

doi:10.11937/bfyy.20172265

利福平对黑腹果蝇种群的影响

秦华军^{1,2}, 武玉祥^{1,2}, 刘 曼^{1,2}, 聂 飞^{1,2}

(1. 贵州省生物研究所, 贵州 贵阳 550009; 2. 贵州麻江蓝莓产业工程技术研究中心, 贵州 麻江 557600)

摘 要:黑腹果蝇是危害蓝莓果实最严重的害虫之一,成虫将卵产在蓝莓果皮下,卵孵化后以幼虫为害,严重影响蓝莓的鲜销、贮藏及加工。为了探索抗生素利福平对黑腹果蝇种群的影响,以黑腹果蝇为试材,饲喂不同浓度(0.04、0.08、0.16、0.32、0.64、1.28、2.56 mg·mL⁻¹)的利福平,筛选出适宜浓度(0.64 mg·mL⁻¹)利福平并对黑腹果蝇 F₀ 代和 F₁ 代进行深入研究,以期黑腹果蝇的种群繁殖提供参考依据。结果表明:使用利福平的浓度高于 0.64 mg·mL⁻¹ 时,黑腹果蝇产卵量显著($P<0.05$)下降,而低浓度的利福平则对黑腹果蝇没有显著影响。在 F₀ 代中,利福平处理雌性黑腹果蝇(C0)后,子代雌虫发育历期比对照显著增加($P<0.05$),处理雄性黑腹果蝇(B0)后化蛹量较处理雌性(C0)和处理雌雄性黑腹果蝇(D0)均显著增加($P<0.05$)。F₁ 代中,处理 B1 和 C1 后,化蛹量、羽化量、发育历期和雌性比均显著($P<0.01$)变化,在 D1 处理中,黑腹果蝇产卵量极显著下降($P<0.01$),从 14.47 降至 1.93,化蛹量和羽化量均急剧降低,不能发育成完整的成虫。结果表明,高于 0.64 mg·mL⁻¹ 的利福平能降低黑腹果蝇 F₁ 子代的产卵量,使其种群下降。

关键词:利福平;黑腹果蝇;产卵量;化蛹量;羽化量;发育历期;性比

中图分类号:Q 965.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0060-06

蓝莓(*Vaccinium* spp.)属杜鹃花科越桔属多年生灌木型小浆果果树,其果实具有独特的食用营养与保健作用,联合国粮农组织将其列为人类五大健康食品之一,截至 2014 年底,全世界蓝莓产量 41 062 t,栽培总面积达 17 万 hm²,我国约 3 万 hm²,贵州栽培总规模已接近 1 万 hm²。2015 年,贵州省政府办公厅印发了“关于推进全省林业产业发展的实施方案”,明确到 2017 年在

贵州黔东南、黔西南发展蓝莓产业基地 2 万 hm²。但随着蓝莓产业的不断发展,其遭受的病虫害日趋严重,其中以果蝇的危害最为严重^[1]。黑腹果蝇(*Drosophila melanogaster*)是蓝莓果实上最主要的果蝇种类,成虫将卵产在蓝莓果皮下,卵孵化后以幼虫为害,随着幼虫的蛀食,果实逐渐软化、腐烂、脱落,使蓝莓产量下降,品质变劣,严重影响蓝莓的鲜销、贮藏及加工。抗生素是对节肢动物生长发育具有一定的影响,国内外在很多节肢动物试验中都有所报道^[2-5]。目前,常用的抗生素包括利福平、四环素、链霉素、克拉霉素和氧氟沙星等^[6-8]。例如,昆虫通过不同途径取食利福平和四环素后,其生殖受到阻碍、死亡率增加^[9-10]。四环素导致烟粉虱后代发育迟缓^[11],利福平处理麦二叉蚜后种群适合度下降^[12],利福平处理烟粉虱后使其生长和发育受到影响,后代发育缓慢^[13-14],并且降低了 Q 烟粉虱寄生能力^[15]。有研究证明^[16-18],利福平是使用最为广泛,效果最好的抗

第一作者简介:秦华军(1986-),男,硕士,助理研究员,现主要从事有害生物生态防控等研究工作。E-mail:gzzqinhj@126.com.

责任作者:聂飞(1965-),男,研究员,现主要从事小浆果栽培等研究工作。E-mail:gznf2189@126.com.

基金项目:贵州省科技厅重大专项资助项目(黔科合重大专项字[2015]6013);贵州科学院青年基金资助项目(黔科院 J 合字[2015]04);贵州科学院省级科研专项资助项目(黔科院科专合字[2016]04)。

收稿日期:2017-07-10

生素。但有关黑腹果蝇生长发育受阻原因尚鲜见报道,开展这类研究的重要前提之一就是需要选择合适浓度的利福平溶液来培养黑腹果蝇。因此该研究选用具有广谱杀菌作用的抗生素利福平对黑腹果蝇进行处理,探究利福平对黑腹果蝇种群生物学特征的影响,以期为黑腹果蝇的种群繁殖提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黑腹果蝇由贵州省生物研究所麻江蓝莓基地提供。

供试抗生素利福平(分子式 $C_{43}H_{58}N_4O_{12}$)产自成都锦华药业有限责任公司,棕红色粉末状,纯度大于98.9%,4℃冰箱贮存。

供试培养基用于果蝇的传代培养,其主要成分为水1000 mL,蔗糖25 g,琼脂7.5 g,玉米粉105 g,酵母浸出粉20 g,丙酸6.5 mL。将除酵母和丙酸外的各成分混合,于冷水中搅拌均匀再加热煮沸15 min,待其冷却至40℃左右时加入酵母和丙酸搅拌均匀,分装到已灭菌的烧杯中。

尼龙纱网养虫笼,规格为50 cm×40 cm×40 cm,笼子全部由100目纱网围起来,骨架由不锈钢钢管支撑,正面有一个圆形开口,可以通过拉链开闭,在圆形开口中央再设置一个收缩袖口,便于放置食物和取虫等操作。

1.2 试验方法

利福平在水中的溶解度很低,但易溶于甲醇和丙酮。该研究采用甲醇助溶剂助溶利福平后,再加入到培养基中。饲喂处理的试验条件:温度(25±1)℃,光照条件14 L:10 D,70%~80%RH。

1.2.1 不同浓度利福平处理对黑腹果蝇种群的影响

设置7个(0.04、0.08、0.16、0.32、0.64、1.28、2.56 mg·mL⁻¹)浓度梯度,另设CK(空白)对照组和甲醇(助溶剂)对照组(甲醇含量与2.56 mg·mL⁻¹浓度组中的含量相同),每浓度设置15次重复。试验选用羽化3 d,大小基本相同的处女雌雄果蝇一对一对饲养于装有利福平的试

管中,饲养24 h后计算产卵量以确定利福平最适宜浓度,用于后续试验。由于果蝇卵在此试验中不便观察,因此,产卵量以一龄幼虫量计算。

1.2.2 利福平处理下黑腹果蝇存活率的动态变化

以1.2.1中最适浓度的利福平与果蝇培养基混匀装入灭菌小试管(2 cm×20 cm)中,用毛笔轻轻将果蝇蛹分别挑入装有培养基(有利福平和没有利福平)的小试管,每支试管挑入一个蛹。待其羽化3 d后将处女雌雄黑腹果蝇(F₀代)一对一对装入同一支试管中饲养,待其交配产卵24 h后放出F₀代成虫,根据时间依次计算F₁代产卵量、化蛹量和羽化量。待F₁代羽化后,再重复F₀代交配饲养方法。

1.2.3 利福平处理黑腹果蝇的交配试验

为了探明利福平处理是否与黑腹果蝇后代性别有关系,该试验针对利福平处理过的F₀和F₁代果蝇和对照(CK)处理的F₀和F₁代果蝇开展交配试验。

F₀代处女果蝇的获取:将正常饲养的果蝇蛹挑入到装有最适浓度利福平果蝇培养基的试管中单个饲养,待其羽化后进行性别鉴别,同时以饲喂不加利福平及甲醇的培养基为对照。然后针对F₀代果蝇进行4个交配试验处理,A0:未处理雌虫×未处理雄虫,B0:未处理雌虫×利福平处理雄虫,C0:利福平处理雌虫×未处理雄虫,D0:利福平处理雌虫×利福平处理雄虫。F₁代果蝇的获取重复F₀代处理方法,F₁代果蝇也进行4组交配试验处理,A1:未处理雌虫×未处理雄虫,B1:未处理雌虫×利福平处理雄虫,C1:利福平处理雌虫×未处理雄虫,D1:利福平处理雌虫×利福平处理雄虫。每组处理中雌虫与雄虫各1头,每组处理15次重复,产卵24 h后放出成虫(以上交配处理均在羽化3 d后进行)。其中,F₀代中B、C和D处理均在利福平处理的培养基中饲养,F₁代试验中利福平处理的果蝇取自于F₀代D处理,且饲养条件同F₀代,B1、C1和D1处理均饲喂于利福平处理的培养基中。所涉及试验均平行进行对照。

1.4 数据分析

采用SPSS 18.0软件中的单因素方差分析(One-way ANOVA),平均数比较采用Duncan法比较。

2 结果与分析

2.1 最适利福平浓度的确定

由于在前期试验中用低于 $0.64 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 浓度的利福平处理后 F_0 代产卵量与对照相比没

有显著性差异,但大于 $0.64 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 浓度的利福平处理后 F_0 代产卵量出现显著差异(表 1)。该试验选择 $0.64 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 利福平研究其对黑腹果蝇 F_0 和 F_1 代存活率的动态影响。

表 1

利福平处理对黑腹果蝇产卵量的影响

Table 1

Effect of rifampicin on the egg load of *Drosophila melanogaster*

浓度 Concentration/ $(\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1})$	甲醇 Methanol	CK	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64	1.28	2.56
产卵量 Egg load	14.56a	15.00a	14.56a	14.33a	14.11ab	13.78ab	13.56ab	11.78b	8.78c

注:不同浓度处理间差异用单因素方差分析,Duncan's 比较,表中数据为平均值,不同小写字母表示不同处理间差异显著,显著水平为 0.05。

Note: The difference among different concentration processing were analyzed by One-way analysis variance and compared by Duncan's. The data in the table express average value. With the 0.05 significant level, different lowercase letters show the significant difference among different processing.

2.2 利福平对 F_0 与 F_1 代黑腹果蝇适合度参数的影响

由表 2 可知,在 F_0 代中,利福平处理雌性黑腹果蝇(C0 处理)后,子代雌虫发育历期比对照显著增加($P<0.05$),但子代雄虫变化不显著($P>0.05$);处理 C0 和 D0 化蛹量较处理 B0 均显著降低($P<0.05$),与对照相比差异不显著($P>0.05$);处理 B0 的各项指标较对照均无显著变化($P>0.05$);处理 D0 中除子代雌性黑腹果蝇发育历期显著($P<0.05$)高于对照外,在产卵量、化蛹

量、羽化量、雄虫发育历期和雌性比均无显著变化($P>0.05$)。

经过饲养利福平后的 F_1 代中,处理 B1 和 C1 中,化蛹量、羽化量、成虫发育历期、雌性比较对照均极显著变化($P<0.01$),仅有处理 B1 产卵量变化不显著($P>0.05$),但在数值上均有所降低,从 14.47 降至 11.80。在 D1 处理中,黑腹果蝇产卵量极显著降低($P<0.01$),从 14.47 降至 1.93,化蛹量和羽化量均急剧降低,不能发育成完整的成虫。

表 2

利福平对 F_0 与 F_1 代黑腹果蝇适合度参数影响的交配试验

Table 2

Effect of rifampicin on fitness parameters of F_0 and F_1 in mating experiments

处理 Treatment	产卵量 Egg load	化蛹量 Pupation	羽化量 Emergence	发育历期 Development duration/d 雌虫 Female	雄虫 Male	雌性比 Sex ratio/%
A0(对照)	14.67 \pm 2.36a	12.93 \pm 2.11abA	12.13 \pm 2.19abA	9.7 \pm 1.82bA	9.8 \pm 2.07a	62.19 \pm 9.11a
B0	15.80 \pm 3.39a	14.80 \pm 3.23aA	14.13 \pm 3.52aA	10.3 \pm 1.51abA	10.4 \pm 1.09a	60.47 \pm 9.65a
C0	13.67 \pm 3.75a	12.47 \pm 3.16bA	11.80 \pm 3.58abA	11.2 \pm 1.77aA	10.2 \pm 1.68a	61.50 \pm 16.37a
D0	14.20 \pm 2.99a	11.93 \pm 2.89bA	11.20 \pm 2.66bA	11.2 \pm 1.96aA	10.5 \pm 1.81a	64.28 \pm 8.61a
A1(对照)	14.47 \pm 3.76aA	12.60 \pm 4.16aA	12.00 \pm 4.13aA	9.9 \pm 1.32bB	9.5 \pm 1.82bB	60.72 \pm 7.44aA
B1	11.80 \pm 3.83abAB	8.53 \pm 4.05bB	6.07 \pm 4.19bB	12.0 \pm 2.09aA	11.6 \pm 2.14aA	33.60 \pm 29.56bB
C1	10.07 \pm 4.65bB	6.53 \pm 3.69bB	5.13 \pm 3.77bB	12.6 \pm 1.94aA	11.9 \pm 1.91aA	33.07 \pm 26.18bB
D1	1.93 \pm 1.29cC	0.80 \pm 0.75cC	0.53 \pm 0.62cC	—	—	—

注:A0、B0、C0、D0(A1、B1、C1、D1)间差异用单因素方差分析,Duncan's 比较,表中数据为平均值 \pm 标准差,不同大写字母表示不同处理间差异显著($P<0.01$),不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: The difference among A0, B0, C0, D0(A1, B1, C1, D1) was analyzed by One-way analysis variance and compared by Duncan's. The data in the Table are average value \pm standard deviation. With the 0.05 significant level, different capital letters showed significant difference among different treatments at 0.01 level; different lowercase letters showed significant difference among different treatments at 0.05 level.

3 结论与讨论

该试验结果表明,当利福平浓度高于

$0.64 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 后,黑腹果蝇产卵量显著下降,浓度低于 $0.64 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时黑腹果蝇产卵量无显著变化。胡祖庆等^[12]、苗雪霞^[19]在研究利福

平处理黑豆蚜和麦长管蚜研究中也发现,其研究对象的生殖力和寿命均随着利福平浓度的升高呈下降趋势,浓度越高所受影响越显著,与李培光^[2]在利用利福平处理蝇蛹金小蜂过程中得到的结果一致,表明高浓度的利福平对黑腹果蝇、蝇蛹金小蜂、黑豆蚜和麦长管蚜均有一定的毒性。

利福平处理黑腹果蝇的交配试验中,处理 C₀ 和 D₀ 中 F₀ 代子代雌虫发育历期比对照显著增加,与张永华等^[20]研究温度对阿坝州黑腹果蝇生物生态学影响得到的结果相似。RUAN 等^[14]在研究利福平处理烟粉虱过程中也发现其子代发育历期增加。F₀ 代中处理 B 化蛹量较处理 C₀ 和处理 D₀ 均显著增加,这可能与利福平改变了果蝇内环境有关,与张紫燕等^[21]研究蓝莓花青素对果蝇影响结论一致。处理 D₀ 中, F₀ 子代雄性黑腹果蝇发育历期显著高于对照^[20],但产卵量、化蛹量、羽化量、雄虫发育历期和雌性比均没有显著变化,这与童蕾蕾等^[3]和周淑香等^[22]利用抗生素四环素处理丽蚜小蜂得到的结论不一致,这可能与抗生素种类和抗生素浓度不一样、作用机制和方式不同有关。童蕾蕾等^[3]使用的是 5 mg · mL⁻¹ 浓度的盐酸四环素,周淑香等^[22]使用的 1 mg · mL⁻¹ 浓度的盐酸四环素,二者使用的抗生素一样,但浓度不一样,因此不同浓度以及不同抗生素对果蝇产卵量、化蛹量和发育历期影响结果均有所不同^[23]。

在饲养利福平后的 F₁ 代中,产卵量、化蛹量和羽化量均显著降低,产卵量、化蛹量和羽化量与对照相比显著降低可能与抗生素利福平影响果蝇体内的专性胞内共生菌有关,因为 STOUTHAMER 等^[24]在利用抗生素处理有效去除丽蚜小蜂体内的专性胞内共生菌试验中也得到丽蚜小蜂产卵量、化蛹量和羽化量降低的结论。利福平饲养的 F₁ 代能够显著延长其子代的发育历期,同时子代雌性比与对照相比显著降低,从 60% 降到了 33%,这与 COSTA 等^[13]和 RUAN 等^[14]在利用利福平研究烟粉虱中发现一致,利福平能显著增加烟粉虱子代的发育历期和降低子代的雌性比,李培光^[2]在研究利用利福平对蝇蛹金小蜂适合度过程中也有相同的结果。处理 C 中产卵量显著降低,该试验中产卵量以一龄幼虫孵化量来进行计算,因此孵化量下降原因有 2 个方

面:一是利福平处理导致黑腹果蝇产卵降低,后代的发育状况受到影响,薛夏等^[15]在利用利福平处理烟粉虱过程中发现,烟粉虱成虫产卵量明显下降。二是产卵量并未降低,降低的是卵孵化率,刘颖等^[25]在研究朱砂叶螨过程中也发现,抗生素处理朱砂叶螨后表现出卵孵化率显著降低。在这 2 个原因中,到底是二因素同时在降低产卵量还是其中之一,课题组将在后续试验中继续研究。意外的是,利福平同时处理雌雄黑腹果蝇后,子一代成虫几乎没有太大影响,但继续使用利福平处理子一代后出现子一代几乎全部不育,即使产卵也很难化蛹羽化,未发现子二代成虫,张昌容^[26]利用利福平研究烟粉虱也出现 F₀ 代无影响,但 F₁ 代几乎全部不育,KOGA 等^[27]研究也发现,经过利福平处理的蚜虫后代也完全不育。交配试验表明后代生物学特征与母代供试虫有关,这也间接说明利福平可能对果蝇的生殖系统有直接的毒害作用。

如何绿色防控黑腹果蝇是当下摆在科学家面前的世界难题。从该试验中可以看出,通过利福平饲养黑腹果蝇可以大幅度降低其 F₁ 代成虫的产卵量,并抑制幼虫的蛹化和羽化,从而有效地控制黑腹果蝇种群的增长,所以抗生素利福平作为一种杀虫剂用于今后对黑腹果蝇种群的控制前景不容小视。该研究虽然发现了利福平能使黑腹果蝇 F₁ 代表现出种群下降,下降原因很有可能是利福平降低了黑腹果蝇体内 *Wolbachia* 造成的,但关于利福平是否通过降低黑腹果蝇体内 *Wolbachia* 的相对含量来导致其种群下降的作用机理尚未能给出证据,下一步将作为重点进行研究。

参考文献

- [1] 聂飞,张玉春.我国蓝莓产业发展的机遇与挑战[J].北方园艺,2014(4):165-170.
- [2] 李培光.利福平处理对感染 *Wolbachia* 的蝇蛹金小蜂适合度的影响[D].泰安:山东农业大学,2014.
- [3] 童蕾蕾,元兰达,张帆,等.抗生素处理对感染 *Wolbachia* 的丽蚜小蜂生殖的影响[J].昆虫学报,2012,55(8):933-940.
- [4] STOUTHAMER R, RUSSELL J E, VAVRE F, et al. Intra-genomic conflict in populations infected by parthenogenesis inducing *Wolbachia* ends with irreversible loss of sexual reproduction[J]. BMC Evolutionary Biology, 2010, 10: 229.
- [5] REUMER B M, VAN ALPHEN J J M, KRAAIJEVELD

- K. Occasional males in parthenogenetic populations of *Asobara japonica* (Hymenoptera: Braconidae): Low *Wolbachia* titer or incomplete coadaptation? [J]. *Heredity*, 2012, 108: 341-346.
- [6] HILGENBOECKER K, HAMMERSTEIN P, SCHLATT-MANN R, et al. How many species are infected with *Wolbachia*? A statistical analysis of current data [J]. *FEMS Microbiology Letters*, 2008, 281(2): 215-220.
- [7] LI Y Y, FLOATE K D, FIELDS P G, et al. Review of treatment methods to remove *Wolbachia* bacteria from arthropods [J]. *Symbiosis*, 2014, 35: 1-15.
- [8] Werren J H, Loehlin D W. Curing *Wolbachia* infections in *Nasonia* (parasitoid wasp) [J]. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2009, 75: 65-78.
- [9] MITTLER T E. Some effects on the aphid *Myzus persicae* of ingesting antibiotics incorporated into artificial diets [J]. *Journal of Insect Physiology*, 1971, 17: 1333-1347.
- [10] NOGGE G, GERRESHEIM A. Experiments on the elimination of symbionts from tsetse fly, *Glossina morsitans* (Diptera: Glossinidae), by antibiotics and lysozyme [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1982, 40: 166-179.
- [11] ZHONG Y, LI Z X. Influences of tetracycline on the reproduction of the B biotype of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2013, 48: 241-246.
- [12] 胡祖庆, 亢菊侠, 胡想顺, 等. 胞内共生菌对麦二叉蚜生长发育和繁殖的影响 [J]. *云南农业大学学报*, 2012, 27(1): 23-28.
- [13] COSTA H S, HENNEBERRY T J, TOSCANO N C. Effects of antibacterial materials on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition, growth, survival, and sex ratio [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1997, 90: 333-339.
- [14] RUAN Y M, XU J, LIU S S. Effects of antibiotics on fitness of the B biotype and a non-B biotype of the whitefly *Bemisia tabaci* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2006, 121: 159-166.
- [15] 薛夏, 李绍建, 陈驹坚, 等. 不同生境烟粉虱体内共生菌的检测及其对寄主生物学特性的影响 [J]. *农业科学*, 2012(2): 5-12.
- [16] GRENIER S, GOMES S M, PINTUREAU B, Lassabliere E and bollard R use of tetracycline in larval diet to study the effect of *Wolbachia* on host fecundity and clarify taxonomic status of *Trichogramma* species in cured bisexual lines [J]. *J Invertebr Pathol*, 2002, 80(1): 13-21.
- [17] KONKOU K, PAVLIKAKI H, KILIAS G, et al. Influence of antibiotic treatment and *Wolbachia* curing on sexual isolation among *Drosophila melanogaster* cage populations [J]. *Evolution*, 2006, 60(1): 87-96.
- [18] 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.
- [19] 苗雪霞. 黑豆蚜 (*Aphis craccivora*) 胞内共生菌的研究 [D]. 上海: 中国科学院, 2002.
- [20] 张永华, 彭炜, 郭迪金, 等. 阿坝州黑腹果蝇生物生态学研究 [J]. *西南农业学报*, 2011, 24(5): 2023-2025.
- [21] 张紫燕, 唐超, 黄晓梅, 等. 蓝莓花青素有效缓解种群拥挤对果蝇的胁迫 [J]. *应用昆虫学报*, 2016, 53(2): 331-339.
- [22] 周淑香, 李玉, 张帆. *Wolbachia* 共生对丽蚜小蜂生殖和适合度的影响 [J]. *植物保护学报*, 2009, 36(1): 7-10.
- [23] 吕宁, 刘长仲. 不同抗生素对豌豆蚜生物学特性的影响 [J]. *中国生态农业学报*, 2014, 22(2): 208-216.
- [24] STOUTHAMER R, MARK F. Influence of antibiotics on the offspring production of the *Wolbachia*-infected parthenogenetic parasitoid *Encarsia formosa* [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2002, 80(1): 41-45.
- [25] 刘颖, 谢蓉蓉, 洪晓月. 共生菌 *Cardinium* 对朱砂叶螨的生殖调控作用 [J]. *昆虫学报*, 2010, 53(11): 1233-1240.
- [26] 张昌容. 烟粉虱应对病原微生物感染和利福平控制烟粉虱的机制研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
- [27] KOGA R, TSUCHIDA T, SAKURAI M, et al. Selective elimination of aphid endosymbionts: Effects of antibiotic dose and host genotype, and fitness consequences [J]. *FEMS Microbiology Ecology*, 2007, 60: 229-239.

Effects of Antibiotic Rifampicin on Population of *Drosophila melanogaster*

QIN Huajun^{1,2}, WU Yuxiang^{1,2}, LIU Man^{1,2}, NIE Fei^{1,2}

(1. Guizhou Institute of Biology, Guiyang, Guizhou 550009; 2. Guizhou Majiang Engineering Research Center of Blueberries Industrial, Majiang, Guizhou 557600)

Abstract: The fruit fly *Drosophila melanogaster*, is one of the most important pests for blueberry. The adults lay their eggs under the peel of blueberry, while the larvae eat the pulp, which has strong impact on sales, storage and processing for blueberry. In order to find out the effect of antibiotic rifampicin on population of *Drosophila melanogaster*, and provide a reference basis for the population reproduction of *Drosophila melanogaster*, by means of feeding different concentration of rifampicin at 0.04, 0.08,

doi:10.11937/bfyy.20171122

耐铅镉菌株的筛选及其生长条件的优化

金忠民, 赵婧佟, 温昱晨, 聂文军, 刘丽杰

(齐齐哈尔大学 生命科学与农林学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:以黑龙江扎龙湿地土壤为试材,采用形态特征观察、生理生化特性研究和 16S rDNA 序列系统发育分析的方法,研究了培养温度、重金属浓度、NaCl 浓度、pH、抗生素种类和氧气对菌株生长的影响,以期利用耐铅、镉菌株治理重金属污染提供参考依据。结果表明:筛选出的耐金属菌株初步鉴定其为 *Burkholderia* sp., 菌株最适温度为 30 ℃, 最适 pH 为 7, 可以在含盐量 < 6% 的培养基上生长。随着 NaCl 浓度的升高,该菌株生长受到抑制。菌株可能属于好氧菌。对于其它重金属,在低浓度含 Cu^{2+} 培养基生长,高浓度抑制,对 Cr^{6+} 不具耐性。该菌株能在含有不同低浓度的抗生素环境下生长,高浓度时抑制生长。

关键词:耐 Pb^{2+} / Cd^{2+} 菌株;分离鉴定;生物学特性

中图分类号:Q 949.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0065-07

随着经济的发展和生活水平的提高,人们对健康越来越重视,对身边的环境要求越来越高。随着工业的发展,重金属对土壤及水质资源

等的污染日趋严重^[1]。重金属进入人体后会抑制酶的活性,尤以汞、镉和铅的危害最大^[2]。重金属铅积累过量会导致肾脏衰竭、智力下降等中毒症状^[3]。镉是一种潜在的致癌物,其毒性很强,人体长期摄入积累可引起骨痛病、心血管和脑部功能障碍等疾病^[4]。因此,有效治理重金属污染显得尤为必要。

第一作者简介:金忠民(1968-),女,博士,副教授,研究方向为污染生态学与植物生理及遗传多样性。E-mail: yyy6768@163.com.

收稿日期:2017-07-18

0.16, 0.32, 0.64, 1.28, 2.56 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, the suitable concentration (0.64 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) to F_0 and F_1 generation of *Drosophila melanogaster* were screened to further study. The results showed that there was a significant reduction in the amount of spawning when feeding rifampicin above 0.64 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ($P < 0.05$), but no impact below 0.64 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$. After feeding rifampicin to female fruit fly (C_0) in F_0 generation, the developmental duration of offspring female worm were significantly higher than control whiteflies ($P < 0.05$), and the amount of pupation of treatment B0 (feeding rifampicin to male fruit fly) were significantly higher than treatment C_0 and D0 (feeding rifampicin to male and female fruit fly) ($P < 0.05$). In F_1 generation, there was significant changes in the amount of pupation and feather, the developmental duration and the sex ratio in treatment B1 and C1 ($P < 0.01$), and treatment D1 led to significant reduction in the amount of spawning ($P < 0.01$), which from 14.47 down to 1.93. They could not grow up to adult because of the dramatic decrease of the amount of pupation and feather. The results showed that the amount of spawning of offspring fruit fly were reduced by the antibiotic rifampicin.

Keywords: rifampicin; *Drosophila melanogaster*; egg load; pupation; emergence; development duration; sex ratio