تعیین بهترین منبع نیتروژن در سیستم هیدروپونیک در گیاه بادمجان با استفاده ازفلورسانس کلروفیل

علی مشکی، عبدالرضا سجادی نیا*، نفیسه مهدوی

چکیده

نیترات و آمونیوم دو منبع اصلی نیتروژن معدنی هستند که بوسیلهء ریشهء گیاهان آلی جذب می شوند. مطالعات زیادی نشان می دهند که کاربرد آمونیوم به عنوان تنها منبع نیتروژن برای رشد بیشتر گونه های گیاهی مضراست. هر چند گزارش شده است که با اضافه کردن مقدار کمی آمونیوم به گیاهان در حال رشد در محیط نیترات باعث افزایش رشد در بیشتر گونه های گیاهی در مقایسه با نیترات تنها شده است. در این آزمایش منابع مختلف نیتروژن ($Ca(NO_3)_2.4H_2O$, $(NH_4)_2SO_4$ و NH_4NO_3) به محیط غذائی هیدروپونیک اضافه شد. با توجه به این که میزان Fv/Fm در تیمار کودی نیترات آمونیوم نسبت به سایر تیمارهای کودی بالاتر بود، احتمالا نیترات آمونیوم باعث بهبود کارکرد دستگاه فتوسنتزی گیاه، افزایش عملکرد فتوشیمیایی کوانتوم و عملکرد خود گیاه شده و در نتیجه رشد گیاه را بهبود بخشیده است.

کلمات کلیدی: **بادمجان، هیدروپونیک، نیترات، آمونیوم، فلورسانس کلروفیل**

مقدمه

عنصر نیتروژن یکی از عناصر ضروری پرمصرف برای گیاهان می باشد که یک قسمت از مولکول تمامی پروتئین ها، آنزیمها، کلروفیل a و b، اسیدهای هسته ای شامل DNA، RNA و هورمونهای گیاهی از نیتروژن تشکیل شده است (مارشنر، ۱۹۹۵). گیاهان اکثر نیتروژن مورد نیاز خود را به صورت نیترات (NO_3^-) یا آمونیوم (NH_4^+) جذب می کنند (اربهی و ویلکس، ۱۹۹۰). اگرچه اکثر گیاهان NO_3^- را ترجیح می‌دهند کاربرد همزمان این دو منبع غنی از نیتروژن اثرات مفیدی بر رشد و نمو، و محصول گیاهان دارد (روستا و شاقینگ، ۲۰۰۷؛ مارشنر، ۱۹۹۵). میزان اثر آنها بر رشد و میزان جذب مواد غذایی به گونه گیاهی و نسبت NO_3^-: NH_4^+ بستگی دارد (اربهی و ویلکس، ۱۹۹۰). برای مثال رشد بهینه ریشه‌های گوجه فرنگی در خاکی با نسبت نیترات به آمونیوم ۳:۱ حاصل می شود واین در حالی است که اگر غلظت آمونیوم بیش از حد بالا باشد از رشد جلوگیری می کند. با این وجودکاج میلاد آمونیوم را ترجیح می دهد (بریتو وکرانزوکر ، ۲۰۰۲). فیزیولوژیستها بدنبال این هستند که دریابند چرا گیاهان در حضور نیترات رشد بهتری دارند و یا اینکه چرا با مصرف مخلوط نیترات و آمونیوم رشد گیاه بهتر است؟ مخلوط NO_3^- و NH_4^+ سبب ذخیره انرژی شده، تغییرات pH را به حداقل رسانده و تولید ATP را بهبود می‌بخشد (ککس و ریسنور، ۱۹۷۳). احیاء نیترات نیاز به انرژی زیادی دارد که بوسیله فرآیند تنفس یا فسفریلاسیون تولید می‌شود، ولی آمونیوم فرم احیاء شده نیتروژن است که به انرژی زیادی نیاز ندارد. از طرفی بیشتر نیتروژنی که به عنوان کود به خاکهای گرم و بازهکشی خوب اضافه می شود سریعا به نیترات اکسید می شود، بنابراین باید استفاده از NH_4^+ بعنوان منبع N با درک خوبی از وضعیت محیطی که گیاه در آن رشد می کند همراه باشد .

در سیستمهای کشت هیدروپونیک، بدلیل اینکه اکسیداسیون آمونیوم در شرایط کشت بدون خاک کمتر اتفاق می‌افتد شرایط متفاوت است. در سیستمهای هیدروپونیک بافری نشده و خاکهای با هوادهی ضعیف، کوددهی با نسبت بیشتر NH_4^+ به NO_3^- منجر به اسیدی شدن محیط شده و سبب خروج کاتیون از ریشه‌ها می شود (بریتو و کرانزوکر، ۲۰۰۲). ممانعت NH_4^+ از رشد گیاهان از بی نظمی در احیاء NH_4^+، تنظیم pH و اثرات سمیت آمونیوم آزاد، کمبود مواد غذایی معدنی مثل K، Ca، Mg و محدودیت کربوهیدارتهای ناشی از مصرف بیش از حد قندهای محلول برای آسیمیلاسیون NH_4^+ ناشی می شود (روستا و شاقینگ، ۲۰۰۸؛ والچ و همکاران، ۲۰۰۰).

فلورسانس کلروفیل یکی از راه‌های مصرف انرژی برانگیختگی در فتوسنتز است که به طور گسترده‌ای در تحقیقات فتوسنتز مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد. همچنین از فلورسانس کلروفیل برای تعیین وضعیت فیزیولوژی گیاه و میزان آسیب وارده به دستگاه فتوسنتزی استفاده شده است (برون و همکاران، ۲۰۰۴). تغییر در مقدار فلورسنس کلروفیل یک سیستم شناخت و

ارزیابی تحمل تنش برای درجه بندی گیاهان است (اسمیلی و هترینگتن،۱۹۸۳؛ گریوز و ویلسون، ۱۹۸۷؛ یامادا و همکاران،۱۹۹۶؛ هاکام و همکاران،۲۰۰۰). همچنین پرسیوال و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که بررسی میزان فلورسنس کلروفیل می‌تواند کاهش در سلامت اولیه گیاه را قبل از اینکه نشانه‌های زوال آشکار شود، شناسایی کند. از طرفی فلورسنس کلروفیل می‌تواند به عنوان یک روش سریع برای شناسایی و تعیین تحمل گیاه به تنش‌های محیطی به کار رود (پرسیوال و هندرسون، ۲۰۰۳).

از آنجایی که کودهای ازته بر دستگاه فتوسنتزی و میزان کلروفیل برگ اثر زیادی دارد و پارامترهای فتوسنتزی شاخصهای خوبی برای تشخیص میزان و شدت تنش وارده به گیاه به شمار می روند در این تحقیق اثرات کودهای نیتروژنه نیترات، آمونیوم و نیترات آمونیوم بر میزان فلورسانس کلروفیل و عملکرد کوانتومی فتوسنتز در دو گیاه گوجه فرنگی و خیار بررسی می شود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط کشت:

این آزمایش بر روی گیاه بادمجان انجام شد. بذرها در داخل سینی‌های کشت حاوی ورمی‌کولیت و پرلایت کشت شدند. بعد از یک ماه و رشد بهینه نشاها به داخل اسلب های ده لیتری و در هر اسلب دو گیاه انتقال یافتند. منابع مختلف نیتروژن محلول غذایی ($Ca(NO_3)_2.4H_2O$, $(NH_4)_2SO_4$ و NH_4NO_3) بود و غلظت مواد غذایی متناسب با رشد و نمو بوته تنظیم شد.

نوع طرح بصورت کاملا تصادفی (منابع مختلف نیتروژن $Ca(NO_3)_2.4H_2O$, $(NH_4)_2SO_4$ و NH_4NO_3) و با ۳ تکرار اجرا شد. پس از گذشت ۳ هفته از تغذیه گیاهان با کودهای مختلف نیتروژنه میزان فلورسانس کلروفیل، در تیمارهای مختلف اندازه گیری شد. فلورسانس کلروفیل بین ساعات ۹ تا ۱۱ صبح با استفاده از دستگاه فلورومتر مدل Opti-Sciences ساخت کشور ایالات متحده آمریکا اندازه‌گیری شد. برای این منظور برگهای گیاهان به مدت ۱۵ دقیقه جهت سازگاری به تاریکی به وسیله گیره‌های مخصوص از تابش نور محافظت شدند. پارامترهای فلورسانس مانند فلورسانس حداقل (F0)، فلورسانس حداکثر (Fm) و فلورسانس متغیر (Fv)، که از مقدار فلورسانس حداکثر منهای فلورسانس حداقل ($Fv = Fm - Fo$) بدست می‌آید و نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (Fv/Fm) اندازه‌گیری شد. در نهایت داده ها با نرم افزار آماری SAS تجزیه آماری شد و مقایسه میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که بیشترین میزان فلورسانس کلروفیل حداقل در تیمار کودی NH_4^+ به دست آمد و کمترین میزان فلورسانس کلروفیل حداقل در تیمار کودی NO_3^- به دست آمد که البته با نیترات آمونیوم اختلاف آن معنی دار نبود (شکل ۱).

اکثر گونه ها قادر به رشد بهینه با امونیوم بعنوان تنها منبع N نیستند (روستا و شاقینگ، ۲۰۰۸؛ کروز و همکاران، ۲۰۰۶). و صدمه به فرایند فتوسنتزی می تواند یکی از دلایل کاهش رشد گیاهان در تغذیه با آمونیوم باشد. با توجه به این که فلورسانس کلروفیل حداقل به عنوان شاخصی از خسارت به فتوسیستم ۲ می باشد و مقادیر بالای یون آمونیوم برای گیاه مضر است، بنابراین بالا بودن میزان فلورسانس کلروفیل حداقل نشان دهنده آن است که به دستگاه فتوسنتزی گیاه تنش وارد شده است. در ضمن بیشترین میزان فلورسانس کلروفیل حداکثر مربوط به تیمار کودی نیترات آمونیوم بود که البته اختلاف آن با تیمار کودی نیترات معنی دار نبود و کمترین مقدار فلورسانس کلروفیل حداکثر مربوط به تیمار کودی آمونیوم بود که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای کودی نداشت (شکل ۲). بیشترین میزان فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر که در حقیقت عملکرد فتوشیمیایی کوانتوم می باشد در تیمار کودی نیترات آمونیوم به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار کودی نیترات نداشت و کمترین میزان فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر در تیمار کودی آمونیوم به دست آمد که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار بود (شکل ۳). در حقیقت زمانی که از کود نیترات آمونیوم استفاده شده است میزان فتوسنتز برگ و عملکرد فتوشیمیایی کوانتوم در حد بالاتری بوده و گیاه حداکثر نور جذب شده را صرف واکنشهای فتوشیمیایی نوری کرده است. در نتیجه بالا بودن میزان Fv/Fm در اثر کم بودن میزان F0 بوده یعنی اینکه گیاه فلورسانس اولیه کمی داشته است. هاک و همکاران در سال ۱۹۹۳ و همچنین ماکس ول و جانسون (۲۰۰۰) اعلام کردند وقتی تنشی به دستگاه فتوسنتزی گیاه

وارد شود فلورسانس متغیر که برابر $Fm - F0$ است کاهش می یابد که در نتیجه میزان عملکرد فتوشیمیایی کوانتوم یعنی Fv/Fm نیز کاهش پیدا می کند. همچنین گونکالوز و همکاران (۲۰۰۵) اعلام کردند که با افزایش فتوسنتز میزان فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر نیز افزایش پیدا می کند. کاربرد همزمان NH_4^+ و NO_3^- باعث کنترل تعادل یونهای مثبت و منفی در گیاه می شود و از کمبود بعضی از یونها مثل Mg^{++} , Ca^{++} و K^+ در گیاه که با کاربرد NH_4^+ تنها معمول است، جلوگیری می کند، و شرایط فیزیولوژیکی گیاه را بهبود می بخشد. بنابراین باعث بهبود کارکرد دستگاه فتوسنتزی گیاه، افزایش عملکرد فتوشیمیایی کوانتوم و عملکرد خود گیاه می شود. در نتیجه بالا بودن میزان Fv/Fm در تیمار کودی نیترات آمونیوم نسبت به سایر تیمارهای کودی می تواند مربوط به این اثرات سودمند کاربرد همزمان NH_4^+ و NO_3^- باشد.

منابع

Britto DT., and Kronzucker H.J. (2002) NH_4^+ toxicity in higher plants. Journal of PlantPhysiology 159:567-584.

Bron, I. U. Riberio, V. and Azzolin, M. (2004) Chlorophil fluorescence as s tool to evaluate the ripening of 'Golden' papaya fruit. Postharvest Biology and Technology 33: 163-173.

Cox W.J., and Reisenauer H.M. (1973) Growth and ion uptake by wheat supplied by nitrogen as nitrate, or ammonium, or both. Plant and Soil 38:363-380.

Cruz C., Bio A.F.M., Dominguez-Valdivia M.D., Aparicio-Tejo P.M., Lamsfus C., and Martins-Loucao M.A. (2006) How does glutamine synthetase activity determine plant tolerance to ammonium? Planta 223: 1068-1080.

Errebhi M. and Wilcox G.E. (1990) Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. Journal of Plant Nutrition 13(8): 1017-1029.

Goncalves, B. Moutinho-Periera, J. Santos, A. Silva, AP. Bacelar, E. Corriera, C. and Rosa, E. (2005) Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. Tree Physiol. 26 (1): 93-104.

Greaves, J.A. and Wilson, J.M. (1987) chlorophyll fluorescence analysis-an aid to plant breeders. Biologist. 34: 209-14.

Hak, R. Rinderle-Zimmer, U. Lictenthaler, H. K. and Nater, L. (1993) Cholorophyll a fluorescence signatures of nitrogen deficient barely leaves. Photosynthetica. 28: 151-159.

Hakam, P. khanizade, S. Deell, J.R and Richr, C. (2000) Assesing chilling tolerance in roses using chlorophyll fluorescence. Hort scince. 35: 184-186.

Marschner H. (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants. London, U.K: Academic Press.

Percival, G.C. and Henderson, A. (2003) An assessment of the freezing tolerance of urban trees using chlorophyll fluorescence. Horticulture Scince. 78: 254-260.

Percival, G.C. Brgss, M. and Dixon, G.R. (1998) The influence of sodium chloride and waterlogging stress on alnus cordata. Journal of Arborai Culture. 24: 19-27.

Roosta H.R. and Schjoerring J.K. (2007). Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants, J. Plant Nutr. 30:1933-1951.

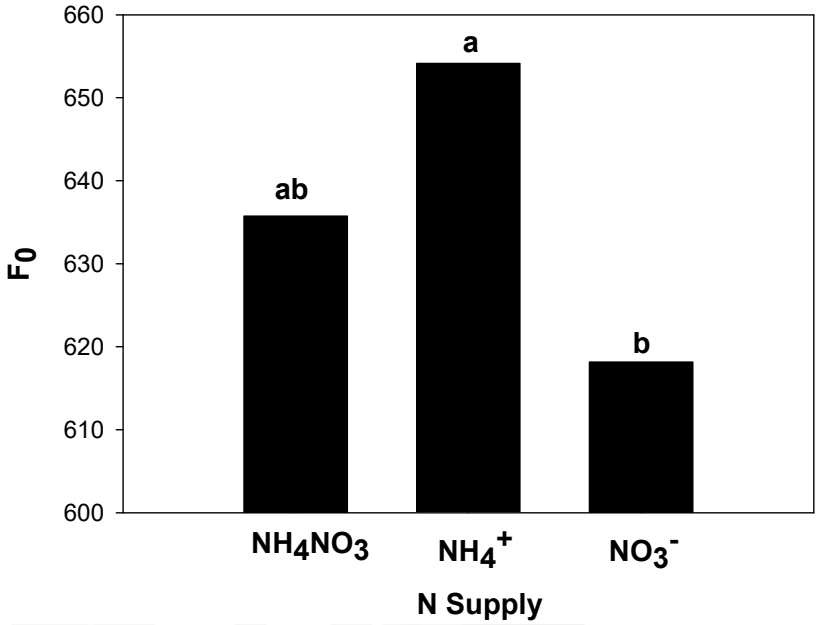
Roosta H.R. and Schjoerring J.K. (2008). Effects of nitrate and ammonium on ammonium toxicity in cucumber plants. J. Plant Nutrition. 31:1270-1283.

Roosta H.R. and Schjoerring J.K. (2008). Root carbon enrichment alleviates ammonium toxicity in cucumber plants. J. Plant Nutrition. 31:941-958.

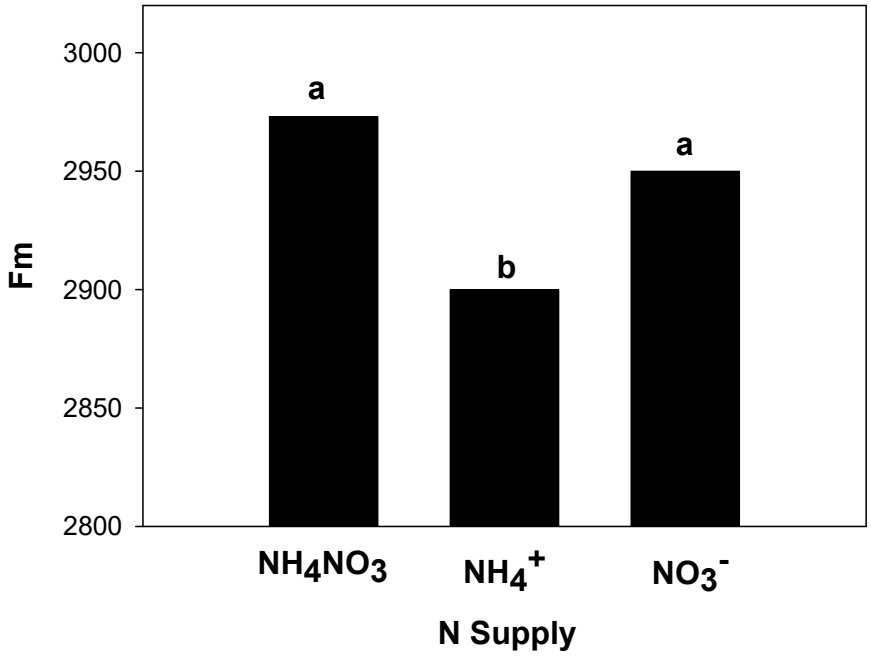
Smillie, R.M. and Hethrington, S.E. (1983) Stress tolerance and sress-induced injury in crop plants measured by chlorophyll fluorescence in vivo. Plant Physiology. 72: 1043-50.

Walch-Liu P., Neumann G., Bangerth F., and Engels C. (2000) Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. Journal of Experimental Botany 51: 227-237.

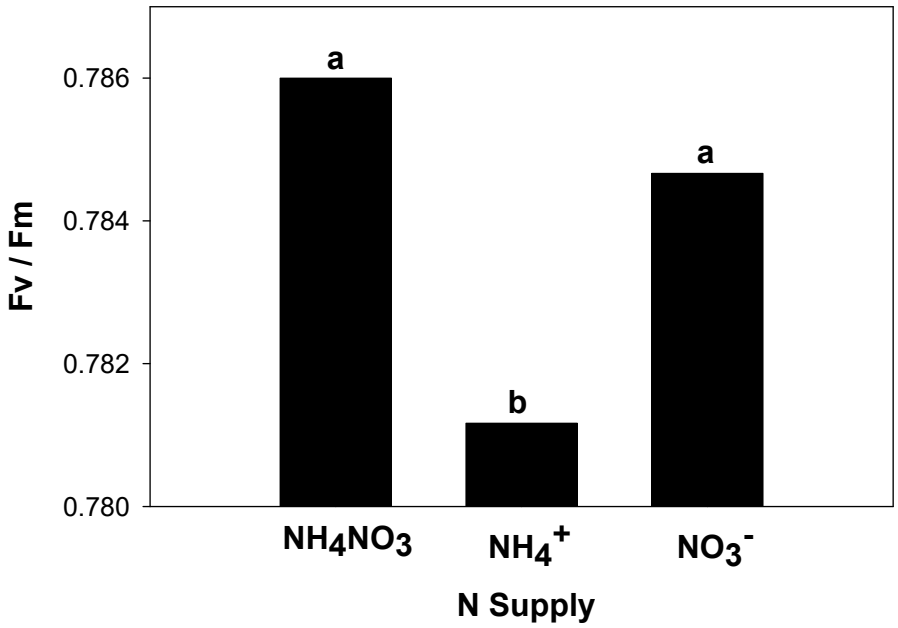
Yamada, M. Hidaka, T. and Fukamachi, H. (1996) Heat tolerance in leavsof tropical fruit crop as measured by chlorophyll fluorescence. Scientific Horticulture.67: 39-48



شکل ۱) اثر منابع مختلف نیتروژن بر میزان فلورسانس کلروفیل حداقل در گیاه بادمجان



شکل ۲) اثر منابع مختلف نیتروژن بر میزان فلورسانس کلروفیل حداکثر در گیاه بادمجان



شکل ۳) اثر منابع مختلف نیتروژن بر میزان فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر درگیاه بادمجان