بررسی تأثیر انباشت Cr^{+3} بر رشد و غلظت برخی عناصر معدنی در گیاه جعفری (*Petroselinum crispum*)

آرزو ذاکر، پروانه ابریشم چی* و حمید اجتهادی

مشهد، دانشگاه فردوسی ، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

تاریخ دریافت: ۸٤/۰۳/۰٤ تاریخ پذیرش: ۸۵/۰۷/۱۵

چکیده

Cr^{+3} یک عنصر کمیاب ضروری در تعادل رژیم غذایی انسان و جانوران است و بدلیل نقشی که در متابولیسم گلوکز و چربی دارد، کمبود آن موجب بروز علایم دیابت و بیماریهای قلبی- عروقی می گردد. در راستای جلوگیری از عوارض نامطلوب استفاده از مکملهای شیمیایی Cr^{+3}، استفاده از گیاهانی که Cr^{+3} را در بافتهای خود جمع می کنند، می تواند روشی قابل تأمل در تأمین ورودی روزانه کروم باشد. به این منظور تأثیر غلظتهای مختلف Cr^{+3} بر رشد و میزان برخی از عناصر معدنی در گیاه جعفری مورد بررسی قرار گرفت. گیاهچه های جعفری رشد کرده در محیط کشت هیدروپونیک(هوگلند) حاوی غلظتهای مختلف Cr^{+3} (۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر) رشد یافته بودند، پس از ۵ هفته برداشت شد و پارامترهای رشد نظیر وزن خشک و طول ریشه و اندام هوایی، بیومس کل و نیز غلظت کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر و کروم در این بافتها مورد سنجش قرار گرفت. علاوه بر این میزان انباشت Cr^{+3} در ریشه و اندام هوایی اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد که تیمار Cr^{+3} موجب کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی (جز در تیمار ۰/۱ mg/l) می شود، بطوریکه در ریشه در غلظت ۳ mg/l و اندام هوایی در غلظتهای ۳ mg/l و ۲ نسبت به گیاه شاهد معنی دار است. کاهش طول ریشه و اندام هوایی در غلظتهای ۰/۷۵ mg/l و بالاتر در مقایسه با گیاه شاهد، معنی دار می باشد. کاهش معنی دار بیومس کل در تیمارهای mg/lCr^{+3} ۳ و ۲ روی می دهد. غلظت Ca^{+2}، K^{+}، Na^{+} و P نیز در ریشه و اندام هوایی تحت تأثیر تیمار Cr^{+3} قرار می گیرد. افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط کشت موجب کاهش میزان کلسیم، پتاسیم و سدیم و افزایش فسفر در ریشه و اندام هوایی شد که این کاهش برای کلسیم در تیمارهای mg/lCr^{+3} ۳ و ۲، در مورد پتاسیم در غلظت ۳ mg/l و برای سدیم تنها در ریشه و در تیمار ۳ mg/l نسبت به گیاه شاهد معنی دار است. در حالیکه افزایش مقدار فسفر در ریشه و اندام هوایی در تیمارهای ۰/۷۵ mg/l و بالاتر نسبت به شاهد معنی دار می باشد. مقدار کروم در بافتها نیز با افزایش غلظت این عنصر در محیط کشت، افزایش می یابد و تجمع آن در ریشه به مراتب بیشتر از اندام هوایی است.

واژه های کلیدی: *Petroselinum crispum* ، انباشت Cr^{+3}، کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر.

*نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۰۹۱۵۵۱۶۱۵۳۷، پست الکترونی: abrisham@ferdousi.um.ac.ir

مقدمه

کروم فلز سنگینی است که در بین ۲۹ عنصر مهم از نظر بیولوژیکی در رده چهاردهم قرار دارد (۱۰). این عنصر دارای حالات اکسیداسیون مختلفی از ۲+ تا ٦+ می باشد ولی Cr^{+3} و Cr^{+6} فرمهای شیمیایی اصلی و پایدار آن در محیط هستند(۱۲). در شرایط مناسب محیطی، Cr^{+6} به Cr^{+3} احیا می شود. سمی بودن و یا مفید بودن کروم به غلظت و حالت اکسیداسیون آن بستگی دارد(۳۰). جذب و اثر سمی کروم در گیاهان نیز با توجه به فرم شیمیایی کروم

Archive of SID
www.SID.ir

متفاوت است. حلالیت و سمیت فرم Cr^{+3} در مقایسه با فرم به شدت اکسیدکننده Cr^{+6} کمتر است(۱۵).

Cr^{+3} یک جزء مهم در تعادل رژیم غذایی انسان و جانوران است و در غلظتهای کم برای سلامت انسان ضروری است(۸ و ۳۰). تحقیقات نشان می دهد که کروم برای متابولیسم طبیعی کربوهیدراتها و چربیها در انسان و سایر پستانداران لازم است و کمبود آن موجب بروز علایم بیماری دیابت، بیماریهای قلبی- عروقی، افزایش غلظت انسولین و افزایش سطح کلسترول و تری گلیسرید می شود(۵ و ۲۸).

استفاده از مواد غذایی حاوی کروم که از گیاهان بویژه سبزیجات و محصولات خوراکی مشتق شده اند، می تواند بخش عمده ای از ورودی روزانه کروم را تأمین کند(۳۰). در واقع گیاهان کشاورزی می توانند مسیر مهمی برای انتقال این عنصر کمیاب از خاک به انسان باشند(۲٤). افزایش غلظت کروم در محیط رشد گیاهان، موجب افزایش غلظت آن در بافتهای گیاهی می شود. اما قرارگرفتن در معرض غلظتهای زیاد کروم، سبب ایجاد اختلال در برخی فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان و در نهایت کاهش رشد و بروز علایم سمی می گردد(۳۱).

در تحقیق حاضر توانایی گیاه جعفری، که در کشور ما مصارف متعدد خوراکی و دارویی دارد، برای انباشته سازی عنصر کروم و تأثیر این عنصر بر برخی جنبه های رشد و نمو گیاه مورد بررسی قرار گرفته است تا امکان استفاده از آن در رژیم غذایی بعنوان جایگزین مکملهای شیمیایی کروم ارزیابی شود.

مواد و روشها

بمنظور مطالعه اثر Cr^{+3} بر رشد گیاه جعفری، بذرهای سالم جعفری پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم ۲۰ درصد و بنومیل دو در هزار ، جهت جوانه زنی به خزانه منتقل شد. دانه رستها در ۸ تکرار در محیط کشت هیدروپونیک (هوگلند) کاشته شد. پس از ۵ روز، غلظتهای مختلف Cr^{+3} (۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر) بصورت نیترات کروم $[Cr(NO_3)_3.9H_2o]$ به محلول غذایی هوگلند اضافه شد. آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعویض محلولها هفته ای یکبار صورت گرفت و میزان آب محلول غذایی در فواصل تعویض، با افزودن محلول غذایی ۱۰ درصد هوگلند ثابت نگهداشته شد. گیاهان در فیتوترون با شدت نور $۹/۷\times۱۰$ $\mu molm^{-2}S^{-1}$ قرار گرفت. طی رشد، فتوپریود شامل ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و دما ۲٤±٤ درجه سانتی گراد بود.

بعد از ۵ هفته گیاهان تحت تیمار برداشت شده، و پس از شستشو با آب مقطر، و اندازه گیری طول ریشه و اندام هوایی بمدت ٤۸ ساعت در آون ۸۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و وزن خشک ریشه و اندام هوایی آنها پس از خشک شدن، سنجش شد.

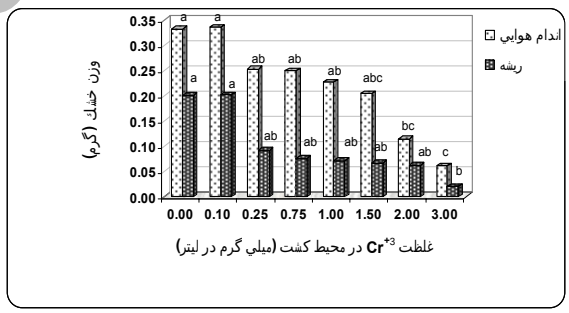
برای تعیین غلظت عناصر معدنی (کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر و کروم) در ریشه و اندام هوایی، خاکستر تر گیاه تهیه ، و سنجش میزان عناصر مزبور در آنها انجام گرفت(۲۹،۱۳). اندازه گیری مقدار Ca^{+2}، K^{+} و Na^{+} در بافتها بوسیله نورسنج شعله ای دارای فیلترهای مربوطه، می باشد، که با استفاده از منحنیهای استاندارد مربوط به هر عنصر، غلظت آن در ریشه و اندام هوایی مشخص و سپس مقدار آن در صد گرم وزن خشک محاسبه شد. غلظت Cr^{+3} با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی اندازه گیری و در صد گرم بافت خشک محاسبه شد. بمنظور تعیین غلظت فسفر در ریشه و اندام هوایی از روش رنگ سنجی استفاده شد. بدین صورت که پس از تنظیم pH مقدار مشخصی از خاکستر تر ریشه و اندام هوایی در pH خنثی و افزودن مولیبدات آمونیوم اسیدی و آسکوربات، محلول تا حد جوش حرارت دید و پس از رساندن حجم محلول به ۱۰۰ ml ، جذب آن در طول موج ۷۳۰ nm

Archive of SID
www.SID.ir

بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر UV/Vis خوانده شد(۲۹). غلظت فسفر در نمونه ها با استفاده از منحنی استاندارد تعیین و مقدار آن در صد گرم وزن خشک محاسبه شد. میانگینها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

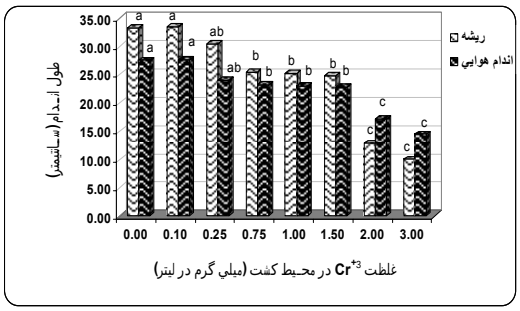
بر اساس نتایج بدست آمده، افزایش غلظت Cr^{+3} موجب کاهش رشد گیاه جعفری (وزن خشک و طول ریشه و اندام هوایی و بیومس کل) می شود. مقایسه میانگین وزن خشک ریشه و اندام هوایی نشان می دهد که با افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط کشت از غلظت ۰/۲۵ mg/l به بالا، وزن خشک ریشه و اندام هوایی به تدریج کاهش می یابد که در مورد ریشه تنها در بیشترین تیمار Cr^{+3} (۳ mg/l) و در مورد اندام هوایی در غلظتهای ۳ mg/l و ۲ نسبت به گیاه شاهد معنی دار است(شکل ۱).



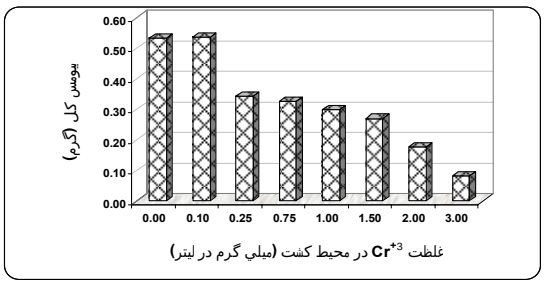
شکل ۱: تغییرات وزن خشک ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

همچنین افزایش Cr^{+3} در محیط از غلظت ۰/۲۵ mg/l به بالا موجب کاهش طول ریشه و اندام هوایی می شود و کاهش معنی دار نسبت به گیاهان شاهد در غلظتهای ۰/۷۵ mg/lCr^{+3} و بالاتر مشهود است(شکل ۲).

کاهش بیومس کل گیاهان تیمار شده با Cr^{+3} نیز در غلظتهای ۳ mg/lCr^{+3} و ۲ نسبت به شاهد، معنی دار می باشد(شکل ۳).

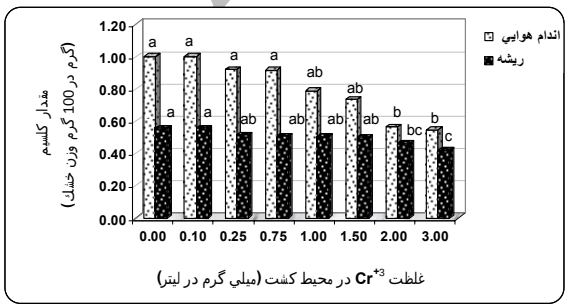


شکل ۲: تغییرات طول ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.



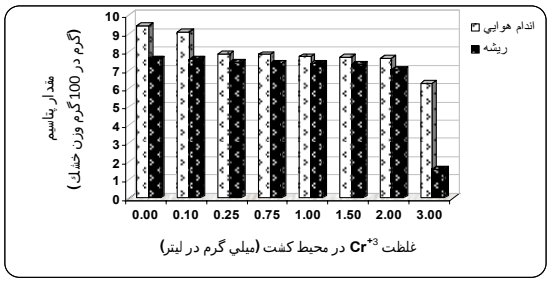
شکل ۳: تغییرات بیومس کل در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

همچنین نتایج نشان می دهد که تیمار Cr^{+3} موجب تغییرات معنی دار در غلظت کلسیم، پتاسیم، سدیم و فسفر در ریشه و اندام هوایی می شود. در اثر تیمار Cr^{+3}، غلظت کلسیم در ریشه و اندام هوایی گیاهان کاهش می یابد و این کاهش در تیمارهای ۳ mg/lCr^{+3} و ۲ نسبت به گیاهان شاهد معنی دار است(شکل ٤). با افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط کشت، غلظت پتاسیم نیز در ریشه واندام هوایی کاهش می یابد ولی کاهش معنی دار فقط در بالا ترین تیمار Cr^{+3} یعنی غلظت ۳ mg/l مشاهده می شود(شکل ۵).



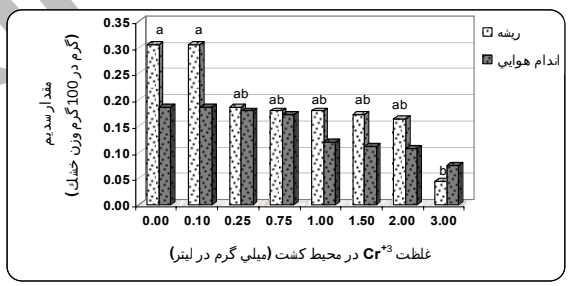
شکل ٤: تغییرات میزان یون کلسیم در ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

Archive of SID
www.SID.ir



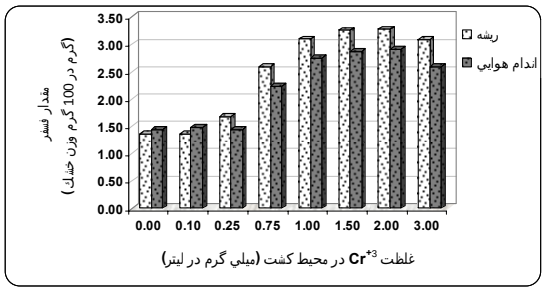
شکل ۵: تغییرات میزان یون پتاسیم در ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

مقایسه میانگین مقدار سدیم در ریشه گیاهان تیمار شده با Cr^{+3} نشان می دهد که با وجود کاهش تدریجی مقدار این یون، با افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط، تفاوت معنی دار نسبت به گیاه شاهد تنها در غلظت ۳ mg/l Cr^{+3} مشهود است. در حالیکه کاهش تدریجی و تغییرات مقدار سدیم در اندام هوایی تحت تأثیر Cr^{+3} در سطح ۵ درصد معنی دار نیست($P>0/05$)(شکل ٦).



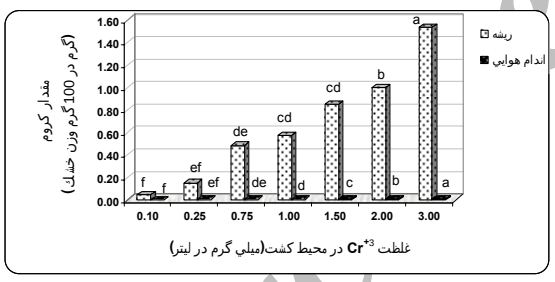
شکل ٦: تغییرات میزان یون سدیم در در ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

آنالیز داده های مربوط به میزان فسفر در ریشه و اندام هوایی نشان می دهد که تغییرات این عنصر نیز تحت تأثیر Cr^{+3} قرار دارد. با افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط کشت تا حد ۲ mg/l بتدریج غلظت فسفر در ریشه و اندام هوایی افزایش می یابد بطوریکه گیاهان تیمار شده با غلظتهای ۰/۷۵ mg/lCr^{+3} و بالاتر، تفاوت معنی داری با گیاهان شاهد نشان می دهند. در گیاهان تیمار شده با ۳ mg/lCr^{+3}، روند صعودی افزایش فسفر متوقف شده، غلظت این عنصر نسبت به تیمار قبل کمی کاهش می یابد که علیرغم این کاهش، کماکان میزان این عنصر در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاه شاهد بالاتر است(شکل ۷).



شکل ۷: تغییرات میزان فسفر در ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

همچنین با افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط، غلظت آن در ریشه و اندام هوایی گیاهان نیز افزایش می یابد بطوریکه گیاهان تیمار شده با غلظت ۳ mg/lCr^{+3}، بیشترین میزان کروم را دارا بوده، از این نظر تفاوت معنی داری با گیاهان تیمار شده با سایر غلظتهای Cr^{+3} نشان می دهند. در حالیکه گیاهان تیمار شده با غلظت ۰/۱ mg/lCr^{+3}، کمترین میزان کروم را در ریشه و اندام هوایی دارند(شکل ۸). علاوه بر این، غلظت Cr^{+3} در ریشه، چندین برابر غلظت آن در بخش هوایی است.



شکل ۸: تغییرات مقدار کروم در ریشه و اندام هوایی در غلظتهای مختلف Cr^{+3}.

بحث

بررسی نتایج نشان داد که رشد گیاه جعفری و نیز غلظت عناصر کلسیم، پتاسیم، سدیم و فسفر تحت تأثیر تیمار با Cr^{+3} قرار گرفت. افزایش غلظت Cr^{+3}، موجب کاهش وزن خشک و طول ریشه و اندام هوایی و بیومس کل در گیاه جعفری شد. تحقیقات متعددی نشان داده است که وقتی گیاهان در معرض غلظتهای زیاد کروم قرار گیرند، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و بیومس کل کاهش می

Archive of SID
www.SID.ir

یابد. کاهش رشد ریشه و اندام هوایی و نیز بیومس کل در اثر تیمار کروم در گیاهان گندم، لوبیاگرگی، آفتابگردان، کلم، یونجه و ذرت نشان داده شده است (۲، ۱۵، ۱٦، ۱۷، ۲۰ و ۲۲). به نظر می رسد که ریشه اولین جایی است که تحت تأثیر فلز سنگین کروم قرار می گیرد. کاهش رشد ریشه ها، که با کاهش طول و وزن خشک آنها مشخص می شود، موجب عدم گسترش مناسب سیستم ریشه ای شده، با کاهش سطوح جذب کننده و تغییر در ساختار غشای سلولی، جذب و در نتیجه محتوای آب گیاه کاهش می یابد و این امر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی نظیر تعرق، فتوسنتز و تنفس اثر کرده، در نهایت موجب کاهش رشد گیاه خواهد شد. زاید و تری (۲۰۰۳) (۳۱)گزارش کردند که اولین اثر سمیت کروم، ممانعت از رشد ریشه است وممانعت از رشد اندام هوایی در اثر تیمار کروم، در حقیقت ناشی از آسیب سیستم ریشه ای می باشد(۳۱).

از سوی دیگر نشان داده شده است که غلظتهای زیاد کروم، با اثر بر روی فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، موجب کاهش جذب ازت و تثبیت نیترات می شود(۲۵ و ۲٦). بنابراین بدلیل حضور ازت بعنوان یک عنصر ضروری در ساختار بسیاری از ملکولهای زیستی، کاهش آن موجب ممانعت از رشد گیاه می گردد(۲٦). کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی و نیز بیومس کل ممکن است بدلیل کاهش میزان فتوسنتز باشد زیرا نشان داده شده است که قرارگیری گیاهان در معرض غلظتهای زیاد کروم موجب کاهش میزان فتوسنتز و بیوسنتز کلروفیل می شود(۱۷،۲۱،۲۳،۲۵،۲٦).

همانگونه که ذکر شد، غلظتهای زیاد Cr^{+3} در محیط کشت گیاه جعفری موجب کاهش معنی دار غلظت یونهایی چون کلسیم و پتاسیم در ریشه و اندام هوایی و سدیم در ریشه گردید. این نتیجه با نتایج بدست آمده در سویا و چغندر قند مطابقت دارد(۳۱). نشان داده شده است که غلظتهای بالای کروم، جذب و غلظت عناصر غذایی ضروری مانند K، Ca، P و Mg را تحت تأثیر قرار می دهد(۱٤،۷،٤).

تغییراتی که در میزان این عناصر ضروری ایجاد می شود، اثرات فیزیولوژیکی متعدد و چندگانه ای دارد. برای مثال ضروری بودن یون کلسیم برای فعالیت پمپهای غشایی(۱۸)، پایداری غشا و جلوگیری از نشت آن و تقسیم سلولی(۱۱) نشان می دهد که کاهش این عنصر ممکن است از طریق تأثیر منفی بر جذب سایر مواد (بویژه K^+) و فعالیتهای مریستمی موجب کاهش رشد شود.

کاهش جذب و غلظت پتاسیم در گیاه در حضور غلظتهای زیاد کروم توسط کونل و الحمدانی (٤)، دیوب و همکاران (۷) و نیکولز و همکاران (۱٤) گزارش شده است. از طرف دیگر پتاسیم که از نظر مقدار و همین طور از نظر عمل مهمترین کاتیون در گیاهان محسوب می شود، برای عمل ATP آزهای غشایی و فعالیت حدود ٦۰ آنزیم مختلف که بسیاری از آنها در فتوسنتز و تنفس مشارکت دارند، ضروری است(۱۱،۱). بنابراین کاهش آن نه تنها باعث افت جذب مواد می شود بلکه با اختلال در تنفس و فتوسنتز موجب کاهش رشد نیز می گردد. همچنین بسیار محتمل است که کاهش رشد گیاه جعفری بدلیل کاهش میزان پتاسیم جذب شده در تیمارها با کروم باشد چون در ارتباط با دخالت مستقیم این عنصر (K^+) در رشد از طریق تأثیر بر پتانسیل اسمزی، جذب آب و تورژسانس و نیز دخالت در سنتز پروتئین گزارشهای متعددی وجود دارد(۱۸،۱۱).

برخی تحقیقات نشان داده است که تغییری در غلظت یون سدیم در حضور کروم دیده نمی شود در حالیکه در برخی دیگر از تحقیقات، بروز علایم ظاهری سمیت کروم مانند کلروز و نکروز را بدلیل تداخل کروم در انتقال مواد فعال از نظر اسمزی از جمله یونهای سدیم و پتاسیم نسبت داده اند(۱۹).

طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق، با افزایش غلظت کروم سه ظرفیتی در محیط، غلظت فسفر معدنی در ریشه و اندام هوایی بتدریج افزایش یافت و این روند صعودی مجدداً در غلظت سمی کروم (۳ mg/l) سیر نزولی نشان

Archive of SID
www.SID.ir

داد. نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات در این زمینه مطابقت دارد. برای مثال افزایش غلظت فسفر در حضور یون کروم در بافتهای گیاه یولاف گزارش شده است (۳۱). همچنین نشان داده شده است که استفاده از کروم در غلظتهای کم در محیط رشد گیاه هندوانه، موجب افزایش غلظت فسفر نسبت به گیاهان شاهد می شود ولی در غلظتهای بالای کروم، غلظت آن بتدریج کاهش می یابد (۷). انباشت فسفر و افزایش غلظت آن ممکن است بعلت تداخل مستقیم کروم در عمل آنزیمهای متابولیسم فسفر باشد. کاهش میزان فسفر در غلظتهای سمی Cr^{+3} با کاهش در میزان سنتز RNA، روی ساخته شدن پروتئین تأثیر می گذارد. لذا نمو رویشی کاهش می یابد و گیاهان کوچک باقی مانده، شبکه ریشه ای آنها محدود می شود(۱). کاهش مقدار این عنصر در سنگین ترین تیمار Cr^{+3} می تواند به کاهش میزان تنفس و فتوسنتز نسبت داده شود چرا که جذب فسفات فرآیندی فعال است.

بطور کلی، فلزات سنگین از جمله کروم عملکرد غشاء را تحت تأثیر قرار می دهند. در واقع یک اثر مهم و مضر آنها در سطح سلولی، تغییر تراوایی غشای پلاسمایی است که منجر به نشت یونهایی نظیر پتاسیم و سایر مواد محلول می گردد. بطور کلی تنش اکسیداتیو ایجاد شده در سلولهای خارجی ریشه توسط یک فلز سنگین مانند کروم موجب عملکرد نامناسب ریشه در جذب آب و مواد غذایی شده، منجر به کمبود سایر عناصر غذایی می گردد چرا که مکانیسمهای انتخابی برای جذب مواد معدنی را تخریب می کند (۳۱).

تحت تأثیر قرار گرفتن عملکرد غشاء در اثر فلزات سنگین که با کاهش تراوایی انتخابی غشاء و نشت فعال پتاسیم، فسفر و ملکولهای آلی از سلولها (با ممانعت فلزات از فعالیت ATPase) همراه است، بخوبی ثابت شده است (۳ و ۲۷). بطور کلی فلزات سنگین از جمله یون کروم میل ترکیبی نسبتاً بالایی برای گروههای سولفیدریل و کربوکسیل دارند که این به ویژگیهای فیزیکی وشیمیایی کاتیون مربوطه بستگی دارد. ATP آزهای غشای پلاسمایی که همان پمپهای الکتروژنیک هستند و در نفوذپذیری انتخابی سلول دخیل می باشند، تحت تأثیر فلزات قرار می گیرند و لذا جذب سایر عناصر غذایی نیز تحت تأثیر قرار گرفته، مختل می شود. از طرف دیگر پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء در اثر تشکیل رادیکالهای آزاد واکنشگر تحت تأثیر تیمار کروم نیز بشدت عملکرد غشای پلاسمایی را تحت تأثیر قرار می دهد. این امر یک واکنش تخریبی بسیار مهم است که موجب تغییر فاز لیپیدی و افزایش تراوایی غشاء شده، منجر به حذف کده بندی سلول می شود (۲۷). از دست رفتن انسجام غشاء و تغییر ویژگیهای غشای سلولهای ریشه موجب تغییر در عوامل مرتبط با جذب مانند کانالهای یونی شده و لذا در جذب عناصر اختلال ایجاد می کند. از طرف دیگر غلظتهای زیاد کروم با بیوانرژتیک میتوکندریایی تداخل می کند که از طریق القای اختلال در سیستم انتقال الکترون و سیستم فسفوریلاسیون صورت می گیرد(٦). علاوه بر این همانطور که قبلاً توضیح داده شد، ترازهای بالایی از کروم بر فتوسنتز نیز تأثیر منفی می گذارد. بنابراین با اثر بر این دو فرآیند فیزیولوژیکی مهم، سنتز ATP و فرآیندهای وابسته به آن نظیر جذب مواد و رشد تحت تأثیر قرار می گیرد. از آنجا که جذب عناصر غذایی بطور مستقیم یا غیر مستقیم به ATP وابسته است، لذا با اختلال در سنتز ATP، جذب آنها نیز تحت تأثیر قرار می گیرد.

در تحقیق حاضر با افزایش غلظت Cr^{+3} در محیط، غلظت آن در بافتها نیز افزایش یافت و بعلاوه میزان تجمع کروم در ریشه ها بیشتر از اندام هوایی بود. این نتایج با نتایج گزارش شده در مورد گیاهان گندم، ذرت و کلم همخوانی دارد(۲۳،۲۲،۲۱،۹). بطور کلی میزان انباشت کروم در بخشهای مختلف گیاه، متفاوت است زیرا در انتقال کروم از ریشه به رأس گیاه محدودیت وجود دارد که بدلیل اتصال

Archive of SID
www.SID.ir

این فرم یونی در جایگاههای مبادله کاتیونی ریشه و غیر متحرک شدن آن می باشد (۳۱). بنابراین بیشترین مقدار کروم جذب شده توسط گیاه در ریشه ها باقی می ماند و تنها بخش کوچکی از آن به اندامهای هوایی منتقل می شود لذا ریشه ها حاوی کروم بسیار بیشتری نسبت به بخش هوایی هستند(۲٤).

بطور کلی می توان نتیجه گرفت که گیاه جعفری در غلظتهای کمتر از حد سمی Cr^{+3} (۳ mg/l) ، علیرغم رشد کمتر قادر به تحمل کروم بوده، با انباشت Cr^{+3}، بویژه در بافت ریشه، می تواند منبع خوبی برای مصرف روزانه کروم باشد. در خاتمه پیشنهاد می شود که با انتخاب گیاهانی که ریشه آنها مصرف غذایی دارد و به کارگیری راههایی که توان انباشته سازی کروم را در این اندامها افزایش می دهد(عوامل افزایش دهنده جذب کروم نظیر کلاتورها)، استفاده از این گیاهان بجای داروهای شیمیایی تأمین کننده کروم ارزیابی شود.

منابع

۱- سالاردینی، ع. و مجتهدی م.، (۱۳٦۷). اصول تغذیه گیاه (تألیف ک.منگل و ا. کرکبی)، جلد ۲،چاپ فرهنگ، تهران

2-Bolan, N.S. and S. Thiagarajan, (2001), Retention and plant availability of chromium in soils as affected by lime and organic matter amendments. Australian Journal of Soil Research, 39(5): 1091-1103.

3-Cai, Y. and L.Q. Ma, (2003), Metal tolerance, accumulation and detoxification in plants with emphasis on Arsenic in terrestrial plants. American Chemical Society. 96P.

4-Connell, S.L. and S.H. Al-Hamdani, (2001), Selected physiological responses of kudzu to different chromium concentrations. Can. J. Plant Sci. 81: 33-58.

5-Davis, C.M. and J.B. Vincent, (1997), Chromium in carbohydrate and lipid metabolism. Journal of strychemi inorganic biological, 2: 675-679.

6-Dixit, V., V. Pandey and R. Shyam, (2002), Chromium ions inactivate electron transport and enhance superoxide generation in vivo in pea (Pisum sativum L. cv. Azad) root mitochondria. Plant, Cell & Environment, 25(5): 687.

7-Dube, B.K., K. Tawari, J. Chatterjee and C. Chatterjee, (2003), Excess chromium alters uptake and translocation of certain nutrients in citrullus. Chemosphere, 53: 1147-1153.

8-Khan, A.G. (2001), Relationship between chromium biomagnification ratio, accumulation factor and mycorrhizae in plants growing on tannery effluent-polluted soil, Environment International, 26: 417-423.

9-Lahouti, M. and P. J. Peterson, (1979), Chromium accumulation and distribution in crop plants. J. Sci. Food. Agric. 30: 136-142.

10-Lepp, N.W. (1981), Effects of trace metals on plant function, Applied Science Publishers, London.

11-Marschner, H. (1995), Mineral nutrition of higher plants, 2nd ed, Academic press, Harcourt Brace & Co, New York. 243-267

12-Mei, B., J.D. Puryear and R.J. Newton, (2002), Assessment of Cr tolerance and accumulation in selected plant species. Plant and Soil, 247: 223-231.

13-More, T. (1974), Research experiences in plant physiology. Springer-Verlag.

14-Nichols, P.B., J.D. Couch and S. Al-Hamdani, (2000), Selected physiological responses of *Salvinia minima* to different chromium concentrations. Aquatic Botany, 68: 313-319.

15-Pandey, N. and C.P. Sharma, (2003), Chromium interference in iron nutrition and water relations of cabbage. Environmental and Experimental Botany, 49:195-200.

16-Peralta, J.R., J.L. Gardea-Torresdey, K.J. Tiemann, E. Gomez, S. Arteaga, E. Rascon and J.G. Parsons, (2001), Study of the effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plants (*Medicago sativa*) grown in solid media. In Proceedings of the 2000 conference on hazardous waste research. 137P.

17-Rout, G.R., S. Samantaray and P. Das, (1997), Differential chromium tolerance among eight

Archive of SID
www.SID.ir

mungbean cultivars grown in nutrient culture. Journal of plant nutrition, 20(4-5): 473-483.

18-Salisbury, F.B. and E.W. Ross, (1991), Plant Physiology, Fourth ed, Wadsworth publication. 131-132.

19-Samantaray, S., G.R. Rout and P. Das, (1999), Studies on the uptake of heavy metals by various plant species on chromite minespoils in sub-tropical regions of India. Environ.Monit. Assess. 55: 389-399.

20-Sanita, L., F. Fossati, R. Musetti, I. Mikerezi and M.A. Favali, (2002), Effects of hexavalent chromium on maize and cauliflower plants. Journal of plant nutrition, 25(4): 701-717.

21-Sharma, D.C., C. Chatterjee and C.P. Sharma, (1995), Chromium accumulation and its effects on wheat (triticum aestivum L. cv. HD 2204) metabolism. Plant Science, 111: 145-151.

22-Sharma, D.C. and C.P. Sharma, (1996), Chromium uptake and toxicity effects on growth and metabolic activities in wheat, Triricum aestivum L. cv. UP (2003), Indian J. Exp. Biol. 34(7): 689-691.

23-Sharma, D.C., C.P. Sharma and R.D. Tripathi, (2003), Phytotoxic lesions of chromium in maize. Chemosphere, 51(1): 63-68.

24-Srivastava, S., S. Prakash and M.M. Srivastava, (1999), Chromium mobilization and plant availability – the impact of organic complexing ligands. Plant and Soil, 212: 203- 208.

25-Vajpayee, P., S.C. Sharma, R.D. Tripathi, U.N. Rai and M. Yunus, (1999), Bioaccumulation of chromium and toxicity to photosynthetic pigments, nitrate reductase activity and protein content of *Nelumbo nucifera* Gaertn. Chemosphere, 39(12): 2159-2169.

26-Vajpayee, P., R.D. Tripathi, U.N. Rai, M.B. Ali and S.N. Singh, (2000), Chromium (VI) accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba* L. Chemosphere, 41: 1075-1082.

27-Vangronsveld, J. and H. Clijsters, (1994), toxic effects of metals. In: Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity. Edited by M.E. Farago, Wienheim.

28-Vincent, J.B. (2000), The biochemistry of chromium. American Society for Nutritional Sciences.

29-Wallis, C. (1996), Practical Biology (A Laboratory Manual). Heinemann Medical. 30-Zayed, A., C. M. Lytle, J.H. Qian and N. Terry, (1998), Chromium accumulation, translocation and chemical speciation in vegetable crops. Planta, 206: 293-299.

31-Zayed, A.M. and N. Terry, (2003), Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. Plant and Soil, 249: 139-156.

Archive of SID

www.SID.ir

Study on the effects of Cr^{+3} accumulation on growth and some mineral nutrients concentrations in parsley (*Petroselin um crispum*)

Zaker A., Abrishamchi P., and Ejtehadi H.

Biology Dept., Faculty of Science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

Abstract

Trivalent chromium is an essential trace element in balancing human and animals diet. Because of the role of this ion in carbohydrate and lipid metabolism, its deficiency causes appearance of diabetes symptoms and cardio-vascular diseases. For preventing chromium deficiency and undesirable effects resulting from using chemical supplements of Cr^{+3}, chromium accumulator plants can be used as complementary food. For this purpose, effects of various concentrations of Cr^{+3} on growth and some mineral nutrients content in parsley (*Petroselinum crispum*) plants were studied. Parsley seedlings were grown on hydroponic culture (Hoagland) containing various levels of Cr^{+3} (0.1, 0.25, 0.75, 1, 1.5, 2 and 3 mg/l). After 5 weeks, the influence of Cr^{+3} on growth rate (root and shoot dry weight, root and shoot length and total biomass) and concentrations of Ca^{+2}, K^{+}, Na^{+} and P in roots and shoots were measured. Chromium accumulation was also determined in roots and shoots. Results showed that with increasing Cr^{+3} concentrations in medium, the root and shoot dry weights and lengths and content of mentioned mineral nutrients decreased. Significant decrease in the root and shoot dry weights were observed at 3 mg/l and 2-3 mg/lCr^{+3}, respectively. Chromium caused significant decrease in the root and shoot lengths from 0.75 mg/l up to 3 mg/l. In high concentrations of Cr^{+3} (2 and 3 mg/l) Ca^{+2} content of the root and shoot decreased significantly. Significant decrease in K^{+} concentration in the root and shoot was observed at 3 mg/lCr^{+3}. Treatments with 3 mg/lCr^{+3} caused significant decrease in Na^{+} concentrations of root. With increasing Cr^{+3} concentrations in medium, P content in the root and shoot increased that was significant from 0.75 mg/lCr^{+3} to 3 mg/lCr^{+3}. With enhancing Cr^{+3} levels in medium, the concentration of this ion in the roots and shoots increased significantly. Chromium accumulation in the root was much higher than the shoots.

Keywords: *Petroselinum crispum*, Cr^{+3} accumulation, Ca^{+2}, K^{+}, Na^{+}, P.

Archive of SID

www.SID.ir