

大蜡螟工厂化生产流程及环境因素的控制

熊延坤*¹ 张青文**¹ 徐静¹ 段灿星² 周明祥¹

(1 中国农业大学 植物保护学院, 北京 100094;

2 中国农业科学院 作物品种资源研究所, 北京 100081)

摘要 为了寻找大蜡螟工厂化生产过程中的适宜环境条件, 定量控制研究了幼虫期环境因素对大蜡螟合格产品的影响。结果表明幼虫期适宜的环境条件为温度(29 ± 1)、相对湿度 50% ~ 70%、虫口密度 300 头/盒, 光线对大蜡螟的生长没有明显影响。

关键词 大蜡螟; 温度; 相对湿度; 虫口密度; 光照; 工厂化生产

中图分类号 Q 969. 997; Q 969. 432. 8

Environmental Factor Control in Mass Production of *Galleria mellonella* L.

Xiong Yankun¹ Zhang Qingwen¹ Xu Jing¹ Duan Canxing² Zhou Mingxiang¹

(1 College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2 Institute of Crop Germplasm Resources, CAAS, Beijing 100081, China)

Abstract Environmental factors, especially temperature and humidity played the most important role in output and quality of mass-reared *Galleria mellonella* L. Experiments on the effects of environmental factors, such as temperature, humidity, larval densities per rearing box and the light on output of mass-reared *G. mellonella* were carried out. Results indicated that constant temperature of (29 ± 1), relative humidity from 50% to 70% and the rearing density of 300 per box were appropriate for mass production of *G. mellonella*. Light had little effect on development of *G. mellonella* larvae.

Key words *Galleria mellonella* L.; temperature; relative humidity; population density; light; mass production

大蜡螟 *Galleria mellonella* L. 属螟蛾科蜡螟亚科, 是养蜂业的害虫, 前人对大蜡螟的生物学和防治技术做了较多研究^[1-3]。大蜡螟在线虫学、细菌学、真菌学和病毒学的科学研究上是重要的实验昆虫^[4-8], 在农药学上可作为生测试虫^[9], 在分子生物学研究中是优良的生物反应器载体^[10], 也是淡水鱼类、鸟类、爬行类和两栖类动物的一种优良饵料^[11]。由于上述科研和经济价值, 所以大蜡螟的养殖和生产尤其是工厂化生产十分重要, 可为以后的生物反应器的产业化奠定技术和经济基础。虽然 Thompson 研究过大蜡螟的养殖^[12], 但现在这种养殖尚不成熟。由于其产生幼虫个体小、生产周期长、基本是手工操作、环境条件简陋、费用相对较高、质量无

收稿日期: 2002-03-19

* 熊延坤, 硕士生, 研究方向为昆虫遗传学。E-mail: xiongyankun@163.net

** 张青文, 教授, 研究方向为植物抗性及其 IPM。联系作者。北京圆明园西路 2 号

法保证而未达到工厂化生产。大蜡螟的工厂化生产需要扩大生产规模、压缩生产周期、拟定生产程序、提高商品质量(主要是幼虫的个体大小和颜色),保证生产有序、成本低廉、质量过硬。本研究旨在探索大蜡螟的工厂化生产过程中幼虫期环境因素的控制。

1 材料和方法

1.1 生产流程

1) 供试虫 大蜡螟 *Galleria mellonella* L., 中国农业大学植保学院农虫组饲养。

2) 商品质量标准 大蜡螟工厂化生产的商品为大蜡螟老熟幼虫,合格品为黄色、大小均一、重量大于 8 g/26 条(产品包装的最小单位)。

3) 饲养容器和器具 饲养容器为圆柱型塑料盒(底面直径 14 cm,高 10 cm),产卵笼为长方体纱网 50 cm × 50 cm × 60 cm。

4) 工厂设计 工厂分为原料室、饲料配制室、产卵室、孵化室、养虫室和操作间 6 部分,各室均装空调器和加湿仪以保证室内温湿度维持在特定的水平。

5) 饲料的配制 取奶粉、面粉、麦麸、酵母粉、豆粉、玉米粉、蜂蜜、蜂蜡各 1 份(参考张应刚^[12]的饲料配方)。配制时将原料粉混合均匀,蒸气消毒 40 min,加热融化的立即加入蜂蜡,迅速搅拌均匀;待混合料温度降低到 50 ℃ 左右时加入蜂蜜,搅拌均匀;最后酌情加入 3%~5% 的蒸馏水,搅拌均匀即可。

6) 工厂化生产的工艺流程 将大蜡螟工厂化生产分为 4 个阶段:

第 1 阶段,包括成虫期和产卵期,此过程很短,一般在 48 h 之内,本时期温度为 (32 ± 1) ℃,相对湿度为 (70 ± 10) %。

第 2 阶段,包括卵期和幼虫期的一部分,是卵到 1 cm 长幼虫阶段,本时期温度为 (34 ± 1) ℃,相对湿度为 (60 ± 10) %。

第 3 阶段,为幼虫期的一部分,是从 1 cm 长幼虫到老熟幼虫(终产品)阶段。

第 4 阶段,包括一部分幼虫期和全部蛹期,是从老熟幼虫到初羽化的成虫阶段,本时期温度为 (35 ± 1) ℃,相对湿度为 (65 ± 15) %。

具体操作过程是:把羽化产卵期所收集的卵集中起来,统一孵化、幼虫统一饲养,此时 1 个塑料盒可以饲养几千到几万条幼虫。幼虫生长到 1 cm 时,分开饲养,幼虫老熟时,除少量符合产品质量标准的留种外,其他都作为商品包装出售。在整个生产过程中第 3 阶段即幼虫期环境因素严重影响产品的产量和质量,为大蜡螟工厂化生产的关键。

1.2 试验设计

在大蜡螟工厂化生产的探索阶段发现:温度在 21~35 ℃、相对湿度在 30%~90%、虫口密度在 500 头/盒以下时,有可能生产出产品,但产量和质量差异很大,在此基础上采用定量控制的方法研究第 3 阶段温度、湿度、虫口密度、光照等环境因素对幼虫期大蜡螟工厂化生长时产量的影响,在研究某因子的影响时,其他 4 个因子均不变且每盒的饲料深度均为 5.5 cm。4 个环境因素在不变时的值为:温度 (29 ± 1) ℃、相对湿度 50%~70%、密度 300 头/盒、光照为全黑暗,饲料为人工饲料,4 个环境因素在变化时的值为:温度分为 (35 ± 1) ℃、 (32 ± 1) ℃、 (29 ± 1) ℃、 (26 ± 1) ℃、 (23 ± 1) ℃ 5 个水平,相对湿度分为 90% 以上、 (85 ± 5) %、 (75 ± 5) %、 (65 ± 5) %、 (55 ± 5) %、 (45 ± 5) %、 (35 ± 5) % 7 个水平,虫口密度分为 500 头/盒、400 头/盒、300 头/盒、200 头/盒、100 头/盒 5 个水平,光照分为全黑暗、40 W 日光灯全天候照明(养虫室

长 3.5 m、宽 3.0 m、高 2.1 m、窗长 1.5 m、宽 1.0 m) 及让自然光从窗户射入共 3 个水平, 以上实验每个水平设 5 个重复。

2 结果和分析

2.1 温度对大蜡螟产品产量的影响(表 1)

5 个处理间除 (23 ± 1) 和 (26 ± 1) 2 处理间差异不显著外, 其他处理间均表现为 0.01 水平的显著性差异; 温度为 (29 ± 1) 时, 合格产品数最多, 达到 270.6 头/盒; 当温度高于 (29 ± 1) 时, 合格产品数随温度的升高急剧下降; 当温度低于 (29 ± 1) 时, 合格产品数随着温度的降低也急剧下降; 又因为本实验中各相邻处理间的实际有效温差为 1, 所以 (29 ± 1) 为大蜡螟工厂化生产时的适宜温度。

表 1 温度对大蜡螟产量的影响

温度 $t/$	合格产品数(头/盒)					平均数和标准差	显著性差异	
	重复 1	重复 2	重复 3	重复 4	重复 5		0.05	0.01
23 ± 1	1	0	2	0	1	0.8 ± 0.84	d	D
26 ± 1	0	2	7	1	0	2 ± 2.92	d	D
29 ± 1	274	268	281	279	251	270.6 ± 12.05	a	A
32 ± 1	56	48	53	43	59	51.8 ± 6.38	b	B
35 ± 1	23	26	20	31	29	25.8 ± 4.44	c	C

2.2 相对湿度对大蜡螟产品产量的影响(表 2)

$(35 \pm 5)\%$ 与 $(75 \pm 5)\%$ 、 $(55 \pm 5)\%$ 与 $(65 \pm 5)\%$ 、90% 以上与 $(65 \pm 5)\%$ 处理间差异不显著; $(35 \pm 5)\%$ 与 $(75 \pm 5)\%$ 、 $(55 \pm 5)\%$ 和 $(65 \pm 5)\%$ 、90% 以上和 $(65 \pm 5)\%$ 与 $(45 \pm 5)\%$ 处理, 相互间表现为 0.01 水平的显著性差异; 相对湿度为 50% ~ 70% 时, 合格产品数最多, 达到 260 头/盒以上; 当相对湿度高于 70% 时, 合格产品数随相对湿度的升高急剧下降; 当相对湿度低于 50% 时, 合格产品数随相对湿度的降低急剧下降, 所以 50% ~ 70% 为大蜡螟工厂化生产时的最佳相对湿度。

表 2 相对湿度对大蜡螟产量的影响

相对湿度 $RH/\%$	合格产品数(头/盒)					平均数和标准差	显著性差异	
	重复 1	重复 2	重复 3	重复 4	重复 5		0.05	0.01
35 ± 5	95	87	68	79	84	82.6 ± 10.01	c	C
45 ± 5	168	145	137	129	131	142 ± 15.81	b	B
55 ± 5	265	274	258	249	278	264.8 ± 11.78	a	A
65 ± 5	271	276	254	261	248	262 ± 11.60	a	A
75 ± 5	75	203	13	104	0	79 ± 81.57	c	C
85 ± 5	3	5	0	2	0	2 ± 2.12	d	D
> 90	1	0	3	0	0	0.8 ± 1.30	d	D

2.3 虫口密度对大蜡螟产品产量的影响(表 3)

5 个处理间除虫口密度为 100 头/盒和 400 头/盒 2 处理之间的差异不显著外, 其他处理之间均表现为显著性差异 ($P < 0.01$); 虫口密度为 300 头/盒时, 合格产品数最多, 达到 279.4

头/盒;当密度高于300头/盒时,合格产品数随密度的升高下降;当密度低于300头/盒时,合格产品数随密度的降低而下降,又因为在工厂化生产的实际操作过程中,分虫时的误差可达100头/盒,故本试验在设计时把相邻处理间的差距定为100头/盒,这样本试验各相邻处理的数据实际上也是连续的,所以300头/盒为大蜡螟工厂化生产时的最佳虫口密度。

表3 虫口密度对大蜡螟产量的影响

密度 (头/盒)	合格产品数(头/盒)						显著性差异	
	重复1	重复2	重复3	重复4	重复5	平均数和标准差	0.05	0.01
100	94	90	85	89	92	90 ± 3.39	c	C
200	189	173	158	182	194	179.2 ± 14.24	b	B
300	274	281	263	294	285	279.4 ± 11.67	a	A
400	75	82	64	35	109	73 ± 26.95	c	C
500	3	7	1	2	15	5.6 ± 5.73	d	D

2.4 光照对大蜡螟产品产量的影响(表4)

由表4可以看出3个处理间差异不显著,这表明光照对大蜡螟产品产量没有明显影响。

表4 光照对大蜡螟产量的影响

光处理	合格产品数(头/盒)						显著性差异	
	重复1	重复2	重复3	重复4	重复5	平均数和标准差	0.05	0.01
全黑暗	274	286	269	293	278	280 ± 9.57	a	A
40W日光灯 全天照明	279	282	269	291	282	280.6 ± 7.89	a	A
开窗自然光 照射	284	278	283	292	286	284.6 ± 5.08	a	A

3 讨论

本试验完全是在工厂化生产条件下进行,要求生产便于操作、周期短、产量高,所得的试验结果与前人的结果并不一致,特别是温度、相对湿度、光照方面。前人认为在(35 ± 1)、高温、全黑暗条件下^[12]大蜡螟生长最快、周期最短,而本试验认为最佳温度为(29 ± 1),最佳相对湿度为50%~70%,光对大蜡螟的生长并没有明显影响。这可能主要是由工厂化生产特定的环境条件造成的,在工厂化生产时虽然室内大气温度为(29 ± 1),由于饲养大蜡螟的塑料盒内大量幼虫的新陈代谢而使盒内的饲料温度达到34~40,这为大蜡螟幼虫的高速生长温度,如果温度再提高,饲料的温度的会达到42以上,幼虫因逃避高温而爬到饲料表面和塑料盒盖的下面并很少取食甚至停止进食,从而导致合格产品数量急剧下降;在湿度方面,如果室内大气相对湿度在70%以上,特别是在80%以上时,由于饲养大蜡螟的塑料盒内大量幼虫的新陈代谢而使盒内的空气过饱和而凝结成水珠,进而导致饲料发霉;大蜡螟生活在巢脾中时,基本没有光线照射,而人工养殖时,经常有光线照射,在本次光线试验中大蜡螟对光线不敏感,这可能是由于工厂化养殖条件下,经常有光线照射而逐渐适应的结果,原因还需进一步研究。

参 考 文 献

- 1 周永富, 罗岳雄, 陈华生 大蜡螟个体生物学研究 昆虫天敌, 1988, 10 (4): 182~ 186
- 2 周永富, 罗岳雄, 陈华生 大蜡螟的发生规律及其危害 昆虫天敌, 1989, 11 (2): 87~ 93
- 3 黄少华, 王建鼎 大蜡螟的生物学研究 中国养蜂, 2001, 52 (5): 8~ 10
- 4 韩日畴, 何向阳, 曹莉 利用吸附性物质储存昆虫病原线虫 昆虫天敌, 2000, 22 (2): 49~ 53
- 5 Boff M, Wieggers G L, Smits P H. Effect of storage time and temperature on infectivity, reproduction and development of *Heterorhabditis megidis* in *Galleria mellonella*. Nematology, 2000, 2(6): 635~ 644
- 6 Kehres J, Denon D, Mauleon H. A simple technique to estimate, *in situ*, population densities of an entomopathogenic nematode (*Heterorhabditis indica*) in sandy soils Nematology, 2001, 35(3): 285~ 287
- 7 Vilcinskis A, Matha V, Gotz P. Inhibition of phagocytic activity of plasmatocytes isolated from *Galleria mellonella* by entomogenous fungi and their secondary metabolites J Insect Physiol, 1997, 43 (5): 475~ 483
- 8 Mietkiewski R T, Pell J K, Clark S J. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in UK: field and laboratory comparisons Biocontrol Sci Technol, 1997, 7 (4): 565~ 575
- 9 Vey A, Quint JM, Mazet I, et al. Toxicity and pathology of crude broth filtrate produced by *Hirsutiella thompsonii* var. *thompsonii* in shake culture J Invertebr Pathol, 1993, 61(2): 131~ 137
- 10 Gopojer C D, Koken R H M. A structured dynamic model for the baculovirus infection process in insect cell reactor configurations Biotech Bioeng, 1992, 40(4): 537~ 548
- 11 Meronek T G, Copes F A, Coble D W. A survey of the bait industry in the North Central Region of the United States N Am J Fish Manage, 1997, 17(3): 703~ 711
- 12 张刚应, 杨怀文 大蜡螟室内饲养技术 贵州农学院学报, 1996, 15(1): 46~ 49