تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی بر ظرفیت فتوسنتزی توت فرنگی رقم سلوا

مسعود حق شناس[1*]، موسی ارشد[2]، محمد جواد نظری دلجو [2]

۱. دانش آموخته گروه مهندسی تولیدات گیاهی و علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران. ۲. استادیار گروه مهندسی تولیدات گیاهی و علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران.

*نویسنده مسئول: masoud_h64@yahoo.com

چکیده

تأمین بهینه عناصر معدنی از جمله پتاسیم یکی از مهمترین فاکتورهای موثر در رشد و عملکرد بوته و بهبود کیفیت میوه، بخصوص در کشت‌های بدون خاک می‌باشد. درهمین راستا پژوهشی به منظور بررسی سطوح مختلف پتاسیم محلول غذایی (۸۵، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ میلی گرم در لیتر) بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی توت فرنگی (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Selva) در کشت بدون خاک بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. نتایج آزمایش بیانگر تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف پتاسیم بر شاخص‌های مهم ظرفیت فتوسنتزی بود. بطوریکه با افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی میزان تبادلات روزنه‌ای و رنگیزه‌های فتوسنتزی روندی صعودی نشان دادند. بعبارتی حداکثر هدایت روزنه‌ای سطح برگ($P<0.01$) و زیر برگ ($P<0.05$)، در غلظت بالای پتاسیم، ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهد گردید. تنظیم نسبت مناسب پتاسیم با عناصر محلول غذایی در کشت هیدروپونیک موجب افزایش پارامترهای رشدی،کیفیت و کمیت میوه توت فرنگی می‌شود.

کلمات کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، پتاسیم محلول غذایی، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

در فرآیند تغذیه گیاه، بایستی هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار بگیرد، و بین آنها تعادل برقرار گردد، زیرا در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای، کیفیت و کمیت محصول کاهش پیدا می‌کند (طباطبائی، ۱۳۹۲)، بنابراین مصرف متعادل عناصر غذایی خصوصاً پتاسیم در محصولات باغی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (طباطبایی و ملکوتی، ۱۳۸۴).

مدیریت تغذیه‌ی توت‌فرنگی یک موضوع پیچیده (Breen *et al*.,1981) و موثر در رشد و نمو به ویژه تولید گل و میوه می‌باشد (Abdi and khosh-Khui, 2006). پتاسیم به‌عنوان یک عنصر ضروری نقش بسزایی در فتوسنتز (Marschner., 2012)، تنظیم اسمزی (Malakuoti., 2000)، هدایت روزنه‌ای (Heng Jin *et al*., 2011)، کیفیت و عطر و طعم محصولات مختلف بخصوص میوه توت فرنگی (Morgan., 2005) دارد.

پتاسیم در سطوح گوناگونی بر فتوسنتز گیاهان عالی اثر می‌گذارد بر همین اساس بر نقش پتاسیم به عنوان یونی در جهت عکس جابه‌جایی پروتون از درون غشایی تیلاکوئید که در نور حرکت می‌کند، و حرکت پروتون در نور برای برقراری شیب pH در دو سوی غشا و ساختن ATP (فسفوریلاسیون نوری) همانند ساختن ATP در میتوکندری، لازم است را بر عهده می‌گیرد(Marschner, 1992). همچنین نقش پتاسیم در تثبیت گاز کربنیک و نیز در هدایت روزنه‌ای از طریق تنظیم دیافراگم روزنه‌ها به خوبی شناخته شده است این تنظیمِ دیافراگمِ روزنه‌ها باعث کنترل دی‌اکسیدکربن و جریان H_2O گازی از فضاهای بین سلولی، در نتیجه مؤثر بر سطح CO_2 موجود در محل واکنش فتوسنتز است (Taiz and ziger, 2010). بنابراین با توجه به همبستگی مثبت بین فتوسنتز و عملکرد و کیفت محصولات و تأثیر مستقیم پتاسیم بر فتوسنتز، پژوهشی به منظور تعیین نسبت بهینه از سطوح مختلف پتاسیم محلول غذایی و بررسی تأثیر آن بر شاخص مهم ظرفیت فتوسنتزی انجام گرفت.

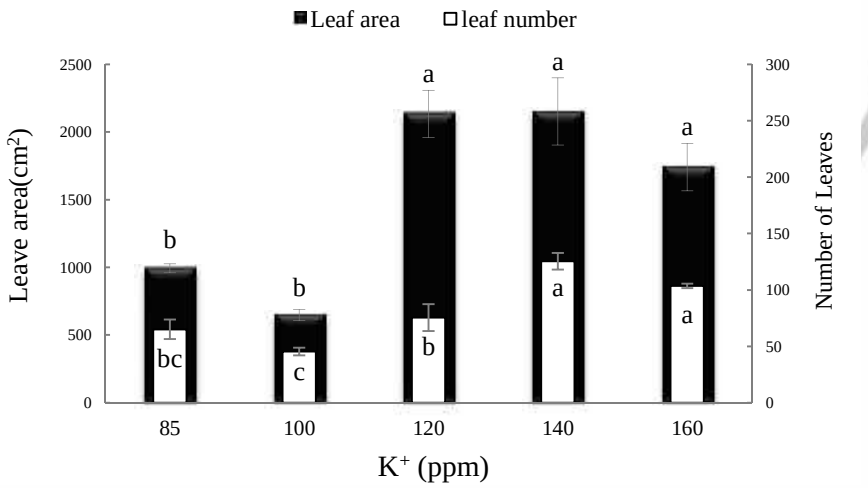
مواد و روش‌ها

این تحقیق طی تابستان سال ۱۳۹۳ در شرایط گلخانه هیدروپونیک با دمای روزانه ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ±۶۰٪ اجرا گردید. نشاهای توت فرنگی (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Selva) بدرون گلدان‌های حاوی بستر پرلیت و پیت (۷۰:۳۰) منتقل گردیدند. یک هفته پس از استقرار نشاءهای توت فرنگی، تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف پتاسیم محلول غذایی (۸۵، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ میلی گرم در لیتر) بر اساس فرمولاسیون محلول تجاری (Caruso *et al*., 2011) محاسبه و پس از تنظیم pH محلول در محدوده ۶/۵ محلول‌دهی هر تیمار جداگانه اعمال گردید. در طول دوره رشد و در پایان آزمایش صفات تعداد برگ، سطح برگ، رنگیزه های فتوسنتزی(Lichtenthaler, 1985)، هدایت روزنه‌ای(Leaf Porometer, SN:LP2402,Decagon, US) و محتوای نسبی آب(Ritchie *et al*., 1990)، مورد سنجش و اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین داده‌های این تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

سطح و تعداد برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، سطح و تعداد برگ که رابطه مستقیمی با ظرفیت فتوسنتزی دارند، بطور معنی‌داری تحت تأثیر افزایش پتاسیم محلول غذایی قرار گرفتند ($P<0.01$). بطوریکه بیشترین سطح برگ ۲۱۵۱/۶ سانتی‌مترمربع در غلظت ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر، پتاسیم محلول غذایی مشاهد گردید، که نسبت به پایین ترین سطح پتاسیم در محلول غذایی (۸۵ میلی گرم بر لیتر) افزایشی حدود ۶۴ درصدی داشت. این در حالی بود که تعداد برگ نیز همانند سطح برگ درغلظت ۱۴۰ میلی‌گرم بر لیتر بهترین نتجیه را نشان داد و روند تغییرات همسو با سطح برگ بود(شکل ۱).

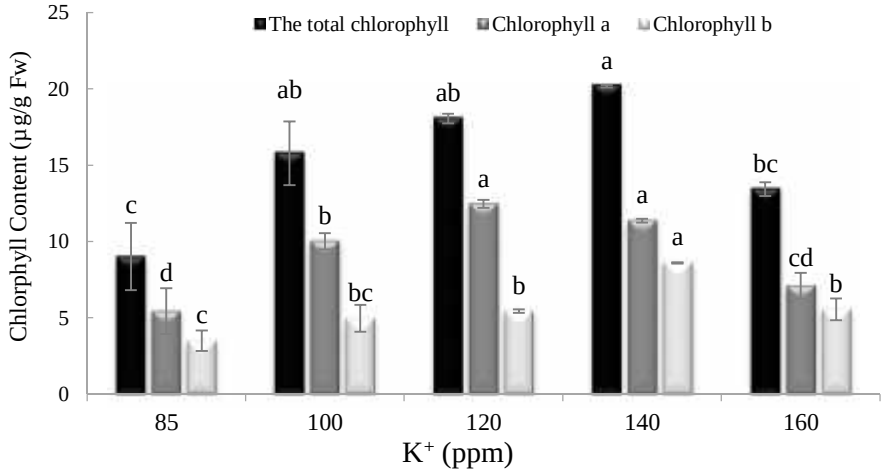


شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر سطح و تعداد برگ، بوته توت فرنگی رقم 'Selva'

رنگیزه‌های فتوسنتزی

رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف پتاسیم قرار گرفتند ($P<0.01$). بر همین اساس بیشترین میزان کلروفیل کل در غلظت ۱۴۰ میلی گرم بر لیتر پتاسیم محلول غذایی مشاهده

گردید. این در حالی بود که با افزایش بیشتر پتاسیم محلول غذایی (۱۶۰ میلی گرم بر لیتر)، تغییرات رنگیزه‌های فتوسنتزی روند



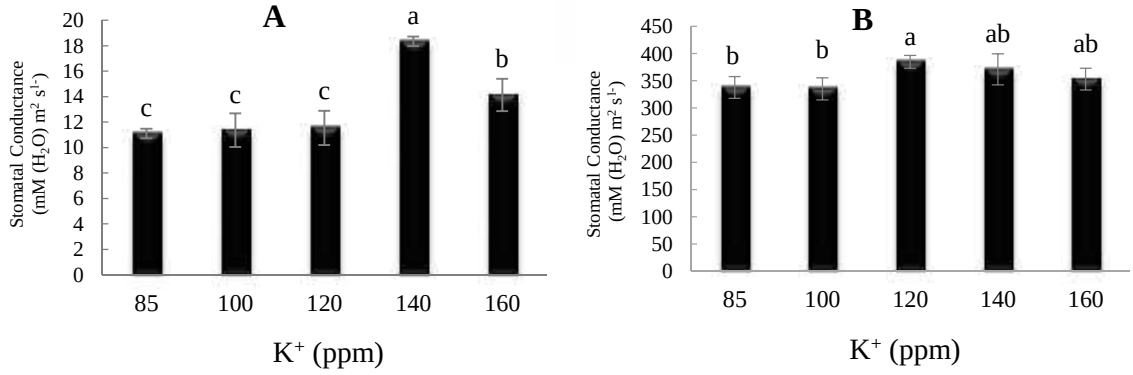
نزولی داشتند (شکل ۲).

شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، برگ توت فرنگی رقم 'Selva'

فتوسنتز جزء مهم‌ترین و کلیدی‌ترین فرآیندهای زیستی گیاه می‌باشد، که مهمترین تولیداتِ ترکیباتِ کربنیِ گیاه را، تحت واکنش‌های پیچیده ملکولی و بیوشیمیایی فراهم می‌سازد. عناصر معدنی از جمله پتاسیم بطور مستقیم دراین فرآیند مهم زیستی نقش دارد (طباطبایی و ملکوتی، ۱۳۸۴). تأثیر پتاسیم در فتوسنتز از طریق دو مکانیسم (تشعشع و فتوسنتز در واحد سطح) می‌باشد. در مجموع این دو پدیده در تنظیم ظرفیت فتوسنتزی برای دسترسی حداکثر رشد و نمو گیاه، مؤثر است. اگر پتاسیم به مقدار کافی در اختیار گیاه نباشد باعث کاهش رشد اندام‌های درگیر در مکانیزم فعال فتوسنتز می گردد (Jordan-Meille and Pellerin, 2004).

هدایت روزنه‌ای

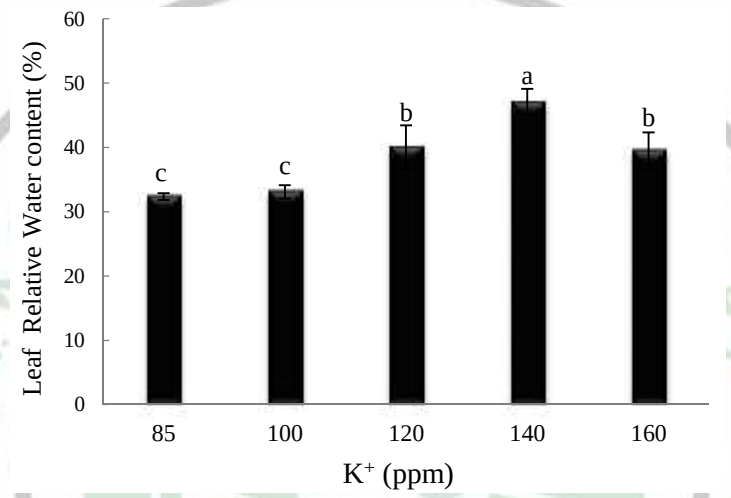
بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، هدایت روزنه‌ای سطح ($P<0.01$) و زیر برگ ($P<0.05$) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی قرار گرفتند. حساسترین شاخص برای بررسی وضعیت اکوفیزیولوژیکی گیاه بررسی رفتار روزنه‌ها است؛ برهمین اساس روند تغییرات هدایت روزنه‌ای در واکنش به افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی روندی صعودی و مثبت داشت؛ به‌طوری که بیشترین هدایت روزنه‌ای سطح برگ و زیر برگ به ترتیب مربوط به غلظت ۱۴۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم، به ترتیب۱۸/۳ و ۳۸۴/۷ میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه بود (شکل ۳). بنابراین می‌توان گفت، روند افزایش تبادلات روزنه‌ای سطح برگ نیز همانند زیر برگ همسو با روند تغییرات افزایش پتاسیم در محلول غذایی بوده اما با افزایش بیشتر پتاسیم محلول غذایی روند تغییرات هدایت روزنه‌ای، دارای کاهش محسوسی بود.



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر هدایت روزنه‌ای سطح(A) و زیر برگ(B)، توت فرنگی رقم 'Selva'

محتوای نسبی آب

محتوای نسبی آب به عنوان شاخصی از وضعیت آبی گیاه تحت تاثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول‌غذایی قرار گرفت ($P<0.01$). پتانسیل آب رابطه فیزیولوژیکی مستقیمی با میزان تبخیر و تعرق گیاه که از مجرای کوتیکول و روزنه‌ها، و همچنین میزان آب جذب شده توسط ریشه‌ها، را دارد. بر اساس یافته‌های آزمایش پتاسیم با تأثیر بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (شکل ۲)، تبادلات روزنه‌ای (شکل ۳)، سطح برگ، تعداد برگ (شکل ۱) و در نهایت بهبود وضعیت آبی گیاه، باعث افزایش بیشترین محتوای نسبی آب، در غلظت ۱۴۰میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم گردید، که نسبت به کمترین محتوای نسبی آب در پایین‌ترین سطح پتاسیم (۸۵ میلی گرم بر لیتر)، افزایشی حدود ۳۲ درصد نشان داد (شکل ۴).



شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر محتوای نسبی آب برگ توت فرنگی رقم 'Selva'

پتاسیم ضمن تأثیر مثبت بر فرآیندهای بیوشیمیایی، نقش مهمی در کنترل تلفات آبی، از گیاه دارد (Sardanz and Uelas, 2008)، و همچنین باعث فعال ساختن پمپ پروتونیATP_{ase} متصل به غشاء می‌شود (Mengel *et al*., 2001; Haeder and Beringer, 2006). بعبارتی پتاسیم یکی از عوامل مهم و موثر در بهبود وضعیت آبی گیاه پدیده تعرق و مکش ناشی از آن و در نتیجه بهبود جذب آب گیاه تحت تاثیر تنظیم هدایت روزنه‌ای توسط عنصر پتاسیم می‌باشد که باعث افزایش فتوسنتز و در نهایت عملکرد خواهد شد (Taiz and Zeiger, 2010).

منابع

۱. طباطبائی، س.ج. ۱۳۹۲. اصول تغذیه معدنی،مفاهیم نظری و علمی. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز، تبریز، ۵۴۴ صفحه.

۲. طباطبائی. س. ج. و ملکوتی. م.ج. ۱۳۸۴. تهیه بستر کشت. تغذیه و آبیاری در محصولات گلخانه ای. انتشارات سنا.

3. Abdi, Gh., khosh-Khui, M., and Eshghi, S. 2006. Effects of natural zeolite on growth and flowering of Strawberry (Fragaria ananassa Duch). International Journal Agricultural Research, 1(4), P: 384-389.

4. Breen, P. J., and Martin, L. W. 1981. Vegetative and reproductive growth response of three Strawberry cultivares to nitrogen. Journal American Society Horticulture Sciences, 1106, P: 266-272.

5. Carusoa, G., Villari, G., Melchionnac, G., Contic, S., 2011. Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragaria vesca* L.) grown in hydroponics. Scientia Horticulturae. 129, 479-485.

6. Haeder, H., E., & Beringer, H., 2006. Influence of potassium nutrition and water stress on the content of abscisic acid in grains and flag leaves of wheat during grain development. Journal of the Science of food and Agriculture. 23, 552-556.

7. Heng, Jin.Qin, Huang, Qin, Li., Song Zheng, Sen. Wu., Jia Wang, Hua, Liu, Miao, Chen., 2011. Effects of potassium supply on limitations of photosynthesis by mesophyll diffusion conductance in Carya cathayensis. Tree Physiology. 31, 1142–1151.
8. Jordan-Meille, I., Pellerin, S., 2004. Leaf area establishment of a maize (Zea mays L.) field crop under potassium deficiency. Plant Soil. 265, 75–92.
9. Lichtenthaler, H. K., & Wellburn, A. R., 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions. 11, 591-592.
10. Malakuoti, M.J., 2000. General diagnosis method and essentiality of optimum fertilizers application. 5th ed. Tarbiat Modaress University Press. 131p.
11. Marschner, H., 1995. Functions and mineral nutrients. In, Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic press, London, UK, pp, 213–255.
12. Marschner, P., 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed; Academic Press: London, UK. pp. 178–189.
13. Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., Appel, T., 2001. Principles of Plant Nutrition. Klu¬wer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 481–511.
14. Morgan, L., 2005. Hydroponic Strawberry, A technical guide to the hydroponic production of strawberries.
15. Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gas exchanges parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. , 30: 105-111.
16. Sardanz, J., & Uelas, JP., 2008. Drought changes nutrient sources, content and stoichiometry in the bryophyte Hypnum cupressiforme Hedw. Growing in a Mediterranean forest. Journal Biological. 30,59–65.
17. Taiz, L., & Zeiger, E., 2010. Plant Physiology, Fifth Edition, SA, Inc.

Effect of different concentrations of potassium, nutrient solution on photosynthetic capacity strawberry cultivar 'Selva'

M. Haghshenas[1*], M. Arshad [2], M. J. Nazari Deljou [2],

1- Graduate of Engineering Department of Plant Production and Horticultural Sciences, Islamic Azad University of Mahabad, Mahabad, Iran. 2- Department of Engineering Plant Production and Horticultural Sciences, Islamic Azad University of Mahabad, Mahabad, Iran.

[*] Corresponding author: masoud_h64@yahoo.com

Abstract

Optimum supply of mineral elements such as potassium, one of the most important factors in growth and yield and fruit quality improvement, especially in the cultivation without soil. The research aims to evaluate the different levels of potassium nutrient solutions (85, 100, 120, 140 and 160 mg /lit) on physiological indices of strawberry (Fragaria x ananassa Duch cv. Selva) in soilless culture based on a completely randomized design with 3 replications. The results indicate a significant impact on important indicator of photosynthetic capacity potassium levels respectively. So that by increasing the concentration of potassium nutrient solution the opening exchanges and photosynthetic pigments showed an upward trend. In other words, the maximum leaf area, stomata conductance (P<0.01) and leaves (P<0.05), the high concentration of potassium, 140 mg was observed. Regulation the proper ratio of potassium to the nutrient solution in hydroponic increased growth parameters, the quantity and quality of strawberry fruit.

Key words: photosynthetic pigments, potassium nutrient solution, stomata conductance