

doi:10.11937/bfyy.20164567

不同磷素浓度对瓜列当种子发芽及瓜列当与加工番茄寄生关系的影响

刘振亚¹, 陈连芳², 支金虎¹, 王德胜¹, 戴莲蔚¹, 程伟²

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团 第二师农业科学研究所, 新疆 铁门关 841005)

摘 要:以瓜列当种子为试材,采用不同浓度的磷素溶液(1×10^{-4} 、 3×10^{-4} 、 5×10^{-4} 、 7×10^{-4} 、 9×10^{-4} 、 1×10^{-5} 、 3×10^{-5} 、 5×10^{-5} 、 7×10^{-5} 、 9×10^{-5} 、 1×10^{-6} 、 3×10^{-6} 、 5×10^{-6} 、 7×10^{-6} 、 9×10^{-6} 、 1×10^{-7} 、 3×10^{-7} 、 5×10^{-7} 、 7×10^{-7} 、 9×10^{-7})对预培养的瓜列当种子进行处理,研究了磷素对瓜列当种子发芽率及瓜列当与加工番茄寄生的关系。结果表明:在磷素溶液为 1×10^{-4} 、 9×10^{-4} 、 1×10^{-5} 、 3×10^{-5} 、 1×10^{-6} 浓度下瓜列当发芽率较高,对瓜列当发芽有促进作用,在磷素溶液为 7×10^{-6} 、 9×10^{-5} 、 9×10^{-6} 、 9×10^{-7} 浓度下瓜列当发芽率较低;在 1×10^{-5} 和 9×10^{-5} 级别浓度下瓜列当寄生率最低,且差异不显著,能较好的抑制瓜列当的寄生。因此, 10^{-5} 浓度的磷在促进瓜列当诱杀发芽和减少寄生方面有很好的应用前景。

关键词:瓜列当;磷;萌发;寄生

中图分类号:S 641.206⁺.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)17-0076-04

瓜列当(*Orbanche aegyptiaca*)是全寄生性高等植物,广泛地分布在地中海地区、亚洲西部和欧洲东部,对当地的农作物生产造成巨大的影响,被认为是世界范围内危害最严重的寄生性杂

草^[1]。我国约有 23 种瓜列当,主要分布于新疆、吉林、甘肃、黑龙江、河北、山东、山西、陕西、辽宁、青海、内蒙古、四川等 11 个省份^[2-4]。在新疆瓜列当主要危害瓜类,但近年来由于加工番茄种子大量无序地从国外和区外调入,植物检疫工作滞后,导致分枝列当在新疆大范围扩展蔓延,为害程度日益加重。调查发现寄生性杂草分枝列当在新疆地区肆虐为害面积约为 7 000 hm²,约占加工番茄总种植面积的 10%,严重地导致加工番茄绝收,经济损失严重^[5]。对列当类杂草的防治主要有人工除草、植物检疫、培育抗列当品种、利用捕获作物或诱捕作物、化学防除等^[6]。董淑琦等^[7]利用冬小麦根际土浸提液来刺激小列当种子发

第一作者简介:刘振亚(1987-),男,硕士,实验师,研究方向为果树优质高效栽培生理。E-mail:liuzhenya_sm@126.com.

责任作者:支金虎(1978-),男,硕士,教授,研究方向为植物营养与化学生态。E-mail:zjhzky@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31360505);新疆生产建设兵团现代农业科技攻关与成果转化资助项目(2016AC007)。

收稿日期:2017-02-28

stage of the first generation showed higher control efficacy at the nymphal stage. It was recommend that spraying at the period of the end of egg hatching stage of first generation using 3 000 times dilution of spirotetramat 240 g · L⁻¹ SC for the control of pear psylla. Alternative insecticides should be used for rotation to avoid the development of resistance of pear psylla in field.

Keywords: insecticide; *Psylla chinensis*; control efficiency; spirotetramat

芽,使小列当自杀发芽达到防除的目的。余蕊等^[8]研究发现将大麻翻压,使根部释放的萌发刺激物存留耕层土壤,从而达到生物防除瓜列当和向日葵列当的目的。沙洁等^[9]研究表明,在加工番茄生产中,土壤含水量多少与瓜列当滋生并无显著的关系,单纯利用控制田间灌水量或干旱胁迫来防治瓜列当滋生的效果并不理想。何伟等^[10]报道二甲戊灵乳油、扑草净可湿性粉剂和 2 种药剂混合物在加工番茄田间应用防治列当具有潜力。目前学者普遍认为独脚金醇、独脚金内酯及其类似物(GR24)的刺激作用是瓜列当发芽的主要条件,支金虎等^[11]认为在低浓度的氮源刺激下,瓜列当发芽显著升高。在根系分泌物存在的情况下,随着浓度逐渐升高,瓜列当发芽率呈忽高忽低的变化,但总体趋势是随浓度升高发芽率逐渐降低。总体来说,目前世界上还未发现防治列当的特效方法。

新疆是瓜列当危害较为严重的地区之一,目前对瓜列当的防治主要采用农业栽培措施、生物防治和药剂防治等措施,但这些措施对瓜列当防治效果均不理想,导致经济损失惨重。因此,该试验通过不同磷素浓度对瓜列当种子发芽及瓜列当与加工番茄寄生关系影响的研究,探索影响瓜列当种子发芽以及对降低瓜列当寄生加工番茄的方法,为瓜列当的防治提供一定的数据基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试瓜列当于 2014 年采自和静县和静镇;供试加工番茄‘IVF3155’由新疆生产建设兵团第二师农科所提供,独脚金内酯类似物(GR24)由中国科学院水土保持研究所赠送。

1.2 试验方法

1.2.1 瓜列当的预培养

瓜列当种子的表面消毒在超净工作台内进行,将瓜列当种子放在盛有 1%次氯酸钠溶液的烧杯中,经超声波清洗处理 3 min,用无菌蒸馏水多次冲洗瓜列当种子,直到无色,将种子晾干备用。培养皿铺垫一层灭菌过的普通滤纸,上面铺满玻璃纤维滤纸小圆片,均匀撒入约 50 粒消过毒的瓜列当种子,加入 6 mL 赤霉素,用 parafilm 封口膜密封,放置 25℃培养箱中黑暗条件下培养 5 d。

1.2.2 不同浓度磷素溶液对瓜列当种子的处理

在超净工作台内,将预培养过的瓜列当种子放在玻璃纤维滤纸小圆片上,之后将其放入在培养皿内,用移液枪在小圆片上加 15 μL 不同梯度磷素溶液(母液浓度 $1\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 1×10^{-4} 、 3×10^{-4} 、 5×10^{-4} 、 7×10^{-4} 、 7×10^{-5} 、 9×10^{-4} 、 1×10^{-5} 、 3×10^{-5} 、 5×10^{-5} 、 9×10^{-5} 、 1×10^{-6} 、 3×10^{-6} 、 5×10^{-6} 、 7×10^{-6} 、 9×10^{-6} 、 1×10^{-7} 、 3×10^{-7} 、 5×10^{-7} 、 7×10^{-7} 、 9×10^{-7})处理瓜列当种子,以 GR-24 和无菌水处理为对照(CK),每处理 3 次重复。每个小滤片中放 30 个预培养的瓜列当种子,为保证瓜列当种子发芽所需要的水分,将灭过菌的滤纸用无菌水浸湿后,放在培养皿中,然后用 parafilm 封口,放置 25℃培养箱中黑暗条件下培养 8 d 后,在显微镜下观察瓜列当种子的发芽情况。

1.2.3 加工番茄的培养

在超净工作台内,将加工番茄种子用 1%次氯酸钠溶液和酒精消毒后,无菌水冲洗干净播入装有消毒细沙的白瓷盘中,加入无菌水后放在 25℃恒温培养箱中培养,管理至苗长成 20~30 cm 备用。

1.2.4 不同磷素溶液对瓜列当与加工番茄寄生关系

消毒灭菌后的蛭石加入底部打孔的一次性培养皿(直径 90 mm,高 20 mm)中,将经无菌水清洗过的加工番茄苗放入其中,每个番茄根部均匀撒入 30 粒预培养的瓜列当种子,盖好盖子,用封口膜封住培养皿上半部分的 2/3 处,培养皿底部小孔处用棉球塞好,下部放在自制小水槽中,每个水槽中 3 株番茄苗,为 3 次重复。水槽中分别加入不同磷素浓度(1×10^{-5} 、 3×10^{-5} 、 5×10^{-5} 、 9×10^{-5} 、 1×10^{-6} 、 3×10^{-6} 、 5×10^{-6} 、 7×10^{-6}) 300 mL,每 5 d 更换一次溶液,放在 25℃恒温培养箱中、每日光照 10 h 的环境中培养,管理 2~3 个月后统计瓜列当寄生率。发芽率(%)=发芽的种子数/供试种子数 $\times 100$,寄生率(%)=瓜列当寄生加工番茄苗数/加工番茄苗数 $\times 100$ 。

1.3 数据分析

采用 DPS 7.55 统计软件进行处理间各指标的差异显著性检验,显著性水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同磷素溶液对瓜列当发芽的影响

由表 1 可知,在蒸馏水(CK)处理下,瓜列当

的发芽率较低,为 26.47%,GR-24 的发芽率较高,为 94.61%。在浓度为 10^{-7} 级别,瓜列当发芽率高于 10^{-6} 级别,但低于 10^{-4} 和 10^{-5} 级别,从整体来看,瓜列当发芽率从 10^{-4} 、 10^{-5} 到 10^{-6} 呈下降的变化趋势,说明高浓度磷溶液瓜列当发芽率有促进作用,其中在 1×10^{-4} 、 9×10^{-4} 、 1×10^{-5} 、

3×10^{-5} 、 1×10^{-6} 浓度下发芽率较高,各处理之间差异不显著,但与无菌水对照差异显著;在低浓度刺激下,发芽率降低,其中 9×10^{-5} 、 7×10^{-6} 、 9×10^{-6} 、 9×10^{-7} 浓度下发芽率较低,4 个浓度之间与无菌水对照差异不显著,这些浓度对瓜列当发芽不产生促进作用。

表 1 不同浓度磷素溶液下瓜列当种子的发芽率

Table 1 *Orbanche aegyptiaca* Pers. seed germination under different concentrations of phosphorus solution

磷溶液浓度 Concentration of phosphorus solution	发芽率 Germination rate/%	磷溶液浓度 Concentration of phosphorus solution	发芽率 Germination rate/%
1×10^{-4}	97.60a	3×10^{-6}	74.58cdef
3×10^{-4}	85.55abc	5×10^{-6}	65.13ef
5×10^{-4}	85.97abc	7×10^{-6}	42.61g
7×10^{-4}	83.45abcd	9×10^{-6}	30.01g
9×10^{-4}	92.99ab	1×10^{-7}	89.99abc
1×10^{-5}	97.89a	3×10^{-7}	78.20bcde
3×10^{-5}	95.34ab	5×10^{-7}	81.98abcde
5×10^{-5}	77.83bcde	7×10^{-7}	67.04def
7×10^{-5}	60.73f	9×10^{-7}	39.77g
9×10^{-5}	40.13g	无菌水(CK)	26.47g
1×10^{-6}	92.61ab	GR-24(CK)	94.61ab

2.2 不同磷素溶液对瓜列当与加工番茄寄生关系的影响

由表 2 可知,用无菌水处理下,瓜列当的寄生率处于较低的水平,为 1.67%,GR-24 的寄生率较高,为 11.67%。在浓度为 $1 \times 10^{-5} \sim 9 \times 10^{-5}$ 、 $1 \times 10^{-6} \sim 9 \times 10^{-6}$ 和 $1 \times 10^{-7} \sim 9 \times 10^{-7}$ 的范围

内,瓜列当的寄生率均呈现先升高后下降的趋势, 3×10^{-5} 、 3×10^{-6} 、 5×10^{-6} 、 5×10^{-7} 浓度处理的寄生率相对较高,且 4 个浓度处理之间差异不显著,其余浓度下的寄生率较低,而在 1×10^{-5} 和 9×10^{-5} 浓度下寄生率最低,且与无菌水对照差异不显著,说明这 2 个浓度对瓜列当的寄生无促进作用。

表 2 不同浓度磷素溶液下瓜列当与加工番茄寄生率的关系

Table 2 Parasitic rate of *O. aegyptiaca* Pers. -tomato under different concentrations of phosphorus solution

磷溶液浓度 Concentration of phosphorus solution	寄生率 Parasitic rate/%	磷溶液浓度 Concentration of phosphorus solution	寄生率 Parasitic rate/%
1×10^{-5}	3.30cd	9×10^{-6}	4.00cd
3×10^{-5}	8.33abc	1×10^{-7}	4.67cd
5×10^{-5}	4.67cd	3×10^{-7}	6.00bcd
7×10^{-5}	4.00cd	5×10^{-7}	8.00abc
9×10^{-5}	3.33cd	7×10^{-7}	4.33cd
1×10^{-6}	6.33dcd	9×10^{-7}	4.33cd
3×10^{-6}	10.00ab	无菌水(CK)	1.67d
5×10^{-6}	12.33a	GR-24(CK)	11.67a
7×10^{-6}	4.67cd		

3 结论与讨论

现已发现能够刺激列当种子发芽的物质主要有 4 种,它们是独脚金醇(strigol)、高粱内酯(sorgolactone)、列当醇(orobanchol)以及人工合成的类似物(GR6、GR7 和 GR24 等)^[12],研究表明,增施氮、磷肥可减轻列当的危害,但尚未见在田间成功应用的报道,另有研究表明,列当寄主植

物在氮、磷元素缺乏的情况下会增加独脚金内酯的分泌^[13],从独脚金的寄主和非寄主植物的根分泌物中鉴定出了一些列当发芽刺激物质,这些物质由于具有相似的化学结构式,被命名为独脚金内酯,大部分独脚金内酯可刺激列当种子发芽^[14]。该研究表明磷含量控制在 1×10^{-5} 、 7×10^{-5} 、 9×10^{-5} 时,瓜列当对加工番茄的寄生率低,对瓜列当寄生有显著的抑制作用。因此, 10^{-5} 级浓度的磷可有效促进瓜列当诱杀发芽,且能降低

寄生率。因此在瓜列当的防除上,可以适当提高供磷水平,减少瓜列当寄生的机会。该研究主要是在室内对不同磷素浓度对瓜列当种子发芽以及瓜列当与加工番茄寄生关系的影响进行了研究,而在生产中对瓜列当的防治如何,还需进行系统的研究,但通过调节土壤微环境减轻瓜列当危害的思路是正确的。

参考文献

- [1] 马永清,张维,董淑琦,等. 传统中草药浸提液对 3 种列当种子萌发的诱导作用[J]. 中国科学:生命科学,2012,42(4):304.
- [2] 任文义,李毅,马洪锡,等. 向日葵列当对向日葵主要经济性状的影响及防治方法研究[J]. 河北农业大学学报,1992(15):63-66.
- [3] YU H Y, XUE L J, QIAO Y M, et al. Identification of the newly introduced sunflower germplasm resistance to sunflower broomrape in Jilin Province[J]. J Plant Genetic Resour, 2000(1):65.
- [4] 王鹏冬,杨新元,张学武,等. 山西省向日葵列当初报[J]. 山西农业科学,2003,31:75-77.
- [5] 柴阿丽,迟庆勇,何伟,等. 寄生性杂草分枝列当对新疆加工番茄为害严重[J]. 中国蔬菜,2013(17):22.
- [6] 马永清,董淑琦,任祥祥,等. 列当杂草及其防除措施展望[J]. 中国生物防治学报,2012,28(1):133-138.
- [7] 董淑琦,马永清,税军峰,等. 不同年代冬小麦品种根际土浸提液诱导小列当种子发芽的化感作用研究[J]. 中国农业大学学报,2009,14(2):59.
- [8] 余蕊,马永清. 大麻对瓜列当和向日葵列当种子萌发诱导作用研究[J]. 中国农业大学学报,2014,19(4):46.
- [9] 沙洁,陈连芳,支金虎,等. 水分胁迫对瓜列当、加工番茄发芽和寄生关系的影响[J]. 新疆农业科学,2017,54(4):707-714.
- [10] 何伟,杨华,许建军,等. 二甲戊灵、扑草净对加工用番茄和列当种子萌芽抑制作用研究[J]. 新疆农业科学,2017,54(2):320-326.
- [11] 支金虎,吴静,王德胜. 氮素对番茄根系分泌物刺激瓜列当种子萌发的调节[J]. 西南农业学报,2014,27(6):2397.
- [12] YONEYAMA K, TAKEUCHI Y, SATO D, et al. Determination and quantification of strigolactones [M]//JOEL D M. Proceedings of the 8th International Parasitic Weed Symposium. International Parasitic Plant Society, Amsterdam, 2004.
- [13] YONEYAMA K, TAKEUCHI Y, YOKOTA T. Production of clover broomrape seed germination stimulants by red clover root requires nitrate but is inhibited by phosphate and ammonium [J]. Physiologia Plantarum, 2001,112:25-30.
- [14] 宋文坚,曹栋栋,金宗来,等. 影响根寄生植物列当种子萌发因素的研究[J]. 种子,2005,24(2):44-47.

Effects of Different Concentrations of Phosphorus on *Orabanche aegyptiaca* Pers. Seed Germination and *O. aegyptiaca* Pers. -Tomato Parasitic Relationship

LIU Zhenya¹, CHEN Lianfang², ZHI Jinhu¹, WANG Desheng¹, DAI Lianwei¹, CHENG Wei²

(1. College of Plant Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. Second Division Agricultural Research Institute, Xinjiang Production and Construction Corps, Tiemenguan, Xinjiang 841005)

Abstract: *Orabanche aegyptiaca* Pers. seed was used as material, the preculture of *Orabanche aegyptiaca* Pers. seed were conducted with different concentrations of phosphorus solution (1×10^{-4} , 3×10^{-4} , 5×10^{-4} , 7×10^{-4} , 9×10^{-4} , 1×10^{-5} , 3×10^{-5} , 5×10^{-5} , 7×10^{-5} , 9×10^{-5} , 1×10^{-6} , 3×10^{-6} , 5×10^{-6} , 7×10^{-6} , 9×10^{-6} , 1×10^{-7} , 3×10^{-7} , 5×10^{-7} , 7×10^{-7} , 9×10^{-7}), the regulation of phosphorus to *Orabanche aegyptiaca* Pers. seed germination and *O. aegyptiaca* Pers. -tomato parasitic relationship were studied. The results showed that the concentrations of P solution of 1×10^{-4} , 9×10^{-4} , 1×10^{-5} , 3×10^{-5} , 1×10^{-6} level had high germination rates and the obvious stimulative actions to *Orabanche aegyptiaca* Pers. seed, when the concentrations of P solution of 7×10^{-6} , 9×10^{-5} , 9×10^{-6} , 9×10^{-7} level, the germination rate was low, when the concentrations of P solution of 1×10^{-5} and 9×10^{-5} level, the germination rate was the lowest, they could generate inhibition in parasitism. It was concluded that the concentrations of P solution of 10^{-5} had very good application prospect in promoting trap killing and germination of *Orabanche aegyptiaca* as well as reducing the parasitism rate.

Keywords: *Orabanche aegyptiaca* Pers. ; phosphorus; germination; parasitism