



蔡嘉颖,朱梦琴,张浩,等.三种抗生素对波斯菊和苦菊种子萌发的影响[J].黑龙江农业科学,2019(5):45-49.

# 三种抗生素对波斯菊和苦菊种子萌发的影响

蔡嘉颖,朱梦琴,张浩,马磊,王欣,高霞莉,温洪宇

(江苏师范大学 生命科学学院,江苏 徐州 221116)

**摘要:**为促进抗生素的合理高效使用,以菊科的波斯菊、苦菊为试验材料,采用保湿培养法,分别在0,1,5,10,30,50,70和90 mg·L<sup>-1</sup>浓度下培养,测定不同浓度抗生素对种子发芽势、发芽率和根长的影响。结果表明:氯霉素、金霉素和土霉素对苦菊种子的发芽率、发芽势和波斯菊的发芽势没有明显影响。90 mg·L<sup>-1</sup>的氯霉素和金霉素以及1,5,10 mg·L<sup>-1</sup>的土霉素对波斯菊种子的发芽率有明显抑制作用。氯霉素对波斯菊和苦菊种子根伸长均有抑制作用;金霉素对波斯菊种子根伸长有低浓度(≤5 mg·L<sup>-1</sup>)促进,高浓度(≥10 mg·L<sup>-1</sup>)抑制的作用,而对苦菊种子根伸长表现出抑制效果;不同浓度的土霉素对波斯菊种子根伸长的影响表现为低浓度(≤10 mg·L<sup>-1</sup>)抑制,高浓度(≥30 mg·L<sup>-1</sup>)促进现象,而对苦菊种子根伸长的影响呈现低浓度(≤5 mg·L<sup>-1</sup>)促进,高浓度(≥10 mg·L<sup>-1</sup>)抑制。

**关键词:**菊科;抗生素;发芽率;发芽势;根长;波斯菊;苦菊

抗生素具有杀菌消炎作用。过分依赖抗生素防治病虫害,导致抗生素的使用量大大增加<sup>[1]</sup>。生产抗生素产生的污水、抗生素药物和畜牧业使用的抗生素等未经降解排放,污染了土壤、地表水,进而污染地下水,对环境造成极大的影响<sup>[2-3]</sup>。研究表明,抗生素耐药性在世界范围内已经达到

了相当危险的程度,危及着人们的健康<sup>[4]</sup>。抗生素的不合理利用以及抗生素处理不当造成的污染,严重污染了土壤,影响作物的生长。研究发现,四环素类抗生素的检出频率和浓度最高<sup>[5]</sup>。因此,研究人员主要研究四环素类抗生素对种子发芽和根伸长的影响,从而分析抗生素影响种子萌发的机制。Vanessa等<sup>[6]</sup>采用种子发芽试验和温室试验,选择1,5,10 μg·L<sup>-1</sup>浓度的青霉素、磺胺和四环素,分析得出极低浓度下的抗生素对油菜、芥菜和大麦的发芽、个体性状和功能性状方面有重要的影响,对植物萌发的影响主要是延迟其萌发周期,而不会降低种子萌发率。肖明月等<sup>[7]</sup>

收稿日期:2018-11-30

基金项目:国家级大学生实践创新创业训练计划(201610320026);徐州市科技局项目(KC17082)。

第一作者介绍:蔡嘉颖(1997-),女,在读学士,专业为环境微生物。E-mail:1315067600@qq.com。

通讯作者:温洪宇(1973-),男,博士,副教授,硕导,从事环境微生物学研究。E-mail:wenhy2007@126.com。

[7] 苏文杰.施氮水平对胡麻地上干物质积累量和产量的影响[J].种子科技,2017,35(2):92-93.

[8] 谢亚萍,闫志利,李爱荣,等.施磷量对胡麻干物质积累及磷

素利用效率的影响[J].核农学报,2013,27(10):1581-1587.

## Effects of Different Culture Substrates on Growth of *Corydalis edulis*

ZHU Jun-jie,ZHOU Xiang-yu,YOU Li-ming

(Shanghai Chenshan Botanical Garden,Shanghai 201602,China)

**Abstract:**In order to screen out the most suitable and economical culture substrate, effects of different culture substrates on the survival rate, cultivated characters and biomass of *Corydalis edulis* in pot were compared. The results showed that there was no significant difference in the survival rate of *Corydalis edulis* in all culture substrates, but there were obvious differences in the growth of *Corydalis edulis* in different culture substrates. Different culture substrates had no significant effect on root growth, but had a significant effect on the accumulation of nutrients in the aboveground part of plants. *Corydalis edulis* had strong adaptability in Shanghai, and it was not strict with soil. The soil with increasing organic fertilizer is the best culture substrate for *Corydalis edulis*.

**Keywords:** *Corydalis edulis*; soil substrate; cultivated character; dry weight

采用保湿培养法研究发现,0~50 mg·L<sup>-1</sup>的四环素、土霉素、强力霉素和0~30 mg·L<sup>-1</sup>的金霉素、氯霉素显著诱导了小白菜幼苗体内可溶性蛋白含量。Ziolkowska 等<sup>[8]</sup>发现四环素、土霉素和金霉素降低豌豆根部的过氧化酶活力,影响豌豆根部的萌发和根长。同时,葛成军等<sup>[9]</sup>研究发现金霉素对白菜发芽的抑制作用大于土霉素,故表明同一种抗生素对不同植物的影响是存在差异的。

本试验以菊科中观赏性波斯菊、可食用性苦菊为试材,研究常用四环素类抗生素氯霉素、金霉素和土霉素对菊科种子萌发率、发芽势和根长等的影响。通过对比抗生素作用下菊科种子的萌发率、发芽势和根长的受抑制情况,分析四环素类抗生素对作物生长和环境的影响程度,研究氯霉素、金霉素和土霉素对蔬菜花卉生长机制的影响情况,以促进抗生素的合理高效使用,避免过量使用而对环境造成污染。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以混色波斯菊和苦菊种子为试验材料,采购于徐州市花鸟鱼卉种子市场;氯霉素(纯度>99%,Cas:56-75-7),金霉素(纯度>95%,Cas:64-72-2)和土霉素(纯度>95%,Cas:79-57-2)避光保存。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 用去离子水配制 1/2 Hoagland 溶液,以此溶液作为溶剂配制不同浓度抗生素溶液。氯霉素、金霉素和土霉素溶液均设置 8 种浓度,分别为:0,1,5,10,30,50,70 和 90 mg·L<sup>-1</sup>;选取质量、大小一致、颗粒饱满的波斯菊、苦菊种子。采用 10% 的次氯酸钠溶液对种子进行消毒 15 min,并用去离子水浸泡清洗数次。在直径为 9 cm 的培养皿中平铺 2 层滤纸,加入 4 mL 新配制的抗生素溶液。待浸湿滤纸后,放入已经筛选好的波斯菊和苦菊的种子各 50 粒,3 次重复。培养箱温度设置在(20±1)℃<sup>[10]</sup>,12 h 光培养,12 h 暗培养;每 2 d 更换滤纸和溶液,以防污染。波斯菊 5 d 结束发芽,苦菊 7 d 结束发芽<sup>[10]</sup>。取已经筛选好的波斯菊和苦菊的种子各 20 粒,放置于种子萌发袋上方纸芯形成的 20 个凹槽中,加入适量的新配制的抗生素溶液,垂直放置在培养箱中。培养箱温度设置在(20±1)℃,12 h 光培养,12 h 暗培养;每 2 d 补充抗生素溶液,保持纸芯和种子的湿润。波斯菊、苦菊均为 7 d 后结束培养,测量

根长。

1.2.2 测定项目及方法 每 24 h 记录不同抗生素在不同浓度下的波斯菊和苦菊种子发芽情况,48 h 后计算波斯菊和苦菊的发芽势,测定在不同抗生素、不同浓度的影响下,菊科种子的发芽率和发芽势。培养结束后分别计算不同抗生素的不同浓度对波斯菊和苦菊种子根长的作用。

波斯菊和苦菊种子发芽率、发芽势以及根长抑制率的计算公式:

发芽率(%)=(正常发芽种子数/供试种子总数)×100;

发芽势(%)=(3 d 正常发芽种子总数/供试种子总数)×100;

根长抑制率(%)=(对照组-处理组)/对照组×100。

1.2.3 数据分析 数据测定结果采用 Microsoft Excel 2010 统计分析,并用 SPSS 24.0 对数据进行单因素方差显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 抗生素对种子发芽率和发芽势的影响

2.1.1 发芽率 如表 1 所示,在不同浓度的氯霉素、金霉素和土霉素的作用下,苦菊种子的发芽率与对照相比,没有显著变化( $P>0.05$ ),即在 1~90 mg·L<sup>-1</sup>,3 种抗生素对苦菊种子的萌发没有明显的抑制或者促进作用。用 90 mg·L<sup>-1</sup>氯霉素和金霉素处理后,波斯菊的发芽率显著低于对照组( $P<0.05$ )。用 1~10 mg·L<sup>-1</sup>土霉素处理的波斯菊种子,发芽率极显著低于对照组( $P<0.01$ )。

2.1.2 发芽势 发芽势也是判断抗生素对种子萌发影响的重要指标之一。从图 1、图 2 得出,氯霉素、金霉素和土霉素对波斯菊和苦菊种子的发芽势没有明显的影响。

### 2.2 抗生素对根伸长的影响

2.2.1 波斯菊 由图 3A 可知,1~90 mg·L<sup>-1</sup>浓度下的氯霉素对波斯菊种子根伸长均有抑制作用,且随着浓度的增加,种子根长不断变短。由图 3B 直观看出氯霉素作用下波斯菊种子根伸长抑制率随浓度逐渐增大趋于平缓,从 1 mg·L<sup>-1</sup>开始,抑制率为 27.23%。由图 3A 可以看出,1~5 mg·L<sup>-1</sup>的金霉素对种子根伸长有促进作用,而 10 mg·L<sup>-1</sup>金霉素开始出现根抑制现象,抑制率在 33.55%。1~10 mg·L<sup>-1</sup>下的土霉素对根伸长有抑制作用,而 30~90 mg·L<sup>-1</sup>时促进了根的伸长。

表 1 不同抗生素对菊科种子的发芽率的影响

Table 1 Effects of different antibiotics on the germination rate of Compositae seeds

浓度 Concentration/ (mg·L <sup>-1</sup> )	波斯菊发芽率 Germination rate of <i>Coreopsis</i> /%			苦菊发芽率 Germination rate of <i>Sonchus oleraceus</i> L./%		
	氯霉素 Chloramphenicol	金霉素 Chlortetracycline	土霉素 Oxytetracycline	氯霉素 Chloramphenicol	金霉素 Chlortetracycline	土霉素 Oxytetracycline
0	90.00±0.10	90.00±0.10	90.00±0.10	85.00±0.10	85.00±0.10	85.00±0.10
1	76.67±0.03	83.33±0.03	68.33±0.03**	86.67±0.06	84.00±0.07	85.33±0.06
5	76.67±0.08	83.33±0.03	65.00±0.09**	82.67±0.05	86.67±0.08	88.00±0.04
10	81.67±0.06	86.67±0.03	65.00±0.05**	92.00±0.01	86.67±0.06	82.67±0.06
30	86.67±0.15	86.67±0.06	83.33±0.06	85.32±0.05	85.76±0.07	83.25±0.16
50	89.26±0.01	92.96±0.06	86.67±0.06	84.00±0.06	77.33±0.08	84.00±0.01
70	84.55±0.19	87.58±0.14	90.00±0.10	88.81±0.04	91.51±0.03	94.82±0.00
90	70.00±0.05*	75.00±0.05*	82.96±0.11	90.32±0.00	80.16±0.10	84.21±0.00

\* 和 \*\* 分别表示与对照差异显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ )。  
\* and \*\* indicate significant( $P<0.05$ )and very significant( $P<0.01$ )difference between the treatment and control, respectively.

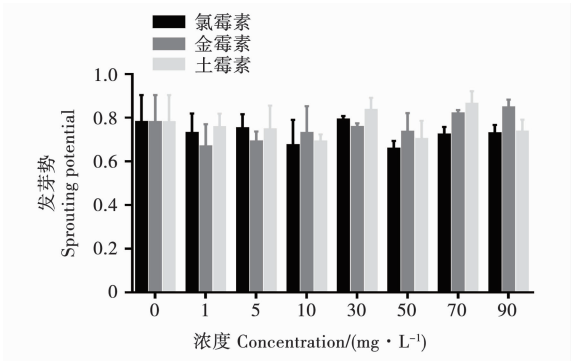


图 1 3 种抗生素对波斯菊种子发芽势的影响  
Fig. 1 Effects of three kinds of antibiotics on the germination potential of *Coreopsis* seeds

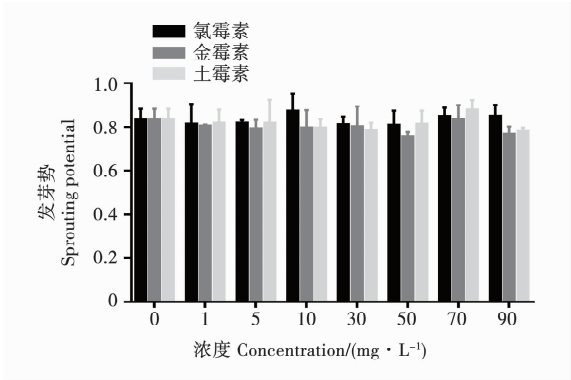


图 2 3 种抗生素对苦菊种子发芽势的影响  
Fig. 2 Effects of three kinds of antibiotics the germination potential of *Sonchus oleraceus* L. seeds

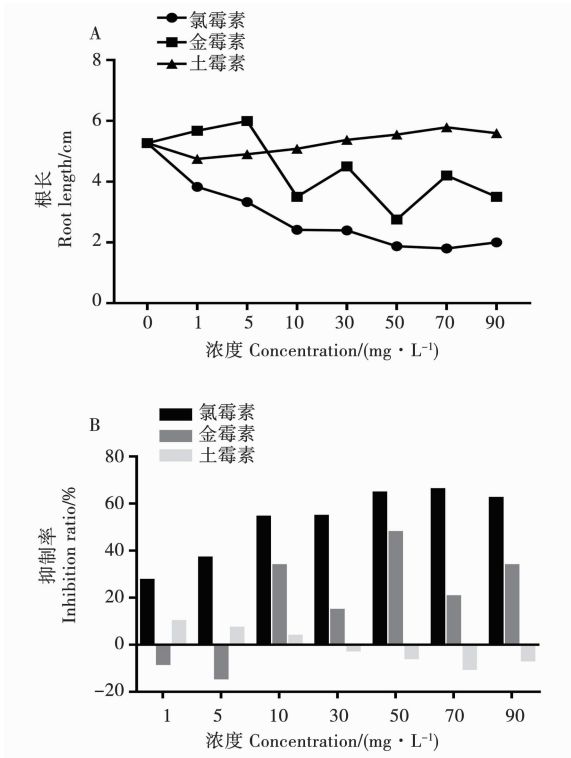


图 3 3 种抗生素对波斯菊种子根伸长抑制率的影响  
Fig. 3 Effects of three kinds of antibiotics on the rates of root elongation of *Coreopsis*

2.2.2 苦菊 由图 4A 可知,在氯霉素和金霉素的胁迫下,苦菊种子的根长比对照组的短。由图 4B 看出,1 mg·L<sup>-1</sup>氯霉素和金霉素均开始抑制苦

菊种子根伸长。随着抗生素浓度的升高,抑制效果稳步增强而后逐步趋于平缓。经过 1 mg·L<sup>-1</sup>金霉素处理的苦菊种子,根的伸长受到了明显的胁迫,抑制率在 25.00%。浓度 1~5 mg·L<sup>-1</sup>的土霉素对苦菊种子根伸长有促进作用,而在 10 mg·L<sup>-1</sup>开始对种子根伸长抑制,抑制率在

26.11%，表现出低浓度( $\leq 5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )促进，高浓度( $\geq 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )抑制现象。 $10 \sim 90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 土霉素对苦菊种子根伸长有明显的抑制作用，在  $70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  出现极强的抑制效果。

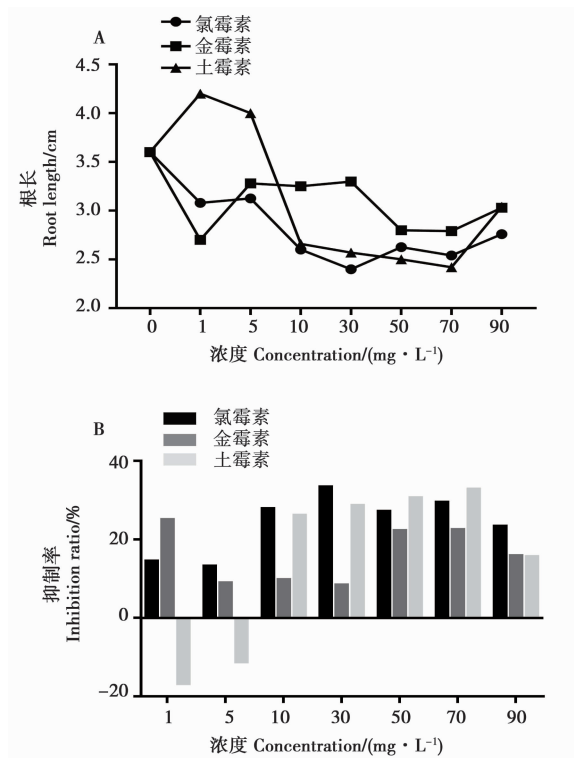


图 4 3 种抗生素对苦菊种子根伸长抑制率的影响  
Fig. 4 Effects of three kinds of antibiotics on the rates of root elongation of *Sonchus oleraceus* L.

### 3 结论与讨论

本研究采用保湿培养法，直观地反映了不同浓度的氯霉素、金霉素和土霉素对波斯菊、苦菊种子发芽率、发芽势和根长抑制率的影响<sup>[12]</sup>。与对照组相比，苦菊种子的发芽率和发芽势、波斯菊的发芽势均没有明显变化，而孙艳红等<sup>[13]</sup>研究抗生素对萌芽期短的油菜和白菜的发芽率的影响中有同样的结果。造成这类现象的原因是波斯菊和苦菊种子发芽期短，抗生素还未明显影响种子而其已萌发。比较种子发芽率和根长抑制率，可以发现种子的根对抗生素更为敏感，Farkas 等<sup>[14]</sup>也曾发现这一现象。由于抗生素很难穿透种子外壳被种子胚胎的根吸收，且种子生长主要依靠根直接吸收营养，导致积累的药物首先对根作用。故抗生素对根的伸长影响要比对种子萌发的影响要大<sup>[15]</sup>。

根伸长的抑制程度是评价抗生素生态毒性的指示指标之一<sup>[16]</sup>。对比 3 种抗生素对波斯菊种

子根长抑制现象， $10 \sim 90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  浓度范围内，抗生素与根抑制率存在剂量-效应关系，此浓度下的金霉素、氯霉素和土霉素对波斯菊种子根伸长抑制作用排序为氯霉素  $>$  金霉素  $>$  土霉素。这与 Pan Min 等<sup>[17]</sup>也曾发现 3 种抗生素对菊科类生

菜植物毒性的影响作用强弱一致。对比 3 种抗生素对苦菊根长抑制现象，可知  $1 \sim 90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的氯霉素和土霉素始终抑制苦菊种子根长的生长，而金霉素是在  $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  开始出现抑制现象。本研究表明氯霉素对波斯菊和苦菊种子根伸长有明显的抑制作用，说明氯霉素对两种种子的根伸长具有明显的毒性作用。 $10 \sim 90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  氯霉素对波斯菊种子的抑制作用强于金霉素和土霉素，而苦菊中不存在明显的强弱对比，这就说明对不同的作物来说，不同的抗生素的生态毒性是不同的<sup>[18]</sup>。低浓度( $\leq 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )的土霉素对波斯菊种子的根伸长有抑制作用，而高浓度( $\geq 30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )作用相反。同时发现土霉素在低浓度( $\leq 5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )对苦菊根伸长有促进作用，高浓度( $\geq 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )时抑制，说明抗生素对植物生长有双向调节功能。低浓度的土霉素对苦菊根长伸长起促进作用的原因是苦菊的种皮坚硬使得抗生素不易穿透，从而起到保护作用<sup>[19]</sup>。且苦菊种子在萌发过程中，体内相关的蛋白酶、肽酶活化后水解体内储存的淀粉、脂肪等满足其自身发芽的需要<sup>[20]</sup>。

姚建华等<sup>[21]</sup>在土霉素对小麦根系影响的研究中发现土霉素可以改变小麦根系分泌物的种类，如降低根际的蔗糖酶、过氧化氢酶、脲酶和磷酸酶等土壤酶活性，从而抑制小麦根系的生长。本研究中  $70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  土霉素对苦菊根伸长有极大的抑制作用，推测当土霉素浓度增大时，其抑制根系某种酶活性的增强，而产生抑制现象。

本研究表明，3 种抗生素对波斯菊、苦菊种子根长的抑制作用显著高于种子的萌发率和发芽势。因此，种子的根的生长对环境中的抗生素更为敏感，其可以作为分析抗生素生态毒性的

### 参考文献：

- [1] 孙晓, 关秋艳, 窦迎春, 等. 禄劝县农村养殖户抗生素相关知识知晓率调查分析[J]. 卫生软科学, 2017, 31(2): 57-60.
- [2] 黄璐玺, 黄盼盼, 周启星. 抗生素对土壤环境的污染与植物

- 修复的研究与展望[J]. 科技信息, 2010(11):795-796.
- [3] Berendonk T U, Manaia C M, Merlin C, et al. Tackling antibiotic resistance: The environmental framework [J]. *Nature Reviews Microbiology*, 2015, 13(5):310-317.
- [4] 黄媛媛, 丛亚丽. 抗生素滥用的全球卫生伦理反思[J]. 中国医学伦理学, 2017(4):412-416.
- [5] 尹春艳, 骆永明, 滕应, 等. 典型设施菜地土壤抗生素污染特征与积累规律研究[J]. 环境科学, 2012, 33(8):2810-2816.
- [6] Vanessa M, Andrea D, Anna M V, et al. Antibiotics impact plant traits, even at small concentrations[J]. *AoB Plants*, 2017, 9:1-19.
- [7] 肖明月, 安婧, 纪占华, 等. 六种常见抗生素对小白菜种子萌发及生理特性的影响[J]. 生态学杂志, 2014, 33(10):2775-2781.
- [8] Ziolkowska A, Piotrowicz C A, Margas M, et al. Accumulation of tetracycline, oxytetracycline and chlortetracycline in pea (*Pisum sativum* L.) [J]. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2015, 24(4A):1386-1391.
- [9] 葛成军, 俞美花, 焦鹏. 两种四环素类兽药抗生素对白菜种子发芽与根伸长抑制的毒性效应[J]. 生态环境学报, 2012, 21(6):1143-1148.
- [10] 梁芳, 秦贺兰, 许超. 不同温度对 54 种花卉种子萌发的影响[J]. 河北林果研究, 2015, 30(3):280-288.
- [11] 崔馨, 乔显亮, 韩成伟, 等. 生菜对土霉素的吸收及其植物毒性[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(3):1038-1042.
- [12] 王盼亮, 张昊, 王瑞飞等. 抗生素暴露对小白菜幼苗生长及内生细菌的影响[J]. 农业环境科学学报, 2017, 36(9):1734-1740.
- [13] 孙艳红, 贾艳霞, 刘海萍, 等. 常见抗生素对蔬菜种子萌发和活力的影响[J]. 北方园艺, 2012(20):29-31.
- [14] Farkas M H, Berry J O, Aga D S. Chlortetracycline detoxification in maize via induction of glutathione S-transferases after antibiotic exposure[J]. *Environmental Science Technology*, 2007, 41(4):1450-1456.
- [15] Pan M, Chu L M. Phytotoxicity of veterinary antibiotics to seed germination and root elongation of crops[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2016, 126:228-237.
- [16] 魏子艳, 王金花, 夏晓明, 等. 三种抗生素对蔬菜种子芽与根伸长的生态毒性效应[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(2):237-242.
- [17] Pan M, Chu L M. Fate of antibiotics in soil and their uptake by edible crops[J]. *Science of the total environment*, 2017, 599: 500-512.
- [18] Bartikova H, Podlipna R, Skalova L. Veterinary drugs in the environment and their toxicity to plants[J]. *Chemosphere*, 2016, 144:2290-2301.
- [19] 安婧, 周启星, 刘维涛. 土霉素对小麦种子发芽与幼苗生长发育的生态毒性[J]. 环境科学, 2009, 30(10):3022-3027.
- [20] 葛成军, 俞花美, 焦鹏. 两种四环素类兽药抗生素对白菜种子发芽与根伸长抑制的毒性效应[J]. 生态环境学报, 2012, 21(6):1143-1148.
- [21] 姚建华, 牛德奎, 李兆君, 等. 抗生素土霉素对小麦根际土壤酶活性和微生物生物量的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(4):721-728.

## Effect of Three Kinds of Antibiotics on Seed Germination of *Coreopsis* and *Sonchus oleraceus* L.

CAI Jia-ying, ZHU Meng-qin, ZHANG Hao, MA Lei, WANG Xin, GAO Xia-li, WEN Hong-yu

(School of Life Sciences, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** In order to promote rational and efficient use of antibiotics, the seeds of *Sonchus oleraceus* L. were cultured in the concentration of 0, 1, 5, 10, 30, 50, 70 and 90 mg·L<sup>-1</sup> respectively by moisturizing culture method. The effects of different concentration of antibiotics on seed germination potential, germination rate and root length were determined. The results showed that there were no significant changes in the germination rate and germination potential of *Coreopsis* and the germination potential of endive under the action of 0, 1, 5, 10, 30, 50, 70, 90 mg·L<sup>-1</sup> antibiotics. However, the action of 1, 5, 10 mg·L<sup>-1</sup> terramycin, 90 mg·L<sup>-1</sup> chloramphenicol and aureomycin had obvious inhibition of germination rate of *Coreopsis*. The chloramphenicol had inhibitory effect on roots elongation of both seeds. The aureomycin inhibited the rates of endive, while low concentrations (≤5 mg·L<sup>-1</sup>) promoted the elongation of *Coreopsis* roots, high concentrations (≥10 mg·L<sup>-1</sup>) inhibited the *Coreopsis* rates. Under different concentration of terramycin, low concentration (≤10 mg·L<sup>-1</sup>) inhibited the elongation and the high (≥30 mg·L<sup>-1</sup>) promoted it. The effect of terramycin on the elongation of endive was stimulated by low concentration (≤5 mg·L<sup>-1</sup>) and inhibited by high concentration (≥10 mg·L<sup>-1</sup>).

**Keywords:** Compositae; antibiotics; seed germination rate; germination potential; root length; *Coreopsis*; *Sonchus oleraceus* L.