

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2013.01.16

黄粉虫在不同饲料比例下的泡沫降解率研究

徐世才, 唐 婷, 闫 宏, 刘小伟

(延安大学生命科学学院, 陕西延安 716000)

摘要: 为降低塑料泡沫的污染, 探索在不影响黄粉虫 *Tenebrio molitor* L. 正常生长发育情况下的最大泡沫降解率。组建了黄粉虫在泡沫与麸皮的质量比为 (1:10), (1:8), (1:6), (1:4), (1:2) 五种不同饲料配比下对泡沫的降解情况分析表, 结果表明, 黄粉虫在泡沫饲料比为 (1:6) 时泡沫的降解率最大, 可达 74.21%, 且此时的生长发育情况与空白对照组持平, 而在泡沫饲料比为 1:4 时只有 35.86%, (1:10), (1:8), (1:2) 下分别为 45.58%, 49.26%, 37.24%。泡沫降解率与虫的增重量都随泡沫占的比重增加呈抛物线趋势, 在 (1:6) 时达最大, 此后下降。分析得出结论, 黄粉虫的泡沫饲料比为 1:6 时既不影响黄粉虫生长且泡沫降解最优。

关键词: 黄粉虫; 泡沫降解率; 生长发育

中图分类号: Q969.498.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2013) 01-0090-05

The study on the *Tenebrio molitor* in the different feed proportions of bubble degradation rate

XU Shi-Cai, TANG Ting, YAN Hong, LIU Xiao-Wei (School of Life Science, Yanan University, Yanan 716000, Shaanxi Province, China)

Abstract: In order to reduce pollution from foam plastics and explore the maximum foam degradation rate that does not affect the normal growth and development of the *Tenebrio molitor*, we set up a scientific mass proportioning of foam and bran of the *Tenebrio molitor* by five different feed composition (1:10), (1:8), (1:6), (1:4), (1:2) for foam degradation analysis table. These figures showed that the *Tenebrio molitor* in degradation of the bubble feed ratio of 1:6 rate the largest ultimately degradability, up to 74.21%. And at the same time, the growth development situation is blance with blank controlled group flat. In bubble feed ratio of 1:4, the ultimately degradability is only 35.855%. And under the ratio of (1:10), (1:8), (1:2), it rates 45.579%, 49.262% and 37.235%. The foam decomposition rate and the increasing weight of *T. molitor* are both in parabolic trend with the increase of foam proportion, and they come to the maximum at ratio 1:6. After this point, it declined. According to analysing, we could come to a summerise: the *T. molitor*'s foam feed at the ratio of 1:6 does not affect the growth of the *T. molitor* and the foam degradation comes to the best lever.

Key words: *Tenebrio molitor*; bubble degradability; grow up

黄粉虫 *Tenebrio molitor* L., 又称黄粉甲、面包虫, 属鞘翅目拟步甲壳粉甲属, 是一种仓库害虫, 分布于世界各地。由于其含有丰富的蛋白质和多

种氨基酸, 人们常用它作为特种畜禽养殖的鲜活饲料和蛋白质饲料添加剂, 是一种应用前景非常广阔的资源昆虫。根据对黄粉虫营养成分的分析

基金项目: 陕西省科技厅农业攻关项目 (2012K02-10); 延安市科技专项基金项目 (2009kn-27); 陕西省重点建设学科 (生态学)

作者简介: 徐世才, 男, 1973年生, 陕西榆林人, 副教授, 研究方向为昆虫生态与综合防治, E-mail: shicaixu@163.com

收稿日期 Received: 2012-03-13; 接受日期 Accepted: 2012-10-13

表明, 其蛋白含量、脂肪含量及脂肪中不饱和脂肪酸含量都很高, 且氨基酸组分合理, 富含多种维生素及有益微量元素, 因而被列入优良动物营养保健品之列, 也可作为提取高蛋白, 几丁质的原料以及作为新兴的昆虫食品, 是理想的人工养殖饲料昆虫。由于其易于饲养, 许多动物园广泛养殖, 以其幼虫作为鸟等动物的活饲料 (严善春, 2001; 陈晶等, 2004)。目前许多单位开发利用黄粉虫喂养蝎子、牛蛙等经济动物, 效果良好。黄粉虫作为一种高蛋白营养源, 经过加工, 还可以作为食用昆虫, 国内有关单位研究将黄粉虫制成复合氨基酸食品、饮料和药品 (崔蕊静等, 1988)。近年来黄粉虫多饲养用于饲料、食品、保健品、化妆品等, 更在日常生活中发现了黄粉虫可降解塑料泡沫, 但目前国内并没有人确切的研究黄粉虫在保证不影响自身生长发育速率的情况下, 究竟最大能降解泡沫的百分率是多少。且实验中对黄粉虫排泄物进行检验, 发现为黑褐色物质, 将其进行燃烧, 并无泡沫燃烧时的刺激味出现, 故认为黄粉虫将泡沫进行了彻底的降解, 但降解为何种成分需进一步探讨研究。本实验以确切的实验数据为支撑, 旨在以后的环境保护中, 能最大限度的利用黄粉虫作为降解泡沫的益虫, 并能最大限度的将废物泡沫利用起来, 实现变废为宝, 降低饲养黄粉虫成本。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验虫源: 以延安大学生命科学院动物学实验室繁育的黄粉虫为供试虫源, 待成虫开始产卵后, 在接卵前 1 天的 20:00 换上 1 张新的接卵纸, 并在第 2 天的 20:00 取出接卵纸, 24 h 内接到的卵视为同龄卵, 供试验使用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

结合泡沫与麸皮的密度差异, 考虑实验室条件, 将饲料分成 5 组, 分别为泡沫: 麸皮 (1:10), (1:8), (1:6), (1:4), (1:2), 5 个饲料比例梯度, 即保持泡沫质量为 1 g, 将麸皮质量依次设为 10 g, 8 g, 6 g, 4 g, 2 g。每组 3 个重复, 增加一组空白对照, 即只加 10 g 麸皮, 不加泡沫。每个培养皿中放 40 头黄粉虫, 置于室温下养殖。每个培养皿中放入少量相等质量的白菜叶

片, 适当喷水以保证湿度。饲养时用经过太阳暴晒过的的麸皮饲养。用恒温光照培养箱 (GZP-250 型, 上海精宏实验设备有限公司生产) 控制光照为 14 L:10 D, 相对湿度为 $(70 \pm 5)\%$ 。

1.2.2 数据记录

每 7 d 称量 (万分之一电子天平) 一次各培养皿中黄粉虫的质量和泡沫减少量, 并计算各培养皿黄粉虫死亡数, 计算每组平均重量及平均增重量, 所有称量所得数据皆保留 5 位小数。泡沫降解率以从放虫进去那天算起, 到全部化蛹结束那天为止, 这期间总的泡沫降解情况为标准计算。

每天 8:00、15:00、22:00 观察黄粉虫发育进度, 并做详细记录。统计各虫态 (龄) 的发育历期。全世代发育历期, 均采用卵历期 + 幼虫历期 + 蛹历期 (徐汝梅, 2005; 徐世才等, 2006)。

根据以上资料推测出黄粉虫在哪种比例饲料下对泡沫的降解最快且不影响生长发育。

1.2.3 相关数据的计算方法

泡沫总分解率为分别累加每组每一次记录的平均泡沫降解质量再 $\times 100\%$,

$$\text{泡沫总分解率} = (M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_x) \times 100\%$$

式中, M_x 表示第 x 次观测称量得到的泡沫降解质量。

2 结果与分析

2.1 黄粉虫不同饲料配比下的平均泡沫降解情况

根据各处理下黄粉虫降解泡沫的观测情况, 得出黄粉虫在不同饲料配比下的泡沫降解情况 (图 1)。各个处理下都有黄粉虫对泡沫降解的明显现象, 各组的降解情况都是先上升后又降低的趋势, 降解质量的上升是黄粉虫逐渐长大的一个结果, 之后降解质量的降低与黄粉虫开始进入蛹期有关。

由于黄粉虫个体间的差异性, 可能导致虫之间的龄期有差异, 所以有些先进入化蛹阶段, 故而泡沫降解质量会先开始下降, 即泡沫降解质量的最高点会不在同一时间, 如饲料配比为 (1:10) 的在第 4 次观测时就达到最高, (1:8) 和 (1:2) 的在第 5 次观测时才达到最高, 而剩下的 (1:6) 和 (1:4) 在第 6 次观测时才达到最大。

2.2 各组泡沫最终降解情况

表 1 是由新复极差法比较各组的差异显著性

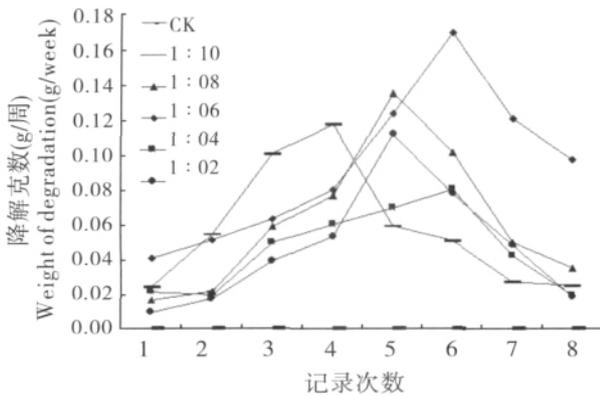


图1 不同饲料配比下黄粉虫平均泡沫降解情况

Fig. 1 Different feed ratio degradation of *Tenebrio molitor* under average bubble

所得的结果,从上表可知,饲料配比为(1:6)下的泡沫降解率最大,为74.21%,且与各值都达到极显著性差异。(1:8)与(1:10)下的泡沫降解率无显著性差异,分别为49.26%和45.58%,(1:10)下的泡沫降解率分别都与(1:4)和(1:2)下的泡沫降解率都达到显著性差异,(1:4)与(1:2)之间未达到显著性差异,降解率分别为35.86%和37.24%,(1:6)与(1:2)和(1:4)下的泡沫降解率都达到及显著差异水平。

表1 不同饲料配比下泡沫降解率的差异显著性比较

Table 1 Bubbles under the different feed ratio comparison of degradation rate of significant difference

饲料配比 Feed ratio	泡沫最终降解率 Ultimate bubble degradability (%)	差异显著性 Significance of difference	
		Significance of difference	
		0.05 水平 0.05 level	0.01 水平 0.01 level
1:6	74.21	a	A
1:8	49.26	b	B
1:10	45.58	b	BC
1:2	37.24	c	C
1:4	35.86	c	C

注:表中数据为三次重复的平均值。Note: The date in the table is the mean value of three treatment.

2.3 不同饲料配比下的黄粉虫体重平均增长情况

根据对各处理下黄粉虫体重的测量情况,得出不同饲料配比下的黄粉虫体重增长情况折线图(图2),由上图可以看出,空白对照组的黄粉虫的体重增长情况是最好的,饲料配比为泡沫:麸皮

= (1:6) 下的体重增长情况与之不相上下,其次为(1:8)的情况好,再其次为(1:10)的,再其次为(1:4)的,最差为(1:2),说明(1:6)下的生长情况与不加泡沫时的生长情况无差别,即添加14.28%泡沫时对黄粉虫的正常生长发育无不利影响;(1:4)和(1:2)下的生长情况最差,是由麸皮含量太少,无法满足正常生长所需营养而至,与预期情况一致。第1次称重时各处理下黄粉虫体重增长数并不高,前2次称量中虫的平均增重量上升并不明显,甚至出现增重量下降的情况,这都是黄粉虫刚放进各处理中不适应新环境所致。之后第2次到第3次称重时体重持续上升。第4次称重之后各处理里的虫陆续进入化蛹期,大虫化蛹,其余幼虫体重继续增长,但体重增长陆续降低,最终在第七次也是最后一次称重时维持一个很小的变化范围而几乎保持均重不变。

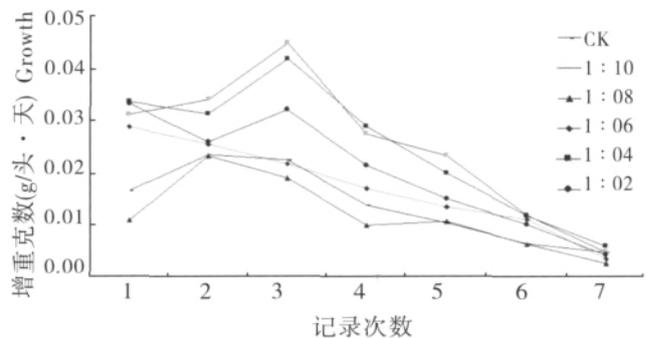


图2 不同饲料配比下的黄粉虫体重平均增长情况

Fig. 2 Different feed proportioning of *Tenebrio molitor* lost an average of growth

2.4 不同泡沫比例下的黄粉虫实验种群生命表

不同饲料配比对黄粉虫的存活和繁殖均有明显的影响,根据不同饲料配比下各发育期存活率和成虫繁殖力所得资料,并参考Harcourt的方法,计算生命表参数,组建了黄粉虫在不同饲料配比下的种群生命表(表2)。表中的起始卵数为假定数,各发育阶段的死亡率为实际观察值。性比假设为1/1(观察值为0.99)。由于黄粉虫的个体间存在差异性,根据记录结果推断,挑选的幼虫中最早的有4龄幼虫,最晚的是6龄幼虫,故可统一从6龄开始比较各处理下的幼虫发育历期。

由表2可以看出,饲料对比对黄粉虫存活的影响因其所处发育阶段不同而有所差别。在泡沫所占比例为33.33%范围内,卵、幼虫、蛹、成

虫的生存最适饲料比例区为 14.28 ~ 20.00% , 即在泡沫: 麸皮 = (1 : 2) 以下的范围内, 卵、幼虫、蛹、成虫的生存最适饲料比例区为 (1 : 6) ~ (1 : 4) , 在该比例内, 卵的孵化率、幼虫的存活率、蛹的羽化率均相对较高; 高泡沫比例对黄粉虫的影响程度明显大于低泡沫比例的影响程度。在泡沫比例 33.33% 时, 即饲料比例为 (1 : 2) 时 6 龄幼虫的死亡率明显高于其它龄期的幼虫。总体趋势中 8 ~ 11 龄幼虫的存活率最高。

表 2 不同泡沫比例下的黄粉虫实验种群生命表
Table 2 *Tenebrio molitor* experimental population life table at different temperatures

虫态 Stages	各泡沫比例下进入各发育期的虫数 Access to a number of developmental stages of insects				
	9.09%	11.11%	14.28%	20.00%	33.33%
6 龄幼虫 6th instar	37.1	36.8	38.2	37.7	36.1
7 龄幼虫 7th instar	35.8	35.7	38.1	37.1	35.9
8 龄幼虫 8th instar	35.6	35.5	37.9	34.8	35.9
9 龄幼虫 9th instar	33.2	35.4	37.7	34.7	35.9
10 龄幼虫 10th instar	31.6	35.3	37.6	34.7	35.9
11 龄幼虫 11th instar	31.5	35.2	37.5	34.7	35.9
12 龄幼虫 12th instar	31.4	35.2	37.2	34.7	35.9
13 龄幼虫 13th instar	31.3	35.2	37.1	33.8	35.9
蛹 Pupa	31.1	34.9	36.8	33.4	35.5
成虫羽化数 Number of adults emerged	30.5	34.1	35.7	32.6	34.8
雌虫数 Number of females	15.4	16.8	17.4	17.9	16.1
平均产卵量 The average fecundity	89.1	111.4	148.5	115.3	99.3
预计下一代产卵量 Fecundity expected from the next generation	1372.1	1871.5	2583.9	2063.87	1598.7
种群趋势指数 (I) Population trend index (I)	34.30	46.79	64.60	51.60	39.97

3 结论与讨论

本实验根据观察记录数据, 得到黄粉虫在不同泡沫比例下的生长情况, 通过比较黄粉虫的体重增长情况和黄粉虫在不同饲料配比下的泡沫降解率, 以及通过建立黄粉虫实验种群生命表, 从而找出黄粉虫的最适饲料比为泡沫: 麸皮 = 1 : 6, 即当饲料中添加 14.28% 泡沫时黄粉虫的生长状况以及对泡沫的降解情况是最优的, 这为环境保护提供一个理论数据和实验支持, 从而在室内大量饲养黄粉虫而扩大黄粉虫的种群数量时, 能最大限度的实现废物利用, 节约成本。

但本实验只是初步探究, 无前人实验参照, 且只是实验室实验, 由于不同地区所处的地理环境不同, 除温度以外的其他因素如湿度 (吴书侠等, 2009)、光照 (周文宗等, 2006; 杜高忠, 2010)、养殖密度 (高莉红等, 2006; 刘玉东等, 2010)、氧气浓度等也不同程度的影响着各个虫态 (龄) 的发育, 国内相关报道说明黄粉虫的分龄、发育等与环境因素联系比较紧密 (刘光华等, 2001), 所以各地黄粉虫对泡沫的降解率不一致, 实际运用中还需进一步探讨总结经验。

参考文献 (References)

- Chen J, Xing CH, Liu JC, 2004. High protein feed insect — *Tenebrio* breeding technology. *Jilin Agriculture*, 10: 23. [陈晶, 邢春红, 刘景春, 2004. 高蛋白饲料昆虫—黄粉虫养殖技术. 吉林农业, 10: 23]
- Cui RJ, Zheng LH, Zhou LY, 1988. The application of *Tenebrio* in bread production. *Food Industry*, 6: 26 – 27. [崔蕊静, 郑立红, 周莉艳, 1988. 黄粉虫在面包生产中的应用. 食品工业, 6: 26 – 27]
- Yan SC, 2001. Resource Entomology. Haerbing: Northeast Forestry University Press. [严善春, 2001. 资源昆虫学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社]
- Xu RM, Cheng XY, 2005. Population Ecology of Insects—Foundation and Preface. Beijing: Science Press. [徐汝梅, 成新跃, 2005. 昆虫种群生态学—基础与前言. 北京: 科学出版社]
- Wu SX, Lin HF, Li MY, Tang XK, 2009. Determination of some important technique parameters in the courses of breeding *tenebrio molitor*. *Journal of Economic Animal*, 13 (1): 28 – 31. [吴书侠, 林华峰, 李茂业, 唐小康, 2009. 黄粉虫饲养中几个重要技术参数的测定. 经济动物学报, 13 (1): 28 – 31]
- Du GZ, 2010. The study on the impact of light on *Tenebrio* pupation. *Agriculture and Forestry*, 17: 251. [杜高忠, 2010. 光对黄粉虫化蛹影响的研究. 农林科学, 17: 251]

- Zhou WZ, Zhang L, Gao HL, Li HT, 2006. Temperature and light's influence on the development of *Tenebrio molitor* pupa. *Modern Agricultural Science and Technology*, 10: 124 - 125. [周文宗, 张砾, 高红莉, 李洪涛, 2006. 温度和光线对黄粉虫蛹发育的影响. 现代农业科技, 10: 124 - 125]
- Liu YD, Liu M, Tang JZ, Cai KJ, 2010. Preliminary study on the environmental factors affecting the growth of *Tenebrio molitor*. *Serves of Agricultural Technology*, 27 (5): 610. [刘玉东, 刘苗, 汤军芝, 采克俊, 2010. 影响黄粉虫生长的环境因素初探. 农技服务, 27 (5): 610]
- Gao HL, Zhou WZ, Zhang L, Li HT, 2006. Effect of different fodders and breeding densities on the larva growth and development of *Tenebrio molitor*. *Acta Ecologica Sinica*, 6 (10): 3258 - 3264. [高红莉, 周文宗, 张砾, 李洪涛, 2006. 饲料种类和饲养密度对黄粉虫幼虫生长发育的影响. 生态学报, 6 (10): 3258 - 3264]
- Liu GH, Zeng L, Gan YH, 2001. Observation of instar and life character of the *Tenebrio molitor*. *Journal of Zhongkai Agrotechnical College*, 2001, 15 (3): 18 - 21. [刘光华, 曾玲, 甘咏红, 2001. 黄粉虫龄期及生活习性的观察. 仲恺农业技术学院学报, 15 (3): 18 - 21]