Archive of SID

مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹

واکنش مقادیر کلروفیل‌های a وb ، پرولین و عملکرد گیاه ذرت (SC704) به تنش نوری و سطوح مختلف تراکم بوته

علی فرقانی[۱]، ناصر خدابنده[۲]، داوود حبیبی[۳] *، احمد بانکه‌ساز[۴]

۱- کارشناس‌ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۴- مربی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۶

چکیده

برای بررسی واکنش مقادیر کلروفیل‌های a وb، پرولین و عملکرد گیاه ذرت(SC704) به تنش نوری و سطوح مختلف تراکم بوته، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۷۵ و در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: میزان نور در دو سطح شامل ۱۰۰ درصد نور (شاهد) و ۲۳ درصد نور و تراکم (D) بر اساس فاصله‌ی بوته روی ردیف در سه سطح شامل: ۸ سانتی‌متر (d_1)، ۱۵ سانتی‌متر (d_2) و ۲۲ سانتی‌متر (d_3) در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد، اثر تراکم بر مقادیر کلروفیل‌های a، b و پرولین معنی‌دار نشد. در این شرایط بیشترین میزان کلروفیل‌های a و b به ترتیب با ۱/۹۵ و ۰/۵۵ میلی‌گرم در گرم و پرولین ۰/۰۱۲ میکروگرم در گرم در فاصله‌ی بوته روی ردیف ۸ سانتی‌متر حاصل شد. اثر نور بر مقادیر کلروفیل‌های a و b در سطح ۵ درصد معنی‌دار ولی بر میزان پرولین معنی‌دار نشد. در این شرایط بیشترین میزان کلروفیل‌های a و b به ترتیب با ۲/۳۰، ۰/۶۷ میلی‌گرم در گرم و پرولین با ۰/۰۱۵ میکروگرم در گرم به تیمار تنش نوری اختصاص یافت. اثر متقابل تنش نوری و سطوح مختلف تراکم بر میزان کلروفیل‌های a، b و میزان پرولین برگ غیر معنی‌دار ولی بر عملکرد دانه و عملکرد خشک علوفه معنی‌دار شد. در این شرایط بیشترین میزان عملکرد دانه با ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به فاصله روی ردیف ۲۲ سانتی‌متر تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: کلروفیل‌های a و b، پرولین، ذرت، تنش نوری، تراکم بوته

---

* نگارنده مسئول (d_habibi2004@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

وجود کلروفیل و مقدار آن برای فعالیت فوسنتز شرط لازم است ولی کافی نیست. مقدار کلروفیل بین ۶-۲ میلی‌گرم در ۰/۱ مترمربع سطح برگ موجود است که تقریباً معادل ۲-۰/۵ درصد وزن خشک برگ را تشکیل می‌دهد. بیشتر مطالعه‌ها رابطه‌ی مشخصی بین فتوسنتز خالص و کلروفیل نشان نداده‌اند. بنابراین فتوسنتز خالص در گیاهان سالم که تحت شرایط معمولی رشد می‌کنند معمولاً در اثر کمبود کلروفیل کاهش پیدا می‌کند. نبود کلروفیل نه تنها در برگ‌هایی که در شرایط کمبود نور یا آب و مواد غذایی رشد می‌کنند مشاهده شده است بلکه جوان یا پیر بودن برگ‌ها نیز در شرایط طبیعی رشد محدودیت عملکرد ایجاد کرده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶). قابلیت گیاهان در انجام فتوسنتز در روشنایی شدید به مقدار کلروفیل و یا جذب کوانتوهای نوری مانند آنچه در گیاهان سایه‌پسند مصداق دارد بستگی نداشته لیکن بیشتر به روابط موجود بین نفی نوری فتوسنتز و درجه تخریب کلروفیل ارتباط دارد. البته تخریب نوری کلروفیل با افزایش بتاکاروتن و گزانتوفیل (رنگدانه برگ) و فسفولیپیدها می‌تواند کاهش یابد (عباسعلی، ۱۳۷۸).

گیاهان آفتاب پسند رشد یافته در روشنایی ضعیف، تعداد تیغه‌های تیلاکوییدی (مجموعه گراناها) خود را در استروما (ماده‌ی زمینه‌ای) سیتوپلاسم کلروپلاست افزایش داده‌اند و در روشنایی با شدت‌های پایین گیاهان آفتاب‌پسند یا سایه‌پسند نیز کلروفیل خود را افزایش می‌دهند. افزایش کلروفیل استفاده از روشنایی و با طول موج‌هایی که بیشتر در منطقه‌ی نور قرمز تیره قرار دارند را ممکن می‌کند (عباسعلی، ۱۳۷۸). تنش آبی بر بخش نوری فتوسنتز و سیستم رنگیزه‌ای مؤثر واقع می‌شود. در صورتی که با افزایش مقدار تنش و یا کاهش پتانسیل آب خاک روند تخریب رنگیزهای کلروفیل با سرعت بیشتری صورت می‌پذیرد. در بررسی‌های انجام شده در برخی گیاهان مشاهده شد که تخریب رنگیزه‌های کلروفیل در سلول‌های مزوفیل نسبت به غلاف آوندی از سرعت و شدت بیشتری برخوردار است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶؛ عباسعلی، ۱۳۷۸).

زندگی گیاه بیشتر به قابلیت آن در ادامه‌ی فتوسنتز در روشنایی ضعیف بستگی دارد. شدت‌های نور کمتر از آستانه خسارت سبب ایجاد آسیب در گیاه می شود که اثر بارز آن کاهش در مقدار مواد قندی که به دنبال تغییرات متابولیسمی می‌باشد (عباسعلی، ۱۳۷۸).

برگ‌های قرار گرفته در سایه نازک‌تر و سطح آنها بزرگتر از برگ‌هایی است که در آفتاب قرار می‌گیرند. جذب روشنایی با افزایش تعداد کلروپلاست‌ها در واحد سطح برگ و تراکم کلروفیل کلروپلاست ازدیاد حاصل می‌کند. افزایش تراکم کلروفیل در کلروپلاست با تقلیل تراکم سایر رنگیزه‌های برگ مانند گزانتوفیل‌ها و کاروتن همراه است. مقاومت در مقابل تجزیه‌ی کلروفیل در گیاهان سایه‌پسند در افزایش تراکم آن مؤثر است و نیز در تعدادی از گیاهان کاهشی در شدت تنفس به چشم می‌خورد که حفظ فرآورده‌های فتوسنتزی را موجب می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶ ; Boaedman ,1977 ;Smith , 1975 ;).

وقتی گیاه به هر دلیلی مانند تراکم بالا یا روزهای ابری نتواند به حد مطلوب تشعشع دریافت کند به دلیل جبران این نقصان با افزایش تعداد کلروپلاست و تراکم کلروفیل برگ در نقاطی که کمتر نور تابیده و جذب می‌شود، می‌تواند به فتوسنتز فعال خود ادامه داد (Buren *et al.*, 1974 ; Smith, 1981). پرولین جزء اسیدهای‌آمینه موجود در برگ‌های جوان بوده که بیشتر در

www.SID.ir

Archive of SID

تنش‌های محیطی نقش همکاری با گیاه را برای تطابق و سازگاری دارد. نظر به این که تجمع پرولین معمولاً در جوانه‌ی انتهایی و برگ‌های جوان رخ می‌دهد معمولاً از نمونه‌های برگی برای سنجش آن استفاده می‌شود. این ترکیب مانند سایر اسیدهای آمینه از واحدهای سازنده پروتیین‌های گیاهی است. گیاهان برای تولید واحدهای ساختمانی خود نیازمند به ترکیبات پروتینی هستند. بنابراین در شرایط تنش تشعشعی خورشید با سیر تبدیل مواد ۴ کربنه که به عنوان اولین ماده‌ی تثبیت‌کننده دی‌اکسیدکربن اتمسفر در گیاهان ۴ کربنه می‌باشند، سعی می‌کنند استحکام بافت‌های نگهدارنده گیاهی را افزایش داده و از خسارت‌های ناشی از کاهش نور مانند نازکی و بلند شدن ساقه و اندام‌های رویشی و خطر ورس بوته کاهش تولید اسیمیلات‌ها در مخازن گیاهی جلوگیری کنند(Withrow,1959; Smith,1981).

مواد و روش‌ها

برای بررسی واکنش مقادیر کلروفیل‌های a،b و پرولین برگ گیاه ذرت (SC704) به تنش نوری و سطوح مختلف تراکم، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۷۵ و در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: میزان نور در دو سطح شامل ۱۰۰ درصد نور (شاهد) و ۲۳ درصد نور و تراکم (D) بر اساس فاصله‌ی بوته روی ردیف در سه سطح شامل: ۸ سانتی‌متر (d_1)، ۱۵ سانتی‌متر (d_2) و ۲۲ سانتی‌متر (d_3) در نظر گرفته شد و رقم آزمایشی سینگل کراس ۷۰۴ بود، هر کرت آزمایشی دارای ۴ خط کاشت ۶ متری بود که ۲ خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و از ۲ خط کناری برای اندازه‌گیری صفات مود آزمون استفاده شد. لازم به توضیح است که قبل از آماده سازی زمین ۳۵ تن در هکتار کود دامی همراه با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره مورد استفاده قرار گرفت و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در دو مرحله ۵ برگی و ساقه‌دهی قبل از تشکیل گل مصرف شد. در این تحقیق آبیاری در تابستان به فاصله‌ی زمانی هر ۵ تا ۶ روز یکبار و در پاییز هر ۸ تا ۱۰ روز یکبار صورت پذیرفت.

سنجش میزان کلروفیل‌های a و b

اندازه‌گیری میزان کلروفیل‌های a و b در برگ‌های جوان هر تیمار در آزمایشگاه بخش بیوتکنولوژی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. در این شرایط از روش آرنون[1] (۱۹۷۵) به این صورت استفاده شد که یک گرم برگ خرد شده همراه با ۰/۵ گرم کربنات منیزیم و ۲۰ سی‌سی استون مرک[2] در یک بوته چینی قرار گرفته در ظرف یخ ریخته و توسط هاون ساییده شد. سپس عصاره‌ی برگ را در داخل لوله‌های درب‌دار مخصوص سانتریفیوژ و به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور قرار داده شد تا عصاره‌ی یکنواختی از هر نمونه بدست آید و هموژن شود. سپس مقدار ۱ سی‌سی از این عصاره هموژن و سوپر ناتانت را در داخل سل‌های دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده و در طول موج‌های ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل b میزان جذب نور محاسبه شد و با قرار گرفتن آنها در فرمول‌های زیر میزان کلروفیل‌های a و b تعیین شد.

1- Arnon
2- Merck

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{کلروفیل a} = (۰/۰۱۲۷\ E۶۶۳) - (۰/۰۰۲۵۹\ E۶۴۵)\ mg.g^{-1}$$

$$\text{کلروفیل b} = (۰/۰۲۲۹\ E۶۴۵) - (۰/۰۰۴۶۹\ E۶۶۳)\ mg.g^{-1}$$

اندازه‌گیری میزان پرولین

با توجه به این که تجمع اسید آمینه‌ی آزاد پرولین در جوانه‌های انتهایی و برگ‌های جوان رخ می‌دهد (Boaedman, 1977) بنابراین جمع‌آوری نمونه با توجه به روند رشد مزرعه در تیمارهای شاهد و تنش دیده انتخاب شد. نمونه‌ها از دومین برگ از انتهای گیاه که به طور کامل باز شده بود، جمع‌آوری شد. پس از انتخاب نمونه‌ها، برگ‌ها در شرایط برودتی زیر صفر قرار داده شد تا فعل و انفعالات بیوشیمیایی به کمترین حد خود برسد. از هر نمونه برگی ۰/۵گرم برگ خرد شده برای انجام مراحل زیر مورد استفاده قرار گرفت.

۱- ۰/۵ گرم برگ همراه با ۱۰ سی‌سی اسید سولفوسالسیلیک ۳/۳٪ ساییده شده، عصاره‌ها از صافی عبور داده شد و در لوله‌های درب‌دار ریخته شد و در ظرف آب و یخ قرار داده شد (از مخلوط آب و یخ برای کم کردن فعالین‌های بیوشیمیایی استفاده شد).

۲- استانداردهایی از پرولین به صورت زیر ساخته شد. (2mg/ml, 4mg/ml, 5mg/ml, 10mg/ml , (20mg/ml ,40mg/ml از یک استوک 1000 mg/ml

۳- معرف نین‌هیدرین به صورت زیر آماده شد:
1.25 Nin + 20 ml , 6M Phosphoric Acid Glacial + 30 ml Acetic Acid Glacial
ترکیبات معرف را حرارت داده تا نین‌هیدرین کاملاً حل شود.

۴- ۲ سی‌سی از عصاره و ۲ سی‌سی از هر یک از استانداردها در لوله‌های آزمایش درب پیچ‌دار با ثبت مشخصات مربوط به هر یک از عصاره‌ها و استانداردها بر روی لوله‌ها ریخته شده و به هر یک ۲ سی‌سی اسید استیک‌گلاسیال (خالص) و نیز ۲ سی‌سی معرف نین‌هیدرین اضافه شد. این مخلوط به مدت یک ساعت در حمام آب جوش نگهداری شد. پس از آن لوله‌ها را در محیط آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه برای سرد شدن تدریجی قرار داده سپس برای خنک شدن در حمام آب یخ گذارده شد. نمونه‌ها بر اساس مقدار پرولین موجود، رنگ‌هایی در دامنه صورتی تا قرمز از خود نشان می‌دادند که با افزایش مقدار پرولین رنگ قرمز آنها غلیظ‌تر می‌شد.

۵- به لوله‌های کاملاً سرد شده ۴ میلی‌لیتر تولوئن افزوده شد (اسیدهای آمینه در فاز تولوئن قرار می‌گیرند) پس از آن با استفاده از قیف جدا کننده فاز پایین (قطبی) را جدا و فاز تولوئن را که در بالا قرار می‌گیرد در لوله‌های آزمایش ریخته تا توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در مرحله‌ی بعدی پیگیری شود.

۶- مقدار جذب نوری عصاره‌های تولوئنی در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد.

۷- اعداد بدست آمده از دستگاه را در فرمول معرفی شده توسط باتز[1] (1973) جایگزین کرده تا مقدار پرولین بر حسب میکرومول پروتیین بر حسب میکرومول پرولین در گرم وزن تر برگ بدست آید.

1- Bates

www.SID.ir

Archive of SID

$$\mu \text{ Mol Proline/gr. Of fresh weight} = \frac{\frac{\mu \text{ gr.prolin} \times \text{ml toluene}}{\text{ml}}}{\frac{115.17 \text{ gr/mol}}{\frac{\text{gr. of sample}}{5}}}$$

نتایج و بحث

میزان کلروفیل a

اثر تراکم بر میزان کلروفیل a معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین‌های اثر تراکم‌های مختلف بر میزان کلروفیل a نشان داد که فاصله‌ی ردیف ۸ و ۱۵ سانتی‌متر ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری با ۱/۹۵ میلی‌گرم در گرم، بیشترین میزان صفت مذکور را تولید کرد (جدول۲). قابلیت گیاهان در انجام فتوسنتز در روشنایی شدید به مقدار کلروفیل و یا جذب و اخذ کوانتوم‌های نوری مانند آنچه در گیاهان سایه‌پسند مصداق دارد بستگی نداشته لیکن بیشتر به روابط موجود بین نفی نوری فتوسنتز و درجه تخریب کلروفیل ارتباط دارد. البته تخریب نوری کلروفیل با افزایش بتا کاروتن و گزانتوفیل (رنگدانه برگ) و فسفولیپیدها می‌تواند کاهش یابد(عباسعلی، ۱۳۷۸).

اثر نور بر میزان کلروفیل a در سطح معنی‌دار پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین‌های اثر سطوح مختلف نور بر میزان کلروفیل a نشان‌داد که تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۲/۳۰ میلی‌گرم در گرم بیشترین و نور کامل (شاهد) با ۱/۵۳ میلی‌گرم در گرم کمترین مقدار صفت مذکور را تولید کرد (جدول ۲). نبود کلروفیل نه تنها در برگ‌هایی که در شرایط کمبود نور یا آب و مواد غذایی رشد می‌کنند مشاهده شده است بلکه جوان یا پیر بودن برگ‌ها نیز در شرایط طبیعی رشد محدودیت عملکرد ایجاد کرده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶).

اثر متقابل تراکم و تنش بر میزان کلروفیل a معنی‌دار نشد هر چند مقایسه‌ی میانگن‌ها نشان داد که فاصله روی ردیف کاشت ۸ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۲/۴۰ میلی‌گرم در گرم فاصله روی ردیف کاشت ۲۲ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۲/۳۰ میلی‌گرم در گرم و فاصله روی ردیف کاشت ۱۵ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۲/۲۰ میلی‌گرم در گرم ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری بیشترین و فاصله روی ردیف ۲۲ سانتی‌متر و نور طبیعی با ۱/۴۰ میلی‌گرم در گرم کمترین مقدار کلروفیل a را تولید کرد (جدول ۲). زندگی گیاه بیشتر به قابلیت آن در ادامه فتوسنتز در روشنایی ضعیف بستگی دارد. شدت‌های روشنایی پایین‌تر از نقطه آستانه تحمل سبب بروز خسارت بر گیاه می شود که اثر بارز آن عبارت از کاهش در مقدار مواد قندی که به دنبال تغییرات متابولیسمی روی می‌دهد (عباسعلی، ۱۳۷۸).

افزایش تراکم کلروفیل در کلروپلاست با تقلیل تراکم سایر رنگیزه‌های برگ مانند گزانتوفیل‌ها و کاروتن همراه است. مقاومت در مقابل تجزیه کلروفیل در گیاهان سایه‌پسند در افزایش تراکم آن مؤثر است و نیز در تعدادی از گیاهان کاهشی در شدت تنفس به چشم می‌خورد که موجب حفظ فرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶ ; Smith , 1975 ; Boaedman , 1977).

میزان کلروفیل b

اثر تراکم بر میزان کلروفیل b معنی‌دار نشد (جدول ۱). هر چند مقایسه‌ی میانگین‌های اثر تراکم‌های مختلف مختلف بر میزان کلروفیل b نشان داد که فاصله ردیف ۸ و ۲۲ سانتی‌متر ضمن

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفتن در یک گروه آماری با ۰/۵۵ میلی‌گرم در گرم بیشترین میزان صفت مذکور را تولید کرد.

اثر نور بر میزان کلروفیل b در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه‌ی میانگین‌های اثر سطوح مختلف نور بر میزان کلروفیل b نشان‌داد که تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۶۷ میلی‌گرم در گرم بیشترین و نور کامل (شاهد) با ۰/۴۱ میلی‌گرم در گرم، کمترین مقدار صفت مذکور را تولید کرد (جدول ۲). گیاهان آفتاب‌پسند رشد یافته در روشنایی ضعیف تعداد تیغه‌های تیلاکوییدی (مجموعه گراناها) خود را در استروما (ماده‌ی زمینه‌ای) سیتوپلاسم کلروپلاست افزایش داده‌اند و در روشنایی با شدت‌های پایین گیاهان آفتاب‌پسند یا سایه‌پسند نیز کلروفیل خود را افزایش می‌دهند. افزایش کلروفیل استفاده از روشنایی و با طول موج‌هایی که بیشتر در منطقه‌ی نور قرمز تیره قرار دارند را ممکن می‌کند (عباسعلی، ۱۳۷۸). وقتی گیاه به هر دلیلی مانند تراکم بالا یا روزهای ابری نتواند به حد مطلوب تشعشع دریافت کند به دلیل جبران این نقصان با افزایش تعداد کلروپلاست و تراکم کلروفیل برگ در نقاطی که حداقل نور تابیده و جذب می‌شود می‌تواند به فتوسنتز فعال خود ادامه داد (Smith, 1981 ; Buren *et al*., 1974).

اثر متقابل تراکم و تنش بر میزان کلروفیل b معنی‌دار نشد هرچند مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که فاصله روی ردیف کاشت ۲۲ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۷۳ میلی‌گرم در گرم فاصله روی ردیف کاشت ۸ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۷۰ میلی‌گرم در گرم و فاصله روی ردیف کاشت ۱۵ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۵۸ میلی‌گرم در گرم ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری بیشترین و فاصله روی ردیف ۲۲ سانتی‌متر و نور طبیعی با ۰/۳۲ میلی‌گرم در گرم کمترین میزان کلروفیل b را تولید کردند (جدول ۲).

پرولین

اثر تراکم بر میزان پرولین معنی‌دار نشد (جدول ۱). در این شرایط ۳ فاصله روی ردیف ۱۵ و ۸ و ۲۲ سانتی متر به ترتیب با ۰/۰۱۲ و ۰/۰۱۱ و ۰/۰۱۱ میلی گرم در گرم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). اثر نور بر میزان پرولین معنی‌دار نشد (جدول ۱). هر چند مقایسه‌ی میانگین‌های اثر سطوح مختلف نور بر میزان پرولین نشان‌داد که تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۰۱۵ میلی‌گرم در گرم بیشترین و نور کامل (شاهد) با ۰/۰۰۸ میلی‌گرم در گرم کمترین مقدار صفت مذکور را تولیدکرد (جدول ۲). اثر متقابل تراکم و تنش بر میزان پرولین معنی‌دار نشد هر چند مقایسه‌ی میانگن‌ها نشان داد که فاصله روی ردیف کاشت ۲۲ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۰۱۷ میلی‌گرم در گرم فاصله روی ردیف کاشت ۸ سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۱۵ میلی‌گرم در گرم و فاصله روی ردیف کاشت ۱۵سانتی‌متر و تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۰/۰۱۴ میلی‌گرم در گرم، ضمن قرار گرفتن در یک گروه آماری بیشترین و فاصله روی ردیف ۲۲ سانتی‌متر و نور طبیعی با ۰/۰۰۶میلی‌گرم در گرم کمترین مقدار پرولین را تولید کرد (جدول ۳).

گیاهان برای تولید واحدهای ساختمانی خود نیازمند به ترکیبات پروتیینی هستند. بنابراین در شرایط تنش تشعشعی خورشید با سیر تبدیل مواد ۴ کربنه که به عنوان اولین ماده تثبیت کننده‌ی دی‌اکسید کربن اتمسفر در گیاهان ۴ کربنه می‌باشند سعی می‌کنند استحکام بافت‌های نگهدارنده گیاهی را افزایش داده و از آسیب‌های ناشی از کاهش نور از قبیل نازکی و بلند شدن ساقه

www.SID.ir

Archive of SID

و اندام های رویشی و خطر ورس بوته کاهش تولید اسیمیلات‌ها در مخازن گیاهی جلوگیری کنند (Withrow,1959 ; Smith,1981).

عملکرد دانه

اثر تراکم بر میزان عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). هر چند مقایسه‌ی میانگین‌های اثر تراکم‌های مختلف مختلف بر عملکرد دانه نشان داد که فاصله روی ردیف ۲۲ و ۱۵ سانتی‌متر ضمن قرار گرفتن در دو گروه آماری متفاوت به ترتیب با ۱۰۰۰ و ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار بیش ترین میزان صفت مذکور را تولیدکردند.

اثر نور بر میزان عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۱). مقایسه‌ی میانگین‌های اثر سطوح مختلف نور بر میزان کلروفیل b نشان‌داد که نور کامل (شاهد) با ۱۵۶۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار صفت مذکور را تولید کرد و در شرایط تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) در عمل دانه‌ای تشکیل نشد (جدول ۲). دانه‌بندی و تولید بلال تحت تأثیر نحوه‌ی گرده افشانی و تلقیح دانه‌ها همگی در ارتباط مستقیم با تشعشع است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).

اثر متقابل تراکم و تنش نور بر میزان عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه‌ی میانگن‌ها نشان داد که فاصله روی ردیف کاشت ۲۲ سانتی‌متر و نور کامل با ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. در تمامی فاصله‌ها روی ردیف‌های کاشت در شرایط تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) به دلیل عدم تشکیل بلال عملکرد دانه‌ای مشاهده نشد (جدول ۳). تعداد دانه ذرت تولیدی تحت اثر شرایط محیطی در طی دوره‌ی رشد است و رابطه‌ی مثبتی بین تشعشع و عملکرد دانه وجود دارد. کاهش شدت نور و اثرات رقابتی سایه‌اندازی و تراکم زیاد سبب بلند شدن دوره‌ی رویشی شده و گلدهی به تعویق می‌افتد، گیاه از نظر مورفولوژیکی ضعیف شده و فتوسنتز دچار اختلال می‌شود که در نهایت اختصاص مواد اسیمیلات به جای دخالت در دانه‌بندی و ذخیره در بافت‌های مخزن صرف افزایش طول بوته و فرآیندهای رویشی گیاه می‌شود. در ذرت و بسیاری از گونه‌های دیگر جمعیت زیاد درصد گیاهانی را که غیر مستقیم بارور بوده و در نهایت میوه نمی‌دهند، افزایش می‌دهد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).

عملکرد علوفه خشک

اثر تراکم بر میزان عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین‌های اثر تراکم‌های مختلف مختلف بر عملکرد علوفه خشک نشان‌داد که فاصله روی ردیف ۲۲سانتی‌متر با ۲۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان صفت مذکور را تولید کردند (جدول ۲).

اثر نور بر میزان عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین‌های اثر سطوح مختلف نور بر عملکرد علوفه خشک نشان داد که نور کامل (شاهد) با ۲۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد علوفه خشک را تولید کرد و شرایط تنش نوری (۲۳٪ نور کامل) با ۱۵۷۳۴ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان صفت مذکور را تولید کرد (جدول ۲).

اثر متقابل تراکم و تنش نور بر میزان عملکرد علوفه خشک در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. مقایسه‌ی میانگن‌ها نشان داد که فاصله روی ردیف کاشت ۸ سانتی‌متر و نور کامل با ۲۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک و فاصله ردیف ۲۲ سانتی‌متر و تنش نوری با ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان صفت مذکور را تولید کرد (جدول ۳). توجه به نور و اهمیت آن در تخصیص مواد فتوسنتزی به گونه‌ای است که انرژی

www.SID.ir

Archive of SID

ذخیره شده در بخش‌های ساختمانی گیاه و وزن خشک اندام‌های رویشی طی عمل فتوسنتز و کارآیی بهتر از نور امکان پذیر می‌شود (Aldrich *et al*., 1975).

توجه به تراکم مناسب برای کاشت ذرت به صورت دانه‌ای یا علوفه‌ای نقش مهمی برای استفاده از تشعشع خورشیدی و مواد غذایی خاک دارد و اسیمیلات‌های ذخیره شده به نحو مطلوب‌تری توزیع می‌شود. افزایش تراکم بیش از حد باعث سایه‌اندازی برگ‌های بالایی روی سایر قسمت‌های بوته شده و تعدادی از واحدهای سازنده‌ی آسیمیلات‌ها حذف می‌شوند و نقش انگلی به خود می‌گیرند. بنابراین از تولید کل گیاه کاسته می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).

جدول ۱ – تجزیه واریانس اثر تراکم و تنش نوری بر میزان کلروفیل‌های a، b و پرولین برگ ذرت (SC704)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	پرولین	عملکرد دانه	عملکرد خشک علوفه
تکرار	۲	۰/۴۵۵ ns	۰/۰۲۴ ns	۰/۰۰۰۰۱۹ ns	۰/۰۴۹ ns	۵/۹۲۴ *
تراکم	۱	۲/۲۴۰ ns	۰/۲۵۶ ns	۰/۰۰۰۰۵۲ ns	۱۳/ ۶۴۲ **	۱۴۱/ ۹۳۹ **
خطا	۲	۰/۱۶۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۰۱۵	۰/۰۴۹	۰/۵۷۳
نور	۲	۰/۰۲۹ *	۰/۰۰۱ *	۰/۰۰۰۰۲۵ ns	۰/۲۱۰ **	۱۲۳/۴۳۵ **
تراکم × نور	۲	۰/۰۷۶ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۰۰۰۲ ns	۰/۲۱۰ **	۵/۳۱۹ *
خطا	۸	۰/۲۰۹	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۰۰۰۱۵	۰/۰۰۱۲	۱/۳۴۸
ضریب تغییرات (٪)		۲۱/۶۷	۲۲/۰۲	۲۵/۳۷	۱۲/۵۰	۵/۷۱

ns : غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** : معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول۲ – مقایسه میانگین اثر تراکم و تنش نوری بر میزان کلروفیل‌های a، b و پرولین برگ ذرت (SC704)

تیمار	میانگین				
	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم)	پرولین (میکروگرم در گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک علوفه (کیلوگرم در هکتار)
تراکم (D)					
۸ سانتی‌متر (d_1)	۱/۹۵ a	۰/۵۵ a	۰/۰۱۱ a	۷۰۰	۲۳۰۰۰a
۱۵ سانتی‌متر (d_2)	۱/۹۵ a	۰/۵۱ a	۰/۰۱۲ a	۶۵۰	۱۷۲۰۰b
۲۲ سانتی‌متر (d_3)	۱/۸۵ a	۰/۵۵ a	۰/۰۱۱ a	۱۰۰۰	۱۴۵۰۰ c
نور (R)					
نور کامل(شاهد) R_1	۱/۵۳ b	۰/۴۱ b	۰/۰۰۸ a	۱۵۶۷	۲۱۰۰۰ a
تنش نوری(۲۳٪ نور کامل)R_2	۲/۳۰ a	۰/۶۷ a	۰/۰۱۵ a	۰	۱۵۷۳۴ b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳ – مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و تنش نوری بر میزان کلروفیل‌های a ،b و پرولین برگ ذرت (SC704)

تیمار	میانگین				
	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم)	پرولین (میکروگرم در گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک علوفه (کیلوگرم در هکتار)
نور × تراکم (DR)					
D_1R_1	۱/۵۰ ab	۰/۴۰ ab	۰/۰۰۸ ab	۱۴۰۰ b	۲۷۰۰۰ a
D_1R_2	۲/۴۰ a	۰/۷ ۰ a	۰/۰۱۵ a	۰ d	۱۹۵۰۰ b
D_2R_1	۱/۷۰ ab	۰/۴۵ ab	۰/۰۱۰ ab	۱۳۰۰ c	۱۹۶۰۰ b
D_2R_2	۲/۲۰ a	۰/۵۸ a	۰/۰۱۴ a	۰ d	۱۵۰۰۰ d
D_3R_1	۱/۴۰ ab	۰/۳۸ ab	۰/۰۰۶ ab	۲۰۰۰ a	۱۷۰۰۰ c
D_3R_2	۲/۳۰ a	۰/۷۳ a	۰/ ۰۱۷ a	۰ d	۱۲۰۰۰ e

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می‌باشد.

منابع

حکمت‌شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار، انتشارات دانشگاه تبریز.

سرمدنیا،غ. و ع.کوچکی. ۱۳۷۶. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صفحه ۳۰-۳۲.

عباسعلی،م. ۱۳۷۸. اثر خشکی در کنجد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

کوچکی،ع.، م.ح.راشد محصل، م.نصیری، و ر.صدر آبادی. ۱۳۷۰. مبانی فیزیولوژیکی رشدو نمو گیاهان زراعی، انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی.

Aldrich, S.R., W.O.Scott, and E.R.Leng. 1975. Modern corn production champaign,111.Cus A ,2n.ed.

Boaedman, N.K. 1977. omparative photosynthesis of sun and shade plants.Annu.Rev.plant physiol.28:355-377.

Buren,L., L.J.J. Mock, and I.J. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maiz associated with tolerance to high plant density. Crop Science. 14: 426-429.

Smith, H.(Ed).1975. Light and plant development. Butterworthus, Boston.

Smith , H.(Ed). 1981.Plants and the daylight spectrum.Academic new york.

Withrow, R.B. 1959. Akinetic analysis of photoperiodism. In R.B.WithroAdv. Sci, w(Ed.), Photoperiodism and related phenomenz in plants and Animals.Am.Assoc Adv.Sci, Washington, Dc. pp.439-741.

www.SID.ir