

DOI:10.11937/bfyy.201704026

# 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜光合作用及枯萎病的影响

黄业昌<sup>1</sup>, 孙吉庆<sup>2</sup>, 陈勇兵<sup>1</sup>

(1. 温州科技职业学院 基地建设与管理中心, 浙江 温州 325105; 2. 中国种子集团有限公司 生命科学技术中心, 山东 寿光 262700)

**摘要:**以“京欣四号”西瓜为试材,在温室栽培条件下,设置不同浓度的邻苯二甲酸二丁酯进行处理,探讨其对西瓜苗光合作用及枯萎病的影响。结果表明:浓度为  $1.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  的邻苯二甲酸二丁酯在促进西瓜植株生长,提高净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ ),增加胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )和气孔导度( $G_s$ )的同时,能够有效降低西瓜枯萎病的发病率和病情指数,防效达到 37.5%;当邻苯二甲酸二丁酯浓度为  $2.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  时,其对西瓜植株的生长和净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )和气孔导度( $G_s$ )呈抑制作用,且对西瓜枯萎病的抑制作用减弱,防效仅为 9.4%。因此,在生产中,合理利用邻苯二甲酸二丁酯会对预防、抑制西瓜枯萎病的发生产生积极的作用。

**关键词:**西瓜;枯萎病;邻苯二甲酸二丁酯;光合作用

**中图分类号:**S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)04-0111-05

西瓜枯萎病又称为蔓割病、萎蔫病等,是由西瓜专化型尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*,

**第一作者简介:**黄业昌(1987-),男,硕士,研究实习员,现主要从事作物栽培管理等研究工作。E-mail:huang670745709@163.com.

**责任作者:**陈勇兵(1972-),男,本科,教授,现主要从事设施农业技术与农作物病虫害综合防治等研究工作。E-mail:cyb@china.com.

**收稿日期:**2016-09-29

FON)引起的毁灭性病害,其发生严重影响了西瓜的产量和品质。镰刀菌的菌丝或孢子一般存在于 0~25 cm 的土层中,较易通过根部或根毛顶端细胞间伤口侵入,阻塞导管抑制水分输送,进而引起植株萎蔫<sup>[1]</sup>,23~28 ℃ 为其侵染植物根系的最适温度<sup>[2]</sup>。目前,西瓜枯萎病的防治方法包括物理防治、化学防治、嫁接换根、生物防治等<sup>[3]</sup>,但生产上还是以嫁接换根和化学药剂防治为主,这在一定程度上造成了生产成本的增加及对环境的破坏。

## Effects of Three Kinds of Miticides and Their Compounds Against *Panonychus ulmi* Koch in Field

JIAO Rui, LI Litao, YU Lichen, HE Limin, XU Changxin, LIU Jinli

(Changli Institute of Pomology, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Changli, Hebei 066600)

**Abstract:** Three kinds of commonly used acaricides spirotetramat, spirotetramat diester, etoxazole were used as test materials, their effects against the *Panonychus ulmi* Koch in field were studied by using randomized block design. The results indicated that the rapidly availability and persistence of 20% spirotetramat diester and 22.4% spirotetramat suspending agent were good whether they were single dose or mixed with other pesticides. The rapidly availability was very poor when  $110 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  etoxazole suspending agent used alone, and it could not rapidly reduce mites density. It needed to be used with other readily available acaricides.

**Keywords:** spirotetramat; spirotetramat diester; etoxazole; *Panonychus ulmi* Koch; control in field

邻苯二甲酸二丁酯是植物分泌物中的重要物质<sup>[4]</sup>,在多种植物中广泛存在,通过释放到土壤中可以产生化感作用。目前已在马铃薯<sup>[5]</sup>、辣椒<sup>[6]</sup>、大豆<sup>[7]</sup>等根系分泌物成分中检测出该物质的存在,并证实了其化感作用;李轶修等<sup>[8]</sup>研究表明,邻苯二甲酸二丁酯在低浓度时对茄子幼苗的生长具有促进作用,而在高浓度时具有抑制作用;周宝利等<sup>[9]</sup>研究证明其对茄子根际土壤黄萎菌产生了抑制作用,提高了茄子对黄萎病的抗病性,以  $0.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  浓度处理效果最好。目前,有关邻苯二甲酸二丁酯对西瓜枯萎病的防治及光合作用的影响方面的研究尚鲜见报道。为此,该研究采用不同浓度的邻苯二甲酸二丁酯处理西瓜苗,研究其对西瓜枯萎病调控作用,旨在为西瓜生产上实际应用邻苯二甲酸二丁酯提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试西瓜品种“京欣4号”由北京京研益农科技发展中心提供。西瓜枯萎病病菌为西瓜专化型尖孢镰刀菌(*F. oxysporum* f. sp. *niveum*),由中国农业科学院植保所提供,将菌株转移到 PDA 液体培养基上  $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$  震荡培养 3 d,稀释到  $1 \times 10^7 \text{ cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

将草炭、壤土、河沙按照 1:1:1(体积比)混匀配成基质,过筛,高温灭菌( $121 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2 h)后备用。邻

苯二甲酸二丁酯购自某试剂公司。

### 1.2 试验方法

试验于 2016 年 3—6 月在青岛农业大学日光温室内进行,共设计 5 个处理,以不接种枯萎病菌及不浇灌邻苯二甲酸二丁酯溶液为对照,处理与对照均重复 4 次,随机区组排列,具体处理方法见表 1。将西瓜种子用 75% 的酒精消毒后,清水浸种 8 h,于  $28 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  下催芽,出芽后播种于  $8 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  盛有供试土壤的瓷盆中。待西瓜苗长至一叶一心时按试验设计接种枯萎病菌及浇灌邻苯二甲酸二丁酯溶液。生长期每周补充 2 次 Hoagland 营养液,其它按常规管理,30 d 后进行试验指标的测定。

### 1.3 项目测定

1.3.1 生长指标测定 按常规方法测定植株高度、茎粗、植株干鲜质量、叶数。

1.3.2 光合生理指标测定 于 11:00 时采用美国 PP Systems 公司生产的 CIRAS-3 型便携式光合测定系统测定每盆最大完全展开功能叶片的净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )、气孔导度( $G_s$ )。测定均在温度  $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、二氧化碳浓度  $360 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、光量子通量密度  $1\,000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  时进行。

表 1

试验设计

Table 1

Experiment design

处理 Treatments	方法 Method
CK	不接种枯萎病菌,并且不浇灌邻苯二甲酸二丁酯溶液
DP1	不接种枯萎病菌,浇灌浓度为 $1.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 邻苯二甲酸二丁酯溶液(每盆 200 mL)
DP2	不接种枯萎病菌,浇灌浓度为 $2.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 邻苯二甲酸二丁酯溶液(每盆 200 mL)
FON	只接种枯萎病菌(每盆 30 mL),不浇灌邻苯二甲酸二丁酯溶液
DP1+FON	接种枯萎病菌(每盆 30 mL),浇灌浓度为 $1.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 邻苯二甲酸二丁酯溶液(每盆 200 mL)
DP2+FON	接种枯萎病菌(每盆 30 mL),浇灌浓度为 $2.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 邻苯二甲酸二丁酯溶液(每盆 200 mL)

1.3.3 发病指标测定 按照分级标准考察植株的发病情况,记录并计算植株病情指数。调查标准分 5 级,具体如下:0 级,正常生长;1 级,茎蔓或叶片由下而上萎蔫,萎蔫面积占全株面积的  $1/4$  或  $1/4$  以下;2 级,茎蔓或叶片由下而上萎蔫,萎蔫面积占全株面积的  $1/4 \sim 1/2$ ,蔓上有琥珀色胶状物;3 级,茎蔓或叶片由下而上萎蔫,萎蔫面积占全株面积的  $1/2$  以上,蔓上有琥珀色胶状物,节间变短,下部病茎表面产生粉红色或白色霉层;4 级,植株全部萎蔫死亡。病情指数 =  $\sum(\text{各病级病株数} \times \text{病级级数}) / (\text{调查总株数} \times \text{最高级数}) \times 100$ ;防治效果(%) =  $(\text{FON 的病情指数} - \text{接种枯萎病菌处理的病情指数}) / (\text{CK} +$

FON 病情指数)  $\times 100$ 。

### 1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2007 软件对数据进行统计、绘图处理,采用 DPS 7.05 软件进行方差分析,采用 LSD 法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗生长状况的影响

由表 2 可知,与 CK 相比,DP1 处理下各项生长指标均有所提升,DP2 处理下各项生长指标均呈现出不同水平的下降,接种尖孢镰刀菌的处理,各项生长指标较 CK 均有下降,其中 FON 处理长势最差,

DP2+FON 处理次之,DP1+FON 处理的长势强于 DP2+FON。表明低浓度邻苯二甲酸二丁酯促进西瓜苗的生长,而高浓度邻苯二甲酸二丁酯抑制西瓜苗的

生长;同时邻苯二甲酸二丁酯会改善尖孢镰刀菌对植株生长的抑制作用,其效果在低浓度处理下更好。

表 2

邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗生长的影响

Table 2

Effects of dibutyl phthalate on the growth of watermelon seedlings

处理 Treatments	蔓长 Seedling length/cm	茎粗 Stem diameter/mm	干质量 Dry weight/g	鲜质量 Fresh weight/g	叶片数 Leaf number
CK	9.70b	4.90b	0.73ab	24.25ab	5.50ab
DP1	11.50a	5.41a	0.86a	28.00a	6.00a
DP2	8.15c	4.37c	0.58bc	23.00b	5.00abc
FON	4.90e	3.79e	0.38d	16.00d	3.50d
DP1+FON	7.98c	4.36cd	0.56c	21.50bc	4.75bc
DP2+FON	6.55d	3.85de	0.49cd	19.00cd	4.00cd

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

## 2.2 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗净光合速率( $P_n$ )的影响

由图 1 可知,与 CK 相比,DP1 处理下  $P_n$  显著升高,达到了  $27.64 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,较其它处理均达到差异显著水平;DP2、FON、DP1+FON、DP2+FON 处理的  $P_n$  均显著降低,其中 FON 的降幅最大,DP2 降幅最小。由此得出,不同浓度的邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗  $P_n$  影响不同,呈现出“低促高抑”的趋势;尖孢镰刀菌会显著抑制西瓜苗  $P_n$ ,而邻苯二甲酸二丁酯会改善这种抑制作用,且低浓度下的改善作用强于高浓度处理。

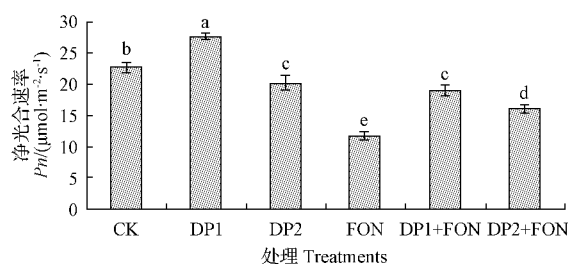


图 1 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗净光合速率( $P_n$ )的影响

Fig. 1 Effect of dibutyl phthalate on net photosynthetic rate ( $P_n$ ) of watermelon seedlings

## 2.3 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗蒸腾速率( $T_r$ )的影响

由图 2 可知,DP1 的  $T_r$  最高,较 CK 显著增加;DP2 的  $T_r$  显著低于 CK;FON、DP1+FON、DP2+FON 植株的  $T_r$  均显著低于 CK,以 FON 处理的  $T_r$  最低,但三者之间没有显著差异。这说明低浓度邻苯二甲酸二丁酯可以提升西瓜苗蒸腾速率,而高浓度处理会产生抑制作用;同时经邻苯二甲酸二丁酯

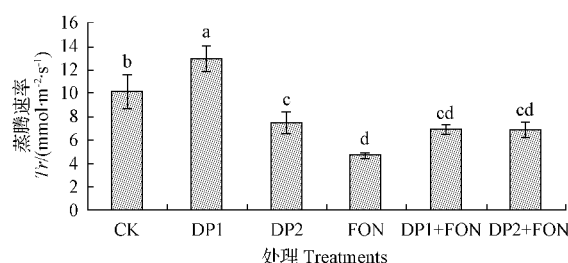


图 2 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗蒸腾速率( $T_r$ )的影响

Fig. 2 Effect of dibutyl phthalate on transpiration rate ( $T_r$ ) of watermelon seedlings

处理后,尖孢镰刀菌对西瓜苗的蒸腾速率的抑制作用会有所改善。

## 2.4 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )的影响

由图 3 可知,各处理下的  $C_i$  差异显著,其中 DP1 处理下叶片  $C_i$  最高,达到  $354 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,较 CK 显著增加;DP2 处理的  $C_i$  较 CK 显著降低。这说明不同浓度的邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗的  $C_i$  影响不同,低浓度呈现出提升作用,随着浓度的增加呈现出一定抑制趋势。FON、DP1+FON、DP2+FON 处理的  $C_i$  较 CK 均显著降低,其中 FON 处理最低,仅为  $212 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,显著低于 DP1+FON、DP2+FON 处理。表明接种尖孢镰刀菌后西瓜苗的  $C_i$  受到了显著抑制,而经邻苯二甲酸二丁酯处理后,这种抑制得到了改善,且低浓度邻苯二甲酸二丁酯的改善作用更佳。

## 2.5 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜气孔导度( $G_s$ )的影响

由图 4 可知,各处理间  $G_s$  存在显著差异,DP1 的  $G_s$  与 FON 的  $G_s$  相差最大。其中 DP1 的  $G_s$  最

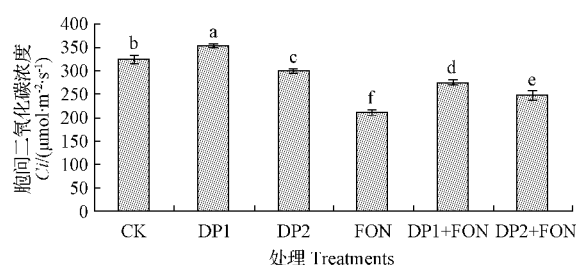


图3 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗胞间二氧化碳浓度(Ci)的影响

Fig. 3 Effect of dibutyl phthalate on intercellular CO<sub>2</sub> concentration (Ci) of watermelon seedlings

高,达到了  $751.75 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,较 CK 增加 8.6%;DP2 的  $G_s$  较 CK 降低 7.3%;FON、DP1 + FON、DP2 + FON 植株的  $G_s$  比 CK 低,分别比 CK 减少 54.3%、16.7%、28.5%。可见不同浓度的邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗的  $G_s$  影响不同,低浓度下有一定提升作用,而高浓度则会产生一定抑制作用;另外,经邻苯二甲酸二丁酯处理后,尖孢镰刀菌对西瓜苗  $G_s$  的抑制得到了改善,且低浓度下改善效果更为理想。

表 3

邻苯二甲酸二丁酯对西瓜枯萎病的影响

Table 3

Effects of dibutyl phthalate on *Fusarium* wilt

处理 Treatments	发病率 Disease incidence/%	病情指数 Disease index	防效 Control effects/%
CK	0.0	0.0	0.0
DP1	0.0	0.0	0.0
DP2	0.0	0.0	0.0
FON	100.0	66.7	0.0
DP1+FON	66.7	41.7	37.5
DP2+FON	100.0	60.4	9.4

### 3 讨论

李铁修等<sup>[8]</sup>研究表明,适当浓度的邻苯二甲酸二丁酯可以促进幼苗的生长,而当浓度过大时,则会对自身产生自毒作用,抑制苗的生长。该研究结果表明,邻苯二甲酸二丁酯对受体植物的作用效果与其浓度具很大关系,低浓度处理会对西瓜苗的生长产生促进作用,高浓度则会产生抑制作用。

光合作用是植物进行物质积累的直接来源,直接关系到植物生长、产量和品质<sup>[10]</sup>,影响光合作用的因素主要有气孔因素和非气孔因素<sup>[11]</sup>。目前已有研究表明化感物质能够降低茄子幼苗的光合作用<sup>[12]</sup>,咖啡酸、阿魏酸等对植物的光合作用起到了抑制作用<sup>[13]</sup>。该研究结果表明,低浓度的邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗的光合作用产生了促进作用,提高了西瓜苗  $P_n$ 、 $Tr$ 、 $C_i$ 、 $G_s$ ,浓度升高时产生抑制作用,西瓜

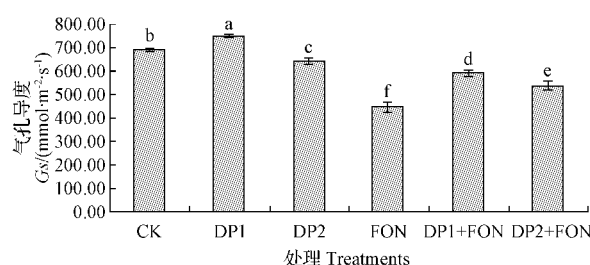


图4 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗气孔导度(Gs)的影响

Fig. 4 Effect of dibutyl phthalate on stomatal conductance (Gs) of watermelon seedlings

### 2.6 邻苯二甲酸二丁酯对西瓜枯萎病发病状况的影响

由表 3 可知,接种枯萎病的西瓜苗全部发病,其中 FON 西瓜苗发病率为 100.0%,病情指数最高,达到 66.7%。与 CK 相比,浇灌邻苯二甲酸二丁酯试剂能降低西瓜枯萎病的病情指数,降低了 6.3%~25%。DP1 + FON 的病情指数小于 DP2 + FON 的病情指数,说明浓度为  $1.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  时,邻苯二甲酸二丁酯对枯萎病的抑制作用强于  $2.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  处理。

苗  $P_n$ 、 $Tr$ 、 $C_i$ 、 $G_s$  有所降低。由此得出,邻苯二甲酸二丁酯对西瓜苗光合作用起了“低促高抑”的作用。这可能是因为低浓度的邻苯二甲酸二丁酯提高了植株叶片的气孔导度,从而提高了胞间二氧化碳浓度,增加了蒸腾速率,进而提高了叶片的净光合速率,促进了光合作用;高浓度时,则相反。

植物根系中的化感物质可以抑制病原菌的生长,化感物质对病原菌的化感作用都与其浓度密切相关<sup>[14]</sup>。王倩等<sup>[15]</sup>研究发现,苯甲酸对西瓜枯萎病会产生一定的化感作用,在低浓度时会抑制西瓜枯萎病的发生,随浓度的升高,其抑制作用有所减弱,在高浓度下甚至会促进西瓜枯萎病的发生。周宝利等<sup>[16]</sup>指出邻苯二甲酸二异丁酯对茄子黄萎菌具有“低抑高促”的作用。该研究发现,邻苯二甲酸二丁酯对西瓜枯萎病同样具有“低抑高促”,低浓度处理

的防效高于高浓度处理。邻苯二甲酸二丁酯能够引起土壤中细菌的数量增加<sup>[17]</sup>,而细菌数量及其比例的增加,可以抑制土传病害的发生<sup>[18]</sup>,这可能是邻苯二甲酸二丁酯使西瓜枯萎病发病率下降的原因。

综上所述,该研究初步确认了低浓度邻苯二甲酸二丁酯在促进西瓜光合作用和克服西瓜枯萎病中所起到的积极作用。农业生产中若充分合理利用邻苯二甲酸二丁酯,则必定会对西瓜枯萎病的防治起到积极的作用。

### 参考文献

- [1] 张宁.根分泌物在菌根或西瓜/旱作水稻间作减轻西瓜枯萎病中的响应[D].南京:南京农业大学,2013.
- [2] 徐伟慧,周岩,吴凤芝.西瓜枯萎病的研究进展[J].中国蔬菜,2013(8):4-11.
- [3] 曹云,马艳,吴华山,等.沼液处理对土壤微生物性状及西瓜枯萎病发生的影响[J].中国土壤与肥料,2016(1):34-41.
- [4] 刘娜,周宝利,李铁修,等.茄子/番茄嫁接植株根系分泌物对茄子黄萎病菌的化感作用[J].园艺学报,2008,35(9):1297-1304.
- [5] 张文明,邱慧珍,张春红,等.连作马铃薯不同生育期根系分泌物的成分检测及其自毒效应[J].中国生态农业学报,2015(2):215-224.
- [6] 耿广东,张素勤,程智慧.辣椒根系分泌物的化感作用及其化感物质分析[J].园艺学报,2009,36(6):873-878.
- [7] 李业成,马凤鸣,吴蕾,等.正茬与连作大豆根系分泌物差异及对大豆幼苗生长的影响[J].东北农业大学学报,2010,41(6):1-6.
- [8] 李铁修,周宝利,刘娜,等.邻苯二甲酸二丁酯对3种蔬菜作物种子萌发及幼苗生长的影响[J].西北农业学报,2009,18(6):217-220,224.
- [9] 周宝利,孙传齐,韩琳,等.邻苯二甲酸二丁酯对茄子根际土壤黄萎菌数量及土壤微生物组成的影响[J].华北农学报,2010,25(6):150-153.
- [10] 郑睿,康绍忠,胡笑涛,等.水氮处理对荒漠绿洲区酿酒葡萄光合特性与产量的影响[J].农业工程学报,2013,29(4):133-139.
- [11] FARQUHAR G D, SHARKY T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Annu Rev Plant Physiol, 1982, 33: 317-345.
- [12] 郁继华,张韵,牛彩霞,等.两种化感物质对茄子幼苗光合作用及叶绿素荧光参数的影响[J].应用生态学报,2006,17(9):1629-1632.
- [13] EINBHELLING F A, RASM U J A, SCHON M K. Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain sorghum seedlings[J]. J Chem Ecol, 1979(4): 425-436.
- [14] KRAVCHENKO L V, AZAROVA T S, LEONOVA-ERKO E I. Root exudates of tomato plants and their effect on the growth and antifungal activity of *Pseudomonas* strains[J]. Microbiology, 2003, 7(1): 37-41.
- [15] 王倩,李晓林.苯甲酸和肉桂酸对西瓜幼苗生长及枯萎病发生的作用[J].中国农业大学学报,2003,8(1):83-86.
- [16] 周宝利,陈丰,刘娜,等.邻苯二甲酸二异丁酯对茄子黄萎病及其幼苗生长的化感作用[J].西北农业学报,2010,19(4):179-183.
- [17] 陈强,孙红文,王兵,等.邻苯二甲酸二异辛酯(DEHP)对土壤中微生物和动物的影响[J].农业环境科学学报,2004,23(6):1156-1159.
- [18] 韩雪,吴凤芝,潘凯.根系分泌物与土传病害关系之研究综述[J].中国农学通报,2006,22(2):316-318.

## Effects of Dibutyl Phthalate on Photosynthesis and *Fusarium* Wilt of Watermelon

HUANG Yechang<sup>1</sup>, SUN Jiqing<sup>2</sup>, CHEN Yongbing<sup>1</sup>

(1. Center of Base Construction and Management, Wenzhou Vocational and Technical College, Wenzhou, Zhejiang 325105; 2. Life Science and Technology Center, China National Seed Group Co. Ltd., Shouguang, Shandong 262700)

**Abstract:** 'Jingxin No. 4' watermelon was used as test material. The effect of dibutyl phthalate on photosynthesis and *Fusarium* wilt of watermelon was studied under greenhouse conditions. The results showed that 1.0 mL · L<sup>-1</sup> dibutyl phthalate had notable impact on promoting growth, net photosynthetic rate, transpiration rate, intercellular CO<sub>2</sub> concentration and stomatal conductance, it also could reduce the incidence of watermelon wilt disease index and had good control effects (37.5%). When the concentration was up to 2.0 mL · L<sup>-1</sup>, the growth net photosynthetic rate, transpiration rate, intercellular CO<sub>2</sub> concentration and stomatal conductance of watermelon seedlings largely decreased. In addition, 2.0 mL · L<sup>-1</sup> dibutyl phthalate had little positive efficacy (9.4%) on inhibition of *Fusarium* wilt. There would be a positive effect on prevention the watermelon *Fusarium* wilt to use dibutyl phthalate appropriately in production of watermelon.

**Keywords:** watermelon; *Fusarium* wilt; dibutyl phthalate; photosynthesis