

玉米面水分含量对谷蠹生长发育和繁殖的影响^{*}

权 跃^{1**} 邓永学² 吕龙石¹ 黄世臣¹

(1. 延边大学农学院 龙井 133400;

2. 西南大学植物保护学院 重庆市昆虫学及害虫控制工程重点实验室 重庆 400716)

Influence of moisture of maize flour on the development and reproduction of *Rhyzopertha dominica*.

QUAN Yue^{1*}, DENG Yong-Xue², LV Long-Shi¹, HUANG Shi-Chen¹ (1. Agricultural College of Yanbian University, Longjing 133400, China; 2. Key Laboratory of Entomology and Pest Control Engineering, College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract The effect of the moisture content of maize flour on the development and reproduction of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) was investigated. The results show that the moisture content of maize flour had a significant influence on the developmental duration of larvae, but no obvious influence on that of eggs and pupae. The survival rate of eggs, larvae and pupae increased as the moisture content of maize flour increased from 10.98% to 19.35%, but decreased when this reached 21.33%. The number of larval instars was influenced by flour moisture content, ranging from 3 to 5 at 19.35% moisture but from 3 to 8 at 10.98% moisture. Female insects laid eggs only when the moisture content was 19.35% and 18.67%, and that the average daily number of eggs and average oviposition time per female was greater at 19.35% than at 18.67% moisture.

Key words *Rhyzopertha dominica*, maize flour, moisture, development, reproduction

摘 要 本文研究了玉米面的水分含量(21.33%、19.35%、18.67%、13.64%、10.98%)对谷蠹 *Rhyzopertha dominica* Fabricius 生长发育及产卵的影响。结果表明:玉米面的水分含量对谷蠹幼虫的发育历期影响显著,对卵和蛹的发育历期影响不显著;谷蠹卵的孵化率、幼虫和蛹的存活率在玉米面水分 10.98%~19.35% 的条件下增大,在玉米面水分 21.33% 条件下下降;谷蠹幼虫龄数也受到玉米面水分含量的影响,玉米面水分 19.35% 条件下幼虫龄数在 3~5 间变化,10.98% 条件下幼虫龄数在 3~8 间变化;在试验的 5 种玉米面水分中,谷蠹只在 19.35% 和 18.67% 条件下才产卵,19.35% 条件下日均产卵量和产卵期均大于 18.67% 条件下的相应值。

关键词 谷蠹, 玉米面, 水分, 生长发育, 繁殖

谷蠹 *Rhyzopertha dominica* Fabricius 隶属于鞘翅目,长蠹科,是一种世界性分布的储粮害虫,具有毁灭性^[1],主要分布于热带和亚热带。幼虫和成虫都有发达的上颚可以蛀蚀完整粮粒和碎粒,引起大的损失^[2]。成虫危害过的粮食不但重量减轻^[3],而且发芽率和成活性都降低^[4],这种被危害过的粮食容易被次级害虫和真菌为害^[5]。粮粒可以被彻底蛀空直到剩下一层空壳,一粒粮食可以被多头虫钻蛀。谷蠹的钻蛀特性致使谷蠹一旦钻入很难防治,并且谷蠹被认为是抗性最强的储藏物害虫之

一^[6-8]。环境湿度变化直接导致昆虫体内含水量变化,从而打破虫体内的水分平衡,进而对其个体发育及群体发生等产生影响^[9]。环境湿度能够影响昆虫卵的发育和孵化,环境湿度大则延缓卵和幼虫的发育,降低卵的孵化率、蛹的羽化率和幼虫的存活率等^[10]。环境湿度变化

^{*} 资助项目:重庆市科委攻关资助项目(CSTC,2004AC1003)、重庆市教委科学技术研究资助项目(DJ030204)。

^{**} 通讯作者, E-mail: quanyue1225@163.com

收稿日期:2009-07-17,修回日期:2009-11-20

还可以影响昆虫卵巢的发育,进而抑制其生殖潜能的发挥^[1]。谷蠹耐干性强,当粮食水分低于 9% 或者环境湿度小于 30% 时谷蠹各发育历期能完成^[2]。合理控制粮仓的湿度,可以抑制害虫的发生。本文研究了不同湿度对谷蠹生长发育和产卵的影响,旨在为谷蠹在仓库中的有效防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

谷蠹成虫采自国家粮食储备局成都粮科所,在西南大学植保学院昆虫学及害虫防治工程重点实验室饲养了 10 代以上。

1.2 试验处理

1.2.1 玉米面的水分含量对谷蠹发育历期的影响 试验设定 90%、84%、75%、55% 及 32% 5 种相对恒湿(分别由 KNO_3 、 KCl 、 NaCl 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 MgCl_2 饱和盐溶液在干燥器内保持,湿度变幅为 $\pm 0.3\%$) 分别控制玉米面的水分为 21.33%、19.35%、18.67%、13.64%、10.98%;以 GXZ 型智能光照培养箱(宁波江南仪器厂制造)控制温度为 37°C ,温度变幅均为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$,光照时间为 0。用分样筛筛选出成虫,使其在过 80 目的玉米面中产卵 24 h,然后用依纹笔在双目解剖镜下选出完好的卵粒,放入装有适量玉米面的单头塑料盒中($r=1\text{ cm}$, $h=1\text{ cm}$),每种水分下放 100 个单头饲养盒。每

天定时观察并记录卵的孵化情况、各龄幼虫、蛹的发育进度和死亡情况并及时补充食物和清理虫粪。

1.2.2 玉米面的水分含量对谷蠹产卵的影响 与 1.2.1 的试验条件相同。放置当日羽化的谷蠹雌雄成虫于装有不同水分玉米面的塑料盒中($r=1\text{ cm}$, $h=1\text{ cm}$),每盒 1 对,共 30 盒。每天定时观察记录谷蠹成虫的产卵量。

1.3 数据分析

试验所得数据用“SPSS”、“Excel”软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 玉米面的水分含量对谷蠹发育历期的影响 玉米面的水分含量对谷蠹未成熟期各虫态发育历期的影响见表 1。由表 1 可知在玉米面水分 10.98%~19.35% 条件下幼虫及整个未成熟期的发育历期随水分含量的增大而缩短,在 21.33% 条件下发育历期延长;在玉米面水分 19.35% 条件下幼虫及整个未成熟期的发育历期最短,分别为 23.56、31.68 d;在玉米面水分 10.98% 条件下幼虫及整个未成熟期的发育历期最长,分别为 50.60、58.16 d。新复极差分析发现玉米面的水分含量对卵和蛹的发育历期影响不显著,对幼虫及整个未成熟期的发育历期影响显著。

表 1 玉米面水分对谷蠹发育历期的影响

水分 (%)	卵期 (d)	幼虫期 (d)	蛹期 (d)	未成熟期 (d)
10.98	4.92 $\pm$ 0.09a	50.60 $\pm$ 1.96a	3.25 $\pm$ 0.08a	58.16 $\pm$ 1.28a
13.64	5.04 $\pm$ 0.10 a	40.00 $\pm$ 1.70b	3.47 $\pm$ 0.10a	48.51 $\pm$ 1.34c
18.67	4.65 $\pm$ 0.06 a	33.19.35 $\pm$ 1.21c	3.54 $\pm$ 0.09a	42.27 $\pm$ 1.0d
19.35	4.91 $\pm$ 0.06a	23.56 $\pm$ 0.51c	3.21 $\pm$ 0.51a	31.68 $\pm$ 0.38e
21.33	4.93 $\pm$ 0.13 a	43.78 $\pm$ 1.96b	3.45 $\pm$ 0.09a	52.93 $\pm$ 2.11b

注:表中数据为平均值 $\pm$ 标准误,同列数据后有相同字母表示经新复极差(Duncan's)多重比较后差异不显著($P>0.05$)。(下表同)

2.2 玉米面的水分含量对谷蠹各虫态存活率的影响

从表 2 可以看出在玉米面水分 10.98%~19.35% 条件下谷蠹卵的孵化率、幼虫和蛹的存

活率都随水分含量的增大而增大,在 21.33% 条件下下降。在各个发育阶段中,以蛹期的存活率最高,在每种水分下均达到了 94.12% 以上。卵的孵化率,幼虫、蛹及未成熟期的存活率

均在玉米面水分 19.35% 条件下最高,分别为 88.23%、83.46%、98.00%、72.16%。玉米面水分 10.98% 条件下,卵的孵化率最低,为 76.67%;玉米面水分 21.33% 条件下,幼虫、蛹

及整个未成熟期的存活率最低,分别为 60.80%、91.67%、46.44%。新复极差分析发现玉米面水分对谷蠹各虫态的存活率影响显著。

表 2 玉米面水分对谷蠹存活率的影响(37℃)

玉米面水分 (%)	卵的孵化率 (%)	存活率(%)		
		幼虫	蛹	未成熟期
10.98	76.67 ± 0.84c	78.24 ± 4.01b	94.12 ± 0.13a	56.46 ± 5.98c
13.64	82.86 ± 0.47b	79.63 ± 3.77b	95.12 ± 0.11a	62.76 ± 4.97bc
18.67	85.07 ± 0.37ab	80.13 ± 3.31ab	96.43 ± 0.07a	66.08 ± 4.32b
19.35	88.23 ± 0.21a	83.46 ± 2.98a	98.00 ± 0.05a	72.16 ± 3.56a
21.33	83.33 ± 0.42b	60.80 ± 6.54c	91.67 ± 0.27b	46.44 ± 7.32d

2.3 玉米面的水分含量对谷蠹幼虫龄数的影响

玉米面的水分含量不同,谷蠹幼虫的龄数也不同(表 3)。玉米面水分含量 10.98% ~ 21.33% 条件下谷蠹幼虫的龄数在 3~8 之间变动,水分 19.35% 条件下幼虫的龄数 3~5 龄,水分 18.67% 条件下幼虫的龄数 3~6 龄,水分 13.64%、21.33% 条件下谷蠹幼虫 3~7 龄,水分 10.98% 条件下谷蠹幼虫 3~8 龄。

表 3 玉米面水分对谷蠹各龄所占百分率(%)的影响

龄数 (龄)	玉米面水分(%)				
	10.98	13.64	18.67	19.35	21.33
3	3.92	6.12	13.12	20.00	4.17
4	5.88	24.49	31.30	68.00	20.83
5	45.10	51.02	41.42	12.00	45.83
6	27.45	16.33	12.15	0.00	25.00
7	13.72	2.04	0.00	0.00	4.17
8	3.92	0.00	0.00	0.00	0.00

表 4 玉米面的水分含量对谷蠹产卵的影响

玉米面水分 (%)	总产卵量 (粒)	日均产卵量 (粒)	产卵历期 (d)	日最高产卵量 (粒)
21.33	0.00	0.00	0.00	0.00
19.35	291.18.67 ± 10.96	4.17 ± 0.47	9~69	39
18.67	152.99 ± 8.78	2.19 ± 0.35	9~50	10.98
13.64	0.00	0.00	0.00	0.00
10.98	0.00	0.00	0.00	0.00

3 讨论

试验结果表明,玉米面的水分含量对谷蠹

卵、蛹的发育历期的影响不大,对幼虫及整个未成熟期的发育历期的影响显著。在玉米面水分 19.35% 条件下幼虫及整个未成熟期的发育历

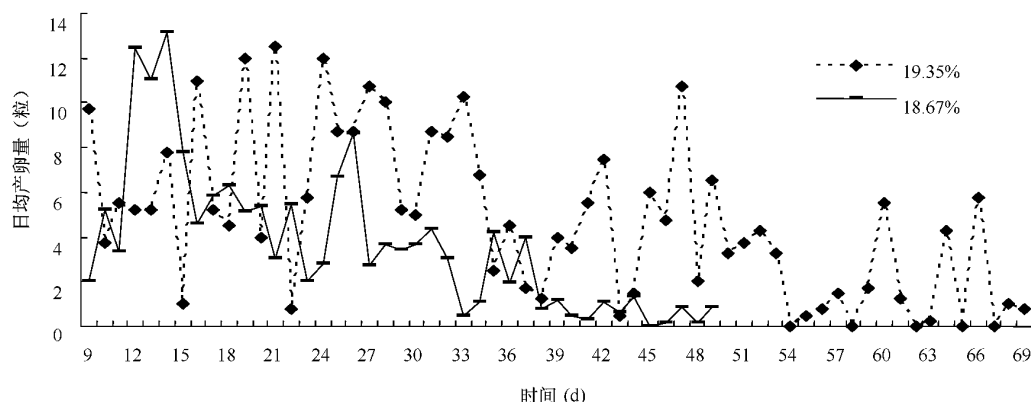


图1 谷蠹成虫的日均产卵曲线

期最短,在玉米面水分 10.98% 条件下幼虫及整个未成熟期的发育历期最长。为此,长期控制储粮干燥,有利于抑制谷蠹的生长发育。这与张立力等的研究结果一致^[3]。

谷蠹卵的孵化率、各虫态的存活率在玉米面水分 10.98% ~ 19.35% 条件下随水分的增大而增大,在 21.33% 条件下谷蠹卵的孵化率、各虫态的存活率下降。说明粮食水分过高或过低对卵的孵化率、幼虫、蛹的存活率均有抑制作用。另外蛹在各种湿度下的存活率均最高,均在 94.12% 以上,说明一旦化成蛹,几乎都能羽化为成虫。这与秦宗林等的研究结果一致^[4]。

在 5 种玉米面水分下谷蠹幼虫在 3 ~ 8 龄间化蛹,与秦宗林等的研究结果一致^[4]。玉米面水分 19.35%、18.67%、10.98% 条件下谷蠹幼虫分别在 3 ~ 5、3 ~ 6、3 ~ 8 龄间化蛹,13.64%、21.33% 条件下谷蠹幼虫在 3 ~ 7 龄间化蛹,并且以 4、5 龄幼虫化蛹所占的比例最高,与权跃等在不同温度下的研究结果一致^[5]。由此表明,粮食水分的过高或过低,谷蠹幼虫的龄数也会增多,龄期不一致现象表现得更为明显。说明条件好时,龄数少,条件差时(20℃ 低温、45% RH)龄数增多^[4],这也是对环境条件的一种适应。

37℃ 下玉米面的水分含量对谷蠹的繁殖能力影响大,而 Daglish 认为粮食水分对谷蠹的繁殖能力影响极小^[6],主要是与试验所设定的温度有关。本试验结果表明谷蠹在玉米面水分

19.35%、18.67% 条件下产卵,21.33%、13.64% 及 10.98% 条件下不产卵,说明玉米面水分含量过高或过低都会影响谷蠹的产卵。很多学者认为谷蠹的生物学特性突出地反映在它的抗干性,抗热性的忍耐力上,即使粮食水分 8% ~ 10%、50% ~ 60% RH 或者温度达 35 ~ 40℃ 时,亦能发育繁殖,与本文的结果相反。作者认为原因是粮仓中的粮食多数是颗粒状,而本文中的是面粉状的,此环境条件下谷蠹成虫产卵对粮食的状态具有选择性。所以经济有效的控制粮食水分含量和粮食的状态可以减少谷蠹发生的数量,从而减轻其对储粮的危害。

参 考 文 献

- 1 Dowdy A. K., Mcgaughey W. H. Fluorescent pigments for marking lesser grain borers (Coleoptera: Bostrichidae). *J. Econ. Entomol.*, 1992, **85**(2): 567 ~ 569.
- 2 Williams H. J., Silverstein R. M., Burkholder W. E. A. Dominicalure 1 and 2: Components of aggregating pheromone from male Lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. Chem. Ecol.*, 1981, **7**(18): 679 ~ 780.
- 3 Brower J. H., Tilton E. W. Weight loss of wheat infested with gamma-radiated *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). *J. Stored Res.*, 1973, **9**(1): 37 ~ 41.
- 4 Jilani G., Saxena R. C., Khan A. A. Ethylene production as an indicator of germination and vigor loss in stored rice seed infested by *Rhyzopertha dominica* (F.). *J. Stored Res.*, 1989, **25**(3): 175 ~ 178.
- 5 Mukherjee P. S., Nandi B. Insect-fungus associations influencing seed deterioration in storage. *Mycopathol. Res.*,

- 1993, **31**:391 ~ 394.
- 6 Champ B. R. Pesticide resistance and its current significance in control of pests of stored products. In Proceedings : The International Working Conference on Stored-product Protection Entomology, Ibadan, Nigeria, 1979. 159 ~ 181.
- 7 Lorini I. , Galley D. J. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae), a pest of stored grain in Brazil. *J. Stored Prod. Res.* , 1999, **35**(1):37 ~ 45.
- 8 Alam M. S. , Shaukat S. S. , Ahmed S. I. A survey of resistance to phosphine in some coleopterous pests of stored wheat and rice grains in Pakistan. *Pak. J. Biol. Sci.* , 1999, **2**(3):623 ~ 626.
- 9 常晓娜,高慧环,陈法军等. 环境湿度和降雨对昆虫的影响. *生态学杂志*,2008,**27**(4):619 ~ 625.
- 10 Fitt G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* , 1989, **34**:17 ~ 53.
- 11 郑方强,范永贵,冯居贤. 土壤含水量对大黑鳃金龟生殖的影响. *昆虫知识*,1996,**33**(3):160 ~ 162.
- 12 Longstaff B. C. An experimental and modelling study of the demographic performance of *Rhyzopertha dominica* (F.) . I development rate. *J. Stored Prod. Res.* , 1999, **35**(1):89 ~ 98.
- 13 张立力,权永红. 谷蠹生态学特性的研究. *昆虫知识*, 1996,**33**(1):43 ~ 45.
- 14 秦宗林,李光灿,张清纯,等. 温湿度对谷蠹(*Rhyzopertha dominica* Fabricius)生长发育的影响. *粮食储藏*,1989,**3**:31 ~ 39.
- 15 权跃,邓永学,王进军,等. 温度对谷蠹未成熟期生长发育的影响. *西南农业大学学报(自然科学版)*,2006,**28**(6):971 ~ 974.
- 16 Daglish G. J. Survival and reproduction of *Tribolium castaneum* (Herbst), *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.) following periods of starvation. *J. Stored Prod. Res.* ,2006,**42**(3):328 ~ 338.