

冷杉梢斑螟在林芝云杉上的生物学特性

唐晓琴^{1,2}, 任毅华¹, 臧建成^{1,2}, 张艺超¹

(1. 西藏农牧学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏高原资源昆虫与应用昆虫实验室, 西藏 林芝 860000)

摘要: [目的] 确定冷杉梢斑螟在林芝地区林芝云杉上的生物学特性, 为以后科学防控该害虫提供依据。 [方法] 2015年3月至2016年8月通过野外定点观察、室内解剖与室内饲养相结合的方法研究了冷杉梢斑螟的年生活史、各虫态形态特征、习性。 [结果] 表明: 冷杉梢斑螟在林芝地区一年发生一代, 以幼虫危害林芝云杉球果果轴、种鳞和种子, 且以幼虫在球果内越冬, 有滞育现象, 无转移危害现象, 翌年6月中旬开始羽化为成虫, 一直持续到8月上旬, 成虫期5~8 d, 卵期9~14 d, 幼虫期近10.5个月, 蛹期25~36 d。 [结论] 冷杉梢斑螟危害林芝云杉球果, 影响林芝云杉林的天然更新, 建议每年12月、1月对落地球果和挂在树上的畸形球果进行清理并深埋, 以减少冷杉梢斑螟的种群数量和对来年林芝云杉球果的危害。

关键词: 冷杉梢斑螟; 生物学习性; 生活史; 林芝云杉; 色季拉山

中图分类号: S763.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2019)02-0060-05

林芝云杉 (*Picea likiangensis* var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu) 为松科 (Pinaceae) 云杉属丽江云杉 (*P. likiangensis* L.) 的变种, 常绿乔木, 高达80 m, 胸径达2.5 m, 分布在西藏东南部、云南西北部、四川西南部, 生长于海拔2 700—4 000 m的地带, 花期为4—5月, 球果9—10月成熟。在西藏林芝云杉主要分布于林芝、米林、波密等地^[1-2], 是藏东南亚高山暗针叶林的主要建群树种之一, 对青藏高原国家生态安全屏障的构建有着重要作用。

近年来, 林芝云杉受到强烈的干扰, 群落结构、组成和功能的退化均十分严重, 目前已列入了中国物种红色名录, 处于易危状态^[3]。目前, 已有文献报道对林芝云杉开展了群落结构与功能^[4-5]、水文过程与水化学特性^[6]、不同地理种源苗期性状^[7]、凋落物养分循环与持水特性^[8-9]、生物量与生产力^[10]、幼林更新特征^[11]、种实与繁殖特性^[12]等方面的研究, 尚未见有对该树种病虫害方面的报道。林芝云杉在开花结实和球果储藏过程中, 遭受冷杉梢斑螟 (*Dioryctria abietella* (Denis et Schiffermüller)) 的危害, 导致球果产量锐减, 品质下降, 种源奇缺, 加之此类害虫个体小, 钻蛀性强, 生活隐蔽, 还有滞育习

性, 加大了防治难度, 严重影响绿化造林和森林的自然更新。国外有关此害虫的文献报道主要涉及性信息素的研究^[13]、苏云金杆菌防治该虫的应用研究^[14]、信息素干扰交配减少该虫对欧洲云杉球果危害的研究^[15]。为了掌握该害虫在林芝地区的生物学特性, 本研究于2015年3月至2016年8月在西藏色季拉山林芝云杉林进行了长期野外观察, 并结合室内饲养进行害虫种类鉴定, 对该害虫的形态特征、各虫态习性、年生活史进行了研究, 以期有效控制该虫提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 虫源地概况

色季拉山位于林芝县以东, 属念青唐古拉山脉, 是尼洋河流域与帕隆藏布江的分水岭, 为川藏公路所跨越, 山口海拔4 728 m。色季拉山由于特殊的地理条件, 形成了独特的气候, 造就了丰富的植被, 色季拉山共有1 046种植物, 占西藏植物种数的20%, 珍贵药材数十种, 菌类20余种, 野生花卉150种, 其中百合花种类最多, 有16种。色季拉山森林属原始林或天然次生林, 主要建群乔木为高山松 (*Pinus*

收稿日期: 2017-12-25 修回日期: 2018-04-07

基金项目: 国家自然科学基金 (No. 31460200); 2015年西藏自治区级大学生创新实验项目

* 通讯作者: 唐晓琴, E-mail: tibetlj@163.com。

densata Mast.)、林芝云杉(*Picea likiangensis* var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu)、急尖长苞冷杉(*Abies georgei* var. *smithii* (Viguie et Gaussen) Cheng et L.)、方枝柏(*Sabina saltuaria* (Rehd. et Wils.) Cheng et W. T. Wang)、西藏箭竹(*Fargesia setosa* Yi)等,林下杜鹃繁茂,苔藓层发达,属典型的亚高山寒温带半湿润气候区。冷杉梢斑螟分别采集于色季拉山西坡 94°33'72.50"E, 29°34'10.98"N ~ 94°34'73.60"E, 29°33'75.72"N, 海拔 3 337 ~ 3 800 m, 东坡 94°38'09.90"E, 29°37'33.87"N ~ 94°43'48.11"E, 29°45'45.41"N, 海拔 2 992 ~ 3 272 m 的林芝云杉林中。

1.2 研究方法

1.2.1 林内取样观测 从2015年3月开始,每7 d到野外观测一次,观测时将冷杉梢斑螟与林芝云杉的物候相结合,并从色季拉山东坡和西坡的林芝云杉林采回有幼虫的球果(球果表面具明显虫粪)各10个,实验室解剖球果,观察并记录不同时期球果内冷杉梢斑螟的发育进度与活动情况,确定其年生活史。

1.2.2 室内饲养观察 ①冷杉梢斑螟蛹羽化过程观察:准备4个养虫笼(规格为700 mm × 700 mm × 800 mm),笼底是捣碎的林芝云杉球果,3 cm厚,其中放置冷杉梢斑螟蛹30头,共120头,笼子中间放一支带球果、针叶、小枝的水培林芝云杉枝,每天8、12、16、20时观察并记录成虫羽化情况。每天晚上将当日羽化的成虫移出,单独单个用10%的蜂蜜水饲养,共20头,测成虫历期,观察期间实验室环境温度16℃~23℃,加湿器为恒湿模式,RH为50%左右。②成虫交尾情况:准备4个养虫笼(规格为700 mm × 700 mm × 800 mm),笼子中间放一支带球果、针叶、小枝的水培林芝云杉枝,每个笼子放置30头(♀♂性比为1:1)成虫,每天8、12、16、20时观察成虫交尾情况并做详细记录,观察期间实验室环境温度16℃~23℃,加湿器为恒湿模式,RH为50%左右。③成虫产卵寄主的选择:准备10个养虫笼(规格为700 mm × 700 mm × 800 mm),每笼放1雌1雄成虫,羽化笼中均放置不带球果、带上年生未受害球果5个、当年生球果5个、上年生受害球果5个水培枝,每天8、12、16、20时观察成虫产卵情况并做记录,观察期间实验室环境温度16℃~23℃,加湿器为恒湿模式,RH为50%左右。④卵期的观察:准备4个烧杯(规格200 mL),每杯放置一个林芝云杉球

果(上年生2个,当年生2个),在每个球果上放置同批次卵10粒,用150目纱布罩上保湿培养,每天8、12、16、20时观察卵的变化情况并做记录,确定卵的历期。⑤幼虫期的观察:准备2个透明养虫缸(直径30 cm,高40 cm),在养虫缸下层铁丝网隔下加水以保湿,上面覆盖150目纱布,缸口罩上纱网,以透光、透气。将林芝云杉的球果(敲碎后)放入养虫缸下部的铁丝网隔上,厚度为3 cm,并用十字隔隔成4个区域,提供幼虫取食、化蛹结茧场所;然后将不同颜色记号笔标记后的初孵幼虫放入养虫缸中,同一区域标记颜色相同,每个区域放10头幼虫,置于实验室外露台,根据幼虫取食情况更换或增加林芝云杉球果层,每天8、12、16、20时观察该虫生物学特性,每蜕一次皮后马上区别标记该虫,记录各虫龄形态特征、习性,确定幼虫虫龄;同时挑30头初孵幼虫单独单头在100 mL烧杯中饲养,杯底铺3 cm厚捣碎的球果,根据情况更换食料,杯底放一团带水的棉球(直径约3 cm)保湿,每天更换一次,用150目纱布和橡皮筋封口防逃逸,放置于实验室外的露台上,每日定时观察其蜕皮情况并做好记录,确定幼虫龄期、幼虫期。实验露台环境年均温度9.6℃,极端低温-10℃,高温28℃,年平均降水量654 mm。⑥形态特征:对上述所收集的各虫态观察并记录其形态特征。

2 结果与分析

2.1 形态特征

成虫:体长9~13 mm,翅展20~25 mm,触角丝状,长度约为身体的1/2,上面密生短褐色的小茸毛,口器暗黄色,头、胸、腹部呈灰色,前翅狭长,上面覆盖着黑白相间的鳞片;翅基被白色的鳞片,亚基线、内横线为白色鳞片,后缘白黑鳞片覆盖,中横线和外横线为黑白波纹状;肾形斑明显为一白色斑纹,靠翅基部有褐色边缘,斑纹的斜后方靠外横线处为一白色鳞片明显区;外缘线黑色,内侧密被白色鳞片,缘毛灰色。后翅灰白色,无斑纹,有灰色缘毛。腹部背面灰褐色,上面覆有白、银灰、褐色鳞片。足黑色,上面被有黑白相间的鳞片,前足跗节5个黄环带相间,中足胫节端部有一对距,跗节4个黄环带相间,后足胫节端部有两对对称的距,跗节3个黄环带相间。

卵:椭圆形,两侧向中间稍凹陷,长约1 mm,宽约0.5 mm,初期为黄白色,后期变为桃红色,即将孵

化前为褐色。

幼虫:老熟幼虫体长10~15 mm,头宽1~1.5 mm,虫体为长梭形,体色有白色型和红色型两种。初龄幼虫乳白色,渐变为淡红色、淡灰色。头暗棕色,前胸背板黑色有亮光,背中线灰白色,各体节上散布着对称的大小黑色毛瘤,上长刚毛一根;前胸气门前毛片上有2根刚毛,每节着生黑色毛瘤(对称)3对,靠近背中线气门上线的4个毛瘤上各着生刚毛一根,气门线下的毛瘤上着生刚毛2根,前面一根短,后面一根长。白色型幼虫腹足趾钩为单序环式时臀足趾钩为双序缺环式或单序缺环式,腹足趾钩为双序环式时臀足趾钩为单序缺环式;红色型幼虫

腹足趾钩为单序环式,臀足趾钩为双序缺环式。

蛹:蛹体长10~13 mm,宽4~6 mm,长椭圆形,红褐色,羽化前黑褐色,尾部有6根深褐色臀刺。

2.2 年生活史

冷杉梢斑螟在林芝地区1年发生1代(见表1),幼虫发育不整齐,部分幼虫以3~4龄在不脱落的林芝云杉球果内越冬,部分幼虫9月下旬或10月随球果一起落地,在落地的球果中滞育或越冬,滞育时间有的达1年以上。成虫于6月中旬开始羽化,7月上半月为羽化盛期,8月初为羽化末期,成虫期5~8 d,雌虫比雄虫早羽化1~2 d,雌虫羽化1~2 d后可交尾产卵。

表1 冷杉梢斑螟生活史

Table 1 The life history of *D. abietella*

月份 month	1-3			4			5			6			7			8			9			10-12		
	January - March			April			May			June			July			August			September			October - December		
旬 meadow	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
虫态 insect state	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-
										+	+	+	+	+	+	+	+	+						
										●	●	●	●	●	●	●	●	●						

注: +: 成虫 adult; ○: 蛹 pupa; -: 幼虫 larva; ●: 卵 egg; 上: the beginning of month; 中: the middle of month; 下: the last days of month

2.3 各虫态习性

2.3.1 成虫期 成虫6月中旬开始羽化,羽化盛期为7月前半月(见表2)。大多数白天羽化,以8点到10点为主,阴雨天及气温下降时,羽化量减少,♀♂性比1:1.2。蛹壳遗留在原坑道内,羽化后不久即能飞行,1~2 d后便交尾产卵,交尾时间多在下午或夜间进行,时长3~6 h,雌成虫的产卵方式为散产,一个球果上产3~6粒,平均每雌产卵量为35.2±6.0粒,直接把卵产于当年生幼嫩林芝云杉的球果基部或于上年未受害球果鳞片缝隙中,上年已受害球果上不产卵,以卵为统计单位,当年生球果有虫率为72%,上年生球果有虫率为46%,说明成虫将卵产在当年生球果上的机率更大。林间调查时,可发现成虫常于15:00—16:00在树干上部的背风面活动,成虫的飞行能力弱。

2.3.2 卵期 室内测得卵的发育历期9~14 d,平均为12.0±1.4 d(n=21),卵的孵化率为82.5%,孵化前期卵为黄白色,中期为黄褐色,后期为黑褐色。室外观察卵期的持续时间较长,原因之一是观察地海拔落差大,从而造成温度差异大,则虫体发育不整齐,原因之二是该虫幼虫期长,有滞育现象,

个体发育进度不整齐,造成化蛹进度不一致,所以年生活史中卵的持续时间长。

2.3.3 幼虫期 幼虫期长达10.5个月左右,幼虫期持续到翌年的6月下旬。幼虫共5龄,7月20号以前孵化的一龄幼虫虫龄为20.6±2.1 d(n=30),二龄幼虫虫龄为39.6±3.0 d(n=30),三龄幼虫虫龄为53.5±3.5 d(n=30),四龄幼虫虫龄为142.5±8.5 d(n=30),5龄幼虫虫龄为54.2±4.5 d(n=30),7月20号以后孵化的一龄幼虫虫龄为24.8±3.3 d(n=30),二龄幼虫虫龄为48.8±3.9 d(n=30),三龄幼虫虫龄为144.9±6.3 d(n=30),四龄幼虫虫龄为46.1±3.6 d(n=30),5龄幼虫虫龄为54.9±4.1 d(n=30)。初孵幼虫常咬2~3个小孔才爬出卵壳,卵多在早晨孵化,初孵幼虫出卵壳后随即蛀食圆形蛀入孔侵入球果。初孵幼虫3 h左右即可钻入球果,并吐丝封闭蛀入孔,侵入时的蛀屑堆集在蛀孔周围,很少,不易发现。随着虫龄越来越大,球果也越来越大,有的球果长成畸形,球果表面的蛀屑也越来越多,颗粒越来越大,并有丝联接。

2.3.4 蛹期 对野外采集的球果解剖表明,冷杉梢斑螟化蛹初期在5月中旬,6月上中旬为化蛹高峰

期。化蛹前老熟幼虫吐丝作一个白色椭圆形薄茧,将虫体包裹在里面,形成蛹室,长约1.5 cm,茧表面覆盖棕褐色虫粪。蛹形成初期,体白色,后逐渐变成

黄褐色,即将羽化前变成黑褐色,蛹期25~36 d,平均 29.9 ± 4.1 d($n=30$),5月中旬持续到7月下旬。蛹的羽化过程如下(见表2)。

表2 冷杉梢斑螟蛹的羽化进度表

Table 2 The emergence number and rate of *D. abietella* pupa

羽化日期(月-日) date of emergence (month - date)	06-16— 06-20	06-21— 06-25	06-26— 06-30	07-01— 07-05	07-06— 07-10	07-11— 07-15	07-16— 07-20	07-21— 07-25	07-26— 07-30
羽化量/头 emergence amount	7	10	12	27	32	10	7	5	2
羽化率/% emergence rate	5.83	8.33	10.00	22.50	26.67	8.33	5.83	4.17	1.67
累计羽化量 cumulative emergence	7	17	29	56	88	98	105	110	112
累计羽化率/% rate of cumulative emergence	5.83	14.17	24.17	46.67	73.33	81.67	87.50	91.67	93.33

由表2可知,在室内条件下羽化期历时一个半月。羽化高峰期是7月上旬,这十天内羽化量为59个,占了总数120的近一半(49.17%),蛹的羽化率为 $112/120=93.33\%$,说明冷杉梢斑螟在林芝地区蛹的成活率很高。蛹来自色季拉山不同海拔林芝云杉林,存在温度、湿度差异,且该虫幼虫期长,有滞育现象,则有的已羽化,有的还是蛹,所以蛹的持续期长。

3 讨论

林芝云杉上发生的冷杉梢斑螟成虫体长9~13 mm,翅展20~25 mm,东北红松上发生的冷杉梢斑螟成虫体长10~15 mm,翅展24~32 mm^[16-17],其余特征一样,说明昆虫在高原上个体偏小;在林芝云杉上的冷杉梢斑螟幼虫体色有两种,分别为白色和红色,白色型幼虫腹足多数为单序环式,少数为双序环式,臀足多数为单序缺环式,少数为双序缺环式,红色型幼虫腹足单序环式,臀足双序缺环式,以往文献中^[16-17]报道为幼虫腹足为双序环式。就成虫形态特征而言,与已报道的冷杉梢斑螟相符,但幼虫差异较大,可能此虫是某一新物种的过度型,为了准确鉴定该虫,今后应该进行分子鉴定,这是一个值得研究的问题。

通过调查研究,发现冷杉梢斑螟在林芝云杉上发生普遍,只见其危害新旧球果,未见其危害嫩枝、嫩梢,色季拉山林芝云杉林下幼苗少见。陆文敏、于太志等报道冷杉梢斑螟在红松上能危害嫩梢、枝干、两年生球果^[18-19],而且徐波报道对红松球果危害不严重^[20]。冷杉梢斑螟幼虫有滞育现象,2015年12月对200粒落地被害球果的解剖观察发现其滞育率

为5.3%,如果第二年林芝云杉不结实,幼虫的滞育率可能更高,滞育的时间在一年以上,因此即使在林芝云杉不结实的年份,林芝云杉上的冷杉梢斑螟也能通过幼虫滞育而存活下来,关于冷杉梢斑螟幼虫滞育的时间、存活率、滞育后成虫羽化情况等需进一步调查研究。

4 结论

冷杉梢斑螟在林芝云杉上发生普遍,主要在健康球果中取食,室内测得10对虫在当年生球果的产卵率为72%,上年生球果产卵率为46%,每个球果产卵3~6粒,平均每雌产卵量为 35.2 ± 6.0 粒。该虫在西藏林芝地区1年发1代,以幼虫危害球果,且在球果内越冬或滞育,无转移危害现象,影响林芝云杉林的天然更新和种苗繁育,建议每年12月、1月对落地球果和挂在树上的畸形球果进行清理并深埋,以减少冷杉梢斑螟的种群数量和对来年林芝云杉球果的危害。

参考文献:

- [1] 李文华, 西藏森林[M]. 北京: 科学出版社, 1985:59-75.
- [2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏植物志(第一卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1983:368-372.
- [3] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录(第1卷:红色名录)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004:303.
- [4] 李江荣, 方江平, 卢杰. 藏东南亚高山暗针林2个主要植物种群点格局分析[J]. 林业资源管理, 2014, (1): 104-108.
- [5] 卢杰, 李江荣, 郭其强, 等. 藏东南林芝云杉种群结构与数量动态[J]. 林业资源管理, 2014, (4):67-73.
- [6] 方江平, 项文化, 刘韶辉. 西藏南伊沟原始林芝云杉林水文学过程的水化学特征[J]. 林业科学, 2010, 46(9): 14-19.
- [7] 林玲, 罗建. 林芝云杉不同地理种源苗期性状变异[J]. 林

- 业科学研究, 2014, 27(4): 557-561.
- [8] 方江平, 巴青翁姆. 西藏原始林芝云杉林凋落物养分归还规律[J]. 自然资源学报, 2013, 28(7): 1139-1145.
- [9] 喻武, 万丹, 丁晨曦, 等. 色季拉山典型林分枯落物持水性能研究[J]. 四川林业科技, 2011, 32(3): 32-36, 73.
- [10] 方江平. 西藏南伊沟林芝云杉林生物量与生产力研究[J]. 林业科学研究, 2012, 25(5): 582-589.
- [11] 韩景军, 肖文发, 郭泉水, 等. 西藏林芝县林芝云杉幼林更新与物种多样性指数研究[J]. 林业科学, 2002, 38(5): 166-168.
- [12] 贾子瑞, 张守攻, 王军辉. 林芝云杉天然群体针叶与种实的变异及其地理趋势[J]. 林业科学研究, 2011, 24(4): 428-436.
- [13] Christer Löfstedt, Jan N C Vnder Pers, Jan Löfqvist, et al. Sex Pheromone of the Cone Pyralidae *Dioryctria abietella*[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1983, 34(1): 20-26.
- [14] Glynn C, Weslien, J. Bacillus. Thuringiensis Variety Kurstaki x aizawai Applied to Spruce Flowers Reduced *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) Infestation without Affecting Seed Quality [J]. Journal of Economic Entomology, 2004, 97(6): 1836-1841.
- [15] Glenn P. Svensson, HongLei Wang, Erling V Jirle, et al. Challenges of Pheromonebased Mating Disruption of *Cydia strobilella* and *Dioryctria abietella* in Spruce Seed Orchards [J]. Journal of Pest Science, 2017, DOI:10.1007/s10340-017-0929-x.
- [16] 臧楠. 吉林省梢斑螟属 *Dioryctria* spp. 及其为害红松的 4 种梢斑螟生物学的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2007: 18.
- [17] 徐明海. 冷杉梢斑螟与樟子松梢斑螟防治技术研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2008: 14.
- [18] 陆文敏, 田丰, 罗瑞聪. 冷杉梢斑螟研究初报[J]. 林业科技, 1990, (6): 15-16.
- [19] 于太志, 闫德发, 许玉军, 等. 冷杉梢斑螟生物学特性及防治技术的研究[J]. 林业勘察设计, 2005, 136(4): 51-53.
- [20] 徐波, 严善春, 聂唯良, 等. 2 种红松种实害虫的生物学特性及危害特征的补充研究[J]. 林业科学, 2010, 4(7): 188-192.

Biological Characteristics of *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) on *Picea likiangensis* var. *linzhiensis* Trees

TANG Xiao-qin^{1,2}, REN Yi-hua¹, ZANG Jian-cheng^{1,2}, ZHANG Yi-chao¹

(1. Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, Linzhi 860000, Tibet, China;

2. Lab of Resource and Applied Insects in the Tibet Plateau, Linzhi 860000, Tibet, China)

Abstract: [Objective] The aim of the study is to determine the biological characteristics of *Dioryctria abietella* (Denis et Schiffermuller) on *Picea likiangensis* var. *linzhiensis* trees in Linzhi area, and provide a scientific basis for the control of this insect. [Method] From March 2015 to August 2016, the life history, morphological characteristics and habits of *D. abietella* were studied by field survey and laboratory observation. [Result] The results showed that the generation of *D. abietella* in Linzhi area occurred one generation a year. The larvae damaged the cone fruit shaft, seed scales and seeds of *P. likiangensis* var. *linzhiensis*, and the larvae overwintered in the cones, with the phenomenon diapause and no transfer hazard. The adult emergence started in the middle of June and continued until early August. The adult stage was 5 to 8 days, the egg stage was 9 to 14 days, the larval stage was about 10.5 months and the pupal stage was 25~36 days. [Conclusion] *D. abietella* attacked the *P. likiangensis* var. *linzhiensis* cones and affected the natural regeneration of *P. likiangensis* var. *linzhiensis* forests. In order to reduce the population of *D. abietella* and the damage to *P. likiangensis* var. *linzhiensis* cones, it is suggested that the fallen cones and the malformation cones hanging on the tree should be cleaned and deeply buried in December and January each year.

Keywords: *Dioryctria abietella*; biological characteristics; life history; *Picea likiangensis* var. *linzhiensis*; Sejila Mountain

(责任编辑: 崔 贝)