تاثیر محلول غذایی و رقم بر رشد کاهو *(Lactuca sativa L.)* در سیستم آبکشت

Effect of Nutrient Solutions and Cultivars on the Growth of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Hydroponic Culture

محمد دهقانی‌پور[۱]، غلامعلی پیوست [۲] و محمد خصوصی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی دانشگاه گیلان

پست الکترونیک dehganipour@yahoo.com

۲- دانشیار گروه باغبانی دانشگاه گیلان

۳- دانشیار پیشین گروه باغبانی دانشگاه تهران

چکیده

امروزه استفاده از کشت بدون خاک در کشت‌های گلخانه‌ای جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است زیرا با استفاده از این روش ضمن بدست آوردن محصول بیشتر با هزینه کمتر کیفیت تولید نیز بالاتر خواهد بود. در این تحقیق اثر دو تیمار رقم (در دو سطح) و محلول غذایی (در دو سطح) بر شاخص‌های رشد و عملکرد محصول در یک طرح فاکتوریل (۲×۲) در قالب طرح کاملا تصادفی و در کشت بدون خاک به روش NFT در گلخانه شیشه‌ای دانشگاه گیلان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر رقم روی وزن خشک کل، تعداد برگ غیر قابل مصرف و وزن تر کل معنی‌دار نبود ولی اثر رقم بر میزان کلروفیل در سطح ۱٪ و اثر رقم بر تعداد برگ مصرفی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر محلول غذایی روی وزن خشک کل، میزان کلروفیل و تعداد برگ غیر قابل مصرف معنی‌دار نبود ولی روی تعداد برگ قابل مصرف در سطح ۵٪ و وزن تر کل در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل رقم ومحلول غذایی روی تمام صفات مورد سنجش معنی‌دار نبود. در مجموع محلول پیشنهادی، اثر بیشتری را بر پارامترهای رشد سبب گردید و این اثر در رقم راشل شدیدتر بود.

کلمات کلیدی :رقم، کاهو، آبکشت، عملکرد، محلول غذایی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در طی سال‌های گذشته، استفاده از کشت‌های بدون خاک، برای تولید سبزی‌ها افزایش یافته است. زیرا با استفاده از این روش می‌توان از مساحت و حجم گلخانه به نحو بهتر استفاده نمود و همچنین بر مسائل ناشی از خاک غلبه کرد(Schroeder and Bero, . 2001).

تاکنون تحقیقات زیادی روی محصولات مختلف اعم از خیار، گوجه فرنگی، کاهو و غیره در سیستم‌های کشت بدون خاک انجام گرفته است. کاهو و بسیاری از محصولات برگی به صورت تجاری با روش NFT تولید می‌شوند (Giacomelli and Yuan, 1995). به طوری که در کشور برزیل در سال ۱۹۹۷ در حدود ۵۰ هکتار از کشت‌های بدون خاک مربوط به NFT جهت تولید کاهو و سایر سبزی‌ها بوده، این تکنیک روش موثری در کنترل آب و اطمینان از کیفیت کاهوی تولید شده است (Furlani and Papadopoulos, 1999).

روش NFT چرخش ساده محلول غذائی بر روی ریشه‌های لخت گیاهان، به جهت فراهم نمودن مواد غذائی کافی و تهویه برای گیاهان است. گیاهان معمولا در لوله‌های شیب‌دار قرار داده می‌شوند و محلول غذائی به ابتدای لوله وارد می‌شود. در انتهای لوله نیز محلول غذائی اضافی از طریق کانال دیگری جمع‌آوری شده و در داخل تانک ریخته می‌شود و دوباره به داخل لوله‌های محلول پمپ می‌شود. pH و EC محلول غذائی در تانک اندازه‌گیری و به صورت دستی و یا اتوماتیکی تنظیم می‌شود. در این تکنیک تجزیه آب مورد استفاده لازم بوده و بدین ترتیب میزان سختی آب، pH، هدایت الکتریکی و همچنین میزان کل املاح محلول را اندازه‌گیری می‌نمایند، سپس بر اساس این تجزیه، محلول غذائی مورد نیاز تهیه می‌گردد (Gunse and Post, 1995).

کریمائی، در سال ۱۳۷۳ چهار رقم کاهو (بذر سفید، بذر سیاه، Olimpo و Martha) را در سه محلول غذائی متفاوت شامل ماستینی Massantini ۱۰۰٪، ماستینی ۵۰٪ و محلول هوگلند Hogland جهت تعیین نحوه رشد و اثرات آن بر روی فاکتورهای رشد در تکنیک هیدروپونیک مورد آزمایش قرار داد و به این نتیجه رسید که اختلافات زیادی بین ارقام مختلف کاهو و بین بیشترین تعداد برگ را داشته، کمترین تعداد برگ مربوط به محلول ماستینی ۱۰۰٪ است. بین ارقام مختلف کاهو از نظرسطح برگ اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد و بیشترین میزان سطح برگ مربوط به محلول غذایی هوگلند است. همچنین بین ارقام مختلف کاهو نیز از نظر وزن

Archive of SID

www.SID.ir

تر کل اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد و محلول غذایی هوگلند بیشترین وزن تر کل را دارا است. نتیجه کلی اینکه، محلول غذایی هوگلند بیشترین اثر و محلول ماستینی ۱۰۰٪ کمترین اثر را روی رشد داشته است. ارقام مختلف کاهو نتایج متفاوتی را نسبت به محلول‌های غذایی نشان دادند (کریمائی، ۱۳۷۳). اکونومیکس و کولیت، درسال ۱۹۹۷ کاهوی رقم Ravel رشد کرده تحت شرایط گلخانه سرد، را در NFT مورد آزمایش قرار دادند. سه غلظت (۵۰ پی پی ام، ۱۰۰ پی پی ام و ۱۵۰ پی پی ام) ازت بر وزن ترساقه و وزن خشک تاثیر معنی‌داری نداشت ولی وزن خشک ریشه با افزایش غلظت نیتروژن کاهش یافت و بیشترین کاهش درتیمار ۱۵۰ پی‌پی‌ام بود (Economakis *et al*., 1997). بوریج و والری، در سال ۱۹۸۱ رقم Ostenato را در NFT کشت دادند. گیاهان دریک محدوده یکسان غلظت محلول غذایی اختلاف معنی‌داری در وزن تر، وزن خشک، سطح برگ و تعداد برگ نشان ندادند و غلظت‌های مختلف محلول غذایی اختلاف معنی‌داری در ماده خشک برگ و نوک سوختگی آن داشت (Burrage and Varley 1981). چانستیز و همکاران در سال ۲۰۰۱ رقم Fire red را در کشت هیدروپونیک مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تیمارهای تغییر شیب ۱٪ و ۰/۵٪ و محلول‌های مختلف بر روی وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، سطح برگ و تعداد برگ تاثیر معنی‌داری نداشت (Chanseetis *et al*, 2001).

مواد و روش‌ها

در این آزمایش اثر دو تیمار رقم و محلول غذایی هر یک در دو سطح در یک طرح فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی بر روی شاخص‌های رشد و عملکرد محصول کاهو در دی ماه ۱۳۸۱، در گلخانه شیشه‌ای دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تیماراول شامل ارقام Lollorossa (B_1) وRachel (B_2) و تیمار دوم شامل محلول های غذایی یک (A_1) و دو (A_2)بود. در ابتدا بستر و سینی‌های کاشت به مدت ٤ ساعت و در آب ۱۰۰ درجه ضد عفونی گردید. بستر کاشت شامل اسفنج‌هایی به ابعاد ۵*۵* ۵ سانتی‌متر

Archive of SID

www.SID.ir

بود که در وسط آن سوراخی به عمق ۳-٤ سانتی‌متر ایجاد گردید. بذر دو رقم کاهو پس از ضد عفونی با بنومیل دو در هزار در داخل اسفنج‌هایی که از قبل با بخارآب ضد عفونی شده بودند قرار گرفتند.

سپس اسفنج‌ها در داخل سینی‌هایی به ابعاد ٤۰*٦۰ سانتی‌متر چیده شده و در داخل اتاقک رشد قرار داده شدند (Young *et al*., 1997). تا روز پنجم یعنی زمانی که کوتیلیدون ظاهر شد، بذور فقط با آب خالص آبیاری گردیدند و پس از آن نشاها با محلول رقیق شده غذایی هر ٤۸ ساعت یکبار آبیاری گردیدند. پس از ۱۷ روز، نشاها در مرحله سه برگی حقیقی به سیستم NFT گلخانه شیشه‌ای منتقل گردیدند(Vandor Boon *et al*., 1990). در این روش آبکشت ۱٦ عدد ریل به ابعاد ٤/۰* ٦/۰*۵/۷۵ متر روی سکوهایی به ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر و با شیب ۱٪ نصب گردید(Mortley *et al*., 2001). تعداد ۱۵ گیاه در هر یک از بسترها کشت گردید و فواصل بین آنها جهت جلوگیری از تابش نور خورشید، و رشد جلبک با ورقه‌های پلی‌اتیلنی سیاه رنگ پوشانیده شد(Knight and Mitchel, 1983).

با توجه به اینکه آب مصرفی در این روش از آب شهری بوده و میزان عناصر غذایی آن در طول سال تغییر می‌یافت، جهت جلوگیری از ایجاد هر گونه سمیت یا کمبود اقدام به تجزیه آب گردید(Bres and Weston, 1992). با استفاده از این تجزیه میزان pH، EC، سختی آب، میزان منیزیم و کلسیم تعیین گردید(Mitchel, 1991) . در این تحقیق از دو فرمول غذایی استفاده گردیدکه فرمول شماره یک، فرمول Van Zinderen Bakker در مورد کاهو بوده است (Mi-hee and Lee, 2001). فرمول شماره دو، فرمولی پیشنهادی بوده که تعدادی از عناصرآن تعدیل یافته است. این فرمول‌ها با توجه به آنالیز آب و به صورت غلیظ شده، تهیه گردیدند. pH و EC محلول غذائی هر دو روز یک بار کنترل، و در صورت لزوم با اضافه نمودن اسید سولفوریک، اسید نیتریک و هیدروکسید پتاسیم، دوباره در حد معمول تنظیم گردید(Urrestarazu *et al*., 1998). هر هفته محلول غذائی قدیمی تخلیه و محلول غذائی تازه اضافه گردید(Benton, 1999). درجه حرارت و رطوبت نسبی روزانه اندازه‌گیری و ثبت گردید(Chris, 1989). مقدار کلروفیل بافتها با استفاده از کلروفیل‌متر مدل Minolta SPAD502 اندازه‌گیری گردید(Saure ,1998). میزان رطوبت بافت‌ها نیز از خشک کردن نمونه در دمای ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت در آون اندازه‌گیری گردید. به این نحو که ابتدا بوته‌ها با آب مقطر شسته شده وپس از خشک نمودن در داخل بوته چینی خرد و

Archive of SID

www.SID.ir

سپس داخل پاکت‌های کاغذی قرار داده شده، پاکت‌ها شماره‌گذاری و به داخل آون منتقل گردیدند (Sady and Myczkowskis, 1995). در اولین روز انتقال نشاءها به سیستم، همچنین در روز بیستم، روز چهلم و یک روز قبل از برداشت، صفات کمی از قبیل، میزان کلروفیل، وزن تر کل، وزن خشک کل، تعداد برگ قابل مصرف و تعداد برگ غیر قابل مصرف اندازه‌گیری گردید(El-behairy *et al*., 2001). داده‌ها توسط نرم افزار SAS در سطح ۵ درصد تجزیه و تحلیل گردیدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات محلول غذایی و رقم بر روی صفات اندازه‌گیری شده

Table 1. Table of Schedule of Variances

منابع تغییر C.V	درجه آزادی Degree of Freedom	میانگین مربعات Main square					
		وزن خشک کل Total of Dry Weight	تعداد برگ غیر قابل مصرف Number of the Unusable Leaves	میزان کلروفیل Amount of Chollorophyll	وزن تر کل Total of Fresh Weight	تعداد برگ قابل مصرف Number of the Usable Leaves
A	1	220.29^{ns}	2.53^{ns}	34.86ns	23568.37**	34.03*
B	1	3.00^{ns}	0.50^{ns}	197.01**	25.20^{ns}	34.03*
A×B	1	0.67^{ns}	0.78^{ns}	3.51^{ns}	2492.18^{ns}	1.53^{ns}
fail خطا	4	33.42	1.73	7.12	1317.8	2.68
total کل	7					
%CV		32.90	21.71	9.78	18.256	.7.64

ns نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار

* نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

** نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns no significant deference

*- significant deference on the (p‹5 ٪)

**- significant deference on the (p‹ 1%)

www.SID.ir

جدول۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم ومحلول غذایی بر روی صفات اندازه‌گیری شده

Table 2. The Result of Comparison Average

تعداد برگ غیر قابل مصرف Number of the Unusable Leaves	وزن تر کل Total of Fresh Weight	تعدادبرگ قابل مصرف Number of the Usable Leaves	وزن خشک کل Total of Dry weight	میزان کلروفیل Amount of Chollorophyll	محلول غذایی Solution	رقم Cultivar	تیمار Treatment
1.75 [a]	160.39[b]	17.75[b]	13.22[ab]	18.9[b]	1	1	A_1B_1
0.26a	128.64 [b]	21[b]	11.42[b]	16.5[a]	1	2	A_1B_2
0.12 [a]	133.64[a]	21[b]	23.14[a]	21.75[b]	2	1	A_2B_1
0.125[a]	179.42[a]	26[b]	11.49[ab]	33[a]	2	2	A_2B_2

نتایج و بحث

بررسی اثرات رقم و محلول غذایی بر میزان کلروفیل: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محلول غذایی و رقم بر روی شاخص میزان کلروفیل معنی‌دار نبوه ولی اثر رقم بر میزان کلروفیل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید. با توجه به نتایج مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن مشاهده گردید که بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار A_2B_2 می‌باشد، که با تیمار A_1B_2 در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری نداشت و هر دو در سطح (a) قرار می‌گیرند. در صورتی‌که کمترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار A_1B_1 است، که با تیمارA_2B_1 در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ارقام مختلف میزان کلروفیل‌های متفاوتی را دارا می‌باشند. و در این آزمایش رقم Rachel چه در محلول غذایی یک وچه در محلول غذایی دو دارای بیشترین میزان کلروفیل بود.

بررسی اثرات رقم و محلول غذایی بر وزن تر کل: بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر رقم بر وزن تر کل در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، ولی اثر محلول غذایی بر وزن تر کل در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. بدین‌صورت که محلول غذایی یک کمترین میزان وزن تر کل را داشت و در سطح (b) قرار گرفت و محلول غذایی دو بیشترین وزن تر کل را باعث گردید و دارای سطح (a) می‌باشد. همچنین اثرات متقابل رقم ومحلول غذایی بر

Archive of SID

www.SID.ir

وزن تر کل در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد. با توجه به مقایسه میانگین‌ها در استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ مشاهده گردید که میانگین این تیمارها اختلاف معنی‌داری داشته بدین‌صورت که تیمار A_2B_2 بیشترین مقدار وزن تر کل را دارا بود و با تیمار A_2B_1 اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته هر دو در سطح (a) قرار می‌گیرند. همچنین کمترین مقدار وزن ترکل از تیمار A_1B_2 بود وبا تیمار A_1B_1 در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری نداشته و درسطح (b) قرار می‌گیرند. با توجه به اعداد مقایسه میانگین می‌توان چنین نتیجه گرفت که محلول غذایی بر روی وزن ترکل تاثیر معنی‌داری داشته و این اثر در Rachel شدیدتر بود.

بررسی اثرات رقم و محلول غذایی بر روی وزن خشک کل: جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات رقم و محلول غذایی بر روی شاخص وزن خشک کل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نبوده و اختلافی بین اثر این تیمارها مشاهده نگردید. همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ مشاهده می‌شود که وزن خشک کل به میزان حداکثر در تیمار A_2B_1 وجود داشته که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای A_2B_2 و A_1B_1 در سطح احتمال ۵٪ وجود نداشت. همچنین کمترین مقدار وزن خشک کل از تیمار A_1B_2 بدست آمد که در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان نمی‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رقم Lollorossa بیشترین مقدار وزن خشک کل را با تیمار محلول غذایی یکسان نسبت به رقم Rashel دارا می‌باشد.

بررسی اثرات رقم و محلول غذایی بر تعداد برگ قابل مصرف: نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفت تعداد برگ قابل مصرف نشان می‌دهد که اثر محلول غذایی و رقم بر روی شاخص تعداد برگ قابل مصرف در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده و در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی اثرات متقابل رقم ومحلول غذایی بر روی شاخص تعداد برگ قابل مصرف در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نبود. همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد به این صورت که بیشترین تعداد برگ قابل مصرف مربوط به تیمار A_2B_2 بوده که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشت و در سطح (a) قرار می‌گیرد. همچنین کمترین تعداد برگ قابل مصرف مربوط به تیمار A_1B_1 بوده که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای

Archive of SID

www.SID.ir

A_1B_2 و A_2B_1 نداشت و در سطح (b) قرار دارد. همچنین این داده‌ها نشان می‌دهد که محلول غذایی بر تعداد برگ تاثیر معنی‌داری را در افزایش تعداد برگ قابل مصرف نشان می‌دهد.

بررسی اثرات رقم و محلول غذایی بر تعداد برگ غیر قابل مصرف: نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفت تعداد برگ غیر قابل مصرف را نشان می‌دهد که اثر محلول غذایی و رقم بر روی شاخص تعداد برگ غیر قابل مصرف در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نبوده و در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد وهمه تیمارها در سطح (a) قرار می‌گیرد این نتایج نشان می‌دهند که محلول غذایی بر تعداد برگ تاثیر معنی‌داری را در افزایش تعداد برگ قابل مصرف نشان نمی‌دهد.

نتایج مندرج در بالا نشان می‌دهد که میزان رشد ارقام کاهو در محلول‌های مختلف متفاوت بود و بیشترین میزان رشد در محلول دو (پیشنهادی) و در رقم Rachel مشاهده می‌شود. همچنین کمترین میزان رشد مربوط به رقم Rachel تغذیه شد با محلول غذایی یک است. از طرفی pH مناسب جهت رشد کاهو برابر با ۵/۸ (pH محلول پیشنهادی) می باشدکه با نتایج نایت و میچل مطابقت دارد(Knight and Mitchel, 1983). کاهش کلسیم در محلول غذایی سبب افزایش تنفس بافت‌ها می‌گردد و این افزایش تنفس سبب کاهش وزن تر و خشک بوته‌ها می‌گردد. در محلول غذایی یک میزان کلسیم کمتر بوده (۱۹۰ mg/l)، بنابراین دلیل کمتر بودن عملکرد در محلول یک، کاهش کلسیم در محلول غذایی است که این حالت مطابق با یافته‌های سائور می‌باشد(Saure, 1998). هر چه میزان کلروفیل در برگها بیشتر باشد فتوسنتز در برگها افزایش یافته و میزان عملکرد بالا می‌رود، در رقم Rachel به دلیل وضعیت مناسب برگها و بالاتر بودن میزان کلروفیل عملکرد بهتری بدست آمده است(Mitchel, 1991). همچنین محلول یک به دلیل دارا بودن فسفر کمتر (٤٦ mg/l) نسبت به محلول دو سبب کاهش سطح برگ گردید که این کاهش سبب فتوسنتز کمتر و در نتیجه کاهش محصول گردیده است (Bresand Weston, 1992). نتیجه کلی اینکه با افزایش مقدار کلسیم و نیتروژن (مخصوصا آمونیم) در محلول غذایی یک در این ارقام می‌توان به عملکرد بهتری دست یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

کریمائی، محمد صادق، ۱۳۷۳. بررسی اثرات سه محلول غذایی بر روی فاکتورهای رشد و جذب عناصر چهار رقم کاهو در سیستم هیدروپونیک. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز.

BENTON, J. 1999. Hydroponics, A Practical guide for the soilless grower.

BRES, W. and WESTON L.A. 1992. Nutrient accumulation and tip burn in NFT grown lettuce at several potassium and pH level. Hort Science. 27(7):790-792.

BURRAGE, S.W. and VARLEY M.G. 1981. Water relation of lettuce grown in nutrient film culture. Acta Horticulturae. 98: 78-102.

CHANSEETIS, *et al.* 2001. Application of capillary hydroponic system to the lettuce growing under tropical climate conditions. Acta Horticulturae. 548: 401-407.

CHRIS, J.G. 1989. Horticulture review. 5:1-35.

ECONOMAKIS, *et al.* 1997. Effect of nitrogen concentration on the growth, water, and nutrient uptake of lettuce plants in solution culture. Acta Horticulturae. 449:223-228.

EL-BEHAIRY, *et al.* 2001. Utilization of A shape system of nutrient film technique (NFT) asia method for producing some vegetable crop intensively. Acta Horticulturae. 548: 581-586.

FURLANI, P.R. and PAPADOPOULOS A. 1999. Hydroponic vegetable production in Brazil Acta Horticulturae. 481: 777-778.

GIACOMELLI, G.A. and YUAN Z.X. 1995. The influence of hydroponic system on the growth of lettuce in the summer season. Plasticulture. 106.

GUNSE, A. M. AKTAS, and POST W.H.K. 1995. Effect of partial replacement of nitrate by NH_4-N and urea-N and amino acid-N in nutrient solution on nitrate accumulation in lettuce(*Lactuca sativa* L.). Agrochimica. 39(5-6). 326-333.

MORTLEY, D.G. *et al.* 2001. Light and **CO_2 interaction on peanut grown in** nutrient film technique. Acta Horticulturae. 548: 327-330.

KNIGHT, S.l. and MITCHELL C.A. 1983. Enhancement of lettuce yield by manipulation of light and nitrogen nutrition. Hort Science. 108-129.

MI-HEE, P. and LEE Y.B. 2001. Effect of CO_2 concentration light intensity and nutrient level on growth of leaf lettuce in a plant factory. Acta Horticulturae. 548: 377-383.

MITCHEL, C.A. 1991. Modification of yield and chlorophyll content in leaf lettuce by HPS radiation and nitrogen treatment. Hort Science. 26(11): 1371-1374.

RODRIGUES-DEIFIN, A. *et al.* 2001. Lettuce production in a Peruvian Modified DFT system. Acta Horticulturae. 554: 273-278.

SADY, W. and MYCZKOWSKI S. 1995. Effect of different form of nitrogen on the quality of lettuce yield. Acta Horticulturae. 401: 115-121.

SAURE, M.C. 1998. Causes of the tip burn disorder in leaves of vegetables. Scientia Horticulturae. 76: 131-147.

SCHROEDER, F.G. H. and BERO. 2001. Nitrate uptake of *Lactuca sativa* L. depending on varieties and nutrient solution in hydroponic system PPH. 548: 551-555.

Archive of SID

www.SID.ir

URRESTARAZU, M. *et al*. 1998. Nitrate accumulation reduction using chloride in the nutrient solution on lettuce growing by NFT in semiarid climate condition. Journal of Plant Nutrition. 21(8). 1705-1714.

VANDOR BOON, J. *et al*. 1990. Growth and **nitrate concentration of lettuce as** affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. Journal of Horticultural Science. 65(3): 309-321.

YOUNG. R, *et al*. 1997. Effect of nutrient control on the growth of lettuce in nutrient film technique. Acta Horticulturae. 483: 161-165.

Archive of SID

www.SID.ir