

番茄植株中几种化学成分的化感效应^{*}

周志红¹ 骆世明² 牟子平²

(1 华南农业大学科研处, 广州 510642; 2 华南农业大学热带亚热带研究所)

摘要 从番茄植物的几种有机成分中, 选出了 5 种成分进行单一和 2 种成分混合的生物活性测定试验, 它们分别为: A. 邻苯二甲酸二异辛酯, B. 邻苯二甲酸二丁酯, C. 水杨酸甲酯, D. 水杨酸, E. 鞣酸。选用生菜、白菜和萝卜作为受体。结果表明, D、E 的抑制作用的临界浓度为 5×10^{-4} mol/L, A、B、C 的抑制作用的临界浓度为 2.5×10^{-2} mol/L; 酸与酯之间存在不同程度的协同作用或拮抗作用; 混合物的组分、组分物质的量比和受体种类都对化感作用的效应大小有很大影响。

关键词 番茄; 化学成分; 化感效应

中图分类号 Q 948.122

对植物化感作用物进行深入研究, 不仅有助于认识化感作用的作用机理, 而且可以作为合成杀虫剂和除草剂的替代物, 由于它们是天然产物, 具有较小的非目标毒性、易分解、无污染的特性, 使其能提供一个较安全的生物及杂草控制。

番茄(*Lycopersicon*)不仅具有重要的经济价值, 而且其内含物还有十分显著的杀虫及抗菌活性(林启寿, 1977; 黄新培, 1986)。对其化感作用的研究很早就有报道(平野俊, 1940)。但对化感作用物的研究仅见 Kim 等(1989), 他从番茄植株水提液中分离、鉴定出鞣酸和水杨酸等 7 种化学成分, 并用纯化学试剂对茄子进行了种子发芽试验, 确定鞣酸和水杨酸单独作用时, 其化感作用的界限浓度均为 5×10^{-3} mol/L。本研究以白菜、生菜和萝卜作为生物活性测定受体, 从前人鉴定出的几种番茄有机成分中选出了 5 种, 即: A. 邻苯二甲酸二异辛酯, B. 邻苯二甲酸二丁酯, C. 水杨酸甲酯, D. 水杨酸, E. 鞣酸。其中 A、B、C 是已经鉴定为引起菜粉蝶产卵忌避的活性物质(吴文伟, 1994); D、E 已证明是有化感作用的物质(Kim et al, 1989)。进行了单一化学物质的化感作用及 2 种成分混合的化感作用的生物活性测定试验, 以研究各种不同化学物质的化感效应, 以及不同化学物质相互组合的化感效应, 探讨化感作用的机理, 并为天然药剂的混配提供基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用的受体材料有十字花科(*Cruiferæ*)的短叶十三萝卜(*Raphanus sativus*)、四月慢白菜(*Brassica perkiensis*)、九江玻璃生菜(*Lactuca sativa*), 购于广东省农科院蔬菜研究所。

化学试剂: A. 邻苯二甲酸二异辛酯, B. 邻苯二甲酸二丁酯, C. 水杨酸甲酯, D. 水杨酸,

1997—11—26 收稿 周志红, 女, 29 岁, 助理研究员, 硕士

* 国家自然科学基金(39270137)资助项目 ?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

E. 鞣酸. 以上均为分析纯.

1.2 试验方法

(1) 单一化学物质的化感效应试验. 将 5 种化学成分分别配成 3 种物质的浓度: 5.0×10^{-4} 、 2.5×10^{-3} 、 2.5×10^{-2} mol/L(程能林等, 1987), 用 1 mol/L 的磷酸氢二钠将各溶液的 pH 值均调到 6.5, 根据 Chou 等(1981)报道, pH 值在 6.4~7.5 这个范围之间的酸碱度对种子萌发和幼苗生长无显著影响.

生物活性测定方法(以下简称生测方法): 在 d 为 6 cm, h 为 10 cm 的玻璃瓶的瓶底放入 1 张滤纸, 每瓶注入 5 mL 配好的溶液, 对照为 5 mL 蒸馏水, 选 15 粒均匀饱满的受体种子置于滤纸上, 盖上带有一小孔的盖子, 重复 3 次, 室温($27\sim31^{\circ}\text{C}$)培养 5 d, 记录幼苗根长和苗高. 受体有白菜、生菜和萝卜.

(2) 混合物的化感效应试验. 根据单一物质的生测结果, 选 5×10^{-4} mol/L 为不变浓度, 改变混合物中 2 种物质的量之比, 各混合物均配成酸/酯的物质的量比分别为 0·1·1·1·2·1·4·1·1·0 的混合液, 用 1 mol/L 的磷酸氢二钠将各溶液的 pH 值均调到 6.5, 进行一系列的生测试验, 生测方法同(1).

1.3 数据统计分析方法

参照 Williamson 等(1988)的方法, 采用化感作用效应指数(RI)进行分析, 其中:

$$RI = \begin{cases} 1 - C/T, & \text{当 } T \geqslant C \text{ 时;} \\ \text{度均}/C - 1, & \text{当 } T < C \text{ 时.} \end{cases}$$

式中: C 为对照值; T 为处理值; RI 为化感作用效应 ($RI > 0$ 为促进作用, $RI < 0$ 为抑制作用, 绝对值的大小与作用强度一致).

统计假设测验与方差分析(南京农学院, 1978), 均以 RI 值作为原始数据进行, t 测验采用 BASIC 程序处理(刘文远等, 1987).

2 结果与分析

2.1 单一化学物质的化感效应及其活性有效浓度

从表 1 可见, 不同化学物质, 不同的浓度, 对受体的化感作用表现不一样. 其中, 水杨酸和鞣酸的化感抑制作用明显的高于 3 种酯类, 2 种酸类对生菜、白菜和萝卜的抑制作用在 5.0×10^{-4} mol/L 时表现极显著, 在 2.5×10^{-2} mol/L 时, 3 种受体的生长都完全受到抑制; 而 3 种酯类的抑制作用则相对要弱得多, 在 2.5×10^{-3} mol/L 时, 除了对萝卜有明显的抑制作用外, 对白菜和生菜的作用都不明显, 在 2.5×10^{-2} mol/L 时, 对 3 种受体几乎都有明显的抑制作用; 此外, 对根长的抑制作用大于对苗长的抑制作用.

2.2 混合物的化感效应

根据单一物质的生测结果, 选 5×10^{-4} mol/L 为不变浓度, 改变混合物中 2 种物质的量比, 进行一系列的生测试验, 结果见表 2. 总的来说随着化感作用强的酸类(C, D, E)增加, 作用弱的酯类(A, B)减少, 混合物化感作用下降, 但通常与线性下降有差异, 表明 2 种物质有拮抗.

表1 单一化学物质化感作用的浓度效应($\text{pH}=6.5$)

化感作用物	$c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	生菜		白菜		萝卜	
		苗高	根长	苗高	根长	苗高	根长
酯类 A	5.0×10^{-4}	0.008	-0.011	0.007	0.006	0.031	0.026
	2.5×10^{-3}	0.054	0.031	-0.004	-0.093	-0.107	-0.119 *
	2.5×10^{-2}	-0.050	-0.249 **	-0.089	-0.106	-0.131 * -0.214 **	
B	5.0×10^{-4}	0.030	0.041	0.021	-0.080	0.071	-0.069
	2.5×10^{-3}	-0.112	0.196 *	0.067	-0.107	-0.102	-0.276 **
	2.5×10^{-2}	-0.198 *	-0.256 **	-0.051	-0.312 **	-0.230 ** -0.470 **	
C	5.0×10^{-4}	0.067	-0.030	0.001	0.002	0.005	-0.003
	2.5×10^{-3}	-0.071	-0.316 **	-0.004	-0.169 *	-0.108 *	-0.351 **
	2.5×10^{-2}	-0.101 *	-0.408 **	0.097	-0.430 **	-0.186 *	-0.486 **
酸类 D	5.0×10^{-4}	-0.579 **	-0.864 **	-0.591 **	-0.893 **	-0.596 ** -0.928 **	
	2.5×10^{-3}	-0.841 **	-0.959 **	-0.826 **	-0.991 **	-1.000	-1.000
	2.5×10^{-2}	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
E	5.0×10^{-4}	-0.990 **	-0.821 **	-0.309 **	-0.785 **	-0.508 ** -0.644 **	
	2.5×10^{-3}	-0.617 **	-0.989 **	-0.526 **	-0.981 **	-1.000	-1.000
	2.5×10^{-2}	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000

1) 表中数值均为同一处理的3次重复的RI平均值; -1.000表示完全受抑制, 种子根本不萌发; *表示达5%的显著水平, **表示达1%的极显著水平; 当 $u=2$ 时, $t_{0.05}=4.303$, $t_{0.01}=9.925$

作用或协同作用。从表2可以看出:(1) A+D在物质的量比为0:1和1:1时的抑制作用最大, 而且很接近, 随着A/D的物质的量比增加, 抑制作用逐渐减少, 尤其是对苗高的抑制作用;(2) A+E随着A/E的物质的量比的增加, 抑制作用逐渐减弱, 当达到2:1时, 化感作用由抑制作用转为明显的促进作用;(3) B+D随着B/D的物质的量比增加, 对生菜和白菜苗高的抑制作用有逐渐减弱的趋势, 但对根长的抑制作用变化却不大;(4) B+E随着B/E的物质的量比增加, 抑制作用逐渐减弱, 当达到2:1时, 对有的受体化感作用已由抑制作用转为促进作用;(5) C+D随着C/D的物质的量比增加, 对苗高的抑制作用逐渐减弱, 但对生菜及白菜根长的抑制作用影响不大;(6) C+E随着C/E的物质的量比增加, 抑制作用明显减弱, 而且在达到2:1时, 化感作用由抑制作用转为了促进作用。

同一种混合物作用于不同受体时效果可能不一样, 如B+D混合时随着抑制能力弱的B的比例增加, 对萝卜、白菜苗高的抑制下降比例较均匀下降所预期的慢, 而对生菜根长的抑制下降速度却比预期快; 同一种混合物作用于同一受体, 浓度不同效果也不一样, 如C+E对萝卜的根长在4:1时抑制作用增强, 而在2:1时却有促进作用。

多重比较结果(表2)表明: 组分不同的混合物对不同的受体及不同的测试项目表现出协同作用或拮抗作用, 且作用效应各有差异, A+D、B+D对白菜根长的抑制作用在物质的4种量比之间差异并不显著, 且都比A或B单独抑制强, 这说明A与D、B与D之间存在协同作

用; A+E、B+E、C+E 对 3 种受体在 2:1 时化感作用很多从抑制作用转为促进作用, 这说明 A 与 E、B 与 E、C 与 E 之间对特定受体存在一定的拮抗作用, 可以抵消一部分单一物质(E)的抑制作用, 甚至表现为促进作用。

表 2 混合物的化感效应及多重比较的结果

混合物	组分 物质的量比	生菜		白菜		萝卜	
		苗高	根长	苗高	根长	苗高	根长
A:D	0:1	-0.579d	-0.864b	-0.591c	-0.893b	-0.596d	-0.928d
	1:1	-0.488c	-0.857b	-0.573c	-0.933b	-0.237c	-0.617c
	2:1	-0.170b	-0.807b	-0.189b	-0.865b	-0.146b	-0.383b
	4:1	-0.042a	-0.516b	-0.031a	-0.800b	0.016a	0.065a
	1:0	0.008a	-0.011a	0.007a	0.006a	0.031a	0.026a
A:E	0:1	-0.399d	-0.821d	-0.309d	-0.785d	-0.508d	-0.644b
	1:1	-0.252c	-0.285c	0.091c	-0.543c	-0.338c	-0.013a
	2:1	0.102b	0.230a	0.152b	-0.311b	0.123b	-0.037a
	4:1	0.191b	-0.126c	0.265b	0.216b	0.204b	0.089a
	1:0	0.008a	-0.011b	0.007a	0.006a	0.031a	0.026a
B:D	0:1	-0.579d	-0.864b	-0.591c	-0.893b	-0.596c	-0.928d
	1:1	-0.238c	-0.864b	-0.630c	-0.946b	-0.589b	-0.611b
	2:1	0.103b	-0.725b	-0.391b	-0.921b	-0.705d	-0.977d
	4:1	0.025a	-0.737b	-0.060a	-0.373b	-0.573c	-0.804c
	1:0	0.030a	0.041a	0.021a	-0.080a	0.071a	-0.069a
B:E	0:1	-0.399d	-0.821e	-0.309d	-0.785d	-0.508d	-0.644c
	1:1	-0.148c	-0.158d	0.022c	-0.389c	-0.226c	0.096b
	2:1	0.182b	0.283b	0.319b	-0.317c	-0.086b	-0.205a
	4:1	0.189b	0.407a	0.162b	-0.206b	0.229b	0.274a
	1:0	0.030a	0.041c	0.021a	-0.080a	0.071a	-0.069b
C:D	0:1	-0.579c	-0.864c	-0.591c	-0.893c	-0.596c	-0.928d
	1:1	-0.203a	-0.857c	-0.561c	-0.942b	-0.163b	-0.687d
	2:1	-0.081b	-0.506b	-0.462b	-0.723b	-0.058a	-0.306c
	4:1	-0.019a	-0.618b	-0.478b	-0.918c	-0.057a	-0.133b
	1:0	0.067a	-0.030a	0.001a	0.002a	0.005a	-0.003a
C:E	0:1	-0.399d	-0.821e	-0.309c	-0.785d	-0.508d	-0.644c
	1:1	-0.146c	-0.305d	-0.035b	-0.585c	-0.229b	-0.084b
	2:1	0.142a	0.275b	0.320a	-0.432b	0.246a	0.218a
	4:1	0.064b	0.181c	0.241a	-0.342b	-0.078b	-0.715b
	1:0	0.067b	-0.030a	0.001b	0.002a	0.005c	-0.003c

1) 表中数据均为同一处理 3 次重复的 RI 平均值, 同列数据后相同字母表示在 5% 水平上无显著差异

3 讨论

众所周知, 化感作用物在自然界中并不是以孤立的方式单独起作用的, 它不仅受环境条

件的影响,而且是与其他化学成分相互作用,共同对生物生长产生影响的(吴文伟,1994)。研究多种成分的综合效应,不仅更接近自然,而且对于探讨化感作用的机理,以及天然药剂的配制将具有重要的指导意义。

本研究表明:以白菜、生菜和萝卜作为受体,对被测试的5种化学物质而言,酸类的化感抑制作用远远强于酯类,酸类作用的临界浓度为 5×10^{-4} mol/L,按照Kim(1989)报道,水杨酸和鞣酸化感作用的临界浓度均为 5×10^{-3} mol/L。产生这种差异的原因有两方面:(1)选择的受体不同,Kim选择茄子作为受体,本研究选用生菜、白菜和萝卜作为受体;(2)生测的外部环境条件不同,本研究培养的室温条件为27~31℃,而Kim的培养条件为25℃。所以,在讨论化感作用物的作用临界浓度时,必须与受体、化感作用物及作用时的环境条件结合起来考虑。酯类作用的临界浓度为 2.5×10^{-2} mol/L,而且化感效应值并不高,故作为除草剂单独应用前景的意义不大。

将化感作用较强的鞣酸(E)或水杨酸(D)分别与化感作用很弱的3种酯类按不同比例两两混合成 5×10^{-4} mol/L浓度,对萝卜、生菜、白菜进行生测试验,结果表明,2种生化成分混合后,增强化感的抑制作用或增强化感的促进作用的现象相当普遍,而且增强的程度或减弱的程度与2种生化成分的性质、浓度有关,也与作用的对象(受体)有关。本试验初步揭示了在实际生态系统中化感作用的复杂性,因为在实际生态系统中混合的生化成分远远不止2种,此外还有不同pH、温度条件、不同发育条件、作用状况的差异。

本研究的结果为今后对活性物质进行进一步的应用开发研究提供了一定的基础,本文中的邻苯二甲酸二异辛酯、邻苯二甲酸二丁酯、水杨酸甲酯3种酯类均已报道具有拒虫效应,尽管单独作用时化感效应不明显,但与水杨酸混合时,作用大大加强。今后可考虑对杂草进行生测,以期将酸类与酯类按适当比例混合,生产出一种既可除草又可拒虫的天然药剂。

参 考 文 献

- 刘文远. 1987. BASIC语言与农业实用程序. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 247~248
- 吴文伟. 1994. 番茄植株对菜粉蝶产卵忌避的活性物质的研究: [学位论文]. 北京: 中国农业大学昆虫学系
- 林启寿. 1977. 中草药成分化学. 北京: 科学出版社, 802~804
- 南京农学院. 1978. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 57~119
- 黄新培. 1986. 植物源信息素的研究. 世界农业, 6: 25~27
- 程能林, 胡声闻. 1987. 溶剂手册: 上、下册. 北京: 化学工业出版社, 60~62, 89~91, 93~94
- 平野俊. 1940. 蕃茄弥地病にするの土壤学的研究. 土肥, 11: 521~530
- Chou C H, Hou M H. 1981. Allelopathic researches of subtropical vegetation in evaluation of allelopathic potential of bamboo vegetation. Proc Natl Sci Counc B Roc, 5: 292~294
- Kim Y S, Kil B S. 1989. Identification and growth inhibition of phytotoxic substance from tomato plant, Korean. J Botany, 32(1): 41~50
- Williamson G B, Richardson D R. 1988. Bioassay for allelopathy: measuring treatment responses with independent controls. J Chemical Ecology, 14(1): 181~187

(下转第86页)

STUDIES ON THE MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LATERITIC RED SOILS ORIGINATING FROM GRANITE IN GUANGDONG

Dai Jun¹ M. K. Camara² Gan Haihua¹ Wu Haiyu¹

(1 College of Natural Resources and Environment, South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Ministry of Education, Conakry, Rep. Guine.)

Abstract

Studies on the micromorphological characteristics of two soils originating from granite in Guangdong province indicated: the skeleton of the soils were mainly eroded quartz and they appeared in the porphyric pattern. A well—developed prismatic structure and slight microaggregation were found in the soil body, the plasmas were in red and showed slight birefringence. Some concretions of Fe, Mn and siltane were also found in the soils body.

Key words Guangdong province; granite; lateritic red soil ; micromorphology

【责任编辑 李 玲】

(上接第 60 页)

STUDY ON ALLELOPATHIC POTENTIALS OF SEVERAL CHEMICAL COMPOUNDS OF TOMATO (*Lycopersicon*)

Zhou Zhihong¹ Luo Shimeng² Mou Zipin²

(1 Scientific Research Management Office, South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Ecology Institute of Tropical and Subtropical, South China Agric. Univ.)

Abstract

Five chemicals , which contained A: di—iso—octyl phthalate, B: dio—iso—butyl phthalate, C: zmethylsalicylate, D: salicylic acid, E: tannic acid, were chosen from organic compounds identified in tomato plant by other researchers, and bioassay was conducted. Chinese cabbage, lettuce and radish were used as acceptors. The results showed that the critical inhibition concentration of D or E is 5×10^{-4} mol/L, the critical inhibition concentration of A、B or C is 2.5×10^{-2} mol/L. Augment effects or diminishing effects were found in bioassay when the ester was mixed with the acid. The magnitude of these effects depended upon the combination of chemicals, their ratio and acceptors.

Key words tomato(*Lycopersicon*); chemicals; allelopathy

【责任编辑 张 研】