

酸性电解水对番茄叶霉病防治效果初探

王步云¹, 杨金利², 焦雪霞², 王晓青¹, 胡彬¹, 孙海¹, 王胤¹, 李云龙¹, 卢润刚^{2*}

1.北京市植物保护站,北京 100029;

2.北京市延庆区植物保护站,北京 102100

摘要: 为了探索酸性电解水对番茄叶霉病的防治效果,以 1×10^6 孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂为对照药剂,采用不同浓度的电生功能水在番茄缓苗期和发病初期进行喷施,结果发现,在缓苗后用 50 mg/L 电生功能水进行叶面喷施,每周 1 次,连续使用,在病害发生初期改用 80 mg/L 进行防治,每 7 d 喷施 1 次,连续 3 次,不仅对番茄叶霉病有一定的防治效果,还可以提高产量,而在病害发生初期采用 80 mg/L 进行叶面喷施,每 7 d 喷施 1 次,连续 3 次,对番茄叶霉病也具有一定的防治效果,但是对产量的影响不明显。

关键词: 酸性电解水; 番茄叶霉病; 防治

DOI: 10.3969/j.issn.2095-2341.2016.05.12

Preliminary Studies on Tomato Leaf Mould Control by Spraying Acidic Electrolyzed Functional Water

WANG Bu-yun¹, YANG Jin-li², JIAO Xue-xia², WANG Xiao-qing¹, HU Bin¹, SUN Hai¹, WANG Yin¹, LI Yun-long¹, LU Run-gang^{2*}

1. Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China;

2. Plant Protection Station of Yanqing District, Beijing 102100, China

Abstract: To explore the control effect of acidic electrolyzed functional water against tomato leaf mould, we sprayed different concentration of acidic electrolyzed water in seedling recovering period and early stage of the disease and used 1×10^6 spores/g *Pythium oligadrum* as control pesticide. The results showed that it could not only control the disease but also raise the production when 50 mg/L acidic electrolyzed functional water was used once a week in seedling recovering stage and 80 mg/L was sprayed once a week and lasted for three weeks in the early stage of the disease. However, if 80 mg/L was only used in the preliminary stage of disease without any treatment in the seedling recovering period, it had control efficiency on the disease, but had no obvious effect on the production.

Key words: acidic electrolyzed functional water; tomato leaf mould; control

电生功能水 (electrolyzed functional water, EFW) 又称电位水或离子水,是将自来水或稀盐水置于一种特殊的装置中,经电场处理得到的水溶液的总称^[1,2]。根据电解程度和生成方式,可分为强酸性电解水、强碱性电解水、弱酸性电解水、弱碱性电解水和无隔膜水等^[2,3]。除 pH、氧化还原电位 (oxidation-reduction potential, ORP) 值

外,电生功能水的指标还包括有效氯 (HClO、ClO⁻、Cl₂) 浓度 (available chlorine concentration, ACC) 等^[4]。酸性电解水具有强酸性和高氧化还原电位 (pH 2.0~3.5, ORP 1 000~1 150 mV),有效氯浓度在 10~90 mg/L,作为杀菌剂应用时杀菌效果显著,广泛用于医疗^[5,6]、食品^[7-9]、农业等行业^[10,11]。

收稿日期: 2016-05-04; 接受日期: 2016-06-30

基金项目: 北京市农业科技项目基金 (PXM2016_036203_000048) 资助。

作者简介: 王步云,农艺师,主要从事蔬菜病虫害防治。E-mail: buyun2007@sina.com。* 通信作者: 卢润刚,高级农艺师,主要从事植物保护相关研究。E-mail: yqsc2004@163.com

酸性电解水与其他的任何消毒杀菌剂都不同,因为它的本质是水,与光、空气及有机物接触后,会逐渐还原成普通的水^[12],因此,电生功能水无残留、无污染,对人和环境友好,而且高效、价格低廉,现在已广泛应用于一些水果的采后保鲜^[13-15]。

目前酸性电解水在植物病害防治方面的应用也得到了越来越多的关注和应用^[16]。李里特等^[17]通过田间试验发现利用酸性电解水防治葡萄炭疽病的防治效果优于75%百菌清可湿性粉剂;郝建雄等^[18]通过实验发现强酸性电解水对小麦条锈病的防治效果与三唑酮乳油的效果相近;Al-Haq等^[19,20]发现酸性电解水可有效降低桃子褐腐病、梨果腐霉病的发病几率和发病程度;Fujiwara^[21]和魏肖鹏等^[22]都研究了强酸性电解水对黄瓜白粉病的防治效果,结果发现,强酸性电解水对黄瓜白粉病有较好的防治效果,而且对黄瓜果实品质和产量没有不利影响;肖卫华等^[23]通过研究发现,对发生黄瓜白粉病的植株喷洒酸性电解水,防效可以达到73.1%;Derbalah等^[24]通过研究发现,酸性电解水对辣椒白粉病的防效高于枯草芽孢杆菌和丁香油。

番茄叶霉病 [*Fulvia fulva* (Cooke) Cif.] 在番茄生产中普遍发生,在保护地内危害更为严重^[25]。番茄叶霉病由半知菌亚门袍孢霉属真菌引起,具有间歇爆发的特点,主要危害叶片,严重时也可危害茎、花和果实^[26]。病菌在叶片上产生病斑影响光合作用,还可侵染茎秆和果实,影响果实品质,降低使用价值,造成经济损失。

笔者以番茄叶霉病为研究对象,以 1×10^6 孢子/g寡雄腐霉可湿性粉剂为对照药剂,考察了酸性电解水对番茄叶霉病的防治效果及对番茄产量的影响,以期应用酸性电解水进行蔬菜作物病害的防治提供参考和依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试作物为番茄,品种“仙客8号”;试验对象为番茄叶霉病。

供试药剂:电生功能水,多利维生可湿性粉剂(1×10^6 个孢子/g)(捷克生物制剂有限公司)。

1.2 主要仪器与设备

康奇电生功能水生成器(华夏康奇(北京)科

技有限责任公司) 山东卫士手动喷雾器(山东卫士植保机械有限公司)。

1.3 试验方法

试验于2015年3月19日~7月9日在北京市延庆区小丰营北菜园农产品产销专业合作社基地进行。

1.3.1 电生功能水的制备 电生功能水由电解质质量分数0.1%的氯化钠溶液制得,原水采用当地自来水,工作方式为连续制水式,最大功率600 W,进水水压0.2~0.4 MPa。试验用电生功能水为待机器工作5 min达到稳定状态后收集,置于25 L的聚乙烯塑料桶中备用,每次喷洒前重新制备并测定指标。电生功能水和原水水质指标包括pH、氧化还原电位、有效氯浓度,如表1所示。

表1 电生功能水与原水水质指标

Table 1 The water quality indexes of electrolyzed functional water and raw water.

类别	pH	ORP(mV)	ACC(mg/L)
自来水	8.1±0.1	306±5	0
电生功能水	≤ 2.7	≥ 1 100	50~100

1.3.2 电生功能水防治番茄叶霉病 ①小区设计及试验分组。根据大棚实际情况,取87株为一个小区,单位面积为24 m²,试验设4个处理,每个处理3次重复,每个重复间采用随机区组排列。电生功能水防治番茄叶霉病效果试验分组如表2所示。

每次施药液量根据苗龄大小为750~1 125 kg/hm²,要使雾滴均匀喷射到叶片上,以叶面雾滴均匀一致为宜。

②调查方法。每小区对角线5点取样,每点选2株,共10株,调查全株叶片,于第一次治疗施药前调查病情基数,并于末次施用后7 d调查病情及计算防治效果。根据以下分级标准分别记录叶片发病情况,根据病情指数计算防治效果,再按DMRT法测定处理间防效的差异显著性。

病叶分级标准:0级:无病斑;1级:病斑面积占整个叶面积的5%以下;3级:病斑面积占整个叶面积的6%~10%;5级:病斑面积占整个叶面积的11%~25%;7级:病斑面积占整个叶面积的26%~50%;9级:病斑面积占整个叶面积的50%以上。

表 2 药剂施用记录

Table 2 The record of electrolyzed functional water and control pesticide.

处理编号	药剂	施用剂量(制剂量)	处理时间	施用日期
A	电生功能水	定植缓苗后至发病前持续施用 50 mg/L(有效氯离子),发病后改用 80 mg/L(有效氯离子)	定植缓苗后至发病前每周一次(预防),发病后施药 3 次(防治)	2015 年 3 月 19 日~2015 年 6 月 4 日,每隔 7d 施用 1 次(预防),6 月 11 日、6 月 18 日、6 月 25 日(防治)
B	电生功能水	80 mg/L(有效氯离子)	发病后施药 3 次(防治)	6 月 11 日、6 月 18 日、6 月 25 日
C	1×10 ⁶ 个孢子/g 多利维生可湿性粉剂	200 g/hm ²	发病后施药 3 次	6 月 11 日、6 月 18 日、6 月 25 日
D	清水对照	—	—	与电生功能水同时施用

病情指数 = Σ (各级病叶数×相对级数值) / (调查总叶数×最高病级数) ×100

防治效果 (%) = $[1 - (CK_0 \times PT_1 / CK_1 \times PT_0)] \times 100$

式中,CK₀:空白对照区施用前病情指数,CK₁:空白对照区施用后病情指数,PT₀:药剂处理区施用前病情指数,PT₁:药剂处理区施用后病情指数。

1.3.3 电生功能水对番茄产量的影响 从番茄收获(2015年5月26日)开始,直到7月9日,每次采收时均记录各小区果数、重量,折算出各处理平均单果重、公顷产量及增产率。

2 试验结果

2.1 电生功能水防治番茄叶霉病

电生功能水防治番茄叶霉病的试验结果见表3。结果表明,在第3次药后7d调查,A处理防效为64.17%,B处理防效为57.85%,对照药剂多利维生可湿性粉剂防效为47.33%。可见,利用电生功能水预防和治疗番茄叶霉病的防效高于对照药剂,所以在有机蔬菜生产中防治番茄叶霉病时可优先选择电生功能水。经方差分析,A处理和

C处理间差异极显著,B处理和C处理间差异显著。因此,利用电生功能水防治番茄叶霉病时,可在缓苗后用50 mg/L进行叶面喷施,每周1次,连续使用,在病害发生初期改用80 mg/L进行叶面喷施,每7d喷施1次,连续3次,对番茄叶霉病具有较好的防治效果。

表 3 电生功能水防治番茄叶霉病试验结果

Table 3 The control efficiency of using electrolyzed functional water against tomato leaf mould.

处理	施药前平均病情指数	施药后平均病情指数	平均防效(%)
A	1.29	6.15	64.17±6.13aA
B	1.33	7.56	57.85±1.77aAB
C	1.36	7.93	47.33±4.43bB
D	0.89	9.83	—

注:同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。

2.2 电生功能水对番茄产量的影响

通过将近两个月内对每次番茄采收时的各小区果数、重量进行记录,并折算各处理平均单果重、公顷产量及增产率,结果如表4所示。

表 4 电生功能水对番茄产量影响的调查结果

Table 4 The survey results about tomato production after using electrolyzed functional water.

处理	果数(个/hm ²)	产量(kg/hm ²)	平均单果重(g)	增产(%)
A	737 035.00±40 081.71aA	164 040.31±1 178.63aA	222.37±0.03aA	1.99
B	703 407.08±15 116.68aA	162 967.55±3 797.21aA	235.67±0.02aA	1.33
C	694 374.79±15 677.88aA	161 857.28±1 718.74aA	233.67±0.01aA	0.64
D	683 258.13±17 833.83aA	160 831.76±4 281.54aA	235.63±0.01aA	—

注:同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。

从表4可见,从5月26日到7月9日,电生功能水A处理、B处理、对照药剂和空白对照各处理番茄的产量分别为164 040.31 kg/hm²、162 967.55 kg/hm²、161 857.28 kg/hm²和160 831.76 kg/hm²,增产率分别为1.99%、1.33%和0.64%,因此A处理和B处理增产率高于对照药剂处理,具有一定增产效果。经方差分析,果数各处理间差异不显著,产量各处理间差异不显著,平均单果重各处理间差异不显著。

3 讨论

本研究结果表明,缓苗后用50 mg/L酸性电解水进行叶面喷施,在病害发生初期改用80 mg/L进行防治,对番茄叶霉病有一定的防治效果,而且番茄增产效果明显。

本研究中使用的是强酸性电解水,而电解水还包括弱酸性电解水(pH 3.5~6.5)、强碱性电解水(pH 11.0~12.2)、弱碱性电解水(pH 8.0~10.0)和无隔膜水(pH 3.0~9.0)。目前对于弱酸性和强碱性电解水应用于病害防治的研究也逐渐展开。冀盈盈等^[27]经过研究发现弱酸性电解水对灰葡萄孢菌有较强的杀灭效果;Al-Haq等^[20]发现弱酸性电解水可以有效抑制梨轮纹病的发展;魏肖鹏等^[22]利用电解水防治黄瓜白粉病,发现先喷施强酸性电解水后喷施强碱性电解水的防效优于仅喷施强酸性电解水或强碱性电解水,也优于先喷施强碱性电解水后喷施强酸性电解水;Tsukagoshi等^[28]通过研究发现,单独喷施强酸性电解水或先喷施强酸性电解水再喷施强碱性电解水,都能够有效防治草莓白粉病。本实验仅研究了强酸性电解水对番茄叶霉病的防治效果,而对弱酸性电解水、强碱性电解水对番茄叶霉病的防效未做相关研究,另外本实验没有进行电解水和化学药剂对番茄叶霉病的防治效果对比研究,也没有探索最佳施用次数和最佳剂量,因此,对于电生功能水的研究仍需更为深入。

参 考 文 献

- [1] Izumi H. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables[J]. J. Food Sci., 1999, 64(3): 536-539.
- [2] 敖登格日乐,王其力更.强酸性电解水的生成及用途[J].内蒙古石油化工, 2015, 16: 24-26.
- [3] 章恩明,杜林,黄鸿志.电解水杀菌技术及其应用[J].食品与机械, 1999, (3): 30-31.
- [4] Hricova D, Stephan R, Zweifel C. Electrolyzed water and its application in the food industry[J]. J. Food Prot., 2008, 71(9): 1934-1947.
- [5] Vorobjeva N V, Vorobjeva L I, Khodjaev E Y. The bactericidal effects of electrolyzed oxidizing water on bacterial strains involved in hospital infections[J]. Artific. Organs, 2003, 28: 590-592.
- [6] Takeshita A, Takahashi Y, Endo M, et al.. Effectiveness of handwashing with electrolyzed water and its comparison with several types of handwashing methods against bacteria on hands after nursing procedures[J]. Biocontrol Sci., 2002, 7(3): 155-162.
- [7] Huang Y R, Hsieh H S, Lin S Y, et al.. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood[J]. Food Control, 2006, 17: 987-993.
- [8] Venkitanarayanan K S, Ezeike G O, Hung Y C, et al.. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water[J]. J. Food Prot., 1999, 62: 857-860.
- [9] Liu C C, Su Y C. Efficiency of electrolyzed oxidizing water on reducing *Listeria monocytogenes* contamination on seafood processing gloves[J]. Int. J. Food Microbiol., 2006, 110(2): 149-154.
- [10] 邵忠奇,王玉家,张慧清,等.强酸性电解水在食用菌生产中的应用试验[J].辽宁农业职业技术学院学报, 2001, 3(1): 26-27.
- [11] 蔡程焯,张京生,裴海生,等.酸性电生功能水的强化及其预处理玉米秸秆效果[J].农业工程学报, 2011, (S2): 149-153.
- [12] 武龙,李里特.电生功能水在农业领域的应用研究[J].农业工程学报, 2003, 19: 127-129.
- [13] 郝建雄,王愈,李里特.酸性电解水处理对草莓采后生理的影响[J].农业工程技术:温室园艺, 2006, (5): 36-38.
- [14] 李华贞,郑淑方,宋曙辉,等.酸性电解水对果蔬杀菌及保鲜效果的研究[J].现代食品科技, 2011, 27(3): 361-365.
- [15] 武龙,肖卫华,李里特,等.酸性电解水用于葡萄杀菌保鲜的试验研究[J].食品科技, 2004, (9): 81-83.
- [16] Xiong K, Li X T, Guo S, et al.. The antifungal mechanism of electrolyzed oxidizing water against *Aspergillus flavus* [J]. Food Sci. Biotechnol., 2014, 23(2): 661-669.
- [17] 李里特,肖卫华,武龙,等.电生功能水防治葡萄炭疽病的药效试验[J].中外葡萄与葡萄酒:病虫害防治, 2005, 2: 33-34.
- [18] 郝建雄,李里特,马占鸿,等.电生功能水防治小麦条锈病试验研究[J].中国植保导刊, 2006, 26(6): 21-23.
- [19] Al-Haq M I, Seo Y, Oshita S, et al.. Fungicidal effectiveness of electrolyzed oxidizing water on postharvest brown rot of peach[J]. HortSci., 2001, 36(7): 1310-1314.
- [20] Al-Haq M I, Seo Y, Oshita S, et al.. Disinfection effects of

- electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botryosphaeria berengeriana* [J]. Food Res. Int. , 2002 ,35(7) : 657-664.
- [21] Fujiwara K ,Doi R ,Iimoto M , *et al.*. Fundamental studies on crop disease control by spraying electrolysed strong acid water: (2) Control of downy mildew in cucumber and occurrence of a leaf burn-like physiological disorder [J]. Env. Control Biol. , 1998 ,36(4) : 245-249.
- [22] 魏肖鹏,董宇,栾广忠,等.电解水对黄瓜白粉病的防效以及对黄瓜生长和品质的影响[J]. 中国植保导刊,2015,35(2):8-12.
- [23] 肖卫华,李里特,王慧敏,等.电生功能水防治黄瓜白粉病试验初报[J].植物保护,2003,29(2):50-51.
- [24] Derbalah A S , Morsy S Z , Kamel S M , *et al.*. Recent approaches towards controlling powdery mildew of pepper under greenhouse conditions [J]. Egyptian J. Biol. Pest Control ,2012 ,22(2) : 205-210.
- [25] 韩文华,许文奎,张英杰,等.番茄叶霉病菌形态特征鉴定及生物学特性研究[J].辽宁农业科学,1997,(5):16-20.
- [26] 吕佩珂,李明远,吕钜文,等.中国蔬菜病虫原色图谱[M].北京:农业出版社,1998,56-56.
- [27] 冀盈盈,李保明,赵淑梅,等.微酸性电生功能水对灰葡萄孢菌的杀灭效果研究[A].见:纪念中国农业工程学会成立30周年暨中国农业工程学会2009年学术年会(CASE 2009)论文集[C]. CASE,2009.
- [28] Tsukagoshi S ,Sunohara Y ,Noma Y , *et al.*. Control of powdery mildew by spraying the electrolyzed water in hydroponically grown strawberry [J].Acta Hort. ,2000 ,559: 753-758.