

哈尔滨地区水稻二化螟发生规律研究*

王紫君^{1**} 任中杰¹ 宋显东² 王春荣² 张齐凤² 于洪春^{1***}

(1. 东北农业大学植物保护学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省植检植保站, 哈尔滨 150090)

摘要 【目的】明确二化螟 *Chilo suppressalis* 在哈尔滨地区发生规律。【方法】2020-2021 年连续 2 年采用黑光灯诱集成虫和室内外饲养观察等方法, 研究二化螟发生世代数和各虫态发生动态及其发育历期、产卵量等生物学参数。【结果】二化螟在哈尔滨地区能完成 2 代, 1 年发生 1-2 代, 6 月 15 日之前孵化的幼虫几乎不进入滞育而全部发生 2 代。越冬幼虫化蛹盛期为 5 月末至 6 月上旬, 蛹期为 (9.64±2.28) d, 越冬代成虫羽化盛期为 6 月中旬。田间二化螟成虫于 6 月下旬和 7 月底至 8 月上旬出现 2 个明显灯诱高峰期, 20:30-21:30 灯诱成虫数量占比达到 70% 以上, 雌雄性比为 1 : 0.21。在 25 °C, 成虫寿命为 (7.27±2.08) d, 卵期为 (5.84±0.77) d; 越冬代成虫产卵期为 (3.91±0.98) d, 单雌产卵量为 (318.40±125.76) 粒, 1 代成虫产卵期为 (4.31±1.02) d, 单雌产卵量为 (420.31±167.87) 粒。成虫在产卵期前 2 日产卵量高达总量的 77% 以上。一代成虫高峰期在 7 月末至 8 月上旬, 2 代卵高峰期在 8 月上旬。以 5-7 龄幼虫越冬, 6-7 龄幼虫数量占比达 91% 以上。【结论】确定了二化螟在哈尔滨地区的年生活史, 明确二化螟发生代数 and 发生期出现明显新变化。研究结果对掌握哈尔滨地区二化螟发生规律和发生世代数, 指导二化螟测报调查和精准防控具有重要理论意义和实际价值。

关键词 二化螟; 哈尔滨地区; 发生规律; 世代数; 生活史

The frequency of occurrence of *Chilo suppressalis* in Harbin

WANG Zi-Jun^{1**} REN Zhong-Jie¹ SONG Xian-Dong²
WANG Chun-Rong² ZHANG Qi-Feng² YU Hong-Chun^{1***}

(1. College of Plant Protection, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Heilongjiang Plant Quarantine and Plant Protection Station, Harbin 150090, China)

Abstract 【Objectives】To determine the frequency of occurrence of *Chilo suppressalis* in Harbin. 【Methods】Black light traps were used to capture adults and captive colonies were maintained both indoors, and outdoors, to determine the number of generations, dynamic changes in each life stage, and biological parameters such as developmental duration and fecundity, for two consecutive years from 2020 to 2021. 【Results】The results show that *C. suppressalis* can complete two generations in Harbin, with one to two generations occurring each year. Very few larvae that hatch before June 15 diapause and all have two generations. The peak pupation stage of overwintering larvae was from late May to early June. The average pupal stage was (9.64 ± 2.28) d. The peak of eclosion of overwintering adults was in mid-June. Light-trapping data indicate that there are two obvious peaks of adult abundance; in late June and from the end of July to early August. Over 70% of adults were captured in light traps between 20:30 and 21:30, and the ratio of females to males captured was 1 : 0.21. At 25 °C, adult lifespan was (7.27 ± 2.08) d, the egg stage was (5.84 ± 0.77) d, the oviposition period of the overwintering generation adults was (3.91 ± 0.98) d and the number of eggs per female was (318.40 ± 125.76)d. The duration of the oviposition period of first generation adults was (4.31 ± 1.02) d and the number of eggs laid per female was (420.31 ± 167.87) d. Adults lay eggs more than 77% of all eggs in the first two days of the oviposition period. Peak abundance of first-generation adults was from the end of July to

*资助项目 Supported projects: 黑龙江省应用技术与开发计划重大项目 (GA19B104)

**第一作者 First author, E-mail: 1055269603@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: hongcyu@126.com

收稿日期 Received: 2022-03-07; 接受日期 Accepted: 2022-11-07

early August, and the peak of second-generation eggs was in early August. Although instars 5-7 can overwinter 91% of overwintering larvae are from the 6th to 7th instar. **[Conclusion]** The annual life history of *C. suppressalis* in Harbin was determined and the generation number and temporal occurrence peaks of this pest have obviously changed. These results have important theoretical implications and practical value for improving both the forecasting and control of *C. suppressalis* in Harbin.

Key words *Chilo suppressalis*; Harbin; occurrence regularity; generations; annual life history

二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker) 属鳞翅目螟蛾科, 主要危害水稻、玉米、大麦和茭白等植物, 在亚洲、北非和南欧等地均有发生 (Hou *et al.*, 2010; 刘天伟等, 2021)。二化螟在我国 1 年可发生 1-5 代 (何馥晶等, 2020), 主要分布于长江流域和南方稻区, 是影响我国粮食生产最严重的“十大病虫害”之一 (刘万才等, 2016), 每年可对我国水稻造成约 115 亿人民币的经济损失 (Li *et al.*, 2020)。由于全球气候变暖和耕作栽培制度的改变, 二化螟在我国的适生地不断北扩。1998-1999 年黑龙江省哈尔滨市首现二化螟虫害发生, 危害严重地块被害株率超过 30%, 造成经济损失高达 20% (耿欢欢等, 2012; 张齐凤等, 2021), 目前已向北扩散至佳木斯地区。裴海英等 (2002) 于 2000-2001 年对黑龙江省二化螟发生规律进行调查, 确定二化螟在黑龙江省 1 年发生 1 代。气候变化和农业耕作栽培制度改变可导致农业害虫发生代数、发生期、发生量和危害期等发生变化 (汪恩国, 1999; 张花龙等, 2015)。近几年我们在哈尔滨市田间调查二化螟虫情和性诱剂监测时发现, 田间 7 月中下旬稻株有较多二化螟蛹或蛹壳, 8-9 月份能观测到较多成虫, 推测二化螟发生规律有了新变化。

为全面准确了解哈尔滨地区水稻二化螟发生规律, 本研究于 2020 年和 2021 年连续 2 年对哈尔滨市郊区稻田二化螟成虫进行调查, 同时将黑头期卵块分批次接于室外桶栽水稻上观察其能否发育成虫和产卵, 研究哈尔滨地区水稻二化螟生活史和发生规律, 为该地区二化螟精准防控提供理论依据, 对减少农药的使用和保障水稻粮食生产安全具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

二化螟试验成虫和越冬幼虫采自哈尔滨市香坊区向阳镇 (45°71' N, 126°90' E) 稻田。水稻收获前, 采集田间越冬幼虫置于室外越冬。成虫发生期灯诱雌成虫置于培养皿内产卵, 收集卵块用于室外接虫饲养观察。

1.2 供试水稻

供试水稻品种为东农 425, 在东北农业大学室外盆栽场栽植于 70 cm × 52 cm × 43 cm 整理箱或直径 25 cm 塑料桶中, 用于饲养二化螟和接虫试验。

1.3 越冬代幼虫化蛹和成虫羽化调查

将秋季采集的二化螟越冬幼虫置入无虫的 2 节粗壮水稻秆中, 端部蒙上 2 层棉纱布并用皮套箍紧。将接虫稻秆放入 60 目尼龙纱网袋中, 置于室外越冬。次年 5 月 1 日剥查稻秆中越冬幼虫, 将活幼虫单头放入透明吸管 (长 10 cm, 直径 1 cm, 管壁上扎 10 个针眼) 中, 脱脂棉塞口, 编号后插在含有少量水的养虫盒中的泡沫板上, 放入室外网室。每天 7:00 和 19:00 各检查 1 次, 记录幼虫化蛹和成虫羽化时间。每 5 d 统计一次化蛹率和羽化率, 确定越冬代幼虫化蛹和羽化进度, 并计算蛹期。

1.4 田间成虫发生动态调查

在哈尔滨市郊区向阳镇稻田固定地块 (面积约 100 hm²) 调查, 采用黑光灯诱集法诱集成虫。采用便携式移动交流电源供电, 用单管 20 W 黑光灯诱集, 统计 20:30-21:30 灯下白色幕布上的

成虫数量,并记录雌雄性比。调查时间为5月20日至9月10日,每隔5 d调查一次,当次调查遇到降雨、大风等恶劣天气则调查时间顺延。2020年在田间成虫盛发期调查8次,灯诱时间为19:30-22:30,每15 min统计幕布上成虫数量,确定成虫扑灯规律。

1.5 成虫寿命和产卵调查

结合1.3二化螟越冬代成虫羽化调查,2021年于羽化盛期将同日羽化成虫放入含有稻株的养虫笼内,并置于 $(25\pm1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $75\%\pm5\%$ 的人工气候箱中,饲喂5%白糖水(W/V),观察和记录成虫死亡时间,确定成虫寿命。挑取同日羽化雌雄成虫配对,放入含有稻株的养虫笼中,记录雌虫初次产卵时间,确定产卵前期。结合1.4田间成虫发生动态调查,捕捉单头雌成虫放入培养皿(皿底铺有湿润滤纸,放有2片新鲜稻叶供其产卵)中,带回实验室置于人工气候箱中。选择36 h后开始并连续产卵2 d以上的成虫,每日23:00观察并标记产卵日期,将产卵成虫移入新培养皿中继续观察产卵,至成虫产卵结束死亡止。待各次调查标记的卵块处于黑头期,于解剖镜下计数。统计单雌产卵块数、产卵量、产卵期和产卵动态变化,并计算卵期。

1.6 二化螟发生世代数调查

结合1.4田间成虫发生动态调查,将每次诱

集的雌成虫放养皿中产卵,待卵粒进入黑头期即将孵化时,接入室外网室内无虫桶栽水稻叶鞘内,记录接虫时间,每批次接卵50-100粒。7月15日将接虫水稻套20目防虫网。每天上午调查一次网内是否有成虫羽化和卵块。10月下旬对各处理水稻逐株扒秆和检查根茬,调查和统计幼虫、蛹(壳)数量,按华南农学院(1981)方法确定越冬虫龄并统计各龄幼虫数量,计算一代幼虫滞育率。

1.7 数据处理与分析

采用 T 检验法比较二化螟越冬代与一代成虫产卵量和产卵期差异显著性。二化螟化蛹率、羽化率和滞育率计算公式如下:

$$\text{化蛹率}(\%) = \frac{\text{活蛹数} + \text{死蛹数} + \text{蛹壳数}}{\text{活幼虫数} + \text{活蛹数} + \text{死蛹数} + \text{蛹壳数}} \times 100,$$

$$\text{羽化率}(\%) = \frac{\text{蛹壳数}}{\text{活蛹数} + \text{死蛹数} + \text{蛹壳数}} \times 100,$$

$$\text{滞育率}(\%) = \frac{\text{活幼虫数}}{\text{活幼虫数} + \text{活蛹数} + \text{死蛹数} + \text{蛹壳数}} \times 100.$$

2 结果与分析

2.1 二化螟越冬幼虫化蛹和羽化进度

哈尔滨地区二化螟越冬幼虫化蛹进度见图1。越冬幼虫化蛹始期2020年为5月13日,2021年为5月7日。化蛹终现期2020年为6月27日,

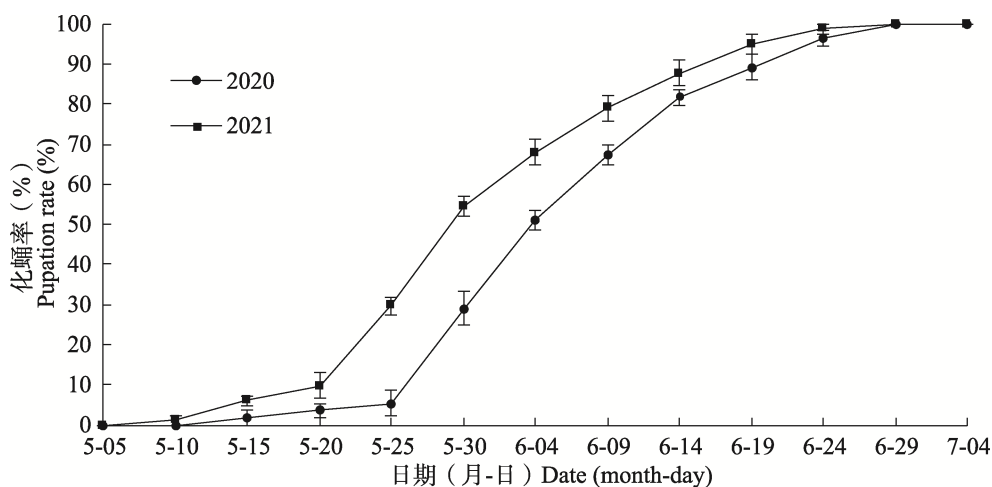


图1 哈尔滨地区二化螟越冬幼虫化蛹动态

Fig. 1 Pupation dynamics of overwintering larvae of *Chilo suppressalis* in Harbin

2021 年为 6 月 25 日。越冬幼虫化蛹始盛期为 5 月下旬, 化蛹高峰期为 5 月末至 6 月上旬, 化蛹盛末期为 6 月中旬。蛹期最长为 16 d, 最短为 6 d, 平均为 (9.64 ± 2.28) d。调查中发现越冬幼虫全天各时段均可化蛹, 以傍晚至次日凌晨化蛹较多。

越冬代成虫羽化进度见图 2。2020 年越冬代

成虫始现期为 5 月 26 日, 终现期为 7 月 6 日; 2021 年成虫始现期为 5 月 20 日, 终现期为 7 月 5 日。越冬代成虫羽化始盛期为 6 月上旬, 羽化盛期为 6 月中旬, 羽化盛末期为 6 月下旬。成虫羽化时间基本在夜间至次日凌晨, 只有成虫羽化高峰期能观察到有极少数成虫白天羽化。

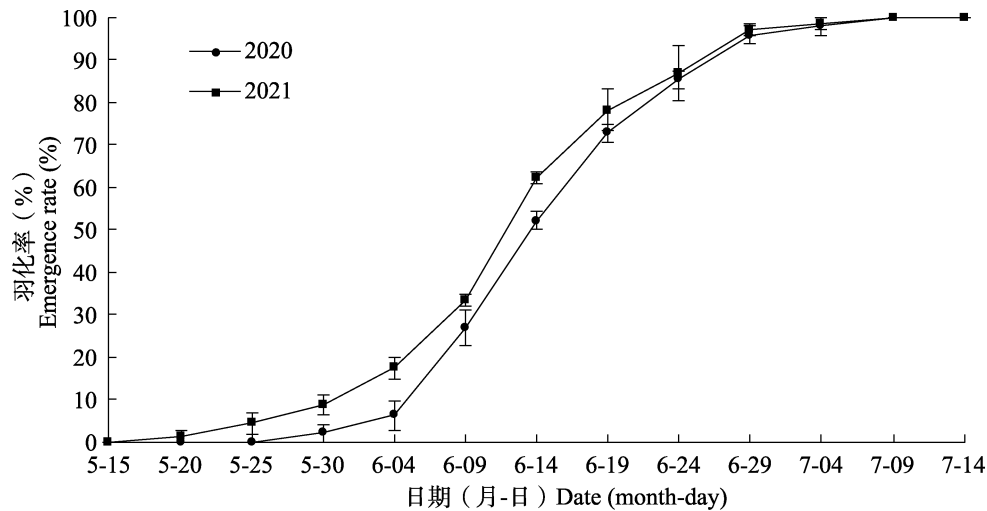


图 2 哈尔滨地区二化螟越冬代成虫羽化动态

Fig. 2 Emergence dynamics of overwintering adults of *Chilo suppressalis* in Harbin

2.2 二化螟成虫田间发生动态

田间二化螟成虫发生动态见图 3。2020 年 6 月 6 日田间始见越冬代成虫, 7 月 10 日越冬代成虫终现。2021 年越冬代成虫始现期为 5 月 26

日, 终现期为 7 月 15 日。越冬代成虫发生高峰期为 6 月 22 日至 25 日, 7 月 5 日后越冬代成虫数量急剧减少。1 代成虫 2020 年 7 月 25 日始现, 9 月 6 日终现; 2021 年 7 月 20 日始现, 8 月 31 日终现。1 代成虫发生高峰期为 7 月底至 8 月上

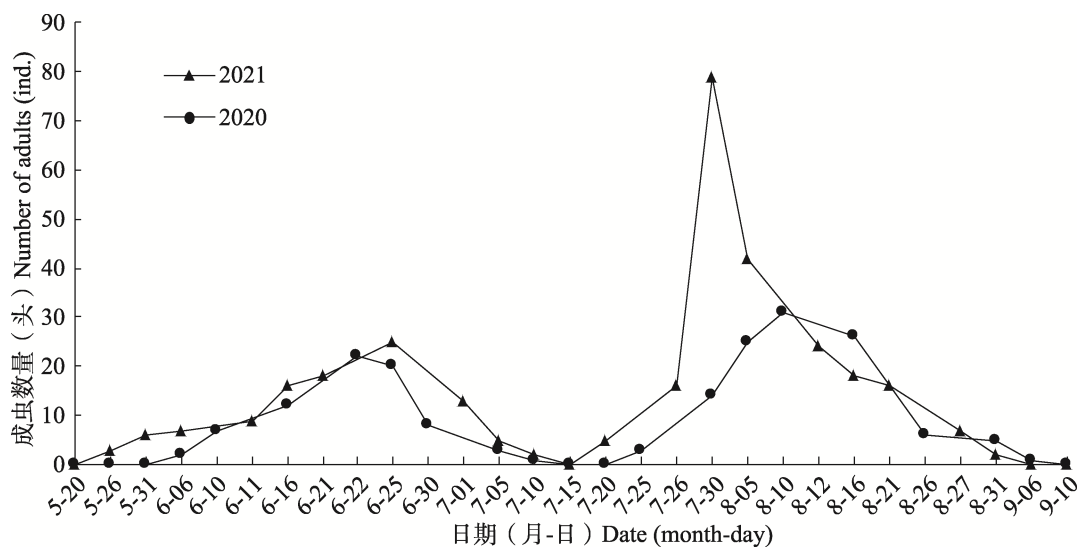


图 3 哈尔滨地区田间二化螟成虫发生动态

Fig. 3 Occurrence dynamics of adult *Chilo suppressalis* in Harbin

旬。2 年灯诱调查结果表明, 田间成虫发生期存在 6 月下旬、7 月底至 8 月上旬 2 个明显高峰期。据此判断二化螟在哈尔滨地区可以发生 2 代, 越冬代成虫发生于 5 月下旬至 7 月上旬, 1 代成虫发生于 7 月中下旬至 9 月上旬。1 代成虫发生高峰日虫量和累计灯诱虫量大于越冬代虫量, 表明哈尔滨地区二化螟有较高的 2 代转化率。

2.3 田间二化螟成虫扑灯规律

田间二化螟成虫扑灯规律见图 4。19:45 前没有诱集到成虫, 20:00 之前和 22:00 之后诱集到的成虫占比分别仅为 0.74% 和 1.12%; 20:00-20:30 和 21:30-22:00 时段诱集到的成虫占比分别为 13.38% 和 14.49%; 20:30-21:30 时段诱集到成虫占比高达 70.27%。成虫扑灯高峰期为 20:45-21:00, 灯诱成虫占比为 22.68%。二化螟成虫扑灯的主要时间段是 20:30-21:30。灯下雌虫数占成虫总数 82.31%, 雌雄性比为 1 : 0.21。灯下诱集雌虫多为受精未产卵或刚刚产卵, 灯诱可产卵雌虫数占总诱集雌虫数的 92.09%。

2.4 成虫寿命、产卵期、卵期与产卵动态

室温 (25 ℃) 越冬代成虫寿命最短 4 d, 最长 13 d, 平均为 (7.27 ± 2.08) d, 雌虫平均寿命为 (6.48 ± 1.52) d, 雄虫平均寿命为 (8.10 ± 2.29) d。越冬代雌虫产卵前期最短 2 d, 最长 5 d, 平均为 (2.88 ± 1.05) d。雌成虫若已在田间产卵, 诱集

当晚和次日就产卵, 产卵时间短、卵量少, 或不产卵且 2 d 内死亡。将室温 (25 ℃) 36 h 后开始产卵、首次产卵量多, 连续产 2 d 以上成虫确定为田间未产卵雌成虫, 其产卵期最短 3 d, 最长 6 d, 越冬代成虫产卵期为 (3.91 ± 0.98) d, 一代成虫为 (4.31 ± 1.02) d。越冬代成虫单雌产卵量最多 736 粒, 最少 128 粒, 平均为 (318.40 ± 125.76) 粒、(7.66 ± 2.04) 卵块; 一代成虫单雌产卵量最多 791 粒, 最少 197 粒, 平均为 (420.31 ± 167.87) 粒、(8.36 ± 2.27) 卵块 (表 1)。一代成虫产卵量和产卵期显著大于越冬代成虫 ($P < 0.05$), 越冬代成虫卵块数少于一代成虫, 但差异不显著 ($P = 0.163$)。室温 (25 ℃) 卵期最长 8 d, 最短 5 d, 平均为 (5.84 ± 0.77) d。

二化螟越冬代和一代成虫产卵动态见图 5, 雌虫产卵期第 1 天产卵量最大, 分别占总卵量 50.02% 和 47.88%, 第 2 天产卵量占比分别为 28.00% 和 29.52%, 前 2 d 产卵量分别高达总卵量的 78.02% 和 77.40%, 产卵第 3 天后产卵量显著减小。

2.5 发生世代数和年生活史

连续 2 年接虫试验结果表明, 7 月下旬至 8 月下旬有成虫羽化, 并有成虫产卵, 表明二化螟可以发生第 2 代。2020 年调查水稻茎秆和根茬内二化螟幼虫和蛹 (壳) 数量见表 2。自 6 月 12 日第 1 次接虫至 7 月 7 日第 6 次接虫 6 个处理的

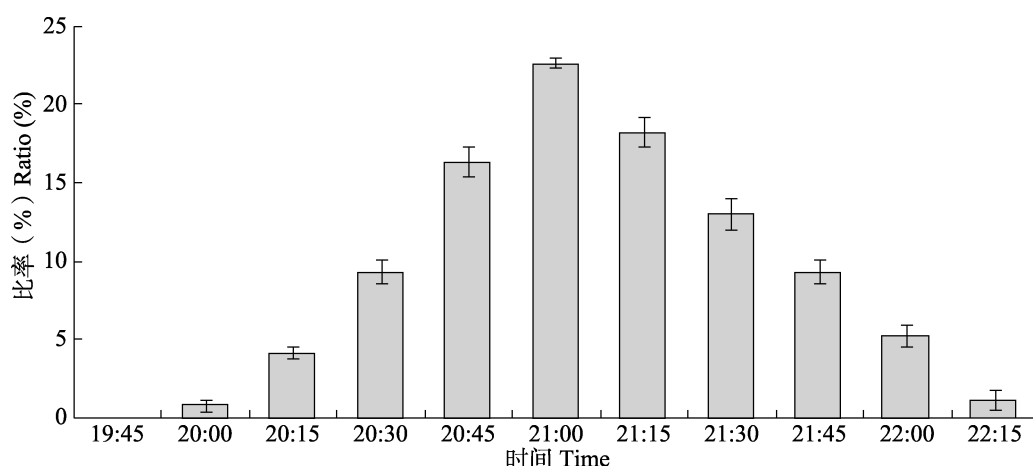


图 4 田间灯诱二化螟成虫扑灯规律

Fig. 4 The law of light catching of adult *Chilo suppressalis* in the field

表 1 不同世代二化螟成虫繁殖力
Table 1 Fecundity of adult *Chilo suppressalis* in different generations

成虫世代 Adult generation	试虫数 (头) Number of females (ind.)	产卵量 (粒/雌) Number of eggs per female			卵块数 (块/雌) Number of egg-masses per female			产卵期 (d) Spawning period (d)		
		最多 Most	最少 Least	平均 Average	最多 Most	最少 Least	平均 Average	最长 Longest	最短 Shortest	平均 Average
越冬代 Overwintering generation	35	736	128	318.40±125.76 b	12	4	7.66±2.04 a	6	3	3.91±0.98 b
一代 1st generation	42	791	197	420.31±167.87 a	14	5	8.36±2.27 a	6	3	4.31±1.02 a

表中产卵量、卵块数和产卵期的平均值数据为平均值±标准差,数据后标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$, t 检验)。

In the table, the mean values of spawning volume, egg mass number and spawning period are the mean ± standard deviation. Data with different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$, t -test).

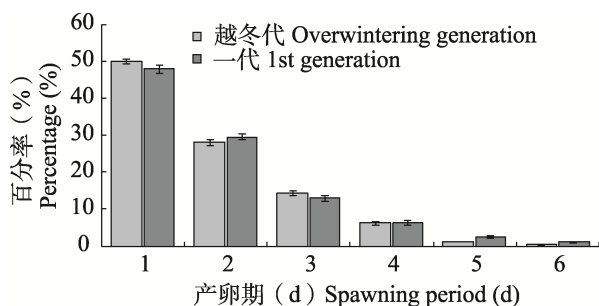


图 5 二化螟成虫产卵动态
Fig. 5 Oviposition dynamics of adult *Chilo suppressalis*

防虫网中均发现成虫。6 月 12 日接虫,化蛹率和羽化率均达 100%,一代幼虫滞育率为 0。随着孵化时间推移,化蛹率逐渐减少,最终降至 13.64%,而滞育率逐渐升高,最终增至 86.36%,但羽化率均达到 80%及以上,说明幼虫化蛹后羽化为成虫的比例较高,并发生第 2 代。8 月 1 日至 8 月 29 日接二代虫的 5 个处理,茎秆和根茬内均未发现蛹及蛹壳,幼虫全部滞育越冬。

2021 年调查数据见表 3。自 6 月 15 日至 7 月 5 日接虫的 6 个处理的防虫网中均发现成虫。

表 2 2020 年不同时间孵化的二化螟生长发育和滞育
Table 2 Growth development and diapause of *Chilo suppressalis* hatched at different times in 2020

接虫日期 (月-日) Date (month-day)	活幼虫数 (头) Number of live larvae (ind.)	活蛹量 (头) Number of live pupae (ind.)	死蛹量 (头) Number of dead pupae (ind.)	蛹壳量 (个) Number of puparium (strain)	化蛹率 (%) Pupation rate (%)	羽化率 (%) Eclosion rate (%)	滞育率 (%) Diapause rate (%)
06-12	0	0	0	9	100.00±0.00	100.00±0.00	0.00±0.00
06-19	5	0	2	11	72.22±1.19	84.62±6.67	27.78±1.19
06-24	11	0	1	20	65.63±1.01	95.24±4.67	34.38±1.01
06-30	15	0	0	9	37.50±2.76	100.00±0.00	62.50±2.76
07-01	12	0	1	4	29.41±4.40	80.00±16.67	70.59±4.44
07-07	38	0	0	6	13.64±0.32	100.00±0.00	86.36±0.32
08-01	13	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-07	12	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-14	54	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-20	17	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-29	16	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00

表 3 2021 年不同时间孵化的二化螟生长发育和滞育
Table 3 Growth development and diapause of *Chilo suppressalis* hatched at different times in 2021

接虫日期 (月-日) Date (month-date)	活幼虫数(头) Number of live larvae (ind.)	活蛹量(头) Number of live pupae (ind.)	死蛹量(头) Number of dead pupae (ind.)	蛹壳量(个) Number of puparium (strain)	化蛹率(%) Pupation rate (%)	羽化率(%) Eclosion rate (%)	滞育率(%) Diapause rate (%)
06-15	1	0	0	15	93.75±6.67	100.00±0.00	6.25±6.67
06-20	8	0	2	25	77.14±1.46	92.59±3.53	22.86±1.46
06-23	9	0	0	15	62.50±2.76	100.00±0.00	37.50±2.76
06-27	15	0	0	12	44.44±6.42	100.00±0.00	55.56±6.42
06-30	12	0	0	5	29.41±2.41	100.00±0.00	70.59±2.41
07-05	13	0	1	3	23.53±5.09	75.00±16.67	76.47±5.09
07-10	15	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
07-27	18	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-02	17	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-07	14	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-12	20	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-17	18	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-23	17	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
08-28	19	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00
09-03	10	0	0	0	0.00±0.00	0.00±0.00	100.00±0.00

6 月 15 日接虫, 化蛹率最高, 达到 93.75%, 一代幼虫滞育率为 6.25%。随接虫时间推移, 化蛹率逐渐降低, 最终降至 23.53%, 而滞育率逐渐升高, 增至 76.47%, 但羽化率均达到 75% 及以上, 并发生第 2 代。7 月 10 日后接虫未发现羽化成虫, 也未发现蛹和蛹壳, 表明此时后孵化的幼虫生长至秋末全部滞育, 不能发生第 2 代。

二化螟越冬幼虫统计结果见表 4。在哈尔滨地区越冬幼虫为 5-7 龄, 其中 7 龄幼虫数量最多, 占比分别为越冬幼虫总量的 54.40%和 51.94%, 2 年平均为 53.13%; 其次是 6 龄幼虫, 占比分别

为 38.86%和 38.35%, 平均为 38.60%; 5 龄幼虫数量较少, 占比分别为 6.74%和 9.71%, 平均为 8.27%。越冬幼虫数量在水稻茎秆中明显多于根茬。5 龄和 6 龄幼虫可正常化蛹和羽化, 确定二化螟在哈尔滨地区可发生 2 个完整世代。

黑龙江省哈尔滨地区水稻二化螟年生活史见表 5。二化螟一年发生 1-2 代。越冬代幼虫化蛹盛期为 5 月末至 6 月上旬, 成虫盛发期为 6 月中、下旬。1 代卵盛期为 6 月下旬, 1 代幼虫孵化盛期为 6 月末至 7 月初, 1 代成虫盛发期为 7 月底至 8 月上旬。2 代卵盛期为 8 月上旬, 幼虫孵化后为害至 10 月越冬。

表 4 哈尔滨地区二化螟越冬幼虫虫龄
Table 4 Overwintering age of *Chilo suppressalis* larvae in Harbin

年份 Year	幼虫数量(头) Overwintering total (ind.)	越冬量(头) Overwintering amount (ind.)			占比 Ratio (%)		
		5 龄 5th instar	6 龄 6th instar	7 龄 7th instar	5 龄 5th instar	6 龄 6th instar	7 龄 7th instar
2020	193	13	75	105	6.74	38.86	54.40
2021	206	20	79	107	9.71	38.35	51.94

表 5 黑龙江省哈尔滨地区水稻二化螟年生活史表
Table 5 Life history table of *Chilo suppressalis* in Harbin, Heilongjiang province

世代 Generation	1-4 月 Jan.-Apr.			5 月 May			6 月 June			7 月 July			8 月 Aug.			9 月 Sep.			10 月 Oct.			11-12 月 Nov.-Dec.		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L
越冬代 Overwintering generation	○	○	○	○	○	○	○	○	○															
				△	△	△	△	△	△															
						☆	☆	☆	☆	☆														
							○	○	○	○	○													
一代 1st generation								○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
										△	△	△	△	△										
										☆	☆	☆	☆	☆	☆									
二代 2nd generation											○	○	○	○	○									
											○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○：幼虫；△：蛹；☆：成虫；○：卵。F、M 和 L 分别代表每月的前 10 d、中间 10 d 和最后 10 d。
○：Larva；△：Pupa；☆：Adult；○：Egg. F, M and L represents the first, middle, last 10-day period of a month, respectively.

3 讨论

本文明确二化螟在哈尔滨地区（45°71' N，126°90' E）能发生完整 2 代，已有文献均记载其在 44°N 以北黑龙江省一年只能发生 1 代或不完整的 2 代（裴海英等，2002；苏建伟等，2003；韩永强等，2008；仵均祥，2018）。本文确定二化螟越冬代蛹、成虫始期分别为 5 月上、中旬和 5 月下旬，较文献报道越冬代蛹、成虫始期分别为 5 月下旬至 6 月上旬和 6 月上、中旬（裴海英等，2002；吴丽岩和陈继光，2009），其发生期至少提前 10-20 d。结果表明，随全球气候变暖和水稻栽培面积扩大，二化螟在黑龙江省发生规律出现新变化，表现其发生代数增加，发生期提前。这对指导当地二化螟防治适期确定和虫情监测预警具有重要意义。以往确定二化螟药剂防治适期为 7 月中旬（吴丽岩和陈继光，2009），已不适用哈尔滨地区药剂防治适期。根据其发生新规律，一代幼虫药剂防治适期应为 6 月末至 7 月初；赤眼蜂释放时间应为 6 月 20 日左右。

本文 2 年调查均发现哈尔滨地区田间二化螟一代成虫发生量多于越冬代，越冬代单雌产卵量 [318.40±125.76] 粒明显少于一代 [420.31±167.87] 粒，这与吴丽岩和陈继光（2009）越冬代

成虫数量多于一代及李桂兰等（1999）越冬代成虫产卵量多于一代的结果不符。其原因可能与气候条件、昆虫体内营养、食物质量及药剂防治等有关。本文调查到越冬幼虫死亡率达 20% 以上，存活个体经漫长冬季消耗较多能量，羽化成虫体型偏小，加之本地春季较干旱，化蛹和羽化过程中死亡率较高，导致越冬代成虫数量和产卵量较少；1 代幼虫取食分蘖期水稻，营养条件好，田间温湿度适宜，幼虫因不经越冬消耗能量较少，化蛹和羽化过程中死亡率较低，加之调查地多年没有使用杀虫剂，致使羽化成虫数量多，雌虫体型偏大，产卵量较多。故在哈尔滨二化螟重发生区，需加强 1 代幼虫防控，重视 2 代发生量监测。

参考文献 (References)

Geng HH, Li HX, Yu HC, Zhang Q, 2012. Relationship between population density and yield loss of japonica rice and economic threshold of rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) in Heilongjiang province. *Journal of Northeast Agricultural University*, 43(1): 43–47. [耿欢欢, 李红霞, 于洪春, 张奇, 2012. 黑龙江省二化螟虫口密度与粳稻产量损失关系及经济阈值的研究. 东北农业大学学报, 43(1): 43–47.]

Han YQ, Hou ML, Lin W, Hao LX, Tian CH, Miao SM, 2008. Occurrence and management of rice insect pests in northern

- rice-planting regions: A review. *Plant Protection*, 34(3): 12–17. [韩永强, 侯茂林, 林炜, 郝丽霞, 田春晖, 苗淑梅, 2008. 北方稻区水稻害虫发生与防治. 植物保护, 34(3): 12–17.]
- He FJ, Zhu F, Yan WF, Lu MX, Hang SB, Du YZ, 2020. The incompatibility of using both insecticides and *Cotesia Chilonis* to control *Chilo suppressalis* in the field. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(4): 921–929. [何馥晶, 朱凤, 严卫飞, 陆明星, 杭三保, 杜予州, 2020. 化学农药与二化螟盘绒茧蜂对控制二化螟的不相容. 应用昆虫学报, 57(4): 921–929.]
- Hou ML, Hao LX, Han YQ, Liao XL, 2010. Host status of wheat and corn for *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Environmental Entomology*, 39(6): 1929–1935.
- Li GL, Feng HQ, Liu PY, 1999. Studies on the bionomics of *Chilo suppressalis* (Walker). *Journal of Shenyang Agricultural University*, 30(2): 93–97. [李桂兰, 封洪强, 刘培友, 1999. 辽宁省水稻二化螟生物学特性研究. 沈阳农业大学学报, 30(2): 93–97.]
- Li YH, Hallerman EM, Wu KM, Peng YF, 2020. Insect-resistant genetically engineered crops in China: Development, application, and prospects for use. *Annual Review of Entomology*, 65: 273–292.
- Liu TW, Chen YK, Xu CM, Guo R, Feng B, Du YJ, 2021. Variation in the olfactory response and expression levels of genes involved in sex pheromone recognition in male moths of field *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae) to sex pheromone blends at different ratios. *Acta Entomologica Sinica*, 64(5): 585–596. [刘天伟, 陈运康, 许春梅, 郭荣, 冯波, 杜永均, 2021. 田间二化螟雄蛾对不同配比性信息素的嗅觉反应及性信息素识别相关基因表达水平差异. 昆虫学报, 64(5): 585–596.]
- Liu WC, Liu ZD, Huang C, Lu MH, Liu J, Yang QP, 2016. Statistics and analysis of crop yield losses caused by main diseases and insect pests in recent 10 years. *Plant Protection*, 42(5): 1–9, 46. [刘万才, 刘振东, 黄冲, 陆明红, 刘杰, 杨清坡, 2016. 近 10 年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析. 植物保护, 42(5): 1–9, 46.]
- Pei HY, Yu HC, Zhao KJ, Wang Z, Wang KW, Sun SW, 2002. Investigation on the occurrence regularity of *Chilo suppressalis* in Heilongjiang Province. *Plant Protection*, 28(5): 27–28. [裴海英, 于洪春, 赵奎军, 王哲, 王克文, 孙盛伟, 2002. 黑龙江二化螟发生规律调查. 植物保护, 28(5): 27–28.]
- South China Agricultural University, 1981. *Agricultural Entomology*. Volume I. Beijing: Agriculture Press. 205. [华南农学院, 1981. 农业昆虫学. 上册. 北京: 农业出版社. 205.]
- Su JW, Xuan WJ, Sheng CF, Ge F, 2003. Biology of overwintering larvae of the Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* in paddy field of Northeast China. *Entomological Knowledge*, 40(4): 323–325. [苏建伟, 宣维健, 盛承发, 戈峰, 2003. 东北稻区二化螟越冬幼虫的生物学研究. 昆虫知识, 40(4): 323–325.]
- Wang EG, 1999. Study on population variation law of *Chilo suppressalis*. *Plant Protection*, 25(1): 14–17. [汪恩国, 1999. 二化螟种群数量变动规律研究. 植物保护, 25(1): 14–17.]
- Wu JX, 2018. *Agricultural Entomology*. 3rd edition. Beijing: China Agriculture Press. 102–110. [作均祥, 2018. 农业昆虫学. 第 3 版. 北京: 中国农业出版社. 102–110.]
- Wu LY, Chen JG, 2009. Investigation on occurrence regularity and forecasting method of *Chilo suppressalis* in cold region. *China Plant Protection*, 29(8): 19–20. [吴丽岩, 陈继光, 2009. 寒地水稻二化螟发生规律和测报方法调查研究. 中国植保导刊, 29(8): 19–20.]
- Zhang HL, YangG NW, Li YZ, Wan FH, 2015. Impacts of global warming on agricultural pests and its natural enemies. *Plant Protection*, 41(2): 5–15, 36. [张花龙, 杨念婉, 李有志, 万方浩, 2015. 气候变暖对农业害虫及其天敌的影响. 植物保护, 41(2): 5–15, 36.]
- Zhang QF, Wang CY, Song XD, Yu HC, Si ZS, Hu YJ, Wang Z, Zhang J, Zhao GS, Hong F, Zhai HW, Zhang N, Tang GS, 2021. Preliminary study on occurrence dynamics and distribution of *Chilo suppressalis* in Heilongjiang province. *China Plant Protection*, 41(4): 43–46. [张齐凤, 王春荣, 宋显东, 于洪春, 司兆胜, 胡亚军, 王振, 张静, 赵广山, 洪峰, 翟宏伟, 张楠, 唐广顺, 2021. 黑龙江水稻二化螟发生动态及区划研究初探. 中国植保导刊, 41(4): 43–46.]