



اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی

جلد ۱۳، شماره ۳، صفحات ۴۱-۵۰

(پاییز ۱۳۹۶)

محسن پورسلطان هوجقان^۱، حسین آروئی^{۲*}، سید جلال‌الدین طباطبائی^۲ و سید‌حسین نعمتی^۱

^۱ گروه باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ مشهد، ایران

^۲ گروه فیزیولوژی و تغذیه گیاهی دانشگاه شاهد، تهران، ایران

* مسئول مکاتبات: aroiee@um.ac.ir

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۹

واژه‌های کلیدی

آرژین

پرولین

تریپتوфан

ضد تنش

کود زیستی

چکیده شوری آب و خاک یکی از مشکلات عمده کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که منجر به محدودیت کشت و کار و کاهش میزان تولید محصول می‌شود. یکی از راههای کاهش خسارت تنش شوری، استفاده از کودهای زیستی و سازگار با محیط‌زیست در فرآیند تولید محصول می‌باشد. در این راستا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شوری در سه سطح ۰، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار و فاکتور دوم اسیدآمینه شامل آرژین، تریپتوfan، پرولین و بدون اسیدآمینه بود. اثرات متقابل شوری و اسیدآمینه بر تعداد خوشة، مقدار پرولین، درصد نشت الکتروولیت و کلروفیل کل و اثرات ساده آنها بر طول ساقه، تعداد برگ و گره معنی دار بود. با افزایش سطح شوری، طول ساقه، تعداد برگ و تعداد گره کاهش یافت و مصرف اسیدآمینه موجب افزایش تعداد برگ شده ولی در تعداد گره و طول ساقه، پرولین اثر مثبت بیشتری نشان داد. نقش منفی تنش شوری و مثبت پرولین در تعداد خوشه و مقدار کلروفیل کل و نقش مثبت شوری در افزایش مقدار پرولین و درصد نشت الکتروولیت برگ بارز بود. بنابراین، در شرایط تنش شوری در مزارع و نیز افزایش املاح خاک و آب آبیاری در گلخانه، با استفاده کودهای زیستی می‌توان شرایط رشد در گوجه‌فرنگی را بهبود بخشد.



این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND منتشر یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2017.537585

در هر گرم ماده خشک افزایش می‌یابد.^[۲۱] کاربرد تریپتوفان از طریق خاک سبب افزایش محصول می‌شود به این دلیل که تریپتوفان توسط میکروب‌های خاک به اکسین تبدیل می‌شود.^[۷] استفاده خاکی از تریپتوفان سبب افزایش عملکرد بسیاری از سبزیجات نظری تربچه^[۱۷] خربزه، فارچ خوارکی^[۱۶] و ذرت^[۲۵] شده است.

اسمولیت‌ها^۵ باعث تنظیم اسمزی سیتوسول^۶، محافظت از غشاها و حفظ پروتئین و سمیت‌زدایی گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن می‌گردند.^[۲۷] برخی از گیاهان به واسطه حفظ نمک در دمبرگ یا ساقه و یا توسط هدایت نمک به برگ‌های پیر آن را تحمل می‌کنند.^[۳۳] مختاری و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که یکی از راهبردهای مناسب برای غلبه بر تنش شوری گیاهان کنده‌های اسمزی اصلی از جمله پرولین و قندهای محلول، مقاومت به شوری را بالا برده و این ترکیبات در تعادل با یکدیگر نقش مهمی را در سازگاری گیاه با تنش شوری دارند.^[۳۱]

هدف این پژوهش یافتن راهکاری برای کاهش خسارت تنش شوری با استفاده از محلول پاشی به وسیله اسیدهای آمینه در شرایط تنش شوری در محصول گوجه‌فرنگی بود

مقدمه شوری خاک از عوامل محیطی محدودکننده رشد و تکامل گیاهان می‌باشد و در این میان کلریدسدیم، نمک غالب خاک‌های شور می‌باشد.^[۸] باخش عملدهای از زمین‌های کشاورزی به علل آبشویی یا آبیاری شور می‌شوند که باعث افزایش نمک‌ها در نواحی ریشه می‌شود. محدودیت آب شیرین در بسیاری از مناطق ایران باعث شده تا کشاورزان از آب با کیفیت پایین و شور استفاده کنند. بنابراین یافتن راهکارهای مقابله با شوری ضروری به نظر می‌رسد.^[۱۴]

گوجه‌فرنگی^۱ از مهم‌ترین گیاهان گلخانه‌ای مناطق نیمه خشک با آب‌های شور بوده و برای تولید بهینه آن نیازمند پژوهش در زمینه اثرات شوری بر رشد و مدیریت تغذیه آن می‌باشد زیرا شوری علاوه بر کاهش وزن میوه بر سایر ویژگی‌های بازار پسندی آن نیز اثر منفی دارد.^[۲۳]

از محلول پاشی برگی برای عناصر غذایی، کربوهیدرات‌ها و مواد آلی استفاده می‌شود.^[۲۴] مزایای محلول پاشی برگی شامل جذب کم عناصر در خاک، کاهش فعالیت ریشه در طول مرحله زایشی، میوه‌دهی و غنی‌سازی محصولات کشاورزی می‌باشد.^[۱۸] در سال‌های اخیر، محلول پاشی با مواد تخفیف‌دهنده تنش از جمله اسید‌آمینه‌هایی مثل پرولین^۲، آرژینین^۳ و تریپتوفان^۴ برای کاهش اثر تنش‌های محیطی توصیه شده است.^[۵۴] پرولین به عنوان تنظیم‌کننده فشار اسمزی درون سلول، پایدارکننده ساختار پروتئین و غشای سلول، از بین برنده گونه‌های اکسیژن رادیکال، تنظیم‌کننده اسیدیته سلولی بوده و در واکنش‌های اکسیداسیون و احیا نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند.^[۵۱]

امروزه محلول پاشی با اسیدهای آمینه در اکثر باغها، متداول شده و اثرات مطلوب آن بر خصوصیات رویشی، عملکرد و کیفیت میوه مشهود است.^[۱۸] در دوره رشد و نمو سریع میوه و رقابت بین اندام‌های زایشی و ریشه‌ها برای جذب مواد غذایی، جذب مواد غذایی کاسته شده و محلول پاشی می‌تواند این رقابت را کاهش دهد.^[۵] همچنین گزارش‌های مختلفی در مورد نقش اسید‌آمینه‌ها در کاهش اثرات ناشی از تنش شوری وجود دارد. معمولاً میزان پرولین آزاد در گیاهانی که در حد مطلوب آبیاری می‌شوند بسیار کم و در حدود ۰/۶-۰/۲ میلی گرم در گرم ماده خشک می‌باشد اما این ماده پس از کاهش آب بافت‌ها تا ۴۰-۵۰ میلی گرم

¹ *Lycopersicon esculentum* Mill

² prolin

³ arginine

⁴ tryptophan

^۵ osmolytes

^۶ cytosol

پوشش پلی‌اتیلنی تک لایه و مجهز به سیستم سرمایش به منظور تنظیم دما در ماههای گرم سال و هیتر برای افزایش دما در ماههای سرد سال بود. دمای روز ± 5 و دمای شب 3 ± 18 درجه سلسیوس و رطوبت $5 \pm 65\%$ تنظیم گردید. سیستم محلول‌دهی به صورت باز بود. به منظور تربیت بوته‌ها، سیم‌های فلزی در ارتفاع ۲ متری سقف گلخانه از دو طرف کشیده شد. بعد از رشد بوته‌ها به ارتفاع یک متری، روی نخ هدایت گردید. ۲ تا ۳ بار در هفته نیز عملیات حذف جوانه‌های جانی با دست انجام گرفت. اندازه‌گیری شاخص‌هایی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، گره و خوش‌های تولیدی بوته در طی و انتهای فصل رشد و اندازه‌گیری شد. پس از برداشت میوه، فاکتورهای کیفی میوه‌ها اندازه‌گیری شد.^[۲۹] برای اندازه‌گیری پرولین به روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳)، نشت الکتروولت به روش لوتوس و همکاران (۱۹۹۶)، و کلروفیل کل به روش ساینسی و همکاران (۲۰۰۱) انجام گرفت.^[۱۰، ۲۹، ۴۳]

نتایج و بحث

طول ساقه

اثر شوری و اسید آمینه بر طول ساقه معنی‌دار ولی اثرات متقابل آنها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). افزایش سطح شوری

مواد و روش‌ها آزمایش گلخانه‌ای در گلخانه پژوهشی گروه علوم باطنی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در ۱۰ کیلومتری شرق تبریز و مطالعات آزمایشگاهی در آزمایشگاه تغذیه مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی انجام گرفت.

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل غلظت شوری در سه سطح ۰، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار و اسید آمینه در چهار سطح پرولین، آرژنین، تریپتوفان و بدون اسید آمینه بود. بذور گوجه فرنگی رقم نیوتون محصول هلند پس از خیساندن در آب و ظهور ریشه‌چه در آزمایشگاه به سینی‌های کشت با بستر کوکوپیت^۱ انتقال داده شده و حدوداً یک ماه با محلول نیم‌غلظت هوگلند^۲ تغذیه شدند و بعد از یک ماه نشاها به بستر اصلی کشت منتقل شدند. بستر اصلی مورد استفاده در این آزمایش محلول‌طی از کوکوپیت و پرلیت^۳ با نسبت‌های حجمی ۱:۲ بود که پس از شستشو و ضدغونی در هوای آزاد خشک گردید. در مرحله بعد این مواد در درون اسلب‌های ۱۰ لیتری قرار گرفتند. فاصله بین ردیف بوته‌ها ۱ متر و روی ردیف ۳۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.^[۱۵] پس از انتقال گیاهان به داخل اسلب‌ها گیاهان با محلول غذایی هوگلند تغذیه شدند. اعمال تیمار شوری کلریدسدیم، دو هفته پس از نشاكاری انجام شد.^[۴] برای محلول پاشی از محلول بدون اسید آمینه، پرولین ۱۵ میلی‌مولار، آرژنین و تریپتوفان ۵۰ میلی‌مولار به صورت محلول‌پاشی کامل شانه و برگ بوته‌ها استفاده شد. محلول‌پاشی با فواصل ۱۰-۱۵ روزه در موقع غروب انجام شد. به منظور جلوگیری از تنفس شوری (شوک اسمزی) بر دانه‌الهای گوجه‌فرنگی، تیمارهای شوری در روزهای اول به صورت رقیق بود و به تدریج تا رسیدن به غلظت مورد نظر تغییض شد.^[۲۲] همزمان با اعمال شوری، محلول‌پاشی اسید آمینه‌ها نیز شروع گردید. به منظور جلوگیری از رشد جلبک‌ها، درب تانک‌ها با استفاده از کیسه‌های پلاستیکی مشکی کاملاً پوشانده می‌شد تا از نفوذ نور به درون محلول‌های غذایی و رشد جلبک‌ها جلوگیری گردد. از زمان تهیه محلول غذایی و همچنین هر هفته یک بار، اسیدیته محلول‌ها کترول و با استفاده از اسید نیتریک رقیق شده در سطح ۶/۵ برای هر تیمار تنظیم گردید. گلخانه دارای

¹ cocopeat

² Hogland

³ perlite

⁴ slabs

جدول ۱) تجزیه واریانس اثر محلول پاشی اسیدآمینه بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گوجه فرنگی تحت تنش شوری

Table 1) Variance analysis of the effect of amino acid foliage spraying on morphological and physiological traits of tomato under salinity stress

Sources of variations	df	cluster no.	node no.	leaf no.	stem length	total chlorophyll	electrolyte leakage	proline
Salinity (S)	2	12.25**	90.25**	112.69**	21.97.02**	1.12**	5.95**	775.77**
Amino acid (A)	3	3.44**	24.76**	32.32**	1366.25**	0.48**	3.93**	91.35**
S * A	6	1.25**	4.21 ns	9.32 ns	163.17 ns	0.11**	0.64**	48.74**
Error	24	0.27	4.94	4.8	392.5	0.02	0.63	8.33
C.V. (%)		4.33	5.2	8.49	7.12	7.78	2.71	6.83

* , ** significant at 5 and 1% probability level, respectively

*, ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱%

بود (جدول ۱). استفاده از شوری کلریدسدیم باعث کاهش معنی دار طول ساقه گردید. اسیدآمینه پرولین از بالاترین موضعیت در میان تیمارهای متفاوت محلول پاشی با اسیدآمینه بخوردار بود ولی با آرژنین اختلاف آماری معنی داری نشان نداد (جدول ۲). مهمترین دلیل کاهش رشد گیاه در شرایط شوری به علت اثر نمک اضافی بر تعادل یونی، تغذیه مواد معدنی و متابولیسم کربن می باشد.^[۳] تغییرات در رشد گیاهان در معرض تنش شوری، ابتدا مربوط به اثرات اسمزی می باشد و در مراحل بعدی رشد گیاه به واسطه اثرات سمی نمک اضافی کاهش می یابد.^[۳۲] همچنین کاهش میزان رشد در شرایط تنش شوری می تواند به دلیل اختلال در فرآیندهای دخیل در تولید ارزشی مثل فتوسنتز، تنفس و مهار گسترش یا تقسیم سلولی باشد.^[۳۹] بر اساس نتایج پژوهش های گذشته روی گوجه فرنگی، افزایش سطح شوری به کاهش ارتفاع بوته منتهی گردیده است.^[۱۶] در پژوهشی کاربرد آرژنین روی گندم باعث افزایش رشد، افزایش وزن تر و خشک شد.^[۴۴] اثر آمینواسیدهای به کار رفته در مطالعه حاضر بر افزایش رشد را می توان به دلیل افزایش توان آنتی اکسیدانتیو گیاه و یا القاء فعالیت سایر آنتی اکسیدانها تحت تیمار با این آمینواسیدهای نسبت داد. افزایش معنی دار و متوالی رشد در مرحله نمو گل پروانش با استفاده از پوترسین^۱ توسط طاعت و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است.^[۵۰] نتایج همسانی نیز توسط السعید (۲۰۰۹) روی گل داودی گزارش شده است.^[۱۳]

تعداد برگ

اثر شوری و اسید آمینه بر تعداد برگ معنی دار ولی اثرات متقابل آنها غیرمعنی دار

^۱ putrescine

جدول ۲) اثر سطوح شوری و محلول‌پاشی با اسید‌آمینه بر چند صفت مورفولوژیک در گوجه فرنگی

Table 2) The effect of salinity and amino acid spraying on some morphological traits of tomato

Treatments		stem length	leaf number	node number
Salinity concentrations (mM)	0	333.41 a	29.66 a	53.8 a
	30	287.58 b	32.2 b	47.2 a
	60	246.58 c	23.9 b	50.4 b
Amino acids	Arginine	278.22 ab	26.88 a	42.55b
	Tryptophan	268 b	25.88 a	42.44 b
	Proline	295.22 a	27.33 a	45 a
	No spraying	270.33 b	23.11 b	41 b

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

Similar letters in the same column indicate non-significant difference according to Duncan test at the 5% probability level.

جدول ۳) اثر محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گوجه فرنگی تحت تنش سطوح مختلف شوری

Table 3) The effect of amino acids spraying on some morpho-physiological traits of tomato under salinity stress

Salinity stress (NaCl mM)	amino acid	cluster number	Proline ($\mu\text{M/g fw}$)	electrolyte leakage (%)	total chlorophyll (mg/10 ml)
0	Arginine	13 ab	33.71 d	26.33 f	2.19 b
	Tryptophan	12.66 bc	35.68 d	28.33 de	2.14 bc
	Proline	13.66 a	35.55 d	27 ef	2.85 a
	No spraying	13 ab	33.12 d	26.66 f	2.13 bc
30	Arginine	12.66 bc	38.68 d	28.66 d	2.07 bc
	Tryptophan	11.33 de	38.44 cd	28.66 d	1.88 c
	Proline	13.33 ab	42.97 bc	28.33 de	2.15 bc
	No spraying	12 cd	46.4 b	27.33 def	1.95 bc
60	Arginine	11 e	47.78 b	30 c	1.52 d
	Tryptophan	11.6d de	45.54 b	32 b	1.88 c
	Proline	12 cd	48.25 b	32 b	2.06 bc
	No spraying	9.66 f	60.67 a	35.33 a	1.41 d

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

Similar letter in the column indicates non-significant difference according to Duncan test at the 5% probability level.

برگ‌های گیاه در اثر شوری مورد تأیید بسیاری از پژوهشگران است.^[۴۰] در همین رابطه مائز و همکاران (۱۹۹۵) معتقدند که جهت درک کاهش رشد گیاهان در محیط‌های شور بایستی به فرآیندهایی که توسعه برگ‌ها را محدود می‌سازد توجه داشت و در اثر شوری مساحت برگ به عنوان یک سازوکار اولیه کاهش^[۳۴] و میزان تولید مواد فتوستزی کمتر می‌شود.^[۳۵] آیاس و گولسر (۲۰۰۵) اظهار داشتند کاربرد سولفور و هیومیک‌اسید تأثیری بر تعداد برگ‌های

کاهش تعداد برگ‌ها از جمله دلایلی است که برای کاهش شاخص سطح برگ در گیاهان تحت تنش شوری عنوان شده است.^[۳۰] بنابراین، واکنش برگ‌ها به تنش شوری را می‌توان به دو مرحله تقسیم کرد، مرحله اول کاهش سریع در سرعت گسترش سطح برگ است که قبل از پدیدار شدن خسارت به برگ‌های قدیمی تر به وقوع می‌پیوندد که طی آن میزان فتوستز به زیر سطح بحرانی کاهش می‌یابد و این مسئله موجب کاهش کربوهیدرات قابل دسترسی برای گیاه می‌شود. خسارت بافت‌های فتوستزی و کاهش تبادلات گازی برگ‌ها به علت همبستگی میان غلظت یون‌ها در بافت برگ و سرعت تبادل دی‌اکسیدکربن نیز به عنوان یکی از علل کاهش سطح برگ بر روند تولید مدنظر قرار گرفته است.^[۴۲] کاهش فشار تورژسانس جهت توسعه سلولی که در نتیجه کاهش پتانسیل آب می‌باشد به عنوان یک عامل مورد توجه قرار گرفته است.^[۲۰] در یک نتیجه‌گیری کلی کاهش

رشدی به طور معنی‌داری کاهش یافت.^[۲۲] به طورکلی فراهم بودن اسیدهای آمینه و نیتروژن در مراحل آغازین رشد، طویل شدن بخش‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهد نتایج مشابهی نشان داد که اثر محلول‌پاشی گیاهان با اسیدآمینه باعث افزایش چشمگیر ارتفاع و تعداد خوشک‌نفس وحشی شد.^[۴۶]

میزان پرولین

اثر شوری و اسیدآمینه و اثر متقابل آنها بر مقدار پرولین برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). در اثرات متقابل شوری و اسیدآمینه، همزمان با افزایش شوری مقدار پرولین برگ افزایش یافت و اثر مثبت شوری بر مقدار پرولین بارز بود (جدول ۳). در آزمایشی کایا و همکاران (۲۰۰۷) روی خربزه گزارش کردند که با کاربرد پرولین، میزان پرولین در برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت.^[۲۴] در کشت سلول سویا تحت تنش شوری کاربرد پرولین باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با تحمل به شوری شد.^[۲۰] ورو همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کاربرد نیتریک اسید به همراه شوری باعث افزایش میزان پرولین در گوجه‌فرنگی می‌شود.^[۵۲]

نست الکتروولیت

اثر شوری و اسیدآمینه و اثر متقابل آنها بر درصد نست الکتروولیت برگ معنی‌دار بود

اسفناج ندارد.^[۱۹] عبدال‌موگاد و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی واکنش گوجه‌فرنگی به نسبت‌های مختلف هیومیک‌اسید و کوددهی با نیتروژن، پتاسیم، فسفر و هیومیک‌اسید موجب افزایش تعداد برگ‌ها می‌شود.^[۲۷]

تعداد گره

اثر شوری و اسید آمینه بر تعداد گره معنی‌دار ولی اثرات متقابل آنها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش غلظت شوری تعداد گره کم می‌شود در محلول‌پاشی اسیدآمینه، تنها پرولین باعث افزایش تعداد گره شد (جدول ۲). پژوهشگران زیادی همانند سعید و احمد (۲۰۰۹) در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان شوری تعداد گره کاهش می‌یابد.^[۴۱] لولا یی (۲۰۱۲) در پژوهش خود با کاربرد چهار سطح شوری در گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسید که بیشترین کاهش رشدی در تعداد گره در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار می‌باشد.^[۲۸] در پژوهش‌های مشابه روی گوجه‌فرنگی افزایش سطح شوری به کاهش اجزای رشدی گیاه غالباً با شبیب کاهشی متنه شد.^[۱۴,۳۷] به نظر می‌رسد محلول‌پاشی با اسیدآمینه پرولین از طریق افزایش تقسیم سلولی باعث افزایش تعداد ساقه شده است. عبدالعزیز و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که محلول‌پاشی با پوترسین، تقسیم سلولی را افزایش داد.^[۱۱] سمیت (۱۹۱۲) گزارش نمود که مصرف خارجی پلی‌آمین‌ها باعث تحریک رشد گیاهان گردید.^[۴۸] این پژوهشگران دلیل این امر را به وجود نیتروژن در مواد تنظیم‌کننده رشد نسبت داده و تأکید کردند که برای بهبود رشد گونه‌های گیاهی می‌توان مصرف این مواد را مدنظر قرار داد.

تعداد خوش

اثر شوری و اسیدآمینه و اثر متقابل آنها بر تعداد خوش می‌دار بود (جدول ۱). محلول‌پاشی با اسیدآمینه در سطح صفر شوری بیشترین تعداد خوش را نشان داد و به تدریج با افزایش شوری از تعداد خوش‌ها کاسته شد. از طرفی، نقش مثبت پرولین در غلظت‌های مختلف شوری بیشتر از سایر اسیدآمینه‌ها بود (جدول ۳). کاهش تعداد خوش را می‌توان به اختلال در فتوستزی به واسطه تنش شوری و کاهش تولید مواد فتوستزی جهت ارایه به بخش‌های در حال رشد گیاه و در نهایت عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر تعداد خوش دانست.^[۱۲] حسین و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که با افزایش شوری همه شاخص‌های

هورمونی باشد.^[۳۸] پیش‌تیمار با پرولین و آرژین موجب افزایش محتوای کلروفیل و فعالیت فتوستتری برگ‌های گیاهچه‌های برج تخت تنش شوری شده و اثرات مخرب شوری بر محتوای کلروفیل را خنثی نموده است.^[۳۹] اثر اسید‌آمینه پرولین و آرژینین بر رنگیزه‌های فتوستتری می‌تواند مربوط به محصولات متابولیسمی آن نیز باشد.^[۴۰]

نتیجه‌گیری کلی محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در شرایط تنش شوری در اغلب حالات بر صفات رویشی گوجه‌فرنگی نظیر طول ساقه، تعداد برگ، تعداد گره و تعداد خوشة و همچنین بر صفات فیزیولوژیکی نظیر پرولین، نشت الکتروولیت و کلروفیل کل اثر مثبت نشان داد. بنابراین در شرایط تنش شوری برای کاهش اثرات سوء شوری در گیاه گوجه‌فرنگی می‌توان از اسیدهای آمینه به خصوص پرولین به عنوان ماده ضد تنش شوری استفاده کرد.

(جدول ۱). در اثرات متقابل شوری و اسید‌آمینه، همزمان با افزایش شوری نشت الکتروولیت برگ افزایش یافت و اثر مثبت شوری بر نشت الکتروولیت بارز بود (جدول ۳). پژوهش‌های متعدد نشان می‌دهد همزمان با افزایش غلظت نمک، نشت یونی از سلول‌های برگی افزایش می‌یابد.^[۴۱] تیمار پرولین در شرایط تنش شوری نشت الکتروولیت‌ها از برگ را کاهش می‌دهد این کاهش، در آغاز به دلیل کاهش جذب نمک و پس از آن به دلیل افزایش پایداری غشای سیتوپلاسمی است؛ زیرا پرولین با افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالازها و سوپراکسید دسموتازها باعث از بین رفتن رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش شوری شده و در نهایت کاهش نفوذپذیری غشای یاخته برگ و افزایش پایداری آن می‌شود.^[۴۲] افزایش نشت الکتروولیتی غشا در اثر شوری در همیشه‌بهار به اثبات رسیده است^[۱۱] که نتایج بدست آمده در این پژوهش با آن‌ها همسوی دارد. نجفیان و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند غلظت‌های بالای سالیسیلیک‌اسید در شرایط شوری باعث افزایش نشت الکتروولیت آویشن می‌گردد.^[۴۳]

محتوای کلروفیل

اثر ساده سطوح مختلف شوری و اسید‌آمینه و اثر متقابل آنها بر کلروفیل برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین مقدار کلروفیل کل در اثر متقابل پرولین و شاهد شوری مشاهده شد (جدول ۳). یافته‌های پژوهشگران مؤید این مطلب است که کاهش رنگیزه‌های فتوستتری در شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوستتری، فتواسیداسیون کلروفیل‌ها، واکنش آن‌ها با اکسیژن، تخریب پیش‌ماده‌های سنتز کلروفیل و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعل شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل و اختلالات

References

- Nahed AA, Lona T, Soad, MMI (2009) Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus plants at Nubaria. Ozean Journal of Applied Sciences 2 (2): 169-179.
- Abdel-Mawgoud AMR, El-Greadly NHM, Helmy YI, Singer SM (2007) Responses of tomato plants to different rates of humic- based fertilizer and fertilization. Journal of Applied Sciences Research 3: 169- 174.
- Aktas H, Abak K, Cakmak I (2006) Genotypic variation in the responses of pepper to salinity. Scientia Horticulturae 110: 260–266.
- Albino M, Giampaolo R, Armando M, Stefania D (2007) Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. Environmental and Experimental Botany 59: 276–282
- Andrade SAL, Gratão PL, Schiavinato MA, Silveira APD (2009) Zn uptake, physiological response and stress attenuation in mycorrhizal jack bean growing in soil with increasing Zn concentrations. Chemosphere 75: 1363–1370.

6. Arena E, Campisi S, Fallico B, Maccarone E (2007) Distribution of fatty acids and phyto-sterols as a criterion to discriminate geographic origin of pistachio seeds. *Food Chemistry* 104: 403 - 408.
7. Arshad M, Frankenberger WT (1991) Microbial production of plant hormones. *Plant and soil* 133(1): 1-8.
8. Arturi MJ, Aulicino, MB Molina, MC (2009) Evaluation of salinity tolerance at seedling stage in maize (*Zea mays*). *Maize Genetics Cooperation Newsletter* 83: 1-4.
9. Ayas H, Gulser F (2005) The effect of sulfur and humic acid on yield components and macro nutrient contents of spinach (*Spinacia oleracea* var. *spinoza*). *Journal of Biological Sciences* 5(6): 801 - 804.
10. Bates LS, Waldran RP, Teare ID (1973) Rapid determination of free proline for water studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
11. Chaparzadeh N, D'Amico ML, Khavari-Nejad RA, Izzo R, Navari-Izzo F (2004) Antioxidative responses of *Calendula officinalis* under salinity conditions. *Plant Physiology and Biochemistry* 42: 695-701.
12. Ebrahim MKH (2005) Amelioration of sucrose metabolism and yield changes, in storage roots of NaCl-stressed sugar beet by ascorbic acid. *Agrochimica* 49(3-4): 93–103.
13. El-Sayed, IM (2009). Physiological and biological studies on chrysanthemum plant. Master thesis of, ornamental horticulture, Faculty of Agricultural, Cairo University, Egypt.
14. Fernandez-Garcia, N, Martinez V, Carvajal M (2004) Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167: 616-622.
15. Giuffrida F, Martorana M, Leonardi Ch (2009) How sodium chloride concentration in the nutrient solution influences the mineral composition of tomato leaves and fruits. *HortScience* 44(3):707-711.
16. Frankenberger JWT, Arshad M (1991) Yield response of watermelon and muskmelon to L- tryptophan applied to soil. *Hortscience* 26(1): 35-37.
17. Frankenberger JWT, Chang AC, Arshad M (1990) Response of *Raphanus sativus* to the auxin precursor L-tryptophan applied to soil. *Plant and Soil* 129: 235-241.
18. Goli AH, Barzegar M, Sahari MA (2005) Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistacia vera*) hull extracts. *Food Chemistry* 92: 521–525.
19. Hager AS, Malibari AA, Al-Zahrani HS, Almaghrabi OA (2006) Responses of three tomato cultivars to sea water salinity 1. Effect of salinity on the seedling growth. *Africa Journal of Biotechnology* 5: 855-861.
20. Yan H, Gang LZ, Zhao CY, Guo WY (2000) Effects of exogenous proline on the physiology of soybean plantlets regenerated from embryos in vitro and on the ultrastructure of their mitochondria under NaCl stress. *Soybean Science* 19: 314-319.
21. Heuer B (1994) Osmoregulatory role of proline in water-and salt -stressed plants. *Handbook of Plant and Crop Stress* 363- 481.
22. Hussein MM, Abd El-Rheem KM, Khaled SM, Youssef RA (2011) Growth and nutrients status of wheat as affected by ascorbic acid and water salinity. *Nature and Science* 9: 64-69.
23. Jones, JB (2007) Tomato plant culture (2nd ed.). CRC Press: London.
24. Kaya C, Tuna AL, Ashraf M, Altunlu H (2007) Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany* 60(3): 397-403.
25. Kaya MD, Okçu G, Atak M, Çikili Y, Kolsarici Ö (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* 24(4): 291-295.
26. Kingsbury RW, Epstein E (1984) Selection of salt-resistant spring wheat. *Crop Science* 24: 310-314.
27. Nanjo T, Kobayashi M, Yoshioka Y, Kakuhari Y, Yamauchi-Shinozaki K, Shinozaki K (1999) Antisense suppression of proline degradation improves tolerance to freezing and salinity in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology* 461: 205-210.
28. Lolaei A (2012) Effect of calcium chloride on growth and yield of tomato under sodium chloride stress. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants* 2(3): 155-160.
29. Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J (1996) NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78: 389 - 398.
30. Maas EV, Grieve CM (1990) Salt tolerance of plants at different growth stages. Proceedings of an International Conference on Current Development of Salinity and drought tolerance of plants. Tando Jam, Pakistan.
31. Mokhtary I, Abrishamchi P, Ganjali A (2010) Ameliorative effects of CaCl₂ and CaSO₄ on growth, content of soluble proteins, soluble sugars, proline and some mineral nutrients (Na⁺, K⁺) in leaves of *Lycopersicon esculentum* var. Mobile under salt stress. *Iranian Journal of Biology* 23: 62-72. [In Persian with English abstract]

32. Munns R (1993) Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment* 16: 15–24.
33. Munns R (2005) Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist* 167: 645-663.
34. Munns RD, Schachtman P, Condon AG (1995) The significance of a two phase growth response to salinity in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 22: 561-569.
35. Muthy AS, Venkataramu, MN, Yadav JSP (1979) Effect of saline water irrigation on sodium and potassium uptake in up to 301 wheat (*Triticum aestivum* L.) *Annals of Arid Zone* 18: 62 - 67.
36. Najafian Sh, Khoshkhui M, Tavallali V, Saharkhiz MJ (2009) Effect of salicylic acid and salinity in thyme (*Thymus vulgaris* L.): Investigation on changes in gas exchange, water relations, and membrane Stabilization and biomass accumulation. *Australian Journal of Basic & Applied Sciences* 3(3): 2620-2626.
37. Navarro JM, Martinez V, Carvajal M (2000) Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions. *Plant Science* 157: 89-96.
38. Neocleous D, Nasilakakis M (2007) Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss"). *Scientia Horticulturae* 112: 282-289.
39. Parida AK, Das AB (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology Environmental Safety* 60: 324-349.
40. Rowson HM, Hindmash JH, Fischer RA, Stockman YM (1983) Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny. *Australian Journal of Plant Physiology* 1: 503-514.
41. Saeed R, Ahmad R (2009) Vegetative growth of tomato as affected by the application of organic mulch and gypsum under saline rhizosphere. *Pakistan Journal of Botany* 41: 3093-3105.
42. Shirazi SS, Ronaghi A, Gholami A, Zahedifar M (2010) The Influence of salinity and nitrogen on tomato fruit quality and micronutrients concentration in hydroponic culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 1: 11-22.
43. Saini RS, Sharne, KD, Dhankhar OP, Kaushik RA (2001) *Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture*. Agrobois: New Delhi.
44. Sairam RK, Srivastava GC (2002) Changes in antioxidant activity in subcellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long-term salt stress. *Plant Science* 162: 897–904.
45. Arshad M, Frankenberger WT (1991) Microbial production of plant hormones. *Plant and soil.* 133(1): 1-8.
46. Shehata SM, Abdel-Azem HS, Abou El-Yazied A, El-Gizawy AM (2011) Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes yield and its quality of celeriac plant. *European Journal Scientific Research* 58(2): 257-65.
47. Sheokand S, Kumari A, Sawhney V (2008) Effect of nitric oxide and putrescine on antioxidative responses under NaCl stress in chick pea plants. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 14(4): 355-362.
48. Smith TA (1982) Function and metabolism of polyamines in higher plants. *Proceedings of the 11th International Conference on Plant Growth Substances*. Aberystwyth, UK. Tabatabaei SJ (2013) *Principles of mineral of plant nutrition*. Forouzesh Publications: Tehran. [in Persian]
49. Talaat I, Bekheta M, Mahgoub MH (2005) Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus roseus* L.) to tryptophan and putrescine. *International Journal of Agriculture and Biology* 7: 210-213.
50. Verbruggen N, Hermons C (2008) Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids* 35(4): 753 – 759.
51. Wu X, Zhu W, Zhang H, Ding H, Zhang HJ (2011) Exogenous nitric oxide protects against salt-induced oxidative stress in the leaves from two genotypes of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Acta Physiologiae Plantarum* 33: 1199-1209.
52. Yagi MI, Al-Abdulkareem SS (2006) Effect of exogenous arginine and uric acid on *Eruca sativa* grown under saline conditions. *Journal of Science Technology* 7: 1-10.
53. Yuan S, Lin HH (2008) Role of salicylic acid in plant abiotic stress. *Zeitschrift für Naturforschung B* 63: 313-320.

Effect of amino acids foliar spraying on growth and physiological indices of tomato under salt stress conditions



Agroecology Journal

Vol. 13 No. 3 (41-50)
(autumn, 2017)

Mohsen Poursoltan Hojagan¹, Hossein Arouiee^{1*}, Seyyed Jalal Tabatabaei², Seyyed Hossein Neamati¹

1 Horticultural Science Department, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2 Department of Physiology and Plant Nutrition, Shahed University, Tehran, Iran

*✉ aroiee@um.ac.ir (corresponding author)

Received: 07 June 2017

Accepted: 20 November 2017

Abstract Water and soil salinity are considered as one of the major problems for agriculture in arid and semi-arid regions of the world which restrict cultivation and as a result, crops yield decrease. There are some solutions for reducing its damages. Among them, using bio-fertilizers and environmentally friendly in the production process can be mentioned. In this regard, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three replications in 2014. The first factor was salinity in 0, 30 and 60 mM rates, and the second factor was amino acid including arginine, tryptophan and proline. The interactive effects of salinity and amino acids on the number of pancakes, proline content, electrolyte leakage percentage, total chlorophyll content, and their simple effects on stem length, the number of leaves and nodes were significant. With an increase in salinity level, stem length, the number of leaves and nodes decreased. Amino acid consumption increased the number of leaves, but proline showed a more positive effect in the number of nodes and stem length. The negative role of proline salinity and positive role of proline in the number of pancakes and total chlorophyll content and the positive role of salinity in increasing the amount of proline and the percentage of leaf electrolyte leakage were significant. Therefore, under the conditions of salt stress in the fields as well as increased soil salts and irrigation water in the greenhouse, the growth conditions in tomato can be improved by using biofertilizers.

Keywords

- ◆ arginine
- ◆ proline
- ◆ tryptophan
- ◆ anti-stress
- ◆ bio-fertilizer

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2017.537585

