白纹雏蝗生物学与生态学特性研究*

魏淑花[1**] 张 宇[2] 张 蓉[1***] 高立原[1] 黄文广[2] 于 钊[2]

（1. 宁夏农林科学院植物保护研究所，银川 750002；2. 宁夏草原工作站，银川 750002）

摘 要 **【目的】** 随着气候和生态环境的变化，近年来草原虫害发生日趋复杂，突发性、暴发性虫灾增多，对草原生态造成了极大破坏，而目前有关宁夏草原主要害虫的基础生物学和生态学特性研究尚属空白，制约了草原害虫监测防控工作的有效开展。**【方法】** 以宁夏典型草原上严重发生的白纹雏蝗 *Chorthippus albonemus* Cheng *et* Tu 为研究对象，通过室内饲养和田间调查相结合，采用笼罩供食法，系统开展其生活史、食性及温度对其生长发育的影响等观察和试验研究。**【结果】** 在宁夏典型草原上，白纹雏蝗越冬虫卵每年有两次孵化期，首批越冬虫卵 4 月中下旬开始孵化，5 月中下旬达到第 1 次孵化高峰期，6 月下旬至 7 月上旬逐步羽化为成虫后随即交配产卵，此时间段的白纹雏蝗称为“夏蝗”；第 2 批越冬虫卵 7 月中下旬开始孵化，8 月中下旬达到第 2 次孵化高峰期，9 月中下旬羽化为成虫交配产卵，此时间段的白纹雏蝗称为“秋蝗”；白纹雏蝗嗜食长茅草，喜食赖草，少食星毛委陵菜、阿尔泰狗哇花、达乌里胡枝子和稗草，偶食冷蒿和猪毛蒿；日食量和近似消化力均随着龄期的增长而增大，且雌成虫的日食量和近似消化力比雄成虫大；高温和低温均不利于白纹雏蝗生长发育，若虫在 13℃温度下不能蜕皮发育，成虫在 18℃温度下不能交配产卵。在 18～33 ℃的温度范围内，各龄期的发育历期均随着温度的升高而缩短。在温度相差 15℃的情况下，18℃白纹雏蝗各龄若虫的发育历期是 33℃下的 3.09～4.93 倍。**【结论】** 掌握了白纹雏蝗的生活史和食性特点，明确了其发育历期、发育起点温度和有效积温等生态学特性，进一步分析了温度对其生长发育的影响，为进一步揭示害虫的发生规律，有效开展其监测预报及防控技术提供依据。

关键词 白纹雏蝗，生活史，形态特征，寄主选择性，食量，发育起点温度，有效积温

Biological and ecological characteristics of *Chorthippus albonemus* Cheng *et* Tu (Orthoptera: Arcypteridae)

WEI Shu-Hua[1**] ZHANG Yu[2] ZHANG Rong[1***] GAO Li-Yuan[1]
HUANG Wen-Guang[2] YU Zhao[2]

(1. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China;
2. Grassland Workstation of Ningxia, Yinchuan 750002, China)

Abstract **[Objectives]** In recent years grassland pests have become increasingly diverse, emergent, fulminant pests have increased, and damage to grassland ecology has increased in association with changes of climate and ecological environment. Much basic biological and ecological research on the main pests of grasslands in Ningxia remains to be done. This has restricted the effective development of grassland monitoring and pest prevention and control work. **[Methods]** *Chorthippus albonemus* Cheng *et* Tu is a major pest of the typical steppe habitat of Ningxia. We studied the life history, feeding and the effect of temperature on the growth of this species through indoor rearing and field investigations combined with covered, feeding experiments. **[Results]** Overwintering eggs of *C. albonemus* have two incubation periods every year in typical

* 资助项目：国家公益性行业（农业）科研专项项目（201003079）；国家牧草产业体系盐池综合试验站（CARS-35-42）

**E-mail: weishuhua666@163.com

***通讯作者，E-mail: yczhrnx@163.com

收稿日期：2014-08-06，接受日期：2014-09-30

Ningxia steppe. The first overwintering eggs begins to hatch from early to mid-April and the first hatching peak occurs from early to mid-May. After that, emergence gradually begins, and adults mate and oviposit from late June to early July. During this period these insects are called “summer locusts”. Second overwintering eggs begin to hatch from early to mid-July and the second hatching peak occurs from early to mid-August. The adults mate and oviposit from early to mid-September and are called “autumn locusts”. Grasshoppers fed on *Stipa bungeana* but prefered *Leymus secalinus*, fed relatively little on *Potentilla acaulis*, *Heteropappus altaicus*, *Lespedeza bicolor* and *Echinochloa crusgalli,* and only on occasionally *Artemisia frigid* and *Artemisia scoparia*. Consumption and approximate digestion increased with age. In addition, the consumption and approximate digestion of female adults was higher than that of males. Excessively high or low temperatures were unfavorable to survival. Nymphs could not molt at 13℃ and adults could not mate at 18℃. The developmental duration of every stage was reduced with increasing temperatures from 18 to 33℃. The developmental duration of *C.albonemus*’ nymph at 18℃ was 3.09～4.93 times longer than that at 33℃. **[Conclusion]** The developmental duration, developmental threshold temperature, effective accumulated temperature and other ecological characteristics of *C. albonemus* have been determined. In addition, the effect of temperature on growth and development were analyzed. These data could provide the basis for further understanding the occurrence of these pests, and improve monitoring, outbreak prediction, prevention and control.

Key words *Chorthippus albonemus*, life history, morphological characteristics, host selection, daily forage ingestion, developmental threshold temperature, effective accumulated temperature

白纹雏蝗 *Chorthippus albonemus* Cheng *et* Tu 隶属直翅目（Orthoptera）、网翅蝗科（Arcypteridae）、雏蝗属（*Chorthippus*）、曲隆亚属（*Glyptobothrus*）（郑哲民，1993），分布于宁夏、甘肃、青海、陕西等地典型草原，食性较杂，主要取食禾本科牧草，属于禾草-杂草取食者（郑哲民，1993；贺达汉和郑哲民，1997）。该蝗虫是宁夏典型草原上的优势蝗虫，2010—2011 年在宁夏盐池、同心、固原、海原等地典型草原区暴发，受灾草场面积达 63.52 万 hm^2，占草场总面积的 26.03%，平均虫口密度 50 头/m^2，对典型草原的建群种长芒草（*Stipa bungeana*）造成一定为害。目前有关该害虫的研究较少，仅有对其形态特征的简要描述和通过解剖嗉囊对其食性的相关研究（郑哲民，1993；贺达汉和郑哲民，1997；王新谱和杨贵军，2010），而对其生活史、食量、发育历期、发育起点温度及有效积温等基础生物学与生态学特性尚不清楚，从而无法实现对其进行有效的监测预报和及时防控。因此，本文将对白纹雏蝗的基础生物学与生态学特性进行系统分析研究，丰富其测报参数，为优化其监测预警和及时防控提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 白纹雏蝗田间发生系统监测

2011—2013 年连续 3 年 4—10 月，每 15～20 d 一次，在宁夏同心县张家塬典型草原对白纹雏蝗田间发生规律进行系统监测，采用目测法结合扫网法（张蓉等，2014）。随机五点取样，每点统计记载 1 m^2 地面及草丛中的蝗虫混合种群数量，重复 5 次；每点扫网 30 复网，统计记录蝗虫种类、虫态和数量。数据统计公式如下：

$$\text{某种蝗虫虫口密度（头/m}^2\text{）} = \frac{\text{30复网某种蝗虫数量}}{\text{30复网蝗虫混合种群总数量}} \times \text{目测估计蝗虫混合种群平均数量/m}^2$$

1.2 寄主选择性

1.2.1 试验地点及供试材料 试验地点在同心县张家垣。供试虫源为当地采集白纹雏蝗成虫，供试植物为当地草原上优势种植物。

1.2.2 试验方法 试验观测前，先彻底清除笼内地表全部植被，将采自野外的不同种新鲜食料植物（枝条或全株）修剪后分别插入装有清水的小玻璃瓶内，以瓶口齐地表埋入土中，使植株（丛）

接近其自然高度，每种供试植物的生物量力求均衡以能充分供应任其取食为度。为消除（至少减少）因蝗虫的向光性所造成的取食频次误差，试验中将各供试植物于 1 m^3 的尼龙网罩内依次排列并重复一次，保持株丛间距、边距均等（图 1），再放入 50 头白纹雏蝗成虫，雌虫∶雄虫=1∶1。从 8:00 至 19:00 连续观察并记录白纹雏蝗每小时内对各种植物的取食频率，重复 3 次，根据李鸿昌等（1983）的方法计算相对频率：

$$\text{相对频率}（RFN）=\frac{X}{\sum_{i=1}^{n}X}$$

式中 X 为白纹雏蝗对某一植物的取食频率；n 为供试植物的种类。

当 RFN>0.5 时为嗜食，RFN=0.5～0.25 时为喜食，RFN<0.25 时为少食，RFN<0.023 时为偶食，RFN=0 时为不食。

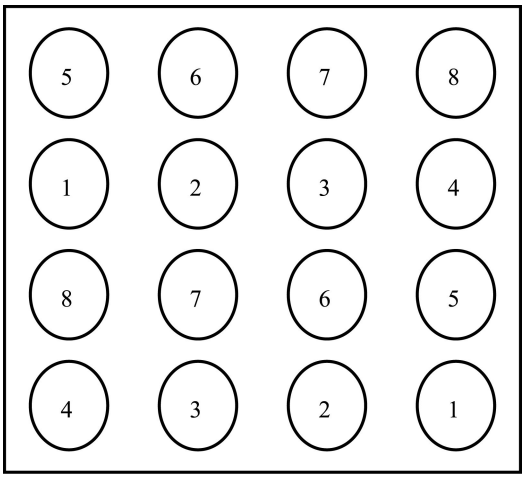

图 1　野外笼罩内供试植物的排列

Fig. 1　Arrangement of tested plants in field caging

图中数字 1~8 代表 8 种供试植物随机抽取的编号。

Digitals from 1 to 8 represent the number of tested plants by random sampling in figure.

1.3　各虫态日取食量研究

田间采回的白纹雏蝗各龄若虫及成虫饥饿 24 h 后，每一龄期 25 头放入罩有圆柱形纱笼（13 cm×25 cm）的花盆（13.5 cm×15 cm）里混合饲养，根据虫龄大小，分别以 6 g 长芒草饲喂，分别饲喂 1、2、3、4、5 d，同一龄期每一饲喂时间 3 次重复，成虫雌雄分开，每日记录死亡数，以相同发育进度个体补充死亡试虫，收集粪便、剩余及毁损掉落叶片，自然条件下阴干至恒重，对比称重法称量试虫食量及粪便量。本试验在室内条件下进行，从 3 龄开始计算。

蝗虫对食物近似消化力计算公式：

近似消化力=[食量（干重）－粪便量（干重）]/食量（干重）×100%

1.4　发育历期、发育起点温度和有效积温

1.4.1　试验方法

① 虫源：白纹雏蝗若虫和成虫采自贺兰山东麓，集中在罩有纱笼（28 ㎝×50 ㎝）的花盆（28.5 ㎝×25 ㎝）中混合饲养，放入新鲜的赖草、长茅草及狗尾巴草等禾本科植物喂养。若虫作为虫源备用，成虫让其交配产卵，收集卵备用。

② 试验材料：圆柱形纱笼（13 cm×25 cm）、养虫瓶（8 cm×12 cm）、捕虫网、镊子、放大镜等。

③ 饲养设备：RXZ 型智能人工气候箱（宁波东南仪器有限公司），温度波动范围±0.5℃，箱内相对湿度为 50%±10%，光周期 14L∶10D。

④ 试验方法：设 13、18、23、28、33℃ 5 个温度处理。

卵饲养：将收集到的“秋蝗”所产卵囊分正常和低温春化两个处理，放入养虫瓶（8 cm×12 cm）中，每瓶 2 粒卵囊，其上均匀覆盖 2～3cm 厚的潮湿沙土。两处理均随机分成 4 组培养孵化：（1）长光照高温处理组（L14∶D10，28℃），（2）长光照低温处理组（L14∶D10，21℃），（3）短光照高温处理组（L10∶D14，28℃），（4）短光照低温处理组（L10∶D14，21℃），每组 8 粒卵囊。每日观察卵的孵化情况。

若虫饲养：若虫孵出随即 2～6 头混合放入罩有圆柱形纱笼（13 cm×25 cm）的花盆（13.5 cm×15 cm）里饲养，饲喂新鲜的赖草、长茅草及狗尾草等禾本科植物，花盆置于设定温度的人工气候箱中，每一温度处理共 3 盆。每日 09:00 和 16:00 观察若虫的生长发育情况，记录发育历

期和死亡情况。每次观察完毕，立即放回相应温度的气候箱内。

成虫饲养：白纹雏蝗高龄若虫蜕皮后即进入成虫期。雌虫∶雄虫=1∶1 的比例，每 6 头集中放入罩有圆柱形纱笼（13 cm×25 cm）的花盆（13.5 cm×15 cm）里饲养，饲喂新鲜的赖草、长茅草及狗尾草等禾本科植物，花盆置于设定温度的人工气候箱中，每一温度处理共 3 盆。每日 09:00 和 16:00 观察记录成虫产卵时间、死亡时间及虫数。产在纱网、禾草等上的卵埋入花盆里的土中，并做好记号。

1.4.2 发育起点温度和有效积温计算 先将不同温度下各虫态（龄）的发育历期进行加权平均，求出各虫态（龄）的平均发育历期，根据李典谟和王莽莽（1986）提出的公式计算发育起点温度 C 和有效积温 K。

2 结果与分析

2.1 白纹雏蝗生活史

连续 3 年田间系统调查发现，在宁夏草原上白纹雏蝗越冬虫卵每年有两次孵化高峰期，首批越冬虫卵 4 月中下旬开始孵化，5 月中下旬达到第 1 次孵化高峰期，6 月下旬至 7 月上旬逐步羽化为成虫后随即开始交配产卵，7 月中下旬达到交配产卵高峰期，此时间段的白纹雏蝗称为“夏蝗”；第 2 批越冬虫卵 6 月中下旬开始孵化，8 月中下旬达到第 2 次孵化高峰期，9 月中下旬羽化为成虫交配产卵，一直延续到 9 月底，10 月份田间仍然有少量白纹雏蝗成虫，此时间段的白纹雏蝗称为“秋蝗”（表 1）。

2.2 形态特征及生活习性

雄成虫：体长 18 mm，前翅长 10 mm。触角剑状，长达前胸背板后缘。头三角形，中部有一纵向棕黄色条带，条带两侧各有一油棕色色斑点围成的弧形条带，斑点较雌虫密。前胸背板近长方形，前缘平直，后缘钝角形，中隆线明显，侧隆线在中部凹入，前胸背板中部具明显的黄白色“X”形纹，周围具黑色饰边。前翅略长于后翅，前翅中脉域具 1 列大黑斑，前缘脉域具白色纵纹。后足棕红色，后足股节内侧具 2 条黑斜纹（图 2∶A）。雌成虫：体长 28 mm，前翅长 13 mm，其余同雄成虫（图 2∶A）。

卵囊：大小为 5.0 mm×10.0 mm，在卵囊中有 17～23 粒不等的卵粒，平均 18 粒卵，卵粒并列抱团（图 2∶B）；卵：长椭圆形，浅黄色，长轴长（3.83±0.05）mm，短轴长（1.04±0.06）mm（图 2∶C）。

表 1 白纹雏蝗生活史（宁夏同心县张家塬，2011—2013）

Table 1 The life history of *Chorthippus albonemus* (Zhangjiayuan town of Tongxin county, Ningxia 2011-2013)

月份 Month	4 Apr.			5 May			6 June			7 July			8 Agu.			9 Sep.			10 Oct.		
	上 E	中 M	下 L	上 E	中 M	下 L	上 E	中 M	下 L	上 E	中 M	下 L	上 E	中 M	下 L	上 E	中 M	下 L	上 E	中 M	下 L
	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·						
			△	△	△	△	△	△	△	△											
									+	+	+	+	+								
									·	·	·	·	·								
								△	△	△	△	△	△	△	△						
																+	+	+	+	+	
																·	·	·	·	·	

+：成虫 Adult；·：卵 Egg；▵：若虫 Nymph；E：上旬 Early；M：中旬 Middle；L：下旬 Late.

图 2　白纹雏蝗各虫态形态特征

Fig. 2　Morphological characteristic of *Chorthippus albonemus*

A. 雄虫和雌虫 Male and female adult；B. 卵囊 Eggpod；C. 卵 Egg；D. 1 龄若虫 1st instar nymth；E. 2 龄若虫 2nd instar nymth；F. 3 龄若虫 3rd instar nymth；G. 4 龄若虫 4th instar nymth；H. 5 龄若虫 5th instar nymth.

若虫：共 5 龄。1 龄若虫，体长 6 mm，宽 1 mm。头顶锐角形，头大于前胸背板。前胸背板平坦，前缘直，后缘钝圆，中隆线明显，俯观头、胸、腹中部有一纵向白带。触角短粗，达到前胸背板中部。后足股节内侧有一横向里纹条带，胫节外侧有 9 根刺，内侧有 9 根刺（图 2：D）；2 龄若虫，体长 7 mm，宽 1.5 mm，俯观体中部有一纵向白带。前胸背板中部白色，前缘有 7 个纵向黑斑，前角钝圆，后缘有 5 个纵向黑斑。前、中、后足各节白色，表面密布黑色斑点。后足股节内侧有横向的黑色条带，后足胫节内、外端刺各 11 个（图 2：E）；3 龄若虫，体长 10 mm，宽 2 mm，俯观体中部有一纵向白色条带，前胸背板中部有一“X”状白色条带，两侧黑色。前、中、后足各节表面密布黑色斑点，后足股节内侧有一横向的黑色条带和两个纵向浅黑色条带，后足胫节内、外端刺各 11 个（图 2：F）；4 龄若虫，体长 11 mm，宽 3 mm，俯观体中部有一纵向绿色条带。前胸背板中部有一“X”状白色条带，两侧黑色。后胸背板有小翅芽，长 1 mm。前、中、后足各节表面密布黑色斑点，后足股节内侧有一横向的黑色条带，后足胫节内、外端刺各 11 个（图 2：G）；5 龄若虫，体长 19～21 mm，宽 4～6 mm。触角剑状，长达前胸背板中部至后缘。前胸背板近长方形，前缘平直，后缘钝角形。中隆线明显，侧隆线在中部呈钝角形凹入，前胸背板具明显的黄白色“X”形纹，中部有一黑色斑点带，侧隆线具黑色饰边。后足股节内侧基部具 2 条黑斜纹，头三角形，中部密布黑色斑点，中部有一白色纵条纹，两边各有一内凹的弧形棕色条带，翅芽呈三角形，基部有一横向的白色斑点，腹部黄色（图 2：H）。

生活习性：通过室内饲养观察和田间调查发现，6 月中下旬开始交尾产卵，交尾后 1～3 d 内

产卵。产卵开始用腹部端部将土旋开旋松，然后将整个腹部伸入土中。产卵结束，腹部从土中拔出后，雌虫在产卵原地用后足跗节抛土拍土，将产卵地点抛平拍实，然后开始活动取食。

通过挖取卵粒，发现其产卵深度 1.5～2.0 cm，卵囊大小为 0.5 cm×1.0 cm，在卵囊中有 17～23 粒不等的长椭圆形卵粒，平均含卵量 18 粒，卵粒抱团产在卵囊下部。目前观察到有多次交尾多次产卵特性。

2.3 寄主选择性

试验结果表明，白纹雏蝗对长芒草、赖草、星毛委陵菜、阿尔泰狗哇花、达乌里胡枝子、稗草、冷蒿及猪毛蒿 8 种植物的取食频率分别为 0.51、0.26、0.09、0.07、0.07、0.07、0.02 和 0.003，说明白纹雏蝗嗜食长芒草，喜食赖草，少食星毛委陵菜、阿尔泰狗哇花、达乌里胡枝子和稗草，偶食冷蒿和猪毛蒿。因此，进一步说明白纹雏蝗对长芒草和赖草有较强的选择性（表 2）。

2.4 各虫态日取食量研究

由表 3 可知，白纹雏蝗的日食量和近似消化

表 2 白纹雏蝗成虫对不同植物的相对取食频数

Table 2 The relative feeding frequency number of *Chorthippus albonemus* adult on various plants

植物 Plant	相对取食频数 Relative feeding frequency number	取食等级 Feeding grade
长茅草 *Stipa bungeana*	0.51	嗜食 Hobby feeding
赖草 *Leymus secalinus*	0.26	喜食 Prefer feeding
星毛委陵菜 *Potentilla acaulis*	0.09	少食 Little feeding
阿尔泰狗哇花 *Heteropappus altaicus*	0.07	
胡枝子 *Lespedeza bicolor*	0.07	
稗草 *Echinochloa crusgalli*	0.07	
冷蒿 *Artemisia frigida*	0.02	偶食 Occasional feeding
猪毛蒿 *Artemisia scoparia*	0.003	

表 3 白纹雏蝗各发育阶段的日食量及近似消化力

Table 3 Daily forage ingestion and the approximate digestibility of *Chorthippus albonemus* at different developmental stages

发育阶段 Developmental stage	鲜日食量（mg） Fresh daily consumption	干日食量（mg） Dry daily consumption	粪便干重（mg） Dry stoolweight	近似消化力（%） Approximate digestibility
3 龄若虫 3rd instar nymth	1.86±0.32A	1.38±0.16A	1.36±0.20A	1.49±0.23A
4 龄若虫 4th instar nymth	2.45±0.36B	1.90±0.09B	1.78±0.30A	6.28±0.32B
5 龄若虫 5th instar nymth	5.16±0.50C	3.91±0.56C	3.27±0.17B	16.51±0.42C
雄成虫 Male adult	5.93±0.46C	4.50±0.48D	3.35±0.22B	25.49±0.56D

雌成虫 Female adult	6.52±0.66D	4.95±0.65D	3.51±0.20C	29.10±0.63E

同列数据后标有不同字母表示差异显著（Duncan's 新复极差法，$P<0.05$）。表 4 同。

Values in the same column followed by different letters indicate significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test. The same with Table 4.

力均随着龄期的增长而增大，且雌成虫的日食量和近似消化力比雄成虫大。3 龄、4 龄、5 龄若虫及雄成虫和雌成虫的日食量分别为 1.86 g、2.45 g、5.16 g、5.93 g 和 6.52 mg，3 龄、4 龄、5 龄若虫及雄成虫和雌成虫的近似消化力分别为 1.49%、6.28%、16.51%、25.49%、29.10%。

2.5　发育历期、发育起点温度和有效积温

由表 4 和表 5 得知，低温不利于白纹雏蝗发育，若虫在 13℃温度下不能蜕皮发育，成虫在 18℃温度下不能交配产卵。在 18～33℃的温度范围内，白纹雏蝗 1～5 龄若虫的发育历期随着温度的升高而缩短，18℃恒温条件下，各龄若虫发育历期最长，33℃恒温条件下，各龄若虫发育历期最短。在温度相差 15℃的情况下，18℃白纹雏蝗各龄若虫的发育历期是 33℃的 3.09～4.93 倍。1 龄、2 龄、3 龄、4 龄、5 龄若虫及产卵前期的发育起点温度分别为 17.24、20.19、18.06、16.82、15.39、18.10℃，有效积温分别为 94.12、45.87、68.24、94.74、89.71、169.71 日·度。

表 4　不同温度下白纹雏蝗不同虫态的发育历期

Table 4　Developmental duration (d) of *Chorthippus albonemus* at different temperatures

温度（℃） Temperature	1-5 龄若虫(d)　1st to 5th nymth						产卵前期（d） Preoviposition
	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	总计 Total	
18	18.0±2.36A	17.25±1.88A	16.75±3.0A	26.75±2.54A	17.75±1.66A	96.5±2.56A	—
23	14.0±1.37B	14.0±2.92B	13.0±0.71B	16.0±4.12B	12.0±1.22B	69.0±3.12B	27.50±1.5B
28	10.0±2.92C	6.5±1.50C	7.25±0.83C	8.0±1.58C	6.0±1.73C	37.75±2.47C	13.17±3.79C
33	5.83±1.21D	3.5±0.76C	4.5±0.76D	6.0±0.81D	5.83±1.77D	25.66±2.01D	15.50±5.22D

表 5　白纹雏蝗不同发育阶段的发育起点温度和有效积温

Table 5　Developmental threshold temperature and effective accumulated temperature in different stages of *Chorthippus albonemus*

发育阶段 Developmental stage	发育起点温度（℃） Developmental threshold temperature	有效积温（日・度） Effective accumulated temperature (degree・day)
1-5 龄若虫 1st to 5rd instar nymth	14.43	490.46
1 龄若虫 1st instar nymth	17.24	94.12
2 龄若虫 2nd instar nymth	20.19	45.87
3 龄若虫 3rd instar nymth	18.06	68.24

4 龄若虫 4th instar nymth	16.82	94.74
5 龄若虫 5th instar nymth	15.39	89.71
产卵前期 Preoviposition	18.10	169.71

3 结论与讨论

根据康乐和陈永林（1992）划分蝗虫发生期的标准，白纹雏蝗属于早期发生的蝗虫种类，越冬虫卵于 4 月中下旬开始孵化出土，此时正处于草原返青期，对典型草原建群种及优等牧草（贺达汉和郑哲民，1997）长芒草危害较大，进而对草原生态环境和畜牧业生产造成巨大破坏。而对该蝗虫的生活史、食量、发育历期、发育起点温度及有效积温等基础生物学与生态学特性的研究尚处于空白，从而无法实现对其进行有效的监测预报和及时防控。因此，本文对白纹雏蝗的基础生物学与生态学特性进行了系统分析研究，丰富了其测报参数，为优化其监测预警和及时防控提供技术依据。

经过 2011—2013 年连续 3 年田间系统监测和室内饲养试验明确，在宁夏典型草原上，白纹雏蝗越冬虫卵每年有两次孵化期，首批越冬虫卵 4 月中下旬开始孵化，5 月中下旬达到第 1 次孵化高峰期，6 月下旬至 7 月上旬逐步羽化为成虫后随即交配产卵，此时间段的白纹雏蝗称为“夏蝗”；第 2 批越冬虫卵 7 月中下旬开始孵化，8 月中下旬达到第 2 次孵化高峰期，9 月中下旬羽化为成虫交配产卵，此时间段的白纹雏蝗称为“秋蝗”。“夏蝗”发生期与我区草原上早期发生种类裴氏短鼻蝗 *Filchnerella beicki* Ramme、宽翅曲背蝗 *Pararcyptera microptera meridionalis* Ikonnikov 等蝗虫种类发生时间相吻合，而“秋蝗”与我区草原上晚期发生种类短星翅蝗 *Calliptamus abbreviatus* Ikonnikov 发生时间相吻合。另外，本试验仅收集到了“秋蝗”产的卵，试验得出，仅低温春化处理后的长光照高温处理组（L14∶D10，28℃）孵化出来，这说明白纹雏蝗“秋蝗”所产卵除需低温春化处理外，还需经过长光照和高温处理后才能孵化。有关“夏蝗”卵孵化情况需进一步研究。再者，白纹雏蝗在宁夏典型草原上是一年发生两代还是其卵存在滞育现象也需进一步研究。

参考文献 (References)

康乐, 陈永林, 1992. 草原蝗虫时空异质性的研究. 草原生态系统研究, 4: 109 – 123. [Kang L, Chen YL, 1992. Study of temporal and spatial heterogeneity on grassland locust. *Grassland Ecosystem study*, 4: 109-123.]

贺达汉, 郑哲民, 1997. 荒漠草原蝗虫营养生态位及种间食物竞争模型的研究. 应用生态学报, 8(6): 605–611. [He DH, Zheng ZM, 1997. Trophic niche and interspecific food competitive model of grasshoppers in desert grassland. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 8(6): 605-611.]

李典谟, 王莽莽, 1986. 快速估计发育起点温度及有效积温的研究. 昆虫知识, 23(4): 184–187. [Li DM, Wang MM, 1986. Study on a method for estimating threshold temperature and effective accumulated temperature. *Entomological Knowledge*, 23(4): 184-187.]

李鸿昌, 席瑞华, 陈永林, 1983. 内蒙古典型草原蝗虫食性的研究 Ⅰ. 罩笼供食下的取食特性. 生态学报, 3(3): 214–228. [Li HC, Xi RH, Chen YL, 1983. Studies on the feeding behavior of acridoids in the typical steppe subzone of the Nei Mongol autonomous region I. characteristics of food selection within the artificial cages. *Acta Ecologica Sinica*, 3(3): 214-228.]

王新谱, 杨贵军, 2010. 宁夏贺兰山昆虫. 银川：黄河出版传媒集团宁夏人民出版社. 68. [Wang XP, Yang GJ, 2010. Insects in the Ningxia Helan Mountain region. Yinchuan：*Ningxia People Press of Yellow River Publishing Media Group*。68]

杨定, 张泽华, 张晓, 2013. 中国草原害虫图鉴. 北京：中国农业科学技术出版社. 37. [Yang D, Zhang ZH, Zhang X, 2013. Illustrated Handbook of Pests on Grassland in China. Beijing：*China Agricultural Scientech Press*。37.]

张蓉, 魏淑花, 于钊, 高立原, 朱猛蒙, 黄文广, 张泽华, 马建华, 王芳, 2014. DB64/T 949-2014 宁夏草原昆虫调查技术规范. 银川: 宁夏回族自治区质量技术监督局. [Zhang R, Wei SH, Yu Z,

Gao LY, Zhu MM, Huang WG, Zhang ZH, Ma JH, Wang F, 2014. DB64/T 949-2014 Technical specification on insect investigation in Ningxia grassland. Quality and technical supervision office of Ningxia hui autonomous region.]

郑哲民, 1993．蝗虫分类学．西安: 陕西师范大学出版社．305−323．[Zheng ZM, 1993. Grasshoppers taxonomy. Xi'an : *Shaanxi Normal University Press*, 305−323]