مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات
جلد ١٤، شماره ١، بهار ١٣٩٧، صفحات ٩٤-٨٧

ISSN NO: 2008-8485

مقایسه تولید گیاه کاسنی (*Cichoirium intybus* L.) در شرایط هواکشت و خاک و بررسی اثر NAA بر خصوصیات مورفولوژیکی آن در سیستم هواکشت

Comparison of chicory production in aeroponic and soil culture and evaluation of NAA on morphological traits in aeroponic system

زهرا موحدی[1] و احمد معینی*[2]

تاریخ دریافت: ١٣٩٦/٠٨/٠٥ تاریخ پذیرش: ١٣٩٦/١٠/١٠

چکیده

در این پژوهش یک سیستم هواکشت طراحی و ساخته شد و سپس صفات مورفولوژیک گیاه کاسنی در این سیستم با گیاهان کشت شده در خاک مقایسه شدند. همچنین در آزمایش جداگانه‌ای اثر غلظت تنظیم‌کننده رشد NAA(٠، ٠/١، ٠/٣ و ٠/٥ میلی‌گرم در لیتر) روی صفات موفولوژیک این گیاه در سیستم هواکشت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آزمایش مقایسه‌ای بین سیستم هواکشت و تولید در خاک نشان داد که گیاهان تولید شده در سیستم هواکشت از نظر صفات تعداد برگ در گیاه، ارتفاع گیاه، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی به‌طور معنی‌داری از گیاهان تولیدشده در خاک بهتر بودند. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که غلظت $mg\ l^{-1}$ ٠/٥NAA بیشترین طول کل گیاه (١٥٢/٤ cm)، طول ریشه (٧٦cm)، تعداد برگ (٥٩)، وزن تر اندام هوایی (٥١/٣g)، وزن خشک اندام هوایی (١٥/٣ g)، وزن خشک ریشه (٦/١ g)، وزن تر ریشه (١٨/١ g) و حجم ریشه (١٧/٩ cm^3) را داشته است.

کلمات کلیدی: کاسنی، سیستم هواکشت، هورمون NAA، صفات مورفولوژیک

www.iabkrial.ac.ir

١-استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

٢- دانشیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

*- مکاتبه کننده: E- mail: moieni_a@modares.ac.ir

مجله علمی - پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

مقدمه

کاسنی (*Cichoirium intybus* L.) یک گیاه دارویی مهم از راسته گل استکانی (Campanulales) و متعلق به تیره Asteraceae می‌باشد (آزادبخت، ۱۳۹۲). کاسنی گیاهی علفی، پایا، با ریشه مخروطی شکل به رنگ قهوه‌ای، ساقه‌ای راست و شاخه‌دار، برگ‌های زمینی که به‌صورت متناوب، سرنیزه‌ای و بدون دمبرگ است و گل‌ها به رنگ آبی بوده و ارتفاع گیاه بین ۵-۱/۵ متر بوده و گیاهی دگرگشن است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۳). کاسنی در نواحی مختلف به‌صورت یک‌ساله، دوساله یا چندساله می‌روید. از پودر ریشه خشک کاسنی به‌عنوان مقوی روده، ملین ملایم و محرک اشتها و برای بیماران مبتلا به تنبلی و خستگی کبد به‌صورت دم‌کرده استفاده می‌شود (زرگری، ۱۳۷۶).

سیستم هواکشت (ایروپونیک) یکی از سیستم‌هایی است که می‌توان از آن برای تولید گیاهان دارویی استفاده کرد. این سیستم، پیشرفته‌ترین سیستم کشت هیدروپونیک (آبکشت) است. سیستم هواکشت اولین مرتبه توسط Carter در سال ۱۹۴۲ پیشنهاد شد. در سال ۱۹۴۴، نیز محققی به‌نام Klotz، از این روش در مرکبات استفاده کرد. در سال ۱۹۵۲ درختان سیب در این سیستم کشت شدند. از این سیستم برای رشد گیاهان قهوه و گوجه‌فرنگی استفاده شده است (Stoner, 1983) و از آن به بعد، از این سیستم در سایر گیاهان نیز استفاده شد.

هواکشت، فرآیندی از رشد گیاه در محیطی از مه، بدون استفاده از خاک یا هر بستر دیگری می‌باشد و یک تکنولوژی جدید برای تولید بیشتر فرآورده‌های گیاهی و افزایش سرعت رشد گیاه می‌باشد. با این روش، گیاه بدون نیاز به خاک به رشد فوق‌العاده دست پیدا می‌کند. این روش، ساده‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای افزایش بازدهی در تولید محصولات گیاهی است (Hayden *et al*., 2004).

در سیستم هواکشت محلول غذایی مستقیماً به ریشه گیاه تحویل داده شده و بنابراین محیط واسطه‌ای که تحویل محلول غذایی را دچار وقفه سازد یا آن را به باکتری آلوده سازد، وجود ندارد. براساس شواهد موجود، نرخ رشد اکثر گیاهان در این روش دو برابر بیشتر از کشت خاکی است. همچنین رشد اکثر گیاهان در سیستم هواکشت تا ۳ برابر سریع‌تر از سایر سیستم‌های آبکشت است. امروزه روش هواکشت به دلیل مزایای مختلف و به‌خصوص بررسی نقش ریشه در تغذیه گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hayden, 2006). سیستم هواکشت در گیاهان می‌تواند راه حلی برای افزایش تولید و بهبود کیفیت باشد. از سال ۲۰۰۰ به بعد، طرح استفاده از سیستم هواکشت جهت تولید گیاهان دارویی ریشه‌ای مطرح و ازآن‌جهت تولید گیاهان دارویی باباآدم، اکیناسه، گزنه دوپایه، زنجبیل و سنبل‌الطیب استفاده شده است (Pagilarulo *et al*., 2006; Dorais, 2001; Hayden *et al*., 2004; Hayden, 2005; Tabatabaei, 2008). علاوه بر تأثیر نوع سیستم کشت، بهبود شرایط فیزیولوژیکی و عملکرد گیاهان می‌تواند تحت تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد نیز باشد. تنظیم‌کننده‌های رشد، ترکیبات آلی هستند که به‌صورت طبیعی در گیاهان عالی ساخته می‌شوند و روی رشد و نمو تأثیر می‌گذارند (Krikorian, 1995). یکی از این تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، اکسین‌ها هستند.

اکسین‌ها اثرات مختلفی شامل طویل شدن سلول، تقسیم سلولی، تمایز بافت‌های آوندی، آغاز ریشه‌دهی قلمه‌های ساقه، انشعاب و تمایز ریشه‌ها، پاسخ‌های گرایشی شاخه‌ها و ریشه‌ها به نور و جاذبه زمین، غلبه انتهایی، به تأخیر انداختن پیری برگ‌ها، افزایش یا جلوگیری از ریزش برگ و میوه، تشکیل و رشد میوه، تأخیر در رسیدن میوه‌ها، افزایش گلدهی در آناناس، تحریک رشد بخش‌های گل، افزایش گل‌های ماده در دو پایه‌ها را دارد (Blarmino, 1994).

با توجه به اهمیت گیاه کاسنی و اینکه تاکنون کشت این گیاه در سیستم هواکشت بررسی نشده است، لذا در پژوهش حاضر کشت این گیاهان در این سیستم انجام و صفات مورفولوژیک گیاهان حاصله بررسی شده است. همچنین اثر تنظیم‌کننده رشد NAA روی رشد و نمو گیاهان کشت شده مورد مطالعه قرار گرفت. هدف اصلی از انجام این پژوهش بررسی قابلیت سیستم هواکشت در تولید گیاه دارویی کاسنی و همچنین بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشدی بر صفات رشدی بخصوص ریشه بود، به دلیل اینکه در این سیستم دسترسی کامل به ریشه وجود داشته و امکان رصد نمودن ریشه در مراحل مختلف و قبل از برداشت گیاه وجود دارد.

مواد و روش‌ها

www.jabb.kiau.ac.ir

سیستم هواکشت طراحی و ساخته شده در این تحقیق دارای قسمت‌های زیر است:

۱) مخزن قرار گرفتن بذرها در سیستم هواکشت: این مخزن جهت انتقال بذرها در داخل آن‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

۲) نازل‌ها: در مرحله بعد انتخاب نازل‌ها انجام شد. نازل‌ها به‌گونه‌ای بود که محلول غذایی را به‌صورت کاملاً پودر شده درآورد، به‌طوری‌که توسط گیاه به‌راحتی قابل جذب بود.

۳) مخزن محلول غذایی: مخزن محلول غذایی (جدول ۱) نیز از جنسی انتخاب شد که با محلول غذایی واکنش نداده و باعث تغییر آن نگردید و همچنین به‌راحتی قابل ضدعفونی بود که برای این منظور از پلاستیک استفاده شد.

۴) پمپ‌های اسپری کننده محلول غذایی و جمع‌آوری بازیافت محلول غذایی: این پمپ محلول غذایی را به محیط اطراف ریشه اسپری می‌کرد.

۵) سیستم کنترل: یکی از نکات بسیار مهم در سیستم هواکشت، زمان اسپری کردن محلول غذایی می‌باشد؛ که برای این منظور یک تابلو برق طراحی شد که در آن از تایمرهای دیجیتالی استفاده گردید. از یک تایمر به‌منظور تنظیم زمان اسپری کردن محلول غذایی و از تایمر دیگر برای تنظیم زمان تخلیه مازاد محلول غذایی استفاده شد.

پس از ساخت سیستم هواکشت، گیاهچه‌های مورد نیاز برای این تحقیق تهیه شدند. برای این کار ابتدا بذر گیاه کاسنی از شرکت پاکان بذر تهیه شد و سپس در گلدان پلاستیکی (۲۳×۱۸ cm) حاوی پیت ماس، پرلیت و ماسه (به نسبت ۱:۱:۱) در عمق ۳ سانتیمتری، کشت گردید. بعد از حدود ۱۰ روز، گیاهچه‌ها از بستر کشت خارج شده و پس از شستشو ریشه‌ها، گیاهچه‌هایی که از نظر ظاهری کاملاً مشابه بودند، انتخاب و جهت آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمایش اول: مقایسه تولید گیاه کاسنی در سیستم هواکشت و خاک

برای انجام این آزمایش، گیاهچه‌ها در سیستم هواکشت قرار داده شدند (محلول‌پاشی هر بیست دقیقه یک‌بار به مدت بیست ثانیه انجام شد) و هم‌زمان کشت گیاهچه‌ها در گلدان (۲۵×۳۰ cm) با بستر خاک مزرعه، پیت ماس و پرلیت (۱:۱:۱) انجام شد. این گلدان‌ها با همان محلول غذایی که در سیستم هواکشت استفاده می‌شد (جدول ۱)، به‌طور هفتگی آبیاری می‌شدند.

آزمایش دوم: بررسی اثر غلظت تنظیم‌کننده رشد NAA در سیستم هواکشت روی گیاه کاسنی

جهت بررسی اثر تنظیم‌کننده رشد NAA بر رشد گیاه کاسنی در سیستم هواکشت، ۳ سطح از این هورمون (۰، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) تهیه گردید. اولین محلول‌پاشی دقیقاً یک ماه پس از کشت گیاهچه‌ها در سیستم هواکشت انجام شد و سپس محلول‌پاشی دوم یک ماه پس از محلول‌پاشی اول تکرار گردید.

در هر دو آزمایش، بعد از ۶ ماه، صفات ارتفاع کل گیاه (ساقه + ریشه)، طول ریشه، تعداد برگ، سطح برگ (با استفاده از دستگاه تعیین سطح برگ)، وزن تر قسمت هوایی و ریشه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه (وزن خشک اندام هوایی و نیز وزن خشک ریشه، از اختلاف وزن تر و خشک پس از خشک شدن بافت در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد و ثابت شدن وزن آن به دست آمد) و حجم ریشه (حجم ریشه‌ها مستقیماً از روی تغییر ارتفاع سطح آب در ظروف مدرج، پس از وارد کردن ریشه‌های شسته شده به داخل آن، صورت گرفت) اندازه‌گیری شدند. هر دو آزمایش در شرایط گلخانه پلاستیکی با دمای حدود ۲۵°C و طول روز ۱۶ ساعت روشنایی اجرا شد. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار (هر تکرار از یک گیاهچه تشکیل می‌شد) انجام شدند. داده‌های این آزمایش با نرم‌افزار SPSS تجزیه شدند. برای بررسی نرمال بودن خطاهای آزمایشی از آزمون Kolmogorove-Smirnov استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ % انجام شد.

جدول ۱- غلظت محلول‌های مورد استفاده در سیستم هواکشت

Table 1- Element concentration use in aeroponic system

عنصر	غلظت ($mg\ l^{-1}$)	عنصر	غلظت ($mg\ l^{-1}$)
K	200	Fe	1
N	190	Mn	0.5
Ca	150	B	0.5
S	70	Zn	0.15
Mg	45	Cu	0.1
P	35	Mo	0.05

www.iapb.kiau.ac.ir

شکل ۱- سیستم هواکشت قبل و بعد از کاشت گیاه کاسنی

Figure 1- Aeroponic system before and after cultivation of chicory

نتایج

نتایج آزمایش اول: بررسی مقایسه‌ای صفات مورفولوژیک و عملکردی گیاهان در سیستم هواکشت و کشت در خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تولید گیاه کاسنی در سیستم‌های هواکشت و خاک در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که این گیاه در سیستم هواکشت به‌خوبی رشد داشته و اجزا عملکرد آن نیز در مقایسه با سیستم کلاسیک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. شکل ۲ رشد این گیاه ۶ ماه پس از کشت را نشان می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (cm ۸۰/۶)، طول ریشه (۴۲/۲cm)، تعداد برگ (۲۰/۸)، وزن تر اندام هوایی (۴۵/۲g)، وزن خشک اندام هوایی (۱۱/۶ g)، وزن خشک ریشه (۳/۰۲g)، وزن تر ریشه (۱۴/۴ g) و حجم ریشه ($12/1\ cm^3$) در سیستم هواکشت به دست آمد.

آزمایش دوم: بررسی اثر غلظت تنظیم‌کننده رشد NAA روی صفات موفولوژیک و عملکردی گیاه کاسنی در سیستم هواکشت

در این آزمایش اثر تنظیم‌کننده رشد NAA بر همه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود که در زیر به شرح نتایج پرداخته خواهد شد.

تعداد برگ

با توجه به نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد برگ (۵۹) در ۰/۵NAA میلی‌گرم در لیتر به دست آمد و کمترین تعداد برگ (۲۰) نیز متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۳).

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از اثر غلظت‌های مختلف NAA بر ارتفاع گیاه نشان داد که طول این گیاه با تیمار تنظیم‌کننده رشدی نسبت به شاهد افزایش چشمگیری داشته است و بیشترین ارتفاع (cm ۱۵۲/۴) مربوط به ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA می‌باشد و کمترین ارتفاع (۸۰/۶ cm) نیز مربوط به شاهد بود (جدول ۳).

طول ریشه

غلظت‌های مختلف تیمار NAA طول ریشه کاسنی را به‌طور قابل توجهی افزایش دادند. به‌طوری‌که بیشترین طول ریشه در هر گیاه (۷۶cm) در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA حاصل شد و کمترین طول ریشه در هر گیاه (۴۲cm) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳).

حجم ریشه

بیشترین حجم ریشه ($17/9\ cm^3$) مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA بود و کمترین حجم ریشه ($12/1\ cm^3$) نیز در گیاهان شاهد دیده شد (جدول ۳).

وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی

تیمارهایی که در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند، اختلاف معنی‌داری ندارند. بیشترین وزن تر ریشه مربوط به ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA است. در مورد وزن خشک ریشه و وزن تر و خشک اندام هوایی هم این امر صدق می‌کند.

بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که سیستم هواکشت به‌طور معنی‌داری عملکرد کاسنی را در مقایسه با کشت خاکی افزایش داده است که این نتایج در تطابق با نتایج گزارش‌های قبلی در سایر گیاهان است. در تحقیقی روی گیاه گزنه، میزان رشد اندام هوایی ۷۲٪ و ریشه ۱۴۰٪ در سیستم هواکشت در مقایسه با تولید آن در کشت خاکی افزایش یافت (Pagilarulo *et al*., 2005). در مطالعه‌ای که در گیاه سنبل‌الطیب انجام شده است، رشد این گیاه به‌طور معنی‌داری در سیستم‌های بدون خاک در مقایسه با تولید آن در خاک بهتر بوده است (Tabatabaei, 2008). همچنین طی آزمایش دیگری افزایش عملکرد گیاهان خیار، گوجه‌فرنگی، اسفناج، کلم قرمز و فلفل در سیستم هواکشت در مقایسه با تولید آن در خاک به اثبات رسیده است (Chandra *et al*., 2014). در

www.jcpb.kau.ac.ir

تحقیقی با استفاده از کشت بدون خاک در گیاه داتوره در طی ۲۷ روز مقدار ۱۸۰ میلی‌گرم ترکیبات دارویی آلکالوئیدی به‌دست‌آمده است، علاوه بر این در کشت گیاه سرخدار با همین روش و از طریق افزودن ماده توئین ۲۰ به محلول غذایی به مدت ۲۴ ساعت ماده دارویی Paclitaxel حاصل از ریشه حدود ۱۰ برابر افزایش یافته است (Gontier *et al*., 2002). در این پژوهش نیز گیاه کاسنی در سیستم هواکشت به‌خوبی رشد داشته و اجزا عملکرد آن نیز مناسب بود.

تولید گیاهان دارویی در سیستم هواکشت دارای مزایای متعدی هستند که اهم آن‌ها عبارتند از: صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مقادیر آب و محلول غذایی، رشد زیاد ریشه‌ها به دلیل دسترسی بهتر به اکسیژن و افزایش سطح جذب محلول غذایی، افزایش تعداد دوره کشت به دلیل افزایش سرعت رشد و بلوغ، امکان کنترل دمای محیط ریشه، عدم وجود علف هرز و در نتیجه رشد بهینه گیاه که متعاقباً باعث کاهش مصرف علف‌کش‌ها می‌شود. همچنین امکان دسترسی بهتر گیاه به دی‌اکسیدکربن به میزان مناسب جهت فرآیند فتوسنتز و نیز تولید ریشه‌های پاک و عاری از عوامل بیماری‌زای خاکی.

با توجه به مسئله کمبود آب و لزوم بهره‌مندی بیشتر از آب، ضرورت دارد که از این سیستم برای گیاهانی که از نظر اقتصادی باارزش هستند مانند تولید ریز غده‌های عاری از ویروس سیب‌زمینی، گیاهان دارویی، زعفران و...، استفاده کرد.

همچنین به‌طورکلی نتایج این آزمایش اثر مثبت تنظیم‌کننده رشد NAA بر صفات موردمطالعه نشان داد. اثر مثبت کاربرد تنظیم‌کننده رشد NAA بر عملکرد و اجزای آن در برخی تحقیقات گزارش شده است. در نتایج تحقیقی روی گیاه *Zizyphus mauritiana* Lamk نشان داد که کاربرد تنظیم‌کننده رشد NAA عملکرد و کیفیت را افزایش داده است (Majumder *et al*., 2017). در انگور نیز محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده رشد NAA باعث افزایش عملکرد و بهبود برخی صفات کیفی شده است (Rizk-Alla *et al*., 2011).

با توجه به نتایج این آزمایش که نشان داد از این سیستم به‌خوبی می‌توان جهت مطالعه اثر تنظیم‌کننده‌های رشدی استفاده کرد، در نتیجه از روش هواکشت می‌توان جهت مطالعات مربوط به تغذیه معدنی، مطالعه راندمان مصرف آب، مطالعه نیتریفیکاسیون، مطالعات بیماری‌های گیاهی، بررسی مواد مترشحه از ریشه گیاهان، بررسی اثر درجه حرارت، انتخاب ریشه‌های جهش‌یافته، کشت بافت و اندام گیاهان و مطالعه اثرات جاذبه در رشد گیاهان استفاده کرد. با توجه به مزایای این روش کشت، امروزه در بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی، تحقیقات زیادی در زمینه کاربرد کشت بدون خاک جهت تولید بعضی از گیاهان زراعی و دارویی با ارزش اقتصادی بالا در حال انجام است. پژوهش حاضر برای اولین مرتبه تولید گیاه کاسنی در سیستم و نیز اثر غلظت NAA روی عملکرد آن را بررسی کرده است. با توجه به نتایج حاصله و نیز مزایای متعدد این سیستم، به‌خوبی می‌توان از آن در مطالعات بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد روی رشد و نمو ریشه استفاده کرد (شکل ۳) به دلیل اینکه به‌راحتی می‌توان تمام مراحل رشد و نمو ریشه‌ها و تأثیر مستقیم تنظیم‌کننده‌ها روی آن‌ها را در یک محیط کنترل شده رصد نمود.

شکل ۲- اندام هوایی (الف) و ریشه (ب) گیاه کاسنی در سیستم هواکشت

Figure 2- shoots (a) and (root) of chicory in aeroponic system

شکل ۳- مقایسه اثر ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA با شاهد در گیاه کاسنی در سیستم هواکشت

Figure 3- Effect of 0.5 mg l^{-1} NAA in contrast with control in Chicory in aeroponic system

جدول ٢- نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی گیاه کاسنی در سیستم هواکشت و کشت خاکی

Table 2- Results of variance for vegetative traits of chicory in aeroponic and soil culture

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S)							
		تعداد برگ	ارتفاع کل گیاه	طول ریشه	حجم ریشه	وزن تر ریشه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی
S.O.V	d.f	leaf number	plant height	root length	root volume	root fresh weight	shoot fresh weight	root dry weight	shoot dry weight
سیستم تولید	1	152.1**	739.6**	240.1**	20.44**	33.86**	101.76**	3.02**	13.92**
خطا	8	6.35	7.55	11.5	0.324	0.388	1.46	0.065	0.214

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار

.*, ** and ns: Significant at 5 percent, 1 percent and non- significant respectively

جدول ٣- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف NAA (میلی گرم در لیتر) بر برخی صفات رویشی گیاه کاسنی در سیستم هواکشت

Table 3- Mean comparison for the effects of different concentrations of NAA (mg l^{-1}) on some vegetative traits of chicory in aeroponic system

تیمار	ارتفاع کل (cm)	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cm^3)	تعداد برگ	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)
Treatment	plant height (cm)	root length (cm)	root volume (cm^3)	leaf number	root fresh weight (g)	root dry weight (g)	shoot fresh weight (g)	shoot dry weight (g)
0	80.6 ± 1.3 d	42 ± 1.78 d	12.1 ± 0.67 d	20 ± 1.02 d	14.4 ± 1.2 c	3.1 ± 0.34 b	45.2 ± 0.88 c	11.6 ± 0.34 c
0.1	116.4 ± 2.3 c	53 ± 3.1 c	14.5 ± 0.44 c	29.5 ± 1.47 c	15.8 ± 0.55 b	3.9 ± ۰0.71 b	48.6 ± 2.8 b	12.9 ±0.74 b
0.3	133.8 ± 2.7 b	72 ± 2.52 b	16.7 ± 0.38 b	34.2 ± 1.24 b	17.5 ± 0.27 a	5.5 ± 0.35 a	50.8 ± 1.99 a	14.2 ± 0.33 a
0.5	152.4 ± 2.2 a	76 ± 2.3 a	17.9 ± 0.55 a	59.2 ± 0.86 a	18.4 ± 1.17 a	6.1 ± 0.54 a	51.2 ± 1.14 a	15.3 ± 0.23 a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ %با هم ندارند.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at 0.05 level of probability

www.iaph.kau.ac.ir

References

فهرست منابع

آزادبخت، م. ۱۳۹۲. گیاه‌شناسی دارویی. انتشارات ارجمند. ۲۹۶ ص.

زرگری، ع. ۱۳۷٦. گیاهان دارویی (۱). انتشارات دانشگاه تهـران – چاپ هفتم: ۶۴۷-۶۵۵.

یزدانی د.، س. شهبازی و ح. سیفی. ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۱۷۸ ص.

Belarmino, M., M. Abe and T. Sasahara. 1994. Plants regeneration from stem and petiol protoplasts of sweet potato (*Ipomoea batatas*) and its wild relative, I. lacunose. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 37: 145-150.

Chandra, S., Sh. Khan., B. Avula., H. Lata., M.H. Yang. M. A. Elsohly and I.A. Khan. 2014. Assessment of total phenolic and flavonoid content, antioxidant properties, and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops: A comparative study. Hindawi Publishing Corporation. Evid. Based Compl. Altern. Med. 1-9

Dorais, M., A. P. Papadopoulos., S. Leonhart., A. Gosselin and L. Gaudrean. 2001. Greenhouse production of medicinal plant in northeastern Canada. Acta Hort. 554: 297-303.

Gontier, E., A. Cle´ment., T. L. M. Tran., A, Gravot., K. Lie`vre., A. Guckert and F. Bourgaud 2002. Hydroponic combined with natural or forced root permeabilization: a promising technique for plant secondary metabolite production. Plant Science. 163. 723-732.

Hayden, A. L., L. A. Brigham and G. A. Giacomelli. 2004. Aeroponic cultivation of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes. Acta Hort. 659:397–402.

Hayden, A. 2006. Aeroponic and hydroponic system for medicinal herb, rhizome and root crope. Hort science. 41 (3).536-538.

Krikorian, A. D. 1995. Hormones in tissue culture and micropropagation. In Davies, P.J. (ed.). Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer, Dordrecht. pp. 774-796.

Majumder, I., S. Sayan., B. Ghosh., S. Kundu., D. Roy and S. Sarkar. 2017. Response of growth regulators and micronutrients on yield and physico-chemical quality of Ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk) cv. BAU Kul-1. Journal of Applied and Natural Science 9 (4): 2404 – 2409.

Pagilarulo, C. L., A. L. Hayden and G. A. Giacomelli. 2005. Potential for greenhouse aeroponic cultivation of *Urtica Dioica*. Acta Hort. 659:61–69.

Rizk-Alla, M. S., M. A. Abd El-Wahab and O. M. Fekry. 2011. Application of GA_3 and NAA as a means for improving yield, fruit quality and storability of Black Monukka Grape Cv. Nature and Science. 19 (1):1-19.

SPSS Inc. 2004. SPSS 14. SPSS User's guide. SPSS Inc, Chicago, IL. USA.

Stoner, R. J. 1983. Aeroponic versus bed and hydroponic propagation.Florists. 173 (4477).

Tabatabaei, S. J. 2008. Effects of cultivation systems on the growth, and essential oil content and composition of valerian. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants. 14(1-2): 54-67.

www.lrdc.kiau.ac.ir

Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding Islamic Azad University, Karaj Branch

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 14. No. 1, 2018

Comparison of chicory production in aeroponic and soil culture and evaluation of NAA on morphological traits in aeroponic system

Z. Movahedi[1], A. Moeini*[2]

Received date: 27 October 2017 Accepted date: 31 December 2017

Abstract

In this study aeroponic system was designed and constructed and then the morphological traits of chicory in this system were compared with the plants cultivated in soil. Also in another experiment the effects of different NAA concentration (0, 0.1, 0.3, and 0.5 mgl^{-1}) on some morphological traits of chicory in aeroponic system was investigated. The results indicated that the effects of production system were significant on plant height, root length, number of leaves, volume of the root and dry weights of the shoot and root. Also result showed that 0.5 mg/l of NAA hormone has produced the highest of leaf number (59), root length (76 cm) and volume (17.9 cm), plant height (152.4 cm), dry weight of root (6.1 g) and shoot (15.3 g) and fresh weight of root (18.1 g) and shoot (51.3 g)**.**

Keywords: Chicory, Aeroponic system, NAA, Morphologic traits.

1- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran
2- Associate Prof., Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University,Tehran, Iran
* Corresponding author: moieni_a@modares.ac.ir