بررسی تاثیر نانو ذره تیتانیوم بر روی برخی صفات تکنولوژیکی ، فیزیولوژیکی و عملکرد در گیاه چغندر قند

Investigation of Tio2 nanoparticle effect on some technological , physiological traits and yield in sugar beet (*Beta vulgaris* ***L.*****)**

کیوان شریفی [۱] ، پیام معاونی [۲] * و داریوش فتح اله طالقانی [۳]

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات تیتانیوم بر روی صفات تکنولوژیکی ، فیزیولوژیکی و عملکرد گیاه چغندرقند (*Beta vulgaris L* .) آزمایشی به صورت طرح کرت های خرد شده در پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی چغندرقند در سال ۱۳۹۳ انجام شد . تیمارهای آزمایشی شامل ٤ سطح محلول پاشی با نانو ذرات تیتانیوم (آب مقطر ، ۰,۰۱ ٪ ، ۰,۰۳ ٪ ، ۰,۰۵٪) و سه مرحله محلول پاشی (١٤-١٢ برگی =S_1 ۳۰-۲۵ برگی = S_2 ، ۳۵-۳۰ برگی = S_3) بود . صفات تکنولوژیکی (عیار قند ، قلیائیت ، قند قابل استحصال (WSC) ، ضریب استحصال شکر ، قند ملاس ، ماده خشک ریشه) و صفات فیزیولوژیکی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل ، پروتیئن محلول در برگ) در این آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند ، نتایج تجزیه ی واریانس نشان داد که اثر غلظت و مراحل محلول پاشی بر روی اکثر صفات فیزیولوژیکی و تکنولوژیکی چغندرقند معنی دار می باشد.

واژه‌های کلیدی:
نانو ذره تیتانیوم ، صفات تکنولوژیک ، فیزیولوژیک و عملکرد

۱ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس
۲ دانشگاه آزاد اسلامی شهر قدس،گروه زراعت ،تهران،ایران * – نویسنده مسئول payam.moaveni@qods.iau.ac.ir
۳ دانشیار موسسه تحقیقات چغندرقند – کرج

مقدمه

چغندرقند مهم‌ترین ماده اولیه تولید شکر در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران است (Mohamadian et al . 2001). چغندرقند علاوه بر تأمین شکر مورد نیاز کشور، نقش مهمی در تناوب گیاهی (Panahi fard et al . 2001) و تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها دارد، حدود ٤٠ درصد از وزن گیاه را قسمت‌های فوقانی که معمولاً در زمان برداشت قطع می‌شود، تشکیل می‌دهد که این بخش از بوته، از نقطه نظر مواد غذایی غنی بوده و می‌توان به صورت تازه یا سیلو به تغذیه دام‌ها رساند و یا به صورت کود سبز با خاک مخلوط کرد. حدود ۵۰ درصد از وزن ملاس را ساکارز تشکیل می‌دهد و بنابراین، ملاس ماده مناسبی جهت استفاده در فرآیندهای تخمیری مانند تولید الکل یا اسید گلوتامیک، یا برای کشت مخمر در صنایع پخت به شمار می‌رود (Kochaki et al . 1997).

چغندرقند یکی از محصولات استراتژیک کشور است که از نظر غذائی دارای بازده بالایی است. این محصول به طورمستقیم از طریق تولید قند و شکر (غیرمستقیم) از طریق تأمین خوراک دام بخشی از نیازهای مردم را تأمین می‌کند. علاوه بر این از ملاس که از محصولات فرعی چغندرقند می‌باشد در صنعت الکل به دست می‌آید و در داروسازی نیز از این محصول استفاده می‌شود (Hosseini and Porebrahim . 2006).

نانودی اکسید تیتانیوم به علت خواص ویژه الکتریکی، نوری و فوتوکاتالیستی خوبی که دارد کاربرد فراوانی در حوزه های مختلف از جمله کشاورزی دارد که این قدرت ناشی از شکل و اندازه ذرات این ماده است. استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم می تواند باعث تحریک تقسیم سلولی، افزایش اندازه سلول و همچنین تحریک کالوس زایی در شرایط تاریکی می شود و ممکن است اثرات مشابهی با هورمون های گیاهی (سایتوکینین و جیبرلین) داشته باشد (Mandeh et al . 2012) و همچنین جذب نور را افزایش، انتقال و تبدیل انرژی نورانی را تسریع، از زوال کلروپلاست ها ممانعت و طول دوره فتوسنتزی کلروپلاست‌ها را افزایش دهد . (Hong et al . 2005). اثرات معنی‌دار نانوذرات تیتانیوم بر جوانه‌زنی بذور اسفناج احتمالاً مرتبط با اندازه کوچک ذرات است و به همین دلیل است که نوع بالک آن نمی‌تواند به بذور نفوذ کند و موجب افزایش رشد به اندازه نوع نانویی آن شود. (Zhang et al . 2005)

در آزمایشی بر روی بهبود انتقال انرژی و اکسیژن دهی در فتوسیستم دو اسفناج توسط نانودی اکسید تیتانیوم آناتاز انجام گردید که نتایج حاکی از آن بود که نانو دی اکسید تیتانیوم در شرایط مناسب تأثیر مهمی در افزایش جذب نور مرئی و همچنین در تقویت و انتقال انرژی در میان اسیدهای آمینه در کمپلکس پروتئین فتوسیستم دو و نیز شتاب و انتقال انرژی از رسوبات و باقیمانده‌های تیروزین به کلروفیل دو دارد. فعل و انفعالات‌های فتوشیمیایی و میزان اکسیژن دهی توسط نانو دی اکسید تیتانیوم کاملاً مشهود است. (Su . M et al . 2007).

تاثیر نانودی اکسید تیتانیوم بر روی کلروپلاست اسفناج زیر نور نشان داد که نانودی اکسید تیتانیوم می‌تواند از پیری کلروپلاست در مدت زمان زیاد نور محافظت کند. تحقیق درباره مکانیزم آن نشان می‌دهد که نانودی اکسید تیتانیوم می‌تواند افزایش معنی‌داری بر فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز و کاهش تجمع واکنش رادیکالهای اکسیژن و سطح مالون دی آلدئید و ابقاء پایداری ساختار غشاء کلروپلاست در زیر نور داشته باشد. (Hong et al . 2005).

نانو آناتاز Tio2 که دارای خصوصیات فوتوکاتالیست است، رابطه نزدیکی با فوتوسنتز اسفناج دارد که نه تنها باعث افزایش جذب نور ، تبدیل انرژی نور به انرژی الکترون و انرژی فعال شیمیایی می شود بلکه موجب افزایش فعالیت اکتیواز رابیسکو می گردد. هرچند ارتباط بین فعالیت رابیسکو اکتیواز و افزایش رشد اسفناج در اثر تیمار با نانو آناتاز Tio2 بهبود می یابد اما ماهیت این رابطه شفاف نیست. در این تحقیق، ما فهمیدیم که مقدار فعالیت رابیسکو اکتیواز در اثر تیمار با نانو آناتاز Tio2 افزایش می یابد که منجر به افزایش رابیسکو کربوکسیلاسیون و سرعت بالای فوتوسنتز و در نتیجه بهبود رشد اسفناج می شود. افزایش معنی دار فعالیت رابیسکو اکتیواز در اسفناج تیمار شده با نانو آناتاز Tio2 با تغییرات دیگری همراه است که با آنالیز اسپکتوفوتومتر تعیین شده است. اما تاثیرات توده Tio2 به اندازه نانو آناتاز Tio2 قابل توجه نمی باشد چرا که اندازه دانه نانو آناتاز Tio2(5nm)بسیار کوچکتر از توده Tio2 است و می تواند به راحتی وارد سلول های اسفناج شوند. (Su et al . 2007) .

مواد و روش ها

این تحقیق در اراضی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند در مزرعه ایستگاه تحقیقاتی عبدالرسول مطهری واقع در کمال شهر کرج در سال ۱۳۹۳ انجام شد .

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد.

قبل از کاشت اقدام به آماده سازی زمین به ابعاد ۵۰در ۵۰ متر مربع از طریق شخم عمیق و دیسک نموده و کرت های اصلی به طول ۱۲ متر و عرض ۱۵ متر به تعداد سطوح آن در هر تکرار و کرت های فرعی داخل کرت اصلی به تعداد سطوح آن در هر کرت اصلی با ٦ ردیف کاشت به فواصل ۵۰ سانتی متر ایجاد شد . فاصله ی کرت های اصلی از یکدیگر ۱,۲ متر می باشد .

پس از اجرای نقشه ی طرح اقدام به کاشت بذرهای ضدعفونی شده گردید . لازم به ذکر است بذرهای فوق قبلا توسط قارچ کش کربوکسین تیرام ضدعفونی شده است . بذر مورد نظر از نوع تک جوانه رقم اکباتان ۰۰۷ می باشد که به فاصله ی ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله ی روی ردیف ۵ سانتی متر و در عمق حدود ۲ سانتیمتری خاک در اواسط اردیبهشت ماه توسط دستگاه کارنده ی آزمایشی (ایورد) که ۳ ردیفه می باشد کشت شد.

تیمار محلول پاشی با نانو ذره ی دی اکسید تیتانیوم طی سه مرحله ی ١٤-١٢ برگی ، ۳۰-۲۵ برگی و ۳۵-۳۰ برگی به مقادیر ذکر شده در آزمایش به هنگام عدم تابش نور شدید خورشید اعمال گردید .

اندازه گیری صفات تکنولوژیکی

صفات تکنولوژیکی شامل عیار قند ، قلیائیت ، قند قابل استحصال (WSc) ، ضریب استحصال شکر ، قند ملاس ، ماده خشک ریشه می باشد .

عیار چغندر و عیار سنجی :

با توجه به ترکیب شیمیایی و کیفیت چغندر، درصد قند عامل ارزشیابی چغندرقند در کارخانجات قند می باشد. تعیین درصد قند چغندرهای هر محموله در بدو ورود در ایستگاههای عیار سنجی انجام می گیرد.

مراحل تعیین عیار در ایستگاههای عیار سنجی:

الف) نمونه برداری

ب) تعیین وزن خالص

ج) تهیه خمیر از نمونه

د) تهیه شربت

ه) تعیین درصد قند شربت: شربت بدست آمده را بلافاصله درون تیوب فلزی دستگاه پلاریمتر دیجیتال ریخته تا درصد قند آن بر اساس مقدار انحراف مسطح نورپلاریزه ساکاروز تعیین گردد. دستگاههای تعیین درصد قند در ایستگاههای عیارسنجی باید مجهز به دستگاه ثبات (رکوردر) باشند تا درزمان انتقال عدد نشان داده شده امکان اشتباه از بین برود.

آنالیز خمیر چغندرقند

اندازه گیری ساکارز به روش پلاریمتری (با دستگاه ساکارومتر):

این روش بر اساس انحراف نور پلاریزه استوار است.

ساکاریمتری

ساکاریمتری روشی از تجزیه است که در آن روش میزان ساکارز به وسیله پلاریزاسیون اندازه‌گیری می‌شود. در عمل چنین است که هر گاه دسته‌ای از نور پلاریزه از یک محلول ساکارز عبور داده شود ساکارز دامنه ارتعاش آن را وادار به چرخش می‌نماید که زاویه انحراف این چرخش با سطح اولیه با غلظت ساکارز و ضخامت جداری از محلول ساکارز که نور از آن عبور داده شده متناسب است.

مواد خشک و رفراکتومتری

مقدار قند را در یک محلول ساکارزخالص می توان به وسیلهٔ رفراکتومتری اندازه گرفت. در حقیقت یک ارتباطی بین غلظت ساکارز در یک محلول ساکارز خالص و ضریب رفراکسیون (یاضریب انکسار)آن وجود دارد.

درصنعت قند سازی که محلول های ناخالص ساکارز کار می شود نیز میل دارند از کل مواد حل شده یا ماده خشک (یعنی قند+موادغیرقندی) آگاه باشند. به منظور نیل به این هدف فرض می شود که مواد غیرقندی (یعنی موادخشک غیر از ساکارز) محلول دارای همان دانسیته و همان ضریب رفراکسیون (ضریب انکسار) مانند محلول ساکارز خالص باشد و با استفاده ازجداول تنظیم شده برای ساکارز خالص غلظت مواد خشک را تعیین می کنند.

پس می توان گفت موادخشک فرآورده های قند دار با اندازه گیری ضریب رفراکسیون به وسیله دستگاهی به نام رفراکتومترتعیین می شود.

ضریب انکسارنوری با طول موج معین و درجه حرارت معین در هرمحلول متناسب با میزان مواد خشک موجود در آن محلول است. ضریب انکسار نور n درخلاء (ویا مثلاً هوا که باخلاء خیلی کم تفاوت دارد) بوسیله اشعه D (سدیم) باطول موج ۵۸۹nm (در۲۰ درجه سانتیگراد) برای محلول های خالص ساکارز اندازه گیری می شود.

تعریف بریکس

مقدار مواد خشک که چیزی جز غلظت ظاهری نمی باشد برحسب گرم ماده خشک در صدگرم محلول یا برحسب درجه بریکس آن محلول بیان می شود (بریکس وزنی) هرگاه جرم حجمی ظاهری یک محلول قند دار در ۲۰درجه سانتیگراد شناخته شده باشد در این صورت غلظت برحسب وزن را به سهولت می توان به غلظت حجمی تبدیل کرد.

این غلظت حجمی را بنابراین درجه بریکس حجمی می نامند:

بریکس وزنی × جرم حجمی در۲۰ درجه سانتیگراد= بریکس حجمی در ۲۰ درجه سانتیگراد.

روش کار با رفراکتومتر

پس از آنکه حجم بسیارکمی از نمونه مورد اندازه گیری بر روی منشور رفراکتومتر قرار داده شد آنگاه بعد از ثابت شدن BXT و یا BXN، مقدارآن را قرائت می شود. نمونه ها بایستی حتما بوسیله ترموستات به ۲۰ درجه سانتیگراد رسانیده شوند و بعد روی منشور ریخته شوند در صورتی که این عمل انجام نگیرد چون منشورها دارای ترموستات می باشند در این صورت پس از قرار دادن نمونه بر روی منشور بایدآن قدرتامل کرد تا نمونه به حرارت ۲۰ درجه ای برسد و پس ازآن درجهٔ انکسار قرائت گردد.

اگردستگاه برحسب درجه بریکس درجه بندی شده باشد، درجه قرائت شده را یادداشت و در صورت لزوم تصحیح حرارتی آن را برطبق جداول مربوطه انجام می گیرد. در غیر اینصورت باید به سراغ کاتالوگ دستگاه برای تبدیل اعداد به درجه بریکس برویم.(Sheikhol eslami . 1997)

اندازه گیری صفات فیزیولوژیکی

اندازه گیری میزان کلروفیل a, b و کلروفیل کل به روش آرنو ۱۹٦۷

۱ – مقدار نیم گرم از ماده تر گیاهی را در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از نیتروژن مایع آن را خرد کرده و به خوبی له می‌نماییم.

۲ – ۲۰ میلی لیتر استن ۸۰٪ به نمونه اضافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت٤۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه قرار می‌دهیم. عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ را به بالن شیشه ای منتقل می‌کنیم.

۳ – مقداری از نمونه داخل بالن را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و سپس به طور جداگانه در طول موج های ٦٦۳ نانومتر برای کلروفیل a ، و ٦٤۵ نانومتر برای کلروفیل b و ٤۷۰ برای کارتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب را قرائت می‌نمائیم.

٤ – در نهایت با استفاده از فرمول های زیر میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست می آید.

Chlorophyll a = (19.3 * A663 - 0.86 * A645) V/100W
Chlorophyll b = (19.3 * A645 - 3.6 * A663) V/100W
Carotenoides = 100(A470) - 3.27(mg chl. a) - 104(mg chl. b)/227

V = حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

A = جذب نور در طول موج‌های ٦٦۳، ٦٤۵ و ٤۷۰ نانومتر

W = وزن تر نمونه بر حسب گرم

اندازه گیری پروتئین محلول در برگ به روش برادفورد

یک گرم نمونه برگی فریز شده در ۸۰– درجه سانتی گراد در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع کاملاً پودر گردید. سپس با اضافه کردن ٤ میلی لیتر بافر استخراج با ترکیب تریس اسید کلریدریک یک مولار (PH=7.5) .

Na2EDTA + 5% یک مولار ۰,۲ درصد + دومرکاپتواتانل ۰,۰٤ درصد در آب مقطر به نمونه و هموژنیزه کردن آن ، مخلوط حاصل به تیوپهای در دار منتقل و به دنبال آن در ۱۳۰۰۰ دور دقیقه (RPM) و به مدت ۲۰ دقیقه سانترفیوژ شده و عصاره شفاف از محلول جدا و در ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری گردید. اندازه گیری مقدار کمی پروتئین های محلول بر اساس روش برادفورد با استفاده از معرف بیو – رد (Bio – rad) در دستگاه اسپکتوفتومتر مدل RD5000 با طول موج ۵۹۵ نانو متر قرائت گردید .

نتایج و بحث

صفات تکنولوژیکی

عیارقند

همانطور که در جدول تجزیه واریانس شماره ۱ مشاهده می شود تیمار غلظت نانو ذرات تیتانیوم باعث اختلاف معنی دار عیار چغندرقند در سطح ۱ درصد شده است و همچنین با توجه به جدول مقایسه میانگین شماره ۲ ملاحظه می شود که بیشترین مقدار عیارقند مربوط به غلظت های ۰,۰۱٪ و ۰,۰۳٪ می باشد که این افزایش نسبت به شاهد و غلظت ۰,۰۵٪ کاملاً مشهود است و حدود ۱درصد افزایش عیار قند را در این غلظت ها می توان جستجو نمود ، با توجه به این که بالا بودن عیارقند یکی از صفات برجسته و مهم در چغندرقند تلقی می گردد بنابراین استفاده از غلظت های مورد نظر قابل توجیه است از آن جایی که عملکرد شکر سفید تابعی از درصد شکر قابل استحصال و عملکرد ریشه است بنابراین افزایش عیارقند یکی از مهم ترین صفات است که منجر به افزایش عملکرد شکر می شود. (Firooz abadi et al . 2003).

احتمالاً نانو ذره ی تیتانیوم توانسته با بکار گیری سازه کارهای مربوط به شکستن پلی ساکاریدها به مونوساکاریدها و در نتیجه افزایش غلظت مواد قندی در سلول منجر به افزایش عیارقند گردد ، یا این که توانسته است با افزایش فتوسنتز کارایی فتوسنتز و دریافت نور را افزایش داده و پتانسیل تولید قند را با استفاده از افزایش عیار قند بالا ببرد . در این بیان بسیاری از بوته های چغندر قند در طول دوره ی رشد به دلیل شرایط مختلف و تنش های محیطی و زیستی و یا رقابت های درون گونه ای و بین گونه ای از بین می روند به همین دلیل محلول پاشی نانو ذره تیتانیوم می تواند به عنوان یک عامل موثر در حذف عوامل نامطلوب و کاهش خسارت در طول دوره ی رشد عمل نموده و پتانسیل عملکرد را افزایش دهد . لذا شناخت مطلوب دوزهای این نانو ذره و کاربرد آن در مراحل مختلف رشدی قابل توصیه پیشنهاد است و به عنوان یکی از مهم ترین صفات در افزایش عملکرد قند قابل استحصال توصیه می شود .

قلیائیت

با توجه به جدول تجزیه واریانس شماره ۱ مشاهده می شود تیمارهای مراحل و غلظت تاثیر معنی داری بر روی صفت قلیائیت نداشته ولی اثر متقابل آن ها در سطح ۵ درصد بر روی این صفت معنی دار می باشد(جدول مقایسه میانگین اثر متقابل شماره ٤)

بیشترین قلیائیت در مرحله دوم محلول پاشی با غلظت ۰,۰۵ درصد (S_2D_4) می باشد ، احتمال آن می رود که محلول پاشی با دوزهای بالاتر در طی دوران انتهایی رشد اثر نامطلوبی بر ریشه چغندرقند از نظر قلیایی بودن داشته باشد ، ثابت شده است که بیشترین تاثیر منفی مستقیم و منفی را بر قند قابل استحصال ضریب قلیائیت دارد . (Basati,M. Aghaiee.1995).

قند قابل استحصال (WSC)

طبق جدول تجزیه واریانس شماره ۱ مشاهده می شود قند قابل استحصال تحت تاثیر غلظت های مختلف نانو ذره تیتانیوم در سطح ۱ درصد قرار می گیرد به طوری که طبق جدول مقایسه میانگین شماره ۲ بیشترین مقدار این صفت در غلظت ۰,۰۱٪ مشاهده می شود و کمترین مقدار در غلظت ۰,۰۵٪ وجود دارد . به نظر می رسد غلظت های پایین و کم نانو ذرات تیتانیوم می تواند با تاثیر بر روی مکانیسم های فتوسنتزی و نیز تاثیر مثبت بر عیار قند بر روی قند قابل استحصال تاثیر گذاشته و از این طریق مقدار صفت قند قابل استحصال را افزایش دهد ، نانو ذرات تیتانیوم به عنوان یک فوتوکاتالیست رابطه نزدیکی با فتوسنتز گیاهان خانواده ی اسفناج دارد که نه تنها باعث افزایش جذب نور ، تبدیل انرژی نور به انرژی الکترون و انرژی فعال شیمیایی می شود بلکه موجب افزایش فعالیت ربیسکو می گردد که ممکن است از این طریق باعث افزایش سرعت فتوسنتز گیاه شده و قند قابل استحصال را افزایش دهد .

ضریب استحصال شکر

طبق جدول تجزیه واریانس شماره ۱ مشاهده می شود ضریب استحصال شکر تحت تاثیر غلظت های مختلف نانو ذرات تیتانیوم در سطح ۱ درصد قرار گرفته است به طوری که طبق جدول مقایسه میانگین شماره ۲ بیشترین ضریب استحصال شکر مربوط به غلظت ۰,۰۱٪ می باشد ، کمترین مقدار مربوط به غلظت ۰,۰۵٪ است . بدیهی است که ضریب استحصال شکر صفت بسیار مهمی برای کارخانجات چغندرقند بوده و هر گونه کاهش ضریب استحصال در چغندرقند خسارت جبران ناپذیر و چشمگیری به صفت قند و شکر وارد می کند ، معمولاً در شرایطی که گیاه چغندرقند مقادیر زیادی عناصر ناخالص جذب می نماید قابلیت استحصال شکر یا راندمان استحصال آن کاهش می یابد که به دلیل عدم کریستالیزاسیون ساکارز طی فرایند استخراج می باشد .

قند ملاس

همان گونه که در جدول تجزیه واریانس شماره ۱ مشاهده گردید هیچ گونه تفاوت معنی داری در سطوح تیمارهای غلظت و مراحل مختلف محلول پاشی از نظر قند ملاس دیده نمی شود .

ماده ی خشک ریشه

همان طور که در جدول تجزیه واریانس شماره ۱ مشاهده می گردد تیمار اثر متقابل مرحله در غلظت دارایی اثر معنی دار در سطح ۵ درصد بر روی ماده ی خشک ریشه می باشد به طوری که بیشترین ماده ی خشک ریشه مربوط مرحله ی اول محلول پاشی (۱۴-۱۲ برگی) با غلظت ۰,۰۱٪ نانو ذره تیتانیوم است .(جدول مقایسه میانگین شماره ۲) .

می توان اذعان نمود که کاربرد نانو ذرات تیتانیوم در مراحل ابتدایی توانسته منجر به افزایش فتوسنتز خالص شده و راندمان تثبیت کربن را در گیاه افزایش دهد و از این طریق منجر به افزایش عملکرد ماده ی خشک در داخل برگ وانتقال آن به ریشه شده است .

صفات فیزیولوژیکی

کلروفیل a ، کلروفیل b ، کلروفیل کل

با توجه به جدول تجزیه واریانس شماره ۵ مشاهده می گردد این سه صفت مهم به طور معنی داری تحت تاثیر غلظت های مختلف نانو ذرات تیتانیوم قرار گرفته است ولی اثرات مراحل محلول پاشی و اثرات متقابل غلظت در مرحله بر این صفت بی معنی می باشد . در جدول مقایسه میانگین شماره ٦ بیشترین مقدار کلروفیل a در سطح شاهد و ۰,۰۱٪ و بیشترین مقدار کلروفیل b در سطح شاهد ۰,۰۱٪ و ۰,۰۳٪ مشاهده می گردد و همچنین کلروفیل کل در غلظت ۰,۰۱٪ دارای بیشترین مقدار می باشد ، همچنین کمترین مقدار کلروفیل کل در غلظت ۰,۰۵٪ قابل مشاهده و نتیجه گیری است . به نظر می رسد کاهش مقدار کلروفیل در غلظت هایی بالاتر به واسطه اثر کلروفیلاز ، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد . (Ahmadi and Ceiocemardeh).

احتمال این وجود دارد که با اعمال غلظت های کمتر نانو ذرات تیتانیوم به دلیل وجود سلول های بیشتر در واحد وزن برگ مقدار کلروفیل a ، کلروفیل b و کلروفیل کل افزایش یابد . (Nonami and Matthewse , 1997) .

پروتئین برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس شماره ۵ ملاحظه می گردد که تفاوت معنی داری بین سطوح مختلف غلظت ، مراحل و اثر متقابل بر روی پروتئین برگ دیده نمی شود .

نتیجه گیری :

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از نانو ذرات تیتانیوم تاثیر معنی داری بر روی اکثر صفات تکنولوژیکی در چغندرقند داشت به طوریکه تیمار ۰,۰۱درصد نانو تیتانیوم باعث افزایش حدود یک درصدی عیارقند شد ، با توجه به اهمیت این صفت و مرتبط بودن عیارقند و عملکرد شکر سفید و همچنین نتایج حاصل از مطالعات اثر معنی دار نانو تیتانیوم بر روی گیاهان خانواده اسفناج می توان به موثر بودن این عنصر در افزایش عملکرد کمی و کیفی در چغندرقند پی برد.

جدول ۱ : تجزیه واریانس تاثیر نانو ذره تیتانیوم و مراحل محلول پاشی بر روی برخی صفات تکنولوژیکی در چغندرقند

منبع تغییرات S . O . V	درجه آزادی df	عیارقند Sc	الکالیتی Alc	قند قابل استحصال Wsc	ضریب استحصال شکر Ecs	قند ملاس Ms	ماده ی خشک Dm
تکرار(R)	۳	۱۹۶۶۲**	۱۰,۴۶۲ ns	۲۴,۱۴۴**	۱۷۳,۱۸۹**	۰,۳۵۹ns	۵۷,۵۳۷*
مراحل (S)	۲	۱,۶۴۷ ns	۵,۱۱۵ ns	۳,۰۴۷ ns	۳۴,۶۷۵ ns	۰,۲۱۴ns	۲,۲۵۳ns
مراحل * تکرار (R*S)	۶	۰,۹۰۰ ns	۳,۲۶۶*	۱,۴۶۸ ns	۱۹,۹۶۴ ns	۰,۳۰۷*	۸,۷۰۶**
غلظت (D)	۳	۳,۴۸۸**	۱,۱۱۷ ns	۵,۱۰۶**	۴۴,۳۷۴**	۰,۱۷۷ns	۴,۸۷۵ns
مراحل * غلظت (S*D)	۶	۰,۴۸۴ *	۳,۳۵۲*	۰,۷۲۰ ns	۱۳,۶۴۶ns	۰,۲۳۴ *	۷,۲۱۳*
خطای آزمایش (E)	۲۷	۰,۷۰۰	۱,۳۰۳	۰,۸۴۲	۹,۱۴۴	۰,۱۲۲	۲,۵۸۳
ضریب تغییرات (CV)٪		۵,۵۴۶	۳۰,۹۳۴	۹,۰۶۱	۴,۵۳۲		۶,۶۶۳

** و * به ترتیب معنی دار بودن در سطح ۱ و ۵ درصد و ns غیر معنی دار است .

جدول ۲ : مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت نانو ذرات تیتانیوم بر روی برخی صفات تکنولوژیکی در چغندرقند

صفات / تیمار	عیارقند Sc(درصد)	الکالیتی Alc	قند قابل استحصال Wsc (درصد)	ضریب استحصال شکر Ecs (درصد)	قند ملاس Ms (درصد)	ماده ی خشک Dm (gr/100gr)
غلظت۰ D1	۱٤,۹۲٥^{ab}	٤,۰۷۰^{a}	۹,۸٦۰^{bc}	٦٥,٦۹۷^{bc}	٤,٤٦٥^{a}	۲٤,۱۰۰^{a}
غلظت۱ D2	۱٥,٥٥۰^{a}	۳,۳۲۸^{a}	۱۰,٦۹۳^{a}	٦۸,٥۰٦^{a}	٤,۲٥۷^{a}	۲٤,۷۰۸^{a}
غلظت۲ D3	۱٥,٤۷۹^{a}	۳,۷۲٤^{a}	۱۰,٦۲٥^{ab}	٦۸,۱٤۷^{ab}	٤,۲٥٤^{a}	۲٤,٤۳۲^{a}
غلظت۳ D4	۱٤,۳۹٦^{b}	۳,٦۳۷^{a}	۹,۳۲۹^{c}	٦٤,٥۲٤^{c}	٤,٤٦۷^{a}	۲۳,۲٥۲^{a}

D1 غلظت صفر : محلول پاشی با آب مقطر

D2 غلظت یک : محلول پاشی با غلظت ۰,۰۱ درصد

D3 غلظت دو : محلول پاشی با غلظت ۰,۰۳ درصد

D4 غلظت سه : محلول پاشی با غلظت ۰,۰۵ درصد

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری با هم ندارند .

جدول ۳ مقایسه میانگین اثرات اصلی مراحل محلول پاشی بر روی برخی صفات تکنولوژیکی در چغندرقند

صفات / تیمار	عیارقند Sc(درصد)	الکالیتی Alc	قند قابل استحصال Wsc (درصد)	ضریب استحصال شکر Ecs (درصد)	قند ملاس Ms (درصد)	ماده ی خشک Dm (gr/100gr)
مرحله۱ S1	۱۵,۳۹۷a	۳,۰۸۷a	۱۰,۵٤٤a	٦۸,۱۳٦a	٤,۲۵۲a	۲٤,۳۷۰a
مرحله۲ S2	۱٤,۷۵٦a	٤,۲۰۸a	۹,٦۷٤a	٦۵,۱۹۷a	٤,٤۸۲a	۲۳,٦۹۱a
مرحله۳ S3	۱۵,۱۰۹a	۳,۷۷٤a	۱۰,۱٦۲a	٦٦,۸۲۳a	٤,۳٤۷a	۲٤,۳۰۸a

S1 مرحله ۱ : محلول پاشی در ۱٤-۱۲ برگی

S2 مرحله ۲ : محلول پاشی در ۳۰-۲۵ برگی

S3 مرحله ۳ : محلول پاشی در ۳۵-۳۰ برگی

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری با هم ندارند .

جدول ٤ مقایسه میانگین اثر متقابل مراحل محلول پاشی و غلظت نانو ذرات تیتانیوم بر روی برخی صفات تکنولوژیکی در چغندرقند

صفات / تیمار	عیارقند Sc(درصد)	الکالیتی Alc (meq/100gr)	قند قابل استحصال Wsc(درصد)	ضریب استحصال شکر Ecs(درصد)	قند ملاس Ms(درصد)	ماده ی خشک Dm (gr/100gr)
S1 D1	۱۵,۳۰۰^{ab}	۲,۸۳۷^{b}	۱۰,۱۸۷^{abc}	۶۶,۱۴۰^{abc}	۴,۵۱۲^{ab}	۲۵,۳۳۸^{ab}
S1 D2	۱۵,۸۳۷^{a}	۳,۷۸۷^{ab}	۱۱,۲۸۲^{a}	۷۰,۷۳۳^{a}	۳,۹۵۵^{b}	۲۳,۳۳۸^{b}
S1 D3	۱۵,۵۵۰^{ab}	۳,۰۹۲^{b}	۱۰,۸۸۲^{ab}	۶۹,۷۳۳^{a}	۴,۰۶۷^{b}	۲۴,۲۴۸^{ab}
S1 D4	۱۴,۹۰۰^{ab}	۲,۶۳۰^{b}	۹,۸۲۵^{abc}	۶۵,۸۹۸^{abc}	۴,۴۷۵^{ab}	۲۴,۵۵۸^{ab}
S2 D1	۱۴,۸۲۵^{ab}	۳,۴۴۰^{b}	۹,۷۰۰^{abc}	۶۵,۴۱۵^{abc}	۴,۵۲۵^{ab}	۲۴,۱۰۵^{ab}
S2 D2	۱۵,۲۰۰^{ab}	۴,۲۴۰^{ab}	۱۰,۲۵۰^{abc}	۶۶,۸۴۰^{abc}	۴,۳۵۰^{ab}	۲۴,۵۶۳^{ab}
S2 D3	۱۴,۱۳۷^{b}	۳,۵۲۰^{ab}	۸,۷۶۷^{c}	۶۱,۵۵۳^{c}	۴,۷۷۰^{a}	۲۳,۰۸۳^{b}
S2 D4	۱۴,۸۶۲^{ab}	۵,۶۳۲^{a}	۹,۹۷۷^{abc}	۶۶,۹۸۰^{abc}	۴,۲۸۵^{ab}	۲۳,۰۱۵^{b}
S3 D1	۱۵,۶۸۸^{a}	۳,۸۴۰^{ab}	۱۰,۷۴۲^{ab}	۶۷,۸۲۸^{ab}	۴,۳۴۵^{ab}	۲۴,۴۸۵^{ab}
S3 D2	۱۴,۱۵۰^{b}	۴,۷۶۰^{ab}	۹,۳۹۵^{bc}	۶۶,۱۲۳^{abc}	۴,۱۵۵^{ab}	۲۲,۱۱۸^{b}
S3 D3	۱۴,۶۱۲^{ab}	۳,۷۴۰^{ab}	۹,۴۱۵^{bc}	۹۳,۹۷۰^{bc}	۴,۵۹۷^{ab}	۲۳,۹۴۸^{ab}
S3 D4	۱۵,۹۸۷^{a}	۲,۷۵۷^{b}	۱۱,۰۹۷^{a}	۶۹,۳۷۰^{ab}	۴,۲۹۰^{ab}	۲۶,۶۸۳^{a}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری با هم ندارند

جدول ۵ تجزیه واریانس تاثیر نانو ذره تیتانیوم و زمان محلول پاشی بر روی برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژی در چغندر قند

منبع تغییرات S . O . V	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پروتئین محلول در برگ
تکرار(R)	۳	۰,۰۰۲ ns	۰,۰۰۵ ns	۰,۰۰۵ ns	۰,۰۰۰۵ ns
مراحل (S)	۲	۰,۰۳٤ ns	۰,۰۰۵ ns	۰,۰۲۳ ns	۰,۰۰۰۰۰۸ ns
مراحل * تکرار (R*S)	٦	۰,۰۱۸ ns	۰,۰۰٤ ns	۰,۰۲٤ ns	۰,۰۰٦ ns
غلظت (D)	۳	۰,۲۳۷**	۰,۰۳۱**	۰,۳۸۹**	۰,۰۹۵**
مراحل * غلظت (S*D)	٦	۰,۰۱۲ ns	۰,۰۰۳ ns	۰,۰۸۵ *	۰,۰۰٤ ns
خطای آزمایش (E)	۲۷	۰,۰۱٤	۰,۰۰٤	۰,۰۳۵	۰,۰۱۰
ضریب تغییرات (CV)٪		۲٦,۹٤۹	۲٦,۷۰۳	۲٦,۰٤۲	۸,۳۸۰

** و * به ترتیب معنی دار بودن در سطح ۱ و ۵ درصد و ns غیر معنی دار است .

جدول ٦ مقایسه میانگین اثرات اصلی غلظت نانو ذره تیتانیوم بر روی برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژی در چغندرقند

صفات	کلروفیل a (ml/gr/fw)	کلروفیل b (ml/gr/fw)	کلروفیل کل (ml/gr/fw)	پروتئین محلول در برگ (ml/gr/fw)
تیمار				
غلظت۰ D1	۰,٥٦٧^{a}	۰,۲۸٤^{a}	۰,٦۸۲^{b}	۱,۱٦۰^{b}
غلظت۱ D2	۰,٥٥۲^{a}	۰,۲۷٤^{a}	۰,۹۲۹^{a}	۱,۰٦۰^{c}
غلظت۲ D3	۰,۳۸۱^{b}	۰,۲٦۱^{a}	۰,۷۷٥^{ab}	۱,۲٥۷^{a}
غلظت۳ D4	۰,۲۷٥^{c}	۰,۱۷۳^{b}	۰,٤۹۸^{c}	۱,۲۳٥^{ab}

D1 غلظت صفر : محلول پاشی با آب مقطر

D2 غلظت یک : محلول پاشی با غلظت ۰,۰۱ درصد

D3 غلظت دو : محلول پاشی با غلظت ۰,۰۳ درصد

D4 غلظت سه : محلول پاشی با غلظت ۰,۰٥ درصد

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری با هم ندارند .

Abstract

In order to study the effects of titanium nano particles on technological and physiological traits and yield of sugar beet, *(Beta Vulgaris l.*) an experiment carried out as split plot on randomized complete block with four replications on sugar beet research fields in ۲۰۱٦. The experiment was conducted with three treatments, consisting four levels of spraying Titanium nano particles (distilled water, 0.01%, 0.03%, 0.05%) and three steps of spraying (s1= 12-14 leaves, s2= 25-30 leaves, s3= 30-35 leaves). technological traits (sugar content , alkalinity, white sugar content (WSC)) and physiological traits (Chlorophyll a , b and T. chlorophyll ,Soluble protein in the leaves) were estimated. Variation analysis results showed that the effect of density and spraying steps on most technological and physiological traits of sugar beet were significant,

Key words: Sugar beet , Titanium ،Nano particles, , Technological , physiological traits ،yield

منابع مورد استفاده :

بساطی، ج.، و م. آقایی. ۱۳۷۳ . تجزیه همبستگی صفات مؤثر بر قند قابل استحصال در چغندر قند.چیکده مقالات سومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات

شیخ الاسلامی ، رضا (۱۳۷٦) روشهای آزمایشگاهی و کاربرد آنها در کنترل فرایند صنایع غذایی (قند) – نشر مرسا .

محمدیان، ر. ۱۳۸٤. برخی از عوامل مؤثر بر عملکرد چغندرقند در شرایط تنش کم آبی. مجموعه مقالات بیست و هفتمین دوره سمینارهای سالانه کارخانه‌های قند و شکر ایران. مشهد ۲٤۸–۲۳۸ صفحه.

پناهی فرد، ع. کلهری، ح و توکلی، ح. ۱۳۸۱. خلاصه مباحث کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی (زراعت). نشر پردازشگران. ۳٦۸ صفحه.

کوچکی، ع.، سلطانی، ا. و عزیزی، م. ۱۳۷٦. اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۲۷۱

References:

Ahmadi, A. and A. ceiocemardeh . Effect of drought stress onsoluble c drate. Chlorophyll and proline in fouied wheat cultivars whit various cli iran. Iranian J . Agric. Sci, 35:753-76.

Azizpour,H.Sharifi.2009. Casual Analysis on Quantitative and Qualitative Traits of Gal Wart Disease in Sugarbeet. Abstract of Articles in 10th Congress of Agriculture and Plant Breeding.

Basati,M. Aghaiee.1995. Correlation Analysis of Effective Traits on White Sugar in Sugarbeet. Articled of the 3rd Congress of Agriculture and Plant Breeding.

Cooke. D.A, and Scott, R.K .1993. The sugar Beet crop science into practice. London, new york chapmon & Hall.675:456-469.

Draycott, A.P., and Webb, D.J. 1971. Effects of nitrogen fertilizer, plant population and irrigation on sugar beet. Yield Sci Camb. 76: 261-267

Firoozabadi, M., Abdollahian-Noghabi, M., Rahimzadeh, F., Moghadam, M., and Parsaeyan, M. 2003. Effects of different levels of continuous water stress on the yield quality of three sugar beet lines. Sugar Beet 19(2): 133-142. (in Farsi).

Gao F., Hong F., Liu C ., Zheng L ., Su M ., Wu X., Yang F., Wu C., and Yang, P. 2006. Mechanism of nano-anatase TiO2 on promoting photosynthetic carbon reaction of spinach. Biological Trace Element Research, 111:239-253.

Hosseini, H.Pourebrahim,2007. Economic Assessment of Agricultural Researches on Sugarbeet in Iran: Iranian Journal of Agricultural Sciences.

Hong, FS. Zhou, J. Liu, C. 2005. Effect of Nano-TiO2 on photochemical recation of chloroplasts of spinach. Biol. Trace Element Res. 105. 269-280.

Kafi,A.Mahdavi Damghani. 2001. Plants Resistance Mechanisms Against Environmental Stresses(Translation). Published in Mashhad Ferdoesi University.

Kandil AA and Lieth H and Al Masoom AA. (1989). Respons of sugar beet varieties to potassic fertilizer under salinity condition toward the rational use of high salinity tolerant plant. Alain. United Arab Emarates.Vol. 2. 199-207.

Lee D, Park K, Zachariah MR. 2005. Determination of the size distribution of polydisperes nanoparticles with single-particle mass spectrometry. The role of ion kinetic energy. Aerosol Science and Technology, 39: 162-169.

Mandeh M, Omidi M, Rahaie M. 2012. In vitro influences of TiO2 nanoparticles on barley (Hordeum vulgare L.) tissue culture. Biol Trace Elem Res. 2012 Dec;150(1-3):376-80

Navarro, E., Baun A., Behra R., Hrtmann N.B ., Filser J ., Miao A ., Quigg A , Santschi P .H ., Sigg L . 2008 . Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. Ecotoxicology, 17,372-386.

Nonami, H., Y, Wu, and M. A . Matthewse. 1997 . Decreased growth-induced water potential a primary cause of growth inhibition at low water potentials. Plant physiology.114:501-509.

Reynolds GH. 2002. Forward to the future nanotechnology and regulatory policy, Pacific Research Institute, 1-23 .

Reynold, M, 2002.Dwarfing the Social? Nanotechnology Lessons from the Biotechnology Front. Bulletin of Science Technology Society February 2002 vol. 24 no. 1 28-33 .

Shannon, M.C.(1984). Breeding , selection and the genetic of salt tolerance. Pp:231-254

Su M, Hong F, Liu C, Wu X, Liu X, Chen L, Gao F, Yang F, Li Z. 2007. Effect of nano-anatse TiO2 on absorption distribution of light and photoreduction activities of chloroplast. Biol Trace Elem Res. 118: 120-130.

Zhang L., Hong F., Lu S., and Liu C. 2005. Effect of nano-TiO2 on strength of naturally aged seeds and growth of spinach. Biological Trace Element Research, 105:83-91.