

杨 眉,田春晖,孙富余,等. 不同形态指标用于二化螟幼虫龄期划分的研究[J]. 江苏农业科学,2022,50(22):114-118.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.22.016

不同形态指标用于二化螟幼虫龄期划分的研究

杨 眉¹, 田春晖¹, 孙富余¹, 刘欣宇², 于凤泉¹

[1. 辽宁省农业科学院植物保护研究所, 辽宁沈阳 110161; 2. 中国农业大学有机循环研究院(苏州), 江苏苏州 215100]

摘要:明确二化螟幼虫的龄数及龄期的划分,可为科学防治二化螟提供理论依据。采用室内饲养法对二化螟各龄期幼虫的头壳宽度、体长、体质量及体宽进行测定,并根据频次分布图、Dyar 定律、Crosby 生长法则和回归分析判断二化螟幼虫的龄数以及用于二化螟幼虫分龄的最佳形态指标。结果显示,二化螟幼虫头壳宽度的频次分布呈现出 7 个明显的集中区域,体长、体质量及体宽的频次分布集中区域不明显;在 Crosby 指数方面,只有头壳宽度的 Crosby 指数绝对值 <0.1 ,其余指标均存在 Crosby 指数绝对值 >0.1 的现象。由此可见,二化螟幼虫共可分为 7 龄,而头壳宽度可作为二化螟幼虫分龄的最佳形态指标。

关键词:水稻;二化螟;形态指标;龄期

中图分类号:S435.112⁺.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)22-0114-05

二化螟 [*Chilo suppressalis* (Walker)] 是农业生产中的重要害虫之一,尤其对水稻及茭白的危害尤为严重。前人通过对水稻及茭白 2 种寄主二化螟种群的研究,发现两者在生物学、形态学特征上存在一定的差别^[1]。针对二化螟形态学的研究表明,二化螟不同寄主种群在头壳宽度、个体大小、体长等指标上具有一定差异^[2]。但以形态指标为依据对二化螟进行分龄的报道不多,且相关报道之间存在着较大的差异。宋慧英等于 1958 年针对二化螟幼虫进行分龄研究,认为在田间宜采用体长、体色、体线等指标对二化螟幼虫进行分龄^[3];危寅如于 1980 年利用幼虫背板作为指标对二化螟幼虫进行了分龄^[4];GB/T 15792—2009《水稻二化螟测报调查规范》选取了二化螟幼虫的头壳宽度及体长作为分龄

的指标^[5]。除此之外,另有部分学者认为,幼虫体宽等指标对二化螟幼虫龄期的划分也具有一定的指导意义^[6-7]。

由于二化螟是钻蛀性害虫,蛀入水稻茎秆之后,各项防治措施均难以生效,故精准掌握二化螟幼虫的龄期是化学防治的关键环节。Dyar 测定了 28 种鳞翅目昆虫各龄期幼虫的头壳宽度,发现幼虫头壳宽度与龄期呈指数模型关系,可用于幼虫龄期的划分^[8]。本研究通过室内饲养二化螟,获得各龄期幼虫,完成头壳宽度、体质量、体长及体宽等 4 项指标的测定,明确二化螟幼虫的龄期,探索划分二化螟幼虫虫龄的最佳形态指标,旨在为科学防治二化螟提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本研究于 2021 年在辽宁省农业科学院植物保护研究所进行。供试二化螟虫采集自辽宁省东港市新兴区土房北村水稻田,置于恒温光照培养箱中用水稻植株继代饲养,温度设定为 28 ℃,每日光照时间 16 h、黑暗时间 8 h。始终保持饲养种群数不少

收稿日期:2021-12-17

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD0200208-A02);辽宁省农业科学院学科建设项目-农作物昆虫学(编号:2019DD082612)。

作者简介:杨 眉(1982—),女,辽宁沈阳人,硕士,助理研究员,主要从事水稻虫害研究。E-mail:yangmei6@163.com。

通信作者:于凤泉,研究员,主要从事水稻虫害综合防控技术研究。E-mail:yfq69@aliyun.com。

in cereals[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2018, 9: 867.

[30] Makandar R, Essig J S, Schapaugh M A, et al. Genetically engineered resistance to *Fusarium* head blight in wheat by expression of *Arabidopsis* NPR1 [J]. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 2006, 19(2): 123-129.

[31] Mackintosh C A, Lewis J, Radmer L E, et al. Over expression of

defense response genes in transgenic wheat enhances resistance to *Fusarium* head blight [J]. *Plant Cell Reports*, 2007, 26(4): 479-488.

[32] Walter S, Nicholson P, Doohan F M. Action and reaction of host and pathogen during *Fusarium* head blight disease [J]. *The New Phytologist*, 2010, 185(1): 54-66.

于 2 000 头。2021 年 5 月自新一代二化螟卵开始孵化直到幼虫化蛹,每日在水稻植株中收集不少于 20 头幼虫,进行各项形态指标测量。

1.2 试验方法

选取二化螟幼虫的头壳宽度、体长、体宽及体质量作为测定指标。其中,体质量采用梅特勒托利多 ME204 电子天平进行测量,其余指标采用 Leica DVM6S 型超景深显微镜进行拍照、测量。

1.3 数据处理与分析

根据 Dyar 法则对二化螟幼虫虫龄进行划分。利用 DPS 18.1 统计分析软件对测定的各项指标数值进行频数分析,并绘制相应的频次分布图,确定幼虫龄数。根据测定值,利用 DPS 18.1 统计分析软件根据各个指标的数据计算其相应的平均值、标准误差及变异系数。按照 Crosby 生长法则计算 Brooks 指数和 Crosby 指数,进而比较各个测量指标数值的合理性,当 Crosby 指数 $\leq 10\%$ 时,表明龄数划分合理,计算公式如下所示:

$$\text{Brooks 指数} = \frac{x_n}{x_{n-1}};$$

$$\text{Crosby 指数} = \frac{b_n - b_{n-1}}{b_b}.$$

式中: x_n 和 x_{n-1} 分别表示二化螟 n 龄与 $n-1$ 龄幼虫各个待测指标的数值平均值; b_n 和 b_{n-1} 分别表示第 n 和第 $n-1$ 个 Brooks 指数。

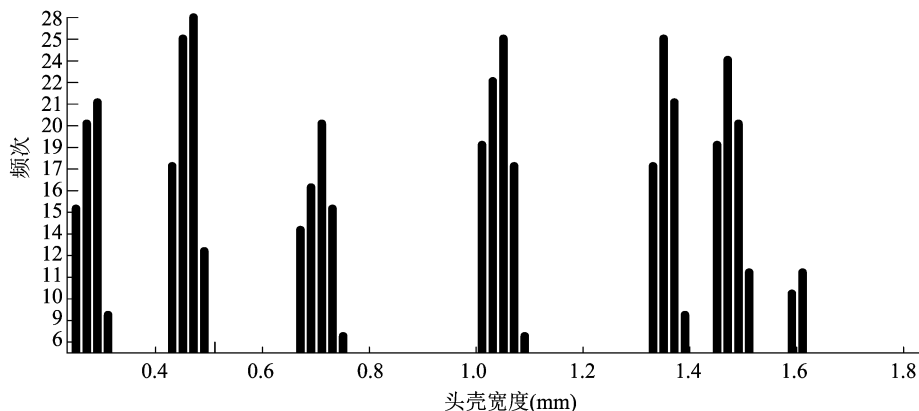


图1 二化螟幼虫头壳宽度频次分布

2.1.2 二化螟幼虫体质量分布 对各个龄期二化螟幼虫的体质量进行测定,并绘制频次分布图(图2)。结果显示,各个龄期二化螟幼虫的体质量频次分布呈现出3个相对集中的区域,而非像头壳宽度呈现7个区域。由表2可知,1~7龄二化螟幼虫测得的体质量平均值分别是0.000 5、0.001 5、0.003 3、0.014 8、0.032 1、0.054 3、0.058 8 g,1~6

2 结果与分析

2.1 二化螟幼虫龄数的确定

从2021年5月13日至2021年8月24日,共对室内饲养繁育的464头二化螟幼虫进行了头壳宽度、体质量、体长及体宽等4项指标的测量,并根据其测量值制作频次分布图。

2.1.1 二化螟幼虫头壳宽度分布 由二化螟幼虫头壳宽度的频次分布图(图1)可知,二化螟幼虫的头壳宽度出现了相对明显的7个分布区,其中的7个峰值分别出现在0.31、0.47、0.71、1.05、1.35、1.47、1.61 mm处。根据Dyar法则,二化螟幼虫的龄期依据头壳宽度可以被分为7龄。由表1可知,二化螟幼虫头壳宽度的Crosby指数绝对值均小于0.1,说明头壳宽度指标可以用作二化螟幼虫龄数的划分,将二化螟幼虫的龄期划分为7龄是合理的。同时,参照GB/T 15792—2009《水稻二化螟测报调查规范》中“二化螟幼虫发育进度分级指标”,印证了头壳宽度可作为二化螟龄期划分的指标。

将二化螟幼虫头壳宽度(y)与龄期(x)进行回归分析,二者呈指数模型,其拟合的回归方程为:

$$y = 0.272 7e^{0.299 2x}.$$

该回归方程的决定系数(r^2)为0.931 4,说明二化螟幼虫头壳宽度与龄期具有较高的相关度,再次验证头壳宽度可用于二化螟幼虫龄期的确定。

龄期二化螟幼虫的体质量差异显著($P < 0.05$)。二化螟幼虫体质量的Crosby指数绝对值均大于0.1,说明体质量指标不适宜用作二化螟幼虫龄数的划分。

2.1.3 二化螟幼虫体长分布 对各个龄期二化螟幼虫的体长进行测定,并绘制频次分布图(图3)。结果显示,各个龄期二化螟幼虫的体长频次分布并未显示出明显的集中区域。由表3可知,1~7龄二

表 1 二化螟幼虫头壳宽度测定值与 Crosby 指数

龄期	样本量 (头)	头壳宽度			
		平均值 ± 标准差 (mm)	变异系数	Brooks 指数	Crosby 指数
1	73	0.291 ± 0.003 5a	0.012 0		
2	64	0.495 ± 0.007 2b	0.014 5	1.701 0	
3	80	0.772 ± 0.013 7c	0.017 7	1.559 6	-0.083 1
4	53	1.090 ± 0.028 4d	0.026 1	1.411 9	-0.094 7
5	89	1.404 ± 0.019 8e	0.014 1	1.288 1	-0.087 7
6	70	1.629 ± 0.016 6f	0.010 2	1.160 3	-0.099 2
7	22	1.758 ± 0.021 5f	0.012 2	1.079 2	-0.069 9

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

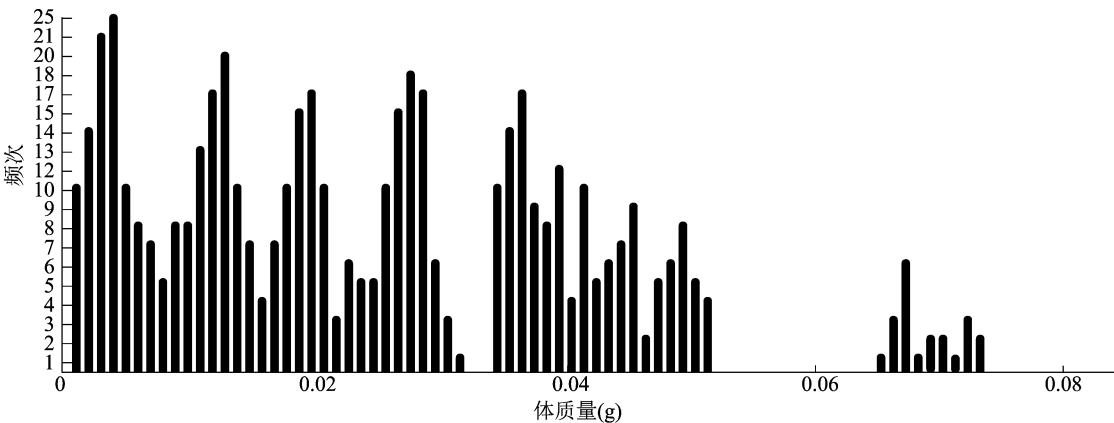


图2 二化螟幼虫体质量频次分布

表 2 二化螟幼虫体质量测定值与 Crosby 指数

龄期	样本量 (头)	体质量			
		平均值 ± 标准差 (g)	变异系数	Brooks 指数	Crosby 指数
1	73	0.000 5 ± 0.000 1a	0.200 0		
2	64	0.001 5 ± 0.000 7b	0.466 7	3.000 0	
3	80	0.003 3 ± 0.002 1c	0.636 4	2.200 0	-0.266 7
4	53	0.014 8 ± 0.009 4d	0.635 1	4.484 8	1.038 6
5	89	0.032 1 ± 0.016 8e	0.523 4	2.168 9	-0.516 4
6	70	0.054 3 ± 0.028 6f	0.526 7	1.691 6	-0.220 1
7	22	0.058 8 ± 0.027 4f	0.466 0	1.082 9	-0.359 8

化螟幼虫测得的体长平均值分别是 1.296、5.143、8.207、13.841、15.803、18.625、19.328 mm,1~6 龄期二化螟幼虫体长差异显著。二化螟幼虫的 Crosby 指数存在大于 0.1 的现象,说明体长指标不适宜用作二化螟幼虫龄数的划分。

2.1.4 二化螟幼虫体宽分布 对各个龄期二化螟幼虫的体宽进行测定,并绘制频次分布图(图 4)。结果显示,各个龄期二化螟幼虫的体宽频次分布并未显示出明显的集中区域。由表 4 可知,1~7 龄二化螟幼虫测得的体宽平均值分别是 0.241、0.607、

1.189、1.652、2.069、2.874、2.876 mm,1~6 龄期的体宽差异显著。二化螟幼虫的 Crosby 指数存在大于 0.1 的现象,说明体宽指标同样不适宜用作二化螟幼虫龄数的划分。

2.3 田间二化螟幼虫龄期的判定

由图 5 可知,分别对在辽宁省盘锦市盘山县坝墙子镇姜家村水稻田采集的 200 头各龄幼虫进行头壳宽度的测定,并对相关数值进行线性拟合。结果表明,姜家村水稻田所采集的二化螟幼虫的头壳宽度测定结果与室内培养试验结果一致,显示二化螟

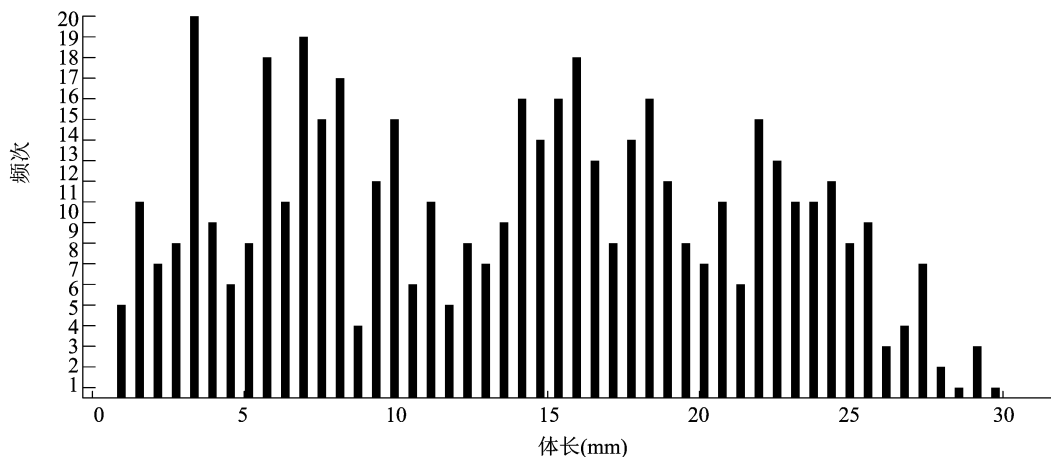


图3 二化螟幼虫体长频次分布

表 3 二化螟幼虫体长测定值与 Crosby 指数

龄期	样本量 (头)	体长			
		平均值 ± 标准差 (mm)	变异系数	Brooks 指数	Crosby 指数
1	73	1.296 ± 0.264 2a	0.203 9		
2	64	5.143 ± 1.078b	0.209 6	3.968 4	
3	80	8.207 ± 1.705 7c	0.207 8	1.595 8	-0.597 9
4	53	13.841 ± 2.956 1d	0.213 6	1.686 5	0.056 9
5	89	15.803 ± 3.186 3e	0.201 6	1.141 8	-0.323 0
6	70	18.625 ± 3.858f	0.207 1	1.178 6	0.032 2
7	22	19.328 ± 4.810 9f	0.248 9	1.037 7	-0.119 5

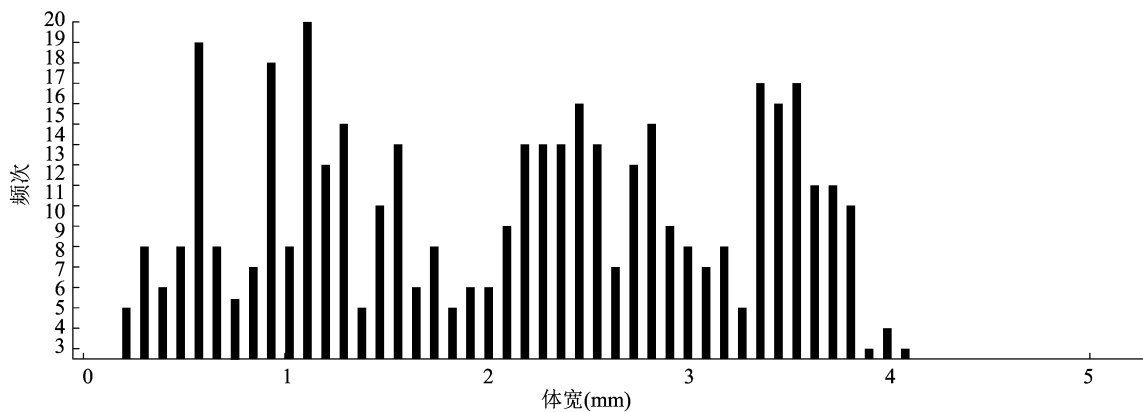


图4 二化螟幼虫体宽频次分布

表 4 二化螟幼虫体宽测定值与 Crosby 指数

龄期	样本量 (头)	体宽			
		平均值 ± 标准差 (mm)	变异系数	Brooks 指数	Crosby 指数
1	73	0.241 ± 0.079 0a	0.327 8		
2	64	0.607 ± 0.138 0b	0.227 3	2.518 7	
3	80	1.189 ± 0.0467 2c	0.392 9	1.958 8	-0.222 3
4	53	1.652 ± 0.374 4d	0.226 6	1.389 4	-0.290 7
5	89	2.069 ± 0.469 1e	0.226 7	1.252 4	-0.098 6
6	70	2.874 ± 0.692 2f	0.240 8	1.389 1	0.109 1
7	22	2.876 ± 0.584 3f	0.203 2	1.000 7	-0.279 6

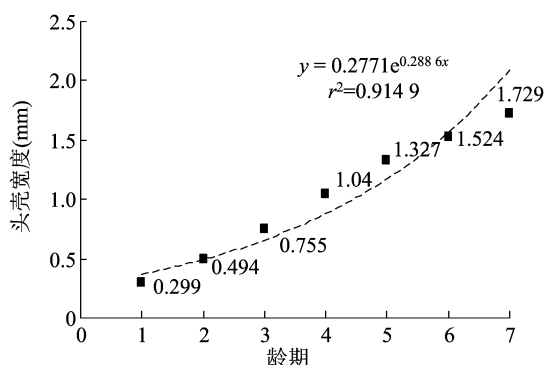


图5 田间二化螟各龄期幼虫头壳宽度

幼虫共有 7 个龄期,姜家村水稻田二化螟 1~7 龄幼虫的头壳宽度平均值分别为 0.299、0.494、0.755、1.040、1.327、1.524、1.729 mm。将田间二化螟幼虫头壳宽度与龄期进行拟合,二者呈指数模型,由此证明头壳宽度作为二化螟幼虫的分龄指标是可靠的。

3 结论与讨论

二化螟严重危害我国水稻生产,明确其幼虫龄期划分是准确预测预报和科学防治二化螟的重要技术基础。本研究对二化螟各龄期幼虫的头壳宽度、体宽、体长及体质量进行了测定并分析,结果表明,二化螟幼虫头壳宽度随着龄数的增大而呈显著增加的趋势,且二者间存在指数相关关系,与 Dyar 的研究^[8]一致。在二化螟的体质量、体长及体宽指标方面,虽然同样会随着龄数的增加而增大,但均存在 Crosby 指数绝对值 > 0.1 的现象,因此并不能作为二化螟分龄的具体指标。二化螟幼虫的头壳宽度会随着每次蜕皮而呈现显著增长,而体长、体质量、体宽等不会因二化螟幼虫的蜕皮而导致蜕皮前后的相关指标呈现出显著的差异^[9]。因此,将头壳宽度作为二化螟幼虫的分龄指标更为准确可靠。章金明等研究了甜菜夜蛾幼虫体质量、体长及头壳宽度用于甜菜夜蛾幼虫分龄的可行性,结果表明,头壳宽度可作为分龄指标^[10],本研究结论与之一致。贺春玲等同样研究发现,头壳宽度相对于体质量、体长更适合作为长木蜂幼虫龄期划分的生长指标^[11]。

由于生长环境条件的不同,二化螟幼虫的龄数、龄期都会有所变化。本研究将供试的二化螟幼虫划分为 7 龄,而在已报道的其他研究中,常出现二化螟被划分为 6 龄的现象。危寅如于 1980 年将二化螟幼虫划分为 6 龄,而宋慧英于 1958 年则将其划分为 7 龄。陈建明等在研究二化螟取食茭白和水稻后的生物学特征表现时,发现少数二化螟存在着 8 龄甚至 9 龄的现象^[12]。由此可见,不同研究者的调查方法或环境的不同对于二化螟龄数的鉴别均有着显著影响。本研究明确了辽宁地区二化螟的龄数及其分龄的最佳形态指标,为研究二化螟幼虫生长发育、预测预报虫害发生时间,从而进行科学有效的防治提供了技术支持。

参考文献:

- [1] 钟海英,张珏锋,李 芳,等. 二化螟水稻、茭白种群幼虫口器和触角及其感器扫描电镜观察[J]. 中国水稻科学,2017,31(2): 195-206.
- [2] 全为礼,丁 楠,周睿琦,等. 二化螟寄主种群及种群间生殖隔离形成机制研究[J]. 环境昆虫学报,2014,36(4):597-604.
- [3] 宋慧英,陈常铭,曾家丽,等. 二化螟幼虫龄期鉴别[J]. 华中农业科学,1958(2):81-84.
- [4] 危寅如. 根据二化螟幼虫背板变化进行分龄[J]. 江西农业科技,1980(11):9.
- [5] 农业部. 水稻二化螟测报调查规范:GB/T 15792—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [6] 史明武,陈 云,王大伟. 不同饲养密度下二化螟的发育特性[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):147-148.
- [7] Kondo A, Tanaka F. An estimation of the control threshold of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (WALKER) (Lepidoptera: Pyralidae) based on the pheromone trap catches[J]. Applied Entomology and Zoology, 1995, 30(1): 103-110.
- [8] Dyar H G. The number of molts of lepidopterous larvae[J]. Psyche, 1980, 5(175/176): 420-422.
- [9] 蒋 琦,任利利,骆有庆. 双条杉天牛幼虫龄数的划分(鞘翅目:天牛科)[J]. 环境昆虫学报,2021,43(1):25-30.
- [10] 章金明,周书行,林 雅,等. 甜菜夜蛾幼虫龄数和龄期的测定[J]. 浙江农业学报,2021,33(6):1035-1041.
- [11] 贺春玲,曹 磊,李 梦. 长木蜂幼虫龄期的划分[J]. 环境昆虫学报,2015,37(1):128-132.
- [12] 陈建明,俞晓平,郑许松,等. 二化螟取食茭白和水稻后生物学特征表现的比较[J]. 浙江农业学报,2003,15(3):139-143.