque, M. A., Mian1, T., Hossain, w. and Sultana, N. 2007. Effect of Nitrogen and Potassium on In vitro Tuberization of Potato *Plant Tissue Cult. & Biotech* 17(1): 79-85.
- Zhang, Z. j., Zhou,W.j., Zhang, G. Q., Subrahmanian, K. and YU, J. Q. 2006. Effect of jasmonhc acid on vitro explant growth and microtuberrization in potato " *BIOLOGIA PLANTARUM* 50(3): 453-456.

Response of Tissue Culture Derived Potato Plantlets to Nitrogen and Jasmonic Acid under Hydroponic Condition

Taghdiri¹, B., Gholami², M., Deljo², A. and Sepehri², A.

Abstract

The response of potato plantlets derived from tissue culture to nitrogen and jasmonic acid adding under hydroponic condition was studied in a factorial experiment based on a complete randomized design. The study was carried out in a research green house. Experimental treatments included 3 levels of nitrogen (0, 50 and 100 mg/l of culture media) from the source of ammonium nitrate and 4 levels of jasmonic acid (0, 1, 5 and 10 μ M) in three replicates. Total number and weigh of minitubers; average weight of minituber; plant height and number of leaves; and harvest index were studied. The results showed that the highest total number and weight of minituber, average weight of minituber, and harvest index obtained from the treatment of 50 mg nitrogen plus 5 μ M jasmonic acid. Also the highest plant stem and leaf number obtained from the treatments of 50 mg nitrogen without jasmonic acid and 100 mg nitrogen plus 1 μ M jasmonic acid respectively. The lowest number and total weight of minituber and leaf number; belonged to the treatment of 1 μ M jasmonic acid without nitrogen.

Keyword: minituber, Marfona, Leaf spray

1. M.Sc, In Crop Production and Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan

2. Associate Professor of Horticultural Sciences, Assistant professor of Agricultural Biotechnology, Assistant professor of Crop Production and Breeding respectively, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan

*: Corresponding author Email: taghdiri@yahoo.com