

乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响

李天星

(楚雄师范学院 化学与生命科学系, 云南 楚雄 675000)

摘 要:以花椰菜种子为试材,研究了5个乙酰甲胺磷胁迫浓度(0.00%、0.03%、0.06%、0.09%、0.12%)对花椰菜种子萌发率和幼苗叶片中叶绿素含量及其幼苗根长、苗高、侧根数目、幼苗鲜重和干重的影响,以期探究乙酰甲胺磷农药对植物生长的影响机制。结果表明:随乙酰甲胺磷浓度的增大,花椰菜种子发芽速度减慢,种子萌发率呈下降趋势;乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗的苗高、根的生长以及幼苗鲜重和干重的增加、幼苗叶片中的叶绿素含量均具有显著的抑制效应。

关键词:花椰菜;乙酰甲胺磷;种子萌发率;幼苗生长

中图分类号:S 635.304⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)08-0127-03

花椰菜(*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)属十字花科芸苔属甘蓝种的1个变种,属1a生草本植物,起源于欧洲地中海沿岸,现已成为我国重要的蔬菜作物^[1-2]。

乙酰甲胺磷($C_4H_{10}NO_3PS$)属于有机磷类杀虫剂农药,由于其低毒、安全、广谱等特点,在农业生产中,作为高毒农药甲胺磷的替代品而被广泛应用。由于长期而大量的使用,导致了其在土壤中的残留和积累,这不仅造成了对环境的大面积污染,而且还对该环境中的作物产生了胁迫^[3-7]。众所周知,我国不仅是一个农业生产大国,更是一个农药使用大国,在人口不断增加、耕地日趋减少和土地资源供给严重不足的情况下,如何科学利用如此大面积的已被农药污染的耕地、快速选育高产、优质和对农药抗性强的作物品种发展农业和改善生态环境,是我国农业生产和改善生态环境中十分紧迫和重要的任务^[3-7]。

多年来,有关乙酰甲胺磷对植物影响的研究,尤其是对蔬菜类作物影响的研究尚鲜见报道,该试验研究了不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响,探讨花椰菜种子萌发期农药胁迫下的生理生化机制,为该作物区域开发利用及其抗农药种质筛选提供参考。

作者简介:李天星(1968-),男,彝族,云南永仁人,博士,副教授,现主要从事植物生理生态学和景观生态学及生物学的教学与研究。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30760040);楚雄师范学院教学改革立项研究资助项目(1008);楚雄师范学院院级学术骨干资助项目;云南省高校科技创新团队支持计划资助项目;云南省重点建设学科资助项目;楚雄师范学院重点学科建设资助项目(05YJJSXK03);云南省应用基础研究计划资助项目(2011FB089)。

收稿日期:2012-12-11

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试花椰菜种子为“玉龙雪山100”,购自楚雄市益农种业种子店。

1.2 试验方法

用重蒸馏水和乙酰甲胺磷(40%乳油)原溶液配成0.03%、0.06%、0.09%、0.12%的乙酰甲胺磷处理液,对照为重蒸馏水(0.00%)。将2层滤纸垫入培养皿($\Phi=9$ cm),加入5.0 mL乙酰甲胺磷处理液,使滤纸饱和吸水后作为发芽床。选取100粒发育饱满并已消毒的种子整齐排列于发芽床上,贴上相应的编号,将盖上盖的培养皿放入25℃恒温光照培养箱中培养(每天光照12 h,黑暗12 h),每天对种子发芽情况进行观察并记录,至第5天统计发芽率,继续培养至第7天,测量幼苗生长各项指标(根长、苗高、侧根数目、幼苗鲜重和干重),待幼苗长出3~5片真叶,对其叶片进行叶绿素含量的测定。每天定时更换滤纸和盐溶液,以保持各处理乙酰甲胺磷浓度不变。发芽试验3次重复。

1.3 项目测定

1.3.1 种子活力测定 种子萌发期间,每天统计发芽的种子数,5 d统计发芽率,7 d测定幼苗根长、苗高、侧根数目、幼苗鲜重和干重(每个处理每次重复测定10株)^[8]。种子的萌发率=种子的萌发数/供试种子数 $\times 100\%$ 。

1.3.2 幼苗叶片叶绿素含量的测定 取已长出3~5片真叶的花椰菜的新鲜叶片2.0 g,采用丙酮提取法提取叶绿素,后用分光光度法测定叶绿素a(Chla)和叶绿素b(Chlb)含量,并计算总叶绿素含量($Chl=Chla+Chlb$)和叶绿素a/b($Chla/Chlb$)的值^[8-10]。每处理3次重复。

1.4 数据分析

试验数据采用SPSS 17.0软件进行分析,LSD显著

性在 0.05 水平上检测。

2 结果与分析

2.1 不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响

从表 1 可知,乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗根长、苗高、侧根数目、鲜重和干重的增加均具有显著的抑制效应。随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜种子萌发率不断降低,不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜种子萌发率的影响有显著差异,种子萌发率从 97.78%降低到 58.22%,下降幅度达 39.56 个百分点,表明乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发具有显著的抑制效应。从花椰菜幼苗的生长情况来看,随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗的生长速度减慢,不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗生长的影响有显著差异,花椰菜幼苗的苗高从 2.72 cm 减少到 0.72 cm,减少了 73.53%,同时,花椰菜幼苗的根长从 6.59 cm 减少到 2.43 cm,减少了 63.13%,二者都呈现出急剧下降的趋势,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗的生长具有显著的抑制效应。对于花椰菜幼苗侧根的生长,随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗侧根数目增长速度减慢,当乙酰甲胺磷浓度升高到 0.09%时,花椰菜幼苗侧根数为 0.00 条;花椰菜幼苗侧根数目从 11.20 减少到 0.00,减少了 100.00%,呈现出急剧下降的趋势,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗侧根的生长具有显著的抑制效应。对于花椰菜幼苗的鲜重和干重,随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗鲜重和干重不断降低,不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗鲜重和干重的影响有显著差异,花椰菜幼苗的鲜重从 1.82 g/株减少到 0.53 g/株,减少了 70.88%,同时,花椰菜幼苗的干重从 0.14 g/株减少到 0.03 g/株,减少了 78.57%,二者都呈现出急剧下降的趋势,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗鲜重和干重的增加具有显著的抑制效应。

表 1 不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响

Table 1 Effects of different concentrations of acephate stress on seed germination and growth of cauliflower seedlings

乙酰甲胺磷 处理浓度/%	萌发率 /%	苗高 /cm	根长 /cm	侧根数 /条	鲜重 /g·株 ⁻¹	干重 /g·株 ⁻¹
0.00(CK)	97.78 a	2.72 a	6.59 a	11.20 a	1.82 a	0.14 a
0.03	91.11 b	1.69 b	5.40 b	3.12 b	1.07 b	0.09 b
0.06	80.07 c	1.30 c	4.50 c	1.10 c	0.85 c	0.07 c
0.09	71.11 d	0.96 d	3.67 d	0.00 d	0.71 d	0.05 d
0.12	58.22 e	0.72 e	2.43 e	0.00 d	0.53 e	0.03 e

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$)。下同。

2.2 不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶绿素含量的影响

从表 2 可以看出,不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜幼

苗叶片叶绿素含量的影响也具有明显的抑制效应。随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗叶片 Chla 含量不断降低,从 2.19 mg/g FW 减少到 0.60 mg/g FW,减少了 72.60%,且不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗叶片 Chla 含量的影响均有显著差异,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片 Chla 含量具有显著的抑制效应。同理,随乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗叶片 Chlb 含量不断减少,从 0.78 mg/g FW 减少到 0.40 mg/g FW,减少了 48.72%,且不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗叶片 Chlb 含量的影响均有显著差异,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片 Chlb 含量也具有显著的抑制效应。由表 2 还可知,随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗叶片总叶绿素含量不断降低,从 2.97 mg/g FW 减少到 1.00 mg/g FW,减少了 66.33%,不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗叶片总叶绿素含量的影响均有显著差异,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片总叶绿素含量具有显著的抑制效应。同理,随着乙酰甲胺磷浓度的增加,花椰菜幼苗叶片 Chla/Chlb 值不断降低,从 2.81 减少到 1.50,减少了 46.62%,不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗叶片 Chla/Chlb 值的影响出现了差异。其中,除了 0.06%和 0.09%乙酰甲胺磷处理之间无显著差异外,其余不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜幼苗叶片 Chla/Chlb 值的影响均有显著差异,表明乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片 Chla/Chlb 值具有显著的抑制效应。

表 2 不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片中叶绿素含量的影响

Table 2 Effects of different concentrations of acephate stress on chlorophyll content of cauliflower seedling leaves

乙酰甲胺磷 处理浓度/%	Chla 含量 /mg·g ⁻¹ FW	Chlb 含量 /mg·g ⁻¹ FW	总叶绿素含量 /mg·g ⁻¹ FW	Chla/Chlb
0.00(CK)	2.19 a	0.78 a	2.97 a	2.81 a
0.03	1.71 b	0.71 b	2.42 b	2.41 b
0.06	1.20 c	0.58 c	1.78 c	2.07 c
0.09	1.01 d	0.50 d	1.51 d	2.02 c
0.12	0.60 e	0.40 e	1.00 e	1.50 d

3 讨论与结论

从以上分析可以看出,乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响是全方位的,从影响种子的萌发率开始,贯穿了花椰菜种子萌发及其幼苗生长的全过程。乙酰甲胺磷在不断降低花椰菜种子萌发率的同时,对那些能够萌发的种子形成的幼苗,又通过抑制其地上部分和地下部分的生长发育来进一步加大对花椰菜幼苗生长的影响,乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗根长、苗高、侧根数目、鲜重和干重的增加均具有显著的抑制作用。同时,乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片中 Chla、Chlb、总叶绿素含量及 Chla/Chlb 值都具有显著的

抑制效应,而叶绿素含量的变化通过植物的光合作用直接影响到植株的鲜重和干重,因此,乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗鲜重和干重的增加所呈现出的抑制效应和乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶绿素含量所呈现出的抑制效应是一致的。

另一方面,虽然乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片 Chla、Chlb 含量都具有显著的抑制效应,但乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗叶片中 Chla、Chlb 含量的影响在程度上有一定的差别,随乙酰甲胺磷浓度从 0.03% 增加到 0.12%,花椰菜幼苗叶片中 Chla 含量从 1.71 mg/g FW 减少到 0.60 mg/g FW,减少了 64.91%,而 Chlb 含量从 0.71 mg/g FW 减少到 0.40 mg/g FW,减少了 43.66%。由于总的叶绿素含量(Chl)=Chla+Chlb,而其中,Chla 所占比例又大于 Chlb 所占比例,因此,花椰菜幼苗 Chla 含量的减少程度大于 Chlb 含量的减少程度,必然导致花椰菜幼苗叶片总的叶绿素含量(Chl)和 Chla/Chlb 值的不断降低,而叶绿素含量和 Chla/Chlb 值的不断降低又会进一步加剧对光合作用全过程的影响,并由此而导致花椰菜植株一系列的生理生化变化,从而对花椰菜植株的生长发育产生全方位的影响^[8-11]。

而且,试验中还注意到,由于植物长期适应无机自然界的结果,虽然有机农药-乙酰甲胺磷被长期大量的使用,但花椰菜并未呈现出相应的抗性,表现在无论是对于花椰菜种子的萌发率,还是对其幼苗根长、苗高、鲜重和干重的增加以及幼苗叶绿素含量的变化等方面,对照和 0.03% 乙酰甲胺磷处理对其的影响均有显著差异。但也必须注意到花椰菜幼苗侧根的生长发育对低浓度的乙酰甲胺磷,即使是 0.03% 乙酰甲胺磷处理也是非常敏感的,因此当乙酰甲胺磷处理浓度达到 0.09% 时,花椰菜幼苗侧根的生长发育停止,而幼苗侧根生长发育的终止,将对花椰菜幼苗的根系产生严重的影响,从而影

响到花椰菜植株的水分代谢、矿质代谢及其生活史中随后的各个环节^[8-11]。

可见,花椰菜萌发期及幼苗期对乙酰甲胺磷处理是非常敏感的,随乙酰甲胺磷浓度的不断升高(从 0.03% 增加到 0.12%),不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜种子萌发及其幼苗根长、苗高、侧根数目、鲜重和干重的增加以及幼苗叶片中 Chla、Chlb、总叶绿素含量及 Chla/Chlb 值都具有显著的抑制效应,该研究为花椰菜区域开发利用及其抗农药种质筛选提供参考。

参考文献

- [1] 曾长立,董元火. 外源钙对盐胁迫下芸苔属植物幼苗的生理效应[J]. 中国油料作物学报,2008,30(4):433-437.
- [2] 陈珍. 水杨酸对镉胁迫下花椰菜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子,2009,28(2):39-42.
- [3] 洪文英,吴燕君,王道泽,等. 乙酰甲胺磷及其高毒代谢物甲胺磷在白莱中的残留动态[J]. 农业环境科学学报,2011(5):860-866.
- [4] 郑杨. 水稻中乙酰甲胺磷及其代谢产物甲胺磷农药残留分析方法[J]. 农药科学与管理,2010(8):37-39.
- [5] 武丽辉. 发展生物农药的机遇与挑战——专访国务院参事、中国农药发展与应用协会会长刘坚[J]. 农药科学与管理,2010(8):1-2.
- [6] 于彩虹,李浩,张显涛,等. 乙酰甲胺磷对斜生栅藻的毒性及细菌降解研究[J]. 环境工程学报,2010(10):2397-2400.
- [7] 贺敏,陶传,姜辉. 乙酰甲胺磷在水中消解和残留动态研究[J]. 农药科学与管理,2007(2):13-16.
- [8] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,1990.
- [9] 张志良,翟伟菁,李小芳. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2009.
- [10] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [11] 余叔文,汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 2 版. 北京:科学出版社,1998.

(致谢:对云南大学叶辉教授和杨树华教授给予的帮助表示感谢!)

Effects of Different Concentrations of Acephate Stress on Seed Germination and Growth of *Brassica oleracea* var. *botrytis* Seedlings

LI Tian-xing

(Department of Chemistry and Life Sciences, Chuxiong Normal University, Chuxiong, Yunnan 675000)

Abstract: Taking the seeds of *Brassica oleracea* var. *botrytis* as materials, the effect of different concentrations of acephate (0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09%, 0.12%) on the seed germination percentage, chlorophyll content and seedling growth indexes (root length, seedling height, the number of lateral roots, seedling fresh and dry weight,) of *Brassica oleracea* var. *botrytis* were studied, in order to explore the mechanism of plant growth under the influence of pesticides. The results showed that the seed germination speed and germination percentage reduced with acephate concentration increased; acephate had inhibition on seedling height, root length, seedling fresh and dry weight, Chla, Chlb, Chl contents and Chla/chlb ratio.

Key words: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; acephate; seed germination percentage; seedling growth