

اثر متانول بر راندمان مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ مطلوب در چغندر

قند (*Beta vulgaris*)

Effect of methanol on radiation use efficiency and coefficient extinction of Sugar beet (*Beta vulgaris*)

ایمان نادعلی^۱، فرزاد پاک نژاد^۲، منوچهر جم نژاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۱۴

چکیده

به منظور بررسی پاسخ راندمان مصرف نور و ضریب استهلاک نوری به محلول پاشی متانول در چغندر قند آزمایشی با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در اردیبهشت سال ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت کرج به اجراء درآمد. فاکتور محلول پاشی متانول با ۶ سطح، شاهد (بدون محلول پاشی) ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول بود که به هر کدام از سطوح ۲ گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. محلول پاشی ۳ بار طی فصل رشد گیاه و با فواصل ۱۴ روزه اعمال شد. در طول دوره‌ی تحقیق با احتساب برداشت نهائی ۶ بار نمونه برداری ماده خشک انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین سطوح مختلف متانول و شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد در راندمان مصرف نور وجود دارد. بیشترین راندمان مصرف نور متعلق به سطح ۲۱ درصد حجمی متانول بود. همچنین حداقل شاخص سطح برگ که در آن بیشترین سرعت رشد محصول بدست آمد (شاخص سطح برگ مطلوب) مربوط به سطح ۲۱ درصد حجمی متانول بود. مقدار ضریب استهلاک نوری نیز در سطح ۲۱ درصد در مقایسه با دیگر سطوح کاهش نشان داد ولی اختلاف معنی‌داری بین سطوح مخلف متانول و شاهد وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، متانول، راندمان مصرف نور، ضریب استهلاک نوری، شاخص سطح برگ مطلوب.

۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، ایران

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران

مکاتبه کننده: imnadali@lymani.com

مقدمه

دریافت تشعشع خورشیدی توسط گیاهان و مصرف آن در تولید زیست توده‌ی گیاهان نشان دهنده‌ی فرایندهای بنیادینی است که رشد و عملکرد گیاهان زراعی را کنترل می‌کند (حمایتی و همکاران، ۱۳۸۷). راندمان مصرف نور یک راهکار مؤثر و کارا برای کمی کردن تجمع ماده خشک است و به‌صورت افزایش ماده خشک به ازای جذب هر واحد تابش فعال فتوسنتزی تعریف می‌شود و اغلب بصورت شیب رگرسیونی خطی زیست توده در مقابل تابش جذب شده تجمعی محاسبه می‌شود (Kiniry et al., 1999). چغندر از نظر ژنتیکی از جمله گیاهانی است که بازده استفاده از نور خیلی بالائی دارد و از این نظر به گیاهان زراعی دیگر برتری دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۸). رشد و عملکرد چغندر قند بر مقدار نور دریافتی جذب شده توسط سایه انداز گیاه و همچنین کارائی تبدیل آن به ماده خشک بستگی دارد (Werker et al., 1998) این گیاه همچنین برای تجمع قند در ریشه نیز احتیاج به نور فراوان دارد (کوچکی و همکاران ۱۳۶۸). بنابراین میزان نور جذب شده توسط گیاه در طی فصل رشد مشخص کننده ترین عامل تولید ماده خشک است (Hughes et al., 1987). راندمان مصرف نور در چغندر قند به‌طور میانگین ۱/۷۲ گرم بر مگاژول و ضریب تبدیل نور به قند برابر ۰/۹۷ گرم بر مگاژول می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۷۷). دریافت و تبدیل تشعشع توسط ویژگی‌های تاج پوشش از قبیل توسعه‌ی سطح برگ، آرایش و توزیع عمودی برگ‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند. ویژگی‌های تاج پوشش خود توسط عوامل مدیریتی تحت تأثیر قرار گیرد (De Wit, 1965). شرایطی نظیر میزان تابش، کمبود آب، تنش مواد غذایی، بیماری‌ها و دمای کم عامل تغییرات راندمان مصرف نور می‌باشد (O'Connel et al., 2004). از طریق بررسی الگوی دریافت تشعشع توسط سایه انداز گیاه طی دوره‌ی رشد

می‌توان کاهش عملکرد ناشی از وقوع تنش‌های محیطی را تبیین کرد (Zanetti et al., 1999). با افزایش در ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها از طریق افزایش میزان سطوح دی اکسید کربن احتمالاً می‌توان راندمان مصرف نور را افزایش داد (Sheehy et al., 2000). اخیراً محققان به دنبال ترکیباتی هستند که بتواند سبب افزایش غلظت دی کسید کربن در گیاهان و موجب تثبیت عملکرد در آن‌ها شود (صفر زاد و بیشکائی، ۱۳۸۶). یکی از راهکارهای افزایش غلظت دی کسید کربن در گیاهان استفاده از ترکیباتی نظیر متانول اتانول، پروپانول، بوتانول و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامات و اسپاراتات می‌باشد. در آزمایشی متانول سبب افزایش کارائی مصرف نور در بادام‌زمینی شد (صفر زاد و بیشکائی، ۱۳۸۶). بر طبق گزارش‌ها ریچتر و همکاران (۲۰۰۶) دو برابر شدن غلظت دی اکسید کربن سبب افزایش خطی کارائی مصرف نور تا ۳۰٪ می‌شود. افزایش غلظت متانول در بافت‌های گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می‌گذارد و همچنین با تحریک ژن پکتین متیل استراز سبب بزرگ شدن برگ می‌شود. این ژن سبب دسترسی بیشتر گیاه به کلسیم به‌منظور افزایش سطح برگ می‌شود. (گوت و همکاران، ۲۰۰۰ و رامیرز و همکاران، ۲۰۰۴). روی برگ اکثر گیاهان باکتری‌هایی همزیست بنام باکتری‌های متیلوتروفیک زندگی می‌کنند. این باکتری‌ها در ازای دریافت متانول که از برگ گیاه خارج می‌شود پیش ماده ساخت بعضی از هورمون‌ها مانند اکسین و سایتوکینین را که در رشد و توسعه‌ی برگ‌ها نقش مهمی دارند را در اختیار گیاه قرار می‌دهد و این باکتری‌ها بر متابولیسم نیتروژن در گیاهان نیز از طریق تولید اوره آ باکتریایی در ارتباط می‌باشند، بنابراین در گیاهان محلول پاشی شده با متانول آسیمیلیاسیون نیتروژن افزایش می‌یابد (آباندا و همکاران، ۲۰۰۶). طبق گزارشات شی‌های (۲۰۰۰) راندمان مصرف نور به مقدار زیادی نیازمند آسیمیلیاسیون نیتروژن در گیاه

اثر متانول بر راندمان مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ مطلوب در چغندر قند

نور از ۲/۷۵ به ۱/۵ گرم بر مگاژول کاهش یافت. اگرچه تراکم‌های بالای گیاهی به سود پوشش سریع زمین و به حداکثر رسیدن دریافت نور در اوایل فصل رشد است، ولی از سوی دیگر واژه‌ای بنام سطح برگ مطلوب وجود دارد که در آن برخی برگ‌ها چنان توسط دیگران سایه‌دار می‌شوند که تثبیت کربن فتوسنتزی در آن‌ها ناچیز بوده و سبب افزایش هزینه تنفس گیاه می‌شود. در واقع در این شرایط برگ‌های جوان از مواد فتوسنتزی ساخته شده توسط برگ‌های دیگر استفاده می‌کنند. در این شرایط با افزایش شاخص سطح برگ و افزایش سایه اندازی سرعت رشد محصول (CGR) کاهش می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۸). شاخص سطح برگ مطلوب بر اساس عوامل خاکی، اقلیمی و گیاهی تغییر می‌کند. در عین حال مقادیر مختلفی برای آن گزارش شده است. برای مثال سویا ۳/۲، ذرت ۵، گندم ۶ تا ۸/۸ (Yushida, 1981).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (واقع در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا) انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. بافت خاک لومی رسی با $\text{PH} = 7/6$ و شوری در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک برابر $5/55$ (ds/m) بود. تیمارهای مورد بررسی شامل تیمار محلول‌پاشی متانول با ۶ سطح، شاهد (بدون مصرف متانول)، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول که به هر کدام از محلول‌ها ۲ گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. کرت‌های مربوط به تیمار شاهد (بدون مصرف متانول) نیز در هنگام محلول‌پاشی با آب محلول‌پاشی شدند. محلول‌پاشی روی اندام هوایی ۳ بار طی فصل شد و با فواصل ۱۴ روزه انجام شد. اولین محلول‌پاشی در ۲۵ تیرماه انجام شد. زمان محلول‌پاشی ۱۷ تا ۱۹ بعد از

است. با افزایش مقدار نیتروژن به‌طور قابل توجهی اندازه و تعداد برگ‌ها افزایش می‌یابد و تا حدود زیادی سبب افزایش مقدار نور جذب شده می‌شود (کوک و اسکات، ۱۹۹۳). در آزمایشی که توسط گوهری (۱۳۷۵) در کرج انجام شد مشخص شد نیتروژن سبب افزایش سطح برگ گیاه چغندر قند می‌شود. کوک و همکاران نیز مشاهده کردند (۱۹۹۳) شاخص سطح برگ همبستگی بالایی با عملکرد ریشه در گیاه چغندر قند دارد. از عوامل مهم دیگر در افزایش راندمان مصرف نور تأخیر در پیری برگه است، متانول با ممانعت از تولید اتیلن در گیاه سبب افزایش دوره‌ی فعال فتوسنتزی با تأخیر در پیری برگ‌ها می‌شود (Heins et al., 1980). اختلاف در ساختار تاج پوشش گیاه به‌وسیله‌ی ضریب استهلاک نوری (K) در قانون لامبرت-بیر شرح داده می‌شود. ضریب استهلاک نوری (K) نشانگر نرخ کاهش نور در جامعه‌ی گیاهی است. برخی از محققان با رگرسیون گیری لگاریتمی از مقدار نور عبور کرده نسبت به شاخص سطح برگ توانستند ضریب استهلاک نوری را تعیین کنند (Jahansooz, 1999).

مقدار کمتر از ۱ ضریب استهلاک نوری بیانگر برگ‌های عمودی‌تر با پراکنش فشرده‌تر و مقدار بالای ۱ بیانگر برگ‌های افقی در سایه انداز گیاه می‌باشد (Jones et al., 1992). کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ‌های عمودی‌تر) برای اجازه نفوذ نور به داخل کانوپی و برخورد نور به برگ‌های بیشتر در مقادیر کم تابش باعث افزایش سرعت تبادل کربن می‌شود. این عامل باعث افزایش راندمان مصرف نور در گیاهانی که منبع در آن‌ها محدود است خواهد داشت (Richards, 2000). ضریب استهلاک نوری به زاویه تابش، زاویه برگ، و وضعیت قرار گرفتن آن‌ها بستگی دارد و این عامل نقش مهمی در استفاده بهینه از نور دارد (De Wit, 1965). بل و همکاران (۱۹۹۱) مشاهده کردند با افزایش ضریب استهلاک نوری از ۰/۳ به ۱ در بادام‌زمینی کارایی مصرف

در نظر گرفته شد (Hammer et al., 2000). نور ورودی به کانوپی در ارتفاع ۱/۵ متری بالای سایه اندازه گیری شد. تشعشع ورودی روزانه با استفاده از رابطه‌ی آنگستروم و با کمک داده‌های به دست آمده از ایستگاه هواشناسی شبیه سازی و ۴۵٪ تشعشع ورودی روزانه به عنوان طیف مرئی ورودی در نظر گرفته شد. سپس تشعشع جذب شده در هر مرحله نیز از حاصل ضرب PAR ورودی در درصد نور جذب شده در هر مرحله از نمونه گیری به دست آمد و در نهایت مقدار تشعشع کل جذب شده در هر مرحله به صورت تجمعی محاسبه گردید. راندمان مصرف نور از طریق محاسبه‌ی شیب خط رگرسیون بین ماده‌ی خشک کل (گرم بر متر مربع) و تشعشع تجمعی (مگازول بر متر مربع) برآورد شد (Rosati et al., 2004). برای به دست آوردن راندمان مصرف نور مقدار ضریب استهلاک نوری نیز اهمیت دارد. از طریق داشتن شاخص سطح برگ و همچنین نور بالا و پایین کانوپی ضریب استهلاک نوری با رگرسیون گیری از لگاریتم طبیعی مقدار نور عبور کرده (I/I0) در مقابل شاخص سطح برگ به دست آمد (جهانسوز ۱۹۹۹).

$$I_i/I_0 = e^{-K*LAI}$$

I_i = نور خورشید در قسمت پایین سایه اندازه

I_0 = نور خورشید در بالای سایه اندازه

K = ضریب استهلاک نوری

LAI = شاخص سطح برگ

e = پایه لگاریتمی طبیعی برابر ۲/۷۱۸۲۸

زمان رسیدن به شاخص سطح برگ مطلوب نیز از طریق مشتق گرفتن معادله‌ی سرعت رشد محصول به دست آمد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۱ راندمان مصرف نور بین سطوح مختلف متانول و تیمار شاهد در سطح ۱٪ معنی دار بود و دامنه‌ی آن بین ۱/۳۹ تا ۲ گرم بر مگازول بود (جدول ۲ و

ظهر بود. محلول پاشی بوته‌ها تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول مورد استفاده از روی گیاه ادامه یافت. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۲۰ سانتیمتر بود. تراکم در هر کرت ۱۰ بوته در متر مربع بود. در پائیز جهت تهیه بستر کاشت نسبت به شخم عمیق اقدام گردید. در ادامه عملیات کشاورزی زمین در بهار نسبت به اجرای شخم سبک، دیسک و تسطیح و خط کشی اقدام گردید. کود نیتروژن در دو قسمت یک نوبت هم‌زمان با کاشت و نوبت بعدی پس از تنک و وجین و استقرار کامل بوته‌ها (مرحله ۶ برگی) در مزرعه مورد استفاده قرار گرفت. مقدار کل مصرف کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره بود. همچنین هم‌زمان با کاشت ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به زمین داده شد. آبیاری به صورت نشتی و زمان کاشت بذر ۱۵ اردیبهشت بود. طی دوره‌ی رشد ۶ بار نمونه برداری با توجه به شرایط مزرعه و رطوبت خاک به فاصله‌ی تقریبی دو هفته یکبار انجام شد. با صرف نظر کردن از نیم متر از ابتدای هر خط و در نظر گرفتن یک خط از طرفین جهت حذف اثر حاشیه‌ای نمونه گیری به صورت تخریبی از خطوط دو و سه و در سطح ۸۰ سانتیمتر روی خط (۴ بوته) در سه تکرار صورت گرفت. برداشت نهایی نیز در اواخر آبان ماه ۱۳۹۲ از خطوط چهار و پنج هر کرت و با صرف نظر کردن از یک متر از هر خط کاشت در سطح ۴/۸ متر مربع انجام شد. برای تعیین راندمان مصرف نور، در ساعات آفتابی (ساعات ۱۲ تا ۱۴) اندازه گیری تشعشعات خورشیدی در محدوده‌ی طیف PAR توسط دستگاه سطح برگ سنج (Accu Par Lp Model 80) که به طور هم‌زمان نور بالا و پائین کانوپی را نشان می‌داد استفاده شد. به همراه شاخص سطح برگ تشعشعات بالا و پایین پوشش گیاهی در چهار نقطه از هر کرت به طور تصادفی اندازه گیری و میانگین آن‌ها به عنوان تشعشع دریافتی در محدوده‌ی طیف PAR برای هر کرت

اثر متانول بر راندمان مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ مطلوب در چغندر قند

متانول سبب افزایش متابولیسم نیتروژن در گیاهان می شود و این متابولیسم با افزایش شاخص سطح برگ و افزایش مقدار کلروفیل باعث افزایش راندمان مصرف نور در گیاهان تیمار شده می شود (Sheehy *et al.*, 2000).

برای به حداکثر رسیدن سرعت رشد محصول (CGR) می بایستی میزان کافی نور در جامعه ی گیاهی وجود داشته باشد تا بیشترین نور را دریافت کند. فتوستتیز خود سبب افزایش شاخص سطح برگ می شود. بدین لحاظ شاخص سطح برگ مطلوب و حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) نیز به طور هم زمان حادث می گردد (خواجه پور، ۱۳۷۷).

سطح ۱۴٪ نسبت به سطح ۲۱٪ حجمی متانول شاخص سطح برگ بیشتری داشت اما در شاخص سطح برگ مطلوبی قضیه عکس بود یعنی سطح ۲۱٪ حجمی متانول توانسته بود در حداقل شاخص سطح برگ در مقایسه با سطح ۱۴٪ بیشترین سرعت رشد محصول را داشته باشد. نقطه ای که شاخص سطح برگ به حدی رسد که مقدار جذب تشعشع خورشیدی به حداکثر برسد سرعت رشد محصول نیز در حداکثر است. این نقطه همان شاخص سطح برگ مطلوب است (خواجه پور، ۱۳۷۷). بنابراین سطح ۲۱٪ حجمی متانول توانسته در مقایسه با سطح ۱۴٪ با شاخص سطح برگ کمتری به بیشترین مقدار جذب نور و در نتیجه بیشترین سرعت رشد محصول دست یابد. این بیانگر کارایی فتوستتیزی بیشتر در گیاه است که به علت توزیع مناسب برگ هاست (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۸). از دیگر دلایل این امر می تواند به علت کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ های عمودی تر) در سطح ۲۱٪ حجمی متانول باشد. سطح ۲۱٪ حجمی متانول در شاخص سطح برگ ۴/۷۳ توانسته به بیشترین مقدار سرعت رشد محصول در بین سطوح دیگر دست پیدا کند (شکل ۲). طبق گزارش ناگسوارائو (۱۹۹۲) تیپ رشدی ایستاده و عمودی برگ در بادام زمینی شاخص سطح برگ بیشتری داشت و اشعه ی

۳) که بیشترین مقدار آن متعلق به سطح ۲۱٪ حجمی متانول بود که به نسبت کمترین مقدار یعنی سطح شاهد، افزایش ۴۳ درصدی داشت. افزایش غلظت متانول در بافت گیاهی بر راندمان تبدیل کربن اثر مثبت می گذارد و متانول به عنوان منبع کربن در گیاه و همچنین با کاهش تنفس نوری در گیاه سبب افزایش عملکرد در گیاهان می شود (گوت و همکاران، ۲۰۰۰ و نانومورا و بنسون، ۱۹۹۴).

راندمان مصرف نور بیشتر در سطح ۲۱٪ حجمی، نشان دهنده ی این موضوع است که گیاه در این سطح در تبدیل نور به ماده ی خشک بهتر عمل کرده و از یک واحد نور مقدار بیشتری ماده خشک تولید کرده است. بنابراین می توان گفت یکی از دلایل افزایش عملکرد ریشه در این سطح همین افزایش راندمان مصرف نور است (جدول ۳). با اینکه سطح ۲۱٪ به نسبت سطح ۱۴٪ حجمی متانول شاخص سطح برگ (شکل ۱) کمتری داشت اما راندمان مصرف نور آن افزایش نشان داد. علت این امر احتمالاً کم بودن ضریب استهلاک نوری این سطح به نسبت سطح ۱۴٪ باشد.

کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ های عمودی تر) اجازه نفوذ نور بیشتری را به داخل سایه انداز گیاه می دهد و این عامل باعث افزایش راندمان مصرف نور می شود (Kiniry *et al.*, 2004). تیمار شاهد در مقایسه با سطوح محلول پاشی شده کمترین مقدار راندمان مصرف نور را داشت که احتمالاً دلیل این کاهش پایین بودن شاخص سطح برگ آن بوده است (شکل ۱). طبق جدول ۳ تیمار شاهد کمترین مقدار عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید را دارد بنابراین می توان علت این افت را پایین بودن راندمان مصرف نور که خود بر اثر بسته نشدن کامل سایه انداز گیاه ایجاد شده دانست.

در آزمایشی که در گراس های ۴ کربنه انجام شد مشخص شد شاخص سطح برگ بالا و ضریب استهلاک نوری کم سبب باعث افزایش راندمان مصرف نور می شود (Kiniry *et al.*, 2004). همان طور که قبلاً ذکر شد

است (جدول ۳). تیمار شاهد در روز ۱۰۷ پس از کاشت به شاخص سطح برگ مطلوب رسیده و در مقایسه با دیگر سطوح زودتر به شاخص سطح برگ مطلوب رسیده است (جدول ۳). یکی از خواص متانول ویژگی آن در خنک کردن اجسام است. بنابراین می‌توان گفت تیمار شاهد به علت اینکه تحت تنش گرمایی بوده زودتر به شاخص سطح برگ مطلوب رسیده است زیرا تحت شرایط تنش گیاه برای فرار از این شرایط دوره‌ی رشد خود را با سرعت بیشتری طی می‌کند که این شرایط سبب کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود (Turner, 1986a,b).

هنگامی که گیاه زود به شاخص سطح برگ مطلوب برسد یعنی برگ‌های جوان در سایه‌ی برگ‌های پیر قرار گرفته‌اند و از آن زمان به بعد به‌عنوان انگل فعالیت می‌کنند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۸). سطوح ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی متانول دیرتر از بقیه سطوح به شاخص سطح برگ مطلوب رسیدند، در واقع با توجه به کارا بودن ساختار کانوپی در این دو سطح زمان رسیدن به شاخص سطح برگ مطلوب یک روز بیشتر از دیگر سطوح بود که این خود عاملی مهم در افزایش راندمان مصرف نور بود. بنابراین می‌توان گفت یکی از دلایل افزایش عملکرد ریشه در آن‌ها این مسئله بوده است (شکل ۱). احتمالاً متانول سبب تغییراتی در ساختار کانوپی گیاه شده است به صورتی که توانسته با خاصیت ضد تنشی خود فرصت بیشتری را برای افزایش شاخص سطح برگ به گیاه بدهد و با وجود افزایش شاخص سطح برگ در مقایسه با شاهد دیرتر به شاخص سطح برگ مطلوب برسد. شاید یکی از خواص ضد تنشی متانول اثر آن بر زاویه برگ‌ها می‌باشد که با عمودی کردن برگ‌ها باعث کاهش بار حرارتی برگ و در نتیجه به تعویق افتادن زمان رسیدن به شاخص سطح برگ مطلوب می‌شود.

خورشید را با راندمان بیشتری استفاده کرد. اما سطح ۱۴٪ با شاخص سطح برگ بیشتر (شکل ۱)، سرعت رشد محصول و راندمان مصرف نور کمتری در مقایسه با سطح ۲۱٪ حجمی متانول داشت (جدول ۳). بنابراین می‌توان علت این امر را که سطح ۱۴٪ با شاخص سطح برگ بیشتر راندمان مصرف نور کمتری به نسبت سطح ۲۱٪ داشته است را احتمالاً همین شاخص سطح برگ مطلوب دانست چون افزایش شاخص سطح برگ بیش از اندازه در گیاه سبب سایه اندازی بیشتر گیاهان روی هم می‌شود و سبب می‌شود برگ‌های جوان به‌صورت انگل برگ‌های پیرتر تبدیل شوند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۸).

ساختار تاج پوشش بخصوص آرایش برگ‌ها و شاخص سطح برگ گیاه از عوامل تعیین‌کننده‌ی ضریب استهلاک نوری است (Goudriaan, 1988). همان‌طور که در جدول ۱ می‌بینیم بین سطوح مختلف متانول و شاهد در ضریب استهلاک نوری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و سطح ۱۴٪ حجمی متانول ضریب استهلاک نوری بیشتری نیز بین سطوح مختلف داشت (جدول ۲ و ۳). بنابراین این انتظار وجود دارد که باید راندمان مصرف نور کمتری نیز داشته باشد اما این‌طور نیست و بعد از سطح ۲۱٪ حجمی متانول در مرتبه‌ی دوم قرار گرفته است. علت افزایش ضریب استهلاک نوری این سطح با توجه به زیاد بودن شاخص سطح برگ در مقایسه با دیگر سطوح احتمالاً سایه اندازی بیشتر برگ‌ها در ابتدای رشد و بعد از آن به دلیل پیری برگ‌ها و کاهش سطح برگ در اواخر دوره رشد بوده است (فتحی و همکاران، ۱۳۷۹).

همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینیم شاخص سطح برگ سطح ۱۴٪ حجمی متانول تا روز ۱۲۰ در بین دیگر سطوح در بالاترین سطح بود اما از آنجا به بعد با شیب بیشتری نزول کرده است، لذا از روز ۱۲۰ به بعد دوام سطح برگ در این سطح کاهش داشته است و احتمالاً یکی از دلایل کم بودن عملکرد ریشه آن در مقایسه با سطح ۲۱٪ همین موضوع

اثر متانول بر راندمان مصرف نور ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ مطلوب در چغندر قند

جدول ۱: تجزیه واریانس راندمان مصرف نور ، ضریب استهلاک نوری ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید در پاسخ به محلول پاشی متانول

Table 1. Analysis of variance for radiation use efficiency, coefficient extinction, sugar yield and white sugar yield in respond to foliar application of methanol

		میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییر sov	درجه آزادی df	عملکرد شکر سفید white sugar yield	عملکرد ریشه root yield	ضریب استهلاک نوری extinction coefficient	راندمان مصرف نور radiation use efficiency
تکرار Rep	۲	۶/۹۵	۸۳۰/۷**	۰/۰۰۵۰۷۶ ns	۰/۰۱۹۳۵۲ns
متانول Methanol	۵	۲/۱۲	۱۸۷/۴۸**	۰/۰۰۲۸۹۶۸ ns	۰/۵۰۲۳۲**
خطای آزمایشی Error	۱۰	۰/۲۸۸	۲۵/۵۳	۰/۰۰۲۹۰۷۲	۰/۰۴۸۶۳
ضریب تغییرات (%) CV	-	۶/۲۲	۶/۱۱	۱۰/۵۶	۱۲/۴۸

ns, **: Non-significant and significant 1% level of probability, respectively

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح ۱٪

جدول ۲: مقایسه میانگین راندمان مصرف نور، ضریب استهلاک نوری، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید در پاسخ به محلول پاشی متانول

Table 2. Comparisons of means for radiation use efficiency, coefficient extinction, sugar yield and white sugar yield in respond to foliar application of methanol

تیمار Treatment	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) White Sugar yield(ton/ha)	عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield(ton/ha)	راندمان مصرف نور (گرم بر مگاژول) RUE(gr/mj)	ضریب استهلاک نوری Extinction coefficient
متانول (درصد حجمی)				
شاهد (بدون محلول پاشی)	۷/۱۹۵b	۷۰/۵۴c	۱/۳۹c	۰/۴۷a
۷٪ حجمی متانول	۹/۰۷a	۸۳/۸ab	۱/۷۳ab	۰/۴۶ a
۱۴٪ حجمی متانول	۹/۲۸a	۸۹/۳ab	۱/۷۴ab	۰/۵۱ a
۲۱٪ حجمی متانول	۹/۲۱a	۹۲/۳a	۲a	۰/۴۵ a
۲۸٪ حجمی متانول	۹/۰۲۱a	۸۱/۹abc	۱/۶۶ab	۰/۴۵ a
۳۵٪ حجمی متانول	۸/۰۲۲ab	۷۷/۷bc	۱/۶b	۰/۴۷ a
LSD(۱٪)	۱/۳۹	۱۳/۰۷۷	۰/۵۷۰۷	۰/۱۳۹۵

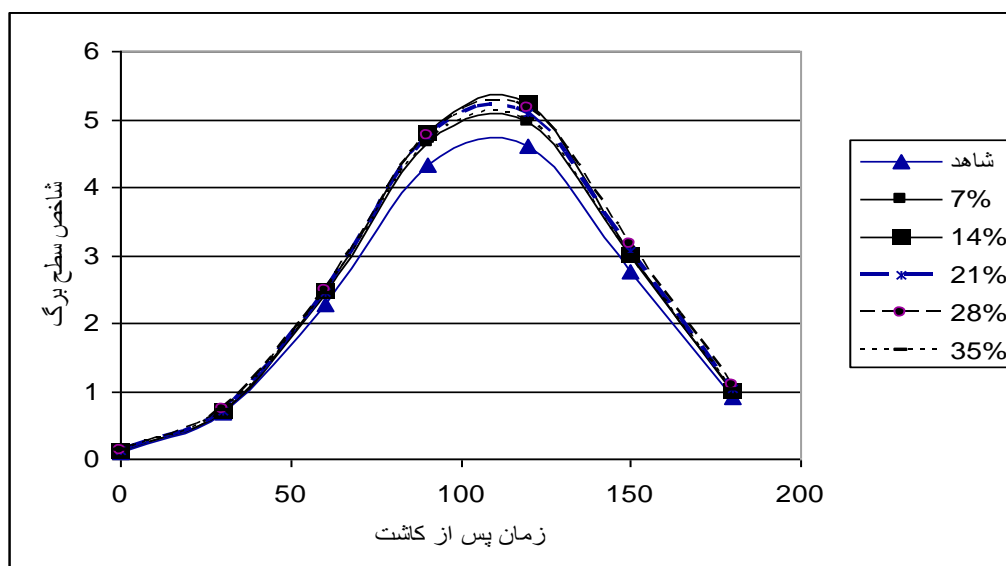
حروف مشابه نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد. Mean with the same letters in each column have not significant differences at the 1% probability level

اثر متانول بر راندمان مصرف نور ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ مطلوب در چغندر قند

جدول ۳: شاخص سطح برگ مطلوب ، سرعت رشد محصول ، زمان رسیدن به شاخص سطح برگ مطلوب ، راندمان مصرف نور ، ضریب استهلاک نوری ، عملکرد ریشه و شکر سفید در پاسخ به محلول پاشی متانول

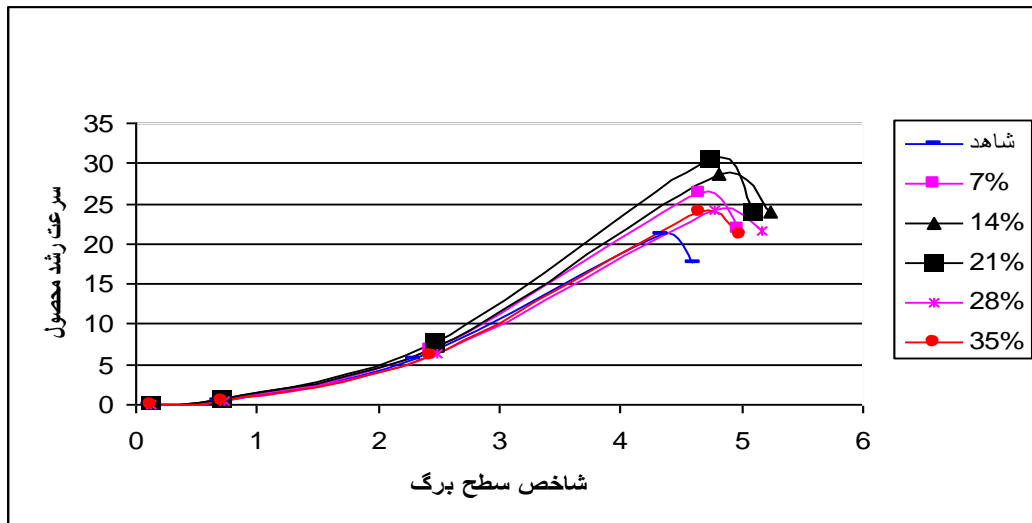
Table 3. Optimum leaf area index, CGR, time of reaching to optimum leaf area index, RUE, K, root yield and white sugar yield in respond to methanol

تیمار treatment	شاخص سطح برگ مطلوب (OLAI)	حداکثر سرعت رشد محصول (CGR)	زمان رسیدن به شاخص سطح برگ مطلوب Time to OLAI	راندمان مصرف نور (RUE)	ضریب استهلاک نوری (K)	عملکرد ریشه (RY)	عملکرد شکر (WSY)
	-	(گرم بر متر مربع در روز)	روز	(گرم بر مگاژول)	-	تن در هکتار	تن در هکتار
متانول (درصد حجمی)							
شاهد	۴/۳۲	۲۱/۰۷	۱۰۷	۱/۳۹	۰/۴۷	۷۰/۵۴	۷/۱۹۵
۷٪ حجمی	۴/۶۵	۲۶/۲۷	۱۰۸	۱/۷۳	۰/۴۶	۸۳/۸	۹/۰۷
۱۴٪ حجمی	۴/۸۱	۲۸/۷۷	۱۰۹	۱/۷۴	۰/۵۱	۸۹/۳	۹/۲۸
۲۱٪ حجمی	۴/۷۳	۳۰/۴۵	۱۰۹	۲	۰/۴۵۴	۹۲/۳	۹/۲۱
۲۸٪ حجمی	۴/۷۶	۲۴/۲۹	۱۰۸	۱/۶۶	۰/۴۵۸	۸۱/۹	۹/۰۲۱
۳۵٪ حجمی	۴/۶۵	۲۳/۹۱	۱۰۸	۱/۶	۰/۴۷	۷۷/۷	۹/۰۲۲



شکل ۱: شاخص سطح برگ تحت تیمار محلول پاشی متانول

Figure 1: leaf area index under foliar application of methanol



شکل ۲: شاخص سطح برگ مطلوب تحت تیمار متانول

Figure 2: optimum leaf area index under foliar application of methanol

References

منابع

- بی نام ، ر. ۱۳۷۷. چغندر قند از علم تا عمل (ترجمه) نشر علوم کشاورزی صفحه ۶۵۶.
- پاک نژاد، ف. مجیدی هروان، ا. نورمحمدی، ق. سیادت، ع. وزان، سعید. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل، محتوای کلروفیل و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم. جلد ۱-۳۷، شماره ۳، حمایتی، س.، کاشانی، ع.، فتح الله طالقانی، د.، نورمحمدی، ق.، سیادت، ع.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و رقم روی مؤلفه های دریافت تشعشع خورشیدی در چغندر قند الف- دریافت تشعشع خورشیدی و ضریب استهلاک نوری. مجله ی چغندر قند ۲۴(۱): صفحه ی ۲۳-۴۲.
- خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۷. اصول و مبانی زراعت (نگارش دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- صباغ پور، ح. ۱۳۸۵. شاخص ها و مکانیزم های مقاومت به تنش خشکی در گیاهان. کمیته ملی خشکی و خشک سالی معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی.
- صفر زاد ویشکایی، م ن. ۱۳۸۶. اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی. پایان نامه دکترا. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.
- فتحی، ق.، عالمی، س.، مشهدی، ع. ۱۳۷۹. تأثیر الگوی کاشت و تراکم بر ضریب استهلاک نوری در جامعه ی گیاهی ذرت شیرین. ششمین کنگره ی زراعت و اصلاح نباتات ایران بابلسر.
- کوچکی، ع.، سرمد نیا، غ. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.
- کوک دی. ا. و. اسکات. آر کی. ۱۹۹۳. چغندر قند از علم تا عمل (ترجمه). اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات چغندر قند. نشر علوم کشاورزی.
- گوهری، ج.، یوسف آبادی، و.، روحی، ا.، طالقانی، د.، شرقی، ه.، اوراتا، آ. ۱۳۷۵. بررسی اثر زیر شکنی و کود نیتروژن بر روی توسعه ی ریشه و تغییرات کمی و کیفی محصول چغندر قند. گزارش پژوهشی موسسه ی تحقیقات چغندر قند کرج.

Abanda-Nkpwatt, D., Musch, M., Tschiersch, J. Boettne, M., Schawb, W. 2006. Molecular interaction between *Methylobacterium extorquens* and seedling: growth promotion, methanol consumption. And localization of the methanol emission site. J. Exp. Bot. 57(15): 4025-4032.

Begg, J. E. 1980. Morphological adaptation of leaves to water stress .pp 33-42

Bell, M. J., Harch, G. 1991. Effect of photoperiod on reproductive development of peanut in a cool sub-tropical environment. I. Field studies. Aust. J. Agric. Res. 42:1133-1149.

- Black, C. ong, C. 2000.** Utilization of light and water in tropical agriculture. Agricultural and forest meteorology, 104:25-47.
- Boyer, J.S. 1987.** Plant productivity and environments sciense to low water potential. Agric. Water Manage. 7:239-248.
- De Wit, C. T. 1965.** Photosynthesis of leave canopies. Agricultural research report, 663. Pudoc, Wageningen, 57pp.
- Goudriaan, J. 1988.** The bare bonesof leave angle distribution in radiation models for canopy photosynthesis and energy exchange. Agricultural and forest meteorology, 34: 155-169.
- Gout, E., Aubert, S., Blingy, R., Rebeille, F., Nonomura, A.R. 2000.** Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant physiol. 123: 287-296.
- Gupta, S.N., Dahiya, B.S., Malik, B.P.S., and Bishnoi, N.R.1995.** Response of chickpea to water deficits and drought stress.Haryana agricultural university journal of research 25(1.2):11-19.
- Hammer, G.L., Wright, G. C. 2000.** A theoretical analysis of nitrogen and radiation effects on radiation use efficiency in peanut. Australian J. Agri. Res. 45(3): 575-589.
- Heins, R., 1980.**Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105(1), 141-144.
- Hughes, G., Keating, JDH.1987.** Solar radiation interception and utilization by chickpea crops in northern Syria journal of agriculture science Cambridge 1084:419-424
- Jahansooz MR.1999.** Wheat-chickpea yields performance, competition and resource use in intercropping under rainfed condition of south Australia PH.D. Thesis the University of Adelaide.
- Jones, J.W., Zur, B. , Bennet, J.M. 1986.**Interactive effects of water and nitrogen stresses on carbon and water vapor exchange of corn canopies. Agic. For. Meteorol. 38:113-126.
- Jones, H. G. 1992.** Plants and microclimate, 2nd edition. A quantitative approach to environment plant physiology.Cambridge University press, Cambridge.
- Kiniry, J. R., Simpson, C. R., Schubert, A. M., Reed, J. D. 2004.** Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. Field Crops Research, Article in press.

اثر متانول بر راندمان مصرف نور ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ مطلوب در چغندر قند

- Muchow, R. C., Robertson, J., Pengelly, B.C. 1993.** Radiation use efficiency of soybean, mung bean and cowpea under different environment conditions. *Field Crops Research*, 32:1-16.
- Nageswara rao, R., Wright, G. C. 1994.** Stability of the relationship between specific leaf area and carbon isotop discrimination across environment in peanut. *Crop Sci.* 34(1):98-103.
- Nonomura, A.M., 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.
- O'Connel, M. G., O'Leary, G. J. , Whitfield, D.M., Connor, D.j. 2004.** Interception of photosynthetically active radiation and RUE of wheat, field pea and mustard in a semi-arid environment. *Field Crop Research*, 85:111-124.
- Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V , Jimenez, E. Mercado, A., Pen a-cortes, H. 2006.** Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. *J. plant Growth Regul.* 25:30-31.
- Richards, RA. 2000.** Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Exp. Bot.* 51:447-458.
- Richter, E. 2006.** The effect of CO₂ and temperature on sugar beet. Defra Final Project Report. ANNEX 4.
- Rosati, A., Degong, T. M. 2003.** Estimating photosynthetic radiation use efficiency using incident light and photosynthesis of individual leaves. *Annals Bot.*, 93: 869-877.
- Sheehy, JE. 2000.** Limits to yield for C₃ and C₄ rice: an agronomist's view. In: Sheehy JE, Mitchell PL, Hardy B (eds) Redesigning rice photosynthesis to increase yield. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, and Elsevier, Amsterdam, pp 39–52 Shibles RM, Weber CR (1965) Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci* 5:575–577.
- Turner, N. C. 1986AB.** Crop water deficits: a decade of progress. *Adv. Agron.* 39:1-51.
- Werker, AR., Jaggard, KW .1998.** Dependence of sugar beet yield on light interception and evapo-transpiration agriculture and forest meteorology 89:229-240.
- Yushida, T. 1981.** Unpublished seminar paper, university of florida, Gainesville.
- Zanneti, P., Delfino, S., Alvino, A. 1999.** A mathematical approach for estimating light absorption by a crop from continuous radiation measurements and restricted absorption data. *Comp. Electro. Agric.*, 22:71-81.

Effect of methanol on radiation use efficiency, coefficient extinction and optimum leaf area index of sugar beet (*Beta vulgaris*)

I. Nadali¹, F. Paknejad², M. Jamnejad³

Received date: 9 June 2016

Accepted date: 4 Oct 2016

Abstract

In order to evaluate light extinction coefficient and radiation use efficiency in response to foliar application of on sugar beet a study was performed using completely randomized block design with factorial treatments in 3 replication at research farm of Islamic azad university, Karaj branch(Maahdasht) in 2008-2009. Aqueous solutions 0 (control), 7, 14, 21, 28, 35 %(v/v) methanol and each solution contained 0.2% glycine. These solutions was sprayed 3 times in two week intervals on foliage parts of sugar beet. The plots were sampled 6 times during growing season. Results of the experiment indicated that there was significant differences between effects of solutions on radiation use efficiency. The comparison of 21% (v/v) and 0 (control) indicated that radiation use efficiency was increased about 43 percent in 21%(v/v) also the maximum optimum leaf area index that was gained the maximum CGR related to 21%(v/v). There was not significant differences between effects of solutions on light extinction coefficient. Light extinction coefficient was decreased in comparison with other levels of solution by 21 %(v/v).

Keywords: sugar beet, methanol, radiation use efficiency, light extinction coefficient, optimum leaf area index

1-Research Center of innovation, Etko Organization, Tehran, Iran.

2- Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Alborz, Iran

3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran.

*Corresponding author:imnadali@lymani.com