اثر سطوح مختلف غلظت و تعداد دفعات محلول‌پاشی متانول بر عملکرد سویا

میثم کورش لی*فرزاد پاک نژاد و سعید وزان
دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد کرج؛ گروه زراعت و اصلاح نباتات؛ کرج؛ ایران
فواد مرادی
موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی؛ کرج؛ ایران
محمد باقر خشامن
دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد کرج؛ گروه زراعت و اصلاح نباتات؛ کرج؛ ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۵

چکیده
به منظور بررسی اثر تعداد دفعات و سطوح مخلتف محلول‌پاشی متانول بر عملکرد دانه سویا رقم ویلیامز آزمایشی به صورت کرت های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۴ تکراردر اردیبهشت سال ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در ماهدشت کرج واقع در ۳۵درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. بذور در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ماه و عمق ۵ سانتی‌متر کاشته شدند. عامل‌های آزمایش شامل تعداد دفعات محلول‌پاشی در ۵ سطح شامل هر ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ روز یک بار و سطوح غلظت محلول‌پاشی با ۴ سطح شامل آب، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی متانول بود. برای کلیه تیمارها به مقدار ۲ گرم در لیتر گلیسین برای جلوگیری از اثر سمیت متانول در حضور مستقیم نور خورشید، استفاده شد. زمان محلول‌پاشی در هر روز ساعات ۱۷-۲۰ انجام شد. نتایج نشان داد بین تعداد دفعات مختلف محلول‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا در سطح احتمال ۱٪ و بین سطوح مختلف غلظت متانول بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه سویا به جز بیوماس در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل این ۲ عامل بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری را نشان داد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار هر ۲۰ روز محلول‌پاشی با غلظت متانول ۲۵درصد به میزان ۳۲۴۴/۲۶ کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: سویا- عملکرد دانه سویا- متانول- محلول پاشی

*نویسنده مسئول مکاتبات: meisam_2958@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

از آنجائیکه حدود ۹۰٪ وزن خشک گیاهان ناشی از آسیمیلاسیون دی اکسید کربن توسط فتوسنتز است بنابراین افزایش غلظت دی اکسید کربن می تواند عملکرد را از طریق افزایش ماده خشک افزایش دهد. بطور کلی در گیاهان ۳ کربنه افزایش غلظت دی اکسید کربن شرایط رقابت دی اکسید کربن با اکسیژن را برای ترکیب با آنزیم رابیسکو به نفع دی اکسید کربن تغییر داده است و فعالیت اکسیژنازی رابیسکو را برای انجام تنفس نوری مختل کرده است. با توجه به اینکه در گیاهان ۳ کربنه تنفس نوری وجود دارد و این فرایند سبب اتلاف کربن تا ۲۵٪ می شود. متانول در مقایسه با دی اکسیدکربن، مولکول کوچکتری است که می‌تواند به راحتی توسط گیاهان سه کربنه برای افزایش فتوسنتز مورد استفاده قرار گیرد (لی و همکاران، ۱۹۹۵؛ کوتازاباسیس و همکاران، ۱۹۹۹).

در اوایل دهه ۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلول‌های متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زارعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی در آنها می شد. سپس اعلام گردید که اثرات متانول بر روی گیاهان، زمانی مشاهده می‌شود که گیاهان در شرایطی نظیر تنش خشکی، دمای بالای هوا و یا در معرض نور زیاد خورشید قرار داشته باشند (نانومیورا و بنسون، ۱۹۹۲). اثر مثبت محلول پاشی متانول بر رشد گیاهان در مقایسه با افزایش رشد ناشی از محلول پاشی عناصر غذایی روی قسمت-های هوایی آنها، خیلی بعید به نظر می‌رسد. اما گزارش‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر کاربرد محلول‌های متانول بر روی قسمت‌های هوایی آنها، ناشی از عمل متانول به عنوان یک بازدارنده تنفس نوری می‌باشد (نانومیورا و بنسون، ۱۹۹۲؛ فال و بنسون، ۱۹۹۶). این موضوع با عدم واکنش گیاهان چهار کربنه نسبت به محلول‌پاشی متانول و نیز نیاز به شدت نورهای زیاد برای مناسب بودن اثرات متانول بر گیاهان سه کربنه و همچنین یافته هایی که نشان دهنده افزایش نسبت ساکاروز به گلیکولات پس از مصرف متانول در گیاهان است، قوت بیشتری می-گیرد. در گیاهان چهار کربنه به علت سیستم تغلیظ دی اکسید کربن و همچنین تمایل زیاد پمپ کربوکسیلاز برای ترکیب با دی اکسید کربن تنفس نوری انجام نمی گیرد (نانومیورا و بنسون، ۱۹۹۲). اولین بار باتارچا و همکاران (۱۹۸۵) اثر مثبت متانول بر رشد گیاهان در گیاهچه های ماش را گزارش دادند. برخی از بررسی‌هایی که تاکنون انجام گرفته است، نشان داده‌اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته‌هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند باعث افزایش بیوماس آنها می‌گردد، درحالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می‌دهد (نانومیورا و بنسون، ۱۹۹۲؛ رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ زبیک و همکاران، ۲۰۰۳؛ رامیرز و همکاران ، ۲۰۰۶).

یک نکته مهم این است که اسپری کردن متانول در شب هیچ تأثیری روی بیوماس گیاهان نخواهد داشت. از طرف دیگر زمانی که گیاهان سه کربنه پس از مصرف متانول در معرض نور قرار نگیرند، علائم مسمومیت حاصل از متانول را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین توصیه شده است برای جلوگیری از این امر حتماً از گلیسین استفاده شود (نانومیورا و بنسون، ۱۹۹۲؛ رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ رامیرز و همکاران، ۲۰۰٦).

بررسی‌ها نشان داده است کاربرد محلول متانول می‌تواند باعث افزایش وزن تر بوته های توتون شود و مقدار افزایش ماده خشک تولید شده توسط گیاه بستگی به مقدار متانول مصرفی و همچنین زمان مصرف دارد (رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ رامیرز و همکاران ۲۰۰٦). این موضوع نشان می-دهد متانول می‌تواند بر آسیمیلاسیون CO_2 در گیاه اثر بگذارد (کوتازاباسیس و همکاران، ۱۹۹۹؛ رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ تئودوریدو و هکارانف ۲۰۰۲؛ داونی و همکاران، ۲۰۰٤). افزایش رشد به وجود آمده در اثر محلول پاشی متانول در گوجه فرهنگی ۵۰ درصد، توت فرنگی ٦۰ درصد، پنبه ۵۰ درصد، گل کلم ۵۰ درصد، گل رز ٤۰ رصد، پالم ۷۰ درصد و هندوانه ۳٦ درصد گزارش شده است (نانومیورا و بنسون، ۱۹۹۲). این موضوع در گیاهان زراعی نیز مشاهده شده است .(فیور و گریک، ۱۹۹٦؛ مخدوم و همکاران، ۲۰۰۲؛ زبیک و همکاران، ۲۰۰۳؛ داونی و همکاران، ۲۰۰٤؛ رامیرز و همکاران، ۲۰۰٦؛ مادهایان و همکاران، ۲۰۰٦a"b؛ صفرزاد ویشگاهی و همکاران، ۲۰۰۵؛ میرآخوری و همکاران، ۲۰۰۹ ؛ پاک نژاد و همکاران، ۲۰۰۹؛ نادعلی و همکاران، ۲۰۰۹). در سالهای اخیر تحقیقات زیادی در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی ۳ کربنه شده است، تحقیقات نشان می‌دهد محلول‌پاشی متانول باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان ۳ کربنه می‌شود و متانول به عنوان یک منبع کربن برای این گیاهان محسوب می‌دهد (نانومیورا و بنسون ۱۹۹۲).

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی کرج واقع در ۳۵ درجه و ٤۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ٦ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا بر روی گیاه زراعی سویا رقم ویلیامز به اجرا درآمد. بافت خاک لومی رسی با pH= ۷/٤ بوده است. آزمایش به صورت کرت های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ٤ تکرار اجرا شد. عامل اول تعداد دفعات محلول پاشی با ۵ سطح شامل F10، F15، F20، F25، F30 به ترتیب هر ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ روز یکبار محلول‌پاشی و عامل دوم سطوح مختلف غلظت متانول با ٤ سطح، M0 ، M15، M20، M25 شامل ۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی متانول بود. جهت جلوگیری از اثر سمیت متانول در حضور نور خورشید به هریک از تیمارها مقدار ۲ گرم در لیتر گلیسین اضافه شد.

تراکم کاشت ٤۰ بوته در مترمربع، فاصله بین تکرارها ٤ متر ، فاصله بین پلات‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین پلات فرعی ۱ متر، طول ردیف کاشت ۵ متر، فاصله بین ردیف‌های کشت ۰/۵ متر و هرکرت شامل ٦ ردیف کاشت بوده است. برای محلول‌پاشی از دستگاه موتوری با حجم ۱۲ لیتر استفاده شد. بعد از انجام عمل کالیبراسیون مشخص شد برای هر کرت یک لیتر آب مصرف می‌شود. با توجه به تعدا تیمارها، برای هر۱۰ کرت آزمایش مقدار معینی آب و با توجه به مقدار غلظت تیمار،

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار مشخصی نیز متانول استفاده شد. به این صورت که مثلا برای تیمار هر ۱۰روز محلول‌پاشی با غلظت متانول ۱۵٪، که شامل ۲۰ کرت می‌شد برای هر ۱۰ کرت مقدار ۱/۵ لیتر متانول و بقیه حجم سمپاش تا سقف ۱۰ لیتر آب استفاده شد. زمان محلول‌پاشی در ساعات ۱۷-۲۰ انجام شد. نحوه محلول‌پاشی به این صورت بود که روی تمام قسمت‌های هوایی بوته سویا قطرات محلول جاری شد و کلیه اندام‌های هوایی خیس شدند.اولین محلول پاشی در ۲۵ تیرماه و ٦۰ روز پس از کاشت انجام شد. دراین حقیق صفات عملکرد دانه، بیوماس، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته، ارتفاع، قطر و تعداد گره مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع، قطر، تعداد گره، تعداد دانه در بوته و غلاف، ۱۰ بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. از ابتدا هر کرت به دو منطقه نمونه برداری و برداشت تقسیم گردید. طی دوره ی رشد ٦ مرحله نمونه برداری با توجه به شرایط مزرعه و رطوبت خاک به فاصله ی تقریبی دو هفته یکبار انجام شد. با صرف نظر کردن از نیم متر از ابتدای هر ردیف و در نظر گرفتن یک ردیف از طرفین جهت حذف اثر حاشیه ای نمونه گیری از ردیف‌های دوم، سوم و در سطح ۵۰ سانتی متر روی ردیف صورت گرفت. تعیین شاخص سطح برگ نیز هر ١٤ روز یکبار انجام گرفت. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS و برای رسم شکل از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها از نظر صفات مورد بررسی به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تعداد دفعات محلول‌پاشی و سطوح مختلف غلظت متانول بر عملکرد دانه سویا در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشته است. اثرمتقابل تعداد دفعات و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر عملکرد دانه سویا، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشته است.(جدول-۱)

بیشترین عملکرد دانه با میانگین۲۸۷٦/۹۷ کیلوگرم درهکتار مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول-پاشی (F20) و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۱۷۳۰/٤۳کیلوگرم در هکتار مربوط تیمار هر ۱۰روز یکبار محلول‌پاشی (F10) بود. براساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول-۲) بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۲٤٤/۲٦ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول-پاشی با غلظت ۲۵٪ متانول (F20M25) و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۱٤۳۵/٤٦ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار هر ۱۰روز محلول‌پاشی با غلظت ۲۵٪ متانول (F10M25) بود. تیمار F20M25 نسبت به تیمار شاهد ۲۸/٤۵ درصد افزایش عملکرد و تیمار F10M25 نسبت به تیمار شاهد ۳۸/۱۵ درصد کاهش عملکرد داشته است. براساس مطالعات لی و همکاران (۱۹۹۵) محلول-پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی، بیشترین تاثیر را بر روی رشد و افزایش عملکرد سویا داشته است. نتیجه بدست آمده با این محقق مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین نانومیورا (۱۹۹۳)، زبیک و همکاران(۲۰۰۳)، رامیرز و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند کاربرد متانول باعث افزایش عملکرد سویا شده است. میرآخوری و همکاران (۲۰۰۹)، پاک نژاد و همکاران(۲۰۰۹)، صفرزاد ویشگاهی و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند کاربرد متانول ۲۱٪ باعث افزایش عملکرد سویا و بادام زمینی شده است. با توجه به نتایج بدست آمده توسط (میشل و همکاران ،۱۹۹٤) که اعلام کردند محلول‌پاشی متانول به صورت پی در پی باعث صدمه وارد شدن به برگ فلفل شده، می‌توان علت کمبود عملکرد دانه سویا درمورد تیمارهای هر ۱۰ و ۱۵روز محلول‌پاشی را توجیح کرد. به دلیل صدمات وارده به برگ سویا مقدار فتوسنتز کاهش یافته و عملکرد پایین آمده **به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال** ۵٪ و ۱٪ نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول-۱)اثر تعداد دفعات محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ و اثر سطوح مختلف متانول بر زیست توده اختلاف معنی داری نشان نداد. اثر متقابل تعداد دفعات و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر زیست توده، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی (F20) و تیمارهر ۲۵ روز یکبار محلول‌پاشی (F25) به ترتیب با میانگین ۳۵/ ۱۰٦۷۸ و ۱۰٦۰۱/٤۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بیوماس دارا بودند که در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار بیوماس با میانگین۸۷/ ۹۱۵۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار هر ۱۰روز محلول‌پاشی (F10) بود.

براساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل(جدول-۲) بیشترین مقدار بیوماس با میانگین ۱۱۳٦۷/۰۸ کیلوگرم مربوط به تیمار هر۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با سطح غلظت متانول ۲۵٪ (F20M25) در هکتار بود که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد دارد. مقدار بیوماس این تیمار(F20M25) نسبت به شاهد ۱۲/۹ درصد افزایش نشان داد. کمترین مقدار بیوماس با میانگین ۸۵۲٤/۱۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار هر ۱۰ روز یکبار محلول‌پاشی با سطح غلظت متانول ۲۵٪ (F10M25) بود که نسبت به تیمارشاهد ۱۳/۸درصد کاهش نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده توسط میرآخوری و همکاران(۲۰۰۹)، پاک نژاد و همکاران(۲۰۰۹) مقادیر بالای متانول موجب سوختگی برگ سویا می‌شود و براساس نتیجه میشل و همکاران(۱۹۹٤) که بیان کردند استفاده پی در پی موجب آسیب رسیدن و صدمه دیدن برگ فلفل شده، می‌توان نتیجه گرفت استفاده بیش از حد تعداد دفعات محلول پاشی حتی با مقادیر کم متانول موجب آسیب رسیدن به گیاه و کاهش بیوماس شد. تیمار هر ۲۵ روز یکبار محلول‌پاشی (F25) با کلیه سطوح غلظت متانول دریک گروه آماری قرار گرفته ولی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری دارند. وضعیت تیمار F30 با کلیه سطوح غلظت متانول نیز مانند تیمار قبلی (F25) می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول -۱) اثر تعداد دفعات محلول‌پاشی و اثر سطوح مختلف متانول بر وزن هزار دانه ، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. اثرمتقابل تعداد دفعات

Archive of SID

www.SID.ir

و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر وزن هزار دانه، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت.

بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۱۳۲/۲۸ گرم مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی (F20) و کمترین وزن هزار دانه با میانگین ۱۰۳/۸٤ گرم مربوط به تیمار هر۱۰روز یکبار محلول‌پاشی (F10) بود.

براساس مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول –۲) بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۱۵۱/٦۳ گرم مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با غلظت ۲۵٪ متانول (F20M25) و کمترین مقدار وزن هزار دانه با میانگین ۹۳/۹۱ گرم مربوط به تیمار هر ۱۰ روز محلول‌پاشی با غلظت ۲۵٪ متانول (F10M25) بود. تیمارF20M25 نسبت به تیمار شاهد ۲٤/۱۵٪ افزایش وزن و تیمار F10M25نسبت به تیمار شاهد ۱۸/۳۳٪ کاهش وزن نشان داد. تیمار هر ۲۰ روز محلول‌پاشی با غلظت های مختلف نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی داری از خود نشان دادند. مقدار وزن هزار دانه مربوط به این تیمارها از کلیه تیمارهای اعمال شده بیشتر بود. مواد غذایی به دانه از طریق برگ نیز منتقل می‌شود به همین دلیل براساس نتیجه میشل و همکاران(۱۹۹٤) که اعلام کردند محلول‌پاشی متانول به صورت پی در پی باعث صدمه وارد شدن به برگ فلفل شده و نتایج دیوز و همکاران(۲۰۰۳) بر روی عدسک آبی که نشان داد اثرات بازدارندگی متانول به شدت به غلظت متانول و مدت زمان قرارگیری متانول روی گیاه بستگی دارد. می‌توان علت کمبود وزن هزار دانه در تیمارهای F10 و F15 را چنین توجیح کرد که به دلیل محلول‌پاشی با دفعات بالا و غلظت های مختلف به برگ گیاه آسیب وارد شده و موادغذایی لازم به دانه ها نرسیده و وزن دانه ها کاهش یافته است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول–۱) اثر تعداد دفعات محلول‌پاشی و سطوح مختلف متانول برمیزان شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. اثرمتقابل تعداد دفعات و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر میزان شاخص برداشت، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت.

بیشترین میزان شاخص برداشت با میانگین ۲٦/۸٤٪ مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی F20 و کمترین میزان شاخص برداشت با میانگین ۱۸/۷٦٪ مربوط به تیمار هر ۱۰ روز یکبار محلول-پاشی (F10) بود. هرسه سطح متانول تیمارهای M15، M20 و M25 به ترتیب متانول با غلظت ۱۵٪ ، ۲۰٪ و ۲۵٪ در یک گروه آماری قرار گرفته و با تیمار شاهد اختلاف معنی داری داشتند.

براساس مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول–۲) بیشترین میزان شاخص برداشت مربوط به تیمارهای هر۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با متانول ۲۵٪ (F20M25) و تیمار هر۲۰ روز یکبار محلول-پاشی با متانول ۲۰٪ (F20M20) با میانگین به ترتیب ۲۸/۵۵ و ۲۸/۳۵ درصد که هر دو در یک گروه آماری قرار گرفته و نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان دادند. این دو تیمار نسبت به تیمار شاهد به معادل میانگین ۲۱/۷۵ درصد افزایش ازخود نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

کمترین میزان شاخص برداشت مربوط به دو تیمار هر۱۰ روز یکبار محلول‌پاشی با متانول ۲۵٪ (F10M25) و تیمار هر۱۰ روز یکبار محلول‌پاشی با متانول ۲۰٪ (F10M20) به ترتیب با میانگین ۱۶/۸۴٪ و ۱۷/۲۸٪ بود که در یک گروه آماری قرار گرفتند و نسبت به تیمار شاهد معادل میانگین ۲۴/۷۸٪ کاهش از خود نشان دادند.

براساس نتایج همینگ و همکاران(۱۹۹۵) زمانی که بافت برگ یا غلظت‌های بالاتر از ۳۰ درصد حجمی متانول تیمار می‌شود، مواد سمی در برگ به وجود می آید. علاوه بر این غلظت‌های بالاتر از ۳۰ درصد حجمی متانول، غشاء سلولی را تخریب کرده و در این حالت غشاء سلولی همانند حالتی که کلروفیل از بافت زنده و یا بافت مرده برگ به وسیله متانول استخراج می‌شود، در می آید. نکته بسیار مهمی که باید به آن توجه شود این است که افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی، سرعت متابولیکی فعالیت‌های آنها را نیز تنظیم می‌کند. (همینگ و همکاران، ۱۹۹۵؛ مک گیفن و همکاران، ۱۹۹۶؛ رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ داونی و همکاران، ۲۰۰۴).

بنابراین در شرایط کاربرد پی در پی متانول با غلظت‌های کم روی گیاهان ابتدا سرعت متابولیکی تنفس در آنها زیاد شده و سپس سرعت متابولیکی تنفس کاهش می‌یابد. این موضوع نشان دهنده آن است که اثر مقدار متانول به کار برده شده روی گیاه تابعی از زمان و شدت محلول پاشی می‌باشد. (همینگ و همکاران، ۱۹۹۵؛ گوت و همکاران، ۲۰۰۰؛ دیوز و همکاران، ۲۰۰۳).

اما کاربرد دوره‌ای و با فاصله زمانی معین متانول روی گیاه باعث می‌شود تا حدی سرعت متابولیکی تنفس گیاه حداقل برای مدت ۲ هفته افزایش یابد. بنابراین از آنجایی که سرعت رشد گیاهان به سرعت و ر اندمان تنفس آنها وابسته است. (هانسن و همکاران، ۱۹۹۴) در نتیجه محلول‌پاشی متانول سرعت تنفس و راندمان تبدیل کربن حاصل از تنفس را افزایش می‌دهد. (همینگ و همکاران، ۱۹۹۵؛ نمک مارشال و همکاران، ۱۹۹۵؛ فال و همکاران،۱۹۹۶). افزایش شاخص برداشت در زمان استفاده از محلول‌پاشی متانول توسط میرآخوری و همکاران(۲۰۰۹)، پاک نژاد و همکاران(۲۰۰۹)، نادعلی (۲۰۰۹) بر روی گیاه چغندر قند و سویا گزارش شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد(جدول-۱) اثر تعداد دفعات محلول‌پاشی و اثرسطوح مختلف محلول-پاشی متانول بر تعداد دانه و تعداد غلاف در بوته سویا، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. اثرمتقابل تعداد دفعات و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر تعداد دانه و غلاف دربوته سویا، درسطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت.

بیشترین تعداد دانه و غلاف با میانگین ۱۱۰/۰۷ و ۴۱/۲۸ دانه و غلاف در بوته مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی (F20) و کمترین مقدار دانه و غلاف در بوته با میانگین ۷۲/۹۴ و ۲۸/۲۳ دانه و غلاف در بوته مربوط به تیمار هر ۱۰ روز یکبار محلول‌پاشی (F10) بود. بیشترین تعداد دانه و غلاف مربوط به تیمار (M0) بدون مصرف متانول و

Archive of SID

www.SID.ir

کمترین تعداد دانه و غلاف مربوط به تیمار متانول با غلظت ۱۵٪ (M15) بود.

نتایج دیوز و همکاران (۲۰۰۳) بر روی عدسک آبی نشان داد اثرات بازدارندگی متانول به شدت به غلظت متانول و مدت زمان قرارگیری متانول روی گیاه بستگی دارد. همچنین بیان شده زمان مصرف و روش مصرف و مورفولوژی بافت گیاه در عکس العمل گیاه نسبت به کاربرد متانول در مزرعه نقش مهمی دارد (همینگ و همکاران ۱۹۹۵ ؛ نمک مارشال و همکاران ۱۹۹۵؛ رامبرگ و همکاران ۲۰۰۲).

بنابراین با توجه به تعداد دفعات استفاده از متانول می‌توان علت کاهش تعداد دانه و غلاف را در بوته سویا بیان کرد. زمانی که متانول به صورت هر ۱۰یا ۱۵ روز یکبار بر روی گیاه با سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی متانول محلول‌پاشی می‌شود، این متانول چون مدت زمان بیشتری در برگ باقی می ماند با تاثیر منفی روی بافت برگ و تاثیر بر روی کم شدن مواد غذایی در برگ باعث کاهش عملکرد گیاه می‌شود (میشل و همکاران؛ ۱۹۹٤). همچنین این بوته‌ها ارتفاع کم، قطرکم و تعداد گره کمتری دارند. بیشترین تعداد دانه در بوته با میانگین ۱۲۱/۳۲ دانه در بوته مربوط به تیمار ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با متانول ۲۵٪ (F20M25) که نسبت به تیمار شاهد ۲۱/۸٤ درصد افزایش و کمترین تعداد دانه با میانگین ٦۲/۳۲ دانه در بوته مربوط به تیمار هر ۱۰ روز محلول‌پاشی با متانول۲۵٪ (F10M25) که نسبت به تیمار شاهد ۳٤/۲۷ درصد کاهش داشته است.

بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل(جدول-۲) بیشترین تعداد غلاف با میانگین ٤۵/۹ غلاف در بوته مربوط به تیمار هر۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با متانول ۲۵٪ (F20M25)که نسبت به تیمار شاهد ۲۳/۲٪ افزایش و کمترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۲٤/۷۷ غلاف در بوته مربوط به تیمار هر۱۰روز یکبار محلول‌پاشی با متانول۲۵٪ (F10M25) که نسبت به تیمار شاهد ۲۹/۷۳٪ کاهش داشت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول-۱) اثر تعداد دفعات محلول‌پاشی بر قطر ساقه، تعداد گره و ارتفاع بوته سویا، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. اثر سطوح مختلف متانول بر قطر ساقه، تعداد گره و ارتفاع بوته سویا، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. اثرمتقابل تعداد دفعات و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر قطر ساقه، تعداد گره و ارتفاع بوته سویا، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت.

بیشترین میزان قطر ساقه با میانگین ۰/٦٦ میلی متر مربوط به تیمار هر۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی F20 بود. بیشترین تعداد گره ساقه با میانگین ۱۵ گره در ساقه مربوط به تیمار ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی (F20) و کمترین میزان گره با میانگین ۱۲/٤۵ گره در ساقه مربوط به تیمار هر۱۰روز یکبار محلول-پاشی (F10) بود. بیشترین میزان ارتفاع نیز با میانگین ۸۰/۸۱ سانتی متر مربوط به تیمار هر۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی F20 بود. بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفته اند. بیشترین میزان قطر ساقه با میانگین ۰/۵٦ میلی متر مربوط به تیمار متانول ۲۵٪ (M25) بود و تیمارهای (M20)

Archive of SID

www.SID.ir

و (M15) در یک گروه آماری قرار گرفته و با تیمار شاهد (M0)بدون مصرف متانول اختلاف معنی داری نشان دادند.

بیشترین تعداد گره مربوط به تیمارهای متانول ۱۵٪ و ۲۵٪، (M15) و (M25) که در یک گروه آماری قرار گرفته و به ترتیب با میانگین ۱٤ و ۱٤.۲۸ گره در بوته بود. بیشترین میزان ارتفاع نیز مربوط به متانول ۲۰٪ و ۲۵٪، (M20) و (M25) با میانگین ۷٤/٦۲ و ۷٤/۵۲ سانتی متر بود.

تیمارهایی که عملکرد دانه، بیوماس و یا وزن هزار دانه بیشتری داشتند به طور یقین میزان ارتفاع، قطر ساقه و تعداد گره آنها نیز بیشتر بوده است. این افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش وزن هزار دانه، ارتفاع، بیوماس، افزایش تعداد دانه و غلاف در بوته و کم بودن غلاف‌های نارس می‌باشد. نکته قابل توجه اینست که با افزایش تعداد دفعات محلول‌پاشی و افزایش مقدار حجمی متانول مقدار عملکرد دانه کاهش یافته است. علت کاهش عملکرد می‌تواند ناشی از کاهش ارتفاع، کاهش تعداد دانه و غلاف در بوته و دیگر صفات بوده است.

براساس مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول-۲) بیشترین میزان قطر ساقه با میانگین ۰/۷٤ میلی متر مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با غلظت متانول ۲۵٪ (F20M25) بود. بیشترین میزان گره با میانگین ۱۷ گره مربوط به تیمار هر۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با متانول ۲۵٪ (F20M25) و کمترین گره مربوط به تیمارهای هر۱۰روز یکبار محلول‌پاشی با غلظت متانول۲۰٪ و ۲۵٪ (F10M20) و(F10M25) با میانگین به ترتیب ۱۱/٦۲ و ۱۱/۸۷ گره در بوته بود.

بیشترین میزان ارتفاع با میانگین ۸۵/٦۲ سانتی متر مربوط به تیمار هر ۲۰ روز یکبار محلول‌پاشی با غلظت متانول ۲۵٪ (F10M25) کمترین میزان ارتفاع با میانگین ٦۹/٤۵ سانتی متر مربوط به تیمار هر۱۰ روز یکبار محلول‌پاشی با غلظت متانول ۲۵٪ (F10M25) بود. تابه حال محققی بیا نکرده متانول بر روی قطر ساقه، ارتفاع و یا تعداد گره تاثیر دارد اما احتمالا متانول به طور غیر مستقیم بر روی این صفات تاثیر داشته مخصوصا تیمار تعداد دفعات محلول‌پاشی که تحقیق زیادی بر روی آن صورت نگرفته است می‌تواند تاثیر زیادی داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تعداد دفعات محلول پاشی وسطوح مختلف متانول بر اجزای عملکرد سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	بیوماس	وزن هزار دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد گره ساقه
تکرار	۳	۹۱۹۲/۵۱ ns	۰/۲۸ ns	٤٦٩٠٨/٤٣ ns	۱۳/٦۸ ns	۰/٤٦ ns	۰/۲٤ ns	۳/۸ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۱٦ ns
مراحل محلول‌پاشی (F)	٤	۳٤۷۹۸٦۱/٤۳**	۱٦٦/۰۸**	٦٥٥۷۷۳/۲٦**	۳٥۸۲/۸۸**	٤۷۳/۹۱**	۳۱٥٦/۸٦**	۲۳٥/۷۱**	۰/۰٦٦**	۲۷/۲٤**
خطا	۱۲	٤٤۷۹/۹٦	۰/۲۳۳	۲۹۰۸۳/۱٥	۷/٤۱	۰/۸۸	۲/٤۸	۱/۹۸	۰/۰۰۰۱	۰/۲۲
غلظت متانول(M)	۳	٦۱۷۹۱ **	۲/۷۸**	٦۸٥٤٥/٤۳ns	۲٦۳/٥۹**	۱۲/٦۹**	۱۰۰/۰۲**	۷/۰۷**	۰/۰۰٤**	۰/۷۳**
F*M	۱۲	٤۱۳۹۱۸/٦٤**	۱۸/۷٥**	۱۰۰۹۷۷/۱۷**	٤۹۷/۰٦**	٦۸/۲٥**	٦۲۸/۰۱ **	۳٤/۹٦**	۰/۰۰٥**	۳/٦۷**
خطا	٤٥	۸۳۸۱/۱۹	۰/۳۹	٤۳٤۸۲/٤۳	٦/۱٦	۰/۳٤	۱/۷۲	۲/۷٤	۰/۰۰۰۱	۰/۲
درصد ضریب تغییرات		۳/۸٤	۲/٦۹	۲/۰۹	۲/۰۷	۱/۷۱	۱/٤٤	۲/۱۲	۲/۱۸	۳/۲۷

ns ،* ،** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول -۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد دفعات محلول پاشی وسطوح مختلف متانول بربرخی از اجزای عملکرد سویا

تیمار		عملکرد دانه kg/ha	شاخص برداشت ٪	بیوماس kg/ha	وزن هزار دانه g	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	ارتفاع بوته cm	قطر ساقه mm	تعداد گره ساقه
F10	M0	۲۲٦۰.۳a	۲۲.۳۹a	۱۰۰۹٤.۱۷a	۱۱٥.۸۳a	۳٥.۲٥a	۹٤.۸۲a	۷٤.٦۲a	۰.٥۲a	۱۳.۷۷a
	M15	۱٦۸٤.٦٦b	۱۸.٥۲ab	۹۰۹٥.۱۲b	۱۰۷.٥٦ab	۲۷.۱۷b	٦۸.۸٥b	۷۰.۹۲b	۰.٥۲٥a	۱۲.٥٥b
	M20	۱٥٤۱.۲۸c	۱۷.۲۸c	۸۹۱۷.٦۸b	۹۸.۰٥c	۲٥.۷٥c	٦٥.۷۷b	۷۱.۱b	۰.٥۱٥a	۱۱.۸۷c
	M25	۱٤۳٥.٤٦c	۱٦.۸٤c	۸٥۲٤.۱٥c	۹۳.۹۱d	۲٤.۷۷d	٦۲.۳۳c	٦۹.٤٥c	۰.٥۱٥a	۱۱.٦۲c
F15	M0	۲۳۲۲.٦a	۲۳a	۱۰۱۰۰.۹۷a	۱۱۳.٦۳a	۳٦.۰۷a	۹۷.٦a	۷٤.۲۷a	۰.٥۱۲a	۱٤.٤٥a
	M15	۲۰۸۰.۰٥b	۲۱.٦۸b	۹٥۹۳.۳b	۱۰۸.۲۲ab	۲۹.۹۲b	۷۸.۳۷b	۷۰.۲۲c	۰.٥۱۲a	۱٤.۲ab
	M20	۲۰٤۰.٥b	۲۱.۱۷bc	۹٦۳۷.٥٥bc	۱۰٤.۹٤b	۲۷.۸c	۷۲.٦۲c	۷۱.۸۲b	۰.٥۱٥a	۱۳.٦۲bc
	M25	۱۹٥٥.٤٥b	۲۰.٤٥c	۹٥٦۲.۳۷bc	۹۸.۲۲b	۲٥.٦d	٦٦.٤۲d	۷۱.٤۲b	۰.٥۲a	۱۲.۹d
F20	M0	۲۲٦۸.۲۲d	۲۲.۹۳d	۹۸۹٥.٥۳d	۱۱٤.۹۲d	۳٥.۱d	۹۰.۳۲d	۷۳.٤۲c	۰.٥٦٥d	۱٤.۱c
	M15	۲۹۲۹.۸٥c	۲۷.٥٥bc	۱۰٦۳٦.۲bc	۱٤۲.۹۸c	٤۰.٤٥c	۱۰۹.۲۷c	۸۱.۱b	۰.٦٤۲c	۱٦.۰٥b
	M20	۳۰٦٥.٥۳b	۲۸.۳٥ab	۱۰۸۱٤.٥۷b	۱٤۸.۰۸b	٤۳.٦۷b	۱۱۹.۳۷b	۸۳.۱۲b	۰.۷۰۲b	۱٦.۰٥b
	M25	۳۲٤٤.۲٦a	۲۸.٥٥a	۱۱۳٦۷.۰۸a	۱٥۱.٦۳a	٤٥.۹a	۱۲۱.۳۲a	۸٥.٦۲a	۰.۷٤٥a	۱۲a
F25	M0	۲۳۳٥.۸۹d	۲۲.۹۷d	۱۰۱٦۷.۰۷c	۱۱٥.۸۳d	۳٦.٤٥c	۹٥.۱۲c	۷۲.۹۲a	۰.٥۱٥a	۱۳.۹c
	M15	۲۷۲۰.۹bc	۲٥.٦۲c	۱۰٦۱۸.۱٦ab	۱۲۸.۹۷c	۳٦.۱۷c	۹٤.۸۷c	۷۲.۳٥a	۰.٥۱٥a	۱٤.۷b
	M20	۲۸٤۰.٥۹ab	۲٦.٥ab	۱۰۷۱۹.٤۱ab	۱۳۲.۳۷b	۳٦.٦۷b	۹۸.۲۲b	۷۲.۷٥a	۰.٥۱a	۱٤.۷۲b
	M25	۲۹٤٦.۰٦a	۲۷.۰۳a	۱۰۹۰۱a	۱۳۸.۱۸a	٤۱.٤۲a	۱۰۹.٤۷a	۷۲.۳۲a	۰.٥۲۲۲a	۱٥.۳۷a
F30	M0	۲٤۱۸.۰۳ab	۲۲.۷۹cd	۹۹٥۳.٤۱c	۱۱۱.۰۳d	۳۳.۷۷b	۸۹.۹٥c	۷٤.٤۷a	۰.٥٤٥a	۱۳.۰۲c
	M15	۲۳۹۳.٥۳ab	۲۳.۲۸c	۱۰۲۸۰.۹۹ab	۱۱۷.۹۳bc	۳۳.۷b	۸۹.۹c	۷۲.۰۷ab	۰.٥٤۲ab	۱۲.٥۲b
	M20	۲٤۸۲.٤a	۲٤.۰٦b	۱۰۳۱۸.٦۷ab	۱۲۰.۷۸b	۳٤.۸a	۹۲.۳٥ab	۷٤.۳۲a	۰.٥۲۲bc	۱۲.۸۲b
	M25	۲٦۸۲.۱٦a	۲٥.٥۸a	۱۰٤۸۳.٤٦a	۱۲٦.٤۳a	۳٤.۹۲a	۹۳.٦a	۷۳.۷۷a	۰.٥۲۷cd	۱٤.۳a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ٥٪ براساس آزمون چند دامنه دانکن می باشد

Madhaiyan, M., B. Suresh Reddy, Anandham, M. Senthikumar, S. Poonguzhali, S. Sundaram and T. Sa. 2006a. Plant Growth- Promoting Methylobacterium Induces Defense Responses in Groundnut (*Arachis hypogaea L.*) Compared with Rot Pathogens. Current Micobiol. 53(4): 270-276.

McGiffen, M. and J.A. Manthey. 1996. The role of methanol in promoting plant growth: a current evaluation, Hortsci. 31: 1092-1096.

Madhaiyan, T., S. Poonguzhali, S.P. Sundaram and T. Sa. 2006b. A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane ethylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) and sugarcane (*Saccharum officinarum L.*). Env. Exp. Bot. 57: 168-176.

Makhdum, M.I., M.N.A Malik, S.U. Din, F. Ahmad and F.I. Chaudhry. 2002. Physilogical response of cotton to methanol foliar application. J. Res. (Sci.) 13: 37-43.

Mirakhori , M., F, Paknejad .2009. Effect of drought stress and methanol on yield and yield components of Soybean max (L17.) American Journal of Biochemistry and Biotechnology 5 (4): 162-169, 2009. ISSN 1553-3468© 2009 Science Publications

Mitchell, A.R., F.J. Crowe and M.D. Butler. 1994. Plant performance and water use of peppermint treated with methanol and glycine. J. Plant Nutr. 17: 1955-1962.

Nemecek-Marshall, M., R.C. MacDonald, J.J. Franzen, C.L. Wojciechowski and R. Fall. 1995. Methanol emission from leaves: enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development. Plant Physiol. 108: 1359-1368.

Nonomura, A.M.,and Benson, A.A. 1992. the path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89:9794-9798.

Paknejad,P.,M, Mirakhori.2009. Physiological Response of Soybean (*Glycine max*) to Foliar Application of Methanol Under Different Soil Moistures. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 4 (4): 311-318, 2009 ISSN 1557-4989© 2009 Science Publications

Ramberg, H.A., J.S.C., Bradley, J.S.C., Olson, J.N. Nishio, J. Markwell and J.C.

Refrences:

Bhattacharya, S., N.C. Bhattacharya and B.B. Bhatnagar. 1985. Effect of ethanol, methanol and acetone on rooting etiolatd cuttings of Vigna radiate in presence of sucrose and auxin. Ann. Bot. 55: 143-145.

Downie, A., S. Miyazaki, H. Bohnert, P. John, J. Coleman, M. Parry and R. Haslam. 2004. Expression profiling of the response of orabidopsis thaliana to methanol stimulation. Phytochem. 65: 2305-2316.

Douce, R. and M. Neuburger. 2003. Biochemical dissection of photorespiration. Current Opin. Plant Biol. 2:214-222.

4-Fall, R and A.A. Benson. 1996. Leaf methanol, The simplest natural product from plants. Trends Plant Sci. 1: 296-301.

Faver,K.L. and T.J. Gerik. 1996. Foliar-applied methanol effects on cotton (*gossypium hirsutum L.*) gas exchange and growth. Field Crop Res. 47: 227-234.

Gout, E., S. Aubert, R. Bligny, F. Rebeille and A.r. Nonomura. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiol. 123: 287-296.

Hansen, L.D., M.S. Hopkin, D.R. Rank, T.S. Anekonda, R.W. Breidenbach and R.S. Criddle. 1994. The relation between plant growth and respiration: A thermodynamic model. Planta. 194: 77-85.

Hemming, D. and R. Criddle. 1995. Effects of methanol on plant respiration. J. Plant Physiol. 146: 193-198.

I.Nadali., F, Paknejad .2009. Effect of different methanol spraying levels on yield and quantitative traits in sugar beet(*Beta Vulgaris L.*) American Journal of Biochemistry and Biotechnology 5 (4): 89-97, 2009. ISSN 1553-3468© 2009 Science Publications

Kotzabasis, K., A. Hatziathanasiou, M.V. Bengoa- Ruigomez, M. Kentouri and P. Divanach. 1999. Methanol as alternative carbon source for quicker efficient production of the microalgae Chlorella minutissima: role of the concentration and frequence of administraion. J. Biotechnol. 70: 357-362.

Lee,y,j and A.K. Siyuombano.1995. Effect of methanol on soybeen photosynthesis and chlorophyll.j.plantnutr.,18:1875-1880

Archive of SID

www.SID.ir

Osterman. 2002. The role of methanol in promoting plant growth: An update. Rev. Plant Biochem. Biotechnol 1:113-126.

Ramirez, I.,F. Dorta, V. Espinoza, E. Jimenez, A. Mercado and H. Pen a – Cortes. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco and tomato plants. J. Plant Growth Regul. 25: 30-44.

Safarzade Vishgahi M.N, G.H. Normohamadi, E. Majidi Haravan, B. rabiei. 2005. Effect of methanol on peanut Growth and Yield *(Arachishy pogaea L.*). J. Agric. Sci, 2005: 103-188

Theodoridou, A., D. Dornemann and K. Kotzabasis. 2002. Light dependent induction of strongly increased microalgal growth methanol. Biochim. Biophys. Acta. 1573: 189-198.

Zbiec, L., S. Karczmarczyk and C. Podsiadlo. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Elec. J. Polish Agri. Univer., Agronomy. 6(1): 1-7.

Archive of SID

www.SID.ir