دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه)

بررسی جذب و توزیع یونها در مسیرهای آپوپلاستیک و سیمپلاستیک و ورود آنها به آوند چوبی در ریشه جوان گیاه آفتابگردان در بستر رشد شور با استفاده ازتکنیک میکرو تجزیه الکترونی

رضا ابراهیمی
استادیارگروه خاکشناسی دانشگاه گیلان
rj_ebrahimi@yahoo.com

چکیده
توزیع آپوپلاستیک و سیم پلاستیک یونها در ریشه در بستر رشد شن سیلیسیی با EC= 6 آبیاری شده با محلول هوگلند با یا بدون سولفات کلسیم تکمیلی با تکنیک X-ray اندازه گیری شد. 65 % از سدیم و کلراید جذب شده، در سلولهای کورتکس تجمع و به زایلم منتقل نشد. این تجمع در مسیر سیمپلاستی بیشتر بود لذا آسیب ناشی از شوری در اثر آبگیری بافتهای گیاهی در اثر تجمع سدیم و کلراید در فضای بین سلولی نیست. با مصرف سولفات کلسیم، جذب و انتقال کلراید کاهش ولی کلسیم مانع جذب سدیم نشد بلکه ورود آن به گزایلم را کاهش داد.

کلمات کلیدی: آوند چوبی، آپوپلاست، سیم پلاست، سدیم، کلر.

مقدمه

درخاک شور در اثر جذب و تجمع یونهای سدیم و کلراید در بافتهای گیاهان در حد سمیت، رشد اندامها از جمله ریشه ها کاهش می یابد (منگل و کیرک بای، 2001). تحمل گیاهان به شوری خاک، به شدت جذب، میزان انتقال و تجمع و شیوه توزیع یونها در سلولهای ریشه نیز بستگی زیادی دارد (کونن و گیلی هام، 2010). همچنین ریشه و متابولیسم آن بر قابلیت جذب و دسترسی عناصر غذایی تاثیر می گذارد. همچنین ریشه ها با جذب انتخابی وترجیهی عناصر ضروری و خروج یا محدود کردن جذب عناصر سمی در خاک شور در تحمل گیاهان به شوری موثرهستند (استوری و همکاران ، 2003 و داونپورت، 2007). . تحقیقات انجام شده بیانگر آن است که میزان تجمع این یونها در برگها به نوعی به ویژگیهای ریشه این گیاه نیز بستگی دارد (کواینت رو و همکاران، 2007). یونهای سدیم وکلراید بعد از ورود به سلولهای اپیدرمی ریشه، ممکن است از مسیرهای متفاوتی وارد آوند چوبی شوند و سپس به اندامهای هوایی منتقل شوند (منگل و کیرک بای، 2001 ؛ تستر و داونپورت، 2003 و وایت و برادلی، 2001). در این تحقیق اثر شوری متوسط با و بدون کلسیم تکمیلی بر توزیع یونها و انتقال عرضی آنها در سلولهای ریشه جوان گیاه آفتابگردان با استفاده از تکنیک میکرو تجزیه الکترونی (Electron Probe X-ray Microanalysis) در مرکز نانوتکنولوژی بررسی شد.

مواد و روشها

انتقال عرضی یونها در دو مسیر آپوپلاستیک و سیم پلاستیک در ریشه های اولیه در گیاه جوان آفتابگردان که در بستر شن سیلیسی با شوری متوسط (EC= 6 dS/m) با یا بدون 10 میلی مولار کود سولفات کلسیم تکمیلی رشدکرده بود با استفاده از تکنیک X-ray اندازه گیری شد تا نقش سلولهای ریشه و کلسیم تکمیلی در کنترل انتقال یونهای سدیم و کلر به آوند چوبی و نیز بهبود کمبود

کلسیم و کاهش علایم مسمومیت ناشی از یونهای سدیم و کلر بررسی شود. برای این منظور، نمونه های ریشه جوان گیاه آفتابگردان بر طبق دستورالعمل زآاو و همکاران (2005) آماده سازی شد و با استفاده از دستگاههای TEM+EDAX و FESEM+EDAX در مرکز نانوتکنولوژی واقع در انستیتوی فناوری هندوستان (IIT) در شهر رورکی ، مطالعه و آنالیز شد.

نتایج و بحث

شوری اعمال شده، بر آناتومی سلولهای ریشه اثر گذاشت. تعداد واکوئل ها و اندازه آنها افزایش و رشد آوند آبکش و تعداد میتوکندری ها کاهش یافت. افزایش اندازه و تعداد واکوئل ها در سلولهای گیاهی می تواند فشارتورگوری لازم را دراندامهای گیاهان ایجاد کند و این پدیده در برگهای گیاه آفتابگردان در بستر رشد با شوری متوسط مشاهده شد (ابراهیمی، 2011).

مقدار یون سدیم در سیتوپلاسم سلولهای اپیدرم و کورتکس بیرونی ریشه در گیاه کنترل در حد تشخیص (detection limit) دستگاه یا بعضاً غیرقابل اندازه گیری بود. در بستر رشد شور مقدار یونهای سدیم و کلراید بویژه کلراید در تمام سلولهای ریشه افزایش یافت و این افزایش در مسیر سیمپلاستی بیشتر از مسیر آپوپلاستی بود. در بستر رشد با شوری متوسط 65 % از یونهای سدیم و کلراید جذب شده توسط ریشه، در سلولهای ریشه تجمع یافت و به آوند چوبی منتقل نشد. تجمع یونهای سدیم و کلراید در فضای بین سلولی در سلولهای ریشه گیاه آفتابگردان رشد یافته در بستر با شوری متوسط، کمتر از سیتوپلاسم این سلولها بود، لذا تجمع این یونها در فضای بین سلولی اصلی ترین عامل در آسیب رسانی به رشد ریشه در بستر با شوری متوسط نیست (ابراهیمی و بهاتلا ،2011). لذا این مشاهدات گویای آن است که آسیب ناشی از شوری در اثر آبگیری بافتهای گیاهی در اثر تجمع یونهای سدیم و کلراید در فضای بین سلولی که در فرضیه اوارتلی نیز پیشنهاد شده بود، نیست. همچنین می توان گفت که آسیب ناشی از شوری بیشتر مربوط به یون کلراید است تا یون سدیم (ابراهیمی و بهاتلا، 2011).

شوری مقدار پتاسیم سلولهای ریشه را بطور قابل توجهی کاهش داد. این کاهش در سلولهای ریشه در بستر شور ناشی از رقابت یونهای سدیم و پتاسیم در مرحله جذب توسط ریشه و ورود به داخل سلولها است (گارسی یا، 1997). کاهش قابل توجه در مقدار پتاسیم دیواره سلولی، حاکی از آن است که در شرایط شور دیواره سلولی سلولهای ریشه دارای نقش مهمی در تأمین پتاسیم برای سیتوپلاسم این سلولها است بعبارت دیگر در اثر شوری، پتاسیم از مسیر آپوپلاستی به سیمپلاستی توزیع مجدد شده است زیرا انتقال عرضی پتاسیم در ریشه ها عمدتاً مسیر سیمپلاستی است نه مسیر آپوپلاستی (دراو و همکاران، 1990).

شوری ورود کلسیم به زایلم را درگیاه آفتابگردان همانند گیاه جو کاهش داد (هالپرین، 1997) و این احتمالاً یکی از دلایل کاهش رشد در بستر شور است. در بستر رشد شور مقدار کلسیم دیواره سلولی سلولهای ریشه به مقدار زیادتری کاهش یافت و احتمالاً مقدار کلسیم باقیمانده در دیواره سلولی برای انجام فعالیتهای فیزیولوژیکی آن کافی نیست (چولوا، 2000). این پدیده خود از اختلالات ناشی از شوری در این تحقیق است. نتایج مؤید آن است که از بین اجزاء سلولی در ریشه، دیواره سلولی در بستر رشد با شوری متوسط در تأمین کلسیم برای دیگر قسمتهای سلول نقش مهم تری دارد. کاهش مقدار کلسیم در اثر وجود شوری در بستر رشد، در فضای بین سلولی کمتر از سیتوپلاسم سلولهای ریشه بود. این احتمالا استراتژی گیاه آفتابگردان در بستر رشد شور برای بهبود ورود کلسیم به آوندچوبی و کاهش کمبود آن در ریشه و برگهای جوان است، زیرا کلسیم معمولاً از مسیر آپوپلاستی به زایلم می رسد نه مسیر سیمپلاستی (وایت، 2001).

کود کلسیم سولفات تکمیلی ($CaSO_4$) انتقال عرضی یونهای سدیم و کلر را در سلولهای ریشه و ورود این یونها به زایلم را کاهش داد اگرچه افزایش جذب کلسیم، بر جذب یون سدیم توسط ریشه گیاه اثر چندانی نداشت. در واقع رابطه آنتاگونیستی بین

آنیونهای سولفات و کلراید، جذب و انتقال کلراید را کاهش داد. مقدار سدیم درسیتوپلاسم سلولهای اپیدرم ریشه های رشد یافته در دو سطح از کلسیم (5 و 10 میلی مول) تقریبا برابر بدست آمد. لذا می توان گفت که کلسیم تکمیلی به فرم سولفات کلسیم در بستر رشد شور، مانع جذب یون سدیم نشده است بلکه انتقال عرضی و ورود آن به آوند چوبی را کاهش داده است. در واقع سیتوپلاسم سلولهای کورتکس بخش قابل توجهی از یونهای سدیم و کلراید جذب شده را تجمع نمود و مانع از ورود آنها به آوند چوبی شد. گیاه آفتابگردان با اتخاذ این تدبیر، انتقال این یونها به اندامهای هوایی را کنترل و صدمات ناشی از سمیت یون ویژه را در برگها کاهش داد (کونن وگیلی هام، 2010).

References

Cholewa, E.M. 2000. Calcium transport and delivery to the xylem in onion (*Alluim cepa L.*) roots. PhD thesis, University of Waterloo,Ontario, Canada.

Conn, S. and M. Gilliham. 2010. Comparative physiology of elemental distribution in plants. *Annals of Botany*. 105: 1081-1102.

Davenport, R.J. 2007. Ion uptake by plant roots. In: Plant Solute Transport, (eds. Yeo and Flowers): London, England: Blackwell Publishing. Ltd. pp. 193-209.

Drew.M.C., J. Webb and L.R. Saker.1990. Regulation of K^+ uptake and transport to the xylem in Barley roots; K^+ distribution determined by electron probe X-ray microanalysis of frozen-hydrated cells. *Journal of Experimental Botany* 41:815-825.

Ebrahimi Gaskarei, R., S.C. Bhatla. 2011. Uptake, Transport and Accumulation of Sodium and Chloride ions in sunflower plant in saline conditions. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* (in press).

Garcia, A., C.A. Rizzo, J. UD-Din, S.L. Bartos, D. Senadhira, T.J. Flowers and A.R. Yeo. 1997. Sodium and potassium transport to the xylem are inherited independently in rice, and the mechanism of sodium: potassium selectivity differs from rice and wheat. *Plant Cell Environment* 20:1167-1174.

Halperin, S.J., L.V. Kochian and J.P. Lynch. 1997. Salinity stress inhibits calcium loading into the xylem of excised barley (*Hordeum vulgare*) roots. *The New Phytologist* 135: 419-427.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. Dordrecht, Netherlands: Kluwer academic publisher.

Quintero, J. M., J.M. Fournier and M. Benlloch. 2007. Na^+ accumulation in shoot is related to water transport in K^+-starved sunflower plants but not in plants with a normal K^+ status. *Journal of Plant Physiology* 164: 60-67.

Storey, R., D.P. Schachtman and M.R.Thomas. 2003. Root structure and cellular chloride, sodium and potassium distribution in salinized grapevines. *Plant Cell and Environment* 26: 789-800.

Tester, M. and R. Davenport. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. *Annals of Botany* 91: 503-527.

White, P.J. 2001. The pathways of calcium movement to the xylem. *Journal of Experimental Botany* 52:891-899.

White, P.J. and M.R. Broadley. 2001. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals of Botany* 88:967-988.

Yeo, A. 2007. Salinity. In: plant solute transport,(eds.Yeo A. and T. Flowers): London, England: Blackwell Publishing. Ltd. pp. 340-356.

Zhao, K.F., H. Fan, J. Song, M.X. Sun, B.Z. Wang, S.Q. Zhang and I.A. Ungar. 2005. Two Na^+ and Cl^- hyperaccumulators of the chenopodiaceae. *Journal of Integrative* Plant Biology 47(3): 311-318.