



叶佳琴, 鄧军锐, 曾广, 张涛, 黄宸, 周丹. 三种抗生素对西花蓟马存活率及肠道可培养细菌的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (5): 1242 - 1249.

三种抗生素对西花蓟马存活率及肠道可培养细菌的影响

叶佳琴, 鄧军锐*, 曾广, 张涛, 黄宸, 周丹

(贵州大学昆虫研究所, 贵州省山地农业病虫害重点实验室, 贵阳 550025)

摘要: 为阐明抗生素对西花蓟马的作用, 选用氨苄青霉素 (AMP)、氯霉素 (CAP) 和硫酸链霉素 (SM) 等3种抗生素分别采用薄膜饲喂法和叶片浸渍法处理西花蓟马, 研究3种抗生素对西花蓟马死亡率及对肠道可培养细菌的影响。结果表明抗生素对西花蓟马的死亡率有明显的影响, 随着浓度的增加和处理时间的延长死亡率升高, 在薄膜饲喂法和叶片浸渍法处理下, 西花蓟马均是在3种抗生素浓度为50.00 mg/mL处理72 h时死亡率最大, 薄膜饲喂法对西花蓟马死亡率的影响高于叶片浸渍法。在2种饲喂方式下, 25.00 mg/mL氨苄青霉素和50.00 mg/mL硫酸链霉素处理72 h后对西花蓟马肠道内可培养细菌的去除效果最好; 浓度为50.00 mg/mL氯霉素在薄膜饲喂法中处理24 h后对西花蓟马肠道细菌去除效果最好, 但叶片浸渍法没有明显的作用。结果说明, 西花蓟马死亡率及肠道细菌的去除效果与抗生素种类、浓度和处理时间相关, 也与处理方法有关。

关键词: 西花蓟马; 抗生素; 可培养细菌; 薄膜饲喂法; 叶片浸渍法

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 05-1242-08

Effect of three antibiotics on the survival of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and removal of culturable gut bacteria

YE Jia-Qin, ZHI Jun-Rui*, ZENG Guang, ZHANG Tao, HUANG Chen, ZHOU Dan (Institute of Entomology, Guizhou University/Guizhou Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of the Mountainous Region, Guiyang 550025, China)

Abstract: To explore the effect of different antibiotics on *Frankliniella occidentalis*, Ampicillin (AMP), chloramphenicol (CAP) and streptomycin sulphate (SM) were used to treat *F. occidentalis* by membrane feeding and leaf dipping methods respectively. The influences of three kinds of antibiotics on the mortality and the removal effects on the culturable gut bacteria in *F. occidentalis* were determined. The results showed that the antibiotics had significant effect on the mortality of *F. occidentalis*, which increased with the increase of concentration and extension of time. The mortality was biggest under the concentration of 50.00 mg/mL of all 3 antibiotics at 72 h at both methods. The membrane feeding method had stronger effect than leaf dipping method. 25.00 mg/mL ampicillin and 50.00 mg/mL streptomycin sulfate had best remove effects on culturable bacteria in the gut of *F. occidentalis* under the two methods. The concentration of chloramphenicol with 50.00 mg/mL at 24 h had biggest remove effect at the membrane feeding method, while it hadn't the effect at leaf dipping method. The results indicated that the effect of antibiotics on the

基金项目: 贵州省国际科技合作基地 (黔科合平台人才 [2016] 5802)

作者简介: 叶佳琴, 女, 1994年生, 贵州开阳人, 硕士, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: yejiaqin5@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 鄧军锐, 女, 博士, 教授, E-mail: zhijunrui@126.com

收稿日期 Received: 2019-11-06; 接受日期 Accepted: 2020-03-11

mortality of *F. occidentalis* and the removal effect were positively correlated with antibiotic type, concentration and treatment time, it also had the relative with treatment method.

Key words: *Frankliniella occidentalis*; antibiotics; gut bacteria; membrane feeding; leaf dipping

昆虫体内栖息着大量微生物, 包括细菌、古菌、原生生物和真菌等, 其中 99.00% 以上属于细菌 (Egert *et al.*, 2003; 梅承等, 2018)。这些细菌栖居在肠道内并参与宿主的生理反应, 与宿主相互依赖, 互惠共生 (Dale, 2006; Shao *et al.*, 2017), 某些特殊的细菌在宿主的营养吸收、发育繁殖、抵御病原菌以及抗药性等方面起着重要作用 (Philipp and Moran, 2013), 因此研究昆虫肠道细菌对于益虫的保护以及害虫的综合治理具有重要的意义。使用抗生素去除肠道细菌是一种行之有效且操作容易的方法, 并为进一步验证肠道细菌的功能奠定了基础。Lin 等 (2015) 研究发现, 利福平和硫酸链霉素可不同程度的去除小菜蛾 *Plutella xylostella* 的肠道细菌, 导致小菜蛾较高的死亡率; 四环素、氨基青霉素和利福平等可有效去除 B 型和 Q 型烟粉虱 *Bemisia tabaci* 肠道共生菌 *Hamiltonella* (Ruan, 2010; 苏奇等, 2012); 利福平、盐酸土霉素和青霉素 G 钾盐可以有效减少大青叶蝉 *Cicadella viridis* 内共生菌 *Sulcia muelleri* (练启仙等, 2019)。使用氯霉素、氨基青霉素和硫酸链霉素等抗生素以不同方式饲喂黑豆蚜 *Aphis craccivora* 后可获得脱共生菌的蚜虫 (苗雪霞, 2004)。

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 属缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae 花蓟马属 *Frankliniella*, 是一种世界性的入侵害虫 (雷仲仁等, 2004; 吴青君等, 2005)。具有个体小, 易隐匿, 繁殖力强和食性广等特点, 可取食 60 个科 250 种作物 (Reitz *et al.*, 2019)。西花蓟马可通过直接取食和产卵造成危害, 也可间接传毒危害, 对农业生产造成了不可估量的经济损失 (Pappu *et al.*, 2009; Yulin *et al.*, 2012; 谢永辉等, 2013)。西花蓟马已对多种农药产生了不同程度的抗药性, 使其防治变得更加困难。

De Vries 等 (2001a) 通过显微镜观察、传统培养和 API-20E 肠道菌试剂鉴定等方法确定西花蓟马后肠内存在大量的细菌, 属于欧文氏菌属 *Erwinia*。西花蓟马若虫通过取食获得细菌且在 2 龄时带菌率为 100.00%, 在预蛹和蛹期带菌率有所下降, 但成虫期又明显升高 (De Vries *et al.*,

2001b)。肠道细菌可以使西花蓟马种群产卵率增高、成熟时间缩短 (De Vries *et al.*, 2004)。去除西花蓟马的肠道细菌, 能否影响西花蓟马种群数量或降低西花蓟马的存活率? 为此本试验利用薄膜饲喂法和叶片浸渍法对氨基青霉素、硫酸链霉素和氯霉素 3 种常用抗生素处理西花蓟马, 以明确抗生素处理后对西花蓟马毒害作用以及肠道细菌的去除效果, 并为进一步明确肠道菌的作用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 抗生素

氨基青霉素、硫酸链霉素和氯霉素, 购买于生工生物工程 (上海) 股份有限公司, 化学纯研究专用抗生素。

1.2 供试昆虫和植物

供试昆虫: 西花蓟马, 采自贵州省贵阳市花溪区周边蔬菜上, 并在实验室人工气候箱 (温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH 65% ~ 70%, 光照周期 14 L:10 D) 内用菜豆豇长期饲养。

供试植物: 矮生菜豆 *Phaseolus vulgaris* (泰国地豆王品种) 种植在人工气候室中 (温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH 70% \pm 5%, 光照周期 14 L:10 D), 以营养钵进行培育, 菜豆长至两真叶后备用。菜豆植株生长期间未受到任何损伤和病虫害危害。

1.3 抗生素的配制

称取一定粉末状的氨基青霉素和硫酸链霉素用无菌水进行配制, 氯霉素用少量的无水乙醇进行溶解再用无菌水进行配制, 3 种抗生素均配制成 100.00 mg/mL 母液备用。使用时根据需求将母液分别稀释成 50.00 mg/mL, 25.00 mg/mL 和 12.50 mg/mL 浓度, 所选浓度根据查阅文献和预实验获得, 所配制的抗生素溶液置于 -20°C 保存。

1.4 抗生素不同处理方法

薄膜饲喂法处理, 将冲洗干净的菜豆叶片晾干后用研钵研磨成汁液, 用 300 目纱布过滤获得叶片汁液, 取汁液与抗生素按所需浓度配制成液态饲料, 置于 -20°C 保存备用。西花蓟马饲喂参考 Murai 装置稍作改进 (Murai and Ishii, 1982), 使

用长为 4 cm 双通的透明玻璃管, 一端用 300 目纱布封口便于透气, 另一端用双层 Parafilm 制成取食膜系统。

叶片浸渍法处理, 参照 Lin 等 (2015) 方法, 将采回的大小基本一致菜豆叶片洗净晾干备用, 将晾干的叶片置于 3 种不同浓度的抗生素溶液中浸泡 10 s 后取出晾干, 然后将晾干的叶片置于底部垫有湿润滤纸的 9 cm 培养皿中。

两种方法均接入 30 头西花蓟马成虫, 每种抗生素的每个浓度设置 4 个重复, 两种方法处理下, 叶片浸渍法中对照以无菌水浸泡菜豆叶片, 薄膜饲喂法中以在菜豆汁液中加入无菌水作为对照, 每隔 24 h 更换新鲜液态饲料和叶片。处理后的西花蓟马放入人工气候箱中 (条件同上), 分别在处理后 24 h、48 h 和 72 h 调查西花蓟马的存活情况。

1.5 西花蓟马肠道可培养细菌的培养

取上述两方法中氨苄青霉素和硫酸链霉素处理 72 h 和氯霉素处理 24 h 后存活的西花蓟马 15 头, 先用 75% 酒精浸泡处理 10 s, 再用无菌水清洗 3 次, 去除虫体残留酒精, 然后在超净工作台中心切取西花蓟马腹部置于 1.5 mL 离心管中, 用消毒好的研磨棒磨碎后, 加入 600 μ L 无菌水摇匀制成菌液。取 100 μ L 涂 LB 平板 (LB 培养基: NaCl 10.0 g/L, 酵母提取物 5.0 g/L, 蛋白胨 10.0 g/L, 15.0 g/L 琼脂粉), 37 $^{\circ}$ C 培养 24 h 后观察肠道可培养细菌的生长情况。

1.6 数据处理及分析

使用 Excel 2013 和 SPSS 21.0 软件对抗生素处理后西花蓟马的死亡率进行数据统计和分析。死亡率经反正弦转换后, 用 Tukey 检验法比较不同处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 薄膜饲喂法处理下抗生素对西花蓟马死亡率的影响

薄膜饲喂法处理结果表明, 不同抗生素的浓度对西花蓟马有一定致死作用 (表 1)。不论是对照还是氨苄青霉素所有浓度处理, 西花蓟马死亡率均随处理时间延长而明显升高, 其中 50.00 mg/mL 氨苄青霉素处理 72 h 时西花蓟马死亡率最高, 分别是处理 24 h 和 48 h 的 7.64 倍和

1.69 倍。硫酸链霉素在 12.50 mg/mL 和 25.00 mg/mL 浓度处理下, 西花蓟马的死亡率随处理时间延长而升高, 50.00 mg/mL 处理下 48 h 和 72 h 间没有明显的差异。氯霉素的所有浓度处理在 48 h 和 72 h 没有显著差异且均高于 24 h, 其中 25.00 mg/mL 氯霉素处理下 48 h 和 72 h 西花蓟马死亡率均是 24 h 的 1.45 倍。

在同一时间下, 西花蓟马死亡率随浓度增加而升高, 但不同抗生素处理下升高程度不同。3 种抗生素处理 24 h 时 25.00 mg/mL 和 50.00 mg/mL 浓度死亡率无显著差异, 但均高于 12.50 mg/mL 和对照。氨苄青霉素处理后不论在 48 h 还是 72 h, 均是 50.00 mg/mL 西花蓟马死亡率最高为 25.67% 和 43.33%, 分别是对照的 3.21 和 3.61 倍。硫酸链霉素处理 48 h 时, 随浓度增加西花蓟马死亡率不断升高, 在 50.00 mg/mL 时达到 40.00%, 为对照的 5.00 倍, 72 h 下 50.00 mg/mL 死亡率最高为 44.67%, 比对照提高了 32.67%。氯霉素处理后不论是 48 h 还是 72 h 西花蓟马的死亡率在 3 个浓度下没有明显的差异, 但均明显高于对照, 其中 48 h 时西花蓟马死亡率在 12.50 mg/mL 浓度时为 95.33%, 是对照的 11.92 倍, 浓度为 25.00 mg/mL 和 50.00 mg/mL 时西花蓟马死亡率为 100.00% 为对照的 8.33 倍。

2.2 叶片浸渍法处理下抗生素对西花蓟马死亡率的影响

叶片浸渍法处理结果表明在同一抗生素不同浓度下, 西花蓟马累计死亡率随着时间延长而升高 (表 2), 浓度为 50.00 mg/mL 氨苄青霉素在 48 h 和 72 h 西花蓟马死亡率没有显著差异, 对照和其余浓度下西花蓟马死亡率均为 72 h 显著高于 24 h 和 48 h, 其中 25.00 mg/mL 氨苄青霉素处理下西花蓟马死亡率 72 h 分别为 24 h 和 48 h 的 6.67 倍和 2.00 倍。硫酸链霉素处理 24 h 后, 西花蓟马死亡率在 25.00 mg/mL 和 50.00 mg/mL 2 个浓度下没有差异, 但明显高于对照和 12.50 mg/mL 处理, 在 48 h 时各浓度之间西花蓟马死亡率无差异, 但显著高于对照, 在 72 h 时, 死亡率在 50.00 mg/mL 为 36.67%。氯霉素处理后, 在 24 h 和 48 h 时西花蓟马的死亡率均随浓度增加而升高, 在 72 h 时西花蓟马死亡率在浓度为 50.00 mg/mL 时最高为 97.67%。

表 1 薄膜饲喂法处理下抗生素对西花蓟马死亡率 (%) 的影响

Table 1 Influence of antibiotics on the mortality (%) of *Frankliniella occidentalis* at membrane feeding method

种类 Antibiotic type	浓度 (mg/mL) Concentration	时间 (h) Time		
		24	48	72
氨苄青霉素 AMP	CK	0.00 ± 0.00 bC	8.00 ± 1.00 bB	12.00 ± 1.00 cA
	12.50	0.00 ± 0.00 bC	10.00 ± 0.00 bB	19.00 ± 1.00 bA
	25.00	4.33 ± 1.33 aC	11.00 ± 1.00 bB	23.33 ± 2.03 bA
	50.00	5.67 ± 1.33 aC	25.67 ± 1.33 aB	43.33 ± 2.03 aA
硫酸链霉素 SM	CK	0.00 ± 0.00 cC	8.00 ± 1.00 dB	12.00 ± 1.00 cA
	12.50	4.33 ± 1.33 bC	20.00 ± 1.73 cB	31.00 ± 1.00 bA
	25.00	9.00 ± 1.00 aC	28.00 ± 1.00 bB	35.67 ± 1.33 bA
	50.00	14.33 ± 1.33 aB	40.00 ± 1.73 aA	44.67 ± 2.33 aA
氯霉素 CAP	CK	0.00 ± 0.00 cC	8.00 ± 1.00 bB	12.00 ± 1.00 bA
	12.50	57.67 ± 2.33 bB	95.33 ± 2.33 aA	100.00 ± 0.00 aA
	25.00	69.00 ± 0.01 aB	100.00 ± 0.00 aA	100.00 ± 0.00 aA
	50.00	74.33 ± 1.33 aB	100.00 ± 0.00 aA	100.00 ± 0.00 aA

注: 表中数据为平均值 ± 标准误, 同一行大写字母表示同一浓度下不同时间的差异显著性, 同一列小写字母表示同一种抗生素同一时间下不同浓度之间的差异显著性 (Turkey) 检验 ($P < 0.05$)。表 2 同。Note: Data in the table are mean ± SE. Different capital letters following the data in the same row indicate significant differences at different time at the same concentration, while different small letters in the same column indicate significant differences at different concentrations at same time (Turkey test) ($P < 0.05$). The same for Table 2.

在相同时间下随着浓度增加西花蓟马死亡率升高, 氨苄青霉素处理 24 h 和 72 h 时, 西花蓟马死亡率在 25.00 mg/mL 和 50.00 mg/mL 2 个浓度间没有差异, 但显著高于对照和 12.50 mg/mL 处理, 其中 72 h 时氨苄青霉素 25.00 mg/mL 和 50.00 mg/mL 时西花蓟马死亡率分别为对照的 1.82 倍和 2.52 倍, 在 48 h 时, 氨苄青霉素 50.00 mg/mL 处理下西花蓟马死亡率最高为 20.00%, 是对照的 3.53 倍。硫酸链霉素处理 24 h 后, 西花蓟马死亡率在 25.00 mg/mL 和 50.00 mg/mL 两个浓度下没有差异, 明显高于对照和 12.50 mg/mL 处理, 48 h 时各浓度之间西花蓟马死亡率无差异, 但显著高于对照, 72 h 时, 西花蓟马的死亡率在 50.00 mg/mL 为 36.67%, 为对照的 3.33 倍。氯霉素处理后, 在 24 h 和 48 h 时西花蓟马的死亡率均随浓度增加, 死亡率明显升高, 在 72 h 时西花蓟马死亡率在浓度为 50.00 mg/mL 时为 97.67% 为对照的 8.88 倍。

薄膜饲喂法和叶片浸渍法饲喂抗生素后, 西花蓟马累计死亡率在 2 种处理方式下不同。在相

同浓度和时间下均为薄膜饲喂法 > 叶片浸渍法。其中 50.00 mg/mL 氨苄青霉素处理后, 薄膜饲喂法下西花蓟马死亡率为叶片浸渍法的 1.57 倍。50.00 mg/mL 链霉素处理后, 薄膜饲喂法下造成西花蓟马死亡率是叶片浸渍法的 1.90 倍。50.00 mg/mL 氯霉素处理后, 薄膜饲喂法下造成西花蓟马死亡率比叶片浸渍法提高了 41.00%。

2.3 薄膜饲喂法处理下抗生素对西花蓟马肠道细菌的去除效果

由于氯霉素的任何浓度在两种处理方式下导致西花蓟马死亡率较大, 48 h 和 72 h 时使得剩余虫量较少不足以进行肠道内细菌的培养, 为验证氯霉素对西花蓟马肠道可培养细菌的去除效果, 因此本文选择氯霉素处理西花蓟马 24 h 后进行肠道可培养细菌的去除效果实验, 选择氨苄青霉素和硫酸链霉素 2 种抗生素处理 72 h 后对西花蓟马肠道细菌的去除实验。薄膜饲喂法研究结果显示, 3 种抗生素处理对西花蓟马肠道细菌有不同程度的抑菌作用 (图 1)。取食 12.50 mg/mL 和 25.00 mg/mL 浓度的氨苄青霉素西花蓟马肠道可

表 2 叶片浸渍法处理下抗生素对西花蓟马死亡率 (%) 的影响

Table 2 Influence of antibiotics on the mortality (%) of *Frankliniella occidentalis* at leaf dipping method

种类 Antibiotic type	浓度 (mg/mL) Concentration	时间 (h) Time		
		24	48	72
氨基青霉素 AMP	CK	0.00 ± 0.00 bC	5.67 ± 1.33 bB	11.00 ± 1.00 bA
	12.50	0.00 ± 0.00 bC	7.00 ± 0.00 bB	12.00 ± 1.00 bA
	25.00	3.00 ± 0.00 aC	10.00 ± 1.73 bB	20.00 ± 1.73 aA
	50.00	4.33 ± 1.33 aB	20.00 ± 1.73 aA	27.67 ± 2.91 aA
硫酸链霉素 SM	CK	0.00 ± 0.00 bC	5.67 ± 1.33 bB	11.00 ± 1.00 cA
	12.50	0.00 ± 0.00 bC	14.67 ± 2.33 aB	28.00 ± 1.00 bA
	25.00	7.00 ± 0.00 aC	15.67 ± 1.33 aB	30.00 ± 1.73 abA
	50.00	9.00 ± 1.00 aC	21.00 ± 1.00 aB	36.67 ± 2.03 aA
氯霉素 CAP	CK	0.00 ± 0.00 dC	5.67 ± 1.33 dB	11.00 ± 1.00 cA
	12.50	10.00 ± 1.73 cC	26.67 ± 2.03 cB	63.33 ± 2.03 bA
	25.00	18.00 ± 1.00 bC	40.00 ± 1.73 bB	80.00 ± 1.73 bA
	50.00	30.00 ± 1.73 aC	59.00 ± 4.16 aB	97.67 ± 2.33 aA

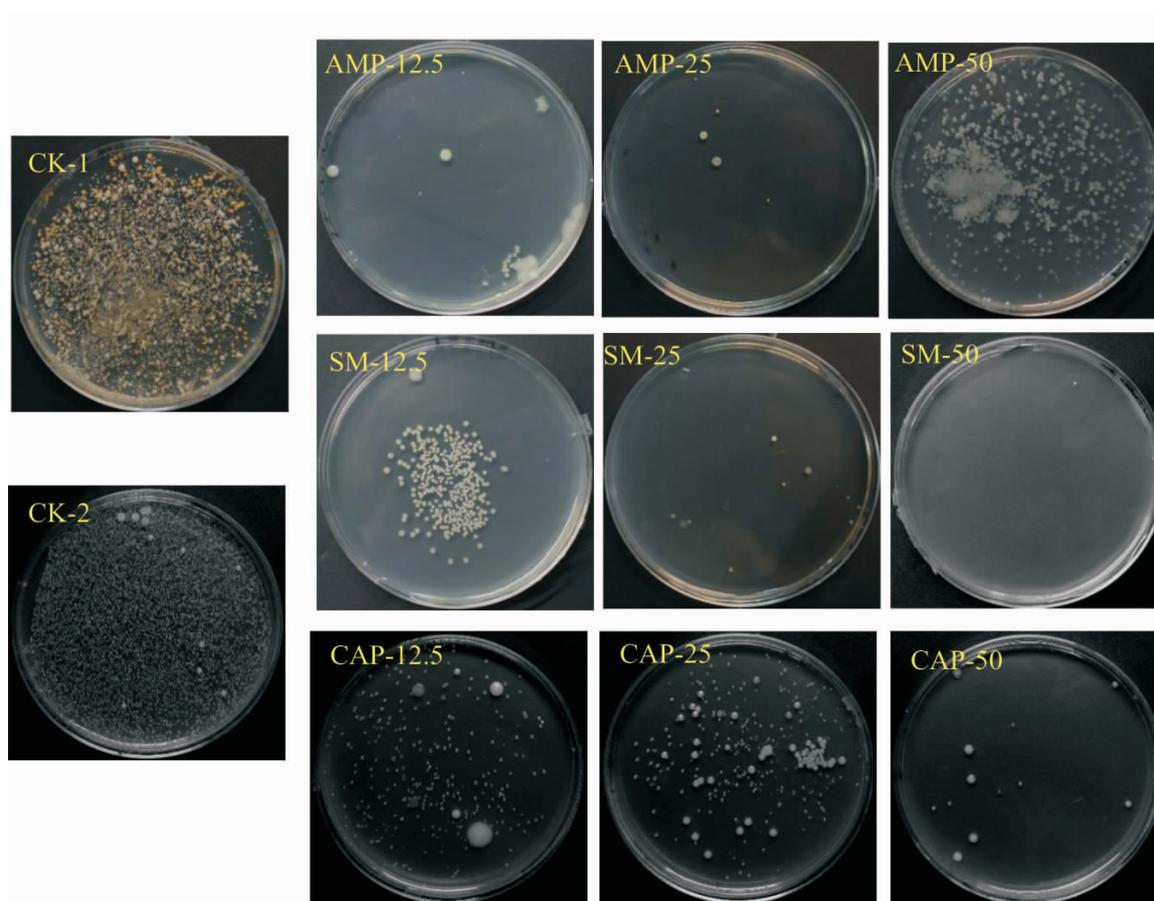


图 1 抗生素薄膜饲喂法对西花蓟马肠道可培养细菌的去除效果

Fig. 1 Effect of antibiotics on the removal gut culturable bacteria in *Frankliniella occidentalis* at membrane feeding method

培养细菌相对较少, 在 50.00 mg/mL 时可培养细菌丰度与对照基本相同。取食含硫酸链霉素液态饲料的西花蓟马肠道可培养细菌数量随浓度的增加而减少, 且在 50.00 mg/mL 时可培养细菌几乎全部被抑制。氯霉素处理西花蓟马 24 h 后, 西花蓟马肠道可培养细菌在浓度 12.50 mg/mL 和 25.00 mg/mL 时与对照类似, 在浓度 50.00 mg/mL 时可培养细菌与对照相比受到抑制, 但未能完全去除。

2.4 叶片浸渍法处理抗生素对西花蓟马肠道细菌的去除效果

叶片浸渍法研究表明, 对照的可培养细菌丰度明显高于氨苄青霉素和硫酸链霉素 2 种抗生素处理组, 且不同抗生素抑菌效果存在差异 (图 2)。氨苄青霉素处理显示, 在浓度为 25.00 mg/mL 时抑菌效果较好, 仅观察到少数菌落, 在 50.00 mg/mL 和 12.50 mg/mL 时均与对照类似。硫酸链霉素处理下, 随着浓度的增加, 西花蓟马肠道可培养细菌丰度降低, 仅在 LB 培养基中观察到少量菌落。氯霉素处理 24 h 后, 西花蓟

马肠道可培养细菌在任何浓度下均与对照类似。

3 结论与讨论

本研究表明, 西花蓟马在 3 种抗生素 3 个浓度处理下均随时间的延长累计死亡率升高, 但死亡率的大小与抗生素的处理方式、种类和浓度密切相关。同一抗生素不同浓度处理对西花蓟马致死率均在 24 h 时不同浓度之间的差异较小, 随时间延长, 不同浓度造成的死亡率差异变大。前人也有类似的发现, 如 Lin 等 (2015) 研究表明随着利福平和硫酸链霉素浓度增加对小菜蛾毒害作用增大死亡率升高; Visôto 等 (2009) 研究不同抗生素对大豆夜蛾 *Anticarsia gemmatilis* 肠道细菌的抗敏感性发现增加四环素的浓度造成大豆夜蛾更高的致死率。本研究还发现不同抗生素对西花蓟马死亡率为氯霉素 > 硫酸链霉素 > 氨苄青霉素。林晓丽等 (2014) 的研究也表明, 不同抗生素对小菜蛾的致死作用不同, 并且硫酸链霉素处理组致死率较低。

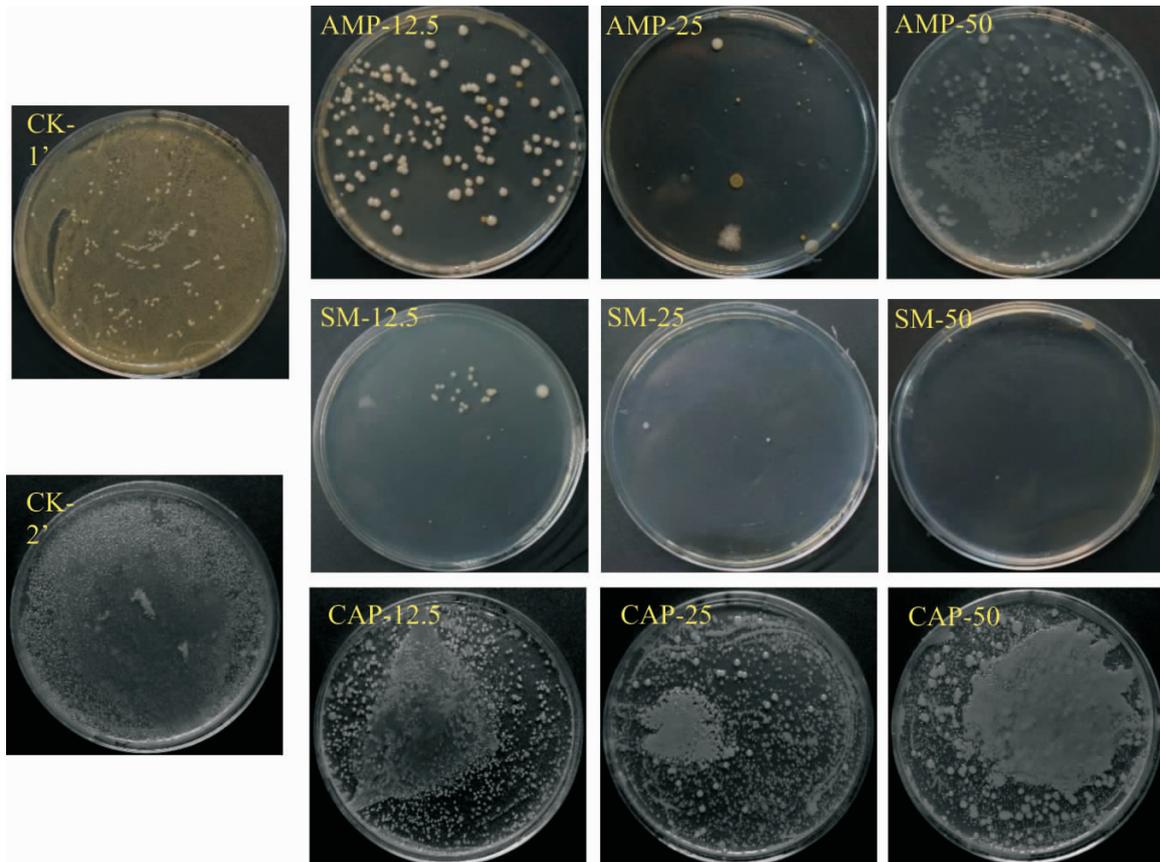


图 2 抗生素叶片浸渍法饲喂对西花蓟马肠道可培养细菌去除效果的影响

Fig. 2 Effect of antibiotics on the removal gut culturable bacteria in *Frankliniella occidentalis* at leaf dipping method

同种抗生素不同的处理方式会产生不同的致死效果。在本研究中 3 种抗生素相同时间和浓度下西花蓟马致死率均是薄膜饲喂法高于叶片浸渍法。可能是因为薄膜饲喂法取食系统是将叶片研磨、过滤取其汁液和抗生素一同配置成较均匀的液态饲料, 因此西花蓟马锉吸能很好的获得液态饲料中的抗生素。而叶片浸渍处理, 抗生素主要存在叶片表面, 渗透到叶肉组织中的含量较少, 从而导致以锉吸叶肉细胞液为主的西花蓟马仅能取食到含量相对较少的抗生素, 进而对西花蓟马致死影响较小。张晓晨等 (2018) 研究抗生素对美棘蓟马 *Echinothrips americanus* (Morgan) 的 *Wolbachia* 影响时也发现使用薄膜饲喂法造成的死亡率高于涂抹法, 而涂抹法类似于叶片浸渍法。

本文探讨了抗生素在一定时间内对西花蓟马肠道可培养细菌的去除效果, 结果表明饲喂硫酸链霉素后, 西花蓟马肠道可培养细菌随浓度增加去除效果越明显。苏奇等 (2012) 使用利福平、氨苄青霉素和硫酸卡那霉素 3 种抗生素去除烟粉虱共生菌 *Hamiltonella* 时也发现浓度越高, 去除效果越好。使用氨苄青霉素处理后随浓度增加可培养细菌数量减少, 在浓度为 25.00 mg/mL 时去除效果较好, 但继续升高浓度可培养细菌数量反而增多。前人在小菜蛾研究中也存在类似情况, 在青霉素处理 72 h 后细菌数量不再下降, 甚至略有回升 (林晓丽, 2014)。原因可能是这些昆虫适应力非常强, 随着抗生素的摄入, 产生了某种适应力, 也可能某些细菌已经对抗生素产生了抗性 (Yulin *et al.*, 2012; Ignasiak and Maxwell, 2017; Bansept *et al.*, 2019)。以薄膜饲喂法饲喂氯霉素 24 h 后在浓度为 12.50 mg/mL 和 25.00 mg/mL 未见去除效果, 将浓度增加到 50.00 mg/mL 时去除效果较好, 张晓晨等 (2018) 研究利福平对美棘蓟马共生菌 *Wolbachia* 的去除作用时表明, 浓度越高去除效果越好。

本研究表明, 3 种抗生素可明显造成西花蓟马死亡率升高和有效去除西花蓟马肠道可培养细菌, 但去除西花蓟马肠道细菌后对其个体发育和种群数量的影响还需要进一步的研究, 这也为后期研究西花蓟马肠道细菌的功能奠定了基础。

参考文献 (References)

Bansept F, Marrec L, Bitbol AF, *et al.* Antibody-mediated cross-linking of gut bacteria hinders the spread of antibiotic resistance

- [J]. *Evolution*, 2019, 73 (6): 1077 – 1088.
- Dale C, Moran N. Molecular interactions between bacterial symbionts and their hosts [J]. *Cell*, 2006, 126 (3): 453 – 465.
- De Vries EJ, Breeuwer JAJ, Jacobs G, *et al.* The association of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, with a near *Erwinia* species gut bacteria: Transient or permanent? [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2001a, 77 (2): 120 – 128.
- De Vries EJ, Jacobs G, Breeuwer JAJ. Growth and transmission of gut bacteria in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2001b, 77 (2): 129 – 137.
- De Vries EJ, Jacobs G, Sabelis MW, *et al.* Diet – dependent effects of gut bacteria on their insect host: The symbiosis of *Erwinia* sp. and western flower thrips [J]. *Proceedings Biological Sciences*, 2004, 271 (1553): 2171 – 2178.
- Egert M, Wagner B, Lemke T, *et al.* Microbial community structure in midgut and hindgut of the humus – feeding larva of *Pachnoda ephippiata* (Coleoptera: Scarabaeidae) [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2003, 69 (11): 6659 – 6668.
- Gao YL, Lei ZR, Reitz SR. Western flower thrips resistance to insecticides: Detection, mechanisms and management strategies [J]. *Pest Management Science*, 2012, 68 (8): 1111 – 1121.
- Ignasiak K, Maxwell A. Antibiotic – resistant bacteria in the guts of insects feeding on plants: Prospects for discovering plant – derived antibiotics [J]. *BMC Microbiology*, 2017, 17 (1): 223. [https://doi.org/10.1186/s12866-017-1133-0]
- Lian QX, Liu JF, Yang MF, *et al.* Effect of three antibiotics on the removal of endosymbionts of *Cicadella viridis* (Hemiptera: Cicadellidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (3): 650 – 656. [练启仙, 刘健锋, 杨茂发, 等. 三种抗生素去除大青叶蝉内共生菌的效果 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (3): 650 – 656]
- Lin X, Kang Z, Pan Q, *et al.* Evaluation of five antibiotics on larval gut bacterial diversity of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) [J]. *Insect Science*, 2015, 22 (5): 619 – 628.
- Lin XL. Gut Bacterial Diversity of the Diamondback Moth and Insecticidal Activity to Larvae by Two Cultivable Bacterial Strains [D]. Yanglin: Northwest A & F University, 2014. [林晓丽. 小菜蛾肠道细菌多样性分析及两株细菌的杀虫活性研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014]
- Lei ZR, Wen JZ, Wang Y. Diagnosis and control techniques of an invasive pest, western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* [J]. *Plant Protection*, 2004, 30 (3): 63 – 66. [雷仲仁, 问锦曾, 王音. 危险性外来入侵害虫——西花蓟马的鉴别、危害及防治 [J]. 植物保护, 2004, 30 (3): 63 – 66]
- Mei C, Fan S, Yang H. The strategies of isolation of insect gut microorganisms [J]. *Acta Microbiologica Sinica*, 2018, 58 (6): 985 – 994. [梅承, 范硕, 杨红. 昆虫肠道微生物分离培养策略及研究进展 [J]. 微生物学报, 2018, 58 (6): 985 – 994]
- Miao XX. Studies on the Intracellular Bacterial Symbionts of Black Bean Aphid, *Aphis craccivora* Koch [D]. Shanghai: Ecology Shanghai Institutes for Biological Sciences, Chinese Academy of Sciences

- Shanghai, 2004. [苗雪霞. 黑豆蚜 *Aphis craccivora* 胞内共生菌的研究 [D]. 上海: 中国科学院研究生院 (上海生命科学研究院), 2004]
- Murai T, Ishii T. Simple rearing method for flower thrips (Thysanoptera; Thripidae) on pollen [J]. *Japanese Journal of Applied Entomology & Zoology*, 1982, 26: 149 - 154.
- Philipp E, Moran NA. The gut microbiota of insects-diversity in structure and function [J]. *Fems Microbiology Reviews*, 2013, 37 (5): 699 - 735.
- Pappu HR, Jones RAC, Jain RK. Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead [J]. *Virus Research*, 2009, 141 (2): 219 - 236.
- Reitz SR, Gao Y, Kirk WDJ, et al. Invasion biology, ecology, and management of western flower thrips [J]. *Annual Review of Entomology*, 2019, 65. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-024947>
- Ruan YM, Xu J, Liu SS. Effects of antibiotics on fitness of the B biotype and a non-B biotype of the whitefly *Bemisia tabaci* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2010, 121 (2): 159 - 166.
- Shao Y, Chen B, Sun C, et al. Symbiont-derived antimicrobials contribute to the control of the lepidopteran gut microbiota [J]. *Cell Chemical Biology*, 2017, 24 (1): 66 - 75.
- Su Q, Pan HP, Wang SL, et al. A comparative study of the removal of endosymbionts in *Bemisia tabaci* biotypes B and Q using three antibiotics [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2012, 49 (1): 190 - 196. [苏奇, 潘慧鹏, 王少丽, 等. 三种抗生素对 B 型和 Q 型烟粉虱内共生菌的去除效果比较研究 [J]. 应用昆虫学报, 2012, 49 (1): 190 - 196]
- Visóto LE, Oliveira MGA, Guedes RNC, et al. Contribution of gut bacteria to digestion and development of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* [J]. *Journal of Insect Physiology*, 2009, 55 (3): 185 - 191.
- Wu QJ, Zhang YJ, Xu BY et al. The biological character, damage and management of an invasive insect pest, *Frankliniella occidentalis* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2005, 1: 11 - 14. [吴青君, 张友军, 徐宝云, 等. 入侵害虫西花蓟马的生物学、危害及防治技术 [J]. 昆虫知识, 2005, 1: 11 - 14]
- Xie YH, Zhang HR, Liu J, et al. Advances in research on vector thrips species (Thysanoptera, Thripidae) [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2013, 50 (6): 1726 - 1736. [谢永辉, 张宏瑞, 刘佳, 等. 传毒蓟马种类研究进展 (缨翅目, 蓟马科) [J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (6): 1726 - 1736]
- Zhang XC. Effect of *Wolbachia* on Development and Reproduction of *Echinothrips americanus* Morgan [D]. Yanglin: Northwest A & F University, 2018. [张晓晨. 共生菌 *Wolbachia* 对美棘蓟马 *Echinothrips americanus* Morgan 发育与生殖的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2018]