فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ دوم/ پاییز و زمستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2019.6926.1402

اثر غلظت و زمان مصرف پاکلوبوترازول بر عملکرد و اجزای آن در سیب‌زمینی

The Effect of Paclobutrazol (PBZ) Concentration and Date of Application on Yield and its Component in Potato

خسرو پرویزی[1*] و شیرحسین فضلی[2]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۰۴

چکیده

در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و۴۰۰ میلی‌گرم درلیتر) و زمان‌های مختلف استفاده از آن (شروع غده‌زایی، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از غده‌زایی) بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم سانته به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی درسه تکرار موردبررسی قرار گرفت. پاکلوبوترازول (سوسپانسیون تجاری کولتار با ۲۵۰ گرم در لیتر ماده مؤثره) به‌صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌های سیب‌زمینی پاشیده شد. با نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثرات زمان محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول بر تعداد غده خوراکی، بذری و ریز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. اثر غلظت پاکلوبوترازول بر درصد ماده خشک غده، تعداد غده خوراکی، بذری، ریز، تعداد کل غده، تعداد غده در بوته و متوسط وزن غده معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد پاکلوبوترازول با غلظت‌های ۳۰۰ و۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سبب افزایش تعداد کل غده در بوته و هم‌چنین تعداد غده‌های بذری به‌ترتیب به میزان ۹/۸ درصد و ۱۳/۲ درصد در بوته سیب‌زمینی شد. با کاربرد پاکلوبوترازول اگرچه متوسط تعداد غده در بوته افزایش معنی‌دار داشت اما تأثیر معنی‌داری در عملکرد کل نسبت به تیمار شاهد ایجاد نکرد. براساس نتایج این پژوهش مشخص شد که با استفاده از پاکلوبوترازول و به شکل محلول‌پاشی در مزارع تولید بذر می‌توان به‌صورت قابل توجهی درصد غده‌های تولیدی در اندازه بذری را بالا برده و در نتیجه راندمان تولید تعداد غده در واحد سطح را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تعداد غده، غده‌زایی، محلول‌پاشی، مواد کندکننده رشد

۱. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
۲. کارشناس ارشد زراعت و مدیر شرکت خدمات حمایتی استان همدان، همدان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: kparvizi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

باتوجه به روند رو به رشد جمعیت در جهان و پیش‌بینی جمعیتی بالغ بر ۷/۵ میلیارد نفر در پایان سال ۲۰۱۶ برای این کره خاکی؛ پیامد هایی همچون کمبود غذا، قحطی و گرسنگی هر روز نمایان‌تر می‌شود. هم‌چنین باتوجه به افزایش سرانه غذا و مصرف کالری، تلاش برای تولید بیشتر محصولات کشاورزی در جهان و به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این میان تولید محصول سیب‌زمینی (*Solanum tuberization*) باتوجه به ارزش غذایی که در جیره روزانه انسان دارد، به‌ویژه درکشورهای اروپایی و برخی کشورهای آمریکایی که جایگزین نان شده است اهمیت ویژه‌ای دارد. هرچند در سیب‌زمینی مصرف آب نسبتاً بالا بوده و در شرایط آبیاری بارانی و با راندمان ۷۰ درصد آب آبیاری در هر هکتار حدود ۸ هزار متر مکعب نیاز به آب دارد اما چنان‌چه در شرایط برابر با راندمان آب آبیاری و به ازاء آب مصرفی هم حجم با دیگر محصولات مهم زراعی از قبیل گندم، ذرت و برنج مقایسه شود، به‌ترتیب ۲/۵، ۱/۳ و بیش از ۳ برابر قادر به تولید ماده خشک در واحد سطح می‌باشد. بنابراین سیب‌زمینی به دلیل پتانسیل بالا در تولید ماده خشک و انرژی در واحد سطح از راندمان بالاتر و ضریب تولید انرژی بیشتر نسبت به آب مصرفی در مقایسه با سایر محصولات زراعی برخوردار بوده و در شرایطی که کشت آبی مدنظر باشد نسبت به سایر محصولات زراعی مزیت نسبی دارد (*فائو*[1]، 2012). متوسط افزایش سطح زیرکشت این محصول در ایران نیز اهمیت آن را نشان می‌دهد. باتوجه به تنوع ارقام این محصول و تنوع اقلیمی ایران، چنانچه برنامه منظمی درجهت حفاظت و نگهداری محصول و کنترل آفات و بیماری‌های آن و هم‌چنین کاهش هزینه کاشت و تولید آن با استفاده از غده‌های بذری یکنواخت و سالم اجرا شود، می‌توان علاوه بر افزایش کمی، کیفیت محصول را نیز افزایش داده و گامی مؤثر در کاهش هزینه تولید سیب‌زمینی به‌خصوص در مزارع بذری برداشت (سلطانی و محجوب، ۱۳۸۶).

غده‌زایی در سیب‌زمینی یک فرآیند پیچیده است و در برگیرنده یک سری تغییرات آناتومیکی، مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و هورمونی است که منجر به تمایزیابی استولون‌ها و تبدیل شدن آن‌ها به غده می‌گردد (*فرنیه* و *ویلمیتزر*[2]، 2001). علاوه‌بر پاسخ‌های ژنتیکی و نوع رقم بر فرآیند غده‌زایی، عوامل محیطی (طول مدت تابش، کیفیت نور و درجه حرارت) و تغذیه (به‌ویژه سطوح نیتروژن) در این پدیده مؤثر می‌باشند. مشخص شده است که سطوح نیتروژن بالا و درجه حرارت بالا از غده‌زایی ممانعت می‌کنند. در مقابل شدت نور بالا و غلظت بیشتر سوکروز، پلی‌آمین‌ها و هم‌چنین طول روز کوتاه تحریک‌کننده غده‌زایی می‌باشند (*اوینگ*[3]، 1997؛ *رودریگز-فالکن*[4] و همکاران، 2006؛ *اُبرئین*[5] و همکاران، 1998). از طرفی معلوم شده است که تـأثیر عوامل محیطی و تغذیه‌ای بر فرآیند غده‌زایی به‌طور غیرمستقیم بر غده‌زایی از طریق تـأثیر بر سطوح هورمون درون‌زاد جیبرلیک اسید و ترکیبات مشابه اعمال می‌گردد (*آمادور*[6] و همکاران، 2001). تاکنون شواهد کمی وجود دارد که نشان دهد هورمون‌های دیگر گیاهی از قبیل اکسین‌ها، سایتوکنین و آبسیزیک اسید نقش مشخصی در کنترل غده‌زایی در سیب‌زمینی دارند (*جکسون*[7]، 1999).

از آنجائی که جیبرلیک اسید از غده‌زایی جلوگیری می‌کند، می‌توان با جلوگیری از سنتز آن غده‌زایی را بالا برد. تری‌آزول‌ها[8] از فعال‌ترین کندکننده‌های رشد گیاهی می‌باشند که در غلظت‌های کم از سنتز جیبرلیک اسید جلوگیری می‌نمایند و مهم‌ترین آن‌ها پاکلوبوترازول[9] می‌باشد که با ممانعت از تشکیل کائورونیک اسید و در نهایت کاهش سنتز جیبرلیک اسید، غده‌زایی را تحریک می‌بخشد (*جکسون*، 1999؛ *براون* و همکاران[10]، 2003). سایکوسل هم یک کندکننده رشد است که با کاهش سطوح جیبرلیک اسید در سیب‌زمینی سبب متورم شدن استولون‌ها و ایجاد غده‌زایی می‌شود.

مشخص شده است که پاکلوبوترازول صرف‌نظر از شیوه کاربرد میزان کلروفیل a و b را در برگ‌های سیب‌زمینی افزایش می‌دهد (*تکالین*[11]، 2006). شدت اثر پاکلوبوترازول بر رشد رویشی سیب‌زمینی به زمان مصرف آن نیز بستگی دارد. محلول‌پاشی پاکلوبوترازول ۱۴ روز بعد از کاشت گیاهچه‌ها در کشت بافت سیب‌زمینی نسبت به ۲۱ روز بعد از کاشت، اثر قابل‌توجه بیشتری بر کاهش طول میان‌گره‌ها داشته است (*هیوج و کیت*[12]، 2003). در پژوهش دیگر پاکلوبوترازول با غلظت ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر در اوایل آغازش استولون به‌صورت محلول‌پاشی روی رقم "نورلند"[13] به‌کار گرفته شد. نتایج نشان داد که پاکلوبوترازول بدون این‌که تأثیری بر روی

1. FAO
2. Fernie and Willmitzer
3. Ewing.
4. Rodriguez- falcon
5. Obrien
6. Amador
7. Jackson
8. Triazole
9. Paclobutrazol
10. Brown
11. Tekalign
12. Hughes and Keith
13. Noorland

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد داشته باشد تعداد غده‌ها را تقریباً دو برابر نمود و از طرفی تقریباً سه هفته دوره رکود را طولانی‌تر کرد (*باندرا* و *تانینو*، 1998) .

لیم[1] و همکاران (2004) پاکلوبوترازول را با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت محلول‌پاشی بر روی گیاهچه‌های سیب‌زمینی رقم "آتلانتیکا" و "نوروالی" به‌کار گرفتند؛ تعداد غده‌ها در هر دو رقم در حد بسیار معنی‌داری افزایش پیدا کرد. هم‌چنین طول دوره خواب غده‌ها نسبت به شاهد ۲۰ درصد بیشتر شد . *شارما*[2] و همکاران (1998) سایکوسل را با غلظت دو گرم در لیتر به‌صورت اسپری روی شاخ و برگ سیب‌زمینی‌های کاشته شده در مزرعه به‌کار بردند و نتیجه گرفتند که رشد شاخساره و استولون‌ها و وزن خشک آن‌ها کاهش یافت ولی غده‌زایی افزایش یافته و میزان نشاسته غده‌ها تا حد ۱۱٪ افزایش یافت. از طرفی میزان کلروفیل نیز افزایش یافت. در کل سایکوسل با افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها و هم‌چنین با کاهش رشد شاخساره و استولون‌ها، سبب افزایش ارسال ساکارز به غده‌ها گردید.

روزانا و *بهارالدین*[3] (2014) به بررسی تأثیر کاربرد پاکلوبوترازول و کود بیولوژیک هیاسین[4] بر رشد رویشی و عملکرد سیب‌زمینی رقم "کالوزی"[5] در شرایط مزرعه پرداختند. بدین منظور سه غلظت پاکلوبوترازول (صفر، ۱ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر) به‌همراه چهار سطح از کود بیولوژیک هیاسین (عدم مصرف کود، مصرف کود با تکرار در دو نوبت، سه نوبت و چهار نوبت از فصل رشد) مورداستفاده قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که غلظت ۳ میلی‌لیتر پاکلوبوترازول همراه با مصرف چهار نوبتی کود بیولوژیک بیش‌ترین اثر بر میزان تعداد غده در واحد سطح داشت. متوسط تعداد غده در این تیمار ۶۴ عدد در واحد سطح آزمایش بود که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد. بیش‌ترین مقدار متوسط وزن غده در هر واحد آزمایشی (۱/۹۲ کیلوگرم در هر واحد آزمایشی) با همین غلظت پاکلوبوترازول و در استفاده سه نوبتی از کود بیولوژیک به‌دست آمد.

در پژوهشی دیگر (*مالکی لجایر*[6] و همکاران، 2011) و در کشت بافت سیب‌زمینی، پاکلوبوترازل و آبسیزیک اسید در مقایسه با هینوکیتیول[7] و ذغال فعال به‌منظور بررسی چگونگی تأثیر آن‌ها بر کیفیت و کمیت تولید ریزغده‌های رقم آگریا مورداستفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در تحت شرایط تاریکی هر چهار سطح هینوکیتیول (۱، ۳، ۹ و ۲۷ میلی‌گرم در لیتر) و نیز سطوح آبسیزیک اسید و پاکلوبوترازول (۱، ۲ و ۴ میکرومول در لیتر) قادر به انگیزش تولید ریزغده شدند. اما در تحت شرایط نور منحصراً اسید آبسیزیک و پاکلوبوترازول و آن هم صرفاً با غلظت ۴ میکرومول در لیتر قادر به تشکیل ریزغده شدند. هم‌چنین استفاده از ذغال فعال در هر سه نسبت (۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد) و در همه تیمارها وزن‌تر و خشک ریزغده را افزایش داد.

در سیب‌زمینی تولید غده‌های بذری (با اندازه ۵۵-۳۵ میلی‌متر) در واحد سطح و به اندازه زیاد یک ضرورت اساسی است که امروزه روش‌های مختلفی در جهت بالابردن این نسبت و افزایش ضریب تکثیر در مزارع تولید بذر سیب‌زمینی به‌کار گرفته می‌شود. ازجمله آن‌ها می‌توان به افزایش تراکم کاشت، سرزنی آخر فصل، اعمال رژیم تغذیه‌ای مناسب و به‌ویژه مصرف کودهای ریزمغذی و نیز مواد کندکننده رشد گیاهی اشاره کرد. این پژوهش در راستای استفاده از تأثیرپذیری میزان تولید غده بذری، کمیت و کیفیت تولید آن در اثر استفاده از مواد کندکننده رشد گیاهی به اجرا درآمده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تولید بذر سیب‌زمینی واقع در شهرستان اسدآباد از توابع استان همدان طی سال زراعی ۸۹-۸۸ به اجرا درآمد. این مزرعه در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان اسدآباد با طول جغرافیایی۴۸ درجه و ۴ دقیقه شرقی و با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۶۰۸ متر از سطح دریا قرار دارد. براساس داده‌های ۱۰ ساله هواشناسی از ایستگاه سینوپتیک اسدآباد، متوسط بارندگی سالیانه ۳۶۰ میلی‌متر و میانگین دمای ماه‌های بهار و تابستان در این منطقه ۲۲/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان انجام گرفت.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با دو فاکتور غلظت پاکلوبوترازول و زمان مصرف آن انجام شد. غلظت مصرفی در چهار سطح P0 (شاهد، عدم مصرف پاکلوبوترازول)، P1 (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، P2 (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و P3 (۴۰۰ میلی‌گرم درلیتر) اعمال شد. پاکلوبوترازول به صورت محلول‌پاشی و بر روی شاخ و برگ

1. Lim
2. Sharma
3. Rosanna and Baharuddin
4. Hyacinth
5. Kalosi
6. Maleki Lajayer
7. Hinokitiol

www.SID.ir

Archive of SID

سیب‌زمینی به‌کار گرفته شد. زمان مصرف در چهار سطح D1 (در زمان شروع غده‌بندی)، D2 (۱۰ روز پس از شروع غده‌بندی)، D3 (۲۰ روز پس از شروع غده‌بندی) و D4 (۳۰ روز پس از شروع غده‌بندی) اعمال گردید. معمولاً در رقم سانته و در شرایط آب و هوایی استان همدان، غده‌زایی از ۴۰ تا ۴۵ روز پس کاشت آغاز می‌شود (پرویزی و محجوب، ۱۳۸۴). جهت اطمینان از تاریخ دقیق غده‌زایی و به حداقل رساندن خطا، از ۳۵ روز پس از کاشت با بازدیدهای ۲۴ ساعته و کنار زدن خاک اطراف دو بوته به‌طور تصادفی و مشاهده ریزغده‌های تازه تشکیل شده، زمان دقیق غده‌بندی مشخص شده و اعمال تیمار صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۳ ردیف کاشت با فواصل ردیف و بوته (۷۵× ۲۵ سانتی‌متر) و به طول ۱۰ متر در نظرگرفته شد. غده‌های بذری موردنظر جهت کاشت از رقم سانته و از کلاس بذری سوپرالیت (SE) و با اندازه یکنواخت ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر انتخاب شد. زمان کاشت غده‌ها براساس توصیه کارشناسی و مطابق با تاریخ کاشت مرسوم در منطقه در ۱۰ خردادماه انجام شد. یادداشت‌برداری و نمونه‌برداری بر روی ردیف وسط کاشت و با حذف یک متر حاشیه از بالا و پایین خطوط انجام گردید.

عملیات داشت محصول شامل: آبیاری، سله‌شکنی و خاک‌دهی پای بوته‌ها، کنترل علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها در زمان لازم انجام شد و کوددهی براساس آزمون خاک (جدول ۱) با مصرف نسبت ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره سوپرفسفات تریپل و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم مورداستفاده قرار گرفت. کود اوره به‌میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد که یک سوم آن موقع کاشت و دو سوم بقیه در دو مرحله بعد، در زمان خاک‌دهی اول و ۱۵ روز پس از آن به‌صورت محلول‌پاشی و همراه سیستم آبیاری استفاده شد. سیستم آبیاری بارانی و از نوع کلاسیک ثابت بود. در این آزمایش و در زمان برداشت از هر واحد آزمایشی سطح رکورد یک مترمربعی به‌صورت تصادفی برداشت و غده‌های تولیدی در سه اندازه کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر (غده ریز و غیرقابل فروش)، ۵۵-۳۵ میلی‌متر (غده بذری) و بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر (غده خوراکی) تفکیک شده و شمارش و توزین شدند. نهایتاً صفات مربوط به عملکرد و اجزاء آن به‌صورت تعداد غده در مترمربع، تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده، درصد ماده خشک غده، عملکرد کل غده، تعداد غده‌های بذری، غده‌های درشت و غده‌های ریز در مترمربع موردارزیابی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین صفات موردانداره‌گیری با آزمون دانکن صورت گرفت.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1: Physiochemical traits of soil in experiential site

بافت خاک Soil texture	نیتروژن (درصد) N (٪)	فسفر P	پتاسیم K	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	pH
		میلی‌گرم در کیلوگرم $mg.kg^{-1}$			
لوم رسی Clay loam	0.41	4.6	426.3	1.2	7.3

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثر غلظت پاکلوبوترازول و زمان مصرف آن بر عملکرد و اجزای آن نشان داد که زمان محلول‌پاشی بر تعداد غده ریز، بذری و خوراکی در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد اما بر میزان درصد ماده خشک غده، متوسط وزن غده، تعداد غده در مترمربع، تعداد غده در بوته و عملکرد کل غده معنی‌دار نشد. هم‌چنین غلظت مصرفی پاکلوبوترازول بر درصد ماده خشک غده، تعداد غده در بوته، تعداد غده ریز و تعداد غده درشت در مترمربع در سطح ۱ درصد و بر متوسط وزن غده، تعداد کل غده در مترمربع و تعداد غده بذری در مترمربع در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد اما بر عملکرد کل غده معنی‌دار نشد. اثرمتقابل غلظت مصرفی و زمان مصرف پاکلوبوترازول صرفاً بر میزان تعداد غده ریز و تعداد غده خوراکی در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد ولی بر بقیه صفات موردبررسی تأثیر معنی‌دار نداشت (جداول ۲ و ۳).

با مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) مشخص شد که از نظر متوسط تولید تعداد غده بین زمان‌های مصرف پاکلوبوترازول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی در بین سطوح مختلف غلظت پاکلوبوترازول اختلاف معنی‌دار وجود داشت. استفاده از غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیش‌ترین تأثیر را بر تعداد کل غده در بوته و در مترمربع گذاشت. هرچند بین این غلظت و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول اختلاف معنی‌داری در تعداد کل غده در مترمربع و تعداد غده در بوته ایجاد نشد. اثر پاکلوبوترازول در افزایش تعداد غده و بالا بردن نسبت تکثیر قبلاً با نتایج یافته‌های *باندرا* و *تانینو* (1995)، *براون* و همکاران (2003) و *لیم* و همکاران (2004) نیز مورد تأئید قرار گرفته

www.SID.ir

Archive of SID

است. تأثیر مثبت پاکلوبوترازول بر افزایش تعداد غده در اندازه بذری، به دور از اثر منفی بر عملکرد کل، احتمالاً به‌دلیل نقش آن در انگیزش غده‌زایی و توزیع بهتر آسمیلات‌ها می‌باشد. مشخص شده است که جیبرلین رشد طولی سلول‌ها را در نواحی مریستم انتهایی استولون‌ها تحریک کرده و موجب رشد طولی استولون می‌گردد. هم‌چنین ثابت شده است که شرایط محیطی از قبیل طول روز کوتاه، درجه حرارت خنک که انگیزش به غده‌زایی می‌دهند، از طریق تأثیر بر سنتز درون‌زاد جیبرلین و نهایتاً تغییر مسیر سیگنالینگ آن اثرات خود را بروز می‌دهند (جکسون، 1999). بنابراین به‌نظر می‌رسد پاکلواوترازول با ممانعت از سنتز جیبرلین طبیعی مسیر سیگنالیگ را در انگیزش به غده‌زایی تغییر داده و با متوقف نمودن تولید استولون، استولون‌های شکل گرفته را به سمت غده‌زایی بیشتر سوق می‌دهد.

با بررسی مقایسه میانگین اثر پاکلوبوترازول و زمان مصرف آن بر درصد ماده خشک غده مشخص شد که استفاده از پاکلوبوترازول با غلظت‌های ۲۰۰،۳۰۰،۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش درصد ماده خشک غده نسبت به تیمار شاهد شد ولی بین تیمارهای مصرفی پاکلوبوترازول تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳). تأثیر پاکلوبوترازول در کاهش وزن خشک غده احتمالاً به‌دلیل نقش آن در تولید غده‌های بیشتر و درنتیجه سینک‌های بیشتر برای دریافت مواد فتوسنتزی می‌باشد که با توزیع و تقسیط آسمیلات حاصله از فتوسنتز در بین سینک‌های بیشتر (غده‌های بیشتر تولیدی) همراه شده و در نهایت تجمع کمتر مواد فتوسنتزی در بین غده‌ها را در پی داشته که این امر منجر به کاهش نسبی وزن خشک غده شده است.

زمان و میزان مصرف پاکلوبوترازول اختلاف معنی‌داری از نظر تأثیر بر تعداد غده بذری داشت به‌طوری‌که زمان کاربرد پاکلوبوترازول در مراحل اول و دوم (شروع غده‌زایی و ۱۰ روز پس از آن) باعث افزایش تعداد غده‌های بذری در مترمربع در حد بسیار معنی‌دار شد. اگرچه از نظر آماری و در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری بین مصرف پاکلوبوترازول در این زمان‌ها و ۲۰ روز پس از غده‌زایی ایجاد نشد. هم‌چنین در هر سه غلظت پاکلوبوترازول افزایش معنی‌داری در تولید تعداد غده بذری در مقایسه با شاهد به‌وجود آمد. اما بین سطوح مختلف غلظت مصرفی پاکلوبوترازول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اثرات متقابل زمان و غلظت مصرفی بر تولید تعداد غده بذری در مترمربع معنی‌داری نشد (جداول ۲ و ۳). بدین ترتیب مشخص می‌شود که پاکلوبوترازول در سه غلظت به‌کار گرفته شده ارتباط نزدیکی با زمان مصرف داشته و متناسب با فاصله گرفتن از زمان غده‌زایی، اثر کمتری بر افزایش تولید تعداد غده بذری در سیب‌زمینی دارد. این وضعیت با نتایج پژوهش *شارما* و همکاران (1998)، *تکالین* (2006) و *باندارا* و *تانینو* (1995) مطابقت دارد.

در بررسی اثر غلظت پاکلوبوترازول بر تعداد غده‌های خوراکی (شکل ۱) مشخص شد که کاربرد پاکلوبوترازول در زمان شروع غده‌زایی و ۱۰ روز پس از آن و با غلظت‌های ۳۰۰ و۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیش‌ترین تأثیر را در کاهش تعداد غده‌های بزرگ و درشت داشته است و استفاده از این ترکیب در مراحل بعدی (مراحل سوم و چهارم) تأثیر چندانی نداشته است. روند کاهش تعداد غده‌های درشت با مصرف پاکلوبوترازول در زمان‌های مختلف متفاوت بوده است. به‌طوری‌که صرفاً با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در شروع غده‌زایی و ۱۰ روز پس از آن تأثیر معنی‌داری بر کاهش غده درشت نسبت به غلظت‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر دست آمد. با دو غلظت ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در هر دو زمان غده‌زایی و ۱۰ روز پس از آن کاهش معنی‌داری در تعداد غده درشت نسبت به تیمار شاهد ایجاد نشد. با فاصله گرفتن از زمان غده‌زایی (۲۰ و ۳۰ روزه) اثربخشی پاکلوبوترازول در کاهش تعداد غده درشت حتی با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز کاهش پیدا کرد و تفاوت‌ها با تیمار شاهد معنی‌دار نشد. اثر پاکلوبوترازول در کاهش میزان غده درشت و به‌ویژه در شروع غده‌بندی احتمالاً به‌دلیل نقش پاکلوبوترازول در توزیع مواد فتوسنتزی و هم‌چنین تحریک غده‌زایی و افزایش تعداد غده‌ها می‌باشد. زیرا با افزایش تعداد غده آسمیلات گیاهی بین مصرف‌کننده‌های بیشتری توزیع شده و هر غده سهم کمتری از مواد فتوسنتزی دریافت می‌کند. در نتیجه این تغییرات، تقسیط مواد فتوسنتزی متوازن شده و اندازه غده‌های تولیدی، بیشتر به سمت متوسط و بذری سوق پیدا می‌کنند. به‌نظر می‌رسد که این پدیده متأثر از تحریک سنتز مواد سیتوکینین درون‌زادی باشد که درنتیجه به‌کارگیری پاکلوبوترازول برون‌زاد بوقوع می‌پیوندد (*فلچر*[1] و همکاران، 2000). تحرک بخشی مواد حاصل از فتوسنتز و انتقال آن‌ها از منبع به مخزن از اثرات مهم سیتوکینین می‌باشد که در سیب‌زمینی و گیاهان مشابه به اثبات رسیده است (جکسون، 1999). هم‌چنین در مطالعه *فلچر* و همکاران (2000) برخی از نقش‌های پاکلوبوترازول را در به تأخیر انداختن پیری، به اثر آن در افزایش سنتز سیتوکنین یا طولانی نمودن زمان سنتز آن مرتبط دانسته‌اند.

1. Fletcher

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) غلظت و زمان مصرف پاکلوبوترازول بر عملکرد و اجزای آن و درصد ماده خشک غده در محصول سیب‌زمینی

Table 2: Analysis of variance of concentration and date of application of paclobutrazol on yield and its components and percentage of tuber dry matter in potato crop

منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	تعداد غده خوراکی در مترمربع Large potato no/m^2	تعداد غده بذری در مترمربع Potato seed in no/m^2	تعداد غده ریز در مترمربع Small tuber in no/m^2	تعداد غده در بوته Tuber in no/plant	تعداد کل غده در مترمربع Total tuber in no/m^2	عملکرد کل غده Total tuber yield	متوسط وزن غده (گرم) Mean weight of tuber (g)	درصد ماده خشک غده Percentage of tuber dry matter
تکرار Replication	2	1.878^{ns}	105.06^{ns}	6.550^{ns}	5.67^{ns}	96.369^{ns}	55.22^{ns}	48.63^{ns}	2.093^{ns}
زمان محلول‌پاشی Date of spraying	3	9.090^{**}	186.80^{**}	23.94^{**}	10.90^{ns}	41.708^{ns}	12.30^{ns}	32.39^{ns}	12.75^{ns}
غلظت مصرفی پاکلوبوترازول PKZ concentration	3	23.05^{**}	142.22^{*}	46.73^{**}	24.00^{**}	161.93^{*}	42.66^{ns}	66.24^{*}	24.98^{**}
اثر متقابل زمان و غلظت پاکلوبوترازول PKZ Date × concentration	9	2.77^{**}	31.754^{ns}	9.41^{**}	7.21^{ns}	45.648^{ns}	39.85^{ns}	8.75^{ns}	2.021^{ns}
خطا Error	30	0.85	42.82	2.998	3.55	39.86	23.33	21.78	1.52
ضریب تغییرات CV		10.98	11.8	13.01	14.21	8.18	10.2	10.21	5.7

** و *: به‌ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد، ns: نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد

** and*: Show being significant (α=0.01 and 0.05, respectively). ns: Means no significant

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات اصلی غلظت و زمان مصرفی پاکلوبوترازول بر عملکرد غده، اجزای آن و درصد ماده خشک غده در محصول سیب‌زمینی

Table 3: Mean analysis of main effects of concentration and date of application of paclobutrazol on yield, yield component and dry matter percentage in potato crop

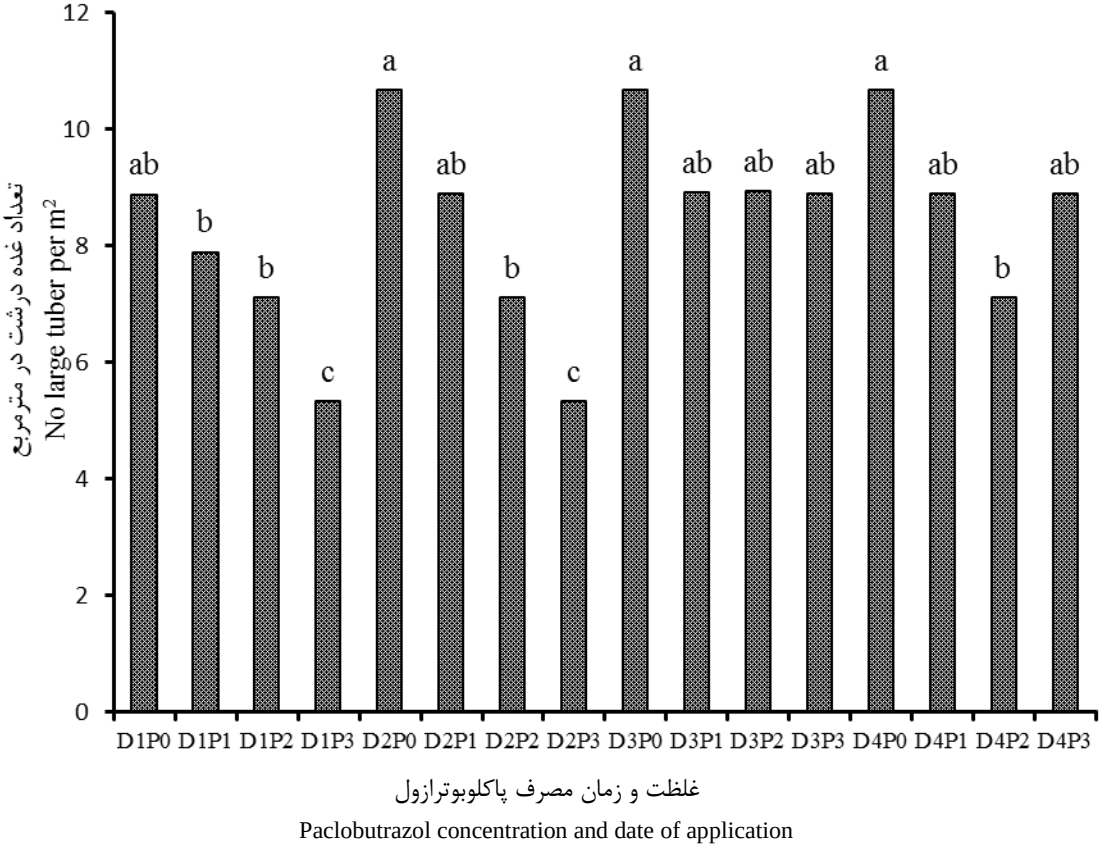
درصد ماده خشک غده Percentage of tuber dry matter	متوسط وزن غده (گرم) Mean weight of tuber (gr)	عملکرد کل غده (کیلوگرم در مترمربع) Total tuber yield (kg/m^2)	تعداد کل غده در مترمربع Total tuber in no/m^2	تعداد غده در بوته Tuber no/plant	تعداد غده بذری در مترمربع Potato seed in no/m^2	تیمارها Treatments	
21.94a	68.93a	4.60a	77.99a	14.71a	58.30a	زمان غده‌زایی Tuberization time	زمان مصرف پاکلوبوترازول Time of application
21.69a	71.92a	4.74a	79.11a	14.92a	59.11a	۱۰ روز پس از غده‌زایی 10 dayas after tuberization	
22.09a	65.90a	4.84a	76.69a	14.46a	53.59ab	۲۰ روز پس از غده‌زایی 20 days after tuberization	
21.79a	66.55a	4.72a	74.77a	14.10a	50.79b	۳۰ روز پس از غده‌زایی 30 days after tuberization	
22.14a	78.33a	4.76a	72.90c	13.75c	51.15b	شاهد Control	
20.09b	67.35b	4.78a	75.57bc	14.25bc	55.23a	۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر 200 ppm	غلظت پاکلوبوترازول Paclobutrazul concentration
20.21b	64.33b	4.64a	78.78ab	14.86ab	55.86a	۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر 300 ppm	
19.84b	62.55b	4.72a	81.31a	15.34a	59.55a	۴۰۰ میلی‌گرم درلیتر 400 ppm	

در هر ستون جداگانه از غلظت و زمان مصرف پاکلوبوترازول، میانگین‌هایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند

Within each separated column of time and concentration of Paclobutrazol, means followed by the different letters are significantly different at 5% by DMRT

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: اثر متقابل و زمان مصرف پاکلوبوترازول در میزان تولید غده درشت در سیب‌زمینی

Fig. 1: Interaction effect of paclobutrazol concentration and date of application on number of large tuber production in potato

D1= زمان غده‌زایی	D2= ۱۰ روز پس از غده‌زایی	D3= ۲۰ روز پس از غده‌زایی	D4= ۳۰ روز پس از غده‌زایی
D1= tuberization time	D2= 10 days after tuberization	D3= 20 days after tuberization	D4= 30 days after tuberization
P0= عدم مصرف پاکلوبوترازول	P1= غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر	P2= غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر	P3= غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر
P0= control	P1= 200 ppm of PK	P2= 300 ppm of PK	P3= 400 ppm of PK

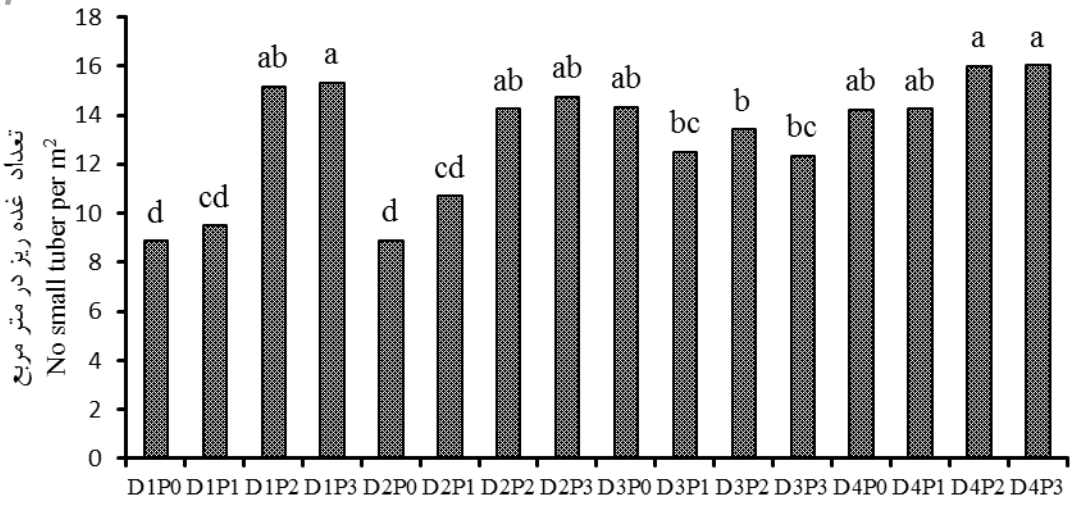
*: حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد

*: Labels with different letters are significantly different at 5% by DMRT

با بررسی مقایسه میانگین‌ها در میزان تولید غده ریز (کوچک‌تر از ۳۵ گرم) مشخص شد که به‌کارگیری پاکلوبوترازول در هنگام غده‌زایی و زمان‌های پس از آن وضعیت مشابهی در تولید غده ریز ایجاد نکرد. اثر پاکلواوترازول در افزایش میزان غده ریز در شروع غده‌زایی و ده روز پس از قابل توجه بود و در این میان دو غلظت ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌دار داشتند. با تأخیر در محلول‌پاشی پاکلوبوترازول در ۲۰ و ۳۰ روز پس از غده‌زایی و در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در تولید میزان ریزغده نسبت به شاهد مشاهده نشد (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد که به موازات اثرات پاکلوبوترازول در کاهش غده‌های درشت، نقش آن در تولید غده متوسط و غده ریز برتری پیدا می‌کند چرا که همان‌گونه که با کاربرد آن در مراحل اولیه غده‌زایی، غده‌های درشت کاهش پیدا کرد، به همان نسبت نیز غده‌های ریز و متوسط افزایش پیدا کرده است

www.SID.ir

Archive of SID



غلظت و زمان مصرف پاکلوبوترازول
Paclobutrazol concentration and date of application

شکل ۲: اثر متقابل و زمان مصرف پاکلوبوترازول در میزان تولید غده ریز در سیب‌زمینی
Fig. 2: Interaction effect of paclobutrazol concentration and date of application on number of small tuber production in potato

زمان غده‌زایی=D1	۱۰ روز پس از غده‌زایی =D2	۲۰ روز پس از غده‌زایی =D3	۳۰ روز پس از غده‌زایی =D4
D1= tuberization time	D2= 10 days after tuberization	D3= 20 days after tuberization	D4= 30 days after tuberization
عدم مصرف پاکلوبوترازول=P0	غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر=P1	غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر=P2	غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر=P3
P0= control	P1= 200 ppm of PK	P2= 300 ppm of PK	P3= 400 ppm of PK

*: حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد
*: Labels with different letters are significantly different at 5% by DMRT

با این نتایج مشخص می‌شود که با کاربرد پاکلواوترازول در مرحله غده‌زایی و مدت محدودی پس از آن اگرچه تعداد غده‌های کوچک افزایش می‌یابد اما اثرات مثبتی نیز از کاربرد آن در افزایش غده بذری در این مراحل ایجاد می‌شود. البته می‌بایستی غلظت مؤثر و مفید آن را نیز لحاظ نمود. با این وصف اثرات منفی پاکلوبوترازول در افزایش غده ریز و در غلظت‌های بالا بیشتر متأثر از زمان مصرف آن بوده و با فاصله گرفتن از دوره غده‌زایی تشدید می‌گردد. این اثرات احتمالاً به روابط بین نواحی مصرف اولیه و ثانویه[1] و مراکز تولید مواد فتوسنتزی[2] در گیاه بر می‌گردد، به‌طوری‌که استولون‌های انگیخته شده در مراحل آخر، به‌عنوان سینک‌های ثانویه و کم اهمیت به‌شمار می‌آیند و آسمیلات کمتری را دریافت می‌نمایند، درحالی‌که غده‌های حاصله از مصرف پاکلوبوترازول در مرحله اول و دوم به‌عنوان سینک‌های قوی اولیه سهم بیشتری از اسمیلات گیاهی را دریافت می‌نمایند، بنابراین غده‌های اولیه بزرگ شده و به غده‌های بذری تبدیل می‌شوند ولی غده‌های حاصل از استولون‌های ثانویه کوچک مانده و غده‌های ریز را شامل می‌شوند. این نتایج با نتایج پژوهش *لیم* و همکاران (2004) مطابقت دارد.

با مقایسه میانگین داده‌های حاصل از عملکرد کل غده مشخص شد که غلظت مصرفی و زمان مصرف پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر عملکرد کل غده تولیدی نداشت (جدول ۳). این نتیجه احتمالاً به‌دلیل تأثیر تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر غده‌زایی و تولید غده‌های بیشتر و کوچک‌تر با وزن کمتر می‌باشد به‌طوری‌که توزیع بیشتر تعداد غده در بوته را موجب شده و بدون کاهش در مقدار عملکرد کل، تعداد غده‌های تولیدی را در واحد سطح افزایش داده و با افزایش نسبت تکثیر، اندازه آن‌ها را کوچک‌تر نموده و به سمت غده‌های بذری سوق داده است. در مجموع پاکلوبوترازول با تقسیط بیشتر مواد فتوسنتزی و ایجاد توازن در جهت منبع – مخزن بر خلاف اثر جیبرلین‌ها، به تغذیه متعادل‌تر استولون‌ها کمک می‌نماید که به‌نوبه‌خود منجر به کاهش عقیمی استولون و تشویق به غده‌سازی بیشتر می‌گردد. این اثربخشی پاکلوبوترازول تا زمانی کارآمد می‌باشد که حداکثر میزان استولون تولید شده باشد و لذا در قبل از غده‌زایی ممکن است پاکلوبوترازول با متوقف کردن تولید جیبرلین در مراحل اولیه رشد سیب‌زمینی از

1. First and Second Sinks
2. Source

www.SID.ir

Archive of SID

قابلیت سیب‌زمینی در رسیدن به حداکثر پتانسیل استولون‌زایی ممانعت کرده و منجر به کاهش تشکیل استولون و در نتیجه کاهش عملکرد کل غده بشود. اثرات پاکلوبوترازول در افزایش تولید تعداد غده و هم‌زمان نداشتن اثر منفی بر عملکرد کل در این پژوهش با نتایج *باندرا* و *تانینو* (1998) و *روزانا* و *بهاالدین* (2014) نیز مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

با نتایج این پژوهش مشخص شد که محلول‌پاشی پاکلوبوترازول با غلظت‌هایی در حد ۳۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مزارع تولید بذر و به‌ویژه در محدوده زمانی غده‌زایی، در سطحی قابل توجه میزان غده‌های تولیدی در اندازه بذری (۵۵-۳۵ میلی‌متر) را افزایش می‌دهد، در عین حال تأثیر منفی بر عملکرد کل ندارد. بنابراین با کاستن از حجم غده درشت، ضمن پرهیز از نیاز به قاچ کردن غده‌ها، از خسارت ناشی از گسترش بیماری‌ها کاسته و نیز از افزایش هزینه‌های تولید با مصرف غده‌های مناسب در اندازه بذری ممانعت به‌عمل می‌آید. ضمناً به‌دلیل این‌که ماده خشک غده، بیشتر در فرآوری سیب‌زمینی حائز اهمیت می‌باشد و در تولید بذر سیب‌زمینی از اهمیت کمتری برخوردار است، لذا اگرچه کاهش ماده خشک غده در نتیجه مصرف پاکلوبوترازول حاصل شد، اما با اثرات مثبت آن در افزایش غده‌های بذری و ضریب تکثیر بیشتر جبران شده و تا حدودی قابل چشم پوشی می‌باشد.

منابع

پرویزی، خ. و محجوب، م. ۱۳۸۴. معرفی ویژگی‌های مهم زراعی ارقام تجاری سیب‌زمینی. نشریه تحقیقی- ترویجی سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، ۵۲ صفحه.

سلطانی، ه. و محجوب، م. ۱۳۸۶. مدیریت مزارع مینی تیوبر سیب زمینی. نشریه ترویجی سازمان جهاد کشاورزی همدان، ۵۰ صفحه.

Amador, V., Bou, J., Martines, G. J., Monte, E., Rodriguez –Falcon, M., Russo, E. and Part, S. 2001. Regulation of potato tuberization by day length and gibberellins. International. Journal Development of Biology, 45: 37-38.

Bandra, P. M. S. and Tanino, K. K. 1995. Paclobutrazole enhances minituber production in Norland potato. Journal of Plant Growth Regulation, 14: 55-151.

Bandra, P. M. S., Tanino, K. K. and Watere, D. D. 1998. Effect of pot size and timing of plant growth regulator treatmements on growth and tuber yield in green house-grown "Norland" and "Russet Burbank" potatoes. Journal of Plant Growth Regulation, 17: 75-79.

Brown, P., Morris, S. and Smith, K. 2003. Application of the growth regulator to increase potato number in seed crop. Potato and Vegetable ARAC project Abstract 125p.

Escalante, B. Z. and Langille, A. R. 1995. R0le of growth regulators *in vitro* Rhizome growth of potato. Hort Science, 30: 1248-1250.

Ewing, E. E. 1997. The Potato Crop. Wien, H.C(ed). The physiology of vegetable crops. CABI publishing, P. 295-340.

Fernie, A. and Willmitzer, L. 2001. Molecular and biochemical triggers of potato tuber development. Plant Physiology, 127: 1459-1465.

Fletcher, R. A., Galley, S. N. and Davis, T. D. 2000. Diazoles as plant growth regulators and stress protectants. Horticultural Review, 24: 55-118.

Hughes, B. R. and Keith, C. N. F. 2003. Effect of paclobutrazole treatments on growth and tuber yields in greenhouse-grown "shepody" seed potatoes. ISHS Acta Horticulture, 619-629.

Jackson, D. S. 1999. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato plant. Plant Physiology Journal, 119: 1-8.

Lim, H. T., Yoon, C. S., Choi, S. P. and Dhital, S. P. 2004. Application of gibberellic acid and paclobutrazole for efficient production of potato minituber and their dormancy breaking under soilless culture system. Journal Korean Society of Horticultural Science, 45: 189-193.

Maleki Lajayer, H., Esmaielpour, B. and Chamani, E. 2011. Hinokitiol and activated charcoal influence the microtuberization and growth of potato (*Solanum tuberasum* cv. Agria) plantlets *In vitro*. Australian Journal of Crop Science, 5 (11): 1481-1485.

Rosanna, M. M. and Baharuddin, E. 2014. The effectiveness of paclobutrazol and organic fertilizer for the growth and yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in medium plain. International Journal Science and Technology Research, 3 (7): 101-108.

Rodriguez- Falcon, M., Bue, J. and Part, S. 2006. Seasonal control of tuberization in potato: conversed elements with the flowering response. Annual Review of Plant Biology, 57: 80-151.

Obrien, P. J., Allen, E. J. and Friman, D. M. 1998. A review of some studies into tuber initiation in potato crops. Journal of Agricultural Science, 130: 251-270.

Sharma, N., Kaur, N. and Gupta, A. K. 1998. Effect of gibberellic acid and chlorocholin chloride on tuberization and growth of potato. Journal of The Science of Food and Agriculture, 78: 466-470.

www.SID.ir

Archive of SID
Tekalign, T. 2006. Response of potato grown under non-inductive condition to paclobutrozol. Ph.D Thesis Pretoria University, South Africa. 162 p.

Tekalign, T. and Hammes, P. S. 2004. Response of potato grown under non-inductive condition to paclobutrazole: shoot growth, chlorophyll content, net photosynthesis, assimilate partitioning, tuber yield, quality, and dormancy. Journal of Plant Growth Regulation, 43: 227-236.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Paclobutrazol (PBZ) Concentration and Date of Application on Yield and its Component in Potato

Parvizi[1*], Kh. and Fazli[2], S. H.

Abstract

In this research, the effect of different concentrations of Paclobutrazol (0, 200, 300, 400mg.L^{-1}) and different application times of paclobutrazol (beginning of tuberization, 10, 20 and 30 days after tuberization) on some qualitative and quantitative traits of 'Sante' potato cultivar were investigated. Test was performed in a factorial experiment based on randomized complete blocks design with two factors by 3 replications. Paclobutrazol (Culture commercial suspension with 250gr.L^{-1} active ingredient of PBZ) was used as foliar spray on potato plants. Conclusion of analysis variances demonstrated that effect of paclobutrazol application time was significant ($p\leq0.01$) on large, small and seed tuber size production. The effect of Paclobutrazol concentration showed significant difference on tuber dry matter percentage, large, small, potato seed tuber, total number, mean weight of tuber and tuber number per plant. Comparison means results showed that use of poclobutrazol with concentrations of 300 and 400mg. L^{-1} increased amount of tuber in potato plants. As a result, number of total tubers per plant and number of tuber seeds have been increased by 9.8% and 13.2% respectively. Although application of paclobutrazol in these two levels significantly increased mean number of tuber per plant but had no significant effect on total yield comparison with control treatment. By results of this experiment we can conclude that application of paclobutrazol on potato plant will be considerably able to increase percentage of seed tuber size. Consequently, this situation leads to more efficiency of tuber production per area unit in potato seed farms.

Keywords: Tuber number, Tuberization, Foliar application, Plant growth retardant

1. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran
2. MSc Degree in Agronomy, Agricultural-Jehad Organization of Hamedan, Iran
*: Corresponding author Email: kparvizi@yahoo.com

www.SID.ir