



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



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

تولید مینی تیوبر سیب زمینی در سیستم آئروپونیک (هواکشت)



نگارش
مهندس یوسف جهانی

نشریه ترویجی، شماره ۲، سال ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

نشریه ترویجی

تولید مینی تیوبر سیب زمینی در سیستم آئروپونیک
(هواکشت)

نگارش

مهندس یوسف جهانی

محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

سال انتشار

۱۳۹۲

نشریه ترویجی، شماره ۲، سال ۱۳۹۲

این نشریه در تاریخ ۱۳۹۳/۶/۳۰ با شماره ۴۵۸۲۰ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی

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

عنوان نشریه: تولید مینی تیوبر سیب زمینی در سیستم آتروپونیک (هواکشت)

نگارش: مهندس یوسف جهانی

ویرایش علمی: دکتر داود حسن پناه

ویرایش فنی: مهندس مقصود ضیا چهره

ویرایش ترویجی: مهندس فرهاد زندی

ناشر: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

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

شمارگان: ۵۰۰ جلد

نوبت و سال انتشار: اول / دی ماه ۱۳۹۱

شماره نشریه ترویجی: ۲

قیمت: رایگان (مخصوص محققان، کارشناسان و بهره‌برداران بخش کشاورزی)

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

تلفن: ۳۲۷۵۱۵۷۹ (۰۴۵)

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

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، تلفن: ۳۳۷۴۳۵۰۰ (۰۴۵)

مخاطبان نشریه:

اعضا هیات علمی، محققان، کارشناسان، مروجان، کشاورزان پیشرو و تولیدکنندگان سیبزمینی

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

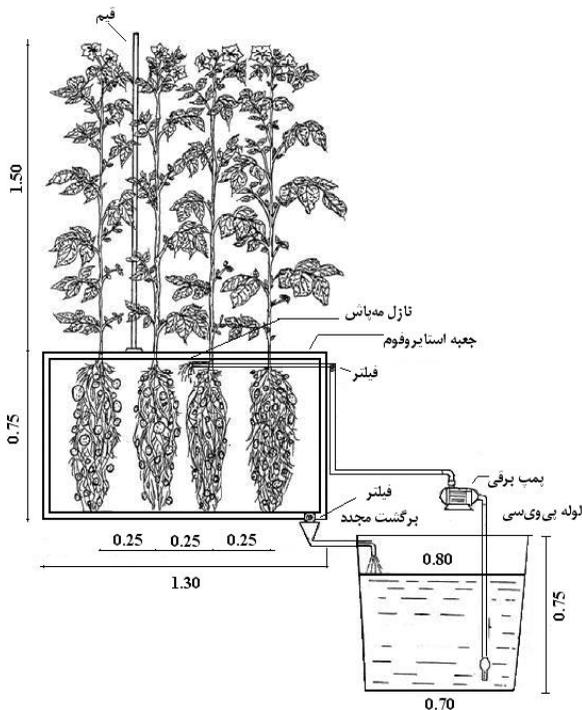
- عواملی که باید قبل از اقدام به استفاده از سیستم هواکشت در نظر گرفته شود.
 - محلول‌های غذایی
 - کشت گیاه در سیستم هواکشت
 - برداشت و انبارداری
- آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	مقدمه
۶	چه چیزهایی را باید در این مورد یاد بگیریم
۸	عواملی که باید قبل از اقدام به استفاده از سیستم هواکشت در نظر گرفته شود
۸	۱- گلخانه
۸	۲- منبع آب
۸	۳- مواد گیاهی
۸	۴- مدیریت مواد غذایی و گیاهان
۹	محلول‌های غذایی
۱۰	کشت گیاه در سیستم هواکشت
۱۲	برداشت و انبارداری
۱۵	منابع

مقدمه

بیشتر زارعین سیب‌زمینی، در کشورهای در حال توسعه به دلیل بالا بودن قیمت و عدم دسترسی به بذور سالم، از بذور با کیفیت استفاده نمی‌کنند. به همین دلیل به روش‌های موثر کم هزینه برای تولید بذر که به آسانی در اختیار زارعین قرار بگیرد، نیاز است. هدف این دستورالعمل تسهیل توزیع و پراکندگی سیستم هواکشت برای تولید بذور مرغوب سیب‌زمینی در کشورهای در حال توسعه در جهت بهبود قابلیت دسترسی این بذور و کاهش قیمت‌ها می‌باشد. هواکشت روشی مبتنی بر عدم وجود خاک برای تولید بذر پیش‌پایه سیب‌زمینی است. این روش می‌تواند منجر به تولید عملکردهای بالا (۱۰ برابر بیشتر)، سریع‌تر و با هزینه کمتر از روش‌های معمول فراهم گردد. تکثیر مواد عاری از ویروس درون-شیشه‌ای در گلخانه، روش معمول تولید بذر مرغوب سیب‌زمینی است. در این روش معمولاً "۱۰-۵ مینی تیوبر در هر بوته تولید می‌شود. هواکشت، تولید را بهتر می‌کند و هزینه‌ها را در مقایسه با روش‌های معمول و روش‌های بدون خاک هیدروپونیک (رشد در آب) کاهش می‌دهد. هواکشت شامل فضای عمودی در گلخانه می‌باشد که در آن بین رطوبت و هوا برای مطلوب کردن توسعه رشد ریشه‌ها، غده‌ها، شاخ و برگ‌ها تعادل وجود دارد. تولید تجاری بذر سیب‌زمینی با استفاده از هواکشت، فرآیندی است که در کشورهای کره و چین کاربرد دارد. در ناحیه مرکزی رشته کوه‌های آند در آمریکای جنوبی، هواکشت تکنولوژی است که با موفقیت از سال ۲۰۰۶ تا به حال استفاده می‌شود. در مرکز بین‌المللی تولید سیب‌زمینی پرو با استفاده از هواکشت و مواد ساده، عملکردی بیش از ۱۰۰ مینی تیوبر در بوته گزارش شده است. فعالیت‌هایی جهت ترویج این روش در مناطق نیمه خشک آفریقا در جریان است.



شکل ۱- سیستم هواکشت برای تولید مینی تیوبر سیب‌زمینی

چه چیزهایی را باید در این مورد یاد بگیریم:

هواکشت در ابتدا برای تولید سبزیجات استفاده می‌شود. این روش، تکنیک نسبتاً جدیدی به ویژه برای تولید بذر سیب‌زمینی می‌باشد. آزمایش‌های اولیه، اطلاعات زیر را به ما ارائه داده است:

- تولید بذر سیب‌زمینی در گلخانه می‌تواند به طور چشم‌گیری افزایش یابد.
- ارقام سیب‌زمینی واکنش‌های متفاوتی را برای هواکشت نشان می‌دهد.
- تولید از طریق هواکشت، شدیداً به شرایط آب و هوایی حساس می‌باشد.

- در این سیستم، باید برداشت مرتب و منظم باشد.
- دوره رویشی بوته‌ها از ۱ ماه به ۲ ماه افزایش می‌یابد.
- در مزرعه، عملکرد بذور حاصل از سیستم هواکشت مشابه عملکرد بذوری است که از طریق روش‌های معمول تولید می‌شود.
- سرمایه‌گذاری اولیه می‌تواند سریعاً برگشت داده شود.
- هواکشت می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای درآمد را افزایش و یا هزینه‌های تولید برای تولید بذر مرغوب سیب‌زمینی که بیشتر در دسترس زارعین است را کاهش دهد.
- بهینه کردن تولید بذر سیب‌زمینی با استفاده از هواکشت هنوز هم امکان‌پذیر می‌باشد. برای این کار، موارد زیر تحت مطالعه قرار گرفته‌اند:
- ارقام جدید برای استفاده در هواکشت باید آزمایش شود. شرایط مصنوعی مثل نور اضافی، به راحتی می‌تواند در گلخانه برای رشد ارقامی که در ارتفاعات مختلف به عمل می‌آیند، به کار رود.
- حد مطلوب محلول غذایی برای ارقام مختلف، ممکن است متفاوت باشد. غلظت متناسب محلول غذایی مورد نیاز باید برای ارقام مختلف مشخص شود.
- عناصر غذایی قابل دسترس و موجود در هر مکان، مورد آزمایش قرار گیرد. مخلوط‌های ناشناخته ممکن است باعث مسمومیت شود.
- باید فضای لازم برای هر رقم تعیین شود.
- روش‌های جدیدی برای کنترل آفات و بیماری‌ها برای سیستم هواکشت ارائه گردد.
- محدودیت‌ها و معایبی نیز در این روش وجود دارد:
- این روش، وابسته به انرژی است. خرابی طولانی مدت منبع انرژی در این روش منجر به کاهش کلی در چرخه تولید می‌گردد.

- افراد شاغل به آموزش تخصصی نیاز دارند.
- ممکن است برخی مواد و امکانات در بعضی از کشورها قابل دسترس نباشد.
- ممکن است هر نوع پاتوژن ریشه، سریعا در همه جعبه‌ها پخش و باعث آلودگی آنها گردد.
- هواکشت در اقلیم‌های گرم، به خوبی قابل اجرا نمی‌باشد، مگر این که در چنین مکان‌هایی از وسایل گران‌خک کننده استفاده شود که باعث افزایش هزینه تولید می‌گردد.

عواملی که باید قبل از اقدام به استفاده از سیستم هواکشت در نظر

گرفته شود:

۱- گلخانه

۱-۱- عناصر غذایی اصلی

۱-۲- مواد و اجزای گلخانه

۱-۳- مدیریت گلخانه، اقدامات و عملیات بهداشتی

۲- منبع آب

۳- مواد گیاهی

۳-۱- مدیریت گیاهان درون شیشه‌ای

۳-۲- مدیریت جوانه غده

۳-۳- مدیریت قلمه‌های ساقه

۴- مدیریت مواد غذایی و گیاهان

محلول‌های غذایی

هر محصولی یک نیاز غذایی بهینه دارد. هر رقم سیب‌زمینی ممکن است نیاز غذایی متفاوتی داشته باشد. این امر همچنین به کیفیت شیمیایی آب و مواد غذایی مورد استفاده برای تهیه محلول غذایی بستگی دارد. زمانی که مواد غذایی به آب اضافه شوند، EC آب بالاتر می‌رود. کلا EC آب بالاتر از ۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر مشکلات سمیت را به دنبال دارد. در کشت‌های هیدروپونیک و هواکشت، منابع غذایی مورد استفاده همان کودهای معمولی است که در بازار نیز وجود دارند. از استفاده کودهای حاوی سدیم و کلر باید خودداری گردد. برخی کودها وجود دارند که EC محلول را بیشتر از سایر کودها افزایش می‌دهند. کودهای نیتروژنه و پتاسه به خوبی با EC هماهنگ هستند. همچنین کودهایی وجود دارد که باعث درجات کمتر یا بیشتر قلیائیت و اسیدیته شدن می‌گردند. بهتر است اطلاعات کافی در خصوص کودها را بدانید. فسفات آمونیوم، سولفات آمونیوم، اوره و نترات آمونیوم از کودهای اسیدی و فسفات کلسیم، کربنات پتاسیم، فسفات پتاسیم و نترات پتاسیم از کودهای قلیایی هستند. گیاهان برای رشد طبیعی به عناصر ماکرو شامل نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) و عناصر میکرو شامل آهن (Fe)، سلفور (S)، منگنز (MN)، مس (Cu)، روی (Zn)، بور (B) و مولیبدن (Mo) نیازمندند. این عناصر باید در آب حل شوند تا از طریق ریشه گیاه جذب گردد.

جدول ۱- محلول‌های غذایی برای تولید بذر سیب‌زمینی در سیستم هواکشت

اوتازو و همکاران		فاران و همکاران	
غلظت (میلی اکی والان در لیتر)	عنصر غذایی	غلظت (میلی اکی والان در لیتر)	عنصر غذایی
۵/۴	KNO ₃	۰/۴	KNO ₃
۴/۴	NH ₄ NO ₃	۳/۱	Ca(NO ₃) ₂
۲/۶	کلسیم سوپرفسفات	۴/۴	NH ₄ NO ₃
۱	MgSO ₄	۴/۴	KH ₂ PO ₄
۸ پی پی ام	Fe(EDTA-Fe 6%)		
۱ پی پی ام	بور (بوریک اسید)	۱/۵	MgSO ₄
۱۲ پی پی ام	میکرو (فتریلون*)		
pH = ۶/۵		pH = ۵/۷	

* فتریلون کومبی نوع پاششی عناصر غذایی کم مصرف پودری تجاری است که طبق فرمول ۹ درصد اکسید منیزیم، ۳ درصد گوگرد، ۴ درصد آهن، ۴ درصد منگنز، ۱/۵ درصد مس، ۱/۵ درصد روی، ۰/۵ درصد بور و ۰/۱ درصد مولیبدن دارد.

کشت گیاه در سیستم هواکشت

زمانی که آماده شدند باید به وسیله پنس‌های بزرگ و با احتیاط از ظروف شن خارج شوند. سپس به کمک یک برس نرم، ریشه‌ها از بقایای شن پاک و به وسیله یک پیست یا آب‌افشان شسته شوند. طوقه گیاه به وسیله یک اسفنج نازک پوشیده شده و داخل منفذ موجود در فوم قرار داده می‌شود. بعد به وسیله یک جفت پنس، اسفنج را گرفته و گیاه همراه با اسفنج را داخل منفذ به حدی می‌بریم که ریشه‌ها در معرض پاشش محلول غذایی قرار گیرند. در نهایت منفذ باید به وسیله یک لایه پلاستیک نازک سیاه پوشیده شود. زمانی که عملیات نشا به پایان رسید باید منافذ عبور نور به جعبه و هم‌چنین در معرض قرار گرفتن ریشه‌ها با محلول غذایی کنترل شود و یک سیستم قییم نیز باید تهیه شود. 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 مانند قییم سیمی یا قییم شبکه نایلونی. بعد از گذشت ۱ ماه یا بیشتر، برگ‌های پایینی به وسیله یک تیغ تیز و با رعایت اصول بهداشتی حذف شوند. در صورتی که استولون‌ها در قسمت بالای ریشه تشکیل شده باشند، باید گیاه عمیق‌تر قرار گیرد. برخی از ارقام، استولون‌های سطحی تشکیل می‌دهند که ممکن است داخل اسفنج درون لوله پی‌وی‌سی تشکیل شده و در صورت رشد یکی از غده‌ها، به ساقه گیاه فشار آمده و در نهایت باعث مرگ گیاه شود. مرحله فرو بردن گیاه به زیر فوم، بسیار مهم و مشابه خاک‌دهی پای بوته در مزرعه است. زمانی که این کار انجام شد، ساقه‌ها آزاد می‌شوند و نیاز به قییم دارند. همچنین در این مرحله، جلوگیری از ورود نور به داخل جعبه‌ها بسیار مهم است. یک لایه کلفت از پلاستیک سیاه به این کار کمک می‌کند. جمع‌آوری نمونه‌های برگی برای آزمون ELISA مهم است تا از عدم آلودگی ویروسی اطمینان حاصل شود. به طور مرتب، محلول غذایی کنترل شود. هدایت الکتریکی و اسیدیته شاخص‌های مفیدی هستند. هدایت الکتریکی نباید از ۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر و همچنین اسیدیته محلول از ۷/۳ بیشتر شود. اسید فسفریک رقیق شده به آرامی pH را به ۶/۵ تا ۶/۸ می‌رساند. هر ماه محلول غذایی باید تعویض شود. وقتی که بعداً گیاهان ساقه و برگ زیاد تولید می‌کنند، مصرف غذایی آنها بالا می‌رود. زمانی که مصرف مواد غذایی غیرطبیعی باشد نشان دهنده این است که محلول از جایی میان اتصالات چسبی نشت می‌کند. یک صافی ثابت شده در انتهای لوله زه‌کش که وارد مخزن می‌شود ضروری است تا قطعات ریشه یا سایر مواد جامد دیگر جمع‌آوری شوند (چسب، پلاستیک و غیره). یک قطعه توری ضد شته که به دور لوله پیچیده شده باشد جهت جمع‌آوری ناخالصی‌ها خوب عمل می‌کند. صافی سیاه نیاز به نگهداری و پاک‌سازی ماهانه دارد. زمانی که فصل به پایان رسید باید یک ضدعفونی و تمیزکاری عمومی در لوله‌ها، جعبه‌ها، مه‌پاش‌ها و مخازن انجام شود. نمک‌ها معمولاً در

صافی‌ها و مه‌پاش‌ها جمع می‌شوند. یک اسید ضعیف مانند اسید استیک یا اسید سولفوریک رقیق شده، برای پاک‌سازی نمک‌ها کافی است. شستشوی کل سیستم و پمپ به وسیله جریان ۵۰ لیتر هیپوکلریت سدیم یا کلسیم ۲ درصد به مدت ۱۵ دقیقه و به دنبال آن ۲ تا ۳ شستشو با آب معمولی ضروری است.

برداشت و انبارداری

ارقام زودرس بعد از گذشت ۲ ماه از انتقال، تولید مینی‌تیوبر می‌کنند. غده‌هایی که بیش از ۸ گرم وزن دارند، قابل برداشت هستند. برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به ریشه‌ها ابتدا پرده بیرونی باز و سپس پرده داخلی با احتیاط برداشته شود. برداشت باید برای صبح زود و زمانی که هوا خنک است، برنامه‌ریزی شود. تایمرها برای مدت نیم ساعت غیرفعال شوند. می‌توان برای هر ۱۰ تا ۱۴ روز برنامه برداشت تهیه کرد. برداشت مینی‌تیوبرهای حاصل از هواکشت با برداشت آنها در سیستم سنتی متفاوت است. در روش سنتی تنها یک برداشت نهایی وجود دارد. بسته به رقم می‌توان از هر کشت هواکشت ۱۰ و بیشتر برداشت انجام داد. بعد از هر برداشت، باید مینی‌تیوبرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱ درصد و به دنبال آن یک یا دو بار با آب معمولی شسته شوند؛ این امر به خاطر جلوگیری از آلودگی باکتریایی انجام می‌گیرد. در صورتی که در طول فصل مسایل بهداشتی به خوبی رعایت شوند و مشکلات آلودگی پیش نیاید تیمار بذرها با استفاده از دیگر آفت‌کش‌ها ضروری نیست. سپس بذرها باید در محیطی پاک و خشک به مدت سه هفته قبل از انبار کردن در شرایط سرد و یا انبار با نور کاهش یافته قرار گیرند. قبل از این امر بذرها باید از لحاظ اندازه طبقه‌بندی شوند. غده‌های کوچک (کمتر از ۵ گرم) بهتر است در انبارهای سرد نگهداری شوند. در صورت استفاده از انبارهای دارای روشنایی کم، باید جعبه‌های مورد استفاده در این انبارها به وسیله توری‌های ضد شته محافظت شوند.

یکی از معایب برداشت‌های پی در پی این است که؛ در انتهای فصل بذور از لحاظ جوانه‌زنی یکنواخت نخواهند بود. غده‌هایی که در ماه‌های اولیه برداشت شده‌اند، اول جوانه می‌زنند و سپس غده‌هایی که بعدا برداشت شده‌اند دیرتر جوانه می‌زنند. این امر، باعث عدم یکنواختی ظهور گیاهان بعد از کاشت می‌شود. اگرچه این عدم یکنواختی بر میزان محصول تاثیری ندارد، می‌تواند به وسیله انبار بذره‌های برداشت شده اولیه در شرایط سرد بهبود یابد. سپس این بذور قبل از پایان فصل، در انبارهای دارای روشنایی قرار داده می‌شوند. مینی تیوبرهای بسیار کوچک (۱-۲ گرم) می‌توانند جهت تکثیر سنتی بذر (گلخانه یا بستر) مورد استفاده قرار گیرند.

اصولی ترین مشکلات و راه‌حل‌های آن در سیستم هواکشت

مشکل یا علامت کلی	علل ممکنه	راه حل
زردی در گیاهچه‌های درون شیشه‌ای	گیاهچه‌ها در محیط تاریکی به مدت زیادی نگه داشته شود	قبل از انتقال گیاهچه‌ها، مکان آنها را به شرایط نوری بیشتر تغییر دهید
رشد طویل گیاهچه‌های درون شیشه‌ای در جعبه‌های شنی	گرم بودن بیش از اندازه گلخانه، نبودن نور کافی	پایش دما قبل از نصب توری-های سایه‌انداز برای کاهش دما
اکثر گیاهچه‌ها در سیستم هواکشت پژمرده می‌شوند	عدم وجود فشار کافی، مسدود شدن پمپ یا فیلترها	شیر اولیه را تمیز کنید. صافی‌ها تعویض و یا باید تمیز گردند.
پژمرده شدن برخی گیاهچه‌ها در جعبه‌ها	مسدود شدن مه‌پاش‌ها	تعویض یا تمیز کردن مه‌پاش‌ها
پژمرده شدن گیاهچه‌ها حتی با مه‌پاشی کافی	صدمات مکانیکی قسمت-هایی از ساقه گیاهچه	حذف گیاهچه، جایگزینی آن در صورت ممکن
خالی شدن تانک زودتر از موعد	نشست محلول غذایی از برخی جاها، دریچه زه‌کش ممکن است مسدود شده باشد	گرفتن نشستی و تثبیت آن، تمیز کردن دریچه زه‌کش
دیده شدن علائم سوختگی در برگ گیاهچه‌ها	کمبود مواد غذایی، نامناسب بودن منبع آبی، گرم بودن بیش از اندازه گلخانه	تعویض و یا تغییر محلول غذایی یا آب، خنک کردن دمای محلول غذایی در تانک
گیاهچه‌ها با علائمی در برگ‌ها	بیماری، فیتوفترا، اودیوم معمول‌ترین پاتوژن‌ها هستند	شناسایی عامل بیماری، استفاده از نصف نسبت توصیه شده
محلول غذایی با اسیدیته بسیار بالا (بیشتر از ۷/۴)	منبع محلول غذایی یا آب خیلی قلیائی است	کاهش اسیدیته با استفاده از اسید رقیق به ۶-۷
محلول غذایی با اسیدیته خیلی کم (حدود ۵)	محلول غذایی ضعیف (تاریخ مصرف گذشته)	آماده کردن محلول غذایی جدید
محلول غذایی با هدایت الکتریکی بالا (بیشتر از ۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)	منبع محلول غذایی و آب خیلی قلیائی است	شناسایی ترکیبات قلیائی موجود در آن، اضافه کردن آب برای کاهش EC
ثابت نبودن اسیدیته و هدایت الکتریکی محلول	ممکن است دستگاه‌ها به خوبی تنظیم نباشند	کالیبره کردن دستگاه‌ها

منابع

حسن پناه، د. ۱۳۹۱. تولید سیب زمینی با کیفیت از طریق هواکشت. اتاق بازرگانی، صنایع و معادن و کشاورزی اردبیل.

- Boersig, M.R., and Wagner, S.A. 1988. Hydroponic system for production of seed tubers. *American Potato Journal*. 65:470-71.
- Cadhia, C. 1998. Fertirrigación. *Cultivos hortícolas y ornamentales*, Ed. Mundi-Prensa. Barcelona, Espana. 475 p.
- Chuquillanqui, C., Tenorio, J., and Salazar, L. 2007. Seed potato production hydroponics (in Spanish). In: *Alternativas al uso de bromuro de Metilo en la produccion de semilla de papa de calidad*. International Potato Center (CIP), Lima, Perú. Documento de trabajo 2007-2. pp 26-34.
- CIP, Integrated Crop Management Division 2008. Alternatives to the use of Methyl Bromide in potato seed quality production (in Spanish) Lima, Perú. CIP. 53p. Documento de trabajo 2007-2.
- Duarte, R., and Hidalgo, O. 1997. Greenhouse design for potato seed production in highland conditions (in Spanish). In: O. Hidalgo, ed. *Produccion de tubérculos semillas de papa*, CIP Manual de capacitacion. Lima, Per. Fasciculo 4.4.
- Farran, L., and Mingo-Castel, A.M. 2006. Potato minituber production using aeroponics: effects of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research* 83:47-53.
- Gullino, M.L., Camponogara, A., Gasparrini, G., Rizzo, V., Clini, C., and Garibaldi, A. 2003. Replacing methyl bromide for soil disinfestations. *Plant Disease* 87:1012-21.
- He, J., and Lee, S.K. 1998. Growth and photosynthetic responses of three aeroponically grown lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) to different rootzone temperatures and growth irradiances under tropical aerial conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73:173-80.
- Maldonado, L., Thiele, G., and Otazu, V. 2008. Cost analysis of conventional quality potato seed production and production by aeroponics (in Spanish). In: *Alternativas al uso del bromuro de metilo en la produccion de semilla de papa de calidad*. Lima, Peru. International Potato Center (CIP). Documento de trabajo 2007-2. pp. 46-53.

- Otazu, V. 2008. Steam sterilization of greenhouse substrates (in Spanish). In: Alternativas al uso del bromuro de metilo en la produccion de semilla de papa de calidad. Lima, Pero. International Potato Center (CIP). Documento de trabajo 2007-2. pp. 15-25.
- Otazu, V. 2009. Produccion de semilla de calidad en invernaderos para la zona Andina (book in press).
- Otazu, V., Barker, I., and Chujoy, E. 2008. Innovation in seed potato production for developing countries using aeroponics. Potato Science for the Poor Conference, 25-28 March, 2008, Cusco, Peru.
- Otazu, V., and Chuquillanqui, C. 2007. Quality seed potato production by aeroponics (in Spanish). In: Alternativas al uso del bromuro de metilo en la produccion de semilla de papa de calidad. Lima, Perú. International Potato Center (CIP). Documento de trabajo 2007-2. pp. 35-45.
- Rolot, J.L., and Seutin, H. 1999. Soilless production of potato minitubers using hydroponic technique. *Potato Research* 42:457-469.
- Soffer, H., and Burger, D.H. 1988. Effects of dissolved oxygen concentration in aeroponics on the formation and growth of adventitious roots. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113: 218-21.



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



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

Potato Mini-tuber Production in Aeroponics System



Author
Yousef Jahani, MS.c

Extension Manual, Number 2, 2013