

JOURNAL OF HEBEI
NORMAL UNIVERSITY OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

Vol. 37 No. 4 2023

第 37 卷 第 4 期

2023

河北科技师范学院学报

ISSN 1672-7983



中国·秦皇岛

河北科技师范学院学报

2023 年 12 月

第 37 卷 第 4 期

总第 148 期

目次

植物科学	
冀东地区冬小麦施用微生物菌剂和复合肥对后茬夏谷农艺性状及产量的影响	马浩雄,马继钰,郭振清,等(1)
氮肥施用量和种植密度对秦皇岛地区菜用甘薯茎尖产量和品质的影响	陈巧丹,邱世鑫,刘学茹,等(7)
播期对红小豆冀红 15 号在冀东地区农艺性状和产量的影响	任欣雨,刘秀,韩玉翠,等(15)
种植密度与钙肥施用量互作对冀东地区高油酸花生产量和品质的影响	刘钰铭,蔡瑞国,孟双龙,等(21)
秦皇岛海岸带 10 种乡土植物叶色参数与色素质量分数的年变化	徐宁伟,杨晨,王琚哲,等(30)
秋水仙素对杜梨四倍体的诱导及鉴定	路斌,徐宁伟,李娟娟,等(37)
番茄品系耐热性杂种优势分析	段金虎,韩菲,姜悦畅,等(43)
植物保护	
蛭蝽对桃蛀螟幼虫捕食功能反应	沈茹丹,高素红,齐慧霞,等(47)
氧化石墨烯基纳米杀菌剂新剂型研制及其在黄瓜枯萎病防治中的应用	姚远,史学娟,王佳旭,等(52)
动物科学	
鸡 <i>TLR1A</i> 基因 2 个 SNP 位点功能分析及与坝上长尾鸡沙门氏菌感染抗性的相关分析	张夕霏,孟婕,周泽宇,等(59)
物理·化学	
氨基酸-镍析氢催化剂的水溶性及电化学性能	杨喜月,董博玮,张景兰,等(67)
其它	
奖赏系统运动依赖可塑性与肥胖控制:食欲相关神经内分泌激素介导的调节作用	魏龙威,王海军,李娟(72)
附:	
《河北科技师范学院学报》第 37 卷总目次	(S1)

蠋蝽对桃蛀螟幼虫捕食功能反应

沈茹丹^{1,2}, 高素红^{1,2*}, 齐慧霞^{1,2*}, 杨思瑶^{1,2}, 许长新³

(1 板栗产业技术教育部工程研究中心, 河北 秦皇岛, 066600;

2 河北科技师范学院农学与生物科技学院/河北省作物逆境生物学重点实验室;

3 河北省农林科学院昌黎果树研究所)

摘要: 为明确蠋蝽 (*Arma chinensis*) 对桃蛀螟 (*Conogethes punctiferalis*) 幼虫的生物防控潜能, 在室内条件下测定蠋蝽 5 龄若虫、雌成虫和雄成虫对桃蛀螟 3 龄、5 龄幼虫的捕食能力。结果显示: 蠋蝽 5 龄若虫、雌成虫和雄成虫对不同龄期桃蛀螟幼虫的捕食功能反应均符合 Holling II 模型。蠋蝽对桃蛀螟 3 龄、5 龄幼虫的控害能力由强到弱的排序均为: 雌成虫, 雄成虫, 5 龄若虫; 随着猎物密度的增加, 蠋蝽对桃蛀螟 3 龄、5 龄幼虫的搜寻效应均逐渐降低, 雌成虫的搜寻效应大于 5 龄若虫和雄成虫。蠋蝽 5 龄若虫、雌雄成虫均对桃蛀螟具有较好的控害潜能, 且蠋蝽雌成虫的控害潜能大于雄成虫和 5 龄若虫。

关键词: 蠋蝽; 桃蛀螟; 功能反应; 寻找效应

中图分类号: S476+.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-7983(2023)04-0047-05

桃蛀螟 (*Conogethes punctiferalis*) 属鳞翅目, 草螟科, 斑野螟亚科, 多斑野螟属, 经常被称之为桃斑蛀螟^[1]。是为害板栗的主要害虫之一。桃蛀螟 2~3 代幼虫会危害栗苞和栗实, 导致栗苞干枯脱落, 影响栗实的味道和经济价值, 并容易导致栗实发霉^[2]。蠋蝽 (*Arma chinensis*) 属半翅目, 蝽科, 益蝽亚科, 蠋蝽属^[3]。蠋蝽是一种非常重要的农业天敌昆虫, 其地理适应范围广, 在我国各个地区分布广泛, 可捕食多种害虫, 在控制有害生物方面有着很好的发展和利用价值。蠋蝽在板栗园中全年均有发生, 对各种害虫都有一定地控制作用。为明确蠋蝽对桃蛀螟的控害潜能, 笔者于室内进行了蠋蝽对桃蛀螟的捕食功能反应试验, 以期利用天敌昆虫对板栗园害虫进行生物防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

蠋蝽由北京蓝狐天敌技术有限公司提供, 用黄粉虫幼虫在实验室进行饲养。桃蛀螟采自河北省秦皇岛市昌黎县河北科技师范学院园艺试验站板栗园。桃蛀螟幼虫饲喂新鲜板栗, 用质量浓度 $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的蜂蜜水浸润脱脂棉饲喂成虫。蠋蝽、桃蛀螟均经人工繁育 3 代后进行试验, 蠋蝽及桃蛀螟均饲养于温度 $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 70%, 光周期 16 L: 8 D 的人工气候箱 (RXZ 智能型, 宁波江南仪器厂生产) 中。

1.2 试验方法

1.2.1 蠋蝽对桃蛀螟 3 龄与 5 龄幼虫的捕食功能反应 将蠋蝽 5 龄若虫或雌雄成虫分别放入养虫盒内 (长 14 cm, 宽 8.8 cm, 高 8.3 cm) 饥饿 24 h, 并放入一块用纯净水浸湿的脱脂棉 (5 cm^3) 为其补充水分。分别以 5, 10, 15, 20, 25 头/盒为桃蛀螟 3 龄幼虫的密度, 以 3, 6, 9, 12, 15 头/盒为桃蛀螟 5 龄幼虫的密度设置试验, 将不同密度的桃蛀螟 3 龄和 5 龄幼虫分别与 1 头饥饿处理后的蠋蝽 5 龄若虫或者雌雄成虫组合, 每处理 5 次重复。在温度 $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 70%, 光周期 16 L: 8 D 的人工气候箱中进行。24 h 后检查猎物死亡数量, 用镊子拨动桃蛀螟 3 龄和 5 龄幼虫, 没有反应即可以判定为死亡。

1.2.2 捕食功能反应拟合 本次研究以 Holling II 型圆盘方程模型对捕食功能反应进行拟合, 模型方程^[4]如下:

基金项目: 河北省教育厅平台项目 (河北省板栗产业协同创新中心 2021—2023)。

* 通信作者: 高素红, 女, 教授, 硕士研究生导师。主要研究方向: 昆虫生态学。E-mail: 498395824@qq.com。

齐慧霞, 女, 教授, 硕士研究生导师。主要研究方向: 植物有害生物综合防治。Email: qihuix@163.com。

收稿日期: 2023-05-08; 修改稿收到日期: 2023-09-21

$$N_a = aTN / (1 + aT_h N)$$

式中 N_a 为猎物被捕食的数量; a 为捕食者对猎物的瞬时攻击率; N 为猎物密度; T 为捕食者发现和处
理猎物的总时间(本次试验的总时间为 1 d, $T=1$); T_h 为处理猎物时间(捕食者捕食 1 头猎物所用的时间)。
1.2.3 搜寻效应计算 搜寻效应是捕食者在捕食行为中对猎物攻击的一种行为效应, 搜寻效应依赖于
猎物密度, 猎物种群密度越高, 搜寻时间越短, 捕食效率越高。依据拟合的 Holling II 型功能反应所得的
参数, S 为搜寻效应值, 其他参数同 1.2.2, 搜寻效应公式如下^[5]:

$$S = a / (1 + aT_h N)$$

1.3 数据统计与分析

试验所得到的数据使用 Excel 2016 记录和处理, 然后运用 SPSS 26.0 拟合功能反应方程。最后借
助 Graphpad Prism 8.3.0 绘制图形。

2 结果与分析

2.1 蠋蟥对桃蛀螟 3 龄幼虫捕食功能反应

蠋蟥 5 龄若虫和雌雄成虫对桃蛀螟 3 龄幼虫的捕食量随桃蛀螟密度的升高而增加, 捕食功能反应
均符合 Holling II 模型(表 1, 图 1)。其中, 蠋蟥雌成虫对桃蛀螟 3 龄幼虫的瞬时攻击率、处理时间和日
最大捕食量分别为 1.453, 0.082 d 和 12.091 头; 蠋蟥雄成虫对桃蛀螟 3 龄幼虫的瞬时攻击率、处理时间
和日最大捕食量分别为 1.118, 0.085 d 和 11.655 头; 蠋蟥 5 龄若虫对桃蛀螟 3 龄幼虫的瞬时攻击率、处
理时间和日最大捕食量分别为 0.783, 0.091 d 和 10.965 头。蠋蟥 5 龄若虫、雌雄成虫对桃蛀螟 3 龄幼
虫的控害能力($a \cdot T_h^{-1}$)由强到弱的排列顺序为: 蠋蟥雌成虫(17.569), 蠋蟥雄成虫(13.030), 蠋蟥 5 龄
若虫(8.590)。

表 1 蠋蟥对桃蛀螟 3 龄幼虫捕食功能反应参数

处理	圆盘方程	R^2	瞬时攻击率 / a	处理时间 / T_h	日最大捕食量 / $(1 \cdot T_h^{-1})$	控害效应 / $(a \cdot T_h^{-1})$
雌成虫	$N_a = 1.453 N / (1 + 0.120 N)$	0.984	1.453	0.082	12.091	17.569
雄成虫	$N_a = 1.118 N / (1 + 0.096 N)$	0.973	1.118	0.085	11.655	13.030
5 龄若虫	$N_a = 0.783 N / (1 + 0.071 N)$	0.938	0.783	0.091	10.965	8.590

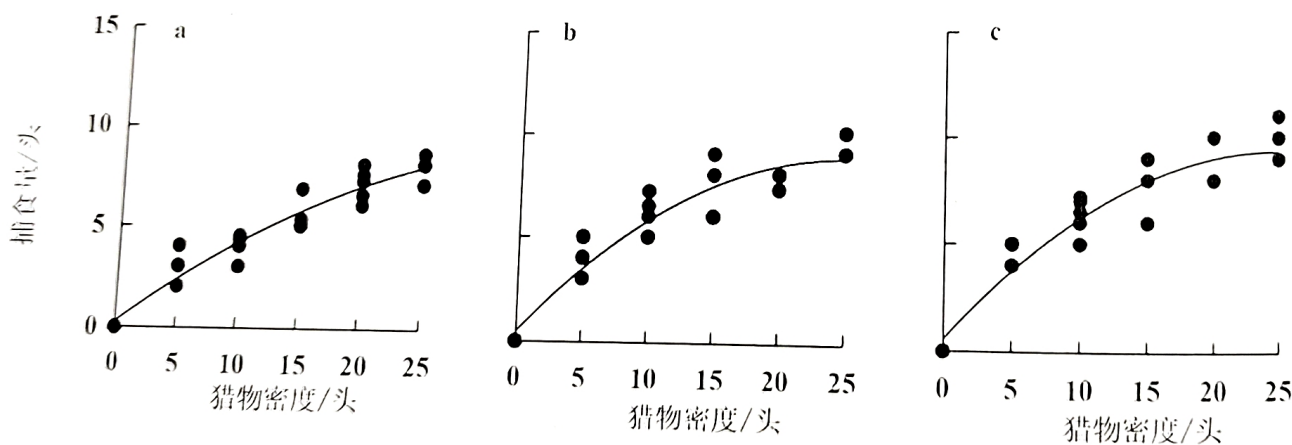


图 1 蠋蟥对桃蛀螟 3 龄幼虫的捕食功能反应
a, 蠋蟥 5 龄若虫; b, 蠋蟥雄成虫; c, 蠋蟥雌成虫

2.2 蠋蟥对桃蛀螟 3 龄幼虫搜寻效应

蠋蟥 5 龄若虫、雌成虫和雄成虫对桃蛀螟 3 龄幼虫的搜寻效应均随着桃蛀螟密度的增加而不断降
低(图 2)。初始时, 蠋蟥雌成虫对桃蛀螟 3 龄幼虫搜寻效应最高, 由强到弱的排列顺序为: 蠋蟥雌成虫
(0.908), 蠋蟥雄成虫(0.756), 蠋蟥 5 龄若虫(0.577)。当猎物密度达到最大时, 蠋蟥雌雄成虫及 5 龄
若虫对其搜寻效应都降到最低值, 由强到弱的排列顺序为: 蠋蟥雌成虫(0.363), 蠋蟥雄成虫(0.329),
蠋蟥 5 龄若虫(0.281)。

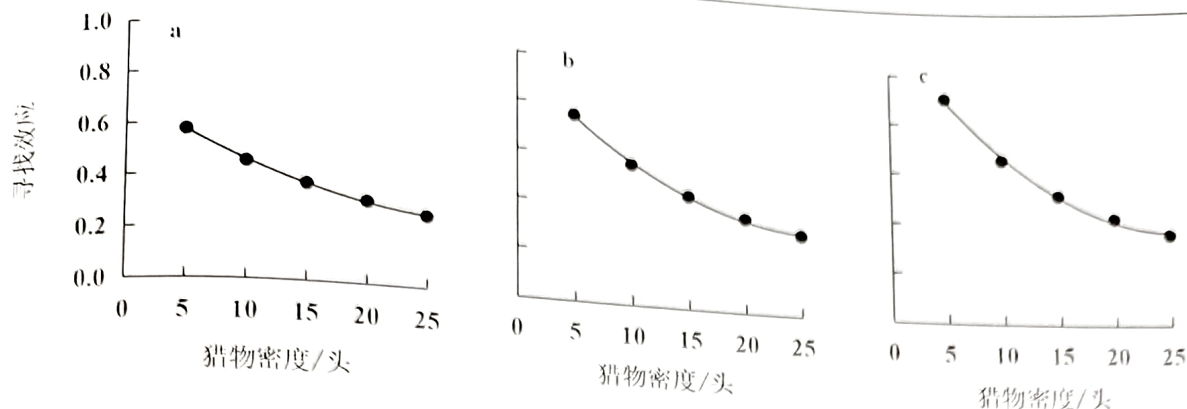


图2 蠋蝽对桃蛀螟3龄幼虫搜寻效应
a, 蠋蝽5龄若虫; b, 蠋蝽雄成虫; c, 蠋蝽雌成虫

2.3 蠋蝽对桃蛀螟5龄幼虫捕食功能反应

蠋蝽5龄若虫和雌雄成虫对桃蛀螟5龄幼虫的捕食量随桃蛀螟密度的升高而增加, 功能反应均符合Holling II模型(表2, 图3)。其中, 蠋蝽雌成虫对桃蛀螟5龄幼虫的瞬时攻击率、处理时间和日最大捕食量分别为0.914, 0.094 d和10.695头; 蠋蝽雄成虫对桃蛀螟5龄幼虫的瞬时攻击率、处理时间和日最大捕食量分别为0.783, 0.117 d和8.525头; 蠋蝽5龄若虫对桃蛀螟5龄幼虫的瞬时攻击率、处理时间和日最大捕食量分别为0.682, 0.121 d和8.299头。蠋蝽5龄若虫、雌雄成虫对桃蛀螟5龄幼虫的控害能力($a \cdot T_h^{-1}$)由强到弱的排列顺序为: 蠋蝽雌成虫(9.780), 蠋蝽雄成虫(6.676), 蠋蝽5龄若虫(5.660)。

表2 蠋蝽对桃蛀螟5龄幼虫捕食功能反应参数

处理	圆盘方程	R^2	瞬时攻击率 $/a$	处理时间 $/T_h$	日最大捕食量 $/(1 \cdot T_h^{-1})$	控害效应 $/(a \cdot T_h^{-1})$
雌成虫	$N_a = 0.914 N / (1 + 0.085 N)$	0.989	0.914	0.094	10.695	9.780
雄成虫	$N_a = 0.783 N / (1 + 0.091 N)$	0.984	0.783	0.117	8.525	6.676
5龄若虫	$N_a = 0.682 N / (1 + 0.082 N)$	0.988	0.682	0.121	8.299	5.660

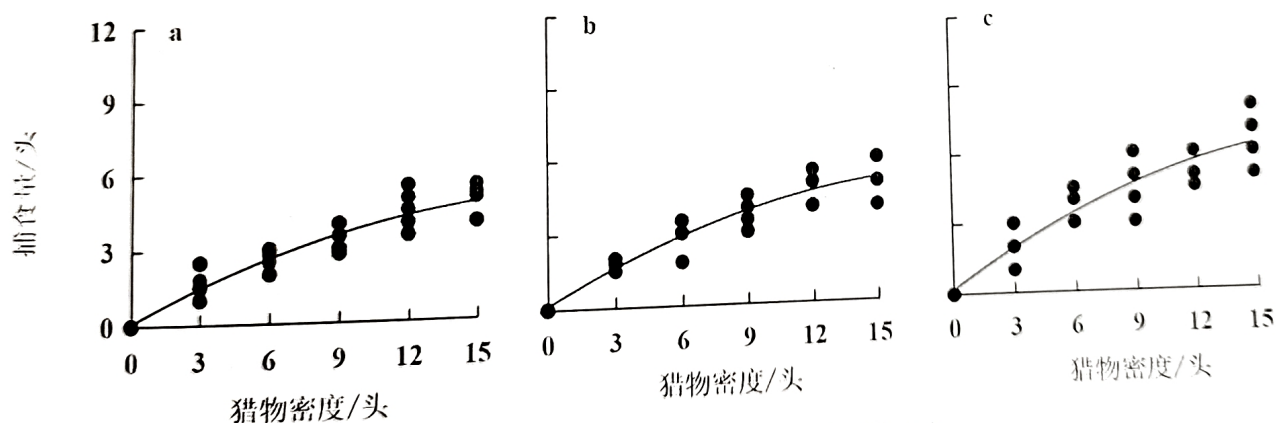


图3 蠋蝽对桃蛀螟5龄幼虫捕食功能反应
a, 蠋蝽5龄若虫; b, 蠋蝽雄成虫; c, 蠋蝽雌成虫

2.4 蠋蝽对桃蛀螟5龄幼虫搜寻效应

蠋蝽5龄若虫、雌成虫和雄成虫对桃蛀螟5龄幼虫的搜寻效应均随着桃蛀螟密度的增加而不断降低(图4)。初始时, 蠋蝽雌成虫对桃蛀螟5龄幼虫搜寻效应最高, 由强到弱的排列顺序为: 蠋蝽雌成虫(0.728), 蠋蝽雄成虫(0.614), 蠋蝽5龄若虫(0.547)。当猎物密度达到最大时, 蠋蝽雌成虫及5龄若虫对其搜寻效应都降到最低值, 由强到弱的排列顺序为: 蠋蝽雌成虫(0.401), 雄成虫(0.329), 5龄若虫(0.305)。

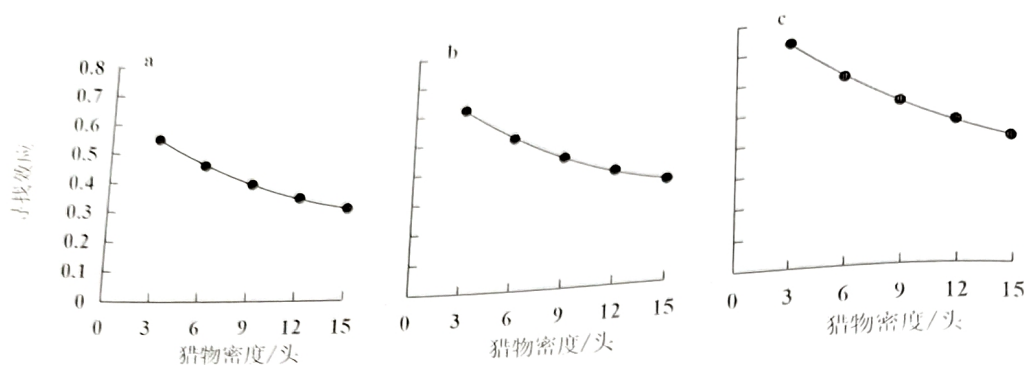


图4 蠋蝽对桃蛀螟5龄幼虫搜寻效应
a, 蠋蝽5龄若虫; b, 蠋蝽雄成虫; c, 蠋蝽雌成虫

3 结论与讨论

捕食性天敌捕食害虫以及对其控害能力通过捕食功能反应来评价。本次试验主要研究了蠋蝽5龄若虫、雌成虫和雄成虫对桃蛀螟3龄、5龄幼虫捕食功能反应,以明确不同虫态蠋蝽对桃蛀螟幼虫不同龄期的捕食量及防控潜能。本次研究结果显示,蠋蝽对桃蛀螟幼虫有较强的捕食能力。

Holling在1959年首次提出了捕食功能反应,并将其作为检验天敌控制害虫的一个重要基础。本次试验研究结果表明,蠋蝽5龄若虫、雌雄成虫对桃蛀螟3龄、5龄幼虫的捕食功能反应均符合Holling II功能模型,这与其他天敌昆虫对害虫的捕食功能反应模型一致^[6-11]。

蠋蝽雌成虫对桃蛀螟3龄、5龄幼虫的捕食能力较蠋蝽雄成虫和5龄若虫强,符合捕食者体型形态大所需要猎物更多的观点^[12]。蠋蝽对猎物的搜寻能力随着猎物密度的增加而降低,这与蠋蝽捕食其他食物的搜寻效应结果一致^[13]。

蠋蝽对于桃蛀螟3龄、5龄幼虫的捕食能力是在室内试验所得。在板栗园中,蠋蝽的捕食行为受温度、湿度等环境因子影响,对昆虫的捕食与选择性以及饥饿的耐受性等方面尚不明确。蠋蝽对于桃蛀螟的不同虫态是否存在偏好以及蠋蝽种内干扰效应还有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 鹿金秋,王振营,何康来,等. 桃蛀螟研究的历史,现状与展望[J]. 植物保护,2010,36(2):31-38.
- [2] 樊瑞强. 板栗桃蛀螟的发生与防治[J]. 河北果树,2021(1):58-59.
- [3] 刘宸宇,段立清. 2种植物精油对蠋蝽捕食功能反应的影响[J]. 现代园艺,2023,46(5):7-9.
- [4] Holling C S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism[J]. The Canadian Entomologist, 1959, 91(7):385-389.
- [5] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [6] 周军辉,李鹏雷,郑卉娜,等. 六斑月瓢虫对柑橘木虱若虫的捕食功能反应[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2020,49(3):295-299.
- [7] 方亮,苑金戈,付国润,等. 叉角厉蝽对烟青虫的控害能力及烟田定殖潜力研究[J]. 植物医学,2022,1(6):89-96.
- [8] 陈涛,栾欣,姜延军,等. 黑缘红瓢虫对苹果球蚧捕食功能的初步研究[J]. 中国植保导刊,2022,42(11):18-21.
- [9] 胡长效,强承魁,王胜永. 微小花蝽对梨瘿蚊的室内捕食作用[J]. 江苏农业学报,2020,36(1):57-62.
- [10] 李少卡,吴明月,林俊旭,等. 南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽的捕食功能研究[J]. 应用昆虫学报,2022,59(2):318-325.
- [11] 于静亚,董立坤,王志华,等. 蠋蝽成虫对印度修尾蚜的捕食功能反应[J]. 湖北植保,2022(5):31-34.
- [12] 杨灿,母银林,汪洁等. 蠋蝽成虫对两种烟草害虫卵及3龄幼虫的捕食功能反应[J]. 植物保护,2022,48(1):158-162.
- [13] 孙婧婧,王孟卿,唐艺婷等. 蠋蝽对棉铃虫幼虫的捕食功能反应[J]. 植物保护学报,2021,48(5):1 081-1 087.

第一作者简介: 沈茹丹(1996-), 女, 硕士研究生。主要研究方向: 天敌昆虫利用。

(责任编辑: 朱宝昌, 蔡瑞国)

Predatory Functional Response of *Arma chinensis* to the Larvae of *Conogethes punctiferalis*

SHEN Rudan^{1,2}, GAO Suhong^{1,2}, QI Huixia^{1,2}, YANG Siyao^{1,2}, XU Changxin³

(1 Engineering Research Center, Ministry of Education for Chestnut Industry Technology,

Qinhuangdao Hebei, 066600; 2 College of Agronomy and Biotechnology/

Hebei Key Laboratory of Crop Stress Biology, Hebei Normal University of Science & Technology;

3 Changli Pomology Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences; China)

Abstract: The predation ability of the 5th instar nymph, female and male adults of *A. chinensis* against the 3rd and 5th instar larvae of *C. punctiferalis* was measured under indoor conditions to clarify the biological control potential of *A. chinensis* against the larvae of *C. punctiferalis*. The results showed that predation functional responses of the 5th instar nymphs, male and female adults of *A. Chinensis* to *C. punctiferalis* at different ages all conformed to the Holling II model. The control ability (a/Th) of the 5th instar nymph, male and female adults of *A. Chinensis* to the 3rd and 5th instar larvae of *C. punctiferalis* was as follows in descending order: female adults of *A. Chinensis*, male adults of *A. chinensis*, the 5th instar nymph of *A. Chinensis*. As the density of the 3rd and 5th instar larvae of *C. punctiferalis* increased, the search effect of *A. Chinensis* gradually decreased, and the search effect of female adult was greater than that of the 5th instar nymph and male adult. The 5th instar nymph, male and female adults of *A. chinensis* had good control potential against *C. punctiferalis*, and the control potential of female adult of *A. chinensis* was greater than that of male adult and the 5th instar nymph.

Key words: *Arma chinensis*; *Conogethes punctiferalis*; predation functional response; searching efficiency

(上接第 29 页)

The Effects of Planting Density and Calcium Fertilizer Application Amount on Yield and Quality of High Oleic Acid Peanut in Eastern Hebei Province

LIU Yuming¹, CAI Ruiguo¹, MENG Shuanglong¹, LI Xiaoyan², ZHANG Min¹

(1 Hebei Key Laboratory of Crop Stress Biology/College of Agronomy and Biotechnology,

Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao Hebei, 066600;

2 Agriculture and Rural Bureau of Changli County; China)

Abstract: The effects of planting density and calcium fertilizer application amount on yield and quality of high oleic acid peanut in eastern Hebei Province were studied under field conditions, taking Jihua No. 19 peanut variety as the test material, and setting three planting density levels (120 000, 150 000, 180 000 holes $\cdot$ hm^{-2}) and five calcium fertilizer application amount levels (0, 187.5, 375.0, 562.5, 750.0 $kg \cdot hm^{-2}$). The results showed that the interaction between planting density and calcium fertilizer application amount could give full play to the yield increase potential of peanut population, and the root dry matter accumulation, fruit quality and quantity were significantly increased at each growth stage. At the same planting density level, the root dry matter accumulation was the highest with the calcium fertilizer application rate of 375.0 $kg \cdot hm^{-2}$. When the planting density of Jihua No. 19 was 120 000 holes $\cdot$ hm^{-2} and 375 $kg \cdot hm^{-2}$ rare earth calcium fertilizer was applied, the higher yield was obtained in eastern Hebei Province, reaching 6 039.04 $kg \cdot hm^{-2}$, which increased by 12.98% compared with no application of calcium fertilizer at the same planting density. The crude fat content of high oleic acid peanut kernels was higher, and the quality was better.

Key words: High oleic acid peanut; planting density; calcium fertilizer application amount; yield and quality; eastern Hebei Province

《河北科技师范学院学报》

第九届编辑委员会

主任委员：郭鸿湧

副主任委员：闫立英

委 员：（以姓氏笔画为序）

于凤鸣 马玉泉 马增军 王利江 车永和 牛 奎
白俊东 巩元芳 吕金凤 朱天志 朱凤妹 朱英波
朱建佳 任 海 刘志亮 刘荣昌 刘素稳 齐秀东
闫立英 孙伟明 杜 彬 李志新 李国防 杨越冬
邹德文 宋士清 张传生 张国君 张京政 陈丽娜
武军凯 林小虎 侍朋宝 赵立强 郭鸿湧 常学东
蔡爱军

主 编：杨越冬

副 主 编：邹德文

HEBEI KEJI SHIFAN XUEYUAN XUEBAO

河北科技师范学院学报

季刊 1987 年创刊

第 37 卷 第 4 期（总第 148 期）

2023 年 12 月出版

JOURNAL OF HEBEI NORMAL UNIVERSITY
OF SCIENCE & TECHNOLOGY

Quarterly, Founded in 1987

Vol.37 No.4(General Serial No.148)

Published in Dec.2023

主管单位：河北省教育厅

主办单位：河北科技师范学院

主 编：杨越冬

主 任：邹德文

编辑出版：河北科技师范学院学报编辑部

电 话：0335-8076375

E-mail: ksxbj@163.com

印刷单位：秦皇岛市昌黎文苑印刷有限公司

国内发行：河北科技师范学院学报编辑部

（河北秦皇岛，邮政编码：066004）

海外发行：中国国际图书贸易集团有限公司

国外发行代号 Q 462

Supervised by: Hebei Education Department

Sponsored by: Hebei Normal University of
Science & Technology

Editor-in-Chief: YANG Yuedong

Director: ZOU Dewen

Published by: Journal Editorial Department of
Hebei Normal University of
Science & Technology

Distributed Abroad by: China International Book
Trading Corporation
(Code NO. Q462)

公开发行人

国际标准连续出版物号 ISSN 1672-7983

国内统一连续出版物号 CN 13-1344/N

定价：10.00 元