



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

تولید مینی تیوبر سیب زمینی با استفاده از باکتری‌های محرك رشد ریشه در سیستم هواکشت



نگارش

دکتر داود حسن پناه

نشریه ترویجی، شماره ۸۴، سال ۱۳۹۴

بسم الله الرحمن الرحيم

نشریه ترویجی

تولید مینی تیوبر سیب زمینی با استفاده از باکتری‌های محرک رشد
ریشه در سیستم هواکشت

نگارش

دکتر داود حسن پناه

عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع
طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

سال انتشار

۱۳۹۴

نشریه ترویجی، شماره ۸۴، سال ۱۳۹۴

این نشریه در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۲۴ با شماره ۴۸۳۳+ در مرکز اطلاعات و
مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

عنوان پروژه منتج به این نشریه ترویجی	
۴-۳۷-۰۳-۹۳۱۲۵	بررسی تاثیر سن گیاهچه و کودهای مختلف بیولوژیک در تولید مینی تیوبر ارقام سیب زمینی در سیستم هواکشت



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

عنوان نشریه: تولید مینی تیوبر سیب زمینی با استفاده از باکتری‌های محرک رشد ریشه در

سیستم هواکشت

نگارش: دکتر داود حسن پناه

ویرایش علمی: دکتر محمدباقر خورشیدی

ویرایش فنی: مهندس علیرضا خواجهی

ویرایش ترویجی: مهندس فرهاد زندی

ناشر: سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل - مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

شمارگان: ۵۰۰ جلد

نوبت و سال انتشار: اول / ۱۳۹۴

شماره نشریه ترویجی: ۸۴

قیمت: رایگان (مخصوص محققان، کارشناسان، مروجان و بهره‌برداران زراعت سیب زمینی)

نشانی: اردبیل - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل،

تلفن: ۳۲۷۵۱۵۷۹ (۰۴۵)

اردبیل - شهرک اداری بعثت، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل،

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، تلفن: ۳۳۷۴۳۵۰۰ (۰۴۵)

مخاطبان نشریه:

اعضای هیات علمی، محققان، کارشناسان، مروجان، کشاورزان پیشرو و تولیدکنندگان مینی تیوبر سیبزمینی کشور

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- استفاده از باکتری‌های محرک رشد ریشه برای تولید مینی تیوبر سیبزمینی در سیستم هواکشت

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه

۶	مقدمه
۷	مینی تیوبر سیبازمینی
۸	باکتری‌های محرک رشد
۱۱	روش اجرا
۱۴	نتایج
۱۷	توصیه‌های فنی و ترویجی
۱۹	منابع مورد استفاده

مقدمه

سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی، سوّمین محصول پس از گندم و برنج در کشور ما به شمار می‌رود. با توجه به این که بیماری‌های ویروسی، سهم به‌سزایی در کاهش عملکرد و کیفیت بسیاری از محصولات کشاورزی به‌ویژه محصول سیب‌زمینی‌دارند، اهمیت تولید مینی‌تیوبرهای عاری از ویروس و تکثیر آن در سطح وسیع، کاملاً روشن است.

تکنیک هواکشت^۱، در واقع یک تکنولوژی برای تولید بیشتر فرآورده‌های گیاهی و افزایش سرعت رشد گیاه می‌باشد. این روش، مطمئن‌ترین راه برای افزایش بازدهی در تولید محصولات کشاورزی بوده و گیاه بدون نیاز به خاک، به سرعت رشد می‌کند. در این روش، ریشه‌ها در هوا معلق بوده و محلول غذایی به صورت کوچک‌ترین ذرات قابل جذب، توسط ریشه در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. این تکنیک، اکسیژن و آب را که اغلب به‌عنوان فاکتورهای محدود‌کننده رشد در سیستم‌های رشد خاکی و هیدروپونیک محسوب می‌شوند به‌وفور در اختیار گیاه قرار می‌دهد. در این سیستم، مواد مغذی و آب به صورت ذرات ریز‌پودر مانند توسط یک پمپ مخصوص، به ریشه گیاهان پاشیده شده و منجر به حرکت سریع آب و ارسال مقادیر بیشتری اکسیژن به گیاه می‌گردد. حضور بیشتر اکسیژن، رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها را کند می‌کند. در این روش، ریشه گیاه به صورت مستمر در معرض تماس با محلول غذایی می‌باشد. سیستم هواکشت شامل مزایای متعددی از قبیل صرفه‌جویی در آب،

^۱ . Aeroponics

محللول غذایی و انرژی، رشد زیاد ریشه به دلیل دسترسی ریشه‌ها به اکسیژن زیاد و افزایش سطح جذب مواد غذایی، امکان کنترل حرارت محیط گلخانه از طریق کنترل دمای محیط ریشه، امکان فراهم کردن یک محیط ضدپاتوژن و علف‌هرز جهت رشد بهینه گیاه و در نتیجه کاهش مصرف آفت‌کش و علف‌کش و نیز امکان دسترسی آسان گیاه به گاز دی‌اکسیدکربن برای انجام فرآیند فتوسنتز می‌باشد. این سیستم، برای تولید گونه‌هایی مثل کاهو، گوجه، خیار، گل‌داوودی، فرفیون مکزیکی، اقاچیا و سیب‌زمینی، با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است.

مینی تیوبر سیب‌زمینی

مینی تیوبرها، غده‌های بذری کوچکی هستند که از گیاهچه‌های تکثیر یافته در شرایط درون‌شیشه‌ای در محیط گلخانه تولید می‌گردند. با استفاده از روش‌هایی مانند تکرار یک یا چند برداشت طی فصل تولید، کاشت متراکم در بستر گلخانه‌ای، برداشت چندمرحله‌ای در شرایط گلخانه‌ای، هیدروپونیک و هواکشت می‌توان تعداد مینی تیوبرهای تولیدی در هر بوته را افزایش داد. این تکنولوژی به دلیل دسترسی آسان به ریشه، کشور را قادر می‌سازد تا بذر مورد نیاز خود را در مقادیر زیاد، قیمت مناسب و سلامت بالا تولید نماید. با احتساب مقدار ۴ تن بذر مصرفی در هر هکتار، نیاز سالانه برای کشت بذور گواهی شده در مساحت ۱۵۹ هزار هکتار سیب‌زمینی کشور، بیش از ۶۰۰ هزار

تن برآورد می‌شود. لذا این تکنولوژی می‌تواند نقش به‌سزایی در تأمین پایدار و سالانه‌ی این حجم از بذور در نتیجه تأمین امنیت غذایی کشور ایفا نماید.

باکتری‌های محرک رشد

ریزوسفر مکانی است که اثرات متقابل بین خاک، گیاهان و ریزوموجودات در آن به وقوع می‌پیوندد. باکتری‌های منطقه ریزوسفر را ریزوباکتری‌ها می‌نامند.

باکتری‌ها می‌توانند بر رشد گیاه اثرات مثبت یا منفی داشته باشند. انواع باکتری که بر روی رشد و عملکرد گیاه اثرات منفی دارند، به عنوان باکتری-های زیان‌آور^۱ معرفی شده‌اند. بسیاری از این باکتری‌ها متعلق به جنس‌های *دسولفوویبریو*، *آگروباکتریوم*، *اروینیا*، *سودوموناس*، *انتروباکتر* و *کروموباکتر* هستند. اثرات زیان‌بار این گروه از باکتری‌ها در نتیجه تجمع متابولیت‌هایی از جمله اسیدهای آلیفاتیک، اسیدهای فنولیک، اسیدهای سولفوریک و نیز عمدتاً هیدروسیانیک اسید می‌باشد.

انواع باکتری‌هایی که بر روی رشد گیاه و عملکرد محصولات زراعی اثرات مثبت دارند، باکتری‌های محرک رشد گیاه^۲ نامیده می‌شود. این باکتری‌ها قادرند تا از طریق مکانیسم‌های مختلف اثرات مختلفی را بر گیاه اعمال نمایند. در میان باکتری‌های یاد شده، برخی به‌طور مستقیم موجب

¹. Deleterious Rhizobacteria (DRB)

². Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)

تحریک رشد گیاه می‌شوند. آنها این عمل را از طریق تولید و ترشح تنظیم کننده‌های رشد مثل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها و یا از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله فسفر و یا نیتروژن انجام می‌دهند. بیشتر مطالعات مربوط به باکتری‌های محرک رشد گیاه، بر روی محصولاتی نظیر سیب‌زمینی، تربچه، چغندر قند، غلات و لگوم انجام گرفته است. انواع باکتری‌های محرک رشد گیاه شامل باکتری‌های متعلق به جنس - های ازوتوباکتر، آزوسپیریلوم، باسیلوس، سودوموناس، آرتروباکتر و انتروباکتر می‌باشند.

کودهای زیستی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگهداشتن نظام‌های حیاتی خاک مطرح می‌شوند. از مهم‌ترین دلایل ضرورت استفاده از کودهای زیستی می‌توان به مواردی چون تأمین مناسب عناصر غذایی از طریق تغذیه گیاهان و ایجاد تعادل در عرضه این عناصر، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت محیط زیست و جلوگیری از آلودگی منابع طبیعی و در مجموع، حفاظت و حمایت از آب و خاک به عنوان سرمایه و منابع ملی و نیز منابع انرژی غیرقابل تجدید اشاره نمود. کودهای زیستی شامل تعداد کافی از یک یا چند باکتری با جنس سودوموناس، ازوتوباکتر و آزوسپیریلوم هستند.

بايوفارم دارای باکتری‌های مولد هورمون‌های محرک رشد گیاه و اصلاح کننده ساختمان خاک بوده و در عین حال نقش مهمی در کاهش استفاده از کودهای شیمیایی ایفا می‌کند. این کود باعث جذب بهینه کودهای شیمیایی،

تبدیل عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم از فرم غیرقابل جذب به فرم قابل جذب توسط گیاه، تقویت و گسترش سیستم ریشه و تارهای کشنده و افزایش قدرت جذب عناصر از جمله عناصر ریزمغذی نظیر آهن و روی می‌شود. باکتری‌های موجود در بایوفارم با تولید متابولیت‌های مختلف سبب افزایش تحمل گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا مانند پوسیدگی ریشه، بوته‌میری و نیز عوامل تنش‌زای محیطی مثل خشکی و شوری می‌گردند. همچنین از طریق تقویت بنیه گیاهچه، موجب افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن خشک اندام‌های - هوایی و ریشه گیاه و در نهایت افزایش تولید و عملکرد در واحد سطح می‌گردد.

ازوتوباکتر، نیتروژن هوا را تثبیت نموده و آن را در اختیار سیستم ریشه گیاه قرار می‌دهد. بنابراین باعث متعادل شدن جذب مواد اساسی مورد نیاز توسط گیاه می‌گردد. همچنین این مواد ضمن ترشح هورمون اکسین، موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاه شده و عملکرد محصول در واحد سطح را نیز افزایش می‌دهد.

نیتروکسین حاوی موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (آزوتوباکتر و آزوسپیریلوم) می‌باشد. باکتری‌های موجود در نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی-بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژن و سیدروفور موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت-

های هوایی گیاهان می‌شوند و با حفاظت ریشه گیاهان در مقابل عوامل بیماری‌زای خاکزی، افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آنها را سبب می‌گردند. اکسین تولید شده توسط باکتری‌ها و در پی آن، تحریک توسعه سلولی، باعث افزایش رشد گیاه، ریشه‌زایی و افزایش غده‌زایی می‌شود. کاربرد کودهای بیولوژیک، به ویژه آزوسپیریلوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه ماده خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع بوته، اندازه برگ و طول ریشه شود. باکتری‌های محرک رشد، موجب افزایش عملکرد غده، تعداد و وزن غده در بوته و مقدار ماده خشک غده سیب‌زمینی می‌گردند.

روش اجرا

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر ترکیب باکتری‌های محرک رشد ریشه (اینتروباکترکولاسه، آزوسپیریلوم و سودوموناس) بر روی تعداد، وزن و کیفیت مینی تیوبر سیب‌زمینی سه رقم تجاری آگریا، کایزر و بانبا در گلخانه سیستم هواکشت ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. ریشه‌های گیاهچه ارقام سیب‌زمینی را با محلول آماده شده از ترکیب باکتری‌های محرک رشد ریشه، آغشته نموده و سپس به جعبه کشت منتقل گردیدند.

طوقه گیاه به وسیله پنبه سیاه رنگ پوشیده شده و داخل منفذ موجود در جعبه قرار داده شدند. بعد به وسیله یک جفت پنس، پنبه را گرفته و گیاهچه همراه با پنبه را داخل منفذ جعبه به حدی که ریشه‌ها در معرض پاشش محلول غذایی باشند، قرار داده شدند. زمانی که عملیات کاشت گیاهچه‌ها به پایان رسید منافذ عبور نور به جعبه و همچنین میزان دسترسی ریشه‌ها به محلول غذایی کنترل گردید. مه‌پاش‌های تعبیه شده در داخل جعبه کاشت، به راحتی تا شعاع ۵۰ سانتی‌متر را پوشش می‌دهند. برای پایین نگهداشتن دما و جلوگیری از حرارت خورشیدی در گلخانه، از سایبان استفاده شد. دمای محلول غذایی، کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. تایمرهای طراحی شده در این آزمایش، در هر ۱۵ دقیقه، ۵ ثانیه فعال می‌شدند. در هر جعبه کاشت، از دو شیر گازی بیرونی استفاده شد. یکی از آنها، مسیر ورود محلول غذایی به جعبه‌ها را می‌بست و دیگری در زمان تعویض محلول غذایی، باز می‌شد. در

هر مخزن مواد غذایی نیز دو شیر تعبیه شد. یکی از آنها، محلول غذایی را به جعبه‌ها هدایت می‌کرد و دیگری محلول غذایی مازاد در جعبه کشت را به مخزن برمی‌گرداند. برای برگشت مازاد محلول غذایی به مخزن، در پایین‌ترین قسمت انتهای هر جعبه، لوله زه‌کش قرار داده شد. یک صافی ثابت، در محل ورود انتهای لوله زه‌کش به مخزن تعبیه شد تا قطعات ریشه یا سایر مواد جامد دیگر جمع‌آوری شوند. برای پیش‌گیری از بروز مشکلات احتمالی مربوط به پمپ یا مخزن، یک مخزن و یک پمپ اضافه در نظر گرفته شده بود. محلول غذایی در این آزمایش طبق جدول ۱ تهیه شد. تمامی مواد به غیر از سوپرفسفات کلسیم به راحتی در آب حل می‌شوند. مواد جداگانه در مقدار کمی آب کاملاً حل و قبل از اضافه شدن به مخزن از صافی عبور داده شد تا ناخالصی‌ها حذف شوند. برای حل کردن سوپرفسفات کلسیم، گرانول‌های آن داخل یک توری قرار داده شده و توری به وسیله دست در یک ظرف آب، مالش داده شد و دانه‌های سوپرفسفات کلسیم به طور کامل حل شدند. پس از ته‌نشین شدن ناخالصی‌ها، محلول شفاف رویی به مخزن منتقل گردید. برای هفته اول ۵۰ لیتر از هر تیمار محلول تهیه و به حجم ۱۰۰ لیتر رسانده شد (۵۰ درصد). بعد از هفته دوم، محلول غذایی به صورت کامل در حجم نهایی ۱۰۰ لیتر تهیه گردید. محلول غذایی در هر ماه تعویض شد. در ابتدا گیاهان قادرند به مدت ۲ تا ۳ هفته سرپا باقی بمانند. بعد از این مدت آنها رشد سریع داشته و به قییم نیاز خواهند داشت. بعد از گذشت ۱۵ روز،

قیم‌زنی بوته‌ها انجام شد. بعد از یک ماه، برگ‌های پایینی به وسیله یک تیغ تیز و با رعایت اصول بهداشتی حذف شدند.

جدول ۱- محلول غذایی مورد استفاده

K ₂ SO ₄	KH ₂ PO ₄	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	ماده
0.140 g L ⁻¹	0.135 g L ⁻¹	0.446 g L ⁻¹	0.890 g L ⁻¹	مقدار
MnSO ₄ ·H ₂ O	FeEDTA	H ₂ SO ₄	MgSO ₄ ·7H ₂ O	ماده
2.0 mg L ⁻¹	0.035 g L ⁻¹	0.034 g L ⁻¹	0.472 g L ⁻¹	مقدار
CuSO ₄ ·5H ₂ O	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	H ₃ BO ₃	ماده
0.1 mg L	0.1 mg L	0.5 mg L ⁻¹	3.0 mg L ⁻¹	مقدار

pH = 6.0

ریشه‌ها تا زمان برداشت نهایی مرتباً در معرض پاشش محلول غذایی قرار گرفتند. برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به ریشه‌ها، ابتدا درب بیرونی باز و سپس پرده داخلی با احتیاط برداشته شد. در این مدت تایمرها برای مدت نیم ساعت غیرفعال بودند. در طی دوره رشد، ۴ بار از قارچ‌کش کلرور مس به میزان ۳ درهزار، ۱ بار از سم کلروتالونیل به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار و ۱ بار از سم آوانت به میزان ۳ درهزار استفاده گردید. pH آب تصفیه شده برابر ۷ و EC آن، ۱/۱۷ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بود. برداشت مینی-تیوبرها به طور میانگین هر ۵ روز یک بار صورت گرفت. در طول دوره رشد ۹ بار برداشت و در مدت ۱۱۰ روز به اتمام رسید. بعد از هر برداشت، مینی-تیوبرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱ درصد و به دنبال آن یک یا دو بار با آب مقطر شسته شدند. این امر به خاطر جلوگیری از آلودگی باکتریایی انجام گردید.

نتایج

در طول ۱۱۰ روز، تعداد ۲۹۹۵ مینی تیوبر در هر مترمربع از رقم بانبا از ترکیب باکتری‌های محرک رشد ریشه (اینتروباکترکولاسه، آزوسپیریلوم و سودوموناس) تولید شد. در صورتی که در شرایط معمولی (بستر خاکی) حدود ۲۰۰ مینی تیوبر از هر مترمربع برداشت می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش، در صورت استقبال زارعین از کشت رقم بانبا و به دلیل وجود پتانسیل تولید این رقم در شرایط هواکشت (۲۹۹۵ مینی تیوبر در مترمربع)، با احتساب قیمت ۵۰۰۰ ریال به ازای هر عدد مینی تیوبر، مبلغ ۱۴۹۷۵ هزار ریال سود در هر مترمربع، بیش از روش کاشت معمولی (بستر خاکی) عاید تولیدکنندگان مینی تیوبر می‌شود.

در سیستم هواکشت، به دلیل دسترسی راحت به ریشه‌ها، متوسط وزن مینی تیوبر ۷/۴۷ گرم بود. بنابراین، با انتخاب زمان برداشت مناسب، بهترین اندازه بذری را می‌توان برداشت نمود.

در سیستم هواکشت، در اولین مرحله برداشت تعداد مینی تیوبر کمتر و وزن آن بیشتر و در آخرین برداشت تعداد مینی تیوبر بیشتر و وزن کمتر بود. در این سیستم، برداشت مینی تیوبرها باعث افزایش تشکیل استولون‌های جدید و مینی تیوبرها در گیاه شدند.

به هر صورت، به دلیل تولید و برداشت چند مرحله‌ای مینی تیوبر از طریق سیستم هواکشت، قادر به افزایش وزن و تعداد مینی تیوبر در هر مترمربع خواهیم بود. برداشت چندمرحله‌ای در هر دو سیستم معمولی (بستر خاکی) و

هواکشت باعث افزایش تعداد و وزن مینی تیوبر در مترمربع می‌شود. با این تفاوت که در سیستم هواکشت، از آسیب به ریشه به دلیل عدم برداشت و کاشت مجدد بوته‌ها، جلوگیری می‌شود. در سیستم هواکشت دسترسی به ریشه امکان‌پذیر است و ریشه‌ها در هوا و بدون فشار مکانیکی رشد می‌کنند و آسیب به ریشه‌ها در حداقل بوده و تهویه آنها به خوبی انجام و باعث افزایش تعداد مینی تیوبر در هر مترمربع می‌شود.

توصیه‌های فنی و ترویجی

- استفاده از ترکیب باکتری‌های محرک رشد ریشه (اینتروباکترکولاسه، آزوسپیریلوم و سودوموناس).
- کاشت گیاهچه‌های ۴۰ روزه رقم بانبا.
- استفاده از سایبان برای پایین نگهداشتن دما و جلوگیری از حرارت خورشیدی در گلخانه.
- پایین نگهداشتن دمای محلول غذایی (کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد).
- فعال کردن تایمرها در هر ۱۵ دقیقه، به مدت ۵ ثانیه.
- برای هفته اول ۵۰ لیتر محلول غذایی تهیه و به حجم ۱۰۰ لیتر رسانیده (۵۰ درصد) و بعد از هفته دوم، محلول غذایی به صورت کامل در حجم نهایی ۱۰۰ لیتر تهیه گردد.
- محلول غذایی در هر ماه تعویض شود.
- قیم‌زنی بوته‌ها بعد از گذشت ۱۵ روز از کشت گیاهچه‌ها در جعبه کاشت، صورت گیرد.
- حذف برگ‌های پایینی به وسیله یک تیغ تیز و با رعایت اصول بهداشتی.
- pH آب تصفیه شده برابر ۷ باشد.
- EC آب برابر ۱/۱۷ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر باشد.

- برای جلوگیری از آلودگی باکتریایی، مینی تیوبرها بعد از هر برداشت، با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱ درصد و سپس به تعداد یک یا دو بار با آب مقطر شسته شوند.

تشکر و قدردانی

از همکاری‌های صمیمانه جناب آقای دکتر احمد اصغرزاده (عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب) در تهیه باکتری‌های محرک رشد ریشه، مهندس ودود ساعدنیا (محقق ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل) در تهیه محلول غذایی گیاهچه‌ها و خانم مهندس لعیما موسوی (محقق ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل) و مهندس علی نصیری (دانشجوی دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز) در مراحل اجرای این پروژه، به طور ویژه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

۱. بهبود، م.، ا. گلچین و ح. بشارتی. ۱۳۹۱. تأثیر فسفر و باکتری‌های محرک رشد سودوموناس فلورسنس بر عملکرد و کیفیت گیاه سیب‌زمینی رقم آگریا، آب و خاک. ۲۱(۲ و ۴): ۳۳۶-۳۲۷.
۲. بی‌نام. ۱۳۹۲. بایوفارم کود بیولوژیک تقویت کننده رشد گیاه. <http://royan-sabz.blogspot.com>
۳. بی‌نام. ۱۳۹۲. کود بیولوژیک ازتوباکتر (پودر) و نیتروکسین (ازتوباکتر مایع). <http://mabco.asia/index.php/fa>
۴. بی‌نام. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۵۶ ص.
۵. حسن‌پناه، د. ۱۳۹۰. بررسی امکان تولید مینی‌تیوبر در سیستم کشت آئروپونیک (هواکشت) و مقایسه آن با سیستم کشت معمولی. مجله دانش نوین کشاورزی. ۱۰-۱۱(۲): ۷.
۶. حسن‌پناه، د. ۱۳۹۱. دستورالعمل تولید سیب‌زمینی بذری با کیفیت از طریق هواکشت (ترجمه). انتشارات محقق اردبیلی. ۸۰ صفحه.
۷. حسن‌پناه، د. ۱۳۹۳. تأثیر انواع محلول‌های غذایی در تولید مینی‌تیوبر کلون‌های امیدبخش سیب‌زمینی در سیستم هواکشت. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
۸. خاوازی، ک. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۱. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات آموزش کشاورزی، کرج. ۶۱۰ ص.
۹. نایب‌زاده، م. ۱۳۹۲. معرفی سیستم آئروپونیک. بخش دانش و زندگی تبیان.
۱۰. هاشمی مجد، ک. ۱۳۸۱. مدیریت کشت بدون خاک (ترجمه). باغ اندیشه. ۲۹۸ صفحه.

11. Farran, I. and A.M. Mingo-Castel. 2006. Potato mini-tuber production using aeroponics: Effect of plant

- density and harvesting intervals. *Amer. J. Potato Res.* 83(1): 47-53.
12. Farzana. Y. and O. Radizah. 2005. Influence of Rhizobacterial inoculation on growth of the sweet potato cultivar. *J. Biol. Sci.* 1(3): 176-179.
 13. Hassanpanah, D. and J. Azimi 2011. Mini-tuber production potential of potato cultivars in repeated and conventional harvesting under *in vivo* condition. *J. Food Agric. Environ.* 9(1): 398-403.
 14. Lommen, W.J.M. and P.C. Struik. 1992. Production of potato mini-tubers by repeated harvesting: Effects of crop husbandry on yield parameters. *Potato Res.* 35: 419-432.
 15. Molitor, H.D., M. Fischer and A.P. Popadopoulos. 1999. Effect of several parameters on the growth of chrysanthemum stock plants in aeroponics. *Acta Horti.* 481(1): 179-186.
 16. Ritter, E., B. Angulo, P. Riga, C. Herran, J. Relloso and M. Sanjose. 2001. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato mini-tubers. *Potato Res.* 44: 127-135.
 17. Rodriguez, H. and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotech.* 17: 319-339.
 18. Rolot, J.L. and H. Seutin. 1999. Soilless production of potato mini-tubers using hydroponic technique. *Potato Res.* 42: 457-469.
 19. Zhang, N., X. He, J. Zhang, W. Raza, X.M. Yang, Y.Z. Ruan, Q.R. Shen and Q.W. Huang. 2014. Suppression of Fusarium wilt of banana with application of bio-organic fertilizers. National Engineering Research Center for Organic-Based Fertilizers, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095 (China).



Ministry of Agriculture Jihad
Jihad Agricultural Organization of Ardabil Province
Agricultural Extension Coordination Management



Ministry of Agriculture Jihad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Ardabil Agriculture and Natural Resources Research and
Education Centre

Potato Mini-tuber Production by Using Root Growth Promoting Bacteria in Aeroponic System



Author

Davoud Hassanpanah, *PhD*

Extension Manual, Number 84, 2015