



范惠冬,王厚继,李阿红,等.粪肥中残留抗生素对不同蔬菜种子萌发过程中胚根伸长及子叶叶绿素合成的影响[J].黑龙江农业科学,2022(3):54-59.

粪肥中残留抗生素对不同蔬菜种子萌发过程中胚根伸长及子叶叶绿素合成的影响

范惠冬¹,王厚继²,李阿红¹,郑建超¹,郑士金¹,高玉倩³

(1. 吉林省蔬菜花卉科学研究所,吉林 长春 130000;2. 长春市南关区幸福乡综合服务中心,吉林 长春 130000;3. 吉林省种子管理总站,吉林 长春 130033)

摘要:为合理使用抗生素,采用保湿培养法,研究土壤粪肥中不同浓度兽用抗生素土霉素、氯霉素、金霉素和诺氟沙星对白菜、油菜和萝卜的发芽率、胚根长、胚根鲜重及子叶叶绿素含量的影响。结果表明:高浓度抗生素能降低种子发芽率,其中 $70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 金霉素对白菜种子萌发抑制率达 30.2%;显著抑制胚根伸长, $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 金霉素对白菜胚根长抑制率均达到 93.5%;降低平均胚根鲜重,白菜种子在 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 诺氟沙星作用下胚根鲜重降低 75.6%;同时严重抑制子叶的叶绿素合成, $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯霉素对白菜子叶的叶绿素抑制率高达 99.8%,子叶基本无法合成叶绿素。故土壤中残留的高浓度抗生素对蔬菜种子萌发状态的影响需引起重视。

关键词:粪肥残留抗生素;蔬菜种子;出芽率;子叶叶绿素

自青霉素被发现以来,人类生产和使用抗生素已有 70 多年^[1],抗生素已成为人类对抗细菌、病毒、真菌不可缺少的武器。被人类发明和使用的抗生素多达 10 万种,普遍使用的抗生素有 350 种左右^[2],全球每年抗生素生产量和使用量高达 $10 \text{ 万} \sim 20 \text{ 万 t}$ ^[3]。我国是世界上抗生素生产量和使用量较大的国家之一,仅 2013 年,抗生素总使用量就达 16.2 万 t ^[4],相关研究估计到 2030 年兽用抗生素使用量将达到 20.0 万 t ^[5]。抗生素多用于医疗和畜牧业,每年兽用抗生素使用量约占抗生素总使用量的 70%,远远高于人用抗生素的使用量^[6]。兽用抗生素滥用在畜牧业生产中非常普遍,约有 70% 低剂量抗生素用来预防家畜疾病和促进生长^[7],我国目前约有 20 多种抗生素作为常用饲料添加剂普遍应用于畜牧业及水产养殖业^[8]。研究表明,进入人和动物体内的抗生素并不能完全被吸收和降解,其中有 50%~80% 以母体化合物形式再次回到土壤或水体中^[9-12]。尽管有些抗生素随着粪肥的再次使用而降解,但粪肥中抗生素的残留量仍然非常高。长期施用粪肥的珠三角地区,蔬菜基地中 16 种

典型抗生素检出率高达 100%,平均残留量为 $0.91 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ^[13]。施用含土霉素、四环素、金霉素的粪肥,表层土壤中抗生素残留量检出率分别是对照组的 38 倍、13 倍和 12 倍^[14-15]。目前抗生素污染已经接近农药污染,土壤和水体中的抗生素污染会通过食物链进入人体内影响人类健康,食品中残留抗生素时常会引起人体过敏反应,甚至是中毒反应^[16]。

抗生素滥用问题日益严峻,环境中残留抗生素对人类健康的危害越来越严重,合理使用抗生素已成为当前的一个重大课题。土壤和水体中抗生素残留量的检测方法日益增多,但抗生素对植物生长发育影响相关研究还需继续深入。为增加土壤有机质含量及环境可持续发展,动物粪肥使用量逐年增加,同时也严重增加了土壤中兽用抗生素含量,全面深入了解土壤残留抗生素对植物种子生长发育产生的影响是合理使用抗生素的前提和基础。本研究以白菜、油菜和萝卜为材料,研究 4 种常用兽用抗生素土霉素、氯霉素、金霉素和诺氟沙星对种子发芽率、根伸长、根鲜重及子叶叶绿素含量的影响,以期增加抗生素对植物种子萌发影响相关研究数据。

1 材料与方法

1.1 材料

“吉丰”白菜、油菜、萝卜均购买自吉林省吉研科技开发有限公司,蔬菜种子均常温储存。抗生素标准品:盐酸土霉素(CAS 号:2058-46-0),氯霉

收稿日期:2021-11-23

基金项目:吉林省财政厅公益类行业专项(优质抗病水果番茄种质资源创新及新品种选育)。

第一作者:范惠冬(1990—),女,硕士,研究实习员,从事蔬菜育种及蔬菜病虫害研究。E-mail:fanhuidong1812@163.com。

通信作者:郑士金(1965—),男,学士,研究员,从事番茄育种研究。E-mail:zhengshijinjsj@126.com。

素(CAS号:56-75-7),盐酸金霉素(CAS号:64-72-2),诺氟沙星(CAS号:70458-96-7)均购自生物工程股份有限公司并低温保存,光照培养箱购自宁波江南仪器厂,紫外分光光度计(METTLER TOLEDO UV5)购自梅特勒-托利多生物公司。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 每种抗生素均设置7种浓度,分别为10,30,50,70,100,150和200 mg·L⁻¹,对照组(CK)为灭菌双蒸水,每个处理重复3次^[17]。采用保湿培养法进行种子发芽试验,将30粒随机挑选的植物种子放在铺有2层滤纸的灭菌培养皿中,每个培养皿加10~15 mL抗生素溶液使种子浸没于溶液中,试验过程中每隔1 d补充抗生素溶液,25℃光照培养箱中暗培养,种子出芽率统计到不再有新种子出芽为止。

1.2.2 测定项目及方法 种子出芽后,设置温度25℃,光照培养12 h,暗培养12 h,继续处理,7 d后处理结束,每个处理随机挑选20个种子统计在不同浓度抗生素溶液中,白菜、油菜、萝卜出芽率、胚根长、胚根鲜重及子叶叶绿素含量。

幼苗穴盘培养叶绿素测定:将蔬菜种子播种到穴盘中,穴盘内土壤始终用抗生素溶液浇灌,对照组浇灌清水,试验组抗生素浓度与培养皿试验相同,每天向土壤上浇灌抗生素溶液一次,子叶展开后调查子叶叶绿素含量。采用丙酮法提取子叶叶绿素,用紫外分光光度计测定对照组和不同抗生素浓度处理后子叶叶绿素含量,每个处理取0.1 g子叶,重复测定3次。

发芽率(%)=供试种子发芽数/供试种子总数×100

$$Chla(\text{叶绿素 A}) = (12.7OD_{663} - 2.69OD_{645}) \times [V/1\ 000W]$$

$$Chlb(\text{叶绿素 B}) = (22.9OD_{645} - 4.68OD_{663}) \times [V/1\ 000W]$$

$$Chl\ 总 = (Chla + Chlb) = (20.21OD_{645} + 8.02OD_{663}) \times [V/1\ 000W]$$

式中:V为浸提体积(mL),W为叶片浸提质量(g)。

1.2.3 数据处理 用Excel 2010软件对试验数据进行处理并利用SPSS 20.0进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 抗生素处理对不同蔬菜种子发芽率的影响

2.1.1 白菜 由表1可知,土霉素浓度在10~70 mg·L⁻¹时均可提高白菜种子发芽率,土霉素浓度大于70 mg·L⁻¹时降低白菜种子发芽率;氯霉素浓度在50~70 mg·L⁻¹之间对白菜种子发芽率无显著影响,但浓度大于100 mg·L⁻¹时与对照相比显著降低白菜种子发芽率,发芽率分别降低12.8%和15.1%;金霉素浓度为10 mg·L⁻¹时能显著提高白菜发芽率,发芽率达100%,30 mg·L⁻¹时同样促进白菜种子萌发,但促进作用较10 mg·L⁻¹时降低8%,金霉素浓度为50 mg·L⁻¹及以上时显著抑制白菜种子萌发,降低种子发芽率,金霉素浓度为70 mg·L⁻¹时白菜种子发芽率降到最低,金霉素浓度在100~200 mg·L⁻¹处理之间对白菜种子发芽率影响无显著差异;诺氟沙星浓度在10~70 mg·L⁻¹时白菜种子发芽率略有升高,浓度为100 mg·L⁻¹时种子发芽率较对照升高7%,当诺氟沙星浓度为150和200 mg·L⁻¹时又逐渐降低且低于对照组种子发芽率。

表1 不同抗生素种类及浓度对蔬菜种子发芽率的影响

蔬菜种类	抗生素	发芽率/%							
		0	10 mg·L ⁻¹	30 mg·L ⁻¹	50 mg·L ⁻¹	70 mg·L ⁻¹	100 mg·L ⁻¹	150 mg·L ⁻¹	200 mg·L ⁻¹
白菜	土霉素	86 c	87 b	87 ab	88 a	87 b	84 d	85 cd	84 d
	氯霉素	86 c	87 b	89 a	86 c	86 c	81 d	75 e	73 f
	金霉素	86 c	100 a	92 b	78 d	60 f	61 e	61 e	62 e
	诺氟沙星	86 d	87 c	88 b	87 bc	87 c	92 a	80 e	79 e
油菜	土霉素	93 a	91 bc	92 ab	90 c	90 cd	91 bc	90 cd	89 d
	氯霉素	93 a	91 bc	90 cd	89 d	92 ab	90 cd	88 e	90 cd
	金霉素	93 b	95 a	95 a	87 c	85 d	86 d	82 e	80 f
	诺氟沙星	93 ef	92 f	94 d	93 de	94 de	96 c	100 a	98 b
萝卜	土霉素	90 a	90 ab	90 ab	89 bc	90 ab	88 c	86 d	84 d
	氯霉素	90 c	89 d	90 c	90 c	93 b	100 a	85 e	70 f
	金霉素	90 a	90 a	89 b	90 a	90 a	89 b	85 c	84 d
	诺氟沙星	90 cd	91 c	89 e	90 cd	90 d	95 a	93 b	90 d

注:不同小写字母代表差异显著性(P<0.05)。

2.1.2 油菜 土霉素和氯霉素对油菜种子发芽率影响较小;金霉素浓度为 10 和 30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时略促进种子萌发,浓度为 50~200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间时,种子发芽率随金霉素浓度增大而降低,200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时油菜种子发芽率最低为 80%,与对照组比降低 14%;诺氟沙星能促进油菜种子萌发,浓度为 150 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对种子发芽促进作用最明显,发芽率达 100%,当浓度为 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时促进作用减弱,但种子发芽率仍高于对照组(表 1)。

2.1.3 萝卜 土霉素浓度在 10,30,70 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对萝卜种子发芽率无显著影响,浓度在 100~200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时随土霉素浓度升高萝卜发芽率降低,显著影响种子发芽率;氯霉素浓度在 30 和 50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对萝卜种子发芽率无显著影响,浓度为 70 和 100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时随氯霉素浓度升高种子发芽率快速升高,浓度为 100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时种子发芽率为 100%,比对照组比发芽率提高 11%,随后萝卜种子发芽率随氯霉素浓度升高急剧降低,且低于对照组种子发芽率;金霉素浓度在 10,50,70 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对萝卜种子发芽率无显著影响,浓度为 150~200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时萝卜种子发芽率随金霉素浓度升高而降低;诺氟沙星浓度为 10,50,70 和 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对萝卜种子发芽率无显著影响,浓度为 100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时种子发芽率最高,为 95%,浓度为 150 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时萝卜种子发芽率降低,但高于对照组,浓度为 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,种子发芽率与对照组相同(表 1)。

2.2 抗生素处理对不同蔬菜种子胚根长和胚根鲜重的影响

2.2.1 胚根长 由图 1 可知,抗生素对 3 种蔬菜胚根伸长均有显著抑制作用,随着抗生素浓度增加 3 种蔬菜的平均胚根长逐渐变短。白菜、油菜、萝卜种子在 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 金霉素作用下胚根部不能正常伸长,根长抑制率分别高达 93%、98%和 85%;土霉素和氯霉素对胚根伸长抑制作用效果相似,高浓度土霉素和氯霉素对胚根长抑制率均达到 50%;诺氟沙星对胚根伸长抑制作用较低,但 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 诺氟沙星对胚根长抑制率也达到

40%。同时,低浓度抗生素对胚根伸长有促进作用,如 10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 土霉素和 10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 氯霉素对白菜胚根伸长起到促进作用,10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 诺氟沙星对油菜种子胚根伸长也同样表现促进作用。

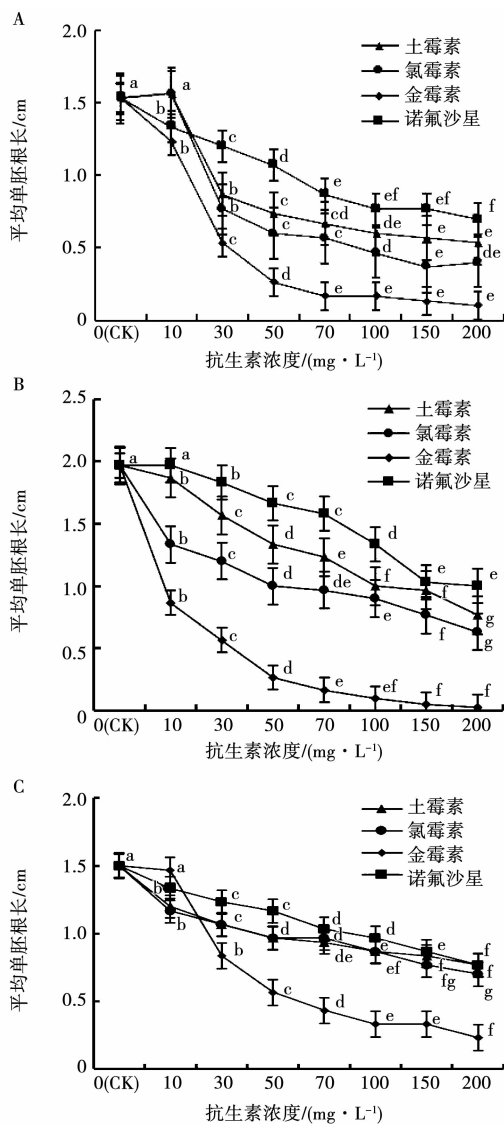


图 1 不同抗生素处理对白菜(A)、油菜(B)和萝卜(C)种子胚根长的影响

注:不同小写字母表示 0.05 水平差异显著($P<0.05$),下同。

2.2.2 胚根鲜重 由图 2 可知,抗生素处理显著影响白菜、油菜、萝卜种子平均胚根鲜重,4 种抗生素对胚根鲜重抑制作用表现出相似规律,胚根鲜重均随抗生素浓度增加逐渐降低。其中,150 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 金霉素对 3 种蔬菜胚根鲜重抑制率均达到 85%;土霉素和氯霉素对胚根鲜重抑制率相对金霉素较弱,不同浓度诺氟沙星对胚根鲜重影

响较小,10 mg·L⁻¹诺氟沙星反而促进油菜和萝卜胚根鲜重增加。抗生素对胚根鲜重影响规律与抗生素影响胚根伸长规律相近。

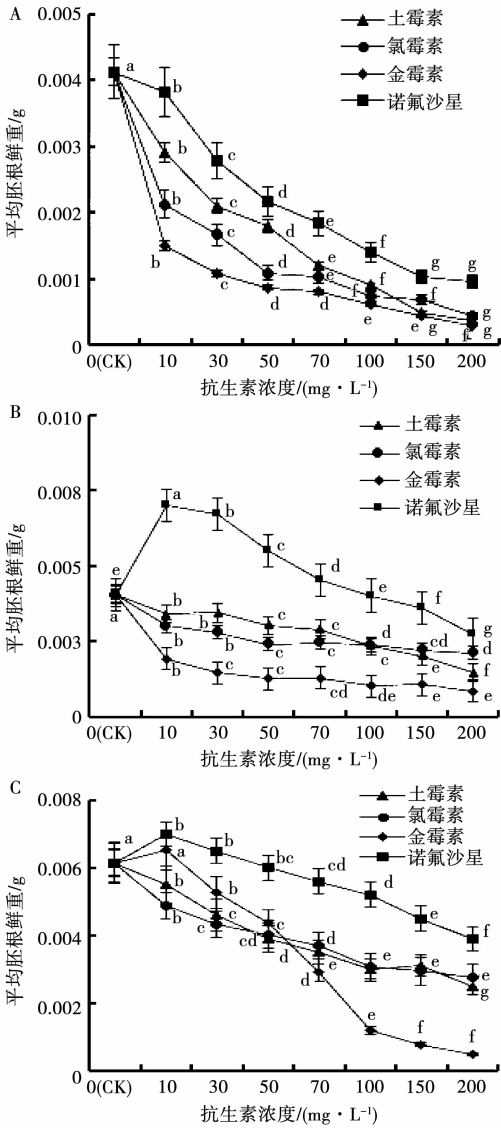


图2 不同抗生素处理对白菜(A)、油菜(B)和萝卜(C)种子平均胚根鲜重的影响

2.3 抗生素处理对子叶叶绿素含量的影响

由图3可知,对照组白菜、油菜、萝卜子叶均能检测到正常含量的叶绿素,试验组叶绿素含量与对照组相比均有显著差异,所有抗生素实试验组无论抗生素浓度高低子叶均不能形成正常含量的叶绿素。在所有试验组中,70 mg·L⁻¹诺氟沙星处理萝卜种子子叶叶绿素含量最高,为0.093 9 mg·g⁻¹,该数值远远低于对照组子叶叶

绿素含量(0.935 8 mg·g⁻¹),叶绿素合成抑制率高达82.6%,试验组中子叶叶绿素含量最低仅为0.001 0 mg·g⁻¹,叶绿素合成抑制率高达99.8%,由此可见,抗生素处理能够严重抑制培养皿中子叶叶绿素的合成。图4可更直观地观察到,所有对照组均能形成正常子叶,10和30 mg·L⁻¹抗生素处理子叶有的表现出局部失绿变黄,而其他各试验组中子叶颜色均严重失绿变黄。

图5中穴盘试验用不同抗生素溶液浇灌种子,并未得到与培养皿试验完全相同的结果,但在图5A和B红色圆框区域中也能明显看到子叶发黄的蔬菜幼苗,这说明抗生素确实一定程度上影响了幼苗子叶叶绿素的合成。

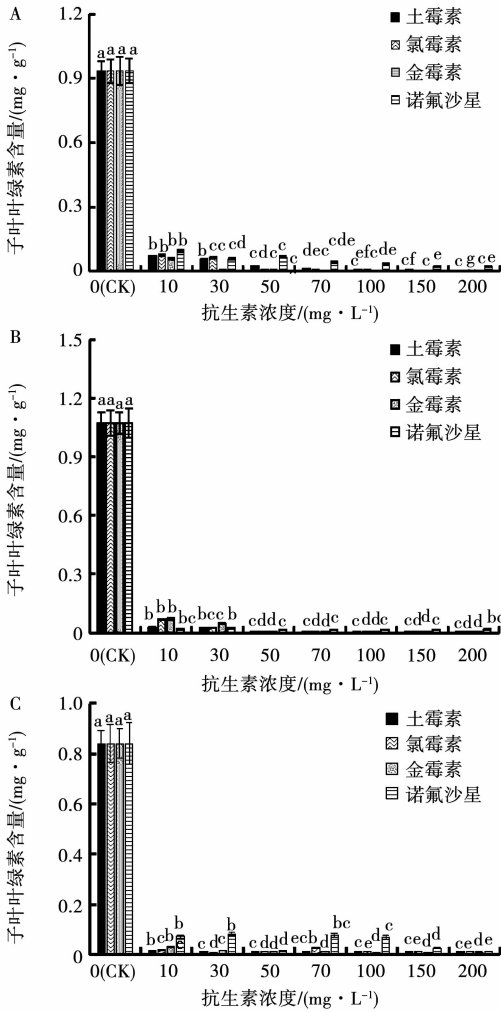


图3 不同抗生素处理对白菜(A)、油菜(B)和萝卜(C)子叶叶绿素含量的影响

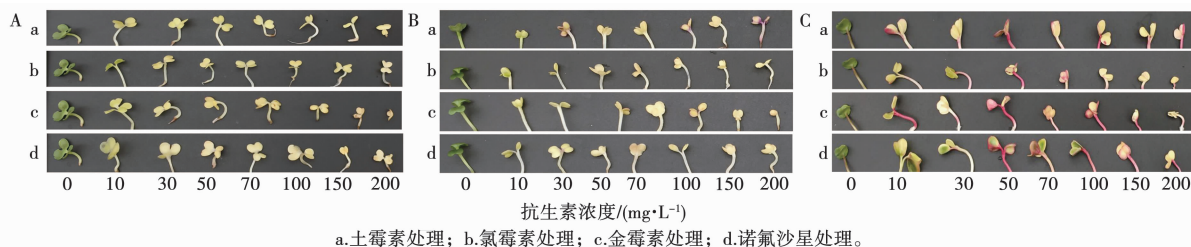


图 4 不同抗生素处理后白菜(A)、油菜(B)和萝卜(C)子叶失绿情况

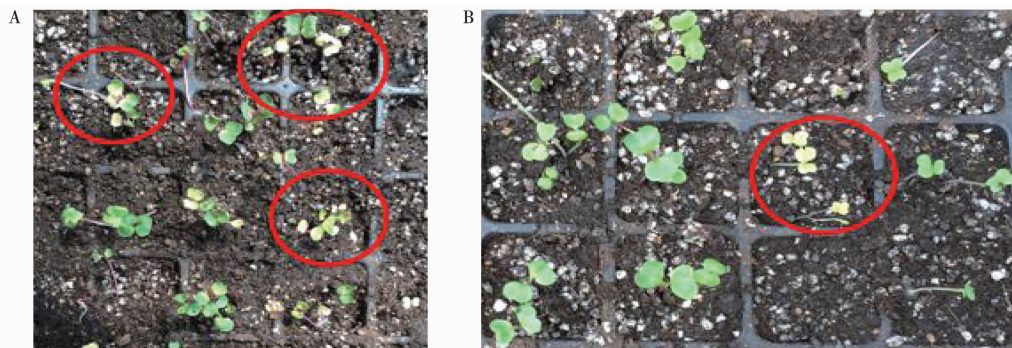


图 5 穴盘播种不同抗生素处理蔬菜子叶观察

3 讨论与结论

本试验结果表明,不同浓度的土霉素、氯霉素、金霉素和诺氟沙星对白菜、油菜、萝卜种子发芽率有均影响,但影响效果不显著。出现这种现象的原因,可能是由于种子萌发过程主要是吸收水分,消耗自身营养,同时种子萌发速度快,抗生素透过种皮未起作用时种子已经萌发;土霉素、氯霉素、金霉素和诺氟沙星对 3 种蔬菜幼苗胚根伸长和胚根鲜重均有显著影响,抑制规律相似,抗生素浓度越高抑制作用越大,胚根伸长与胚根鲜重表现出相同规律,考虑可能原因是相同根密度条件下,胚根越长胚根鲜重越重。魏瑞成等^[18]的研究结果也表明高浓度金霉素明显抑制株高和根长的增加;张树清等^[19]研究结果表明随四环素浓度增加大白菜的单根长和根鲜重表现出先增加后下降的趋势。本研究中 4 种抗生素中金霉素对胚根长和胚根鲜重影响最显著,该结果同魏子艳等^[20]研究结果中金霉素对黄瓜抑制作用结果相近。目前金霉素作为主要兽用抗生素被使用,使用频率高、范围广,土壤粪肥中残留金霉素对蔬菜种子生长发育影响问题需要引起注意。根长和根鲜重较发芽率对抗生素作用更敏感,更适合作为检测抗生素生态毒性的指标,而魏子艳等^[20]研究结果也表明金霉素、诺氟沙星和磺胺对甲氧嘧啶,对于芽长和根长的抑制作用随抗生素浓度增加而加强,同时根长对抗生素浓度反应更灵敏,建议使用根长作为抗生素对蔬菜生态毒性的敏感指标。本研

究中 4 种抗生素对蔬菜子叶叶绿素含量的影响极显著,与对照组比,试验组子叶叶绿素含量极大程度降低,即使最低浓度抗生素同样可以显著抑制子叶叶绿素合成,叶绿素合成抑制率最低值也高达 85%,但目前抗生素影响幼苗子叶叶绿素形成的相关研究非常少。抗生素严重影响叶绿素合成的原因可能是抗生素影响了与叶绿素合成相关基因的表达,或影响与叶绿素合成代谢相关功能蛋白的活性,但还需要进一步验证。穴盘培养试验中抗生素抑制子叶叶绿素合成效果并不与培养皿中结果完全相同,在 200 mg·L⁻¹氯霉素喷施的幼苗子叶中能明显看到子叶失绿变黄现象,在其他浓度抗生素处理的子叶中也有零星出现子叶部分或全部变黄现象,但并不多。考虑此现象出现的原因是培养皿试验中子叶一直浸润于抗生素溶液中,但穴盘培养试验中幼苗子叶长出土壤后每天只喷洒一次抗生素溶液,子叶生长环境抗生素压力小,最终导致与培养皿试验结果不同。

综上所述,不同浓度抗生素处理后,虽然白菜、油菜、萝卜种子发芽率受影响,但影响效果并不非常显著;试验组中根长,根鲜重,子叶叶绿素含量与对照组表现出显著差异,尤其叶绿素含量表现出极显著差异,说明土壤粪肥中的残留抗生素对蔬菜种子及幼苗生长发育确实产生非常大的影响,仍需进一步深入研究。

参考文献:

- [1] KNAPP C W, DOLFING J, EHLERT P A I. Evidence of increasing antibiotic resistance gene abundances in archived

- soils since 1940[J]. *Environment Science and Technology*, 2010, 44(2):580-587.
- [2] 黄乐毅.《抗生素》杂志在我国抗生素事业中的作用[J]. *抗生素*, 1986(3):163-164.
- [3] 王敏,唐景春.土壤中的抗生素污染及其生态毒性研究进展[J]. *农业环境科学学报*, 2010(Z1):261-266.
- [4] ZHANG Q Q, YING G G, PAN C G, et al. Comprehensive evaluation of antibiotics emission and fate in the river basins of China: Source analysis, multimedia modeling, and linkage to bacterial resistance[J]. *Environmental Science & Technology*, 2015, 49(11):6772-6782.
- [5] VAN BOECKEL T P, GLENNON E E, CHEN D, et al. Reducing antimicrobial use in food animals[J]. *Science*, 2017, 357(6358):1350-1352.
- [6] ALEXANDRO R R, JERÓNIMO R B, COUCE A, et al. Antibiotics and antibiotic resistance: A bitter fight against evolution[J]. *International Journal of Medical Microbiology*, 2013, 303(6-7):293-297.
- [7] DU L F, LIU W K. Occurrence, fate, and ecotoxicity of antibiotics in agro-ecosystems[J]. *Agronomy for Sustainable Development*, 2012, 32(2):309-327.
- [8] 陈红英,王月颖,傅思武.抗生素在养殖业中的应用现状[J]. *现代畜牧科技*, 2019(5):1-3.
- [9] JEMBA P K. Excretion and ecotoxicity of pharmaceutical and personal care products in the environment: A review[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2006, 63(1):113-130.
- [10] 常静,李蕴华,凤英,等.畜禽粪污源抗生素污染对土壤和作物的潜在风险及对策[J]. *畜牧与饲料科学*, 2020, 41(6):50-55.
- [11] LIENERT J, BURKI T, ESCHERB I. Reducing micropollutants with source control: Substance flow analysis of 212 pharmaceuticals in faeces and urine[J]. *Water Science and Technology*, 2007, 56(5):87-96.
- [12] PENG X, TANG C, YU Y, et al. Concentrations, transport, fate, and releases of polybrominated diphenyl ethers in sewage treatment plants in the pearl river delta, south China [J]. *Environment International*, 2009, 35(2):303-309.
- [13] 吴小莲,向垒,莫测辉,等.长期施用粪肥蔬菜基地蔬菜中典型抗生素的污染特征[J]. *环境科学*, 2013, 34(6):2442-2447.
- [14] 张浩,罗义,周启星.四环素类抗生素生态毒性研究进展[J]. *农业环境科学学报*, 2008, 27(2):407-413.
- [15] 章明奎,王丽平,郑顺安,等.两种外源抗生素在农业土壤中的吸附与迁移特性[J]. *生态学报*, 2008, 28(2):761-766.
- [16] 王虹,蒋卫杰,余宏军,等.禽畜废弃物中的抗生素及其在蔬菜等农作物中的富集[J]. *中国蔬菜*, 2011(12):10-15.
- [17] 冯晶晶,温洪宇,孟艳秋,等.3种抗生素胁迫对黄瓜、西葫芦和冬瓜种子萌发的影响[J]. *种子*, 2018, 37(2):86-89.
- [18] 魏瑞成,邵明诚,陈明,等.金霉素和4-差向金霉素对油菜生长的影响及其在幼苗体内的积累[J]. *农业环境科学学报*, 2012, 31(7):1289-1295.
- [19] 张树清,张夫道,刘秀梅,等.四环素类抗生素对大白菜幼苗生长及生理指标的影响[C]//中国农业生态环境保护协会.第四届全国农业环境科学学术研讨会论文集. 2011:30-36.
- [20] 魏子艳,王金花.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.

Effects of Antibiotics Residues in Manure on Radicle Elongation and Chlorophyll Synthesis in Cotyledon During Vegetable Seed Germination

FAN Hui-dong¹, WANG Hou-ji², LI A-hong¹, ZHENG Jian-chao¹, ZHENG Shi-jin¹, GAO Yu-qian³

(1. Jilin Vegetable and Flower Science Research Institute, Changchun, 130000, China; 2. Xingfuxiang Comprehensive Service Center, Nanguan District, Changchun City, Changchun 130000, China; 3. Jilin Province Seed Management Station, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to rationally use antibiotics, the effects of different concentrations of veterinary antibiotics oxytetracycline, chloramphenicol, aureomycin and norfloxacin in soil manure on germination rate, radicle length, radicle fresh weight and chlorophyll content in cotyledon of Chinese cabbage, rape and radish were studied by moisturizing culture method. The results showed that the high concentration of antibiotics generally reduced the seed germination rate, and the inhibition rate of 70 mg·L⁻¹ aureomycin on Chinese cabbage seed germination was 30.2%. The radicle length inhibition rate of 200 mg·L⁻¹ aureomycin was 93.5%, and the average radicle fresh weight was reduced. The radicle fresh weight of Chinese cabbage seeds was reduced by 75.6% under the treatment of 200 mg·L⁻¹ norfloxacin, and the chlorophyll synthesis of cotyledons was severely inhibited. The inhibition rate of chlorophyll in cotyledon of Chinese cabbage by chloramphenicol at 200 mg·L⁻¹ was 99.8%, and chlorophyll could not be synthesized in cotyledon. The influence of high concentration of antibiotics in soil on the germination of vegetable seeds should not be ignored and should be paid more attention.

Keywords: residual antibiotics in manure; vegetable seeds; budding rate; cotyledon chlorophyll