

# 氯化钠对乙酰甲胺磷胁迫下花椰菜种子萌发及幼苗生长的影响

李天星

(楚雄师范学院 化学与生命科学系, 云南 楚雄 675000)

**摘 要:**为探究盐和农药交叉胁迫对植物生长影响的机制,以花椰菜种子为试材,研究了 0.0%和 0.2% NaCl 对 0.00%、0.03%、0.06%、0.09%、0.12% 不同浓度乙酰甲胺磷下花椰菜种子萌发率及其幼苗生长的影响。结果表明:NaCl 和乙酰甲胺磷的交叉胁迫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;花椰菜对 0.03% 乙酰甲胺磷处理敏感,但对 0.2% NaCl 处理却呈现出了抗性;盐胁迫加剧了农药对植物的胁迫效应;为花椰菜盐碱地区域开发利用及其抗农药、耐盐种质筛选提供参考。

**关键词:**花椰菜;氯化钠(NaCl);乙酰甲胺磷;交叉胁迫;种子萌发;幼苗生长

**中图分类号:**S 635.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)19-0045-04

花椰菜(*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)为十字花科芸苔属甘蓝种的一个变种,属 1 a 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<sup>[1]</sup>。

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,这不仅对环境造成了大面积污染,而且还对该环境中的作物产生了胁迫<sup>[2-7]</sup>。我国是农业生产大国,还是一个盐碱地面积较大的国家,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盐碱地和已被农药污染的耕地,快速选育高产、优质、抗盐和抗药性强的农作物品种,发展农业和改善生态环境,是当前我国农业生产和改善生态环境中十分紧迫和重要的任务<sup>[2-7]</sup>。

多年来,有关盐胁迫对植物影响的研究主要集中在玉米、水稻、小麦等主要粮食作物和油菜、棉花、豆类等

主要经济作物及白菜、黄瓜、辣椒、茄子等蔬菜类作物,盐和乙酰甲胺磷交叉胁迫对蔬菜类作物影响的研究尚鲜见报道<sup>[1-10]</sup>,有关花椰菜地处高原环境下耐盐性和对农药抗性的研究也鲜见报道。现对盐和乙酰甲胺磷胁迫下花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响进行研究,以期探讨花椰菜种子萌发期处于盐和农药交叉胁迫下的生理生态机制,为该作物区域开发利用及其耐盐和抗农药种质筛选提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试花椰菜种子“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、分析纯 NaCl 和乙酰甲胺磷(40%乳油)原溶液配制 0.2% NaCl 处理液和不同浓度的乙酰甲胺磷(0.03%、0.06%、0.09%、0.12%),对照为重蒸馏水。

将 5 mL 处理液加入垫有 2 层滤纸的培养皿( $\Phi=9$  cm)中,并作标记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,测量幼苗的根长、苗高、侧根数目、幼苗鲜重和干重等各项生长指标。每天定时更换滤纸和处理液,以保持处理液浓度不变。发芽试验设 3 次重复。

**作者简介:**李天星(1968-),男,云南永仁人,彝族,博士,副教授,现主要从事植物生理生态学与景观生态学及生物学的教学与科研工作。E-mail:lxymx@163.com

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(30760040);云南省应用基础研究计划资助项目(2011FB089);云南省重点建设学科和楚雄师范学院重点学科建设资助项目(05YJJSXK03);楚雄师范学院院级学术骨干资助项目(2011《植物学》);云南省高校科技创新团队支持计划和云南省高校滇中民族植物学重点实验室计划资助项目(2011IRTSTYN)。

**收稿日期:**2013-05-14

## 1.3 项目测定

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 测定幼苗的根长、苗高、侧根数目、幼苗鲜重和干重等各项生长指标,每个处理每次重复测定 10 株<sup>[11]</sup>。种子的萌发率=种子的萌发数/供试种子数×100%。

## 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 0.0%NaCl 对乙酰甲胺磷胁迫下花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响

由表 1 可知,当 NaCl 浓度为 0.0%时,随着乙酰甲胺磷浓度从 0.00%增加到 0.12%,花椰菜种子的萌发率不断下降,从 97.78%下降到 58.22%,下降幅度达 40.46%,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,表明乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发具有显著的抑制效应;花椰菜幼苗生长各项指标都呈现出急剧下降的趋势,苗高从 2.72 cm 降至 0.72 cm,减少了 73.53%;根长从 6.59 cm 降至 2.43 cm,减少了 63.13%;侧根数目从 11.20 条降至 0.00 条,减少了 100.00%;幼苗的鲜重从 1.82 g/株降至 0.53 g/株,减少了 70.88%;同时,幼苗的干重从 0.14 g/株降至 0.03 g/株,减少了 78.57%,表明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,即乙酰甲胺磷对花椰菜幼苗的生长具有显著的抑制效应。

表 1 NaCl 对不同乙酰甲胺磷浓度下  
花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响

Table 1 Effects of NaCl on seed germination and growth of  
*Brassica oleracea* var. *botrytis* L. seedlings under acephate stresses

NaCl 处理 浓度/%	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 <sup>-1</sup>	干重 /g·株 <sup>-1</sup>
0.0	0.00	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
0.2	0.00	95.98 a	2.63 a	6.28 a	8.10 a	1.72 a	0.13 a
	0.03	85.66 b	1.56 b	5.14 b	2.62 b	0.97 b	0.07 b
	0.06	74.11 c	1.20 c	4.23 c	0.75 c	0.79 c	0.06 c
	0.09	66.00 d	0.85 d	3.48 d	0.00 d	0.67 d	0.05 c
	0.12	53.11 e	0.68 e	2.16 e	0.00 d	0.48 e	0.03 d

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

## 2.2 0.2% NaCl 对乙酰甲胺磷胁迫下花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响

由表 1 可知,当 NaCl 浓度为 0.2%时,不同浓度乙酰甲胺磷对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的抑制效应更加明显,与 NaCl 浓度为 0.0%时相比,花椰菜种子萌发率及其幼苗生长的各项指标的数值都在不断降低。

随着乙酰甲胺磷浓度从 0.00%增加到 0.12%,不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜种子萌发率和幼苗生长的影响都有显著差异,其萌发率从 95.98%下降到 53.11%,下降幅度达 44.67%;苗高从 2.63 cm 下降到 0.68 cm,下降幅度达 74.14%;根长从 6.28 cm 下降到 2.16 cm,下降幅度达 65.61%;侧根数目从 8.10 条降至 0.00 条,下降幅度达 100.00%;幼苗的鲜重从 1.72 g/株降至 0.48 g/株,下降幅度达 72.09%;幼苗的干重从 0.13 g/株降至 0.03 g/株,下降幅度达 76.92%。除了 0.06%和 0.09%乙酰甲胺磷处理对幼苗干重的影响无显著差异外,其余不同浓度乙酰甲胺磷处理对花椰菜种子萌发率和幼苗生长均有显著影响。

## 2.3 0.0% NaCl 和 0.2% NaCl 对乙酰甲胺磷胁迫下花椰菜种子萌发及其幼苗生长影响的比较

由表 1 可知,当 NaCl 浓度从 0.0%增加到 0.2%时,不同乙酰甲胺磷浓度下花椰菜种子萌发率及其幼苗生长的各项指标的数值都在不断降低。当乙酰甲胺磷浓度为 0.00%时,萌发率从 97.78%减少到 95.98%,下降幅度达 1.84%;苗高从 2.72 cm 降至 2.63 cm,减少了 3.31%;根长从 6.59 cm 降至 6.28 cm,减少了 4.70%;侧根数目从 11.20 条降至 8.10 条,减少了 27.68%;幼苗的鲜重从 1.82 g/株降至 1.72 g/株,减少了 5.49%;同时,幼苗的干重从 0.14 g/株降至 0.13 g/株,减少了 7.14%。经过统计分析,与对照相比,0.2%NaCl 胁迫对花椰菜幼苗侧根数目的增加有显著影响,对花椰菜种子萌发及其幼苗根长、苗高、鲜重和干重的增加均无显著影响。即在无乙酰甲胺磷胁迫的情况下,0.2%NaCl 对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的影响无显著的抑制效应,花椰菜对 0.2%NaCl 处理呈现出了抗性。当乙酰甲胺磷浓度为 0.03%时,萌发率从 91.11%下降到 85.66%,下降幅度达 5.98%;苗高从 1.69 cm 降至 1.56 cm,减少了 7.69%;根长从 5.40 cm 降至 5.14 cm,减少了 4.81%;侧根数目从 3.12 条降至 2.62 条,减少了 16.03%;幼苗的鲜重从 1.07 g/株降至 0.97 g/株,减少了 9.35%;同时,幼苗的干重从 0.09 g/株降至 0.07 g/株,减少了 22.22%。经过统计分析,与对照相比,除了对幼苗根长、苗高、鲜重的增加等的影响无显著差异外,0.2%NaCl 对 0.03%乙酰甲胺磷胁迫下的花椰菜种子萌发率的提高及其幼苗侧根数目、干重的增加有显著影响。考虑到在没有乙酰甲胺磷胁迫存在的情况下,花椰菜对 0.2%NaCl 处理表现出了抗性,该结果的出现说明花椰菜对乙酰甲胺磷处理比较敏感,即使 0.03%的乙酰甲胺磷处理也能显示出来。当乙酰甲胺磷浓度为 0.06%时,萌发率从 80.07%下降到 74.11%,下降幅度达 7.44%;苗高从 1.30 cm 降至 1.20 cm,减少了 7.69%;根长从 4.50 cm

降至 4.23 cm, 减少了 6.00%; 侧根数目从 1.10 条降至 0.75 条, 减少了 31.82%; 幼苗的鲜重从 0.85 g/株降至 0.79 g/株, 减少了 7.06%; 同时, 幼苗的干重从 0.07 g/株降至 0.06 g/株, 减少了 14.29%。经过统计分析, 与对照相比, 除了对幼苗根长、苗高、鲜重、干重的增加等的影响无显著差异外, 0.2% NaCl 对 0.06% 乙酰甲胺磷胁迫下的花椰菜种子萌发率的提高及其幼苗侧根数目的增加均有显著影响。当乙酰甲胺磷浓度为 0.09% 时, 萌发率从 71.11% 减少到 66.00%, 下降幅度达 7.19%; 苗高从 0.96 cm 降至 0.85 cm, 减少了 11.46%; 根长从 3.67 cm 降至 3.48 cm, 减少了 5.18%; 侧根数目无变化始终为 0.00; 幼苗的鲜重从 0.71 g/株降至 0.67 g/株, 减少了 5.63%; 同时, 幼苗的干重为 0.05 g/株, 无变化。经过统计分析, 与对照相比, 除了对花椰菜种子萌发率的影响有显著差异外, 0.2% NaCl 对 0.09% 乙酰甲胺磷胁迫下的花椰菜幼苗根长、苗高、侧根数目、鲜重、干重的增加都没有显著影响。当乙酰甲胺磷浓度为 0.12% 时, 萌发率从 58.22% 下降到 53.11%, 下降幅度达 8.78%; 苗高从 0.72 cm 降至 0.68 cm, 减少了 5.56%; 根长从 2.43 cm 降至 2.16 cm, 减少了 11.11%; 侧根数目从 0.00 条降至 0.00 条, 无变化; 幼苗的鲜重从 0.53 g/株降至 0.48 g/株, 减少了 9.43%; 同时, 幼苗的干重从 0.14 g/株降至 0.03 g/株, 无变化。经过统计分析, 与对照相比, 除了对花椰菜种子萌发率的影响有显著差异外, 0.2% NaCl 对 0.12% 乙酰甲胺磷胁迫下的花椰菜幼苗根长、苗高、侧根数目、鲜重、干重的增加都没有显著的抑制效应。

综上, 随着 NaCl 浓度从 0.0% 增加到 0.2%, 不同乙酰甲胺磷浓度(从 0.00% 到 0.12%) 对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的抑制效应越加明显, 盐胁迫加剧了农药对植物的胁迫效应。

### 3 讨论与结论

该试验结果表明, 当 NaCl 浓度从 0.0% 增加到 0.2% 时, 不同乙酰甲胺磷浓度下花椰菜种子萌发率及其幼苗生长的各项指标的数值都在不断降低。NaCl 对不同浓度乙酰甲胺磷胁迫下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<sup>[11-14]</sup>。

随着 NaCl 浓度从 0.0% 增加到 0.2%, 不同浓度乙酰甲胺磷(从 0.00% 到 0.12%) 对花椰菜种子萌发及其幼苗生长的抑制效应越加明显, 盐胁迫加剧了农药对植物的胁迫效应<sup>[11-14]</sup>。但当乙酰甲胺磷浓度增加到 0.09% 时, NaCl 的胁迫效应会被高浓度乙酰甲胺磷的胁迫效应所遮盖。此时, 幼苗侧根数目变为 0, 幼苗鲜重和

干重的变化幅度越来越小。

对于有机农药—乙酰甲胺磷, 即使是 0.03% 的处理浓度, 花椰菜也非常敏感, 无论是对于花椰菜种子的萌发率, 还是对其幼苗根长、苗高、侧根数目、鲜重和干重的增加等方面, 对照和 0.03% 乙酰甲胺磷处理之间均有显著差异。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<sup>[11-14]</sup>。相反, 由于自然选择和进化尺度上长期适应无机自然环境的结果, 花椰菜呈现出了一定的抗盐性, 表现在除了对幼苗侧根数目的影响有显著差异外, 无论是对于花椰菜种子的萌发率, 还是对其幼苗根长、苗高、鲜重和干重的增加等方面, 对照和 0.2% NaCl 处理之间均无显著差异, 这是植物长期进化的结果<sup>[11-14]</sup>。该研究为花椰菜盐碱地区域开发利用及其抗药、耐盐种质筛选提供了参考。

(致谢: 对云南大学叶辉教授和杨树华教授给予的帮助表示衷心感谢!)

### 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, 442.
- [2] 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菜中的残留动态[J]. 农业环境科学学报, 2011(5): 860-866.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 朱世杨, 张小玲, 罗天宽, 等. 花椰菜种子活力和抗氧化酶活性及幼苗光合色素对 NaCl 胁迫的响应[J]. 中国蔬菜, 2012(2): 41-47.
- [8] 李彦, 张英鹏, 孙明, 等. 盐分胁迫对植物的影响及植物耐盐机理研究进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 258-265.
- [9] 景欣, 张旸, 李玉花. 植物耐盐研究进展[J]. 生物技术通讯, 2010, 21(2): 290-294.
- [10] 李永生, 邹丽婷, 王芳, 等. NaCl 胁迫对“富农 1 号”玉米品种幼苗生长及生理特性的影响[J]. 玉米科学, 2012, 20(4): 82-85.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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, 2003.



# 基质不同含水量对黄瓜营养生长、产量和光合特性的影响

杨向红<sup>1</sup>, 吴林科<sup>2</sup>, 吴国平<sup>2</sup>

(1. 固原市农业技术推广服务中心, 宁夏 固原 756000; 2. 固原市农业科学研究所, 宁夏 固原 756000)

**摘 要:**以“中农 21 号”黄瓜为试材, 研究了设施条件下不同时期基质不同含水量对黄瓜营养生长、产量和光合特性的影响。结果表明: 基质含水量在 60%~70% 时适宜黄瓜的营养生长、产量提高和光合特性的发挥; 通过回归方程模拟优化, 适宜的基质含水量(绝对含水量)区间是 61%~74%, 其中, 在黄瓜生长的前期、中期基质含水量为 68% 时, 黄瓜产量最高; 黄瓜生长的后期基质含水量为 69% 时, 黄瓜产量最高。

**关键词:**黄瓜; 基质含水量; 营养生长; 产量; 光合特性

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)19-0048-04

有机生态型无土栽培技术已在我国得到了较大面积的推广应用, 主要用于设施无公害蔬菜的生产。黄瓜是有机生态型无土栽培的主要蔬菜品种, 但在目前进行

有机生态型无土栽培过程中, 灌水量的控制主要是靠个人的经验进行, 没有量化的灌水指标指导, 因此, 该试验研究了玻璃温室基质含水量(指绝对含水量, 以下统称基质含水量)对春茬黄瓜营养生长、产量和光合特征的影响, 以期通过对基质含水量的测定掌握灌水量, 为有机生态型无土栽培黄瓜的生产提供参考。

**第一作者简介:**杨向红(1968-), 女, 宁夏固原市人, 本科, 农艺师, 现主要从事农作物引种示范推广工作。E-mail: ping660906@126.com.

**责任作者:**吴国平(1966-), 男, 本科, 研究员, 现主要从事林业科研与示范推广工作。E-mail: ping660906@126.com.

**收稿日期:**2013-05-20

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试黄瓜品种“中农 21 号”由中国农科院蔬菜花卉

## Effects of NaCl on Seed Germination and Growth of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Seedlings Under Acephate Stress

LI Tian-xing

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

**Abstract:** In order to explore the mechanism of plant growth under the influence of salt and pesticides, taking *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. as test materials, the effect of seed germination percentage and seedling growth of under NaCl-acephate combined stress with NaCl concentration as 0.0%, 0.2% and acephate concentration as 0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09%, 0.12% were studied. The results showed that the seed germination percentage, root length, seedling height, number of lateral roots, seedling fresh and dry weight were reduced with NaCl-acephate combined stress; Salt resistance of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. appeared with NaCl concentration as 0.2%, while sensitivity of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. to acephate treatments appeared with acephate concentration as only 0.03%; salt stress increased the effects of acephate stress on plants. So the research would give us good advice on how to plant *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. using saline-alkali soil and how to do screening of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. germplasm with acephate resistance and salt resistance.

**Key words:** *Brassica oleracea* var. *botrytis* L.; NaCl; acephate; combined stress; seed germination; seedling growth