

网络出版时间:2015-06-10 08:40
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150610.0840.027.html>

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.07.027

白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽对白痢沙门菌感染雏鸡的疗效观察

刘 玉^a, 赞哈尔^a, 何晓辉^a, 朱小奇^a, 申 红^a, 王俊刚^b
(石河子大学 a 动物科技学院, b 农学院, 新疆 石河子 832003)

【摘 要】 【目的】用白痢鸡粪培养蝇蛆,探究蝇蛆抗菌肽对鸡白痢沙门菌感染雏鸡的治疗效果。**【方法】**用鸡白痢沙门菌感染雏鸡,收集雏鸡粪便培养蝇蛆,粗提蝇蛆抗菌肽,测定其含量和抑菌活性,试验同时设健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽作为对照。分别用白痢鸡粪和健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽治疗白痢病鸡,测定其肠道细菌数量和治愈率,试验同时设抗生素组(恩诺沙星)和未治疗对照组。**【结果】**白痢鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽含量显著高于健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽($P<0.05$);2 种鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽对大肠埃希菌、沙门菌和葡萄球菌均有抑制作用,但白痢鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽的抑菌活性显著高于健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽($P<0.05$);蝇蛆抗菌肽治疗白痢病鸡后,白痢鸡肠道细菌数量显著低于对照组(未治疗组)($P<0.05$),稍高于抗生素治疗组($P>0.05$),但白痢鸡肠道细菌数量均达到健康鸡的标准范围。白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组的治愈率为 43.33%,与健康鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组和抗生素组差异不明显。**【结论】**白痢鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽对沙门菌感染的鸡白痢病具有治疗作用。

【关键词】 白痢鸡粪;蝇蛆抗菌肽;抑菌活性;治愈率

【中图分类号】 S858.315 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-9387(2015)07-0024-05

Curing effects of maggot antimicrobial peptides cultured with pullorum chicken feces against *Salmonella pullorum* infected chicken

LIU Yu^a, ZAN Ha-er^a, HE Xiao-hui^a, ZHU Xiao-qi^a,
SHEN Hong^a, WANG Jun-gang^b

(a College of Animal Science and Technology, b College of Agriculture, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

Abstract: 【Objective】 Maggot antimicrobial peptides (AMPs) cultured with pullorum chicken feces were used to cure *Salmonella pullorum* infected chicken. **【Method】** In this research, maggot cultured by pullorum disease of chicken feces were collected, and concentration and antibacterial activity of AMPs were measured after AMPs were extracted crudely. Maggot cultured with uninfected healthy chickens was used as control. Then, maggot AMPs were used to cure *Salmonella pullorum* infected chicken, and the number of intestinal bacteria and cure rate were measured. One antibiotic group and one untreated group were also set up. **【Result】** The concentration and antibacterial activity of maggot AMPs cultured with pullorum chicken were significantly higher than those of the healthy group ($P<0.05$). AMPs from both groups had inhibition ability against *E. coli*, *Salmonella* and *Staphylococcus aureus*. The number of intestinal bacterial in infected chicken was significantly lower than that in the control group (untreated group) ($P<0.05$), but

【收稿日期】 2014-06-05
【基金项目】 国家自然科学基金项目(31060281);兵团科技成果转化及产业化引导计划项目(2012BD056)
【作者简介】 刘 玉(1987—),男,新疆石河子人,硕士,主要从事动物生理学与生物化学研究。E-mail: gundam19871104@sina.com
【通信作者】 申 红(1970—),女(蒙古族),新疆石河子人,副教授,硕士生导师,主要从事动物生理生化研究。E-mail: shenhong98@163.com

higher than that in the antibiotic treatment group ($P < 0.05$). It met the standard of intestinal number for healthy chicken. The cure rate of maggot AMPs cultured by pullorum chicken was 43.33%, the difference is not obvious with the chicken manure and health training bots antibacterial peptide group. 【Conclusion】Maggot AMPs cultured with pullorum chicken feces had curing effects against *Salmonella pullorum* infected chicken.

Key words: white diarrhea chicken; maggot antimicrobial peptides; antibacterial activity; cure rate

鸡白痢是由白痢沙门菌引起的以排白色粪便为常见特征的一种急性败血性传染病^[1],它给养殖者造成严重的直接或间接经济损失;同时,病死鸡的尸体及粪便被丢弃或深埋地下,不仅对水质、土壤造成严重污染,而且可能形成新的传染源,对临近的健康鸡场构成威胁,严重阻碍了集约化养鸡业的发展。为了控制细菌性疾病的发生与流行,人们大量使用抗生素,这不仅导致致病菌的耐药性逐渐增加^[2],还造成畜禽产品中抗生素残留超标,严重威胁着人类食品安全^[3]。为应对养禽业生产需求,避免滥用抗生素,高效、广谱、不易产生抗药性、无残留的绿色抗生素——抗菌肽迅速成为研究的热点。

抗菌肽(Antimicrobial peptides)是生物体内免疫系统产生的一类具有生物活性的抵抗外界病原体感染的小分子肽类物质,不仅对细菌具有高效广谱的抗性,而且对真菌、病毒、寄生虫也有一定的杀伤作用^[4]。家蝇幼虫即蝇蛆生长在腐烂物质、粪便和垃圾等含有大量细菌的恶劣环境中,体表带有许多病原菌,但其自身却不受病原菌的影响,究其原因,是蝇蛆体内具有丰富的抗菌肽,从而保障其在病原微生物大量存在的环境中能够生存繁殖,故蝇蛆抗菌肽的开发与应用是解决畜牧养殖业中出现的细菌耐药性问题的有效途径之一。目前,家蝇作为饲料添加剂已经应用于畜禽养殖业,对疾病的预防和治疗取得了良好的效果。邹锋^[5]研究表明,用粪便和针刺法培养的家蝇幼虫均能高水平表达抗菌肽,且2种方法产生的蝇蛆抗菌肽含量及抑菌活性接近。徐大刚等^[6]研究表明,猪粪经家蝇生态处理,其重量、含菌量和粪臭素等均明显降低,处理后的猪粪可开发为生物肥料,转化的蝇蛆饲喂猪可以提高猪的免疫力,既减少了环境污染又能产生经济效益。屈军梅等^[7]研究表明,家蝇抗菌肽对雏鸡大肠埃希菌病具有良好的治疗效果,能够有效降低雏鸡的死亡率,且不影响其正常生长。因此,本研究拟采用养殖场白痢病鸡粪便养殖蝇蛆,提取蝇蛆抗菌肽,替代抗生素治疗白痢病鸡,分析其治疗效果,旨在减少养殖场废弃物污染,为缓解抗生素的滥用提供新的思路和

科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试蝇蛆由石河子大学新疆绿洲植保资源与农业病虫害治理重点实验室提供;供试病原菌大肠埃希菌、沙门菌和葡萄球菌由石河子大学动物科技学院微生物实验室提供;试验所用15日龄艾维茵肉仔鸡购于石河子孵化场,雏鸡混合饲料购于泰昆集团公司。

1.2 蝇蛆抗菌肽粗提液的制备

将鸡白痢沙门菌于肉汤培养基中进行扩繁后,接种到血清琼脂斜面,37℃培养24h,用生理盐水冲洗菌苔,制成混悬液,用细菌标准比浊管计数法测定细菌数量。正式试验前确定致雏鸡白痢的沙门菌最低剂量,将沙门菌菌液分别配制成 6.0×10^7 , 6.5×10^7 , 7.0×10^7 , 7.5×10^7 , 8.0×10^7 , 9.5×10^7 , 10.0×10^7 , 10.5×10^7 , 11.0×10^7 CFU/mL梯度的菌悬液,进行分组腹腔注射,根据白痢率(即一组动物中排白色稀便动物数与该组动物总数的百分比)达到70%以上,确定鸡白痢沙门菌菌液 10.0×10^7 CFU/mL为雏鸡白痢病致病剂量。

选取30只15日龄健康鸡,分别腹腔注射 10.0×10^7 CFU/mL的沙门菌培养液1 mL/只,感染24h后试验鸡均出现了鸡白痢症状(精神萎顿、缩头、翅下垂、拉白色浆糊状稀粪、肛门常被粪便粘住、排粪时发出“吱、吱”叫声),收集其粪便,培养蝇蛆,同时收集健康鸡的粪便培养蝇蛆,分别称取健康鸡粪和白痢鸡粪培养的活蝇蛆各1g,用自来水反复冲洗8~10次,再用纯净水冲洗3次,滤纸吸干蛆体表面水分^[8]。将蛆体放入高速组织捣碎机中,按蛆体 $m(\text{mg}) : v(\text{mL}) = 1 : 3$ 加入提取液(0.05 mol/L pH=5.0 乙酸铵缓冲液,0.35 $\mu\text{g/mL}$ 苯甲磺酰氟 PMSF, 2% 巯基乙醇)充分捣碎,12 000 r/min高速冷冻离心30 min,取上清液,重复3次,合并上清液并于沸水浴中振荡加热5 min,迅速冷却后,4 800 r/min离心30 min,取上清液(抗菌肽粗提

液)置于-20℃冰箱,保存备用^[9]。

1.3 蝇蛆抗菌肽粗提液中抗菌肽含量及其抑菌活性的测定

1.3.1 抗菌肽含量测定 采用考马斯亮蓝法(Bradford 法)测定蝇蛆抗菌肽粗提液中抗菌肽的含量。用分光光度计测定不同质量浓度(0.2,0.4,0.6,0.8,1.0 mg/mL)标准蛋白(结晶牛血清白蛋白购于美国 Sigma 公司)OD₅₉₅ 值,以标准蛋白质量浓度(mg/mL)为横坐标,吸光值 OD₅₉₅ 为纵坐标,绘制标准曲线,测定各组抗菌肽粗提液 OD₅₉₅ 值,结合标准曲线求得蝇蛆抗菌肽含量。

1.3.2 抑菌活性测定 将大肠埃希菌、沙门菌和葡萄球菌分别接种于普通琼脂培养基,于 37℃ 恒温箱培养,24 h 后用蒸馏水 10 倍稀释各菌液,吸取 0.2 mL 于普通琼脂培养基,涂抹均匀,制成含病原菌培养皿。采用药敏纸片法(根据美国临床标准委员会(2004)NCCLS 标准推荐)测定蝇蛆抗菌肽的抑菌活性。分别将含各试验组蝇蛆抗菌肽提取液的纸片置于上述含病原菌培养皿中,于 37℃ 恒温箱培养 18 h,用游标卡尺测量抑菌圈直径。试验同时设无菌水对照组。

1.4 蝇蛆抗菌肽对白痢的治疗效果

选取 120 只试验鸡,建立鸡白痢模型。将已致病的白痢病鸡分为抗生素组(恩诺沙星,剂量按照说明书,50 mg/L,2 mL/只)、白痢病鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽组(2 mg/mL,2 mL/只)、健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽组(2 mg/mL,2 mL/只)和对照组(无菌水 2 mL/只),各试验组于治疗前停止饮水 2 h,然后将蝇蛆抗菌肽粗提液、恩诺沙星和无菌水按 2 mL/只混入饮水器中,所用水量满足鸡一次喝完,每天用药 2 次(10:00 和 18:00),连续治疗 5 d。

1.4.1 鸡肠道细菌数量测定 分别收集健康鸡粪便和白痢病鸡治疗前(0 d)与治疗 1,3 和 5 d 的粪便 2 g,将粪便倍比稀释,经过 7 次 10 倍稀释达到 0.2×10⁻⁷ g/mL 时,取 100 μL 接种到普通琼脂平板上,37℃ 培养 24 h,统计细菌菌落数,测定健康鸡和白痢病鸡治疗前后肠道细菌数量。

1.4.2 治愈率的测定 试验结束时统计治愈白痢病鸡数量,计算治愈率。治愈判定标准为鸡白痢典型症状(精神沉郁或昏睡,排白色黏稠或淡黄、淡绿色稀便,肛门有时被硬结的粪块封闭,呼吸困难等)消失,白痢病鸡肠道细菌含量达到健康鸡肠道的标准。

1.5 饲养管理

试验期间按时定量给料,经常换水,保证饲料充

足,水质新鲜,注意通风,保持鸡舍内的环境卫生。

1.6 数据处理

试验数据用“平均值±标准差”表示,利用统计分析 SPSS 17.0 软件进行显著性检验,以 $P<0.05$ 作为差异显著性判断标准。

2 结果与分析

2.1 白痢病鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽含量

标准蛋白曲线如图 1 所示,曲线拟合的方程为: $y=0.9271x+0.0521$ 。各试验组粪便培养的蝇蛆抗菌肽含量测定结果显示,用健康鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽粗提液(OD₅₉₅ 为 0.55)中抗菌肽含量((0.54±0.01) mg/mL)显著低于白痢鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽粗提液(OD₅₉₅ 为 0.76,抗菌肽含量为(0.76±0.06) mg/mL)($P<0.05$),说明白痢鸡粪便中致病细菌可以有效地刺激蝇蛆产生高表达量的抗菌肽。

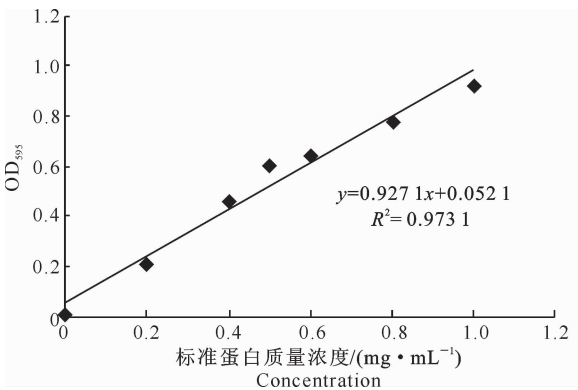


图 1 抗菌肽含量的标准蛋白曲线

Fig. 1 Standard protein cure of antimicrobial peptides

2.2 白痢病鸡粪培养蝇蛆抗菌肽的抑菌活性

由表 1 可以看出,健康鸡粪和白痢鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽对大肠埃希菌、沙门菌和葡萄球菌均有抑制作用,白痢鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽对 3 种病原菌的抑菌圈直径差异不显著($P>0.05$),但显著高于健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽的抑菌圈直径($P<0.05$),其中对葡萄球菌的抑制活力最强,沙门菌次之。

2.3 蝇蛆抗菌肽对白痢鸡肠道细菌数量的影响

表 2 结果显示,抗生素和蝇蛆抗菌肽治疗组白痢病鸡肠道细菌数量均呈现下降趋势,治疗第 5 天时,白痢病鸡肠道细菌数量基本下降至健康鸡肠道细菌数量((3.26±0.85)×10⁵ CFU/g)水平;白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组治疗 1,3,5 d 时鸡肠道细菌数量均高于抗生素治疗组($P>0.05$),于第 3 天时

显著低于健康鸡粪培养蝇蛆抗菌肽治疗组 ($P<0.05$),这可能是由于白痢鸡粪便中沙门菌刺激蝇蛆产生的抗菌肽对沙门菌引起鸡白痢病的抵抗力高于其他细菌引起的疾病,与表 1 的测定结果一致(健康

鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽对沙门菌的抵抗力低于白痢鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽)。对照组的白痢病鸡由于自身免疫作用,细菌数量也呈现下降趋势,但仍处于细菌感染的白痢状态。

表 1 白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽的抑菌圈直径

Table 1 Diameter of inhibition zone of AMPs cultured with pullorum chicken feces mm			
组别 Group	大肠埃希菌 <i>E. coli</i>	沙门菌 <i>Salmonella</i>	葡萄球菌 <i>Staphylococcus</i>
健康鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组 Maggot cultured with healthy chicken feces	8.40±0.10 a	9.67±0.06 a	11.24±0.33 a
白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组 Maggot cultured with pullorum chicken feces	10.23±0.15 b	13.40±0.30 b	14.24±0.05 b
无菌水对照组 Sterile water	—	—	—

注:“—”表示无抑菌圈的产生。同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。
Note:“—” means no inhibition zone. Different uppercase and lowercase letters indicate highly significant($P<0.01$)and significant differences($P<0.05$),respectively. The same below.

表 2 白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽治疗后白痢鸡肠道细菌数量的变化

Table 2 Change of bacteria number in pullorum chicken cured by AMPs cultured with pullorum chicken feces CFU/g				
组别 Group	治疗后时间/d The time after treatment			
	0	1	3	5
抗生素组 Antibiotic group	$(2.18\pm0.99)\times10^7$	$(3.54\pm0.16)\times10^6$ a	$(2.75\pm0.18)\times10^5$ b	$(1.95\pm0.14)\times10^5$ b
白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组 Maggot cultured with pullorum chicken feces	$(2.18\pm0.99)\times10^7$	$(5.49\pm0.56)\times10^6$ a	$(8.31\pm0.24)\times10^5$ b	$(4.47\pm0.71)\times10^5$ b
健康鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组 Maggot cultured with healthy chicken feces	$(2.18\pm0.99)\times10^7$	$(9.55\pm0.31)\times10^6$ a	$(1.05\pm0.56)\times10^6$ a	$(5.72\pm0.23)\times10^5$ b
对照组(未治疗) Control group (Untreated group)	$(2.18\pm0.99)\times10^7$	$(1.07\pm0.18)\times10^7$ c	$(5.87\pm0.69)\times10^6$ d	$(4.45\pm0.25)\times10^6$ d

2.4 蝇蛆抗菌肽对白痢病鸡的治疗效果

由表 3 可知,对照组的治愈率(16.67%)极显著低于其他治疗组($P<0.01$)。白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组治愈率(43.33%)与健康鸡粪培养蝇蛆抗菌

肽组的治愈率(36.67%)差异不显著,抗生素组的治愈率(63.33%)极显著高于健康鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组($P<0.01$),但与白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组差异不显著。

表 3 白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽对鸡白痢的治疗效果

Table 3 Curring effect of AMPs cultured with pullorum chicken feces against diarrhea chicken			
组别 Group	白痢鸡数 Number of white diarrhea chicken	治愈鸡数 Number of cure chicken	治愈率/% Cure rate
健康鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组 Maggot cultured with healthy chicken feces	30	11	36.67 A
白痢鸡粪培养蝇蛆抗菌肽组 Maggot cultured with pullorum chicken feces	30	13	43.33 AB
抗生素组 Antibiotic group	30	19	63.33 B
对照组(未治疗) Control group (Untreated group)	30	5	16.67 C

3 讨 论

抗菌肽广泛存在于生物界,是辅助生物机体抵抗外来病原体入侵的重要防御分子,不仅能抑制、杀灭多种细菌,而且具有抗真菌、寄生虫、病毒等作用,且不产生耐药性^[10]。日粮中添加外源性抗菌肽能抑制病原菌,对肠道正常菌群和机体细胞无杀伤作用^[11]。蝇蛆被细菌感染或通过针刺、超声波、紫外线等物理方式刺激,能够提高抗菌肽的表达水平^[12]。本试验结果显示,白痢鸡粪便培养的蝇蛆抗

菌肽含量显著高于健康鸡粪培养的蝇蛆抗菌肽含量($P<0.05$),说明白痢鸡粪便中致病细菌可能有效刺激蝇蛆产生了高表达量的抗菌肽。蝇蛆抗菌肽抑菌活性的测定结果显示,健康鸡和白痢鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽对大肠埃希菌、沙门菌以及葡萄球菌均有抑制作用,说明蝇蛆能产生针对不同外源微生物的免疫反应,其抗菌肽表达针对不同刺激原可能产生不同的抗菌性能。
雏鸡肠道内正常菌群尚未完全建立,对外界病原微生物的抵抗能力较差。何昭阳等^[13]研究表明,

0 日龄雏鸡消化道无细菌,出壳 1 h 后,十二指肠、盲肠中发现少量肠球菌和真杆菌,1 日龄发现少量大肠埃希菌,5~6 日龄后可以监测到各类细菌大量繁殖,18 日龄后菌群结构趋于稳定。本试验对 15 日龄的肉仔鸡腹腔注射感染沙门菌,通过消化道进入肠道,在肠道内繁殖,影响肠道正常菌群生长,使其产生毒素,引起腹泻或白痢,排出大量致病菌,因此可用粪便中细菌总数估测肠道内致病菌数量。口服蝇蛆抗菌肽对白痢病鸡肠道细菌数量影响的测定结果显示,对照组(未治疗)白痢鸡肠道细菌数量略有下降但相对稳定,表明未治疗组鸡肠道内致病细菌数量维持在一个较高的病理状态;健康鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽、白痢鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽与抗生素治疗白痢病鸡后,鸡肠道细菌数量下降较为明显,表明雏鸡肠道内致病菌数量逐渐减少,白痢症状开始改善,这与白痢鸡治愈率的统计结果一致,说明蝇蛆抗菌肽对鸡白痢病有一定的疗效。白痢鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽对白痢鸡的治疗效果高于健康鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽,但低于抗生素,这是否与蝇蛆抗菌肽的使用剂量有关,尚待进一步研究。

综上所述,白痢鸡粪便培养的蝇蛆抗菌肽与抗生素一样也可以治疗鸡白痢病,使用蝇蛆抗菌肽治疗鸡白痢病不会破坏鸡肠道微生物菌群结构,长期应用也不会造成抗药性和药物残留等问题,对鸡的抗病保健还能起到良好的作用,可以考虑作为饲料添加剂运用于养禽业。

[参考文献]

[1] 张宏伟,董永森. 动物疫病 [M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2009:118.
Zhang H W, Dong Y S. Animal epidemic disease [M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2009: 118. (in Chinese)

[2] 姚 远,张 帆,郝正林,等. 我国鸡白痢沙门氏菌的流行情况及净化现状 [J]. 当代畜牧,2012(10):11-13.
Yao Y, Zhang F, Xi Z L, et al. Our country the prevalence of *Salmonella pullorum* and decontamination status [J]. Contemporary Animal Husbandry, 2012(10): 11-13. (in Chinese)

[3] 元文礼,王 新. 养殖业滥用抗生素危及食品安全 [J]. 生产力研究,2012(9):47-48.
Yuan W L, Wang X. Breeding industry abuse of antibiotics compromise food safety [J]. Productivity Research, 2012(9): 47-48. (in Chinese)

[4] Lapis K. Physiologic and path physiologic significance of antimicrobial (host defensive) small peptides [J]. Orvosi Heti Lap, 2008, 149(51): 2419-2424.

[5] 邹 锋. 家蝇抗菌肽生产及制剂研究 [D]. 长沙:湖南农业大学,2007.
Zou F. Studies on the preparation and agents of antibacterial peptide from musca domestica [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2007. (in Chinese)

[6] 徐大刚,吴健桦,杨鹤萍,等. 家蝇幼虫处理猪粪的效果研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2005,16(1):9-11.
Xu D G, Wu J H, Yang H P, et al. Study on the effect of housefly larvae on pig manure treatment [J]. China Vector Biol & Control, 2005, 16(1): 9-11. (in Chinese)

[7] 屈军梅,陈平洁,李文平,等. 莫家蝇抗菌肽提取及对鸡大肠埃希菌药效试验 [J]. 中国畜牧兽医,2006,33(3):56-58.
Qu J M, Chen P J, Li W P, et al. Extraction and efficacy colibacillosis *in vivo* an *in vitro* of antibacterial peptides of musca domestica [J]. Chinese Journal of Veterinary Medicine, 2006, 33(3): 56-58. (in Chinese)

[8] 常楚瑞,吴建伟,国 果,等. 不同诱导方法诱导家蝇幼虫血淋巴中抗菌肽差异性的 SDS-PAGE 检测 [J]. 时珍国医国药,2011,22(3):535-536.
Chang C R, Wu J W, Guo G, et al. The differences of antibacterial peptides from the larvae hemolymph of musca domestica by SDS-PAGE [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2011, 22(3): 535-536. (in Chinese)

[9] Andra J, Berning Hausen O, Leippe M. Cecropins, antibacterial peptides from insects and mammals, are potently fungicidal against *Candida albicans* [J]. Med Microbiol Immunol, 2001, 189(3): 169-173.

[10] 柳江枫,胡天驹,彭宜红. 抗菌肽的作用机制、生物活性及应用研究进展 [J]. 微生物学免疫学进展,2012,40(5):84-85.
Liu J F, Hu T J, Peng Y H. Advances on mechanism, bioactivity and application of antimicrobial peptides [J]. Prog in Microbiol Immunol, 2012, 40(5): 84-85. (in Chinese)

[11] 张 煜,刘 伟,丁汉凤,等. 抗菌肽的研究进展及在农业中的应用 [J]. 安徽农业科学,2006,34(3):433-434.
Zhang Y, Liu W, Ding H F, et al. Research development of antimicrobial peptides and its application in agriculture [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(3): 433-434. (in Chinese)

[12] 翟 培,侯丽霞,乐国伟,等. 不同微生物诱导家蝇幼虫表达抗菌肽的特性 [J]. 食品与生物技术学报,2006,25(3):41-45.
Zhai P, Hou L X, Le G W, et al. The characteristics of the antibacterial peptides of musca domestica larvae induced by various microorganisms [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2006, 25(3): 41-45. (in Chinese)

[13] 何昭阳,王增辉,吴延春,等. 雏鸡消化道主要正常菌群定植规律的研究 [J]. 畜牧兽医学报,2000,31(1):41-48.
He Z Y, Wang Z H, Wu Y C, et al. Study on the law of colonization of main normal flora in chick's digestive tract [J]. Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica, 2000, 31(1): 41-48. (in Chinese)