



ارزیابی تاثیر کاربرد پسماند کمپوست قارچ و نیتروژن به صورت منفرد و تلفیقی بر ویژگی های رشدی سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی

جلد ۱۷، شماره ۴، صفحات ۳۷-۴۷

(زمستان ۱۴۰۰)

مصطفی بندگانی^۱، علیرضا کوچکی^۲، مهدی نصیری محلاتی^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

(نویسنده مسئول): mbr_agro@yahoo.com

چکیده

شناسه مقاله

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) نقش مهمی در رژیم غذایی انسان داشته، رتبه چهارم پرمصرف ترین محصولات گیاهی جهان قرار دارد. عملکرد مناسب این گیاه، تابع عوامل متعددی است که یکی از مهم‌ترین آنها تغذیه مناسب است. بدین منظور، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پسماند کمپوست قارچ (صفر، ۱۵، ۳۰ تن در هکتار)، بود. در پایان آزمایش، صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، میانگین وزن غده، تعداد غده و عملکرد کل غده، مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد اثر متقابل نیتروژن و پسماند کمپوست قارچ بر تمام صفات، معنی‌دار بود. بیشترین شاخص سطح برگ (۲/۵۲)، از تلفیق تیمار نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمپوست قارچ (۱۵ تن در هکتار)، حاصل شد. همچنین، بیشترین تعداد غده (۳۷/۳ عدد در متر مربع)، در نتیجه تلفیق ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با ۱۵ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، بوده و بیشترین میانگین وزن غده (۸۶/۲ گرم)، از کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، حاصل شد. بیشترین عملکرد کل غده (۲۸ تن در هکتار)، در نتیجه کاربرد تیمار نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) همراه با پسماند کمپوست قارچ (۱۵ تن در هکتار)، بود. کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، سبب افزایش عملکرد کل غده شده در حالیکه کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تاثیر منفی بر این صفت داشته است. همچنین، مصرف ۱۵ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، تأثیر چندانی بر عملکرد و اجزاء عملکرد نداشته، اما کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، تاثیر قابل توجهی بر این صفات داشته است. عملکرد حاصل از کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ به‌تنهایی، تفاوت چندانی با کاربرد ۱۵ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ توأم با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نداشته است.

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) نقش مهمی در رژیم غذایی انسان در سراسر جهان داشته و به همین دلیل، در رتبه چهارم پرمصرف ترین محصولات گیاهی جهان قرار دارد. مصرف زیاد سرانه آن به راحتی قابل توجیه است زیرا سرشار از کربوهیدرات و مواد معدنی است. همچنین، حاوی مقدار زیادی پروتئین، ویتامین ث، مواد معدنی و آنتی اکسیدان است. سیب زمینی، یکی از عمده-ترین محصولات گیاهی است که در جنوب مدیترانه کشت می شود. اسپانیا و ایتالیا با ۲ و ۱/۳ میلیون تن تولید سالانه، تولید کنندگان اصلی آن هستند (FAOSTAT, 2020).

عملکرد مناسب این گیاه، تابع عوامل متعددی است که یکی از مهم ترین آنها، تغذیه مناسب می باشد (Mousavi et al., 2007). نیتروژن، کلیدی ترین عنصری است که باعث باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی می شود و نسبت به سایر عناصر ضروری، مقدار بیشتری از آن مورد نیاز است (Babaian et al., 2009). در سال های اخیر، استفاده از کود نیتروژن تا حد معینی، باعث افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی شده است (Soltani-Nejad et al., 2013; Sharma et al., 2006; Kumar et al., 2007; FAOSTAT, 2020; Asadi et al., 2013). اما، نتایج برخی بررسی ها نشان می دهد که استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی، باعث تخریب ساختمان خاک، افزایش هزینه ها و کاهش پتانسیل تولید و مشکلات زیست محیطی می شود. استفاده ناکارآمد از کودهای شیمیایی بویژه در نظام های فشرده، بهره وری و کارایی مصرف کودها را به میزان زیادی کاهش داده است، بطوریکه کارایی جهانی جذب نیتروژن برای تولید غلات، ۳۳ درصد برآورد شده است (Yang et al., 2011).

یکی از جنبه های کشاورزی پایدار، مصرف تلفیقی کودهای آلی و نیتروژن است. بطوریکه بخشی از نیاز گیاه به نیتروژن بجای کودهای شیمیایی از کودهای آلی تأمین می شود. مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی، راهکاری مؤثر برای تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح مطلوب می باشد (Sharma et al., 2006). در آزمایش های بلند، مدت مشخص شده است که استفاده از کودهای آلی و نیتروژن، می تواند یک نظام تولید متراکم را پایدار سازد. دلیل این امر، بهبود ویژگی های کیفی خاک و احتمالاً همزمانی آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه می باشد (Prasad, 1996). کودهای آلی با تولید هوموس، عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش داده و کارایی مصرف کودهای شیمیایی را افزایش می دهند (Shata et al., 2007).

پسماند کمپوست قارچ، غنی از ترکیبات آلی بوده و منبع خوبی از عناصر پرمصرف (ماکرو) و کم مصرف (میکرو)^۱ برای رشد گیاه و ریزندام واره ها (میکروارگانسیم ها) می باشد (Gonani et al., 2011). این پسماند، منجر به افزایش میکروفلور، فعالیت زیستی و فعالیت آنزیمی خاک می شود. پژوهشگران در ارتباط با فواید پسماند کمپوست قارچ در بهبود عملکرد و کنترل بیماری، اتفاق نظر دارند (Sagar et al., 2009). افزودن کمپوست مصرف شده قارچ به خاک، باعث افزایش مواد آلی، توانایی حفظ آب و مواد غذایی، میزان نفوذپذیری، تهویه، فعالیت میکروبی و دمای خاک و نیز پایداری خاکدانه ها شده و نیز رشد رویشی و عملکرد گیاهان را بهبود می بخشد (Morlat and Chaussod, 2008; Maher et al., 2000). در بررسی اثرات کمپوست بستر قارچ (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر عملکرد و مقدار عناصر کم مصرف فلفل، تحت شرایط گلخانه ای، مشاهده شد که کاربرد کمپوست بستر قارچ تأثیر مهمی بر رشد و عملکرد گیاه فلفل داشته است (Onal and Topcuoglu, 2012). سالم و همکاران (۲۰۱۰)، مشاهده کردند که میزان عناصر غذایی در خاک، افزایش معنی داری در قبال افزایش میزان کمپوست داشته است. عملکرد غده های تجاری (غده های دارای قطر بیشتر از ۳/۵ سانتی متر)، ارتفاع گیاه و وزن مخصوص سیب زمینی در زمان مصرف کمپوست، افزایش معنی داری در قبال عدم مصرف

کمپوست حتی در صورت مصرف کود شیمیایی، نشان می‌دهد. این امر ممکن است به دلیل افزایش ماده آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب، عناصر غذایی، سیستم ریشه و فعالیت میکروبی در پی اضافه شدن کمپوست به خاک باشد (Salem et al., 2010). در ارزیابی تاثیر کمپوست شهری و کود شیمیایی بر عملکرد سیب زمینی، دریافتند که بیشترین عملکرد از تیمار کود شیمیایی و سپس تیمار تلفیقی کود آلی و شیمیایی بدست آمد و کمترین عملکرد مربوط به تیمار های کود کمپوست بوده است. این نتایج حاکی از آن است که سرعت آزاد سازی عناصر غذایی از کمپوست، کندتر از آنست که پاسخگوی نیاز گیاه به نیتروژن باشد (Warman et al., 2011).

هیدرولیز اوره در خاک دارای کربن کم در تلفیق با کمپوست، افزایش پیدا می‌کند (Han et al., 2004). انصار جونی و همکاران (۲۰۱۱)، گزارش نمودند که استفاده تلفیقی از کود شیمیایی و کودهای آلی، می‌تواند ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش مخاطرات زیست محیطی ناشی از مصرف آنها، عملکرد علوفه شلغم را افزایش دهد (Ansar-Jawini et al., 2011). در پژوهشی دیگر، اضافه کردن ۱۵ و ۲۵ درصد کمپوست مصرف شده شسته شده قارچ بستر کاشت، میزان رشد، تعداد میوه و ارتفاع گیاه خیار را بطور معنی داری افزایش داد (Gonani et al., 2011). با توجه به افزایش تولید قارچ خوراکی در کشور و خصوصیات قابل توجه در پسماند حاصل از این صنعت که می‌تواند به عنوان یک کود آلی مرغوب در کشاورزی مصرف گردد و همچنین اهمیت نیتروژن در زراعت گیاه سیب‌زمینی، در این آزمایش اثر این نوع ماده آلی و عنصر نیتروژن و تلفیق این دو بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی، مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا)، بصورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، اجرا شد. فاکتور اول شامل سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و فاکتور دوم شامل سطوح مختلف پسماند قارچ خوراکی (صفر، ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار)، بودند. از کود شیمیایی اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص)، جهت تامین نیتروژن، استفاده گردید. مساحت هر کرت ۱۵ متر مربع، شامل پنج ردیف کاشت به طول ۴ متر و با فاصله ۰/۷۵ متر از یکدیگر بوده است. فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر، در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و نتایج تجزیه پسماند کمپوست قارچ (جدول ۲)، ذکر شده است. کاشت در تاریخ ۳۱ اردیبهشت ماه و با دست انجام گرفت. غده‌های سیب زمینی (رقم فونتانه) قبل از کاشت با قارچکش کاربندازیم ضد عفونی شدند. کاشت غده سیب‌زمینی در عمق ۱۵ سانتی متری، روی پشته و با تراکم ۸ بوته در متر مربع، انجام شد. آبیاری بعد از کاشت به صورت جوی و پشته انجام شده و با فاصله هفت روز بطور یکنواخت، ادامه یافت. هر کرت به دو قسمت مساوی تقسیم شده و نیمی از آن برای نمونه برداری در طول فصل رشد و نیمی دیگر برای تعیین عملکرد در آخر فصل رشد، اختصاص یافت. نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف کاشت و دو ردیف کناری نیز بعنوان اثرات حاشیه، حذف شده و نمونه برداری از دو ردیف وسط هر کرت، انجام شد. نمونه برداری از تاریخ چهارم تیر آغاز و با انجام شش نوبت نمونه برداری با فواصل تقریباً ۲۰ روز تا تاریخ سی و یک شهریور، ادامه یافت. در هر نمونه برداری، یک بوته بصورت تصادفی انتخاب و سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی آن اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج^۱ استفاده شد. جهت تعیین وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت شده درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. در نهایت، تعداد ۱۶ بوته از هر کرت برداشت شده و وزن غده جهت تعیین عملکرد

1- Leaf area meter

کل، اندازه گیری شد. تعداد کل غده ها شمارش گردیده و سپس غده ها در سه گروه وزنی ریز (کمتر از ۷۰ گرم)، متوسط (۷۰-۲۰۰ گرم)، و بزرگ (بیشتر از ۲۰۰ گرم) تفکیک و شمارش شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS ver. 9.1 و Minitab ver. 14.1 و مقایسه میانگین تیمارها بوسیله آزمون حداقل تفاوت معنی دار^۱ و در سطح احتمال ۵ درصد، انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ و کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ در احتمال پنج درصد، معنی دار بوده است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ از تلفیق تیمار کمپوست قارچ (۱۵ تن در هکتار) و نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، حاصل شد (جدول ۴).

کومار و همکاران (۲۰۰۷)، با بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن (صفر، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد و عملکرد سیب زمینی نیز دریافتند که با افزایش میزان مصرف نیتروژن، تعداد برگ ها در بوته سیب زمینی افزایش می یابد (Kumar et al., 2007). به تناسب افزایش میزان کمپوست در زراعت سیب زمینی، دسترسی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه برای رشد، افزایش می یابد که نتیجه آن، افزایش رشد رویشی گیاه می باشد (Abou-Hussein, 2005). آزمایش نجم و همکاران (۲۰۱۰)، نیز نشان داد که کاربرد کود گاوی، تاثیر معنی داری بر سطح برگ، ماده خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه سیب زمینی داشت (Najm et al., 2010). کاربرد تلفیقی کود شیمیایی با کمپوست، کارایی مصرف کمپوست را به واسطه افزایش معدنی شدن نیتروژن کمپوست بویژه در خاک هایی با نیتروژن معدنی کم، افزایش می دهد که نتیجه آن، دسترسی بیشتر عناصر غذایی لازم برای رشد بویژه نیتروژن است (Hokamali Pour and Seyed Sharifi, 2010). کاربرد ورمی کمپوست بصورت تلفیقی با کود شیمیایی، منجر به افزایش سطح برگ گیاه شلغم علوفه ای نسبت به کاربرد کود ورمی کمپوست به تنهایی شده است (Ansar-Jawini et al., 2010).

وزن خشک اندام هوایی (گرم)

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل کود نیتروژن و پسماند کمپوست قارچ بر وزن خشک اندام هوایی گیاه سیب زمینی در سطح احتمال یک درصد، معنی دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، حداکثر وزن خشک اندام هوایی (۶۴۰ گرم در متر مربع) از تلفیق ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن با ۳۰ تن پسماند کمپوست قارچ در هکتار، حاصل شده است (جدول ۴). حکم علی پور و سید شریفی (۲۰۱۰)، نیز افزایش زیست توده (بیوماس) گیاه به تناسب افزایش در میزان کود نیتروژن بکار رفته را گزارش کردند (Hokamali Pour and Seyed Sharifi, 2010). کاربرد کود آلی به همراه کود شیمیایی، منجر به حفظ عناصر غذایی آزاد شده از کود شیمیایی بر کلونیدهای آلی و مهیا شدن شرایط برای افزایش رشد گیاه می گردد (Ansar-Jawini et al., 2011). بابائیان و همکاران (۲۰۰۹)، دریافتند که بیشترین عملکرد زیستی (بیولوژیکی) در گیاه جو از تیمار تلفیقی کود شیمیایی و کود دامی حاصل گردید (Babaian et al., 2009). دانشیان و همکاران (۲۰۰۹)، اظهار داشتند که با افزایش مقدار کود دامی، مقدار تجمع ماده خشک اندام هوایی در گیاه سویا افزایش یافته است، بطوریکه از ۶۰۱/۰۷ گرم در متر مربع در شرایط عدم مصرف کود به ۸۳۲/۲۶ گرم در متر مربع با مصرف ۴۵ تن در هکتار کود دامی، رسیده است (Daneshian et al., 2009).

1- Least significant difference (LSD)

تعداد غده در واحد سطح (متر مربع)

اثر متقابل نیتروژن با پسماند کمپوست قارچ بر تعداد غده، در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بوده است (جدول ۳). مقایسه میانگین، نشان داد که بیشترین تعداد غده (۳۷/۳ عدد در متر مربع)، از تلفیق ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌مراه ۱۵ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، حاصل شد (جدول ۴).

اورسجی و تنها خواجه (۲۰۱۸)، نشان دادند که کاربرد هیومیک اسید و EVEO همراه با کود شیمیایی، بطور معنی داری باعث افزایش تعداد غده در هر بوته گردیده است (Orsaji and Tanha-Khaje, 2018). همچنین، افزایش میزان کود دامی بکار رفته از صفر تا ۶۰ تن در هکتار، متوسط تعداد غده در بوته سیب زمینی را از ۶/۷ به ۹/۸ غده در بوته، افزایش داد (Allahghani et al., 2006). در آزمایش بابائیان و همکاران (۲۰۰۹)، استفاده از ترکیب کودهای دامی و شیمیایی نسبت به مصرف آنها به تنهایی، اثر بیشتری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی جو داشته است (Babaian et al., 2009).

میانگین وزن غده (گرم)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)، نشان داد که اثر متقابل کود نیتروژن و پسماند کمپوست قارچ بر میانگین وزن غده در سطح احتمال پنج درصد، معنی دار شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین وزن غده (۸۶/۲ گرم) از کاربرد منفرد ۳۰ تن پسماند کمپوست قارچ در هکتار حاصل گردیده است. کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، منجر به افزایش معنی دار وزن غده گردیده و تفاوت معنی داری بین سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، مشاهده نشده است. نتایج پژوهش زبارت و آرسنالت (۲۰۰۶)، نیز حاکی از تأثیر مثبت کاربرد نیتروژن بر میانگین وزن غده‌ها می‌باشد (Zebarth and Arsenault, 2006). نتایج حاصل از یک پژوهش، نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، میانگین وزن میوه در گیاه گوجه فرنگی، افزایش یافته است (Najafvand-Direkvandi et al., 2008).

عملکرد کل غده (کیلوگرم در مترمربع)

نتایج این آزمایش (جدول ۳)، نشان داد که اثر متقابل کود نیتروژن و پسماند کمپوست قارچ بر عملکرد کل غده در سطح احتمال یک درصد، معنی دار است. همچنین، جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، نشان داد که بیشترین عملکرد کل غده (۲/۸۰ گرم در مترمربع) از کاربرد تیمار نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) توأم با پسماند کمپوست قارچ (۱۵ تن در هکتار)، حاصل شده است.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به‌صورت کود اوره)، باعث افزایش عملکرد کل غده در گیاه سیب زمینی شده است. همچنین، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، تأثیر منفی بر عملکرد کل غده داشته و باعث کاهش عملکرد کل نسبت به کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شده است. بنابراین، جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش هزینه تولید و نیز حفظ عملکرد، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن توصیه می‌گردد. مصرف ۱۵ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، تأثیر چندانی بر عملکرد و اجزاء عملکرد نداشته، اما کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد و اجزاء عملکرد داشته است. لذا، جهت دستیابی به عملکرد مناسب، مصرف مقادیر بالای پسماند کمپوست قارچ، توصیه می‌گردد. عملکرد حاصل از کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ به تنهایی، تفاوت معنی داری با عملکرد ناشی از کاربرد ۱۵ تن پسماند کمپوست قارچ همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن نداشته است. بنابراین، می‌توان گفت کاربرد پسماند کمپوست قارچ به

میزان ۳۰ تن در هکتار، می‌تواند باعث دستیابی به عملکرد مناسب گردد. همچنین، در صورت عدم امکان مصرف پسماند کمپوست قارچ در مقادیر زیاد (۳۰ تن در هکتار)، می‌توان از این نوع کود آلی در مقادیر کمتر (۱۵ تن در هکتار)، توام با کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، جهت رسیدن به عملکرد مطلوب، بهره برد.

References

- Abou-Hussein S.D. Yield and quality of potato crop as affected by the application rate of potassium and compost in sandy soil. *Annals of Agricultural Sciences, Ain Shams University, Cairo*. **2005**, 502: 573-586.
- Ansar-Jawini M.P, Chi-Chi M.R, Farmer-Afshar R. The effect of different soil fertilization methods (chemical, organic and integrated) on yield and yield components of forage turnip. *Journal of Crop Production*. **2011**, 4(3): 121-138.
- Allahghani B, Koocheki A, Nassiri-Mahallati M. Effect of manure fertilizers and planting depth on physiological stages and potato tuber yield. *Iranian Journal of Field Crop Science*. **2006**, 4(2): 355-374.
- Asadi Gh, Momen A, Noorzadeh M, Khorram D.L. Effects of different levels of organic and chemical fertilizers on yield and nitrogen efficiency indicators in *Plantago ovata* L. *JAE*. **2013**, 5(4): 373-382.
- Babaian M, Esmailian Y, Ghanbari A, Ahmadian A. Effect of different ratios of manure and chemical fertilizers and drought stress at the end of the growing season on quantitative and qualitative characteristics of barley. *Journal of Agricultural Research*. **2009**, 12: 38-27.
- Berenguer P, Santiveri F, *European Journal of Agronomy Boixadera J, Lloveras J*. Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. **2009**, 30: 163-171.
- Brown C.R. Antioxidants in potato. *American Journal of Potato Research*. **2005**, 82: 163-172.
- Daneshian C, Pour-Mousavi M.S.S, Throat M, Asgharzadeh H. Effect of drought stress and manure on soybean growth indices. *Journal of Agricultural Research*. **2009**, 84: 20-14.
- Faostat. Production and trade statistics. **2020**, Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/data>.
- Gonani Z, Riahi H, Sharifi K. Impact of using leached spent mushroom compost as a partial growing media for horticultural plants. *Journal of Plant Nutrition*. **2011**, 34(3): 337-344.
- Hokamali-Pour S.A, Seyed-Sharifi R. Effect of plant density and nitrogen levels on yield, fertilizer use efficiency and maize growth trend. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. **2010**, 20 (2): 13-25.
- Han H.K, Jung-Choi W, Hyun-Han G, In-Yun S, Ho-Yoo S, Myong-Ro H. Urea-nitrogen transformation and compost-nitrogen mineralization in three different soils as affected by the interaction between both nitrogen inputs. *Biology and Fertility of Soils*. **2004**, 39: 193-199.
- Hoque M.E. *In vitro* tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plants Omics Journal*. **2010**, 3(1): 7-11.
- Ineloffer M, Omid H, Pazkii A.R. Morphological, agronomic and oil content changes of *Portulaca oleracea* L. under the influence of drought and biological/chemical fertilizer nitrogen. *Journal of Medicinal Plants*. **2013**, 48: 170-184.
- Kumar P, Pandey S.K, Singh B.P, Singh S.V, Kumar D. Effect of nitrogen rate on growth, yield, economics and crisps quality of Indian potato processing cultivars. *American Journal of Potato Research*. **2007**, 50: 143-155.
- Keerthi P, Pannu R.K, Dhaka A.K, Daniel J, Yogesh A. Yield, nitrogen uptake and nutrient use efficiency in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) as effected by date of sowing and nitrogen levels in Western Haryana, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. **2017**, 6(4): 1168-1177.
- Lalgani-Dezki B, Koochaki A.H.R, Nasiri-Mahallati M.S. Effect of manure and planting depth on the phenological stages and yield of potato tubers. *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2006**, 4:2. 1-10.
- Maher M.J, Smyth S, Dodd V.A, McCabe T, Magette W.L, Duggan J, Hennerty M.J. Managing spent mushroom compost. *Teagasc, EOPR 4444 Dublin*. **2000**, 1-34.
- Morlat R, Chaussod R. Long-term additions of organic amendments in a Loire Valley vineyard. I. Effects on properties of a calcareous sandy soil. *American Journal of Enology and Viticulture*. **2008**, 59: 353-363.
- Monaghash F, Maleki A, Zolnorian H. Effect of application methods of vermicompost and chemical fertilizers on tuber yield and some morphological traits of potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Crop Ecophysiology*. **2015**, 9(3): 417-428.

- Mousavi S.R, Galavi M, Ahmadvand G. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*. **2007**, 6: 1256-1260.
- Najafvand-Direkvandi S, Alemzadeh-Ansari N, Sedighie-Dehcordie F. Effect of different levels of nitrogen fertilizer with two types of bio-fertilizers on growth and yield of two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Asian Journal of Plant Sciences*. **2008**, 7(8): 757-761.
- Najm A.A, Haj-Seyed-Hadi M.R, Fazeli F, Taghi-Darzi M, Shamorady R. Effect of utilization of organic and inorganic nitrogen source on the potato shoots dry matter, leaf area index and plant height during middle stage of growth. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*. **2010**, 1(1): 26-29.
- Orsaji Z, Tanha-Khaje, M. Investigation of the effect of application of growth enhancers and fertilizers on the growth and yield of potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Crop Production*. **2018**, 10 (4): 183-173.
- Onal M, Topcuoglu K.B. The effect of spent mushroom compost on the dry matter and mineral content of pepper (*Piper nigrum*) grown in greenhouse. Tropentag, 9-11 October, **2007**, Witzenhausen.
- Polat P, Uzun H.I, Topcuoglu B, Önal O, Onus A.N, Karaca M. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology*. **2009**, 8(2): 176-180
- Prasad R. Cropping systems and sustainable of agriculture. *Indian Farming*. **1996**, 46: 39-45.
- Shata S.M, Safaa A.M, Siam H.S Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. **2007**, 3(6): 733-739.
- Sajadi-Nik R, Yadav A.S.R, Baluchi H.R, Faraji E.H. Comparison of the effects of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on the quantitative and qualitative yield of sesame. *SAPS*. **2011**, 21(2): 87-101.
- Sagar M, Ahlawat O, Raj D, Vijay B, Indurani C. Indigenous technical Knowledge about the use of spent mushroom substrate. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. **2009**, 8: 242-248.
- Salem M.A, AL-Zayadneh W, Jaleel C.A. Effects of compost interactions on the alterations in mineral biochemistry, growth, tuber quality and production of *Solanum tuberosum*. *Frontiers of Agriculture in China*. **2010**, 42: 170-174.
- Sharma R.K, Agrawal M, Marshall F.M. Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. **2006**, 77: 312-318.
- Soltani-Nejad F, Fallah S.A, Heidari M. Effects of different sources and rates of nitrogen fertilizer on the growth and biomass production of purslane (*Portulaca oleracea*). *Crop Production*. **2013**, 6 (3): 125-143.
- Yousefian-Ghahfarkhi H.A, Abdali-Mashhadi A.R, Bakhshandeh M, Lotfi-Jalalabadi A. Evaluation of effect of attract moisture substances and organic fertilizers on quality and quantity yield of purslane (*Portulaca oleracea*) in Ahvaz Region. *Journal of Plant Process and Function*. **2015**, 4: 13. 87-96.
- Yang S.M, Malhi S.S, Song J.R, Xiong Y.C, Yue W.Y, Lu L.L, Wang J.G, Guo T.W. Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen accumulation in soil as affected by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rainfed region of Northwestern China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. **2006**, 76: 81- 94.
- Yang Y.C, Zhang M, Zheng L, Cheng D.D, Liu M, Geng Y.Q. Controlled release urea improved nitrogen use efficiency, yield, and quality of wheat. *Agronomy Journal*. **2011**, 103 (2): 479-485.
- Warman, P.R, Rodd, A.V, Hicklenton, P. The effect of MSW compost and fertilizer on extractable soil elements, tuber yield, and elemental concentrations in the plant tissue of potato. *American Journal of Potato Research*. **2011**, 54:1. 1-11.
- Zebarth B.J, Arsenault W.J. Effect of seed piece spacing and nitrogen fertilization on tuber yield, yield components, and nitrogen use efficiency parameters of two potato cultivars. *American Journal of Potato Research*. **2006**, 83: 289-296.



Single and interactive effect of spent mushroom compost on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth traits

Mostafa Bandegani ¹, Alireza Koocheki², Mehdi Nassiri-Mahallati²

1- M.Sc graduate student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

 mbr_agro@yahoo.com (Corresponding author)

Received date: 11.06.2022

Accepted date: 05.02.2025

Abstract

Potato (*Solanum tuberosum* L.) has an important role in the human diet; the fourth rank is the most consumed crop products in the world. Proper yield of this plant is subject to many factors that one of the most important is adequate nutrition. For this purpose, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad as factorial based on randomized complete block design with three replications. Experimental treatments were included different levels of nitrogen (0, 100, 200 kg/ha) and spent mushroom compost (0, 15, 30 ton/ha). At the end of the experiment, traits such as leaf area index, shoot dry weight, mean tuber weight, tuber numbers and total tuber yield were measured. The results indicated that interaction effect of nitrogen (N) and spent mushroom compost (SMC) was significant on all traits. The highest leaf area index (2.52) is obtained from the integration of N (100 kg/ha) and SMC (15 ton/ha). As well as, the highest tuber number was the result of the integration of N (100 kg/ha) with SMC and the highest total tuber yield (28 ton/ha) was obtained as a result of N (100 kg/ha) usage with SMC (15 ton/ha). Application of 100 kg/ha N increases the total yield of tuber, while 200 kg/ha N had a negative effect on this trait. Also, consuming 15 ton/ha of SMC has little effect on yield and yield components, but 30 ton/ha had a significant effect on these traits. The yield caused by 30 ton/ha SMC was not much different from the usage of 15 ton/ha SMC combined with 100 kg/ha N.

Keywords

- ❖ LAI
- ❖ Potato
- ❖ Spent mushroom compost
- ❖ Tuber yield
- ❖ Urea

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی- شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.

Table 1- Physico-chemical characteristics of the soil where the experiment was carried out.

Soil texture	Potassium (mg/L)	Total nitrogen (%)	Phosphorus (mg/L)	O.M (%)	pH paste	EC (dS/m)
Loamy	129	0.06	23	0.47	8	1.58

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی پسماند کمپوست قارچ.

Table 2- Results of chemical analysis of spent mushroom compost.

Phosphorus (mg/L)	Potassium (mg/L)	Nitrogen (%)	O.C (%)	EC (dS/m)	pH Paste
7260	15000	1.44	21.66	1.99	7.37

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده سیب زمینی.

Table 3- Analysis of variance of measured traits in potato.

Source of Variation	d.f	Total tuber yield	Tuber numbers	Mean tuber weight	Shoots dry weight	LAI
Replication	2	0.035	2.08	66.37	3247.5	0.17
Spent mushroom compost	2	0.072 ns	45.75 **	371.56 **	28158.8 **	0.28 **
Nitrogen	2	0.23 *	10.11 ns	179.92 *	71232.3 **	0.38 *
N×SMC	4	0.43 **	25.86 *	160.55 *	11094.4 **	0.30 *
Error	16	0.053	6.81	44.76	1768.1	0.06
CV (%)	-	9.82	8.11	9.04	8.1	13.32

ns, * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

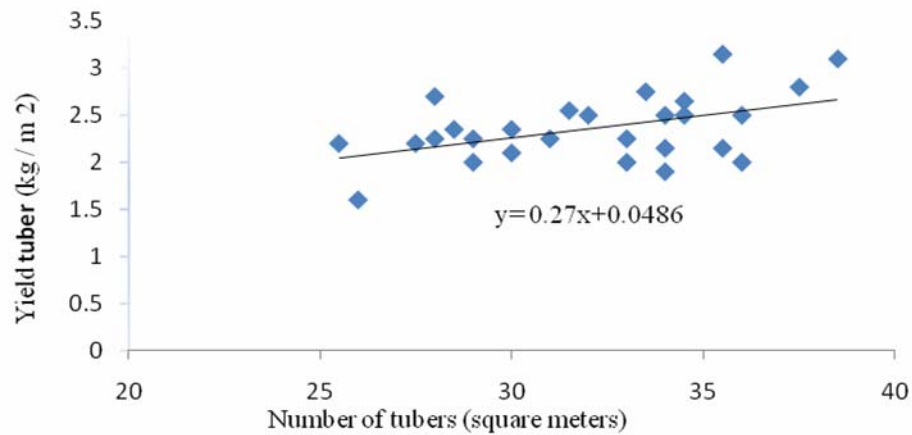
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و پسماند کمپوست قارچ بر ویژگی های سیب زمینی.

Table 4- Comparison of the mean of interaction effect of nitrogen and spent mushroom compost on the characteristics of potato.

Spent mushroom compost (ton/ha)	Nitrogen (kg/ha)	Total tuber yield (kg/m ²)	Tuber numbers (m ²)	Mean tuber weight (gr)	Leaf area index	Shoots dry weight (gr)
0	0	2.01 c	33.6 ab	60.1 b	1.36 c	350.4 d
	100	2.56 ab	33.5 ab	76.7 a	1.82 bc	539.2 bc
	200	2.18 bc	29.5 bc	74.1 a	1.96 b	481.8 c
15	0	1.95c	31.6 bc	61.7 b	1.61 bc	383.4 d
	100	2.80 a	37.3 a	75.2 a	2.52 a	580.2 ab
	200	2.46 ab	33.6 ab	73.5 a	2.06 ab	636.0 a
30	0	2.78 a	32.5 ab	86.2 a	2.09 ab	520.0 bc
	100	2.26 bc	27.3 c	83.0 a	1.97 b	538.6 bc
	200	2.20 bc	29.3 bc	74.9 a	1.76 bc	640.0 a

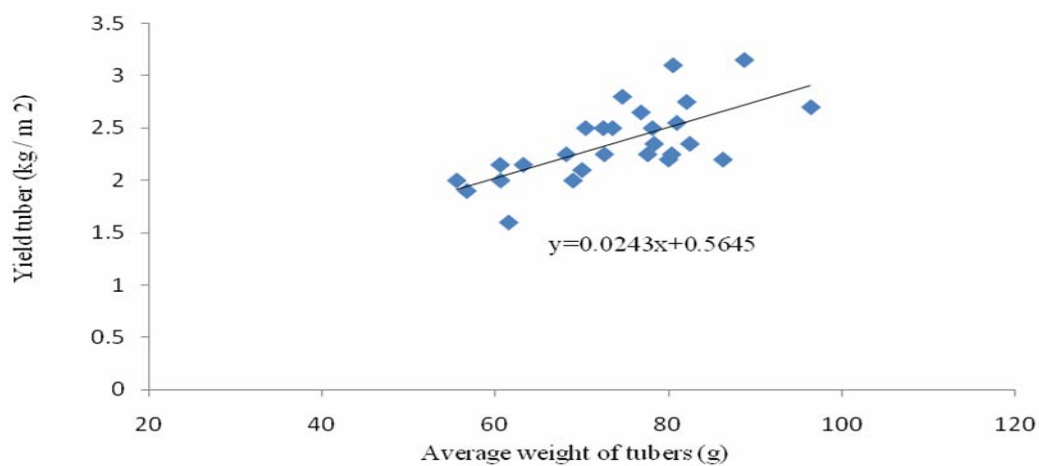
حروف متفاوت در هر ستون، نشانگر اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد است.

The means with different letters in each column indicate the significant difference based on LSD test ($p \leq 0.05$).



نمودار ۱- رابطه رگرسیون بین تعداد غده‌ها و عملکرد غده سیب زمینی.

Diagram 1- Regression relationship between number of tubers and yield tuber of potato.



نمودار ۲- رابطه رگرسیون بین متوسط وزن غده‌ها و عملکرد غده سیب زمینی.

Diagram 2 - Regression relationship between average weight of tubers and yield tuber of potato.