

马齿苋提取物对玉米蚜的拒食活性

邹玉¹, 邵鸣¹, 王涛¹, 许龙^{1,2*}

(1. 佳木斯大学生命科学学院, 黑龙江佳木斯 154007; 2. 佳木斯大学应用昆虫研究所, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要 [目的]探究不同条件下马齿苋石油醚提取物对玉米蚜的拒食活性。[方法]采用单因素试验和正交试验,研究不同浓度、温度和时间条件下马齿苋提取物对玉米蚜的拒食率。[结果]提取物浓度为 100 mg/mL、温度为 25 ℃、时间为 48 h 时马齿苋提取物对玉米蚜的拒食活性最高。提取物浓度对马齿苋拒食活性影响最大,其次为时间因素。[结论]试验结果为开发以马齿苋为原料的植物性杀虫剂提供了理论依据。

关键词 马齿苋; 提取物; 玉米蚜; 拒食活性

中图分类号 S435.132 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)31-0094-03

Purslane Extract on the Antifeedant Activity of Corn Leaf Aphid

ZOU Yu¹, SHAO Ming¹, WANG Tao¹, XU Long^{1,2*} (1. School of Life Sciences, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. Institute of Applied Insect, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract [Objective] The aim was to study on antifeedant activity of purslane petroleum ether extract on corn leaf aphid under different conditions. [Method] Using single factor and orthogonal test, the antifeedant activity of purslane petroleum ether extract on corn leaf aphid under different concentration, temperature and time was studied. [Result] The results showed that under concentration of 100 mg/mL, temperature 25 ℃, time 48 h, the antifeedant activity of purslane petroleum ether extract was the highest. Extract concentration was the key factor influencing the antifeedant activity, followed by time factor. [Conclusion] The study provides theoretical basis for development of vegetable insecticide with purslane as raw material.

Key words Purslane; Extract; Corn leaf aphid; Antifeedant activity

马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)属马齿苋科的肉质野生草本植物,又称马齿草、五行草、长命菜、蚂蚱菜、马舌菜等,在我国分布广泛,是常见的中草药之一。医书记载,马齿苋性味酸寒,具有清热解毒、散学消肿、止痢之功效^[1],主治热痢脓血、热淋、带下、肿痛恶毒、丹毒^[2]。现代药理试验也证明了马齿苋具有很强的抑菌作用^[3]。此外,马齿苋还有防治农业害虫的功效,《中国土农药志》中就有记载^[4]。

玉米蚜[*Rhopalosiphum maidis* (Fitch)]为蚜科昆虫,世界性害虫,主要为害玉米、大麦、小麦等禾谷类农作物,其成、若蚜通过刺吸植物韧皮部汁液对农作物直接产生危害,同时也是玉米矮花叶病毒(MDMV)、玉米叶斑病毒(MMSV)、玉米花叶条纹病毒(MMSV)等植物病毒的传播载体,取食时分泌的蜜露分布于植物叶片表面,影响植物光合作用的同时还能引起煤污病^[5-9]。玉米蚜对玉米的危害始于抽雄前的雄穗苞内,多集中于雄穗苞、新抽出的雄穗、雄穗柄、旗叶基部和幼嫩的雌穗苞叶上对玉米产生危害,严重时,成、若蚜群集于新抽出和尚未抽出的雄穗上以及正在灌浆的雌穗上吸食,造成雄穗无法散粉,导致籽粒灌浆不实,影响玉米产量。玉米蚜繁殖力高、能迁飞且易产生抗性,防治较为困难。化学方法防治玉米蚜虽然效果显著且使用方便,但会污染环境、破坏生态系统,且易使玉米蚜产生抗药性,植物性杀虫剂防治玉米蚜高效、作用机理多样、不易诱发病虫害抗药性、与环境相容性好、选择性高、对非靶标生物相对安全,已成为新型的无公害农药。鉴于此,笔者研究了马齿苋提取物在不同条

件下对玉米蚜的拒食活性,以期开发以马齿苋为原料的新型植物杀虫剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 玉米蚜采自佳木斯郊区玉米地,经佳木斯大学罗志文副教授鉴定为蚜科玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis*),野生马齿苋采自佳木斯大学校园内,经佳木斯大学程海涛副教授鉴定为马齿苋科马齿苋(*Portulaca oleracea*)。

1.2 方法

1.2.1 马齿苋提取物的制备 将马齿苋地上部分自然阴干后,置于干燥箱内 50 ℃烘至发脆,用中药粉碎机粉碎并过 40 目筛制成干粉,称取干粉 20 g,加入 10 倍量石油醚于 50 ℃加热 3 h 后,放入布氏漏斗中抽滤,重复 3 次,合并 3 次滤液,将滤液在旋转蒸发仪内减压浓缩成稠膏状,然后将浸提稠膏用 50% 丙酮稀释定容至 60 mL(1 g 干粉 1 mL),装入磨口棕色广口瓶密封,置于冰箱中备用。

1.2.2 拒食活性的测定 将供试样品(1 g 干粉 1 mL)用吐温-80 水溶液分别稀释成 12.5、25.0、50.0、75.0、100.0 mg/mL,并用吐温-80 水溶液稀释后的丙酮溶液作为对照,选取 4.5 cm² 的玉米叶在处理和对溶液液中分别浸 3 s,取出晾干,在其叶背转接 20 头 3~4 龄无翅玉米蚜,将以上处理的接虫玉米叶放入培养皿,叶背朝下,滴入蒸馏水保湿,置于恒温培养箱采用不同温度饲养,分别在 6、12、24、36 和 48 h 后检查各处理叶片上玉米蚜的栖息数,每次处理重复 3 次,结果用 *t* 检验分析处理与对照组之间的差异显著性,并用 SPSS 软件对拒食率进行显著性分析。拒食率 = (对照叶片虫数 - 处理叶片虫数) / 对照叶片虫数 × 100%。

1.2.2.1 拒食活性单因素试验 拒食活性测定单因素试验包括提取物浓度、饲养温度和饲养时间,提取物浓度(A):

基金项目 佳木斯大学研究生科技创新项目(LZR2015-008)。

作者简介 邹玉(1991-),女,黑龙江佳木斯人,硕士研究生,研究方向:资源昆虫开发与应用。*通讯作者,副教授,硕士生导师,从事昆虫学研究。

收稿日期 2016-08-25

12.5、25.0、50.0、75.0 和 100.0 mg/mL、饲养温度(B):15、20、25、30 和 35 ℃、饲养时间(C):6、12、24、36 和 48 h。每个影响因子进行 3 次重复性试验,分别计算拒食率,选用 3 次平均值作为试验参数,确定各因素对试验影响,筛选出单因素试验条件及参数。

1.2.2.2 拒食活性测定正交试验。按照单因素试验结果,选取提取物浓度(A)、培养温度(B)、培养时间(C)3 个因素进行拒食活性测定正交优化试验,采用 $L_9(3^3)$ 正交表设计试验(表 1)。

表 1 正交试验因素与水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平 Level	因素 Factors		
	提取物浓度(A) Extract concentration mg/mL	温度(B) Temperature ℃	时间(C) Time h
1	50	20	24
2	75	25	36
3	100	30	48

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 提取物浓度对玉米蚜拒食活性的影响。由表 2 可知,浓度为 12.5~100.0 mg/mL 时,处理组与对照组之间均有显著差异,表明该浓度范围内马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性良好,随着马齿苋提取物浓度逐渐升高,其对玉米蚜的拒食活性逐渐增强,当浓度为 100.0 mg/mL 时,拒食率达 83.89%。

表 2 不同浓度马齿苋提取物对玉米蚜的拒食活性^a

Table 2 Different concentrations of purslane extract on the antifeedant activity of corn aphid^a

提取物浓度 Extract concentration //mg/mL	处理虫数 Insect number of treatment//头	对照虫数 Insect number of control//头	拒食率 Antifeedant rate//%
12.5	8.30**	23.67	63.46
25.0	5.00**	15.70	67.23
50.0	6.30**	22.00	69.40
75.0	3.27**	14.63	77.53
100.0	4.07**	25.31	83.89

注:a 表示饲养时间为 24 h、温度为 20 ℃ 时的拒食活性; ** 表示与对照相比 $P < 0.01$ 。

Note: a stands for antifeedant activity of feeding time 24 h, temperature 20 ℃; ** stands for $P < 0.01$ compared with control.

2.1.2 饲养时间对玉米蚜拒食活性的影响。由表 3 可知,饲养时间为 6 h 时,处理与对照组之间差异不显著,表明该时间内马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性较差。时间为 24~48 h 时,处理与对照组之间均有显著差异,表明该时间范围内马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性良好,随着饲养时间逐渐增加,马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性逐渐增强,时间为 48 h 时,拒食率为 81.99%。

2.1.3 温度对玉米蚜拒食活性的影响。由表 4 可知,当温度为 15~30 ℃ 时,处理组与对照组之间有显著差异,在该温度范围内,马齿苋提取物对玉米蚜拒食效果较好,当温度为 35 ℃ 时,处理组与对照组之间差异不显著,可能由于该提取

物对温度敏感,导致其稳定性降低。

表 3 不同饲养时间下马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性^a

Table 3 Purslane extract in different time on the antifeedant activity of corn aphid^a

时间 Time h	处理虫数 Insect number of treatment//头	对照虫数 Insect number of control//头	拒食率 Antifeedant rate//%
6	13.00	21.33	39.17
12	6.00*	11.00	50.45
24	6.30**	26.70	76.33
36	5.00**	23.67	78.20
48	3.00**	16.60	81.99

注:a 表示提取物浓度为 75 mg/mL、温度为 20 ℃ 时的拒食活性; * 表示与对照相比 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$ 。

Note: a stands for antifeedant activity of extract concentration 75 mg/mL, temperature 20 ℃; * stands for $P < 0.05$, ** stands for $P < 0.01$ compared with control group.

表 4 不同温度下马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性^a

Table 4 Purslane extract under different temperature on antifeedant activity of corn aphid^a

温度 Temperature ℃	处理虫数 Insect number of treatment//头	对照虫数 Insect number of control//头	拒食率 Antifeedant rate//%
15	4.97**	17.67	70.09
20	4.27**	15.93	72.30
25	3.00**	17.23	78.59
30	6.00**	19.30	71.16
35	3.30	11.17	72.45

注:a 表示提取物浓度为 75 mg/mL、时间为 24 h 时的拒食活性; ** 表示与对照相比 $P < 0.01$ 。

Note: a stands for antifeedant activity of extract concentration 75 mg/mL, time 24 h; ** stands for $P < 0.01$ compared with control group.

2.2 正交试验结果 通过正交试验得出,影响马齿苋提取物对玉米蚜拒食活性的因素顺序为 $A > C > B$,即对玉米蚜拒食活性影响最大的因素为提取物浓度,其次为时间,温度对拒食活性影响较小,通过试验确定在 $A_3B_2C_3$ 条件下,马齿苋干粉提取物对玉米蚜拒食活性最高,即提取物浓度为 100 mg/mL、温度为 25 ℃、时间为 48 h 时拒食活性最高(表 5)。

表 5 正交试验设计与结果

Table 5 Design and results of orthogonal test

试验号 Test No.	因素 Factors			拒食率 Antifeedant rate %
	A	B	C	
1	1	1	1	70.25
2	1	2	2	74.64
3	1	3	3	79.20
4	2	1	2	77.86
5	2	2	3	81.03
6	2	3	1	74.45
7	3	1	3	84.56
8	3	2	1	81.11
9	3	3	2	82.58
K_1	74.70	77.56	75.27	
K_2	77.78	78.93	78.36	
K_3	82.75	78.74	81.60	
R	8.05	1.37	6.33	

3 结论与讨论

试验结果表明,马齿苋提取物对玉米蚜具有良好的拒食活性,其作为植物性杀虫剂具有良好的开发前景。

影响马齿苋对玉米蚜拒食活性的因素主要有提取物浓度、时间、温度等因素。通过正交试验得出,提取物浓度对其拒食活性影响最大,其次是时间因素,温度对拒食活性影响较小,当提取物浓度为100 mg/mL、温度为25℃、时间为48 h时对玉米蚜拒食活性最高。

植物性杀虫剂的活性成分通常为来源于植物体的次生代谢产物,但由于植物次生物质种类多,结构复杂,该试验得到的对玉米蚜具有拒食活性的物质为一类混合物,马齿苋杀虫活性单体物质和杀虫机理仍有待深入研究。此外,马齿苋具有杀虫活性的物质对热不稳定,易受环境因素影响,提高其稳定性也是开发利用马齿苋的关键。

参考文献

[1] 陈灿,黄璜,李爱华.我国马齿苋研究进展[J].中国野生植物资源,

2002,21(6):6-8.

- [2] 江苏新医学院.中药大辞典:上册[M].上海:上海人民出版社,1975.
- [3] 俞佩芳.三种常见药用植物抗菌作用的探讨[J].华东师范大学学报(自然科学版),1994(3):89-93.
- [4] 土农药科学研究编辑委员会.中国土农药志[M].北京:科学出版社,1959.
- [5] WANG Y H, SU L, WU J X. Effect of temperature on the population increase of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* [J]. Entomological knowledge, 2002, 39(4): 277-280.
- [6] MA Z H, WANG H G. Epidemiological analysis of maize dwarf mosaic disease in China [J]. Bulletin of national science foundation of China, 2002(1): 44-46.
- [7] LI L L, WANG Z Y, HE K L, et al. Effects of transgenic corn expressing *Bacillus thuringiensis* cry1Ab toxin on population increase of *Rhopalosiphum maidis* Fitch [J]. Chinese journal of applied ecology, 2007, 18(5): 1077-1080.
- [8] ZHAO J H, SHANG Y F, LU X B, et al. Study on correlation between aphid change and epidemic of maize dwarf mosaic disease on maize field [J]. Shandong agricultural sciences, 2003(1): 30-31.
- [9] SO Y S, JI H C, BREWBAKER J L. Resistance to corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) in tropical corn (*Zea mays* L.) [J]. Euphytica, 2010, 172(3): 373-381.

(上接第88页)

穿透深度远低于箱式水池中心的距离,水体的反应也存在不均匀性。虽然增加了搅拌装置,能够一定程度上提高反应体系的均匀性,但同样存在设计上的问题,仍难以达到较好的处理效果。

(3)管道式。管道式的设备构造包括内置方形罐体、罐体内置水管、罐体外部微波发射及控制装置、通风散热装置、温控装置及进出水口等。从结构设计上看,如果采用的水管管径小于DN50,微波辐射穿透深度能够到达水管的中心,实现有效的全面辐射;若管径大于DN50,存在穿透深度不够的问题。

就以上3种结构的微波水处理设备,从穿透深度上分析,箱式水池循环式和圆形水罐搅拌式的穿透深度小,虽然都增加了相应设备提高其均匀性,但效果有限;管道式的穿透深度能够辐射到中心位置,实现全面辐射,大幅提高处理效率。因此,单从穿透深度分析,管道式是目前微波水处理设备中内部水体结构较好的方式之一。

4 存在的问题及解决措施

微波水处理设备在研究及应用上需注意以下几方面问题:①穿透深度对处理效果的影响。微波辐射对污水的穿透深度有限,一旦污水水体的深度超过辐射的穿透深度,将导致部分水体不能吸收微波能,反应体系的能量分布不均,影响反应速率。②辐射时间对处理效果的影响。微波对水体的辐射时间决定了水分子吸收微波能的大小。时间越长,吸收微波能越多,反应越剧烈,处理效果越好;反之,处理效果差。③散热方式对设备运行稳定性的影响。微波发射及辅助装置在运行过程中会产生大量热量,如果没有合适的散热

方式及时降低设备运行中的温度,将会引发温度报警装置切断电源停止工作,造成设备运行不连续。

针对以上问题,在微波水处理设备的设计上,提出以下改进措施:①设备的反应水体设置成管道式,管径不大于DN50,管道分层布置。一方面,使水管中间水体能够吸收微波能;另一方面,可以增加微波辐射时间,提高微波能的利用率。②设备的内罐设置为长方体,四周布置微波发射装置,提高微波辐射的均匀性。③增加设备运行温度的散热冷却方式,常用的有风冷、水冷和油冷3种方式,可以根据设备的大小选择合适的散热冷却方式。

5 小结

通过对箱式水池循环式、圆形水罐搅拌式、管道式3种微波水处理设备内部水池结构的分析,从微波的穿透深度出发,指出微波辐射不能到达设备水池中心位置导致处理效果不佳的问题。针对这种情况,提出采用管道式的水池方式、管道分层布置及增加散热方式措施,对现有的微波水处理设备进行改进,以达到更好的处理效果。微波应用于污水处理行业是一种新技术的尝试,应用前景广阔。

参考文献

- [1] 乔玮,王伟,黎攀,等.城市污水污泥微波热水解特性研究[J].环境科学,2008,29(1):152-157.
- [2] 吕春敏,严莲荷,王剑虹,等.光、微波、热催化氧化效果的比较[J].工业水处理,2003,23(8):36-38.
- [3] HONG S M, PARK J K, TEERADEJ N, et al. Pretreatment of sludge with microwaves for pathogen destruction and improved anaerobic digestion performance [J]. Water Environ Res, 2006, 78(1): 76-83.
- [4] 肖朝伦,唐嘉丽,潘峰,等.微波辐射对脱水城市污泥穿透性和脱水性的影响[J].过程工程学报,2011,11(2):215-220.