تاثیر باکتری‌های محرک رشد بر رنگدانه های فتوسنتزی آفتابگردان تحت تنش فلز نیکل

آرش محمدزاده[1*]، محمدرضا چائی‌چی[3]، مجتبی توکلی[1]، مریم غفاری[2] و حسن مجیدی دیزج[1]

1. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

2. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت ابوریحان دانشگاه تهران

3. دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

*Email: a_mohammadzadeh@ut.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ آفتابگردان تحت تنش نیکل، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با 3 تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف باکتری (B.mycoides، M.roseus، B.mycoide+M.roseus و شاهد) و فلز نیکل (0، 150، 300 و 450ppm) بود. نتایج نشان داد که تاثیر نیکل بر سطح برگ، کلروفیل a، b، کلروفیل کل و میزان کارتنوئید معنی‌دار بود. تاثیر باکتری نیز بر سطح برگ و کلروفیل a معنی‌دار بود. افزایش غلظت نیکل، منجر به کاهش سطح برگ، محتوی کروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها گردید. تلقیح باکتری‌ها نیز میزان کلروفیل a و سطح برگ را افزایش داد.

کلمات کلیدی:

مقدمه

فلزات سنگین به صورت قراردادی به عناصری با خصوصیات فلزی گفته می شود که عدد اتمی آنها بیشتر از 20 باشد (یاندی، 2007). آلودگی محیط زیست به وسیله مواد آلاینده حاصل از فعالیت های گوناگون بشری از جمله فعالیت های کشاورزی، صنعتی، هسته ای و فاضلاب شهری سبب ایجاد مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و بهداشتی شده است. فلزات سنگین آلاینده معمول شامل نیکل (Ni)، سرب (Pb)، جیوه (Hg)، مس (Cu)، کروم (Cr) و کادمیوم (Cd) هستند (کافی و همکاران، 1388). نیکل به عنوان یک فلز سنگین، نقش مهمی را در گیاهان ایفا می کند .این عنصر در غلظتهای پایین اثر سمی بر گیاه ندارد ولی در غلظت های بالا برای گیاهان سمی است (بایکو و همکاران، 2006). بررسی ها نشان داده است که نیکل بر متابولیسم نیتروژن در گیاه نقش موثری دارد (شیمادا و همکاران، 1980). اگر غلظت نیکل در بافت سبزینه ای گیاهان بیش از 50 میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک باشد، گیاه ممکن است از غلظت زیاد نیکل آسیب دیده و علائم سمیت را نشان دهد. گزارش شده است که نیکل در غلظت 50ppm، از سنتز کلروفیل در گیاه Luffa awgyptica جلوگیری می‌کند اما نسبت‌های کلروفیل a و b را تغییر نمی‌دهد (ایران‌نژاد و همکاران).

مواد و روشها

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف فلز نیکل (0، 150، 300 و 450 میلی گرم در کیلوگرم خاک) و باکتری های محرک رشد مقاوم به فلزات سنگین (Bacillus mycoides، Micrococcus roseus، Micrococcus Bacillus mycoide+roseus و شاهد) بر میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ آفتابگردان، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در 3 تکرار اجرا گردید. بدین منظور برای هر گلدان میزان 3,5 کیلوگرم

خاک خشک را که با تیمارهای مربوطه با استفاده از روش اسپری کردن آلوده شده بود اضافه گردید و سپس همزمان با کاشت، تلقیح باکتری ها صورت گرفت. گیاهان کشت شده به مدت 8 هفته رشد نموده و سپس جهت اندازه‌گیری رنگدانه‌های گیاه، بافت برگی تازه به مقدار 0/5 گرم از چهارمین برگ بالایی گیاه برداشته و به آزمایشگاه منتقل شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل از روش آرنون (1949) و برای اندازه‌گیری کارتنوئیدها از روش لیچتندر(1987) استفاده شد. آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار SAS. 9.1 و MSTAT-C رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel 2007 انجام گرفت.

نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه واریانس (جدول1) نشان داد که تاثیر نیکل بر صفات سطح برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها معنی‌دار بود. همچنین صفات سطح برگ و کلروفیل a بطور معنی‌داری تحت تاثیر باکتری قرار گرفت. مقایسات میانگین در سطح احتمال 5 درصد نشان داد که سطح برگ در غلظت 300ppm نیکل بیشترین مقدار و در غلظت 450ppm کمترین مقدار را داشت. باکتری بکار رفته باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ شدند که در این بین تلفیق دو باکتری Bacillus mycoides و Micrococcus roseus تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد. تاثیر فلز نیکل بر محتوی کلروفیلa، کلروفیلb و کلروفیل کل برگ معنی‌دار بود و غلظت‌های 450ppm و 300 باعث کمترین مقدار کلروفیلa، کلروفیلb و کلروفیل کل برگ را داشتند. تلقیح گیاه با باکتری Bacillus mycoides باعث افزایش محتوی کلروفیلa، کلروفیلb و کلروفیل کل برگ در حضور نیکل گردید که این افزایش تفاوت بسیار معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. وضعیت کارتنوئیدها در برگ نیز مشابه کلروفیلa، b و کلروفیل کل بود و در غلظت 150ppm تفاوت معنی‌دار با شاهد نداشت ولی غلظت‌های 450ppm و 300 سبب افت شدید در مقدار کارتنوئید برگ شد. بیشترین میزان کارتنوئید در واحد وزن تر برگ مربوط به تیمار تلقیح با باکتری Bacillus mycoides بود که تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد. پیکسینی و مالاولتا (1992) گزارش کردند که چنانچه غلظت نیکل در برگ های لوبیا به بیش از 40ppm برسد، به دلیل کاهش جذب منیزیم توسط گیاه در غلظت‌های بالای نیکل، اثرات منفی نیکل بر کاهش کلروفیل کل مشهود می‌شود. غلظت‌های زیاد نیکل می‌تواند تجمع رنگدانه‌ها را در گیاه تحت تاثیر قرار داده و باعث تغییر در نسبت کلروفیل به کارتنوئید و کلروفیلa به b گردد که کارتنوئیدها نسبت به کلروفیل و کلروفیلb نسبت به کلروفیل a حساسیت بیشتری دارد. با پیشرفت این اثرات، به دلیل ایجاد اختلال در کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم2، دستگاه فتوسنتزی گیاه با مشکل مواجه می‌شود. در غلظت‌های زیاد نیکل، هر دو سیستم فتوسنتزی 1 و 2 بازداشته می‌شوند ولی فتوسیستم 2 به دلیل مختل شدن چرخه کلوین و بازداشته شدن زنجیره انتقال الکترون در نتیجه عدم انجام مطلوب واکنش‌های مرحله تاریکی و تجمع مقادیر زیاد ATP و NADPH، بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد (کروپا و همکاران، 1993). نیکل باعث آسیب رسیدن به اکثر قسمت‌های دستگاه فتوسنتزی می‌شود برای مثال سبب از بین رفتن سلول‌های مزوفیل و بافت‌های اپیدرمی گشته (بتکی و درو، 1992) و محتوی کلروفیل برگ (کلروفیلa، b، کلروفیل کل و نسبت کلروفیل a به b) می‌گردد (گوپال و همکاران، 2002؛ گاجوسکا و اسکلودوسکا، 2007؛ پاندی و شارما، 2002؛ مولاس، 1997). در سطح بیوشیمیایی، نیکل کمپلکس برداشت کننده نور 2 (LHCII) (آراویند و پراساد، 2004؛ ویسنیسکی، 2003) را تحت تاثیر قرار داده و میزان گزانتوفیل و

کارتنوئیدها را کاهش می دهد. نیکل همچنین در زنجیره انتقال الکترون (موهانتی و همکاران، 1989) و عوامل مداخله کننده آن در برگ (مانند سیتوکروم های b6f و b559) ایجاد اختلال می نماید.

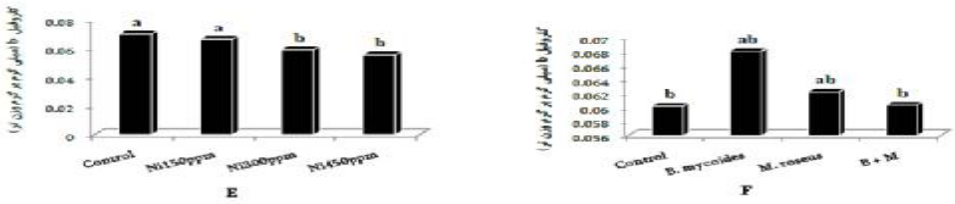
جدول مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a به b	کارتنوئیدها
نیکل	3	76086/77**	0/00396**	0/00052**	0/0073**	0/039^{ns}	0/062**
باکتری	3	25335/38*	0/00208*	0/00016^{ns}	0/0034^{ns}	0/010^{ns}	0/022^{ns}
اثرمتقابل نیکل×باکتری	9	6451/35^{ns}	0/0002^{ns}	0/000024^{ns}	0/00034^{ns}	0/016^{ns}	0/0039^{ns}
خطا	32	6844/72	0/0007	0/000073	0/0012	0/025	0/0087
ضریب تغییرات	-	24/19	13/46	13/66	13/33	5/025	13/67

***اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی دار با هم ندارند.**

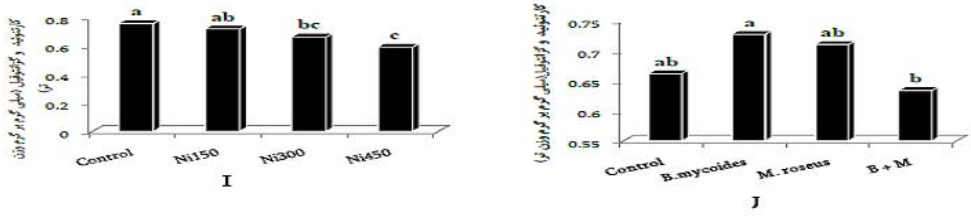
A و B به ترتیب میزان سطح برگ آفتابگردان تحت تیمارهای نیکل و باکتری است

C و D به ترتیب میزان کلروفیل a برگ آفتابگردان تحت تیمارهای نیکل و باکتری است



E و F به ترتیب میزان کلروفیل b برگ آفتابگردان تحت تیمارهای نیکل و باکتری است

G و H به ترتیب میزان کلروفیل کل برگ آفتابگردان تحت تیمارهای نیکل و باکتری است



I و J به ترتیب میزان کارتنوئید برگ آفتابگردان تحت تیمارهای نیکل و باکتری است

منابع

1. ایران نژاد، ح و شهبازیان، ن. 1384. مقاومت گیاهان زراعی به تنش های محیطی. انتشارات کارنو.
2. کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، و نباتی، ج. 1388. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
3. Aravind, P., M. N. V. Prasad, Zn protects chloroplasts and associated photochemical functions in cadmium exposed Ceratophyllum demersum L., a freshwater macrophyte, Plant Sci. 2004, 166, 1321 – 1327.
4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol. 24: 1-15.
5. B. C. Tripathy, B. Bhatia, P. Mohanty, Cobalt ions inhibit electron transport activity of photosystem II without affecting photosystem I, Biochim. Biophys. Acta 1983, 722, 88 – 93.
6. Baycu, G., T. Doganay, O. Hakan and G. Sureyya. 2006. Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. Environmental Pollution. 143:545-554.
7. Bethkey P. C., M. C. Drew, Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of Capsium annum during progressive exposure to NaCl salinity, Plant Physiol. 1992, 99, 219 –226.
8. E. Gajewska, M. Sklodowska, M. Slaba, J. Mazur, Effect of nickel on antioxidative enzyme activities, proline and chlorophyll contents in wheat shoots, Biol. Plant 2006, 50, 653 – 659.
9. Gajewska, E. M. Sklodowska, Effect of nickel on ROS content and antioxidative enzyme activities in wheat leaves, BioMetals 2007, 20, 27 – 36.
10. Gopal R. et al., Laser-induced chlorophyll fluorescence spectra of mung plants growing under nickel stress, Curr. Sci. 2002, 83, 880 – 884.
11. J. Fismes, G. Echevarria, E. Leclerc-Cessac, J.L. Morel, Uptake and transport of radioactive nickel and cadmium into three vegetables after wet aerial contamination, J. Environ. Qual. 2005, 34, 1497 – 1507.
12. Krupa, Z. et al. In vivo response of photosynthetic apparatus of Phaseolus vulgaris L. to nickel toxicity. Journal of Plant Physiology, v. 142, n. 06, p. 664-668, 1993.
13. Lichtenthder, H.K.1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148:350-382.
14. M. S. A. Ahmad, M. Hussain, R. Saddiq, A. K. Alvi, Mungbean: A nickel indicator, accumulator or excluder?, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2007, 78, 319 – 324.
15. Mohanty, N., J. Vass, S. Demeter, Impairment of photosystem II activity at the level of secondary quinine electron acceptor in chloroplasts treated with cobalt, nickel and zinc ions, Physiol. Plant. 1989,76, 386 – 390.
16. Molas, J. Changes in morphological and anatomical structure of cabbage (Brassica oleracera L.) outer leaves and in ultrastructure of their chloroplasts caused by an in vitro excess of nickel, Photosynthetica 1997, 34, 513 – 522.
17. Pandey, N., C. P. Sharma, Effect of heavy metals Co^{2+}, Ni^{2+} and Cd^{2+} on growth and metabolism of cabbage, Plant Sci. 2002, 163, 753 –758.
18. Piccini, D. F.; Malavolta, E. Toxidade de níquel em arroze feijão em solos ácidos. Revista Brasileirade Ciência do Solo, v. 16, p. 229-233, 1992.
19. Shimada, N., T. Ando, M. Tomiyama and H. Kaku. 1980. Role of nickel in plant nutrition. I. Effects of nickel on growth of tomato and soybean. Nippon Dojo Hiryogaku Zasshi. 51:487
20. Wisniewski L., N. M. Dickinson, Toxicity of copper to Quercus robur (English Oak) seedlings from a copper-rich soil, Environ. Exp. Bot. 2003, 50, 99 – 107.

21. Yan-de, J., H. E. Zhen-li and Y. Xiao-e. 2007. Role of soil rhizobcteria in phytoremidiation of heavy metal comtaminated soil. J. Zhejiang university scence. B. 8: 192-207.