

## 电生功能水对辣椒白粉病防治效果研究

谷培云<sup>1</sup>, 卢润刚<sup>1</sup>, 王步云<sup>2</sup>, 孙海<sup>2</sup>, 杨金利<sup>1</sup>, 焦雪霞<sup>1</sup>, 李云龙<sup>2\*</sup>

1.北京市延庆县植物保护站,北京 102100;

2.北京市植物保护站,北京 100029

**摘要:** 为了探索电生功能水对辣椒白粉病的防治效果,以枯草芽孢杆菌为药剂对照,采用不同浓度的电生功能水在辣椒缓苗期和发病初期进行喷施,结果发现,在缓苗后用 50 mg/L 的浓度进行叶面喷施,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 1 次,连续 3 次,对辣椒白粉病有较好的防治效果。而在病害发生初期采用浓度为 80 mg/L 的电生功能水进行叶面喷施,每 7 d 1 次,连续 3 次,对辣椒白粉病也具有一定的防治效果。

**关键词:** 电生功能水;辣椒白粉病;防治

DOI: 10.3969/j.issn.2095-2341.2016.01.14

## Study on Control Efficiency of Electrolyzed Functional Water Against Hot Pepper Powdery Mildew

GU Pei-yun<sup>1</sup>, LU Run-gang<sup>1</sup>, WANG Bu-yun<sup>2</sup>, SUN Hai<sup>2</sup>, YANG Jin-li<sup>1</sup>, JIAO Xue-xia<sup>1</sup>, LI Yun-long<sup>2\*</sup>

1.Plant Protection Station of Yanqing County, Beijing 102100, China;

2.Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China

**Abstract:** In order to explore the control effect of electrolyzed functional water against hot pepper powdery mildew, we sprayed different concentration of electrolyzed functional water in seedling recovering period and preliminary stage of powdery mildew on the hot pepper, and used *Bacillus subtilis* as control pesticide. The results showed that it could control the disease with better effect when 50 mg/L 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 powdery mildew. When 80 mg/L electrolyzed functional water was only used in the early stage of disease without any treatment in the seedling recovering period, it had certain control efficiency on the disease.

**Key words:** electrolyzed functional water; hot pepper powdery mildew; control

辣椒白粉病 [*Leveillula taurica* (Liv.) Arn.] 是一种世界性病害,在全世界所有辣椒种植地区都有不同程度的发生和流行。辣椒白粉病由子囊菌亚门的鞣鞣内丝白粉菌引起,主要以闭囊壳随病叶在地表越冬,翌年越冬病原菌可产生新的分生孢子,孢子萌发从寄主叶背气孔侵入,借助气流传播蔓延<sup>[1]</sup>。

长期以来,对于辣椒白粉病的防治主要依靠化学方法,虽然化学农药的使用在某种程度上能够有效控制病害发生,但是由于长期反复使用,辣

椒白粉病对很多化学农药已经产生了抗药性<sup>[2]</sup>,而且农药的大量使用也极易造成环境污染,同时也会直接或间接影响到辣椒的食用安全。生物防治作为植物病害防治的另一种方法,现在已经为越来越多的人广泛使用,虽然有些细菌已经被证实可防治辣椒白粉病<sup>[3,4]</sup>,但是目前可用于辣椒白粉病的生物药剂很少<sup>[5]</sup>,而且速效性明显不及化学农药<sup>[6]</sup>,还易受环境因素影响<sup>[7]</sup>。

电生功能水又被称为电解水或离子水,是通过电解浓度低的电解质溶液而得到的具有特殊理

收稿日期: 2015-12-22; 接受日期: 2015-12-31

基金项目: 北京市农业局资助项目(PXM2015\_036203\_000009; PXM2015\_036203\_000035) 资助。

作者简介: 谷培云, 推广研究员, 主要从事蔬菜病虫害防治。Tel: 010-51051765; E-mail: yqsc2004@163.com。\* 通信作者: 李云龙, 高级农艺师, 主要从事植物保护相关研究。E-mail: lylong777@163.com

化特性的水溶液<sup>[8]</sup>,其 pH 接近中性(5.0~6.5),是一种高效无毒的新型杀菌剂<sup>[9,10]</sup>,目前有研究表明电生功能水具有的杀菌能力与其他含氯消毒剂 and 强酸性离子水等同,甚至更强<sup>[11,12]</sup>,而且由于电生功能水杀菌范围广、杀菌高效迅速,并且制备方便、成本低,对环境和人体无害,目前在农业生产尤其是植物病害防治上得到了越来越多的关注和应用<sup>[13]</sup>。郝建雄等<sup>[14]</sup>通过室内试验结合田间试验研究发现电生功能水对小麦条锈菌有明显的抑制作用,而且效果与三唑酮 EC(粉锈宁)接近;李里特等<sup>[15]</sup>通过田间试验发现利用电生功能水防治葡萄炭疽病比利用 75% 百菌清可湿性粉剂 700 倍稀释液的防治效果更好,而且不影响葡萄生长;肖卫华等<sup>[16]</sup>通过研究发现电生功能水可以有效控制黄瓜白粉病的发生。本文初步探索了电生功能水对辣椒白粉病的防治效果及对辣椒产量的影响,以期为蔬菜作物病害的绿色防治提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试作物:定植后 10~15 d 的辣椒苗,品种为“龙鼎”;试验对象:处于发病初期的辣椒白粉病;供试药剂:电生功能水,枯草芽孢杆菌(1 000 亿孢子/g)(北京中农恒生物技术有限公司)。试验于 2015 年 3 月 19 日~7 月 16 日在北京市延庆县小丰营北菜园农产品产销专业合作社基地进行。

### 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);“没得比”手动喷雾器(山东卫士植保机械有限公司)。

### 1.3 电生功能水的制备

电生功能水以电生功能水生成器对食盐稀溶液进行电解制得,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。电生功能水由电解质量分数 0.1% 的氯化钠溶液制得,待机器工作 5 min 达到稳定状态后收集,放置于 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(oxidation-re-

duction potential,ORP)、有效氯浓度(available chlorine concentration,ACC)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

## 1.4 试验方法

**1.4.1 电生功能水防治辣椒白粉病** 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 m<sup>2</sup>,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。于 2015 年 3 月 19 日辣椒定植缓苗,6 月下旬为辣椒白粉病发病初期。试验分组如下:A 处理:于定植缓苗后,按照有效氯浓度 50 mg/L 进行第 1 次叶面喷施,在发病前每隔 7 d 喷雾一次,在白粉病发病初期进行病情基数调查,按照有效氯浓度 80 g/L 对小区内所有植株进行第 1 次施药,以后每 7 d 1 次,连续喷施 3 次,共施用 17 次;B 处理:于白粉病发病初期调查病情基数后,按照有效氯浓度 80 mg/L,对小区内所有植株进行第一次治疗施药,以后每 7 d 1 次,连续喷施 3 次,共施药 3 次;C 处理:于病害发生初期,对小区内所有植株喷施枯草芽孢杆菌(1 000 亿孢子/g) 800 倍液,以后每隔 7 d 喷雾防治一次,共施药 3 次;D 处理:清水对照。每次施药根据苗龄大小,按照用水 750~1 125 L/hm<sup>2</sup> 喷施,使雾滴均匀喷施到叶片上,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,每株选 3 个侧枝,共 30 枝,调查每一侧枝上的全部叶片,于第一次治疗施药前(6 月 25 日)调查病情基数,并于末次施用后 7 d(7 月 16 日)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。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum \text{各级病叶数} \times \text{相对级数值}}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100$$

$$\text{防治效果}(\%) = [1 - (\text{CK}_0 \times \text{PT}_0 / \text{CK}_1 \times \text{PT}_1)] \times 100$$

式中,  $\text{CK}_0$  为空白对照区施用前病情指数;  $\text{CK}_1$  为空白对照区施用后病情指数;  $\text{PT}_0$  为药剂处理区施用前病情指数;  $\text{PT}_1$  为药剂处理区施用后病情指数。

**1.4.2 电生功能水对辣椒产量的影响** 从辣椒收获(2015年5月16日)开始,直到7月15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、产量及增产率。

## 2 结果与分析

### 2.1 电生功能水防治辣椒白粉病

通过在不同时期对发病前后的辣椒施用不同浓度的电生功能水,结果(表2)表明,在第3次施药后7d调查,A处理防效为47.88%,B处理防效为45.52%,对照药剂枯草芽孢杆菌800倍液防效为33.13%。可见,虽然电生功能水预防辣椒白粉病防效只有47.88%和45.52%,但防效均高于对照药剂,A处理防效最高,所以在有机蔬菜生产中防治辣椒白粉病时可优先选择电生功能水。经方差分析,处理A与处理C间差异显著,其他处理间差异不显著。因此,利用电生功能水防治辣椒白粉病时,可在缓苗后用50 mg/L进行叶面喷施,每周1次,连续施用,在病害发生初期改用80 mg/L进行防治,或仅在病害发生初期采用80 mg/L进行叶面喷施,每7d1次,连续3次,均具有较好的防治效果。

表2 电生功能水防治辣椒白粉病试验结果

Table 2 The results of control efficiency of electrolyzed functional water against hot pepper powdery mildew.

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	6.45	10.93	47.88±7.96 a
B	7.15	12.98	45.52±7.49 ab
C	10.19	17.61	33.13±4.46 b
D	6.33	22.39	

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

### 2.2 电生功能水对辣椒产量的影响

连续两个月对每次辣椒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、产量及增产率,结果如表3所示。从表3可见,从5月16日~7月15日,电生功能水A处理、B处理、对照药剂和空白对照各处理间,虽然A处理平均单果重72.27g,低于其他处理,但A处理平均果数最高,为105.94万个/hm<sup>2</sup>,高于其他处理,果实大小适中,经济价值高。A处理、B处理、C处理和对照处理辣椒的产量分别为76 413.15 kg/hm<sup>2</sup>、74 180.10 kg/hm<sup>2</sup>、74 162.10 kg/hm<sup>2</sup>和72 883.65 kg/hm<sup>2</sup>,增产率分别为4.84%、1.78%和1.75%,A处理产量高于其他处理,但统计结果显示,各处理产量差异不显著。

表3 电生功能水对辣椒产量影响的调查结果

Table 3 The survey results of hot pepper production after using electrolyzed functional water.

处理	果数 (万个/hm <sup>2</sup> )	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	平均单果重(g)	增产 (%)
A	105.94	76 413.15 a	72.27	4.84
B	96.06	74 180.10 a	77.33	1.78
C	102.77	74 162.10 a	72.63	1.75
D	91.84	72 883.65 a	79.00	-

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

## 3 讨论

本研究结果表明,缓苗后用50 mg/L电生功能水进行叶面喷施,在病害发生初期改用80 mg/L进行防治,或只在病害发生初期采用80 mg/L进行叶面喷施,均对辣椒白粉病具有一定的防治效果,而缓苗后至发病时都喷施电生功能水的防治效果最好,还可以提高辣椒产量,这可能主要是由于电生功能水对白粉病潜育期阶段具有明显的杀灭和抑制作用,而如果在辣椒发病后才开始防治,在白粉病潜育期,白粉菌菌丝体已经伸出吸器进入寄主表皮细胞吸取养分<sup>[17]</sup>,在一定程度上抑制了作物的正常生长,从而影响了辣椒产量。郝建雄等<sup>[14]</sup>研究了电生功能水对小麦条锈病的防治效果后也有类似发现,他发现从接菌后10d开始喷施电生功能水对病害的防治效果要明显高于从病情指数达到20时开始喷施的防

治效果,因此,电生功能水可用于未发病时的前期预防,对病害发生后的防治也有一定效果。

本研究不仅提出了一种新的辣椒白粉病的生物防治方法,也为其他蔬菜病害的生物防治提供了参考。但本实验只是电生功能水对辣椒白粉病防治效果的初步研究,而且对照药剂为生物药剂。后期将进一步进行电生功能水和化学药剂对辣椒白粉病的防治效果对比研究,并对最佳施用次数和最佳剂量进行探索。因此,对于电生功能水的研究仍需更为深入。

#### 参 考 文 献

- [1] 吕佩珂,李明远,吕钜文,等.中国蔬菜病虫害原色图谱[M].北京:农业出版社,1998,95.
- [2] 周益林,段霞瑜,盛宝钦.植物白粉病的化学防治进展[J].农药学报,2001,3(2):12-18.
- [3] 孙睿揆,王志远,飞兴文,等.辣椒白粉病生防菌株Bs2的筛选鉴定及田间防效研究[J].西南农业学报,2011,24(3):974-978.
- [4] Derbalah A S, Morsy S Z, Kamel S M. Recent approaches towards controlling powdery mildew of pepper under greenhouse conditions[J]. Egypt. J. Biol. Pest Control, 2012, 22(2): 205-210.
- [5] 马明,曹小蕾,何丽,等.新疆焉耆垦区辣椒白粉病药剂防治研究[J].植物医生,2015,28(4):35-37.
- [6] 顾鑫,丁俊杰.大豆蚜虫生物防治技术研究的回顾与展望[J].中国农学通报,2010,26(13):332-334.
- [7] 李凯,袁鹤.植物病害生物防治概述[J].山西农业科学,2012,40(7):807-810.
- [8] Shoji K, Junichi T, John S, et al.. Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage [J]. Food Control, 2009, 20(3): 294-297.
- [9] 郑磊,刘海杰,郝建雄,等.电生功能水对保护地番茄叶霉病防治效果[J].植物保护,2010,36(1):162-164.
- [10] 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年学术年会论文集[C].山西太谷,2009,607-610.
- [11] Koide S, Takeda J, Shi J, et al.. Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage [J]. Food Control, 2009, 20(3): 294-297.
- [12] Abadias M, Usall J, Oliveira M, et al.. Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables [J]. Int. J. Food Microbiol., 2008, 123(1-2): 151-158.
- [13] Xiong K, Li X T, Guo S B, et al.. The antifungal mechanism of electrolyzed oxidizing water against *Aspergillus flavus* [J]. Food Sci. Biotechnol., 2014, 23(2): 661-669.
- [14] 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.
- [15] 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].病虫防治,2005,2(11):33-34.
- [16] 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.
- [17] 许志刚.植物病理学[M].北京:中国农业出版社,2004,278.