

骆昕,曲绍轩,林金盛,等.食用菌寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊生长发育的影响[J].江苏农业科学,2019,47(23):119-122.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.028

食用菌寄主和培养料含水量对 异迟眼蕈蚊生长发育的影响

骆昕¹,曲绍轩¹,林金盛¹,李辉平¹,侯立娟¹,蒋宁¹,冷龙元²,马林^{1,2}

(1.江苏省农业科学院蔬菜研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室,江苏南京 210014;

2.江苏红叶福茸农业科技有限公司,江苏丹阳 212310)

摘要:为了明确食用菌寄主和培养料含水量对食用菌栽培中发生严重的虫害异迟眼蕈蚊生长发育的影响,采用室内饲养法,模拟了不同寄主(平菇、金针菇、毛木耳和香菇)和培养料含水量(50%和70%)的栽培环境,研究异迟眼蕈蚊不同生活史阶段中生长发育的变化。结果表明,寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊生长发育的影响明显且对不同发育历期影响不同。二龄、四龄幼虫和蛹在食用菌寄主金针菇上的发育历期最长;当食用菌培养料水分含量为70%时,一龄幼虫、二龄幼虫、蛹期和成虫发育历期显著长于培养料水分含量为50%时的发育历期;食用菌寄主和培养料水分含量对卵和三龄幼虫的发育历期无显著影响。

关键词:异迟眼蕈蚊;寄主;培养料含水量;发育历期

中图分类号:S436.46⁺2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)23-0119-04

异迟眼蕈蚊(*Bradysia difformis* Frey),属双翅目眼蕈蚊科迟眼蕈蚊属^[1]。2003年Menzel等对从食用菌场采集的标本进行鉴定后,根据新的命名法和分类法进行重新命名^[2]。异迟眼蕈蚊可危害平菇、秀珍菇、双孢蘑菇、茶树菇等多种食用菌品种,是食用菌栽培虫害种类的优势种群之一^[3]。异迟眼蕈蚊幼虫取食食用菌菌丝、子实体,成虫虽不直接危害食用菌,却是病原菌、螨虫的传播媒介^[4]。据云南省初步调查,食用菌栽培中虫害侵染率达100%,造成减产30%~40%,经济效益损失25%~35%^[5]。水分、温度、寄主对厉眼蕈蚊、韭菜迟眼蕈蚊等眼蕈蚊科昆虫生长发育的影响已有报道^[6-8],但对危害食用菌的异迟眼蕈蚊生长发育的影响尚不清楚。

本研究选取平菇、金针菇、毛木耳、香菇4种国内主栽食用菌品种作为供试寄主,研究了异迟眼蕈蚊在不同培养料含水量条件下发育历期的变化,以期明晰异迟眼蕈蚊与不同寄主在不同培养料含水量中的互作关系,探讨异迟眼蕈蚊对寄主和培养料含水量的适应对策,为其预测预报及防治提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试菌株

平菇、金针菇、毛木耳和香菇4个食用菌寄主由江苏省农

业科学院蔬菜研究所食用菌研究室提供。

1.2 供试虫源

异迟眼蕈蚊采集自江苏省农业科学院蔬菜研究所食用菌出菇大棚,在养虫室内连续隔离饲养,待形成稳定的实验室种群后备用。

1.3 方法

1.3.1 试验方法 供试食用菌寄主菌块($d=4\text{ mm}$)接种于马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)^[9]平板($d=70\text{ mm}$)中央,待菌丝长满平板后作为母种。原种培养料配制方法:称取棉籽壳750 g、玉米芯200 g、麸皮50 g和水1 000 g,配制成含水量为50%的培养料;称取棉籽壳750 g、玉米芯200 g、麸皮50 g和水1 667 g,配制成含水量为70%的培养料。将搅拌均匀的培养料分装到300 mL的栽培瓶中,每瓶装250 g培养料,高压蒸汽灭菌(0.11 kPa,121 ℃)后取出冷却至室温,每瓶接种母种菌块($d=15\text{ mm}$)1块,封口后室温静置培养至菌丝长满。

人工气候箱(SPX-2501,上海博讯实业有限公司)的温度设定为25 ℃,相对湿度分别设置为50%和70%,无光照。将直径为2.5 cm、两端开口的玻璃管竖直放置在托盘内,玻璃管底部覆盖海绵和滤纸,托盘内加少量水保湿,将长满菌丝的培养料放置在滤纸上,每管放料10 g。每管放入1对新羽化还未交配的雌虫和雄虫,用60目防虫网封口,1个处理重复6次,每天17:00在体视显微镜下观察成虫的存活天数以及雌虫的产卵情况,并将雌虫每日所产的卵挑出,放入覆有保湿滤纸和2 g不同寄主的12孔细胞培养板中,每孔1粒卵,用60目防虫网封口,每天09:00和17:00(室内试验环境温度与人工气候箱设定的温度相近)在体视显微镜下各观察1次,详细记录卵、幼虫和蛹发育历期及成虫寿命,观察到虫龄变化时间09:00记为 $N+0.6\text{ d}$,变化时间17:00记为

收稿日期:2019-08-08

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-20);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(17)2009]。

作者简介:骆昕(1995—),女,四川万县人,研究实习员,主要从事食用菌虫害防治方面的研究。E-mail:1749292693@qq.com。

通信作者:马林,博士,研究员,主要从事食用菌栽培与病虫害防控方面的研究。E-mail:malin1590@sina.com。

$N+1$ d。

1.3.2 数据统计方法 选择不同处理中从卵至成虫自然死亡的完整发育个体用于数据统计分析。首先对所有试验数据进行了 Shapiro - Wilk 正态检验,数据基本符合正态分布。因此,以食用菌寄主及培养料含水量为固定因子,重复为随机因子,采用双因素有重复的方差,分析异迟眼蕈蚊不同阶段的发育历期。其指标在 SPSS 20.0 中用邓肯式新复极差法进行显著性分析^[10]。

2 结果与分析

2.1 食用菌寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊卵发育的影响

如表 1 所示,食用菌寄主 ($F = 0.088, P = 0.966$) 与培养料含水量 ($F = 1.430, P = 0.232$) 对卵发育历期无显著影响,且两者交互 ($F = 0.206, P = 0.893$) 也对卵发育历期无显著影响。

表 1 寄主和培养料含水量主体间效应的 ANOVA 分析

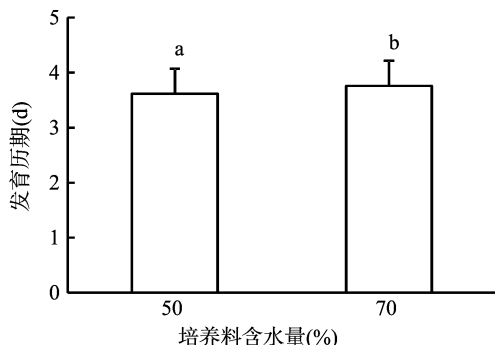
虫态	来源	自由度	均方	F 值	P 值
卵历期	寄主	3	0.038	0.088	0.966
	培养料含水量	1	0.613	1.430	0.232
	寄主 × 培养料含水量	3	0.088	0.206	0.893
	误差	464	0.429		
一龄幼虫历期	寄主	3	0.134	0.594	0.619
	水分	1	2.277	10.111	0.002 **
	寄主 × 培养料含水量	3	0.078	0.346	0.792
	误差	464	0.225		
二龄幼虫历期	寄主	3	0.763	3.499	0.016 *
	水分	1	2.607	11.955	0.001 **
	寄主 × 培养料含水量	3	0.065	0.300	0.826
	误差	464	0.218		
三龄幼虫历期	寄主	3	0.633	1.416	0.237
	水分	1	0.924	2.066	0.151
	寄主 × 培养料含水量	3	0.161	0.360	0.782
	误差	464	0.447		
四龄幼虫历期	寄主	3	1.004	3.894	0.009 **
	水分	1	0.875	3.392	0.066
	寄主 × 培养料含水量	3	0.782	3.031	0.029 *
	误差	464	0.258		
蛹历期	寄主	3	1.198	4.738	0.003 **
	水分	1	5.826	23.038	0.000 **
	寄主 × 培养料含水量	3	0.038	0.148	0.931
	误差	464	0.253		
成虫寿命	寄主	3	0.215	0.685	0.562
	水分	1	38.624	122.800	0.000 **
	寄主 × 培养料含水量	3	0.566	1.799	0.147
	误差	464	0.315		

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平影响显著、极显著。

2.2 食用菌寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊幼虫发育的影响

食用菌寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊幼虫不同龄期发育有不同的影响(表 1)。食用菌寄主 ($F = 0.594, P = 0.619$) 对一龄幼虫发育历期无显著影响,食用菌培养料含水量 ($F = 10.111, P < 0.01$) 对一龄幼虫发育历期影响极显著,两者交互 ($F = 0.346, P = 0.792$) 无显著影响。食用菌培养料含水量 70% 时,一龄幼虫发育历期为 3.76 d,显著长于食用菌培养料含水量 50% 时(图 1)。

食用菌寄主 ($F = 3.499, P < 0.05$) 和培养料含水量 ($F = 11.955, P < 0.01$) 分别对二龄幼虫发育历期有显著、极显著影响,但是两者交互 ($F = 0.300, P = 0.826$) 无显著影响。异迟眼蕈蚊二龄幼虫在不同寄主上的发育历期从长到短顺序依次为金针菇 > 平菇 > 毛木耳 > 香菇,食用菌培养料含水量



不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。图 2、图 4、图 5 同
图 1 培养料含水量对异迟眼蕈蚊一龄幼虫发育的影响

70% 时,二龄幼虫发育历期为 3.73 d,显著长于食用菌培养料含水量 50% 时(图 2)。

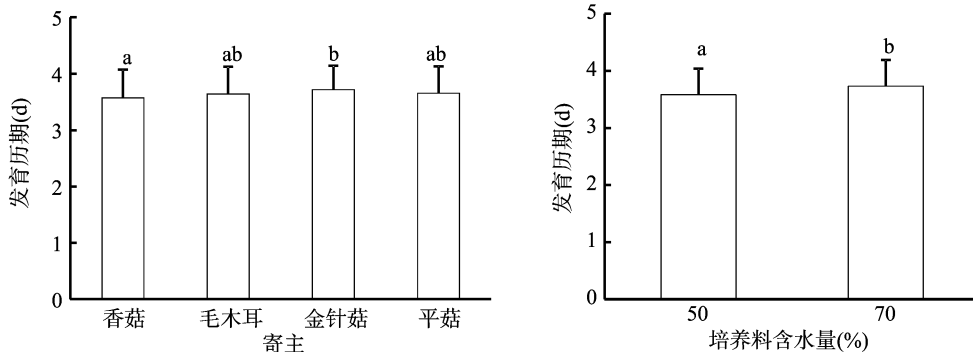


图2 食用菌寄主和培养料含水量单因素对异迟眼蕈蚊二龄幼虫发育的影响

食用菌寄主 ($F = 1.416, P = 0.237$)、培养料含水量 ($F = 2.066, P = 0.151$) 和两者交互 ($F = 0.360, P = 0.782$) 均对三龄幼虫发育历期无显著影响,与卵期表现相同。

食用菌寄主 ($F = 3.894, P < 0.01$) 对四龄幼虫发育历期影响极显著,培养料含水量 ($F = 3.392, P = 0.066$) 对四龄幼虫发育历期无显著影响,两者交互 ($F = 3.031, P < 0.05$) 有显著影响。异迟眼蕈蚊四龄幼虫在 70% 含水量的金针菇培养料上的发育历期最长 (3.77 ± 0.55 d) (图 3)。

2.3 食用菌寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊蛹发育的影响

食用菌寄主 ($F = 4.738, P < 0.01$) 和培养料含水量 ($F = 23.038, P < 0.01$) 均对蛹发育历期有极显著影响,但是两者交互 ($F = 0.148, P = 0.931$) 无显著影响。异迟眼蕈蚊蛹在不同寄主上的发育历期从长到短顺序依次为金针菇 > 毛木耳 > 香菇 > 平菇,食用菌培养料含水量 70% 时,二龄幼虫发育历

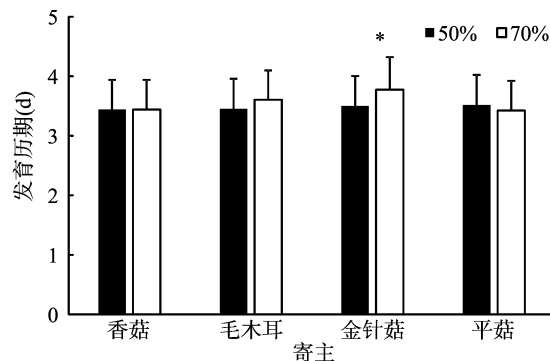


图3 食用菌寄主和培养料含水量交互对异迟眼蕈蚊四龄幼虫发育的影响
*表示在 0.05 水平差异显著

期为 3.56 d,显著长于食用菌培养料含水量 50% 时 (图 4)。

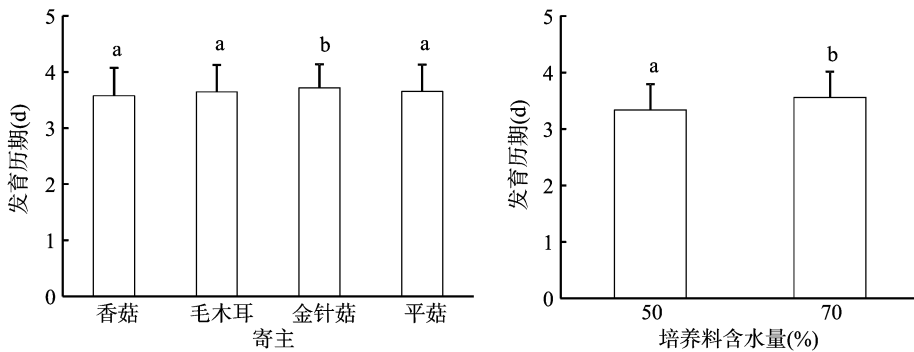


图4 食用菌寄主和培养料含水量单因素对异迟眼蕈蚊蛹期的影响

2.4 食用菌寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊成虫寿命的影响

如表 1 和图 5 所示,食用菌寄主 ($F = 0.685, P = 0.562$) 对成虫发育历期无显著影响,培养料含水量 ($F = 122.800, P < 0.01$) 对成虫发育历期影响极显著,两者交互 ($F = 1.799, P = 0.147$) 无显著影响,与对一龄幼虫发育影响相同。食用菌培养料含水量 70% 时,成虫发育历期为 3.52 d,显著长于食用菌培养料含水量 50% 时。

3 讨论

试验结果表明,寄主和培养料含水量对异迟眼蕈蚊生长发育的影响明显且对不同发育历期影响不同。食用菌培养料含水量对异迟眼蕈蚊一龄幼虫的发育历期和成虫的寿命有显

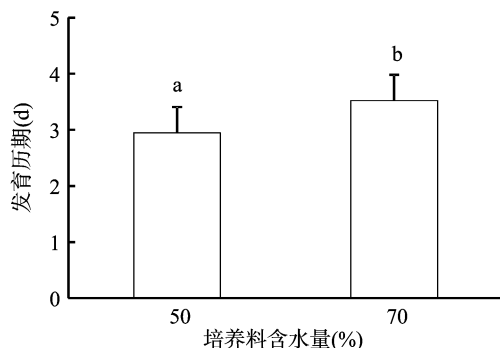


图5 培养料含水量对异迟眼蕈蚊成虫寿命的影响

著影响,培养料含水量越大,2 个阶段虫态的发育历期越长;二龄幼虫和蛹期发育历期受寄主和培养料含水量单因素的影

响显著或极显著;两者交互对异迟眼蕈蚊四龄幼虫的发育历期有显著影响;但异迟眼蕈蚊卵和三龄幼虫的发育历期均不受寄主和水分单因素及两者交互的影响。在影响显著或极显著的各发育历期中,食用菌寄主金针菇对二龄、四龄幼虫和蛹的发育历期延长均表现出最大延长的促进作用;食用菌培养料水分含量越高对一龄幼虫、二龄幼虫、蛹期和成虫发育历期延长的促进作用越大。

异迟眼蕈蚊不仅危害食用菌,也是韭菜、大葱、蚕豆、百合等蔬菜、花卉的地下害虫之一。苟玉萍等研究了不同植物及韭菜品种对异迟眼蕈蚊生长发育的影响,发现韭菜是最适合异迟眼蕈蚊幼虫生长的寄主,在韭菜的多个品种中,万源紫根宽叶王和万源汉中冬韭一号是异迟眼蕈蚊为害性较弱的品种^[11-12]。食用菌栽培中,与异迟眼蕈蚊同属眼蕈蚊科的厉眼蕈蚊也是重要的虫害之一,取食金针菇的厉眼蕈蚊发育总历期最短,而取食木木耳的最长^[13]。幼虫期是异迟眼蕈蚊取食的主要时期,幼虫期长则会延长其取食为害的时间,对寄主植物生长不利,而幼虫期短则会增加幼虫取食为害的世代数^[14]。食用菌寄主对异迟眼蕈蚊的影响机制还鲜有报导。

水分是昆虫生存必不可少的重要条件,水分直接参与昆虫的新陈代谢,当昆虫体内水分受到外界环境影响而失去平衡时,便可不同程度影响昆虫的生长发育^[15]。食用菌栽培中害虫的生存和分布与空气及培养料中的湿度高低有很大关系。迟眼蕈蚊属中的韭菜迟眼蕈蚊是被研究较多的一种^[16-17]。韭菜迟眼蕈蚊经过干旱胁迫后各虫态发育历期明显延长^[18],潮湿环境有利于幼虫的存活和发育^[19]。韭菜迟眼蕈蚊成虫补充水分对延长寿命及促进其有效产卵行为具有重要意义^[20],湿度太低或太高都会影响韭菜异迟眼蕈蚊的生长发育^[7]。本研究中培养料水分对异迟眼蕈蚊的影响与韭菜迟眼蕈蚊并不完全一致,这可能与两者的种间差异及生理学特性有关。

幼虫期是异迟眼蕈蚊取食的主要时期,食用菌出菇期的高湿环境更有利于幼虫为害,在食用菌栽培中,应加强对异迟眼蕈蚊的虫情监测,及时通过昆虫病原线虫、微生物杀虫剂等生物方法加强对幼虫的防治和预防可以降低对食用菌产量的影响^[21-22],同时采用黄色黏虫板、诱虫灯等物理方法诱杀成虫可有效减少虫口基数^[23]。

参考文献:

[1] 张宏瑞, 张晓云, 沈登荣, 等. 食用菌异迟眼蕈蚊 *Bradysia difformis* 的生物学特性[J]. 中国食用菌, 2008, 27(6): 54-56.

[2] Menzel F, Smith J E, Colauto N B. *Bradysia difformis* Frey and *Bradysia ocellaris* (Comstock): two additional neotropical species of black fungus gnats (Diptera: Sciaridae) of economic importance; a redescription and review[J]. Annals of the Entomological Society of America, 2003, 96(4): 448-457.

[3] 马林, 林金盛, 陆娜, 等. 江浙地区秀珍菇双翅目害虫鉴定及防治[J]. 南方农业学报, 2019, 50(1): 68-73.

[4] Ernesto S B, Mariangel L, Junior L, et al. Biological control of the fungus gnats *Bradysia difformis* (Diptera, Mycetophilidae) in mushrooms with *Heterorhabditis amazonensis* in tropical conditions [J]. Scientia Horticulturae, 2017, 216: 120-125.

[5] 李建波, 何璞. 我国食用菌双翅目害虫种类和防治研究现状[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(11): 19-25, 37.

[6] 曲绍轩, 马林, 袁野, 等. 食用菌厉眼蕈蚊 *Lycoriella ingenua* 在温度逆境下的存活率[J]. 环境昆虫学报, 2015, 37(3): 688-692.

[7] Yang Y T, Li W X, Xie W, et al. Development of *Bradysia odoriphaga* (Diptera: Sciaridae) as affected by humidity: an age-stage, two-sex, life-table study [J]. applied Entomology and Zoology, 2015, 50(1): 3-10.

[8] 杨玉婷, 史彩华, 程佳旭, 等. 不同寄主植物对韭菜迟眼蕈蚊生长发育、繁殖和保护酶活性的影响[J]. 植物保护, 2017, 43(5): 119-123.

[9] 马林, 曲绍轩, 王晓强, 等. 食用菌木霉的生防细菌鉴定及相关基因功能预测[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(3): 528-533.

[10] 邢鲲, 赵飞, 韩巨才, 等. 昼夜变温幅度对小菜蛾不同发育阶段生活史性状的影响[J]. 昆虫学报, 2015, 58(2): 160-168.

[11] 苟玉萍, 刘倩, 刘长仲. 不同寄主植物对异迟眼蕈蚊生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护, 2015, 41(1): 28-32.

[12] 苟玉萍, 刘倩, 张艳霞, 等. 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊生长发育及繁殖的影响[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(6): 741-747.

[13] 曲绍轩, 宋金佛, 林金盛, 等. 食用菌寄主和温度对厉眼蕈蚊生长发育的影响[J]. 食用菌学报, 2015, 22(2): 89-93.

[14] 张艳霞, 郭苏帆, 刘长仲. 异迟眼蕈蚊在不同植物上的生长发育及种群参数[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(6): 1184-1189.

[15] 段小凤, 王晓庆, 李品武, 等. 几种环境因子对昆虫适应性影响的研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(14): 79-82.

[16] 杨栋, 李俊领, 金晓婷, 等. 几种杀虫剂对韭菜迟眼蕈蚊幼虫的室内毒力筛选及药剂混配研究[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(6): 83-85.

[17] 徐蕾, 赵彤华, 许国庆, 等. 韭菜迟眼蕈蚊取食习性及其趋性行为反应[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(13): 101-104.

[18] 孙丽娟, 陈杰民, 郑长英. 韭菜养根期干旱处理对韭菜迟眼蕈蚊种群动态的影响[J]. 昆虫学报, 2019, 62(3): 351-357.

[19] 徐蕾, 赵彤华, 刘培斌, 等. 湿度和高温对韭菜迟眼蕈蚊生长发育影响[J]. 辽宁农业科学, 2016(6): 23-25.

[20] 周仙红, 曹雪, 沈一凡, 等. 营养物质和水分对韭菜迟眼蕈蚊成虫繁殖和寿命的影响[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(6): 1205-1210.

[21] Ernesto S B, Mariangel L, Edgar P, et al. *Heterorhabditis amazonensis* for biological control of fungus gnats *Bradysia difformis* in Daisy Gerberas [J]. BioControl, 2017, 62(6): 847-855.

[22] 马林, 曲绍轩, 林金盛, 等. 食用菌迟眼蕈蚊生防菌苏云金芽孢杆菌的筛选及毒力测定[J]. 食用菌, 2015(6): 53-55.

[23] 宋金佛, 马林, 曲绍轩. 食用菌双翅目害虫特性与控制途径[J]. 食用菌, 2012(4): 52-53.