

大蒜植株超声波浸提液对不同受体蔬菜的化感作用

王春会,程智慧,牛 青,梁静娜,薛书浩

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] **【目的】**初步探讨 3 个大蒜品种 G57、G89、G09 植株超声波浸提液对 6 种受体蔬菜种子发芽和幼苗生长的化感效应及其机理。**【方法】**将 3 个大蒜品种 G57、G89、G09 植株的超声波浸提液分别配成 0.005、0.01、0.02、0.03 和 0.04 g/mL 5 个质量浓度,以番茄、辣椒、大白菜、莴苣、黄瓜、萝卜为受体蔬菜,通过种子发芽生物测试法,测定受体蔬菜的发芽率、发芽指数、苗高、根长、地上部鲜质量和根鲜质量等指标。**【结果】**3 个大蒜品种各质量浓度超声波浸提液对萝卜苗高、地上部鲜质量均有促进作用,对根长、根鲜质量却有抑制作用;当质量浓度为 0.04 g/mL 时,3 个大蒜品种超声波浸提液对莴苣、辣椒的发芽率、发芽指数、苗高、根长、根鲜质量均有明显的抑制作用;在质量浓度为 0.04 g/mL 时,G09 超声波浸提液对萝卜、莴苣发芽率产生显著的抑制作用,但是对番茄、大白菜、黄瓜和辣椒的发芽率无明显影响。3 个大蒜品种超声波浸提液对不同受体蔬菜幼苗生长的抑制作用强弱为:G57>G89>G09。**【结论】**3 个大蒜品种同一质量浓度的超声波浸提液对同一受体蔬菜的化感效应不同,且同一大蒜品种超声波浸提液各质量浓度对不同受体蔬菜各指标的化感效应也不同。

[关键词] 大蒜;超声波浸提液;育苗试验;化感作用

[中图分类号] S633.409.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2009)07-0103-07

Allelopathy of ultrasonic extract of garlic plant on different receiver vegetable crops

WANG Chun-hui, CHENG Zhi-hui, NIU-Qing, LIANG Jing-na, XUE Shu-hao

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**A primary study was conducted on allelopathy to explore its mechanism of ultrasonic extracts of three garlic varieties on seed germination and seedling growth of six receiver vegetable crops. **【Method】**The ultrasonic extracts of three garlic varieties were prepared in five concentrations of 0.005, 0.01, 0.02, 0.03 and 0.04 g/mL, and then with tomato, hot pepper, Chinese cabbage, lettuce, cucumber and radish for receiver vegetable crops. The seed germination rate, germination index, seedling length, root length, top fresh weight and root fresh weight of receiver vegetable crops were measured by seed germination bioassay method. **【Result】**The concentration of three garlic variety ultrasonic extracts showed promotion effects on seedling length and the top fresh weight of radish, but inhibitory effects on root length and root fresh weight; The 0.04 g/mL of three garlic plant ultrasonic extracts significantly inhibited the seed germination rate, germination index, seedling length, root length and root fresh weight of lettuce and hot pepper; when at the 0.04 g/mL of garlic plant extract, the ultrasonic extracts of G09 garlic variety sig-

* [收稿日期] 2008-11-03

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD07B02);国家“十五”科技攻关项目(2004BA516A09);西安市科技攻关计划项目(YF07086)

[作者简介] 王春会(1982—),女,山东淄博人,在读硕士,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。E-mail:8wangchunhui@163.com

[通信作者] 程智慧(1958—),男,陕西兴平人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。

E-mail:chengzh@nwsuaf.edu.cn

nificantly inhibited the seed germination rate of radish and lettuce, but had no obvious effects on tomato, Chinese cabbage, hot pepper and cucumber. The intensity of inhibitory effects of three garlic cultivar ultrasonic extracts to seedling growth of different receiver vegetable crops was: G57 > G89 > G09. 【Conclusion】 The same concentration ultrasonic extracts of three garlic varieties showed different allelopathic effects on the same receiver vegetable crops and there were differences among different concentrations of the same garlic variety to different receiver vegetable crops.

Key words: garlic; ultrasonic extract; seedling nursing test; allelopathy

随着科学技术的迅速发展和蔬菜种植面积的扩大,人们对科学合理的蔬菜栽培制度的建立也越来越重视,其中化感作用的研究是一个重要方面^[1]。化感作用(Allelopathy)是指植物通过淋溶、挥发、残体分解和根系分泌向环境中释放化学物质,从而对周围植物(包括微生物)产生间接或直接的有害或有利的作用^[2-3]。化感作用的研究将有利于复合种植系统中植物的配置,耕作制度和栽培措施的科学化,以及不同植物间的化感促进作用,避免其化感抑制作用,保持生物多样性和农业可持续发展^[4-6]。因此,研究不同作物间化感作用的关系,对于建立和谐的田园生态环境、预防病虫害发生、增加产量、提高品质等方面有重要意义。

大蒜(*Allium sativum* L.)属百合科多年生宿根草本植物,具有很好的保健和治疗功效,我国的大蒜种植面积和产量均居世界首位。大蒜是我国传统蔬菜和优势园艺作物,也是世界公认的良好前茬作物。近年来,有关化感作用的研究主要集中在作物与杂草、林木与大田作物上。目前对蔬菜化感作用的研究也越来越受到重视。有关大蒜化感作用的研究主要有大蒜根系分泌物及蒜苗挥发物和植株水浸液醇溶成分的化感效应^[6-8],但关于大蒜植株超声波浸提液的化感效应研究尚未见报道。本研究以 3 个大蒜品种为供体,选用多种受体蔬菜,通过对蔬菜室内种子发芽和幼苗生长的生物测定,了解大蒜的化感效应,以期大蒜与其他蔬菜作物栽培中的合理轮作和混作、间作方式的制定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用的供体材料为大蒜品种 G57、G89 和 G09 大蒜,均采自西北农林科技大学园艺场大蒜种质资源圃。受体材料有番茄(*Lycopersicon esculentum* M.,农城 908)、辣椒(*Capsicum annuum* L.,农城椒二号)、大白菜(*Brassica pekinensis* L.,秦杂二号)、莴苣(*Lactuca sativa* L.,香港玻璃生菜)、黄瓜

(*Cucumis sativus* L.,津杂二号)、萝卜(*Raphanus sativus* L.,大连小五英水萝卜),种子均购于西北农林科技大学农城种业科技中心。

1.2 试验方法

1.2.1 供试材料的培养 供试作物大蒜种植于西北农林科技大学园艺试验场,在大蒜退母后收获植株,用清水洗净晾干,105 ℃ 杀青 0.5 h 后 80 ℃ 烘干,粉碎后保存备用。

1.2.2 大蒜植株超声波浸提液的制备 取粉碎的大蒜植株粉末 20 g 放入三角瓶中,加清水 500 mL 封口,放在 25 ℃、70 kHz 的超声波清洗机上震荡 30 min,4 层纱布过滤后,再用滤纸过滤即得质量浓度为 0.04 g/mL 的水浸液,4 ℃ 冰箱保存备用。使用时用蒸馏水将水浸液分别稀释至 0.03, 0.02, 0.01 和 0.005 g/mL。

1.2.3 化感作用的生物活性测定 先将不同的受体蔬菜种子用体积分数为 10% 的次氯酸钠溶液消毒 20 min,蒸馏水冲洗 2~3 次。在铺有 2 层滤纸的培养皿中放入 100 粒受体作物的种子(黄瓜为 30 粒),然后每皿加入 7 mL 不同质量浓度的大蒜植株超声波浸提液,以加蒸馏水处理为对照。各处理重复 3 次。在温度 24~26 ℃、光照 4 000 lx 条件下培养,每 2 d 补充水浸提液 2 mL,每 24 h 调查其发芽种子数,10 d 后计算发芽率、发芽指数,并测量幼苗苗高、根长、地上部鲜质量和根鲜质量^[9]。种子发芽的标准是胚根突破种皮 1~2 mm^[10],发芽的时间根据种子不同一般为 1~7 d,其中莴苣、萝卜、白菜、黄瓜发芽于前 3 d 基本完成。发芽指数 = $\sum(Gt/Dt)$,其中 Gt 为第 t 天的发芽数, Dt 为相应的发芽天数。

1.3 数据统计与分析方法

参照 Williamson (1988 年)的方法。即当 $T \geq C$ 时, $RI = 1 - C/T$; 当 $T < C$ 时, $RI = T/C - 1$,其中 C 为对照值, T 为处理值。 $RI > 0$ 表示起促进作用, $RI < 0$ 表示起抑制作用,绝对值大小与作用强度一致^[11]。采用 DPS7.05 统计分析软件对试验数据进行方差分析,对差异显著的数据用 Duncan 新复极

差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 大蒜植株超声波浸提液对受体蔬菜种子发芽率的化感效应

从表 1 可以看出,在大蒜植株超声波浸提液质量浓度为 0.04 g/mL 时,G09 对莴苣和萝卜种子发芽率的影响与对照达到显著差异,化感效应指数分别为-0.532 和-0.107,但对其他 4 种蔬菜种子发

芽率无明显影响;当质量浓度为 0.03 和 0.04 g/mL 时,G57 对除黄瓜外的其他受体蔬菜种子发芽率产生了严重的抑制作用,均与对照达到了显著差异;在质量浓度为 0.03 和 0.04 g/mL 时,G89 对番茄和莴苣发芽率的影响与对照相比达到显著差异,其化感效应指数分别为 -0.759,-0.992 和 0.284,-0.944;3 个大蒜品种各质量浓度超声波浸提液对萝卜发芽率的化感效应差异很小。

表 1 3 个大蒜品种植株超声波浸提液对受体蔬菜种子发芽率的化感效应

Table 1 Effect of aqueous extracts from three garlic plants on seed germination rate of different receiver vegetable seeds		发芽率/% Seed germination rate					
大蒜品种 Garlic variety	浸提液质量浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration of aqueous extracts	番茄 Tomato	大白菜 Chinese cabbage	莴苣 Lettuce	萝卜 Radish	黄瓜 Cucumber	辣椒 Hot pepper
CK	0	86.0 a	96.7 a	94.0 a	100 a	91.1ab	95.3 a
	0.005	87.3 a	98.0 a	90.0 a	99.3 a	95.6 a	94.0 a
	0.01	91.3 a	95.3 a	89.3 a	96.0 a	96.7 a	97.3 a
	0.02	33.3 c	67.3 b	46.0 c	98.7 a	86.7 ab	83.3 a
	0.03	10.7 e	0.0 d	0.0 d	89.3 b	91.1 ab	51.3 b
	0.04	0.7 f	0.0 d	0.0 d	26.0 c	0.0 c	13.3 c
G57	0.005	84.7 a	98.6 a	95.3 a	98.7 a	94.4 a	96.0 a
	0.01	88.0 a	96.0 a	96.0 a	98.0 a	96.7 a	96.7 a
	0.02	70.7 b	88.6 a	88.0 a	98.7 a	94.4 a	87.3 a
	0.03	20.7 d	84.0 a	67.3 b	97.3 a	83.3 b	91.3 a
	0.04	0.7 f	4.0 c	5.3 d	94.7 a	8.9 c	18.0 c
	0.005	88.7 a	97.3 a	98.0 a	99.3 a	94.4 a	96.0 a
G89	0.01	90.0 a	95.3 a	94.7 a	98.0 a	93.3 ab	96.0 a
	0.02	92.7 a	94.0 a	90.0 a	97.3 a	90.0 ab	95.3 a
	0.03	91.3 a	95.3 a	76.7 b	96.7 a	95.6 a	86.7 a
	0.04	89.3 a	94.6 a	44.0 c	89.3 b	87.8 ab	82.7 a
	0.005	88.7 a	97.3 a	98.0 a	99.3 a	94.4 a	96.0 a
	0.01	90.0 a	95.3 a	94.7 a	98.0 a	93.3 ab	96.0 a
G09	0.02	92.7 a	94.0 a	90.0 a	97.3 a	90.0 ab	95.3 a
	0.03	91.3 a	95.3 a	76.7 b	96.7 a	95.6 a	86.7 a
	0.04	89.3 a	94.6 a	44.0 c	89.3 b	87.8 ab	82.7 a
	0.005	88.7 a	97.3 a	98.0 a	99.3 a	94.4 a	96.0 a
	0.01	90.0 a	95.3 a	94.7 a	98.0 a	93.3 ab	96.0 a
	0.02	92.7 a	94.0 a	90.0 a	97.3 a	90.0 ab	95.3 a

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异达 0.05 显著水平。下表同。
Note:The data with different letters in the same column have significant difference at 0.05 level. The same as the following tables.

2.2 大蒜植株超声波浸提液对受体蔬菜种子发芽指数的化感效应

从表 2 可以看出,3 个大蒜品种各质量浓度超声波浸提液对番茄、莴苣、黄瓜的发芽指数均有不同程度的抑制作用,其中黄瓜与对照达到了显著差异。3 个大蒜品种各质量浓度超声波浸提液对大白菜发芽指数均表现出明显的低促高抑的浓度效应,其中在质量浓度为 0.005 g/mL 时,G57 和 G89 的超声波浸提液使大白菜发芽指数较对照分别增加了 3.73%和 1.12%,化感效应指数分别为 0.036 和 0.011;G09 在质量浓度为 0.01 g/mL 时才对大白菜种子的发芽指数表现促进效应,且与对照相比增加了 0.76%,其化感效应指数为 0.008;当质量浓度增加到 0.03 g/mL 时,3 个大蒜品种植株超声波浸提液对大白菜发芽指数表现为抑制作用,化感效应

指数分别为-1,-0.814 和-0.379。在质量浓度为 0.03 和 0.04 g/mL 时,3 个大蒜品种植株浸提液对辣椒和萝卜发芽指数产生化感抑制作用,且与对照差异达显著水平。

2.3 大蒜植株超声波浸提液对受体蔬菜幼苗高的化感效应

从表 3 可以看出,3 个大蒜品种各质量浓度超声波浸提液对萝卜苗高均产生了促进作用,且与对照差异达显著水平;G09 植株超声波浸提液对各受体蔬菜苗高的化感效应大部分表现为促进作用。在 0.04 g/mL 时,G57 和 G89 植株超声波浸提液对除萝卜外的其他受体蔬菜苗高都产生了抑制作用,而 G09 只是对莴苣和辣椒产生抑制作用,其化感效应指数分别为-1 和-0.255。

表 2 3 个大蒜品种植株超声波浸提液对受体蔬菜种子发芽指数的化感效应

Table 2 Effect of aqueous extracts from three garlic plants on germination index of different receiver vegetable seeds		发芽指数 Germination index					
大蒜品种 Garlic variety	浸提液质量浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration of aqueous extracts	番茄 Tomato	大白菜 Chinese cabbage	莴苣 Lettuce	萝卜 Radish	黄瓜 Cucumber	辣椒 Hot pepper
CK	0	15.33 a	44.83 a	43.83 a	49.17 a	21.94 a	14.79 a
	0.005	11.53 cde	46.50 a	38.00 c	49.33 a	15.17 bc	12.65 abc
	0.01	8.61 f	44.33 a	30.78 d	46.61 ab	12.78 cd	13.53 ab
	0.02	0.11 i	3.83 e	8.22 g	45.44 bc	5.83 e	4.42 efg
	0.03	0.17 i	0.00 e	0.00 h	16.78 g	5.00 e	3.16 fg
	0.04	0.00 i	0.00 e	0.00 h	3.00 h	0.00 f	0.00 g
G57	0.005	12.61 bcd	45.33 a	42.00 ab	48.44 ab	14.78 bc	11.57 abcd
	0.01	10.92 def	45.00 a	40.39 abc	46.78 ab	14.78 bc	9.46 bcd
	0.02	2.28 hi	32.17 b	19.72 e	46.67 ab	11.72 cd	6.72 def
	0.03	0.08 i	8.33 d	12.39 h	33.33 d	4.61 e	8.36 cde
	0.04	0.00 i	3.17 e	1.06 h	23.22 f	0.72 f	0.32 g
G89	0.005	14.89 ab	44.33 a	43.17 a	48.22 ab	16.56 b	11.17 abcd
	0.01	13.81 abc	45.17 a	39.22 bc	47.56 ab	14.00 bc	12.38 abc
	0.02	9.31 ef	43.50 a	27.89 d	48.28 ab	13.61 bc	15.42 a
	0.03	5.61 g	27.83 c	17.44 e	43.56 c	13.17 bc	7.01 def
	0.04	3.78 gh	27.33 c	7.44 g	27.72 e	9.61 d	2.29 fg
G09	0.005	14.89 ab	44.33 a	43.17 a	48.22 ab	16.56 b	11.17 abcd
	0.01	13.81 abc	45.17 a	39.22 bc	47.56 ab	14.00 bc	12.38 abc
	0.02	9.31 ef	43.50 a	27.89 d	48.28 ab	13.61 bc	15.42 a
	0.03	5.61 g	27.83 c	17.44 e	43.56 c	13.17 bc	7.01 def
	0.04	3.78 gh	27.33 c	7.44 g	27.72 e	9.61 d	2.29 fg

表 3 3 个大蒜品种植株超声波浸提液对受体蔬菜幼苗苗高的化感效应

Table 3 Effect of aqueous extracts from three garlic plants on seedling length of different receiver vegetable crops		苗高/cm Seedling length					
大蒜品种 Garlic variety	浸提液质量浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration of aqueous extracts	番茄 Tomato	大白菜 Chinese cabbage	莴苣 Lettuce	萝卜 Radish	黄瓜 Cucumber	辣椒 Hot pepper
CK	0	2.46 e	0.94 f	1.43 abc	2.71 g	3.31 d	1.57 d
	0.005	3.13 d	1.23 bcd	1.46 ab	3.39 f	3.45 d	2.84 b
	0.01	4.15 a	1.71 a	1.31 bcd	3.99 de	3.23 d	3.21 ab
	0.02	0.00 f	1.17 cde	0.99 f	4.75 bc	5.91 ab	3.36 a
	0.03	0.00 f	0.00 g	0.00 g	3.89 ef	4.99 c	2.07 c
	0.04	0.00 f	0.00 g	0.00 g	4.53 cd	0.00 e	0.00 f
G57	0.005	3.17 d	1.07 def	1.58 a	3.80 ef	3.32 d	3.29 a
	0.01	3.93 ab	1.61 a	1.59 a	5.01 abc	4.01 d	3.15 ab
	0.02	2.60 e	1.41 b	1.14 def	5.13 abc	5.12 bc	3.17 ab
	0.03	0.00 f	1.30 bc	0.00 g	5.25 ab	4.97 c	2.88 b
	0.04	0.00 f	0.00 g	0.00 g	5.07 abc	0.00 e	0.00 f
G89	0.005	3.17 d	1.07 def	1.58 a	3.80 ef	3.32 d	3.29 a
	0.01	3.93 ab	1.61 a	1.59 a	5.01 abc	4.01 d	3.15 ab
	0.02	2.60 e	1.41 b	1.14 def	5.13 abc	5.12 bc	3.17 ab
	0.03	0.00 f	1.30 bc	0.00 g	5.25 ab	4.97 c	2.88 b
	0.04	0.00 f	0.00 g	0.00 g	5.07 abc	0.00 e	0.00 f
G09	0.005	2.67 e	1.17 cde	1.24 cde	4.12 de	3.70 d	3.01 ab
	0.01	3.37 cd	1.21 bcd	1.37 bc	3.97 def	3.77 d	3.29 a
	0.02	3.53 bcd	1.26 bcd	1.45 ab	4.56 cd	4.98 c	2.97 ab
	0.03	3.65 bc	0.96 ef	1.07 ef	5.61 a	6.21 a	1.63 d
	0.04	3.69 bc	1.04 def	0.00 g	5.13 abc	4.97 c	1.17 e

2.4 大蒜植株超声波浸提液对受体蔬菜幼苗根长的化感效应

从表 4 可以看出,3 个大蒜品种不同质量浓度超声波浸提液对萝卜根长均产生化感抑制作用,且随质量浓度的增大抑制作用增强。G09 各质量浓度超声波浸提液均对大白菜和黄瓜根长产生抑制作用。G57 和 G89 各质量浓度超声波浸提液均对辣椒根长产生抑制作用,但是 G09 在质量浓度为

0.005 和 0.01 g/mL 时,对辣椒根长有化感促进作用,化感效应指数分别为0.006和 0.128。当质量浓度为 0.005 g/mL 时,3 个大蒜品种超声波浸提液对番茄、莴苣根长有促进作用。

2.5 大蒜植株超声波浸提液对受体蔬菜地上鲜质量的化感效应

从表 5 可以看出,3 个大蒜品种超声波浸提液对受体蔬菜地上部鲜质量的化感效应与对苗高的影

响基本一致。不同大蒜品种各质量浓度浸提液均对萝卜地上部鲜质量产生促进作用。在质量浓度为 0.04 g/mL 时,3 个大蒜品种的浸提液对辣椒地上部鲜质量产生严重的抑制作用,化感效应指数分别为-1,-1 和-0.170。G57 和 G89 对番茄、大白菜、莴苣和黄瓜地上部鲜质量产生低促高抑的化感效应。

表 4 3 个大蒜品种植株超声波浸提液对受体蔬菜幼苗根长的化感效应

Table 4 Effect of aqueous extracts from three garlic plants on root length of different receiver vegetable crops		根长/cm Root length					
大蒜品种 Garlic variety	浸提液质量浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration of aqueous extracts	番茄 Tomato	大白菜 Chinese cabbage	莴苣 Lettuce	萝卜 Radish	黄瓜 Cucumber	辣椒 Hot pepper
CK	0	10.03 bcd	6.90 bc	3.59 ab	9.03 a	13.67 abcd	4.69 ab
	0.005	10.92 abc	7.64 ab	3.94 a	7.68 ab	13.03 abcd	4.48 b
	0.01	10.97 abc	6.27 cd	3.04 bc	6.98 bcd	15.03 a	4.53 ab
	0.02	0.00 g	3.75 ef	0.19 f	5.86 cdef	13.20 abcd	3.43 cd
	0.03	0.00 g	0.00 h	0.00 f	4.59 fg	12.27 bcd	2.27 e
	0.04	0.00 g	0.00 h	0.00 f	4.15 g	0.00 f	0.00 g
G57	0.005	10.73 abc	8.20 a	3.84 a	7.13 bc	14.40 ab	4.57 ab
	0.01	8.02 de	6.25 cd	2.36 de	7.95 ab	13.27 abcd	3.88 bc
	0.02	4.18 f	3.84 ef	0.22 f	6.17 cde	14.07 abc	2.33 e
	0.03	0.00 g	3.36 f	0.00 f	5.36 efg	12.93 abcd	2.89 de
	0.04	0.00 g	0.00 h	0.00 f	5.63 def	0.00 f	0.00 g
	0.005	11.50 ab	5.63 d	4.04 a	7.60 ab	12.03 cd	4.72 ab
G89	0.01	12.87 a	6.39 cd	2.89 cd	7.63 ab	12.37 bcd	5.38 a
	0.02	10.08 bcd	4.34 e	1.83 e	7.08 bc	11.73 de	3.95 bc
	0.03	9.00 cd	3.12 f	0.12 f	5.79 cdef	12.70 bcd	2.23 e
	0.04	6.75 e	1.04 def	0.00 f	4.65 fg	9.89 e	1.13 f
	0.005	11.50 ab	5.63 d	4.04 a	7.60 ab	12.03 cd	4.72 ab
	0.01	12.87 a	6.39 cd	2.89 cd	7.63 ab	12.37 bcd	5.38 a
G09	0.02	10.08 bcd	4.34 e	1.83 e	7.08 bc	11.73 de	3.95 bc
	0.03	9.00 cd	3.12 f	0.12 f	5.79 cdef	12.70 bcd	2.23 e
	0.04	6.75 e	1.04 def	0.00 f	4.65 fg	9.89 e	1.13 f

表 5 3 个大蒜品种植株超声波浸提液对受体蔬菜地上部鲜质量的化感效应

Table 5 Effect of aqueous extracts from three garlic plants on the top fresh weight of different receiver vegetable crops		地上部鲜质量/mg Top fresh weight					
大蒜品种 Garlic variety	浸提液质量浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration of aqueous extracts	番茄 Tomato	大白菜 Chinese cabbage	莴苣 Lettuce	萝卜 Radish	黄瓜 Cucumber	辣椒 Hot pepper
CK	0	20.53 g	20.93 h	14.00 cd	53.97 f	143.53 ef	21.60 g
	0.005	25.47 ef	34.60 fg	20.00 a	62.33 ef	134.27 ef	29.47 e
	0.01	26.60 def	41.47 cd	21.80 a	74.53 bede	137.53 ef	35.13 ab
	0.02	0.00 h	35.10 efg	16.00 bc	82.33 abcd	178.07 bc	37.07 a
	0.03	0.00 h	0.00 i	0.00 e	73.07 cde	130.93 f	25.53 f
	0.04	0.00 h	0.00 i	0.00 e	84.87 abcd	0.00 g	0.00 i
G57	0.005	30.40 bcd	37.47 def	22.13 a	71.93 cde	139.20 ef	32.80 bcd
	0.01	38.33 a	46.27 b	18.93 ab	89.47 ab	158.73 cdef	34.87 abc
	0.02	23.00 fg	53.33 a	13.20 cd	82.33 abcd	199.00 ab	31.87 cde
	0.03	0.00 h	32.37 g	0.00 e	90.07 a	142.27 ef	29.60 e
	0.04	0.00 h	0.00 i	0.00 e	92.07 a	0.00 g	0.00 i
	0.005	18.80 g	39.67 de	20.27 a	86.00 abc	141.53 ef	29.20 e
G89	0.01	28.47 cde	37.87 def	21.87 a	70.60 de	149.53 def	32.07 bcde
	0.02	33.80 b	44.73 bc	21.00 a	86.33 abc	162.93 cde	31.27 de
	0.03	32.93 bc	57.07 a	11.87 d	92.47 a	211.00 a	22.53 h
	0.04	30.00 bcde	37.33 def	0.00 e	87.13 abc	173.53 bcd	17.93 h
	0.005	18.80 g	39.67 de	20.27 a	86.00 abc	141.53 ef	29.20 e
	0.01	28.47 cde	37.87 def	21.87 a	70.60 de	149.53 def	32.07 bcde
G09	0.02	33.80 b	44.73 bc	21.00 a	86.33 abc	162.93 cde	31.27 de
	0.03	32.93 bc	57.07 a	11.87 d	92.47 a	211.00 a	22.53 h
	0.04	30.00 bcde	37.33 def	0.00 e	87.13 abc	173.53 bcd	17.93 h

2.6 大蒜植株超声波浸提液对受体蔬菜根鲜质量的化感效应

从表 6 可以看出,3 个大蒜品种各质量浓度超声波浸提液对大白菜和莴苣根鲜质量都产生了不同

程度的抑制作用。在质量浓度为 0.04 g/mL 时,G57 和 G89 的超声波浸提液对黄瓜根鲜质量有抑制作用,但 G09 对其有促进作用。在质量浓度为 0.005和 0.01 g/mL 时,G57 和 G09 的超声波浸提

液对辣椒根鲜质量有化感促进作用,化感效应指数分别为0.047,0.103和0.011,0.037,而G89的浸提液对其产生抑制作用,化感效应指数均为-0.021.G57的浸提液从质量浓度0.01 g/mL开始就对番茄根鲜质量产生抑制作用,且与对照差异

达到显著水平;在质量浓度0.02 g/mL时,G89的浸提液对番茄根鲜质量产生抑制作用;当质量浓度达到0.04 g/mL时,G09的浸提液对其产生化感抑制效应。G89各质量浓度的浸提液对萝卜根鲜质量的影响很小,均与对照无显著差异。

表 6 3 个大蒜品种植株超声波浸提液对受体蔬菜根鲜质量的化感效应

Table 6 Effect of aqueous extracts from three garlic plants on root fresh weight of different receiver vegetable crops

大蒜 品种 Garlic variety	浸提液质量 浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration of aqueous extracts	根鲜质量/mg Root fresh weight					
		番茄 Tomato	大白菜 Chinese cabbage	莴苣 Lettuce	萝卜 Radish	黄瓜 Cucumber	辣椒 Hot pepper
CK	0	7.53 c	4.53 ab	3.07 a	15.27 abcd	46.27 fg	12.13 abc
	0.005	9.47 a	3.67 abc	3.07 a	17.13 ab	61.87 bcd	12.73 ab
	0.01	5.73 d	3.33 bcd	2.20 bc	16.27 abc	77.47 a	13.53 a
	0.02	0.00 e	2.27 de	0.47 e	14.87 abcd	66.00 bcd	10.87 bc
	0.03	0.00 e	0.00 f	0.00 e	12.00 def	44.07 g	6.87 d
	0.04	0.00 e	0.00 f	0.00 e	7.00 g	0.00 h	0.00 f
G57	0.005	9.13 ab	3.73 abc	2.80 a	17.73 a	56.33 def	11.87 abc
	0.01	8.27 abc	4.47 ab	1.80 cd	16.80 abc	64.00 bcd	11.87 abc
	0.02	5.53 d	3.40 bcd	0.27 e	13.13 cde	71.33 ab	7.40 d
	0.03	0.00 e	1.43 e	0.00 e	13.40 bcde	63.87 bcd	9.87 c
	0.04	0.00 e	0.00 f	0.00 e	13.67 bcde	0.00 h	0.00 f
	0.005	9.13 ab	4.07 ab	2.93 a	17.67 a	49.60 efg	12.27 abc
G89	0.01	9.40 a	5.00 a	2.33 b	16.00 abc	67.13 abcd	12.60 ab
	0.02	7.80 bc	4.07 ab	1.53 d	13.20 cde	58.87 cde	10.60 bc
	0.03	6.80 cd	3.13 bcd	0.47 e	10.27 efg	68.00 abc	6.00 d
	0.04	5.80 d	2.47 cde	0.00 e	8.60 fg	58.53 cde	3.73 e
	0.005	9.13 ab	4.07 ab	2.93 a	17.67 a	49.60 efg	12.27 abc
	0.01	9.40 a	5.00 a	2.33 b	16.00 abc	67.13 abcd	12.60 ab
G09	0.02	7.80 bc	4.07 ab	1.53 d	13.20 cde	58.87 cde	10.60 bc
	0.03	6.80 cd	3.13 bcd	0.47 e	10.27 efg	68.00 abc	6.00 d
	0.04	5.80 d	2.47 cde	0.00 e	8.60 fg	58.53 cde	3.73 e
	0.005	9.13 ab	4.07 ab	2.93 a	17.67 a	49.60 efg	12.27 abc
	0.01	9.40 a	5.00 a	2.33 b	16.00 abc	67.13 abcd	12.60 ab
	0.02	7.80 bc	4.07 ab	1.53 d	13.20 cde	58.87 cde	10.60 bc

3 讨 论

化感作用主要取决于植物本身的种类和作物的不同品种。耿广东等^[12]对番茄不同品种的化感作用研究表明,各品种间化感作用的差异非常明显。魏玲等^[13]在研究不同品种大蒜秸秆水浸液对番茄的化感效应中也得出,品种间化感效应有差异。本研究结果也表明,3 个大蒜品种对不同受体作物的化感效应不同,总体来看,3 个大蒜品种植株超声波浸提液对不同受体作物幼苗生长的抑制作用强弱为:G57>G89>G09。

众多的研究结果表明,作物的化感效应具有多样性。同一作物的化感物质对不同受体作物的化感效应不同^[14]。本试验也证明了同一大蒜品种对不同受体作物各指标的化感效应不同,在质量浓度为0.04 g/mL时,G09对萝卜、莴苣种子发芽率产生显著的抑制作用,但是对番茄、大白菜、黄瓜和辣椒种子的发芽率无明显影响。从本试验结果来看,3 个大蒜品种各质量浓度的超声波浸提液对萝卜幼苗苗高、地上部鲜质量都有促进作用,对根长却有抑制作用,说明受体作物的根较幼苗敏感,这与前人的研究

结果一致。

众多研究表明,植物化感作用具有浓度效应^[7,15-16]。佟飞等^[17]研究表明,大蒜水浸液醇溶成分对番茄种子发芽和幼苗生长表现出明显的低质量浓度促进和高质量浓度抑制的双重浓度效应。本研究也表明,当质量浓度为0.04 g/mL时,3 个大蒜品种的超声波浸提液对莴苣和辣椒的发芽率、发芽指数、苗高、根长、根鲜质量和地上部鲜质量都有明显的抑制作用,而随着质量浓度的降低抑制作用逐渐减弱,当质量浓度为0.005 g/mL时甚至转变为促进作用。

传统的植物水浸提液制备一般都是粉碎加水后在常温下浸提48 h再过滤备用,人们质疑长时间处理会有微生物发酵作用的影响。因此,本试验为排除微生物发酵作用的干扰,采用超声波浸提30 min来制备浸提液,研究结果表明在没有微生物干扰的情况下化感作用依然存在,且表现明显。本课题组的另一项试验(资料未列)也说明,微生物发酵虽然对化感作用有影响,但作用很小,起主要作用的仍是化感物质。有关超声波浸提液与常规浸提液中化感物质的种类及其含量是否一致,还有待于进一步研

究。本试验采用超声波浸提液来研究大蒜化感作用取得了较为理想的结果,但室内研究的局限性在于很难将结果转移到大田。室内研究虽然与自然生态环境条件存在较大差异,但仍可为大蒜化感作用的进一步研究提供理论依据。

[参考文献]

[1] 李大伟,贾庆利,巩振辉.植物化感作用在蔬菜作物上的表现及其应用[J].陕西农业科学,2004(4):40-42.
Li D W,Jia Q L,Gong Z H. The allelopathy in vegetable crop on the performance and its applications [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences,2004(4):40-42. (in Chinese)

[2] Gao Y M,Li J S,Apahidean A L S. The study of priminy of carrot seed on solid medium [J]. Buletin University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine,2005,29(6):31-35.

[3] Rice E L. Allelopathy [M] . 2nd ed. New York:Academic Press Inc,1984:309,315.

[4] 孔垂华,胡 飞. 植物化感(相生相克)作用及其应用 [M]. 北京:中国农业出版社,2001.
Kong C H,Hu F. Allelopathy and its application [M]. Beijing: China Agriculture Press,2001. (in Chinese)

[5] 阎 飞,杨振明,韩丽梅.论农业持续发展中的化感作用 [J].应用生态学报,2001,12(4):633-635.
Yan F,Yang Z M,Han L M. Allelopathy in sustainable development of agriculture [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001,12(4):633-635. (in Chinese)

[6] 周艳丽,程智慧,孟焕文.大蒜根系水浸液及根系分泌物的化感作用评价 [J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(10):87-92.
Zhou Y L,Cheng Z H,Meng H W. Allelopathy of garlic root aqueous extracts and root exudates [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2007, 35(10): 87-92. (in Chinese)

[7] 董沁方,程智慧.百合植株地上部分水浸液的化感效应研究 [J].西北农业学报,2006,15(2):144-147,151.
Dong Q F,Cheng Z H. Study on allelopathy of top part aqueous extracts of lily plant [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica,2006,15(2):144-147,151. (in Chinese)

[8] 程智慧,金 瑞,佟 飞.蒜苗挥发物对黄瓜幼苗生长的化感效应研究 [J].西北农业学报,2007,16(3):149-152.
Cheng Z H,Jin R,Tong F. Study on allelopathic effect of garlic plant volatile on cucumber seedling growth [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica,2007,16(3):149-152. (in Chinese)

[9] 耿广东,程智慧,孟焕文,等.西瓜化感作用及其机理研究 [J].果树学报,2005,22(3):247-251.
Geng G D,Cheng Z H,Meng H W,et al. Study on allelopathy and its mechanism of watermelon(*Citrullus lanatus*) [J]. Jour-

nal of Fruit Science,2005,22(3):247-251. (in Chinese)

[10] 曾任森.化感作用研究中的生物测定方法综述 [J].应用生态学报,1999,10(1):123-126.
Zeng R S. Review on bioassay methods for allelopathy research [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,1999,10(1): 123-126. (in Chinese)

[11] Willanson G B,Richardson D. Bioassays for allelopathy:measuring treatment responses with independent controls [J]. J Chem Ecol,1988,14(1):181-187.

[12] 耿广东,程智慧,张素琴,等.番茄种质资源的化感作用 [J].中国农学通报,2005,21(9):314-315,338.
Geng G D,Cheng Z H,Zhang S Q,et al. Allelopathy of tomato varieties [J]. Chinese Agricultural Acience Bulletin,2005, 21(9):314-315,338. (in Chinese)

[13] 魏 玲,程智慧,张 亮.不同品种大蒜秸秆水浸液对番茄的化感效应 [J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(10):139-145.
Wei L,Cheng Z H,Zhang L. Allelopathy of straw aquepus extracts of different garlic varieties on tomato (*Lycopersicon esculentum*) [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition,2008,36(10):139-145. (in Chinese)

[14] 邓明华,文锦芬,邹学校,等.辣椒植株水浸液对生菜和大白菜化感作用的初步研究 [J].云南农业大学学报,2007,22(3):452-455.
Deng M H,Wen J F,Zou X X,et al. Allelopathic study on aqueous extract from hot pepper plant on lettuce and Chinese cabbage [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2007,22(3):452-455. (in Chinese)

[15] 曾任森,骆世明,石木标,等.彩色马勃豆子实体的化感作用及其化感物质的分离鉴定 [J].应用生态学报,1999,10(2):206-208.
Zeng R S,Luo S M,Shi M B,et al. Allelopathy of pisolithus tinctorius frultbodies and isolation and identification of allelochemicals [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,1999,10(2):206-208. (in Chinese)

[16] 韩丽梅,沈其荣,鞠会艳,等.大豆地上部水浸液的化感作用及化感物质的鉴定 [J].生态学报,2002,22(9):1425-1430.
Han L M,Shen Q R,Ju H Y,et al. Allelopathy of the aqueous extracts of above ground parts of soybean and the identification of the allelochemicals [J]. Acta Ecologica Sinica,2002, 22(9):1425-1430. (in Chinese)

[17] 佟 飞,程智慧,金 瑞,等.大蒜植株水浸液醇溶成分的化感作用 [J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(6): 119-124.
Tong F,Cheng Z H,Jin R,et al. Allelopathy of methanol dissolved ingredient from garlic plant aqueous extracts [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition,2007,35(6):119-124. (in Chinese)