

不同人工饲料对斗米虫生长发育的影响

刘 鹏¹, 刘美娟², 刘恒圣³, 金明霞¹

(1. 江西省林业科学院, 江西 南昌 330013; 2. 青山湖区安全生产监察大队, 江西 南昌 330029; 3. 江西省高安市太阳中学, 江西 高安 330080)

摘要: 锈色粒肩天牛 *Apriona swainsoni* 幼虫也称斗米虫, 具有较好的药用价值, 对调节人体免疫功能低下有显著效果。研发饲养斗米虫的人工配方饲料是解决市场斗米虫大规模养殖的关键, 以基础配方(云实 *Caesalpinia decapetala* 嫩枝粉 200.0 g+对羟基苯甲酸甲酯 2.0 g+蔗糖 3.0 g+胆固醇 1.5 g+韦氏盐 10.0 g+琼脂 8.0 g+动物油 6.0 g+蒸馏水 1 000 mL)为基础, 设置了 4 个不同饲料配方(I, II, III, IV), 以成活率、发育历期及体质量作为评价指标, 确定斗米虫饲养的最佳饲料配方。结果表明: 4 种人工配方饲料饲养的斗米虫均可正常生长发育, 但成活率差异显著或极显著($P<0.05$, $P<0.01$), 体质量和发育历期上也存在差异, 其中人工配方饲料 II (即基础配方+大豆粉 50.0 g+纤维素 0.5 g+抗坏血酸 0.4 g+酵母粉 13.0 g+山梨酸钾 2.0 g)饲养的斗米虫成活率最高, 生长量最佳, 历期最短。该配方饲料可缩短斗米虫发育历期, 能够提供斗米虫生长的营养物质, 为最佳人工饲料配方。表 3 参 17

关键词: 森林保护学; 斗米虫; 人工饲料; 生长发育

中图分类号: S763.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2018)06-1128-05

Artificial diets for *Apriona swainsoni* larvae development

LIU Peng¹, LIU Meijuan², LIU Hengsheng³, JIN Mingxia¹

(1. Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330013, Jiangxi, China; 2. Qingshanhu Work Safety Supervision Team, Nanchang 330029, Jiangxi, China; 3. Taiyang Junior School, Gaoan 330080, Jiangxi, China)

Abstract: Research and development on diet of the *Apriona swainsoni* larvae, which have medicinal value and a strong effect on regulating immune functions of the human body, was key to solving large-scale cultivation for the *A. swainsoni* larvae raised on an artificial culture medium. The purpose of this study was to explore suitable diets for large-scale artificial feed. The experiment was based on the basic formula of 200 g *Caesalpinia decapetala* twig power, 2.0 g methyl hydroxyl benzoate, 3.0 g sucralose, 1.5 g cholesterol, 10.0 g wale salt, 8.0 g agar, 6.0 g animal oil, and 1 000 mL distilled water. The experiment adopted a control method to determine the best diet by comparing four artificial diets (I, II, III, and IV). Results showed that *A. swainsoni* larvae fed 4 kinds of artificial diets could grow and develop normally with significant differences in mortality ($P<0.05$, $P<0.01$), weight and larval period. The survival rate was highest, growth was best, and larval period was shortest when the larvae was provided with the basic formula + 50.0 g soybean powder + 0.5 g cellulose + 13.0 g yeast powder + 2.0 g potassium sorbate + 0.4 gVc. Diet II was superior to diets I, III, and IV. In conclusion, diet II could shorten the development period and provide nutrients for growth of *A. swainsoni* larvae, as well as become a standard diet for further research work. [Ch, 3 tab. 17 ref.]

Key words: forest protection; *Apriona swainsoni* larvae; artificial diet; development

收稿日期: 2017-11-30; 修回日期: 2018-03-27

基金项目: 江西省林业科学院青年人才培养项目(2015532501); 江西省林业科技创新项目(201613); 江西省科技计划农业领域重点资助项目(20151BBF60073)

作者简介: 刘鹏, 从事野生动物保护与利用研究。E-mail: liupeng19850516@163.com。通信作者: 金明霞, 副研究员, 从事森林保护研究。E-mail: xiaojin7901@sina.com

锈色粒肩天牛 *Apriona swainsoni* 是一种破坏性极强的钻蛀性害虫，主要危害槐树 *Sophora japonica*，有“国槐杀手”“国槐的毁灭性害虫”之称^[1-2]，该天牛主要分布在山东、山西、河南等省，国外分布在越南、老挝、印度和缅甸等国^[3]。近年来，随着全球气候变暖，锈色粒肩天牛的危害逐渐北移，危害面积和分布区域逐年扩大，有加速发展的趋势^[4-5]。斗米虫为锈色粒肩天牛的幼虫，是豆科 Leguminosae 云实 *Caesalpinia decapetala* 的主要蛀干害虫^[1-24]，对云实的生长发育有极大的威胁。但斗米虫具有较好的药用价值，对调节人体免疫功能低下有显著的作用和效果，是抗病菌、抗病毒、抗肿瘤的珍贵生物医药资源^[6]。随着经济发展和人民生活水平的不断提高，斗米虫的市场需求越来越大，传统野生来源已满足不了人们的需要。目前，国内外已报道了槐绿虎天牛 *Chlorophorus diadema*^[7]，星天牛 *Anoplophora chinensis*^[8-9]，眉斑楔天牛 *Glenea cantor*^[10-11]，松墨天牛 *Monochamus alternates*^[12]等多种天牛的人工饲养方法。有关斗米虫人工养殖不多，仅田志超等^[6]对其进行报道。研究显示^[9]：人工饲料饲养昆虫不仅可以使昆虫发育整齐，生理一致，而且在很多情况下是解决季节性饲料短缺的主要途径，特别是在寒冷的地区，冬季期间大多数自然食料很难获得，为实现斗米虫大规模的人工饲养，以满足人们对斗米虫日益增长的需求，通过研制配方饲料进行了斗米虫的室内人工饲养研究，旨在寻找一种最佳的人工配方饲料，以期为研制斗米虫人工饲料提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 虫源

在江西省都昌县蔡岭镇采集产卵的云实枝条，带回室内饲养，室内温度保持在 24~26 ℃，湿度为 65%~70%，待有木屑从枝条渗出，即剖出初孵幼虫，选择同一时间剖出的幼虫作为实验用虫。刚剖出的幼虫先用体积分数为 70% 的乙醇浸润 10 s，然后放在无菌水中冲洗 3~4 次，最后放在无菌滤纸上吸干，立即放入饲养盒中，1 头·盒⁻¹，室内温度保持在 24~27 ℃，湿度为 65%~70%。

1.2 人工饲料配制

设置 4 个不同饲料配方(Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ)和 1 个空白对照(ck)，各组试验中营养物质配比见表 1。

表 1 斗米虫人工饲料配方
Table 1 Ingredients of artificial diets of *Apriona swainsoni* larvae

配方	云实嫩 枝粉/g	大豆粉/g	纤维素/g	酵母粉/ g	抗坏血 酸/g	山梨 酸钾/g	对羟基苯 甲酸甲酯/g	蔗糖/ g	胆固 醇/g	韦氏盐/g	琼脂/g	动物油/ g	蒸馏水/ mL
Ⅰ	200.0	50.0	0.5	13.0		2.0	2.0	3.0	1.5	10.0	8.0	6.0	1 000
Ⅱ	150.0	50.0	0.5	13.0	0.4	2.0	2.0	3.0	1.5	10.0	8.0	6.0	1 000
Ⅲ	150.0	50.0	0.5	13.0			2.0	3.0	1.5	10.0	8.0	6.0	1 000
Ⅳ	200.0						2.0	3.0	1.5	10.0	8.0	6.0	1 000
ck	200.0												1 000

1.3 配制方法

将采集到的云实嫩枝冲洗干净，粉碎后过筛(40~80 目)，同时将黄豆磨碎过筛(70 目)置于 100 ℃下烘 1 h 备用，加入表 1 所列其他饲料配方配成 4 种人工饲料，分别放入 2 L 的电磁炉中，加水 1 000 mL，加热并不断搅拌，抗坏血酸先溶于水中，待饲料的温度降至 50 ℃时加进去，再充分搅拌，熬制成黏糊状，分装入 100 mL 的细口三角瓶中，用木棒压实，放入烘干箱内 120 ℃下烘干 1 h，然后在 121 ℃的高压灭菌锅内消毒 15 min，将制作好的饲料加盖后放置于 5 ℃的冰箱内冷藏，每次使用时，需将饲料瓶放在磁性搅拌器上均匀搅拌。设置空白对照组 ck(培养基)，即只有云实嫩枝粉做饲料。

1.4 饲养方法

将人工饲料分装于直径 4 cm，高 5 cm 的塑料盒，装 10 g·盒⁻¹，在酒精灯旁的灭菌条件下，将龄期、个体大小及健康程度一致的幼虫接入人工饲料。然后放置于黑暗、温度为(26±2) ℃、相对湿度为 70% 的室内饲养。隔 2 个星期更换 1 次饲料。重复 4 次·组⁻¹，每个重复试验饲养 30 条斗米虫，求其死亡率、平均体长和平均体质量。

1.5 虫体的测量和观察

在同一饲养环境下，分别记录幼虫化蛹数、发育历期、死亡率、幼虫的体长和体质量增长情况。利用 SPSS 20.0 对数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 不同饲料配方对斗米虫历期的影响

由表 2 可见：人工配方饲料 I，II，III，IV 及对照组 ck 饲养的斗米虫历期分别为(388±29)，(331±56)，(390±54)，(410±62)和(445±67) d，取食 4 种人工饲料的初孵幼虫发育至蛹的历期均小于对照组，取食饲料 II 的幼虫发育时间最短，显著低于林间自然环境下的发育时间(21~22 个月)^[13]。

2.2 不同饲料配方对斗米虫体质量的影响

人工配方饲料 I，II，III，IV 及对照组 ck 饲养的斗米虫体质量分别为(2.47±0.48)，(3.09±1.15)，(2.52±0.45)，(2.38±0.47)和(2.08±0.66) g。配方饲料 II 与对照组 ck 体质量差异显著($P=0.019$)，其余各组间体质量均差异不显著($P>0.05$)(表 3)。

2.3 不同饲料配方对斗米虫成活率的影响

表 2 表明：配方饲料 IV 饲养的斗米虫成活率为 45.0%，配方饲料 III 在配方 IV 的基础上，增加了大豆粉、纤维素、酵母粉 3 种组分，成活率提高至 57.5%，配方 I 在配方 III 的基础上增加了山梨酸钾，成活率提高至 72.5%，配方 II 在配方 I 的基础上增加了抗坏血酸，成活率提高至 85.8%。由表 3 可知：配方饲料 III 和 IV 的成活率差异不显著($P>0.05$)，配方饲料 IV 与对照组 ck 差异不显著($P>0.05$)，其余各组间的成活率均存在显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)差异。

表 2 不同饲料配方饲养下斗米虫的成活率、历期、体质量

Table 2 Changes of survival rate, larval period and weight of <i>Apriona swainsoni</i> larvae under different artificial diets					
饲料配方	接种虫数/个	化蛹虫数/个	幼虫成活率/%	历期/d	体质量/g
I	120	87	72.5	388 ± 29	2.47 ± 0.48
II	120	103	85.8	331 ± 56	3.09 ± 1.15
III	120	69	57.5	390 ± 54	2.52 ± 0.45
IV	120	54	45.0	410 ± 62	2.38 ± 0.47
ck	120	48	40.0	445 ± 67	2.08 ± 0.66

表 3 不同饲料配方对斗米虫成活率和体质量的方差分析

Table 3 Variance analysis of survival rate and weight of <i>Apriona swainsoni</i> larvae under different artificial diets								
饲料配方	幼虫成活率				体质量			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
II	0.006**				0.083			
III	0.022*	0.000**			0.689	0.091		
IV	0.001**	0.000**	0.067		0.965	0.170	0.455	
ck	0.000**	0.000**	0.047*	0.056	0.482	0.019*	0.482	0.731

说明：* 表示差异显著($P<0.05$)，** 表示差异极显著($P<0.01$)

3 结论与讨论

通过人工配方饲料饲养，控制一定的温度、湿度和适宜的黑暗环境，可缩短斗米虫发育历期。从 4 组配方饲养效果来看，不同的饲料配方在斗米虫的存活和生长发育存在差异。以配方 II 制成的人工饲料，饲养的斗米虫效果最好，成活率可达 85.8%，显著高于其他几组配方饲料(表 3)($P<0.01$)；历期最短(331±56) d，显著低于林间自然环境下的幼虫发育时间(21~22 个月)^[13]。配方饲料 IV，III，I，II 饲养的斗米虫体质量呈现依次增长趋势，其中配方 II 饲养的斗米虫体质量在 4 种配方饲料中最高，与对照组差异显著。配方 II 的人工饲料最适合斗米虫的营养需求，故该饲料为最优配方饲料。这是因为配方 II 的营养组分最为全面，能够提供斗米虫生长的营养物质。

昆虫取食活动和取食量受内外因素的控制^[14]。本研究的斗米虫来源于同一群体, 饲养条件基本相同, 因此, 可认为各处理间斗米虫起点相同, 后期生理状态差异应由饲养过程中产生, 即饲料差异引起。由本研究看出: 4 种人工配方饲料均可以将初孵幼虫饲养到化蛹, 但在成活率、发育历期和体质量等方面差别较大, 存在显著或极显著差异($P < 0.05$, $P < 0.01$)。碳水化合物特别是其中的糖类是昆虫能量需求的主要来源, 同时也是最主要的助食因素^[15]。在 4 种人工配方饲料中均加入蔗糖, 以保障斗米虫对能量的需求。由配方组成可以看出: 4 种人工饲料配方中, 配方Ⅲ在配方Ⅳ的基础上增加了大豆粉、纤维素、酵母粉 3 种组分, 配方Ⅰ在配方Ⅲ的基础上增加了山梨酸钾, 配方Ⅱ又在配方Ⅰ的基础上增加了抗坏血酸。营养物质的不断丰富, 为斗米虫的正常生理代谢提供了保障。因此, 这 4 种配方饲料在饲养斗米虫的效果上依次增强。4 种配方均能成功地饲养斗米虫, 首先饲料配方里都含有其天然寄主(云实嫩枝)的成分。同时, 从饲料配方中看出, 配方饲料Ⅱ中添加了抗坏血酸, 其成活率显著的高于其他 3 种配方, 这可能是抗坏血酸影响植食性昆虫的生长发育, 极大提高了斗米虫的成活率。这与光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis*^[16], 眉斑楔天牛^[11]和松墨天牛等的研究结果一致^[12]。维生素对斗米虫的发育有着重要的作用^[6]。在 4 种人工配方饲料中, 配方饲料Ⅳ饲养的斗米虫成活率及体质量最小, 在添加了维生素的配方饲料Ⅱ中, 斗米虫体质量增加最快, 活动能力也变强, 死亡率减少。可知, 维生素对斗米虫的生长发育有促进作用。而酵母粉是否有利于昆虫幼虫的发育, 研究结果不一致。酵母粉可以明显提高松墨天牛的化蛹率、羽化率和消化率, 有利于其幼虫发育^[12-17], 但在星天牛人工饲料中加入酵母粉对其发育历期和蛹体质量并无影响^[17]。本研究表明: 观测酵母粉对斗米虫生长发育有一定的促进作用。在人工配方饲料饲养条件下, 斗米虫在化蛹之前, 体质量有减轻的现象, 既斗米虫体质量先增长, 达最大值后逐渐减小, 直至化蛹。这与星天牛幼虫、松墨天牛幼虫发育的现象一致^[9]。

天牛幼虫是咀嚼式口器, 要求饲料有一定的粗糙结构, 使食料顺利通过消化道^[13]。在配制饲料时, 尽量使得饲料松散, 同时保持饲料的适口性, 各配方比例要恰当, 保证其发育所需的蛋白质、糖类、维生素等营养成分。本研究所采用的组分容易获得, 成本较低廉, 制备方法简单。但是人工饲料配方中通常只提供一些天牛幼虫生长发育的基本营养物质成分, 缺少天然寄主植物特有的生长因子及次生物质, 可能会对斗米虫的取食、行为及生长发育产生影响^[12]。本研究在饲养过程中, 发现个别的斗米虫化蛹过程中发育畸形。因此, 就如何改进和优化斗米虫配方饲料Ⅱ有待进一步研究。

4 参考文献

- [1] 刘海军, 骆有庆, 温俊宝, 等. 北京地区红脂大小蠹、美国白蛾和锈色粒肩天牛风险评价[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 81 - 87.
LIU Haijun, LUO Youqing, WEN Junbao, et al. Pest risk assessment of *Dendroctonus valens*, *Hyphantria cunea* and *Apriona swainsoni* in Beijing area [J]. *J Beijing For Univ*, 2005, 27(2): 81 - 87.
- [2] 唐燕平, 刘远, 李晓琳, 等. 锈色粒肩天牛生物学特性的观察[J]. 安徽农业大学学报, 2001, 28(3): 238 - 241.
TANG Yanping, LIU Yuan, LI Xiaolin, et al. Investigation on biological characteristics of *Apriona swainsoni* Hope [J]. *J Anhui Agric Univ*, 2001, 28(3): 238 - 241.
- [3] 刘海军. 北京地区林木外来重大有害生物风险分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2003.
LIU Haijun. *Pest Risk Analysis and Risk Management on Serious Non-indigenous Pests in Beijing Area* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2003.
- [4] 卢希平, 杨忠岐, 孙绪良, 等. 利用花绒寄甲防治锈色粒肩天牛[J]. 林业科学, 2011, 47(10): 116 - 121.
LU Xiping, YANG Zhongqi, SUN Xugen, et al. Biological control of *Apriona swainsoni* (Coleoptera: Cerambycidae) by releasing the parasitic beetle *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) [J]. *Sci Silv Sin*, 2011, 47(10): 116 - 121.
- [5] 王晓红, 杨忠岐, 王小艺, 等. 利用 3 种寄生性天敌防治锈色粒肩天牛[J]. 林业科学, 2014, 50(1): 103 - 108.
WANG Xiaohong, YANG Zhongqi, WANG Xiaoyi, et al. Biological control of *Apriona swainsoni* (Coleoptera: Cerambycidae) by applying three parasitoid species [J]. *Sci Silv Sin*, 2014, 50(1): 103 - 108.

- [6] 田志超, 徐华潮, 洪沛, 等. 斗米虫人工培养的初步研究[J]. 浙江农业科学, 2012(8): 1159 – 1160.
TIAN Zhichao, XU Huachao, HONG Pei, *et al.* Preliminary study on the artificial cultivation of *Apriona swainsoni* larvae [J]. *Zhejiang Agric Sci*, 2012(8): 1159 – 1160.
- [7] 寻锋, 刘强. 槐绿虎天牛人工饲养的研究[J]. 天津师范大学学报(自然科学版), 2012, 32(4): 78 – 80.
XUN Feng, LIU Qiang. Study on artificial rearing of *Chlorophorus diadema* Motschulsky [J]. *J Tianjin Norm Univ Nat Sci Ed*, 2012, 32(4): 78 – 80.
- [8] 张海滨, 朱小峰, 刘鹏程, 等. 星天牛幼虫饲料配方及低温对老熟幼虫发育影响的初步研究[J]. 植物检疫, 2011(4): 10 – 12.
ZHANG Haibin, ZHU Xiaofeng, LIU Pengcheng, *et al.* Researches on artificial diets formula and low temperature effect on growth of last-instar larvae of citrus long-horned beetle, *Anoplophora chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. *Plant Quar*, 2011(4): 10 – 12.
- [9] 蔡守平, 何学友, Geoff M Gurr, 等. 星天牛幼虫人工饲料的饲养效果及温度对其生长的影响[J]. 林业科学, 2016, 52(12): 141 – 149.
CAI Shouping, HE Xueyou, Geoff M Gurr, *et al.* Artificial diet and temperature regimes for successful rearing of the citrus longhorned beetle, *Anoplophora chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. *Sci Silv Sin*, 2016, 52(12): 141 – 149.
- [10] LU Wen, WANG Qiao, TIAN Mingyi, *et al.* Phenology and laboratory rearing procedures of an Asian longicorn beetle, *Glenaea cantor* (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) [J]. *J Econ Entomol*, 2011, 104(2): 509 – 516.
- [11] 李岳诗, 黎淳锋, 张玉静, 等. 一种新的眉斑并脊天牛幼虫饲养方法效果评价[J]. 南方农业学报, 2015, 46(8): 1420 – 1424.
LI Yushi, LI Chunfeng, ZHANG Yujing, *et al.* Evaluation on effect of a new rearing method for *Glenaea cantor* Fabricius larvae [J]. *J Southern Agric*, 2015, 46(8): 1420 – 1424.
- [12] 陈瑞旭, 王露洁, 林涛, 等. 松墨天牛的人工饲养技术研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, 41(1): 199 – 202.
CHEN Ruixu, WANG Lujie, LIN Tao, *et al.* Rearing techniques of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) on artificial diets [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2017, 41(1): 199 – 202.
- [13] 唐燕平, 刘桂华. 锈色粒肩天牛卵期预测预报的研究[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 86 – 89.
TANG Yanping, LIU Guihua. Study on forecast of ovipositing occurrence time of *Apriona swainsoni* [J]. *Sci Silv Sin*, 2000, 36(6): 86 – 89.
- [14] 王政, 孟倩倩, 钟国华. 植食性昆虫取食行为过程及机制研究[J]. 环境昆虫学报, 2014, 36(4): 616 – 619.
WANG Zheng, MENG Qianqian, ZHONG Guohua. Study on the feeding behavior process and mechanism of phytophagous insect [J]. *J Environ Entomol*, 2014, 36(4): 616 – 619.
- [15] 林长春, 陆高, 周成枚, 等. 补充营养材料对松褐天牛成虫存活期的影响[J]. 林业科学研究, 2003, 16(1): 69 – 74.
LIN Changchun, LU Gao, ZHOU Chengmei, *et al.* Impacts of adult feeding materials on the life span of *Monochamus alternates* [J]. *For Res*, 2003, 16(1): 69 – 74.
- [16] 贺萍, 黄竞芳. 光肩星天牛的人工饲养[J]. 北京林业大学学报, 1992, 14(2): 61 – 67.
HE Ping, HUANG Jinfang. Laboratory rearing of *Anoplophora glabripennis* [J]. *J Beijing For Univ*, 1992, 14(2): 61 – 67.
- [17] LEE C Y, LO K C. Rearing of *Anoplophora macularia* (Thomson) (Coleoptera Cerambycidae) on artificial [J]. *Appl Entomol Zool*, 1998, 33(1): 105 – 109.