اثر ایندول‌استیک‌اسید و بنزیل‌آمینوپورین بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک بادرنجبویه

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۳، شماره ٤، صفحات ۳۲-۲۳
(زمستان ۱۳۹٦)

مهسا ولی یاری[۱]، حسن نورافکن[۱]✉
گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران ✉ hassannourafcan@gmail.com **(مسؤول مکاتبات)**

چکیده به منظور بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ایندول‌استیک‌اسید و بنزیل‌آمینوپورین بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بادرنجبویه، آزمایشی مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان نمین استان اردبیل انجام گرفت. محلول‌پاشی با ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد. محلول‌پاشی باعث افزایش ارتفاع و طول شاخه شد. با این حال، رشد طولی شاخه با کاهش غلظت ایندول استیک اسید افزایش یافت. بالاترین غلظت بنزیل آمینوپورین و پایین‌ترین غلظت ایندول استیک اسید بیشترین اثر افزایشی را بر محتوای کلروفیل برگ داشتند. استفاده از ایندول استیک اسید باعث افزایش قطر تاج پوشش گیاه شده و افزایش غلظت ایندول استیک اسید ارتباط مستقیم با قطر سایه‌انداز گیاه داشت. با افزایش میزان ایندول استیک اسید از تعداد گره ساقه کاسته شد. افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین باعث افزایش تعداد شاخساره‌های جانبی تولیدی شد. در وزن تر و خشک شاخساره، غلظت‌های بالای بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید اثر افزایشی مثبتی در مقایسه با شاهد نشان دادند. محلول‌پاشی با بنزیل آمینوپورین اثر افزایشی بهتری در مقایسه با ایندول استیک اسید بر تعداد برگ داشت. بنابراین، استفاده از ایندول‌استیک‌اسید و بنزیل‌آمینوپورین در کشت و پرورش بادرنجبویه می‌تواند به عنوان یک راه‌کار مناسب برای افزایش محصول در نظر گرفته شود.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹٤

تاریخ دریافت: ۹٦/۰٦/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹٦/۱۲/۰۲

واژه‌های کلیدی

- **اکسین**
- **بنزیل‌آدنین**
- **سایتوکنین**
- **مواد تنظیم کننده رشد**
- **هورمون گیاهی**

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

DOI: 10.22034/AEJ.2018.538786

مقدمه گیاه دارویی بادرنجبویه[1] گیاهی علفی، چندساله، معطر و از تیره نعناعیان[2] می‌باشد که خاستگاه اصلی آن شرق مدیترانه است. اسانس این گیاه برای درمان آلزایمر به کار می‌رود به علاوه بعضی از ترکیبات اسانس بادرنجبویه دارای خواص ضدویروسی، ایمنی‌بخشی، آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی و تأثیرات خلط‌آوری هستند.[۱،۱۶] بسیاری از اثرات درمانی آن وابسته به اسانس برگ‌هاست که غنی از آلدهیدها[3] و الکل‌های ترپنیک[4] می‌باشد. پیکره رویشی گیاه بوی خاصی شبیه به لیمو دارد.[۳۱] از مواد مؤثره این گیاه برای درمان ناراحتی‌های عصبی و بیماری‌های معدی، قلبی و روده‌ای که منشأ عصبی دارند، استفاده می‌شود.[۳۲] این گیاه از زمان‌های گذشته به دلیل داشتن خواص تقویت حافظه و رفع افسردگی مورد توجه بوده است.[۳۸]

امروزه محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی به عنوان مکمل روش خاکی شیوه‌ای مؤثر در به‌کارگیری هورمون‌های رشد گیاهی، عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، اسیدهای آمینه، اسیدهای هیومیک و فلویک[5]، عصاره جلبک‌های دریایی و هیدرات‌های کربن می‌باشد. ترکیبات بیولوژیکی و آلی امروزه با اهداف مختلفی همچون افزایش محصول، کاهش مواد شیمیایی مضر و تأثیر برخی هورمون‌های مؤثر گیاهی برای رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند.[۳۱] تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ترکیبات آلی هستند که به طور طبیعی در گیاهان عالی ساخته شده و در غلظت‌های کم فرآیندهای فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کنند. این ترکیبات از طریق اثر روی فعالیت آنزیمی و انعطاف‌پذیری سلول‌های مقصد می‌توانند تأثیر به سزایی روی توزیع مواد فتوسنتزی، تقسیم سلولی، رشد سلول و غیره بگذارند.[۲۷] این مواد از طریق اثر بر فعالیت آنزیمی و انعطاف‌پذیری سلول‌ها می‌توانند روی توزیع مواد فتوسنتزی اثر بگذارند.[۱۵] اکسین ها و سایتوکینین‌ها معمولاً به عنوان تحریک کننده‌های تقسیم و توسعه سلول شناخته می‌شوند و در نتیجه توسعه اندامی را سبب می‌شوند.[۱۳] اکسین باعث رشد طولی سلول، تقسیم سلولی، تشکیل ریشه‌های نابجا و ممانعت از تشکیل شاخه‌های نابجا و جانبی می‌گردد.[٤] فراوان‌ترین اکسین طبیعی ایندول استیک اسید[6] است. مریستم نوک ساقه، ریشه و کامبیوم‌ها سرشار از اکسین هستند.[۲۹] اکسین‌ها اثرات مختلفی بر گیاهان دارند و این اثرات بسته به غلظت، فرم شیمیایی، حضور تنظیم‌کننده‌های دیگر و حتی مرحله رشدی گیاه تغییر می‌کند.[۳۹] غلظت زیاد اکسین اثر بازدارندگی بر رشد و نمو گیاهان دارد، بنابراین به نظر می‌رسد با برهم زدن مقدار اکسین درونی جوانه‌ها، بتوان سبب تأخیر در نمو و شکوفایی طبیعی جوانه‌ها شد. همچنین، غلظت زیاد اکسین سبب القای تولید هورمون اتیلن می‌شود و این هورمون موجب تأخیر در مراحل نموی گیاه و از جمله باز شدن جوانه‌ها می‌شود.[۸]

از سویی دیگر، سایتوکینین تقسیم سلولی و سایر فعالیت‌های تنظیم کنندگی رشد را تحریک می‌کنند.[۲] سایتوکینین‌ها در نقاط مریستمی، نواحی دارای قابلیت رشد مداوم شامل ریشه‌ها، برگ‌های جوان، میوه‌های در حال رشد و دانه‌ها یافت می‌شوند.[۱۱] بنزیل‌آمینوپورین[7] از مؤثرترین سایتوکنین جهت تکثیر شاخه بوده و می‌تواند بر چیرگی انتهایی غلبه و باعث جلوگیری از اثر جوانه انتهایی روی جوانه‌های جانبی شده و تعداد شاخساره‌های جانبی را افزایش دهد.[۵،٦] کاربرد سیتوکنین‌ها به طور عمومی فاکتوری ضروری

[1] *Melissa officinalis* L.
[2] *Lamiaceae*
[3] aldehyde
[4] terpene alcohols
[5] humic and fluic acids
[6] indole acetic acid (IAA)
[7] benzyl amino purine (BAP)

برای پرآوری شاخه در کشت بافت گیاهان پذیرفته شده است.[۳٤] استفاده از بنزیل آمینوپورین و ایندول استیک اسید در شرایط درون شیشه‌ای نشان داد که ترکیب سایتوکینین و اکسین سبب رشد و افزایش بهتر شاخساره در چندین گونه می‌شود. هم‌چنین، افزودن ایندول استیک اسید منجر به کاهش تولید شاخساره در مقایسه با بنزیل آمینوپورین شد.[۱۲]

در خربزه، غلظت‌های بیشتر بنزیل آمینوپورین باعث افزایش تعداد شاخه فرعی و کاهش طول شاخساره می‌گردد.[۳۷] کاربرد ایندول استیک اسید روی بادرنجبویه باعث تولید گره و ریشه بیشتر شد.[۹] در پژوهشی که روی شاخه‌زایی بادرنجبویه، افزودن بنزیل آمینوپورین باعث افزایش درصد شاخه‌زایی در شرایط کشت بافتی شد.[۲۸] بررسی اثر ایندول استیک اسید بر ذرت نشان داد که کاربرد این ماده باعث افزایش مقدار کلروفیل برگ و کاهش نشت یونی می‌گردد.[۲۰] در پژوهشی، سایتوکنین اثر کاهشی بر ارتفاع ریحان نشان داد.[۳٦] تغییر در ارتفاع گیاه، ناشی از تغییرات طول میانگره بوده و ارتباط چندانی به تعداد آن‌ها نداشت.[۲۱] در ذرت نیز بلندترین طول ساقه در تیمار ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید مشاهده شد.[۱۹] اثر افزایشی اکسین در طول شاخه گزارش شده است.[۲۹] در پژوهش‌هایی اثرات متفاوتی از تأثیر مواد تنظیم‌کننده رشد روی تعداد برگ گیاهان گزارش شده است، به عنوان مثال در درمنه خزری[1]، بیشترین تعداد برگ در ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر کینتین مشاهده شد[۱۰] ولی در مطالعه دیگری، تعداد برگ ریحان تحت تأثیر تنظیم‌کننده رشدی کینتین قرار نگرفت.[۳٦] کاربرد ایندول استیک اسید به مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در خیار، تعداد برگ، رشد طولی و تعداد گل‌های ماده را افزایش داد[۱۸] که نشان می‌دهد اکسین‌ها در القای تشکیل برگ نقش دارند. استفاده از بازدارنده انتقال اکسین[2] نشان داد که افزایش غلظت اکسین در رأس، منجر به افزایش موضعی غلظت اکسین برای تشکیل آغازنده برگی بیشتر می‌شود.[۲۵] افزایش تقسیمات سلولی توسط سایتوکنین را دلیل افزایش تعداد گره در شاخه‌های حاصل از جوانه‌های تیمار شده با آن می‌دانند.[۱٤]

هدف از این پژوهش یافتن اثر محلول‌پاشی برگی ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین بر میزان محصول و تعیین غلظت مناسب این مواد تنظیم کننده رشد بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی بادرنجبویه بود.

مواد و روش‌ها این آزمایش در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در منطقه ویلکیج نمین در شرق استان اردبیل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هشت تیمار و سه تکرار انجام شد. نشاءها در ۱۵ فروردین به زمین اصلی انتقال یافتند. تیمارهای آزمایش شامل عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با ایندول‌استیک-اسید و بنزیل آمینوپورین در غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله یک ماه بعد از انتقال نشاء به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و ۲۰ روز بعد از آن انجام گرفت. نشاءها با فواصل ۳۰ × ۷۰ سانتی‌متر کشت شدند. در مرحله گل‌دهی و بعد از حذف اثر حاشیه، داده‌برداری انجام و میانگین پنج بوته برای ارزیابی صفاتی مانند قطر تاج پوشش، قطر ساقه، تعداد گره، تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی، ارتفاع گیاه، طول شاخه، طول میانگره، وزن تر و خشک شاخساره، محتوای کلروفیل با

[1] *Artemisia annua* L.

[2] triiodobenzoic acid (TIBA)

کلروفیل‌سنج دستی[1]، طول و عرض برگ، شاخص سطح برگ و رطوبت نسبی برگ[۳۰] در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید.

نتایج محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد بر صفاتی مانند قطر تاج پوشش، تعداد شاخه جانبی، ارتفاع گیاه، تعداد گره، طول میانگره، وزن تر شاخساره، طول شاخه، تعداد برگ، محتوای کلروفیل برگ اثر معنی‌دار ولی بر طول و عرض برگ، قطر ساقه، رطوبت نسبی برگ و شاخص سطح برگ غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱).

وزن تر و خشک شاخساره

غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول‌استیک‌اسید اثر مثبت بهتری در افزایش وزن تر و خشک شاخساره بادرنجبویه نشان داد ولی روند صعودی افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی با افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین به طور محسوس قابل تشخیص است (جدول ۲).

ارتفاع گیاه

استفاده از ایندول‌استیک‌اسید و بنزیل‌آمینوپورین باعث افزایش ارتفاع بادرنجبویه شد و در بین آنها، اثر اکسینی ایندول استیک اسید بهتر ظاهر شده و غلظت‌های بالای ایندول استیک اسید اثر افزایشی بهتری نشان داد (جدول ۲).

تعداد شاخه جانبی

افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین باعث افزایش تعداد شاخساره‌های جانبی تولیدی شد ولی در غلظت‌های مختلف اکسین روند خاصی مشاهده نشد و کم‌ترین تعداد شاخساره‌های جانبی در سطوح تیماری ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید به دست آمد که حتی کمتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲).

طول شاخه

تمام تیمارهای حاوی تنظیم کننده رشد و آب مقطر طول شاخه را افزایش دادند. رشد طولی شاخه با کاهش غلظت تنظیم‌کننده رشدی ایندول استیک اسید، افزایش یافت و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید بلندترین شاخه و بدون محلول-پاشی، کوتاه‌ترین شاخه را نشان داد (جدول ۲).

تعداد برگ

با افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین و کاهش غلظت ایندول استیک اسید تعداد برگ افزایش یافت و محلول-پاشی با بنزیل آمینوپورین به مراتب اثر بهتری در مقایسه با ایندول استیک اسید بر افزایش تعداد برگ بادرنجبویه نشان داد (جدول ۲).

تعداد گره

محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد و آب مقطر باعث افزایش تعداد گره در ساقه شد و با افزایش میزان ایندول استیک اسید از تعداد گره ساقه کاسته شد و تیمار بدون محلول‌پاشی تنها با ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید در یک سطح آماری قرار گرفت (جدول ۲).

قطر تاج پوشش

استفاده از ایندول استیک اسید به عنوان یک تنظیم کننده اکسینی باعث افزایش تاج پوشش یا قطر سایه‌انداز بادرنجبویه شده و با افزایش غلظت ایندول استیک اسید قطر سایه‌انداز

[1] SPAD 502, Minolta, Japan

جدول ۱) تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیک بادرنجبویه تحت تأثیر محلول‌پاشی ایندول‌استیک‌اسید و بنزیل‌آمینوپورین

Table 1) Variance analysis of lemon balm morphophysiological traits affected by IAA and BAP spraying

Source of variation	df	mean of squares						
		plant height	canopy diameter	stem diameter	lateral branch number	node number	internode length	shoot fresh weight
Block	2	1.03ns	0.69ns	0.03ns	0.045ns	0.87ns	0.25ns	59.05ns
Treatment	7	31.59**	6.12**	0.05ns	8.19**	5.4**	0.92*	1049.34**
Error	14	3.96	0.73	0.03	1.77	0.64	0.31	48.78
CV (%)	-	9.44	9.8	5.21	6.94	11	18.16	12.58

*: significant at 5% level of probability

* : معنی‌دار سطح احتمال ۵٪

Table 1 continued

ادامه جدول ۱

Source of variation	df	mean of squares						
		branch length	leaf number	leaf length	leaf width	leaf area index	relative humidity content	chlorophyll content
Block	2	4.05ns	2.38ns	1.05*	0.0005ns	1963869.83*	6.02ns	6.35ns
Treatment	7	47.83**	86.76**	0.51ns	0.095ns	250921.35ns	15.63ns	31.69**
Error	14	2.61	4.57	0.26	0.07	351013.02	7.7	5.1
CV (%)	-	6.99	5.55	9.9	6.31	14.8	4.79	12.04

*: significant at 5% level of probability

* : معنی‌دار سطح احتمال ۵٪

افزایش یافت ولی در بنزیل‌آمینوپورین، تنها غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب افزایش قطر سایه‌انداز شد (جدول ۲).

طول میانگره

بیشترین طول میانگره در تیمار آب خالص و سپس ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول استیک اسید به دست آمد و سایر تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲).

محتوای کلروفیل

با افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین و کاهش غلظت ایندول استیک اسید محتوای کلروفیل برگ افزایش یافت. محلول‌پاشی با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آمینوپورین و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید بیشترین اثر افزایشی را بر محتوای کلروفیل برگ داشتند (جدول ۲).

بحث تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌توانند در تعادل روابط منبع ومخزن مؤثر باشند و به طور فزاینده برای افزایش عملکرد در بسیاری از گیاهان به کار برده می‌شوند و علاوه بر این، استفاده از آنها به منظور افزایش محصول، سهم فزاینده مهمی در حفاظت از انرژی دارد.[۲۷] اثر مثبت ایندول استیک اسید در افزایش ارتفاع، طول شاخه و قطر تاج پوشش و اثر مثبت بنزیل آمینوپورین در افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی،

جدول ۲) اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های ایندول‌استیک‌اسید و بنزیل‌آمینوپورین بر صفات مورفوفیزیولوژیک بادرنجبویه

Table 2) Effect of IAA and BAP foliar spraying on morphophysiological traits of lemon balm

Plant growth regulator	rate (ppm)	plant height (cm)	canopy diameter (cm)	lateral branch number	node number	internode length (cm)	shoot fresh weight (g)	branch length (cm)	leaf number	chlorophyll content
IAA	100	20.5bcd	8.7b	20.0ab	9.2a	2.60c	44de	30a	40b	22.5ab
	200	24.0ab	9.5ab	16.0c	7.8b	3.80ab	66b	26b	36c	17.0cd
	300	25.5a	10.7a	17.5bc	5.9cd	2.75c	51cd	23c	35c	19.0bc
BAP	100	22.5abc	8.9b	18.0b	7.0bc	2.75c	40de	23c	40b	14.0d
	200	20.0bcd	8.2bc	19.0ab	7.0bc	2.75c	56bc	23c	42b	20.0abc
	300	22.0abc	8.2bc	21.5a	8.3ab	2.90bc	95a	22c	45a	24.0a
distilled water spraying		15.5e	6.2d	19.5ab	7.7b	4.00a	50cd	22c	32c	17.0cd
no spraying		16.5de	6.7cd	18.0b	4.7d	2.75c	36e	18d	32c	14.0d

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

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan test at 5% level.

تعداد شاخه جانبی، تعداد گره و مقدار کلروفیل برگ را می‌توان به نقش کلیدی هورمون‌های گیاهی در تنظیم غالبیت انتهایی مربوط دانست. اکسین موجود در جوانه انتهایی از رشد جوانه‌های جانبی جلوگیری می‌کند و سایتوکنین ممکن است یک مخزن قوی را در جوانه‌های جانبی ایجاد و باعث انتقال مواد غذایی، ویتامین‌ها و دیگر مواد رشد به جوانه‌های جانبی و تحریک رشد این جوانه‌ها شوند.[۱۴] سایتوکنین از طریق کم کردن غالبیت انتهایی باعث تحریک رشد جوانه‌های جانبی و نیز تشکیل ساقهٔ نابجا می‌گردند.[۲۶] تولید و انتقال اکسین از جوانه انتهایی به سمت پایین، عامل اصلی ایجاد غالبیت انتهایی می‌باشد. اکسین به‌عنوان عامل غالبیت انتهایی با جلوگیری از انتقال سایتوکنین‌ها در طول رشد گیاه، مانع رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.[۱۴] اکسین‌ها و سایتوکنین‌ها معمولاً به عنوان محرک تقسیم و توسعه سلول شناخته می‌شوند و در نتیجه توسعه اندامی را سبب می‌شوند و بر رشد و نمو اثر می‌گذارند.[۲۷] نقش مؤثر اکسین در تحریک تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها به اثبات رسیده[۲۴] و ایندول‌استیک‌اسید به عنوان یک اکسین طبیعی بر بهبود ارتفاع گیاه موثر بوده است.[۳۵] تیمار بوته خیار با نفتالین استیک اسید[1] باعث افزایش طول میانگره شد.[۳۳] از طرف دیگر، سایتوکنین‌ها نیز از طریق شکستن غالبیت انتهایی باعث کاهش رشد طولی می‌شوند.[۲] بنزیل‌آمینوپورین می‌تواند غالبیت انتهایی را به سمت جوانه جانبی هدایت کند که این پدیده منجر به تقسیم سلولی در سلول‌های مریستمی در جوانه و افزایش تعداد نوساقه شده و سرعت تقسیم سلولی را در جوانه-های جانبی افزایش می‌دهد.[۱۷]

استفاده از غلظت‌های بالای سایتوکنین در تکثیر درون شیشه‌ای باعث تولید گیاهچه‌های بیش از حد متورم شده و برگ‌ها در بعضی از ارقام، حالت غیرطبیعی به‌خود می‌گیرند.[۷] همچنین، استعمال خارجی سایتوکنین، شاخه‌دهی و انشعابات را افزایش می‌دهد.[۳۹] افزایش وزن تر شاخه به‌وسیله سایتوکنین احتمالاً به‌علت افزایش تقسیم سلولی در مراحل اولیه و انبساط سلولی سریع‌تر با نفوذ

[1] naphthaleneacetic acid (NAA)

متابولیت‌ها و آب بـه داخـل سـلول‌هـای سـاقه می‌باشد و افزایش وزن تر و خشک شاخه را می‌توان به اثر تحریکی سایتوکنین‌ها بر فتوسنتز، رشد و افزایش سطح برگ و ایجاد شاخساره‌های جانبی نسبت داد.[١٤]

هنگامی که ایندول‌استیک‌اسید، سایتوکینین، اتیلن و جیبرلیک‌اسید روی محل قطع شده ساقه استفاده می‌شوند، موجب تجمع مواد فتوسنتزی در مناطق آلوده به این هورمون‌ها می‌گردند.[٢١] سایتوکینین پیری برگ را به وسیله جلوگیری از انتقال مواد فتوسنتزی به نقاط رشدی جدید و تحریک انتقال مواد ذخیره به برگ‌های تیمار شده به تأخیر می‌اندازند.[٢٢] تیمار برگی و ریشه‌ای گیاهان با انواع سایتوکنین‌ها در غلظت-های مناسب، موجب افزایش سطح برگ و تحریک نمو کلروپلاست می‌شود. همچنین، سایتوکنین‌هـا بـا کاهش مقاومت روزنه‌ای، ورود دی‌اکسید کربن به درون بـرگ را افزایش داده که این خود افزایش فعالیت آنـزیم روبیسکو[1] را به‌دنبال خواهد داشت. از این رو، همه این فرآینـدها موجب بهبود فتوسنتز شده و بدین ترتیب رشد نسبی و وزن تر و خشک گیاه را افزایش می‌دهد.[١٤] در پژوهشی با افزایش غلظت بنزیل آمینوپورین شاخص کلروفیل برگ در بادرنجبویه افزایش یافت.[٣] از طرفی، غلظت بالای سایتوکنین‌ها باعث عدم رشد مناسب طولی گیاهچه‌ها گردید.[٢٣] در کل، نتایج ایـن آزمایش مبنی بر تغییر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه بادرنجبویه با مصرف ترکیبات اکسینی و سایتوکنینی در گیاهان دیگر طی پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری کلی به طور کلی، اثر مثبت محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد ایندول استیک اسید و بنزیل آمینوپورین در بیشتر صفات مورد ارزیابی به جز طول و عرض برگ، قطر ساقه، رطوبت نسبی برگ و شاخص سطح برگ مشاهده شد.

References

1. Akbari Nodehi D, Khademi Shormasty H, Cherati Araei A, Shirdel Shahmiri F, Rezaei Sokht Abandani R, Fahimi borkhali N (2014) Effect of deficit irrigation and different levels of nitrogen fertilizer on some quantitative and qualitative properties of lemon balm. Journal of Crops Improvement (Journal of Agriculture) 16(1): 11-21. [in Persian with English abstract]
2. Arteca RN (1996) Plant growth substance: Principles and applications. Chapman and Hall: London.
3. Azizi S, Mohebalipour N, Zare N (2013) The effect of BAP and NAA on morphological traits and citral concentration of lemongrass in *in vitro* conditions. Proceedings of the 8th Biotechnology Conference of the Islamic Republic of Iran and the 4th National Bioethics Conference. Tehran, Iran. [in Persian]
4. Bagheri A, Saffari M (2004) In vitro culture of higher plants. Ferdowsi University press: Mashhad. [in Persian]
5. Balogun MO, Akande SR, Ogunbodede BA (2007) Effects of plant growth regulators on callus, shoot and root formation in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). African Journal of Biotechnology 6(4): 355-358.
6. Bohidar S, Thirunavokkarasu M, Rao TV (2008) Effect of plant growth regulators on *in vitro* micro propagation of garden rue (*Ruta graveogens* L.). International Journal of Integrative Biology 3(1): 36-43.
7. Bolandi AR, Hamidi H, Rezagholy AA (2016) Effects of culture media and growth regulators on propagation of rootstock GF677 in tissue culture conditions. Journal of Plant Researches (Iranian Journal of Biology) 29(1): 1-14. [in Persian with English abstract]
8. Chayani SH, Ershadi A, Sarikhani H (2015) Effect of soybean oil and NAA on delaying bud break and reducing spring low temperature damage in grape cv. Fakhri. Journal of Crops Improvement (Journal of Agriculture) 17(2): 357-371. [in Persian with English abstract]

[1] RuBisCO

9. Dasilva S, Sato A, Salgueiro Lage CL, Da Silva San Gil RA, Almeide Azevedo D, Esquibel MAJ (2005) Essential oil composition of *Melissa officinalis* L. *in vitro* produced under the influence of growth regulators. Journal of the Brazilian Chemical Society 16(6): 1387-1390.
10. Farooqi AHA, Shukla A, Sharma S, Khan A (2008) Effect of plant age and GA_3 on artemisinin and essential oil yield in *Artemisia annua* L.. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 4(1): 73-80.
11. Fathi GH, Esmaeilpour B (2012) Plant growth substances: principles and applications. Jahad Daneshgahi of Mashhad: Mashhad. [in Persian]
12. George EF (1993) Plant propagation by tissue culture. Educational Book Agency: New Delhi.
13. Gersani M, Lips SH, Sachs T (1980) The influence of shoots, roots and hormones on sucrose distribution. Journal of Experimental Botany 31 (3): 177-184.
14. Gheysvandi R, Matloobi M, Zaare-Nahandi F (2014) Effect of CPPU growth regulator on quantitative and qualitative characteristics of cut rose (*Rosa hybrida* cv. Avalanche). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center 5(19): 147-154. [in Persian with English abstract]
15. Gifford RM, Evans LT (1981) Photosynthesis, carbon partitioning and yield. Annual Review of Plant Physiology 32: 485-509
16. Gorgini Shabankareh H, Fakheri BA, Mohammadpuor Vashvaii R (2016) Effects of different levels of salinity and drought stress on growth parameters and essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Field Crop Science 46(4): 673-686. [in Persian with English abstract]
17. Hoseinpanahi S, Majdi M, Mirzaghaderi GH (2016) Effects of growth regulators on *in vitro* callogenesis and regeneration of black cumin (*Nigella sativa*). Iranian Journal of Rangelands and Forests plant Breeding and Genetic Research 24(2): 232-242. [in Persian with English abstract]
18. Iranbakhsh AR, Ebadi M, Majd A (2007) The study on effects of some growth regulators on vegetative function and production in parthenocarpic cucumber (*Cucumis sativa* L.) in greenhouse. Journal of Sciences (Islamic Azad University) 17(66): 101-120. [in Persian with English abstract]
19. Karimi A, Tajbakhsh M, Amirniya R, Eivazi AR (2013) The effect of some plant growth inducers on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Journal of Plant Production 20(2): 161-177. [in Persian with English abstract]
20. Kaya C, Kirnak H, Higgs D (2001) Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition 24(2): 357-367.
21. Koochaki A, Sarmadnia GH (2013) Plant Physiology. Jahad Daneshgahi of Ferdowsi University: Mashhad. [in Persian]
22. Leopold AC, Kawase M (1964) Benzyladenine effects on bean leaf growth and senescence. American Journal of Botany 51(3): 294-298.
23. Li JJ, Wu YM, Wang T, Liu JX (2009) In vitro direct organogenesis and regeneration of *Medicago sativa* L.. Biologia Plantarum 53(2): 325-328.
24. Machackova I, Zazimalova E, George EF (2008) Plant growth regulators I: introduction; auxins, their analogues and inhibitors. In Plant Propagation by Tissue Culture. Springer: Berlin.
25. Majd A, Ebadi M (1997) Plant development: The cellular basis. Morvarid press: Tehran. [in Persian]
26. Mansseri-Lamrioui A, Louerguioui A, Bonaly J, Yakoub-Bougdal S, Allili N, Gana-Kebbouche S (2011) Proliferation and rooting of wild cherry: The influence of cytokinin and auxin types and their concentration. African Journal of Biotechnology 10(43): 8613-8624.
27. Mikaeili Y (2016) Effect of IAA and BAP on morphophysiological characteristics of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) in pot condition. Master Thesis, Islamic Azad University, Miyaneh Branch, Faculty of Agriculture: Miyaneh, Iran. [in Persian with English abstract]
28. Mohebalipur N, Aharizad S, Mohammadi S, Motallebiazar A, Arefi H (2011) Effect of plant growth regulators BAP and IAA on micropropagation of Iranian lemon balm (*Melisa officinalis* L.). Journal of Food Agriculture Enviroment. 10(1): 280-286.
29. Mojtahedi M, Lesani H (2011) Green plant life. Tehran University press: Tehran. [in Persian]

30. Mortezavi SM, Tavakoli A, Mohammadi MH, Afsahi K (2015) Effect of superabsorbent on physiological traits and wheat Azar2 cultivar under dry farming condition. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi) 106: 118-125. [in Persian with English abstract]
31. Neamati H, Azizi M, Mohammadi S, Karimpour S (2014) The study on the effect of spraying with different concentrations of vermicompost extract (vermiwash) on the morphological traits, yield and percentage of essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Horticulture Science 27(4): 411-417. [in Persian with English abstract]
32. Omidbaigi R (2005) Production and processing of medicinal plants, 1rd volume. Astan-e Qods publishing: Mashhad. [in Persian]
33. Rafeekher M, Nair SA, Sorte PN, Hatwar GP, Chandan PM (2002) Effect of growth regulators on growth and yield of summer cucumber. Journal of Soils and Crops 12: 108-110.
34. Sadeghpour S, Naseri LA (2014) Effect of chitosan on in vitro proliferation of grape Bidaneh Ghermez cultivar. Agricultural Crop Managment (Journal of Agriculture) 16(3): 653-661. [in Persian with English abstract]
35. Safiyan N, Naderi MR, Shams M, Darkhal H (2011) Investigation of nutrition of microfiber leaf on growth and yield of kernel corn (single crossover 302) in Isfahan region. Proceedings of the Fifth National Conference on New Ideas in Agriculture. Khurasgan, Iran. [in Persian]
36. Salimy shandy M (2014) Influence of foliar application of kinetin on growth characteristics and essence component of basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Master Thesis, Islamic Azad University, Miyaneh Branch, Faculty of Agriculture: Miyaneh, Iran. [in Persian with English abstract]
37. Tavares AC, Pimenta MC, Gonalves MT (1996) Micropropagation of *Melissa officinalis* L. through proliferation of axillary shoot. Plant cell Reports 15(6): 441-444.
38. Wake G, Court J, Pickering A, Lewis R, Wilkins R, Perry E (2000) CNS acetylcholine receptor activity in European medicinal plants traditionally used to improve failing memory. Journal of Ethnopharmacology 69(2): 105-114.
39. Zaferanchi SH, Saffari M, Saffari VR, Mohammadinejad GH (2010) Evaluation of plant growth regulators effects, naphthalene acetic acid and Benzyl amino purine on yield and some traits of four sesame genotypes. Crop Production in Environmental Stress 2(3,4): 49-62. [in Persian with English abstract]

Effect of IAA and BAP on morphophysiological traits of lemon balm

Agroecology Journal

Vol.13 No 4 (23-32)
(winter, 2018)

Mahsa Valiyari[1], Hassan Nourafcan[1]✉

1 Horticultural Sciences Department, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran
✉ hassannourafcan@gmail.com (**corresponding author**)

Received: 08 September 2017 **Accepted:** 21 February 2018

Abstract To investigate the effect of indole acetic acid (IAA) and benzyl amino purine (BAP) on morphological and physiological traits of lemon balm, an experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in farm condition at Namin county, Ardebil province, Iran. Spraying was done using IAA and BAP in the rates of 100, 200 and 300 ppm. Application of IAA and BAP promoted plant height and branches length. However, the branches length was increased in low IAA concentrations. Leaf chlorophyll content was in maximum at 300 ppm of BAP and 100 ppm of IAA. Application of IAA increased canopy diameter. More IAA concentrations increased shadow diameter. Increasing in IAA concentrations caused reduction in node number. Number of lateral shoots increased in high concentration of BAP in addition, more plant biomass was produced in high concentrations of BAP and IAA. Foliar application of BAP caused increasing in number of leaf comparing IAA. Therefore, application of IAA and BAP can be considered as an appropriate option to improve yield in lemon balm.

Keywords

- auxin
- benzyl adenine
- cytokinin
- plant hormone
- plant growth regulator

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.2018.538786