بهبود عملکرد غده دو رقم سیب‌زمینی با استفاده از محلول‌پاشی توسط تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

محمدجواد احمدی‌لاهیجانی*[۱]، محمد کافی[۱]، احمد نظامی[۱]، جعفر نباتی[۲]، سعید موری[۳]، جان اروین[٤]

[۱] عضو هیات علمی، گروه اگروتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲] عضو هیات علمی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳] دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، [٤] عضو هیات علمی، گروه علوم گیاهی و منابع طبیعی، دانشگاه مریلند

* نویسنده مسئول: mjahmadi@um.ac.ir

چکیده

هورمون‌های گیاهی دامنه وسیعی از سازوکاهای رشد و تشکیل غده در سیب‌زمینی را کنترل می‌کنند. این پژوهش در گلخانه پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. در این پژوهش، امکان بهبود متغیرهای تبادل گازی، صفت‌های فیزیولوژیک و عملکرد در دو رقم ریزغده سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) (آگریا و فونتانه) توسط محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های‌رشد گیاهی (بنزیل آمینوپورین، آبسیزیک اسید و ترکیب آن‌ها) در مرحله شروع غده‌دهی مورد بررسی قرار گرفت. میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق گیاهان در هر دو رقم با کاربرد بنزیل آمینوپورین در مرحله پرشدن غده افزایش یافت. همچنین، کاربرد تنظیم کننده‌های رشد موجب افزایش محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل در مقایسه با گیاهان شاهد شد. در آگریا، بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار بنزیل آمینوپورین مشاهده شد، در حالی‌که، بیشترین میزان این صفت در رقم فونتانه در تیمار آبسیزیک اسید مشاهده شد. عملکرد غده در بوته، میانگین وزن غده و تعداد غده بطور معنی‌داری با محلول‌پاشی توسط بنزیل آمینوپورین و آبسیزیک اسید در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش یافت. با توجه به نتایج، هر یک از تنظیم‌کننده‌های رشد بنزیل آمینوپورین، آبسیزیک اسید و یا ترکیب آن‌ها می‌توانند جهت بهبود صفات فیزیولوژیک و عملکرد غده این رقم‌ها مفید واقع شوند.

کلمات کلیدی: ریزغده، فتوسنتز، محتوای کلروفیل برگ، هدایت روزنه‌ای.

مقدمه

ریزغده‌ها، غده‌های کوچکی هستند که روی گیاهچه‌های تولید شده در شرایط درون آزمایشگاهی، پس از انتقال این گیاهچه-ها به بستر کاشت در گلخانه تولید می‌شوند. واژه ریزغده بیشتر اشاره به اندازه غده‌ها دارد و معمولا به صورت ۲۵-۵ سانتی-متر از نظر اندازه و ۱۰-۱ گرم از نظر وزن طبقه‌بندی می‌شوند (۵). ژنوتیپ، تنظیم کننده‌های رشد، شرایط رشد و تغذیه گیاه از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده تولید ریزغده هستند (٤). تولید غده فرایندی بسیار پیچیده است و تحت تاثیر عوامل داخلی و خارجی از جمله طول دوره نوری، دما، سطوح کربوهیدرات و هورمون‌های گیاهی قرار می‌گیرد (۳).

هورمون‌های گیاهی عوامل کلیدی در تنظیم فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک در گیاهان می‌باشند. در بین تنظیم کننده‌های رشد، سیتوکینین و آبسیزیک اسید در تنظیم دامنه وسیعی از فرایندهای گیاهی دخالت دارند. کاربرد آبسیزیک اسید موجب

تحریک تشکیل غده در سیب‌زمینی شده است. این تاثیر بیشتر ناشی از نقش بازدارندگی آبسیزیک اسید بر جیبرلین می‌باشد (۳). سیتوکینین موجب تحریک تقسیم سلولی و ساخت نشاسته شده و از این طریق موجب افزایش قدرت مقصد و پدید آمدن مقصدهای فیزیولوژیک (غده) بزرگتر می‌شود (۳). تکنولوژی تولید ریزغده نیازمند مطالعات و پژوهش‌های بیشتر هم از لحاظ پیش تیمار و هم پس تیمار گیاهچه‌ها جهت افزایش تعداد و اندازه ریزغده‌ها می‌باشد (٤). بدین منظور، این آزمایش با هدف بررسی تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بنزیل آمینوپورین، آبسیزیک اسید و ترکیب آن‌ها بر متغیرهای تبادل گازی و عملکرد دو رقم ریزغده سیب‌زمینی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. گیاهچه‌های یکنواخت دو رقم سیب‌زمینی (آگریا و فونتانه) حاصل از کشت بافت قطعات ساقه در شرکت فناوران بذر یکتای مشهد، در جعبه‌های ۲۷ لیتری (۳۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر) حاوی بستر کاشت پرلیت و کوکوپیت (۱:۱ حجمی) در گلخانه در شرایط طول روز ۱۲ ساعت، شدت نور ٤۰۰ میکرومول‌برمول PAR[1]، دمای روز و شب به ترتیب ۲۵ و ۱۸ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰±۵ درصد کشت شدند. از محلول غذایی هوگلند برای تغذیه گیاهچه‌ها به صورت هفتگی استفاده شد.

در مرحله شروع غده‌دهی از تنظیم‌کننده‌های رشد بنزیل آمینوپورین (BAP) و آبسیزیک‌اسید (ABA) با غلظت ۵۰ میکرومولار به صورت محلول‌پاشی انجام شد. چهار تیمار هورمونی به صورت: الف) BAP، ب) ABA، ج) BAP+ABA، و د) شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر) انجام شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار طراحی شد.

یک هفته پس از محلول‌پاشی، از سومین برگ کاملا توسعه یافته برای اندازه‌گیری متغیرهای تبادل گازی و نمونه‌گیری جهت محاسبه میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی استفاده شد. محتوای کلروفیل برگ از روش کودسون و همکاران و از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شد:

$$Chl\ a= (13.70)\ (A665) - (5.76)\ (A649) \quad (۱)$$

$$Chl\ b= (25.80)\ (A649) - (7.60)\ (A665) \quad (۲)$$

متغیرهای تبادل گازی شامل میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق با استفاده از دستگاه فتوسنتزمتر LCA4 (ADC Bio Scientific Ltd, UK) در شرایط محیط رشد گیاه اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی (۱۱۰ روز پس از کاشت) گیاهان برداشت شده و به اندام‌های هوایی و زیرزمینی تقسیم شدند. عملکرد غده در گیاه، تعداد و میانگین وزن غده‌ها تعیین شد. محاسبات آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد و از طریق نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

[1] Photosynthetic Active Radiation

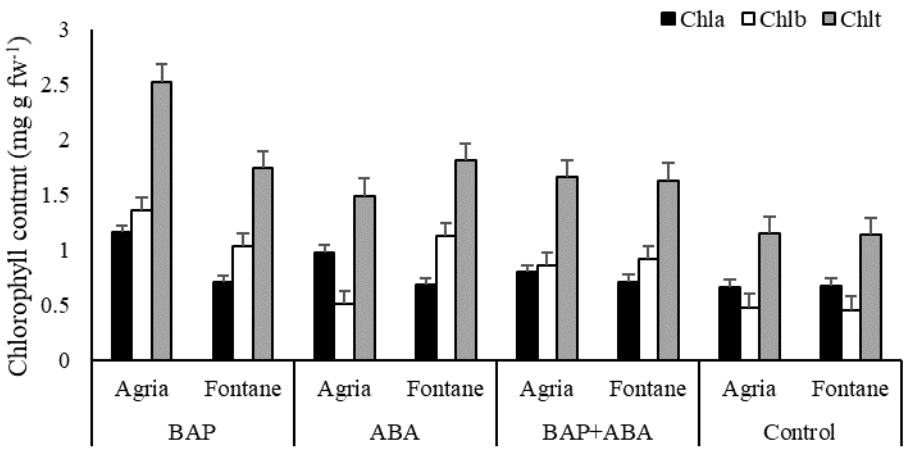
کاربرد BAP در مرحله شروع غده‌دهی موجب افزایش معنی‌دار فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق در هر دو رقم شد، هرچند میزان پاسخ رقم‌ها متفاوت بود و رقم آگریا بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت (جدول ۱). بدون توجه به رقم، گیاهان تیمار شده با ABA هدایت روزنه‌ای و تعرق کمتری نسبت به گیاهان شاهد داشتند. کاهش هدایت روزنه‌ای در اثر کاربرد ABA توسط سایر پژوهشگران نیز تایید شده است (۱).

جدول ۱- تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بر متغیرهای تبادل گازی دو رقم سیب‌زمینی

تیمار	فتوسنتز ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)		هدایت روزنه ای ($molm^{-2}s^{-1}$)		تعرق ($mmol^{-2}s^{-1}$)	
	Agria	Fontane	Agria	Fontane	Agria	Fontane
شاهد	1.30±0.42	1.18±0.07	27.8±2.19	25.3±0.01	0.87±0.02	0.93±0.01
BAP	2.34±0.37	1.93±0.04	28.9±1.11	29.0±2.47	0.93±0.03	0.96±0.03
ABA	2.28±0.20	1.88±0.24	24.6±5.23	23.8±4.65	0.86±0.02	0.83±0.04
BAP+ABA	1.95±0.35	1.91±0.28	25.8±0.60	25.5±1.65	0.91±0.01	0.94±0.03

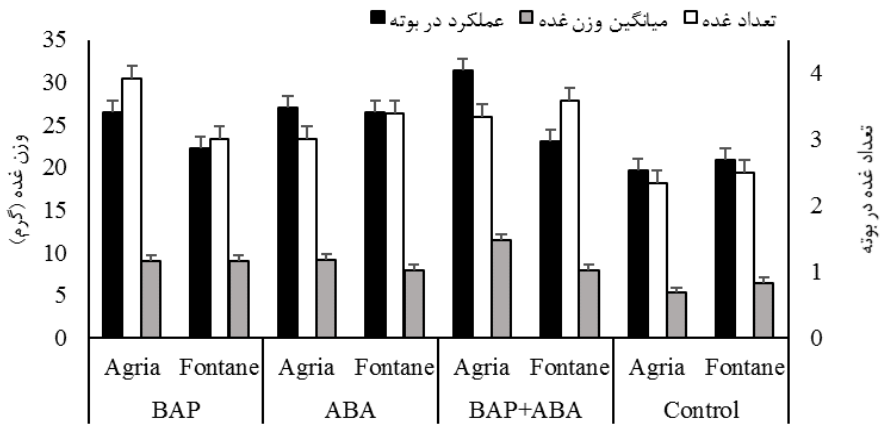
BAP؛ بنزیل آمینوپورین، ABA؛ آبسیزیک اسید، مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محتوای کلروفیل برگ توسط محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد افزایش یافت (شکل ۱). به طور کلی، محتوای کلروفیل برگ رقم آگریا به طور متوسط ۹ درصد بیش از رقم فونتانه بود. کاربرد بنزیل آمینوپورین به ترتیب موجب افزایش ٤٥ و ٤٧ درصدی میزان کلروفیل کل و کلروفیل b برگ آگریا شد، درحالی‌که، کاربرد آبسیزیک اسید به ترتیب موجب افزایش محتوای کلروفیل کل و کلروفیل b برگ فونتانه به میزان ١٤ و ٢٣ درصد شد. کاربرد BAP همچنین موجب افزایش نسبی کلروفیل a در آگریا شد، درحالی‌که، این افزایش در فونتانه در اثر کاربرد BAP+ABA مشاهده شد. سینکووا و همکاران، (۵) بیان کردند که سیتوکینین‌ها به طور مستقیم عوامل دخیل در فرایند فتوسنتز از جمله ساخت و تجزیه کلروفیل، ترکیب کلروپلاست، انتقال الکترون و فعالیت آنزیم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد.



شکل ۱- تاثیر تنظم کننده‌های رشد بر محتوای کلروفیل برگ دو رقم سیب‌زمینی، Chla: کلروفیل a، Chlb: کلروفیل b، Chlt: کلروفیل کل.

بیشترین عملکرد غده و میانگین وزن غده در رقم آگریا در تیمار BAP+ABA مشاهده شد (شکل ۲). احتمالا این تیمار هورمونی موجب افزایش فعالیت فتوسنتزی و افزایش تولید کربوهیدرات‌ها شده و آبسیزیک اسید موجب تحریک انتقال این کربوهیدرات‌ها به سمت غده‌ها شده است. اثرات مثبت کاربرد BAP بر تعداد غده در آگریا مشاهده شد. بهرحال، افزایش تعداد غده در آگریا با کاهش میانگین وزن غده‌ها همراه بود. طی مرحله تشکیل غده تعداد زیادی غده پتانسیل به وجود می-آیند که همه آن‌ها به دلیل کمبود مواد فتوسنتزی و رقابت بر سر آن نمود نمی‌یابند (٤). این احتمال وجود دارد که کاربرد BAP با افزایش محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز، این کمبود مواد فتوسنتزی را تا حدودی برطرف ساخته و موجب افزایش تعداد غده‌ها شده است.



شکل ۲- تاثیر تنظم کننده‌های رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سیب‌زمینی

در مجموع، نتایج نشان می‌دهد که هورمون‌های گیاهی می‌توانند بطور موثری در تنظیم فرایندهای فیزولوژیک و غده‌دهی در سیب‌زمینی بکار برده شوند. بطورکلی، تنظیم‌کننده‌های رشد تاثیر بیشتری روی آگریا نسبت به فونتانه داشتند. با وجود اینکه کاربرد این تنظیم‌کننده‌ها تاثیر ثابتی روی صفات فیزیولوژیک نداشتند، بهرحال، این تیمارهای هورمونی می‌توانند در بهبود این صفات در این دو رقم موثر واقع شوند.

منابع

1. Davie, W.J., Kudoyarova, G., Hartung, W. 2005. Long-distance ABA signaling and its relation to other signaling pathways in the detection of soil drying and the mediation of the plant's response to drought. Journal of Plant Growth Regulators. 24:285-295.
2. Ramawat, K.G., Merillon, J.M,. 2013. Bulbous plants biotechnology USA: CRC Press.
3. Sharma, A.K., Pandey, K. 2013. Potato mini-tuber production through direct transplanting of *in vitro* plantlets in green or screen houses–a review. Potato Journal. 40:95-103.
4. Struik, P.C. 2007. The canon of potato science: 25. Minitubers. Potato Research. 50:305-308.

5. Synková, H., Wilhelmová, N., Šesták, Z., Pospíšilová, J. 1997. Photosynthesis in transgenic plants with elevated cytokinin contents. In: Handbook of Photosynthesis. New York: Marcel Dekker. p. 541-552.

Improvement of tuber yield of potato cultivars using foliar application of plant growth regulators

Abstract

Plant hormones regulate a wide range of mechanisms in potato growth and tuber formation. This study was conducted at research greenhouse of Ferdowsi University of Mashhad in 2016. Possibility of improving physiological traits and minituber yield of two potato cultivars (*Solanum tuberosum* L., *cvs*. Agria and Fontane) by application of plant growth regulators (PGRs) (BAP, ABA and BAP+ABA) at tuber initiation stage were investigated. Photosynthetic rate, stomatal conductance, and transpiration rate were increased by application of BAP at tuber bulking stage. Foliar application of PGRs also increased leaf chlorophyll a, b, and total chlorophyll content of plants compared with the control. The greatest total leaf chlorophyll content in Agria and Fontane was recorded when BAP and ABA were applied, respectively. Tuber yield per plant, mean tuber weight, and tuber number of PGR-treated plants also increased compared with control. Based on the results, either BAP or ABA, and their combination could positively use for improving physiological parameters and tuber yield of these two potato cultivars.

Keywords: Leaf Chlorophyll Content, Minituber, Photosynthesis, Stomatal Conductance.