

微酸性电解水有效氯浓度对封闭式水培空心菜产量与品质的影响

王利春^{1,2,3}, 陈红^{1,2}, 李锋⁴, 李友丽^{1,2}, 乔晓军^{1,2}

(1. 北京农业智能装备技术研究中心, 北京 100097; 2. 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097;
3. 北京市农林科学院 北京市工程技术研究中心, 北京 100097; 4. 宁夏农林科学院, 宁夏 银川 750002)

摘要:合理的营养液消毒技术是无土栽培蔬菜取得优质高产的保证。微酸性电解水作为高效、低残留的杀菌剂已应用到许多领域,其能否应用于无土栽培营养液消毒需要进一步验证。以台湾长叶空心菜为试材,研究了营养液不同浓度电解水有效氯对其产量和品质的影响,探索利用微酸性电解水进行水培营养液消毒的可行性。结果表明:在水培条件下,随着营养液中有效氯浓度的增加,空心菜的产量(鲜重、干重、株高、茎粗)和品质指标(可溶性糖含量、维生素C含量)均表现出先增大后减小趋势。总体而言,空心菜的产量指标对有效氯浓度反应比较敏感,使用微酸性电解水消毒后的营养液在回收利用前需要进行有效氯浓度检测,若有效氯浓度过高则可以通过搅拌扰动的方法促进其分解,将其控制在合理的范围内,以免其对空心菜的生长产生不利影响。

关键词:水培;空心菜;营养液;微酸性电解水;有效氯

中图分类号:S 604⁺.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)15-0046-04

水培是将作物直接种植在营养液中,可以通过对营养液组分的调控来实现养分充足供应,进而增强作物长势,促进其产量增加和品质改善。然而,在营养液循环利用过程中,致病病毒和细菌会在营养液循环过程中不断积累,增大了作物感染病害的几率,因此需要对营养

液进行消毒处理。目前,常用的营养液消毒方法主要有紫外消毒法和臭氧消毒法2种^[1-3]。紫外线消毒是用一定波长的紫外线对营养液照射,破坏营养液中微生物的蛋白质结构,使其失活,最终达到杀灭病菌的效果,随着营养液循环次数的增加,营养液中的悬浮物会降低紫外线的穿透率,影响其杀灭效果。臭氧消毒是通过向营养液中通入一定浓度的臭氧,利用臭氧的强氧化性对营养液的致病微生物进行杀灭,由于臭氧在营养液中的溶解度较低,在一定程度上降低了其消毒效果。经济合理的营养液消毒方式的选取是营养液栽培技术能否推广的关键。

微酸性电解水又称氧化还原电位水或电解离子水,是通过特制的电解装置对含有电解质溶液(氯化钠或者氯化钾)进行电解而得到的具有特殊功能的新型机能水

第一作者简介:王利春(1982-),男,博士,助理研究员,现主要从事设施高效栽培技术装备等研究工作。E-mail:wanglc@nercita.org.cn.

责任作者:乔晓军(1965-),男,博士,研究员,现主要从事农业新信息化技术与装备等研究工作。E-mail:191343932@qq.com.

基金项目:北京市自然科学基金资助项目(6144022);北京市农林科学院青年基金资助项目(QNJJ201421);北京市农林科学院创新能力专项资助项目(KJCX20140415)。

收稿日期:2015-03-30

Abstract: Taking the straw reactor cucumber greenhouse as test group, without straw reactor greenhouse as the contrast, the changes of carbon dioxide concentration, temperature and humidity and the changes of soil moisture in the different greenhouse environment were studied. The results showed that straw bio-reactor could significantly improved the environment of cucumber greenhouse. Concentration of carbon dioxide in greenhouse increased by more than 2 times, the average temperature in greenhouse increased by 0.28°C to 1.30°C, and 20 cm soil temperature increased by 0.04°C to 1.26°C. In addition, straw bio-reactor could significantly reduced relative humidity and increased soil moisture.

Keywords: straw bio-reactor; greenhouse cucumber; growing environment

溶液^[4-6]。由于酸性电解水具有杀菌能力强、无残留、无污染、制取方便、安全经济的优点,已被广泛应用于医疗、食品及畜牧养殖行业^[7-10]。近年来,微酸性电解水在园艺领域的应用逐步扩展开来,微酸性电解水在该领域内的应用多集中在育苗浸种和叶片喷施消毒方面,并且取得了良好的效果^[11-13]。然而,在营养液栽培条件下,作物根系直接浸没在营养液中,由于没有土壤或基质的缓冲作用,作物对外界环境相应均比土壤栽培或者基质栽培敏感性。明确水培条件下利用电解水作为消毒剂在杀灭细菌的同时,是否对作物的生长产生影响是能否将微酸性电解水应用于水培营养液消毒的关键。微酸性电解水在水培营养液消毒方面的应用目前尚鲜见报道。基于此,现针对有效氯这一微酸性电解水中杀菌消毒的主要成分对水培空心菜的产量与品质指标的影响开展研究,探索利用微酸性电解水进行水培营养液消毒的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为台湾长叶空心菜(汕头市金韩种业有限公司),购自北京京研益农科技发展中心。

1.2 试验方法

试验于2013年9月12日至10月11日在小汤山国家精准农业研究实验基地实验区温室进行。播种前先用0.1%的高锰酸钾溶液对种子表面消毒0.5 h,用去离子水清洗种子表面残留的高锰酸钾,再用饱和CaSO₄溶液浸泡4 h,然后将种子放置到饱和CaSO₄溶液浸透的纱布上,并将其置于温度为25℃的黑暗培养箱中培养2 d,2013年9月14日将种子从培养箱中取出,种植在2 cm×2 cm的海绵块中,8 d后将空心菜幼苗移栽至不同试验处理条件下的营养液栽培钵中进行水培。盛放营养液的水培钵的尺寸分别为长40 cm、宽40 cm、高10 cm,每个水培钵中盛放8 L营养液。在水培钵上方放置一块上面均匀分布内径2 cm小孔的挤塑板,用海绵将空心菜的根基部包裹后插入到小孔中,同时保证小孔下方空心菜的根系全部浸没在营养液中,每块挤塑板种植空心菜20株。依据有微酸性电解水效氯浓度的不同设置6个处理,分别为T1(0 mg/L)、T2(0.15 mg/L)、T3(0.30 mg/L)、T4(0.45 mg/L)、T5(0.60 mg/L)、T6(0.75 mg/L)。该试验营养液配方均采用半浓度的霍格兰营养液配方。

1.3 项目测定

产量测定:待试验结束后每处理随机选取3株空心菜,分别测量其株高、鲜重、茎粗后,在75℃条件下烘干

48 h后称其干重。

品质测定:另随机选取3株空心菜鲜样,分别用榨汁机打碎研磨后测定维生素C含量(滴定法)和可溶性糖含量(蒽酮比色法)。

1.4 数据分析

试验数据采用SPSS 19.0与Excel 2007进行统计分析与作图,通过LSD多重比较法进行差异显著性检验($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同有效氯浓度对空心菜产量指标的影响

2.1.1 营养液有效氯对空心菜鲜重的影响 从图1可以看出,一定浓度的有效氯对空心菜产量的增加具有显著的促进作用,尤其是处理T3(营养液有效氯浓度为0.30 mg/L)空心菜单株的鲜重最大,为23.37 g,较处理T1(营养液有效氯浓度为0 mg/L)增加了17.13%。随着有效氯浓度的进一步增加,空心菜的鲜重逐渐减小,处理T6(营养液有效氯浓度0.75 mg/L)的单株空心菜鲜重为18.19 g,较处理T1减小了9.13%。

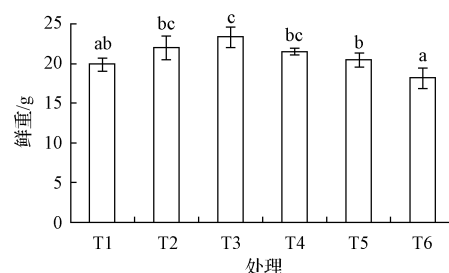


图1 不同有效氯浓度对空心菜鲜重的影响

2.1.2 不同有效氯浓度对空心菜干重的影响 由图2可知,营养液中效氯浓度对空心菜干重的影响与鲜重基本一致。在营养液中效氯小于0.30 mg/L时,随着有效氯浓度的增加空心菜的干重逐渐增大,处理T3空心菜的干重最大,较不添加有效氯处理T1增大了37.18%。当营养液有效氯浓度范围超过0.30 mg/L时,随着营养液有效氯浓度的增大空心菜干重开始减小,处理T6空心菜干重最小,较出处理T1减小了7.24%。

2.1.3 不同有效氯浓度对空心菜株高的影响 从图3可以看出,营养液添加微酸性电解水有效氯对空心菜株高影响的敏感程度要小于其对鲜重、干重的影响程度。在一定浓度的有效氯范围内,空心菜的株高随着营养液有效氯浓度的增加而增大。但随着有效氯浓度的进一步增大,营养液有效氯浓度对空心菜株高的增加无明显促进作用。处理T4(营养液有效氯浓度为0.45 mg/L)空心菜株高最大,为65.67 cm,较处理T1增加了13%。

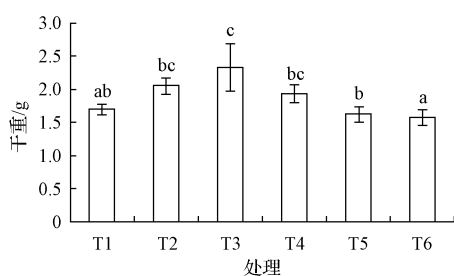


图2 不同有效氯浓度对空心菜干重的影响

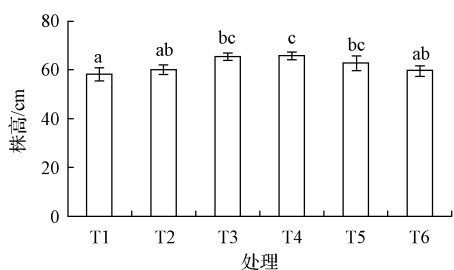


图3 不同有效氯浓度对空心菜株高的影响

2.1.4 不同有效氯浓度对空心菜茎粗的影响 图4表明,只有在T3处理条件下有效氯对空心菜茎粗增长表现出显著的促进作用,与处理T1相比,处理T3空心菜茎粗增加了18.04%,营养液有效氯对处理T2与T4空心菜茎粗增加的促进作用并不显著。当营养液有效氯浓度大于0.60 mg/L时,空心菜茎粗增长开始受到抑制,处理T5、T6的空心菜茎粗比处理T1分别减小了8.08%和10.39%。

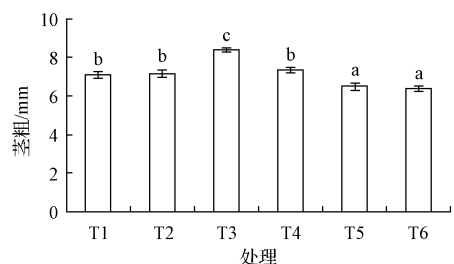


图4 不同有效氯浓度对空心菜茎粗的影响

2.2 不同有效氯浓度对空心菜品质指标影响

2.2.1 不同有效氯处理对空心菜维生素C含量的影响

从图5可以看出,当营养液有效氯浓度小于0.45 mg/L时,空心菜维生素C含量随着营养液中有效氯浓度增加表现出增大的趋势,处理T2、T3、T4空心菜维生素C含量分别为269.28、301.84、311.12 mg/kg,较处理T1分别增加了27.02%、42.38%和56.19%。随着营养液有效氯浓度的进一步增大,空心菜维生素C含量开始逐渐降低,但仍高于处理T1。

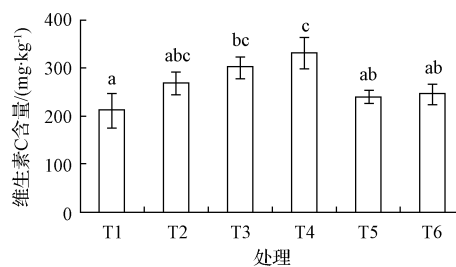


图5 不同有效氯浓度对空心菜维生素C含量的影响

2.2.2 不同有效氯处理对空心菜可溶性糖含量的影响

图6表明,营养液电解水有效氯对空心菜可溶糖含量的增加具有一定的促进作用,但总体而言,当营养液有效氯浓度小于0.60 mg/L时,各处理之间的差异并不显著。当营养液有效氯浓度小于0.30 mg/L时,随着营养液有效氯浓度的增加空心菜可溶性糖含量逐渐增大,处理T3的空心菜可溶性糖含量最大,为0.95%;随着营养液有效氯浓度的进一步增大,空心菜可溶性糖的含量逐渐减小,处理T6空心菜可溶性糖的含量最小,为0.63%,较处理T1降低了16.99%。

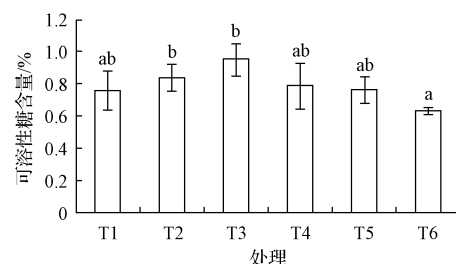


图6 不同有效氯浓度对空心菜可溶性糖含量的影响

3 讨论与结论

在一定浓度的微酸性电解水有效氯范围内,水培空心菜的产量与品质非但没有因添加微酸性电解水而受到不良影响,各项指标还均有所改善^[14-15],与微酸性电解水喷淋试验和灌溉试验不同的是:由于水培作物根系直接浸没在营养液中,其缓冲性远弱于土壤和基质^[16],故在水培条件下作物对有效氯的反应较为敏感,但随着有效氯浓度的进一步增大,空心菜的产量与品质指标均低于不添加微酸性电解水的处理。

微酸性电解水对温室作物致病细菌的杀灭效果已经为大家所公认^[1-2],综合该研究的结果,只要将消毒处理后营养液的有效氯降低到合理的范围内即可用于水培蔬菜的生产。有微酸性电解水中有效氯含量稳定较差,可以通过稀释或搅拌扰动的方法促进有效氯的分解。因此,将微酸性电解水用于水培营养液消毒是完全可行的。就该研究选取的研究作物空心菜而言,消毒处理后营养液中残留有效氯含量不宜高于0.45 mg/L。

参考文献

- [1] 李华贞,刘海杰,宋曙辉,等.微酸性电解水杀灭菠菜表面微生物的影响因素[J].食品科学,2011,32(17):95-99.
- [2] 侯梦石,曹薇,赵淑梅,等.电解水对叶菜杀菌效果的研究[J].北方园艺,2011(24):46-48.
- [3] 高新昊,张志斌,郭世荣,等.强酸性电解水浸种对黄瓜种子发芽与幼苗生长影响的研究[J].中国农学通报,2004,20(6):227-228.
- [4] AL-HAQ M I, SUGIYAMA J, ISOBE S. Applications of electrolyzed water in agriculture & food industries[J]. Food Science and Technology Research, 2005, 11(2):135-150.
- [5] 李新武.酸性氧化电位水研究及在医疗领域的应用[J].中国护理管理,2008,8(4):12-17.
- [6] 曹薇,施正香,朱志伟,等.电解功能水在养殖业的应用展望[J].农业工程学报,2006,22(2):150-154.
- [7] 黄吉城,邓峰.电解氧化水的杀菌效果及其在食品生产和食具消毒中的应用研究[J].广东卫生防疫,2004,27(2):8-10.
- [8] 万新建,缪南生,熊德桃,等.电解水浸种对苦瓜种子发芽的影响研究[J].长江蔬菜,2011(3):48-49.
- [9] SCHORNER A, YAMAKI Y T. Possibility of controlling powdery mildew on peach with acid electrolyzed water[J]. Acta Horticulturae, 2000, 525: 481-486.
- [10] TSUKAGOSHI S, SUNOHARA Y, NOMA Y, et al. Control of powdery mildew by spraying the electrolyzed water in hydroponically grown strawberry[C]//International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Sustainable Technologies 559, 2000: 753-758.
- [11] 宋卫堂,王成,侯文龙.紫外线-臭氧组合式营养液消毒机的设计及灭菌性能试验[J].农业工程学报,2011,27(2):360-365.
- [12] 徐燕,赵春燕,孙军德.臭氧对无土栽培营养液的消毒作用研究[J].微生物学杂志,2005,24(6):60-61.
- [13] 刘向辉,刘芬,周立刚,等.紫外线杀灭营养液中黄瓜枯萎病菌试验研究[J].中国农学通报,2005,21(3):268-271.
- [14] 侯梦石,高璟,邓立新,等.电解水对小白菜生长发育及营养品质的影响[J].湖北农业科学,2011,50(7):1342-1346.
- [15] 曹薇,张春玲,李保明.喷洒微酸性电解水对荞麦芽菜生长的影响[J].农业工程学报,2012,28(9):159-164.
- [16] GORBE E. Study of nutrient solution management in soilless rose cultivation through the analysis of physiological parameters and nutrient absorption[D]. Polytechnical University of Valencia, 2009.

Effect of Available Chlorine Concentration From Acidic Electrolyzed Water on the Yield and Quality of Water Spinach Under Closed-loop Hydroponics

WANG Lichun^{1,2,3}, CHEN Hong^{1,2}, LI Feng⁴, LI Youli^{1,2}, QIAO Xiaojun^{1,2}

(1. Beijing Research Center of Intelligent Equipment for Agriculture, Beijing 100097; 2. Key Laboratory of Urban Agriculture (North) Ministry of Agriculture, Beijing 100097; 3. Beijing Agricultural IOT Engineering Technology Research Center, Beijing 100097; 4. Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

Abstract: Reasonable techniques of nutrient solution disinfection were the guarantee of high quality and yield vegetable production under soilless. The acidic electrolyzed water was applied in many fields as an effective fungicide but low residue. However, the applicability of acidic electrolyzed water to nutrient solution disinfection should be further tested. In order to explore feasibility of nutrient solution disinfection using acidic electrolyzed water, the effect of available chlorine concentration on the yield and quality of water spinach was studied. The results showed that the yield (fresh weight, dry weight, plant height, stem diameter) and quality (soluble sugar, vitamin C) indexes were first increased, with the increasing of available chlorine concentration supplied to the nutrient solution, and then decreased. Overall, the yield index of water spinach was sensitive to available chlorine concentration. Before the disinfected nutrient solution reused, the available chlorine concentration in the nutrient solution should be detected to maintain within a reasonable range by blending or diluting the nutrient solution. That would be avoiding the negative effect of available chlorine concentration on the growth of water spinach.

Keywords: hydroponics; water spinach; nutrient solution; acidic electrolyzed water; available chlorine