用青菜萝卜苗法室内大量饲养小菜蛾的方法*

林 坤** 杨敏丽*** 李建涛 剡根姣

(宁夏大学能源化工重点实验室 银川 750021)

摘 要 室内人工大量继代饲养小菜蛾 *Plutella xylostella* L.,是开展小菜蛾各种研究的基础。本文介绍用三月慢青菜萝卜苗法饲养小菜蛾的方法。在(24±1)℃、相对湿度60%~70%、光周期L:D=14:10条件下,小菜蛾能连续继代健康繁衍,卵的孵化率和蛹的羽化率可达90%以上。该方法简单实用,成本低,管理方便,可为室内生物测定工作提供发育基本一致的虫源。

关键词 小菜蛾,青菜萝卜苗,饲养方法,温度

Artificial rearing method of diamondback moth by green vegetable and white radish

LIN Kun** YANG Min-Li*** LI Jian-Tao YAN Gen-Jiao

(Key Laboratory of Energy Sources & Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract Artificial rearing of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L., has been the foundation of research on this species. When reared on green vegetables and white radish at a temperature of (24±1)℃, R.H. of 60%—70% and a photoperiod of L:D=14:10 hatching and the adult emergence rates can exceed 90%. This method is simple, practical and economical; a very convenient way to manage and supply insects for research.

Key words *Plutella xylostella*, green vegetable and white radish, rearing method, temperature

小菜蛾 *Plutella xylostella* L. 属鳞翅目(Lepidoptera)菜蛾科(Plutellidae)。英文名:Diamondback moth;别名:菜蛾、方块蛾、小青虫、两头尖、吊丝虫(蒋明,2006)。它是一种世界性迁飞害虫,最早发源于地中海地区,寄主多达40种以上,主要危害甘蓝、紫甘蓝、青花菜、薹菜、芥菜、花椰菜、白菜、油菜、萝卜等十字花科植物(吴世昌,1993;吴青君等,2001)。

小菜蛾因其世代历期短、繁殖系数大、迁飞能力强、抗药性发展快以及抗逆能力强等特点成为实验室昆虫研究及生物农药毒力效价测试的标准虫种。1995年中国农业部发布了《中华人民共和国农业行业标准》,规定了小菜蛾作为苏云金芽孢杆菌(Bt)生物农药产品质量测试的标准虫种(顾宝根等,1995),并在全国强制实行以便与国际生物农药效价测定相接轨。随着人们对健康的关注和环保意识的深入,人们对"绿色食品"和"无公害食品"需求量日益增大。近几年,生物农药得到了迅猛发展,全世界年销售额突破1亿美元,并且以每年10%~20%的速度增长。在我国,生物农药正逐渐被人们所接受,生物农药的年产量约3万吨,这需要大量的小菜蛾虫源,以满足生物制剂效价的标准化测定(顾宝根等,1995;弓爱君等,2005)。所以,小菜蛾的饲养方法就成为目前科研单位和企业十分关注的问题。许多单位都想了解大量、廉价、简单易行饲养小菜蛾的方法。对小菜蛾饲养方法国内外有诸多报道,如柯礼道和方菊莲(1981)用发芽菜籽饲养小菜蛾;刘传秀等(1981)等用萝卜苗蛭石法;陈宗麒等(2001)等利用莲花白作为小菜蛾的饲料;杨峰山等(2004)等

* 资助项目:国家自然科学基金(20565003)、宁夏自然科学基金(NZ1013)。

** E-mail: linkun8@126.com

*** 通讯作者,E-mail: yml@nxu.edu.cn

收稿日期:2010-11-08,接受日期:2010-12-28

用甘蓝苗饲养小菜蛾; 许勤 (2005) 用人工饲料饲养小菜蛾。本文作者对小菜蛾室内饲养方面进行了探索,对寄主植物的培养、小菜蛾卵的收集、幼虫期的饲养方法、蛹的收集与冷藏、成虫期的营养补充等技术方面进行改进,主要利用青菜萝卜苗法饲养小菜蛾,得到大量发育整齐的供试虫源。并考察了温度对小菜蛾发育历期和非成虫期存活率的影响。本文将为室内大量继代饲养小菜蛾的方法提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

三月慢青菜种子(上海长征蔬菜种子公司)、银川大青皮萝卜种子(银川市泽晨种苗有限责任公司)、生物有机复合肥(银川农润生物有机复合肥有限公司)、搪瓷托盘、蔗糖、养虫室、养虫箱、HP400GS 型智能人工气候箱(武汉瑞华设备有限责任公司)、空调、冰箱、烘箱、小铁铲、薄铁片(正方形,边长为 142 mm,厚 0.5 mm)。

1.2 方法

1.2.1 寄主植物的培养 培植青菜萝卜苗用的载体—— 泥土、搪瓷托盘、生物肥料、水。搪瓷托盘用水冲洗干净,晾干。将泥土装入搪瓷托盘中,土的厚度不要超过盘高度的 2/3,加水淋湿至饱和,继续加水,让水面高出土层 2 ~ 3 mm。将三月慢青菜种子和少量萝卜种子掺杂在一起在常温下浸泡 5 ~ 6 h,用 75% 百菌清 500 倍稀释浸泡 30 min 作种子表面消毒,然后再用清水冲洗 3 ~ 5 次滤干,进行种子催芽。把催好芽的三月慢青菜和萝卜种子均匀地铺撒在浇足水的泥土上,每个托盘播种 15 ~ 20 g(约合干种子 6 ~ 8 g),播种后置于养虫室培养(室温保持 18 ~ 26℃),让其自然生长。

一般播种后第 3 天开始每天浇一次水,浇水量根据载体温度严格控制,不能太多,以防止因湿度过大,通气不足而引起植株霉烂死亡。种子发芽后,待菜苗长至 1 ~ 2 cm 左右时,浇生物肥料液(6 g/L)。待菜苗长到 4 cm 左右时,就可供小菜蛾雌虫产卵和用于饲喂小菜蛾幼虫。

搪瓷托盘里的菜苗使用完后,用薄铁片刮去泥土上的干枯菜苗,再把搪瓷托盘放在烘箱里,在 100℃下烘 2 ~ 3 h,进行灭菌消毒。待泥土冷却后,加水淋湿至饱和,继续加水,让水面高出土层 2 ~ 3 mm。就可将催好芽的种子铺撒在泥土上。此法土壤可以循环利用,不用担心土壤肥力,因为在给菜苗浇生物肥料水时就附带着给土壤补充了养分。

1.2.2 养虫箱的制作 用木板、纱网和钉子制成一个长方体形的养虫箱(长 50 cm × 宽 45 cm × 高 30 cm)。箱体的 2 个面完全用纱网封闭,另外 3 个面都用木板封死,剩下的 1 个面也用木板来封并且在这个面上开一个侧门,以便取放菜苗。

1.2.3 卵的收集 将长至 4 cm 左右的菜苗放入成虫养虫箱中(菜苗每天可以适当加入少量水),再将小菜蛾的蛹用一个干净的培养皿盛装后放入养虫箱内。饲养箱内用容积为 25 mL 干净的玻璃小瓶盛上 10% 蔗糖水,用橡胶塞(橡胶塞上打一个大孔,用脱脂棉做成酒精灯芯状物塞入瓶塞中)把瓶口塞住,以供羽化后的成虫停在棉花芯上吸食糖水,来补充体内营养。用带棉花芯的橡胶塞封住玻璃瓶是为了防止小菜蛾吸食糖水时掉进瓶中而被淹死。

每个养虫箱中每次放入 200 只左右的蛹,3 ~ 4 d 蛹羽化。羽化后的成虫当天即可交尾产卵。观察到羽化后的雌蛾将卵产在菜苗叶子上时,每隔 24 h 换一次新鲜的菜苗。使每盘幼虫的开始取食时间相差 24 h,这样有利于更多的得到虫龄一致的试虫。

1.2.4 卵的孵化与幼虫的饲养 将更换出的带虫卵的菜苗放入人工气候箱中(箱内环境为: 温度为(24 ± 1)℃、相对湿度 60% ~ 70%、光周期 L: D = 14: 10、光照强度 1 000 ~ 4 000 lx),把从市场上购回的甘蓝菜用清水洗净晾干,然后将菜叶平铺在菜苗上以供孵化后的幼虫取食。3 ~ 4 d,卵已经完全孵化,幼虫以菜苗和甘蓝叶为食开始生长。作为饲料的甘蓝菜叶每隔 2 d 更换 1 次,更换时只需将新鲜的菜叶铺在盘中先前菜叶的下层。待幼虫成长后,根据试验的不同要求,就可直接从甘蓝叶上挑选所需的、长势比较一致、健康的各龄幼虫供试验用。

1.2.5 蛹的收集与冷藏 将绿色的老熟幼虫用毛笔收集起来,放入干净并垫有滤纸的培养皿中(d = 9 cm),皿中放入少量甘蓝叶,再用保鲜膜把培养皿封住,并用昆虫针在保鲜膜上扎上数孔。2 ~ 3 d 后,大部分虫子可以化蛹,揭开保鲜膜,将未

化蛹的虫子挑出,继续按照上述方法处理。向化好蛹的培养皿里加入少量蒸馏水,继续封上。

将同一批里面有化好蛹的培养皿收集起来,把它们放入冰箱(4℃)冷藏起来,并记好放入的时间,小菜蛾蛹可以保存 20 d 左右。但随着冷藏天数的延长羽化率有下降的趋势。冷藏目的是为了贮备足量的初级蛹,让其成批羽化,以获得大量虫态基本一致的虫源。

1.3　统计分析

用 DPS7.05 专业统计软件对试验数据进行系统分组分析,数据之间的差异用 Duncan 新复极差法进行比较。

2　结果与分析

为了探索小菜蛾的室内饲养适宜温度,笔者考察了 5 种不同温度条件下对小菜蛾发育历期和非成虫期存活率的影响,结果见表 1,2。由表 1 可以看出,不同温度下,小菜蛾的卵、幼虫、蛹、成虫的发育速度是不同的。在 18 ~ 26℃ 条件下,各虫态的发育随温度的升高而加快。

表 1　不同温度下小菜蛾各虫态发育历期

Table 1　Development period of *Plutella xylostella* at different temperature

温度 Temperature (℃)	虫态历期(d) Development period (d)												全世代 Whole generation
	卵 Egg			幼虫 Larvae			蛹 Pupa			成虫 Adult			
	最长 Max	最短 Min	平均 Ave	最长 Max	最短 Min	平均 Ave	最长 Max	最短 Min	平均 Ave	最长 Max	最短 Min	平均 Ave	
18	8.0	5	6.5	23	20	21.5	8.0	6	7.0	20	10	15.0	50.0
20	7.0	5	6.0	17	13	15.0	6.0	5	5.5	16	6	11.0	37.5
22	6.0	4	5.0	15	10	12.5	5.5	5	5.5	15	6	10.5	33.5
24	4.0	3	3.5	14	8	11.0	4.5	4	4.5	14	6	10.0	29.0
26	3.5	2	3.0	12	7	9.5	4.5	3	4.0	12	5	8.5	25.0

由表 2 可以看出,在 18 ~ 24℃ 条件下,小菜蛾各虫态的存活率都是随着温度的升高而升高。但当温度超过 24℃ 时,卵的孵化率和化蛹率又有所下降。

表 2　不同温度下小菜蛾非成虫期的存活率

Table 2　Survival rate of non-adult of *Plutella xylostella* at different temperature

温度(℃) Temperature	供试卵数(粒) Egg number	孵化率(%) Hatch rate	供试虫数(头) Insect number	化蛹率(%) Pupation rate	供试蛹数(头) Pupa number	羽化率(%) Eclosion rate
18	100	64.67 ± 2.7c	30	51.11 ± 2.9c	200	84.83 ± 0.9a
20	100	68.33 ± 2.0c	30	60.00 ± 3.8bc	200	87.33 ± 0.3c
22	100	82.00 ± 2.1b	30	72.22 ± 4.5ab	200	89.33 ± 0.4b
24	100	96.33 ± 1.8a	30	77.78 ± 2.9a	200	90.50 ± 0.3b
26	100	90.67 ± 0.9a	30	74.44 ± 4.8a	200	92.17 ± 0.2a

注: 表内虫口数为每皿考察的数目,重复 3 次; 含 ± 的数据为 3 次平均值 ± SE,同列数据后标有不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

The insect population number in the table is the observed number per dish, repetition times were three. Data are means ± SE, and followed by different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level by Duncan's test.

结合上述考察结果,作者得出 24℃ 是室内饲养小菜蛾的适宜温度,因此在室内饲养过程中温度选择为(24 ± 1)℃。

3 讨论

用上述方法连续饲养小菜蛾 5 年多，小菜蛾依然能够正常发育、繁殖，且卵的孵化率和蛹的羽化率可达 90% 以上，可见室内利用青菜萝卜苗法饲养小菜蛾是可行的。

该方法操作简单，由于温度湿度合适，光照充足，饲料丰富，符合小菜蛾的生长规律，连续饲养多代，具有较高的雌蛾产卵量、孵化率、成活率、化蛹率和羽化率，适合小菜蛾的批量繁殖，可为室内生物测定工作提供大量发育基本一致的虫源。

寄主植物的培养至关重要，菜苗长势良好是大量连续饲养小菜蛾的一个前提。本方法中采用相对大量的三月慢青菜籽掺少量的萝卜籽混种，可获得较好的种植效果和获得较多的虫卵。三月慢青菜籽体积小，比萝卜等菜籽在等量条件下播种面积大，与甘蓝等菜籽在等量条件下价格又便宜，选其可以节约饲养成本。掌握好加水量，控制适当湿度，浇肥时间，是让菜苗长好的关键。播种菜籽中掺少量萝卜籽，是由于萝卜苗可以散发吸引小菜蛾的介质（杨广和尤民生，2002），引诱菜蛾停留在菜苗上产卵。

小菜蛾极耐干而怕湿。在饲养过程中，即使菜苗干枯变脆，它们仍能存活，最多是提早化蛹。但菜苗浇水过多，造成湿度过大，菜苗极易腐烂变质、发霉，小菜蛾幼虫易受病菌感染得病而造成大量死亡。所以当带虫卵的菜苗放入人工气候箱中后不要给菜苗浇水。菜苗一般可以维持 5 ~ 7 d 的成活期。

作为小菜蛾饲料的甘蓝叶每次更换时只需铺在盘中先前菜叶的下层。将即将菜苗干枯的搪瓷托盘和新换出带虫卵菜苗的搪瓷托盘靠接（陈景芬等，1994），并在两盘交接处放上干净且凉干的甘蓝菜叶，以供幼虫从即将干枯的菜苗上转移到长势良好的菜苗上。本方法一改更换菜叶时用毛笔把幼虫一头一头刷下来转移幼虫的方法，既省时省力又减少幼虫死亡。

培植菜苗用的搪瓷托盘里的泥土只需第一次加好泥土，此后只需用薄铁片刮去泥土上的干枯菜苗，再把其放在烘箱里，在 100℃ 下烘 2 ~ 3 h，灭菌消毒后就可循环使用。可节省劳动时间，提高工作效率。

养虫室要求封闭和通风，并保持室内环境卫生，定期用紫外灯照射 30 min 进行灭菌消毒处理，从而减少污染和保持小菜蛾的健康成长。

在实验中发现，带虫卵的菜苗也可以不放在气候箱中，而是直接放在养虫室里的实验台上，只要室内温度维持在 18 ~ 26℃ 的条件，就可得到较高的孵化率并使小菜蛾健康成长。室内温度可以通过空调来控制。这为在没有气候箱的条件下饲养小菜蛾提供了可能。

参考文献(References)

陈景芬，姜辉，顾宝根，1994. 小菜蛾的饲养方法. 农药科学与管理，(4)：29—30.

陈宗麒，缪森，罗开珺，2001. 小菜蛾群体繁殖技术. 昆虫知识，38(1)：68—70.

弓爱君，邱丽娜，高鹤永，2005. 无幼虫转移的小菜蛾繁殖新方法. 实验动物与比较医学，25(2)：90—92.

顾宝根，喻子牛，钟连胜，陈建峰，罗曦霞，姜辉，吴继星，陈景芬，1995. NY 293—95，中华人民共和国农业行业标准，苏云金芽孢杆菌制剂. 中国：中华人民共和国农业部.

蒋明，2006. 走进小菜蛾. 生物快车，4：27—28.

柯礼道，方菊莲，1981. 应用发芽菜籽大量饲养小菜蛾. 昆虫知识：18(3)：233—235.

刘传秀，韩招久，李凤良，陈之浩，1981. 应用蛭石萝卜苗法室内继代大量繁殖小菜蛾的研究. 昆虫知识，30(6)：341—344.

吴青君，张文吉，朱国仁，2001. 小菜蛾发生特点及抗药性现状. 中国蔬菜，(5)：49—51.

吴世昌译，1993. 小菜蛾的生物学、生态学及其治理(一)，译自《昆虫学年鉴》(*Annu. Rev. Entomol.*，) 38：275—301.

许勤，2005. 小菜蛾的培养技术与环境. 江苏农业科学，(2)：66—67.

杨峰山，张友军，张文吉，徐宝云，吴青君，2004. 用甘蓝苗连续饲养小菜蛾的技术. 昆虫知识，41(5)：483—486.

杨广，尤民生，2002. 小菜蛾对蔬菜气味的定向行为. 武夷科学，(18)：73—78.