

## 声波对蚜虫危害及大白菜生长影响的初步研究

秦玉川

(中国农业大学植物保护学院)

李周 崔哲 安美瑛

(韩国国立农业科技研究所蚕桑与昆虫学部)

**摘要** 在温室内研究了不同声波处理对大白菜及蚜虫的影响。结果表明:绿色音乐对桃蚜和萝卜蚜具有控制作用;超声波对桃蚜具有控制作用。绿色音乐处理可使桃蚜的体色由绿色改变为红色,且红色桃蚜的酯酶活性极显著地高于绿色桃蚜;3种酯酶的分子量(kD),红色桃蚜为18,24,和43,而绿色桃蚜分别为20,30和40。声波处理的大白菜的产量显著高于对照。

**关键词** 绿色音乐;超声波;大白菜;蚜虫;体色;酯酶

中图分类号 S433.3

## Preliminary Study on the Relationship Among Sonic, Chinese Cabbage Growth and Aphids' Injury

Qin Yuchuan

(College of Plant Protection, CAU)

Lee Won-Chu Choi Young-Cheol Ahn Mi-Young

(Dept. of Sericulture and Entomology, NIAST, R. Korea)

**Abstract** The relationships among different sonic treatments, Chinese cabbage growth, and aphids' injury was studied in greenhouses. The results show: Peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) and turnip aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) could be controlled by green music, and peach aphid could be controlled by ultrasound. After green music treatment the body color of peach aphid could be changed from green to red; t-test shows the esterases activity of red color aphids is remarkably higher ( $P < 0.01$ ) than that of green ones; the molecular weights of the esterases of red color aphids are 18, 24, and 43 kD, but the green color ones are 20, 30, and 40 kD. The yields of Chinese cabbage of the sonic treatments are remarkably higher than that of control.

**Key words** green music; ultra sonic; Chinese cabbage; aphids; body color; esterases

关于音乐与作物生长甚至与病虫害危害的研究论文极其少见,只是见于大众媒体的某些新闻报道。如美国的Dan Carlson研究开发了音乐-花系统,他指出绿色音乐配合施肥可以促进植物生长、结实、改善品质,还可以极大地提高作物的抗逆性,如抗病虫、抗不良气候条件等<sup>[1]</sup>;韩国的李周经过对弦乐、吹奏乐、打击乐等乐种与植物生长关系的系统研究,精心筛选制作了绿色音乐。他的研究表明,随着音乐旋律的进行,植物也表现出了明显的跟随颤动节律,与对照相比气孔张开得更大。绿色音乐处理可以促进大多数温室蔬菜的生长<sup>[2]</sup>。这些报道令人

收稿日期: 2000-10-09

韩国科学与工程基金(KOSEF)资助项目

秦玉川,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

感到鼓舞,但遗憾的是都缺乏数据支持。美国西弗吉尼亚大学对超声波防治有害动物进行了系列试验,结果表明超声波和亚声波发生器对鼠、跳蚤、蛇和蟑螂等具有控制作用<sup>[3]</sup>。Betts 等最近的研究表明,超声波能够增强食物(橘汁、薯条)在细胞内的热传递而使微生物失活<sup>[4]</sup>。但超声波与作物生长关系的研究未见报道。以上报道大体说明:音乐可促进植物生长和增强其抗逆性;超声波对有害生物具有防治作用。这些易激发人们的兴趣,然而由于没有定量的数据,也易引起人们的争议。为明确音乐和超声波与植物生长及对虫害防治的定量关系,作者比较研究了绿色音乐和超声波对大白菜生长及对蚜虫的防治作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

录音机(KGM-600F, 200 W),绿色音乐盒带(韩国国立农业科技研究所蚕桑与昆虫学部的李周博士提供),20 kHz 超声波发生器(KW-506, 300 W),具有隔音墙的玻璃温室4间(每间为3 m × 2.2 m × 3 m),分光光度计(UV/VIS(UV 2)),微凝胶电泳仪(Mupid-21),大白菜(*B. brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*)种子,小萝卜(*Raphanus sativus*)种子,桃蚜(*Myzus persicae*(Sulzer)),萝卜蚜(*Lipaphis erysimi*(Kaltenbach)),幼苗培养盒,小花盆等。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 温室安排

温室东西向并排排列,依次分为绿色音乐处理、超声波处理、空室和对照。

绿色音乐:1999-06—07 每日6:00—9:00 放音乐3 h;1999-12—2000-04 每日7:00—10:00放音乐3 h。

超声波:发送超声波的时间和长度同绿色音乐处理。

空室:此室不作任何处理,仅起隔音作用,以确保对照不受上述声音处理的干扰。

对照:不发送绿色音乐和超声波,其他处理与绿色音乐和超声波处理相同。

#### 1.2.2 播种、移栽与接入蚜虫

大白菜和小萝卜的种子播在幼苗培养盒内(盒内装有专用培养材料),经常喷水保湿润。待幼苗长出2片真叶后移入小花盆(高13 cm,直径10.5 cm),每盆栽1棵苗。用大白菜做了3次试验(1999-06—07;1999-12—2000-02;2000-03—04);用小萝卜做了1次试验(2000-01—02)。每次试验3个处理(绿色音乐,超声波和对照),每个处理50盆,分2个重复,每重复25盆。待缓苗后,始接入蚜虫。桃蚜:20头/盆;萝卜蚜:10头/盆。播种、育苗和接种蚜虫均在3个处理温室内进行。播种后当天开始播送音乐或发送超声波。

#### 1.2.3 调查

定期调查各处理蚜虫种群数量(头/株),其中桃蚜还要调查红色蚜虫所占比例(红色蚜虫数/总蚜虫数)。研究期间温室内的其他害虫采用人工方法去除。

#### 1.2.4 不同体色桃蚜酯酶活性和分子量测定

酯酶活性:称取0.25 g 蚜虫加入10 mL 0~4 蒸馏水,匀浆3 min,加入5 mL 基质溶液(由M $\alpha$ -naphthylacetate 0.000 3 mol·L<sup>-1</sup>,丙酮1% 和磷酸缓冲液0.04 mol·L<sup>-1</sup>组成)。水浴(27 $\pm$ 3)30 min,加入1 mL DBLS(diazobluelaurylsulphate 溶液,由diazobou B 1% 2 mL 和Na-laurylsulphate 5 mL 配成),后用分光光度计测定(60 nm)<sup>[5]</sup>。

酯酶分子量:称取0.125 g 蚜虫,加入2.5 mL 0~4 蒸馏水,均浆2 min,后用聚丙烯酰胺凝胶电泳方法测定<sup>[6]</sup>。

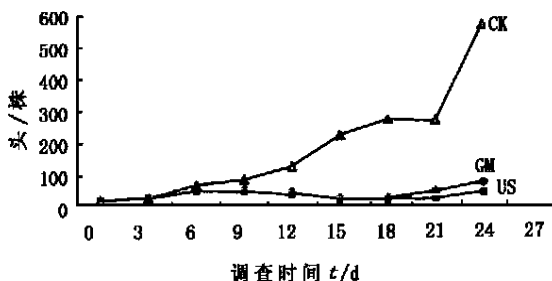
1.2.5 白菜产量测定 白菜移入小花盆后定期收获,收获时准确称取每株白菜的鲜重,进行 3 个处理的方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同声波处理下桃蚜与萝卜蚜的种群密度变化

桃蚜: 接虫时蚜虫均为绿色成蚜,随着时间的推移,绿色音乐和超声波处理的种群密度在经历一段缓慢上升后又出现下降,到调查结束时,种群密度没有明显提高。对照的种群密度随着时间变化逐步上升,到调查结束时已达到初始接虫密度的 27 倍之多(图 1)。桃蚜在自然状况下表现出不同的体色,常见的有绿色、红色和淡黄色<sup>[7]</sup>。在本研究中发现,绿色音乐处理的红色蚜虫比例很高,而对照和超声波处理几乎全为绿色蚜虫。为进一步证实声波是否可改变桃蚜的体色,以及其相关的机制,作者又进行了重复试验并做了相关的生化测定(见 2.2 节)。

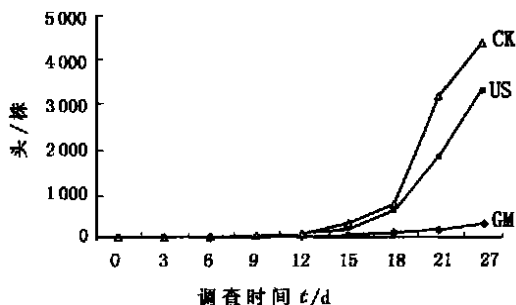
萝卜蚜: 接虫时均为墨绿色成蚜。与桃蚜不同的是随着时间的推移,3 个处理的蚜虫种群密度均有上升,但上升的幅度不同。绿色音乐处理的种群密度上升最缓慢,到调查结束时,其种群密度为接虫密度的 32.67 倍;而对照和超声波处理的种群密度上升较快,到调查结束时,其种群密度已分别达到接虫密度的 435.96 倍和 330.89 倍(图 2)。各处理蚜虫的体色一直未产生改变。



GM-绿色音乐 US-超声波

图 1 不同声波处理下桃蚜在大白菜上的种群密度比较

1999-06-24 接虫并开始调查(0 d),  
07-21 调查结束(27 d)



GM-绿色音乐 US-超声波

图 2 不同声波处理下萝卜蚜在大白菜上的种群密度比较

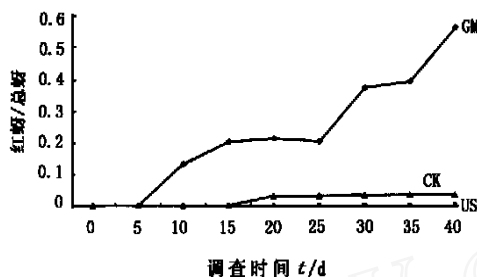
2000-04-03 接虫并开始调查(0 d),  
04-30 调查结束(27 d)

上述结果初步表明,绿色音乐对桃蚜和萝卜蚜的繁殖有抑制作用,而超声波只对桃蚜的繁殖有抑制作用。但这种抑制是直接还是间接的(即声波通过大白菜的变化再使蚜虫产生某种生理生化变化),则值得进一步研究证明。

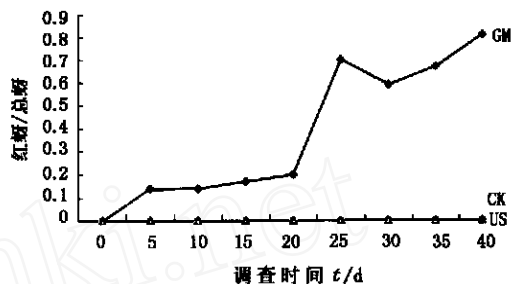
### 2.2 不同声波处理下的桃蚜体色变化及与酯酶活性的关系

在 2.1 试验的基础上,又分别用大白菜和小萝卜进行接虫试验(接入的桃蚜全为绿色成蚜),调查结果进一步证实不论是大白菜还是小萝卜,经过绿色音乐的处理均可使桃蚜由绿色改变为红色,超声波和对照处理的桃蚜体色基本未产生改变(图 3, 4)。绿色音乐和超声波处理的桃蚜种群密度都明显降低,这与 2.1 节的结果基本一致(本次试验只进行了定期抽样调查,

统计了红蚜比例,未进行系统的种群密度调查,这里3个处理间桃蚜种群密度的差异结论,是由一般观察取得的)。



GM-绿色音乐 US-超声波



GM-绿色音乐 US-超声波

图3 不同声波处理下大白菜上桃蚜的体色

图4 不同声波处理下小萝卜上桃蚜的体色

1999-12-23 接虫并开始调查(0 d),  
2000-02-01 调查结束(40 d)。

2000-01-01 接虫并开始调查(0 d),  
02-11 调查结束(40 d)。

分别对红色蚜和绿色蚜进行的酯酶测定和统计分析表明,红色蚜的酯酶活性显著高于绿色蚜(表1),2色蚜的酯酶分子量也不同,红色蚜分别为18,24和43 kD,而绿色蚜分别为20,30和40 kD。这些差别的产生初步说明绿色音乐确实对蚜虫产生了较为深刻的生理生

表1 2种体色桃蚜的酯酶活性比较

蚜虫	光密度值 OD	$ t $	$t_{0.01}$	P
红蚜	1.264 5 ± 0.013 60	28.90	2.819	< 0.01
绿蚜	0.888 7 ± 0.025 69			

化的诱导作用,这种诱导可能是直接的或是间接的(如上所述),值得进一步研究证实。

### 2.3 不同声波处理对大白菜产量的影响

由表2可看出,在2年4个重复产量试验中,绿色音乐处理的增产作用最为明显,超声波也具有增产作用。但不能忽略的是由于不同处理的蚜虫繁殖速率不同,故对大白菜造成的危害不同。如1999年对照的桃蚜密度显著高于2个声波处理;而2000年对照和超声波萝卜蚜的密度又显著高于绿色音乐处理。因此,不同处理下大白菜的产量差异是由声波的直接影响和蚜虫的危害2者造成的,本试验尚不能直接区分2者的具体作用程度。但从2年大白菜的生长看,声波处理的无论是小苗还是大菜长势都好于对照。而小苗期3个处理在接蚜虫以前均不受虫害的危害。另外,从2000年的萝卜蚜密度看(图2),超声波处理与对照的蚜虫密度近似,而超声波处理的产量却显著高于对照。这也初步说明了超声波处理对大白菜的生长具有一定促进作用。

表2 不同声波处理下大白菜的产量比较

g/株

处 理	1999-06—07		2000-03—04	
	重复 I	重复 II	重复 I	重复 II
绿色音乐	181.8 A	183.1 A	241.5 a	237.6 a
超声波	180.8 A	180.6 A	225.6 a	237.9 a
对照	142.9 B	150.2 B	212.5 b	218.9 a

### 3 讨论

桃蚜和烟蚜(*Myzus nicotianae*) 在田间可表现不同体色, 常见的有绿色、红色、橙黄色等。有研究表明, 这 2 种蚜虫的红色个体对农药的抗性高于绿色个体, 其抗性归因于单抗性酯酶, 烟蚜为  $\alpha$ -naphthyl acetate, 桃蚜为羧酸酯酶(E4)。这 2 种酯酶的分子量相等(67.3 kD), 等电点相等, 结构相似<sup>[8]</sup>。本研究表明, 通过绿色音乐诱导, 桃蚜的体色可由绿色变为红色, 红色个体的酯酶分子量分别为 18, 24 和 43 kD, 这些分子量均低于抗药性红色桃蚜酯酶的分子量(67.3 kD)。这一结果可初步说明, “抗”绿色音乐的酯酶是另外一类酯酶, 它们与抗农药的酯酶可能在理化性质和抗性机制上存在着差别。另外, 由于红色桃蚜酯酶的活性和分子量与绿色桃蚜的也存在着较为明显的差别, 说明绿色音乐的诱导作用是深刻的, 但还不能区分出桃蚜体色的改变, 至于其酯酶的改变是绿色音乐的直接影响还是通过植物的间接影响, 还需要进一步的研究。

本研究表明, 通过绿色音乐或超声波处理, 可较为明显地降低桃蚜和萝卜蚜的种群密度, 促进大白菜的生长, 并显著地提高了大白菜产量。

### 参 考 文 献

- 1 Carlson D. Sonic bloom plant growth system. Sonic bloom@iname.com. 1999
- 2 Lee Won-Chu. The plants growing with music. Korea Agrofood, 1997, (6): 41~ 43
- 3 Askham L R. Ultrasonic devices for pest control. NJAES Office of Communications and Public Affairs 1999
- 4 Betts GD, Oakley RM, Williams A. Inactivation of food borne microorganisms using ultrasonic waves. Encyclopaedia of Food Microbiology. London: Academic Press, 1999
- 5 Asperen K Van. A study of housefly esterases by means of a sensitive colorimetric method. J Ins Physiol, 1962, 8: 401~ 416
- 6 高希武, 郑炳宗. 生物化学方法监测瓜-棉蚜田间种群的抗性. 植物保护学报, 1990, 17(4): 373~ 377
- 7 Takada H C. Inheritance of body color in *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Appl Entomol Zool, 1981, 16: 557~ 573
- 8 Wolff M A, Abdel A Y, Goh D K, et al. Organophosphate resistance in the tobacco aphid (Homoptera: Aphididae): purification and characterization of a resistance-associated esterase. J Economic Entomology, 1994, 87(5): 1157~ 1164