

大蒜根系水浸液及根系分泌物的化感作用评价

周艳丽¹,程智慧¹,孟焕文¹,高红春²

(1 西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100;2 东北农业大学 生命科学学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

[摘 要] 以番茄和辣椒为受体作物,采用室内培养皿测定和水培共培养的方法,研究了大蒜根系水浸液及根系分泌物的化感作用。结果表明,大蒜根系水浸液对番茄和辣椒的幼苗生长具有低浓度促进高浓度抑制的作用;大蒜与番茄、大蒜与辣椒共培养 30 d 后,大蒜根系分泌物对番茄和辣椒的叶绿素 a、叶绿素 b 及叶绿素(a+b)的含量、光合速率及根系活力均有促进作用,其中辣椒的叶绿素含量极显著高于对照;番茄和辣椒叶片中 POD 活性显著低于对照;大蒜根系分泌物对番茄和辣椒的生长整体表现为促进作用,且对辣椒的促进作用大于番茄。

[关键词] 化感作用;根系水浸液;根系分泌物;大蒜

[中图分类号] Q948.12+2.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)10-0087-06

Allelopathy of garlic root aqueous extracts and root exudates

ZHOU Yan-li¹, CHENG Zhi-hui¹, MENG Huan-wen¹, GAO Hong-chun²

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

2 College of Life Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: The allelopathy of garlic root aqueous extracts and root exudates on tomato and hot pepper was studied by adopting indoor Petri dish bioassay and liquid co-culture system. The results showed that the seedling growth of receiver crops was increased at lower concentrations of garlic root aqueous extracts, and decreased at higher concentration. In the liquid co-culture system, after 30 day culture, garlic root exudates could significantly promote chlorophyll a, chlorophyll b and chlorophyll content, photosynthetic rate and root activity of tomato and hot pepper; chlorophyll content of hot pepper was significantly higher than control. The POD content in leaves of tomato and hot pepper was significantly lower than control. There was no significant difference in protective enzymes. The whole performance of garlic root exudates was the promotion effect on growth of tomato and hot pepper, and promotion effect of hot pepper was stronger than that of tomato.

Key words: allelopathy; root aqueous extracts; root exudates; garlic

对植物化感作用的研究,特别是对作物间作和套种中的化感作用研究,有利于建立合理的耕作制度,为农业生产提供科学指导^[1-3]。随着我国蔬菜栽培面积的不断扩大,近年来对蔬菜化感作用的研究也有所增加。周志红等^[4]研究表明,番茄植株地上部的水提取液、挥发物和根分泌物对莴苣、白菜、

萝卜、菜心、包心菜、菜豆和黄瓜等的种子萌发和幼苗生长均有一定的化感抑制作用。李明等^[5-6]研究表明,南瓜根系分泌物对南瓜、萝卜和小麦幼苗的生长均呈现出高浓度抑制低浓度促进(高抑低促)的作用;根系分泌物产生化感作用的强弱与南瓜组培根生长速度有关。戚建华等^[7]研究表明,嫁接黄瓜的

[收稿日期] 2006-09-25

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目(2004BA516A09);西北农林科技大学研究生教育创新计划项目(05ych014)

[作者简介] 周艳丽(1976-),女,内蒙古哲盟人,在读博士,主要从事蔬菜生理生态研究。zhouyanli7427@163.com

[通讯作者] 程智慧(1958-),男,陕西兴平人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜生理生态研究。

砧木(南瓜)根系分泌物对黄瓜和南瓜的种子发芽、吲哚乙酸氧化酶和淀粉酶的活性均有很强化的感作用,认为嫁接虽然可以避免种内的化感作用(克服根系分泌物对根系生长的自毒作用),但不能避免种间的化感作用。王芳等^[8]发现,茄子根系分泌物中某些物质对茄子胚根长、胚芽长有抑制作用,进一步证实连作障碍中化感作用的存在。耿广东等^[9]研究认为,西瓜植株水浸液对黄瓜、西瓜、辣椒、茼蒿和番茄呈现出高抑制低促进的作用,并且存在自毒作用,其物质积累过多成为西瓜产生连作障碍的原因之一。

大蒜(*Allium sativum* L.)是我国传统蔬菜和优势园艺作物,栽培面积和产量均居世界第一,是公认的良好前茬作物,其直接作用于下茬作物的物质应该主要是大蒜根系中的物质及大蒜根系分泌物。虽然前人在大蒜鳞茎抑菌效应方面已进行了较多有益的探索^[10-12],但是对大蒜根系水浸液和根系分泌物是否具有化感作用尚不明确。为此,本研究采用水浸提和水培共培养的方法,模拟根系残体腐解和根系分泌 2 条途径来研究大蒜的化感作用,以期合理制定蔬菜耕作制度提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体材料为大蒜(品种为紫皮蒜);受体作物为番茄(*Lycopersicon esculentum* M., 品种为 908)和辣椒(*Capsicum annuum* L., 品种为农城椒二号)。

1.2 大蒜根系水浸液的制备

将大蒜收获期植株的根系洗净、晾干,切成 2 cm 长的小段作为供试材料。称取 20 g 根段放入烧杯中,添加 500 mL 蒸馏水,置摇床上浸提 2 d,过滤即得质量浓度为 0.04 g/mL 的大蒜根系水浸液,稀释为处理质量浓度(0.005, 0.008, 0.01, 0.02, 0.03 和 0.04 g/mL),备用。

1.3 大蒜根系水浸液对受体蔬菜的化感作用

取上述各浓度大蒜根系水浸液 7 mL,加入铺有 2 层滤纸的培养皿中,以蒸馏水为对照,滤纸上播受体蔬菜作物种子,每皿播 100 粒。种子播前用 50 g/L 次氯酸钠溶液灭菌 30 min,无菌水冲洗 3 次,播后在温度 24~26℃、光照 4000 lx 条件下培养,重复 3 次,每 2 d 补充水浸液和(或)蒸馏水 2 mL,每天调查发芽种子数,10 d 后计算发芽率、发芽指数,并测量苗高、根长、地上部鲜重及根鲜重。

1.4 大蒜根系分泌物的化感作用

采用水培共培养的方法测定大蒜根系分泌物的

化感作用。分别将苗高为 20 cm 的大蒜与 50 d 苗龄的番茄和辣椒共培养,试验设番茄单独培养(T-CK)、番茄与大蒜共培养(T-G)、辣椒单独培养(H-CK)和辣椒与大蒜共培养(H-G)4 种处理,每处理重复 3 次。水培在玻璃温室内自制的水培装置中进行。采用直径 33 cm、高 12 cm 的塑料盆为水培池,泡沫板固定水培植株,单独培养的处理每盆种 20 株,共培养处理的每盆种 2 种作物各 10 株,采用气泵定时通气。营养液采用 Hoagland and Snyder,每 5 d 更换 1 次营养液,培养 30 d。

1.5 测定指标与方法

丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法^[13]测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 还原法^[14]测定,以每克鲜重抑制氮蓝四唑(NBT)光化还原 50%作为一个酶活性单位(U/g)^[14];过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法^[14]测定,以每分钟 OD₄₇₀ 值增加 0.01 为一个酶活性单位(U/g);过氧化氢酶(CAT)活性采用 H₂O₂ 紫外吸收法^[14]测定,以每分钟 OD₂₄₀ 下降 0.01 为一个酶活性单位(U/g);叶绿素含量采用丙酮浸提法^[13]测定;光合速率利用 LF-6400 型便携式光合作用测定仪测定;根系活力采用氯化三苯基四氮唑法^[13]测定。各指标测定结果取 3 次重复的平均值。

1.6 统计方法

方差分析使用 DPS 软件(V3.11 专业版)进行处理。

利用隶属函数值将试验中的各指标综合起来进行整体分析,根据隶属函数值的大小,对大蒜根系水浸液的化感作用浓度进行综合评价。化感隶属函数值 $X_{(ij)}$ 用模糊数学隶属函数值的方法计算,公式为:

$$X_{(ij)} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}}$$

式中: $X_{(ij)}$ 表示 i 种类 j 指标的化感隶属值; X_{ij} 表示 i 种类 j 指标的测定值; $X_{j\max}$ 和 $X_{j\min}$ 分别为 j 指标的最大值和最小值。

2 结果与分析

2.1 大蒜根系水浸液对番茄和辣椒种子发芽及幼苗生长的影响

大蒜根系水浸液对番茄和辣椒种子发芽及幼苗生长的影响结果见表 1。由表 1 可以看出,随着大蒜根系水浸液浓度的升高,其对番茄和辣椒的发芽率、发芽指数、根长及根鲜重均表现为高抑制低促进的作用表型,但是对各指标的促进浓度和抑制浓度

各不相同。对番茄而言,当大蒜根系水浸液质量浓度为0.005 g/mL 时,番茄发芽率、发芽指数显著高于对照;当质量浓度 ≥ 0.03 g/mL 时,发芽率极显著降低;当质量浓度 ≥ 0.01 g/mL 时,发芽指数极显著降低。对辣椒而言,当大蒜根系水浸液质量浓度为0.008和0.01 g/mL 时,辣椒的发芽率显著高于对照;当质量浓度为0.04 g/mL 时,发芽率极显著低于对照;大蒜根系水浸液对辣椒发芽指数变化虽表现低浓度促进高浓度抑制,但各组间差异不显著。当

大蒜根系水浸液质量浓度为 0.008 g/mL 时,番茄和辣椒的根长最大,其中番茄的根长显著高于对照;当其质量浓度为 0.04 g/mL 时,番茄和辣椒根长最小,并极显著低于对照。在各种大蒜根系水浸液浓度下,番茄根鲜重与对照差异未达显著水平;当其质量浓度为 0.01 g/mL 时,辣椒的根鲜重显著高于对照,当其质量浓度为 0.04 g/mL 时,辣椒根鲜重极显著低于对照。

表 1 大蒜根系水浸液对番茄和辣椒种子发芽及幼苗生长的影响

Table 1 Effect of garlic root aqueous extracts on seed germination and seedling growth of receiver crops					
受体作物 Receiver crops	浓度/(g·mL ⁻¹) Concentration	发芽率/% Germination rate	发芽指数 Germination index	根长/cm Root length	根鲜重/(mg·株 ⁻¹) Root freshweight
番茄 Tomato	0(CK)	93.3 ±6.7 bA	17.40 ±0.292 bA	14.95 ±0.877 bA	0.012 ±0.010 a
	0.005	96.7 ±0.0 aA	19.38 ±0.837 aA	15.46 ±0.765 abA	0.012 ±0.008 a
	0.008	93.3 ±0.0 bA	17.15 ±0.239 bA	16.36 ±0.771 aA	0.012 ±0.016 a
	0.01	93.3 ±0.0 bA	14.55 ±0.433 cB	15.75 ±1.066 abA	0.011 ±0.014 a
	0.02	91.1 ±1.9 bA	13.80 ±0.337 cBC	15.43 ±1.729 abA	0.011 ±0.014 a
	0.03	77.8 ±7.7 cB	11.40 ±0.231 dCD	14.15 ±1.287 bA	0.011 ±0.010 a
	0.04	77.8 ±7.7 cB	10.68 ±0.141 dD	10.88 ±1.070 cB	0.011 ±0.008 a
	0(CK)	91.1 ±7.7 bA	16.23 ±0.517 a	4.54 ±0.36 abA	0.021 ±0.007 bA
辣椒 Hot pepper	0.005	90.0 ±0.0 bAB	16.40 ±0.954 a	4.37 ±0.090 abA	0.023 ±0.018 abA
	0.008	95.6 ±3.8 aA	16.03 ±0.978 a	4.77 ±0.323 aA	0.023 ±0.006 abA
	0.01	96.7 ±3.3 aA	16.58 ±1.502 a	4.75 ±0.042 aA	0.024 ±0.011 aA
	0.02	87.8 ±6.9 bcB	16.00 ±0.434 a	4.08 ±0.269 bA	0.022 ±0.032 abA
	0.03	87.8 ±5.1 bcB	15.53 ±0.901 a	4.30 ±0.427 abA	0.021 ±0.008 bA
	0.04	83.3 ±3.3 cB	13.98 ±0.705 a	2.78 ±0.265 cB	0.016 ±0.018 cB

注:表中数据后不同小写和大写字母分别表示在 5%和 1%水平上差异显著。下表同。
Note: Different small and capital letters indicate significant difference at 5% and 1% level, respectively. The same as below.

2.2 大蒜根系水浸液化感作用浓度的综合评价

为了克服用单个指标反映化感作用时存在的片面性,本研究采用各指标的综合隶属函数值来评价大蒜根系水浸液化感作用的浓度及强弱。如果综合隶属函数值大于对照,说明供体对受体作物有促进作用,值越大促进作用越强;如果综合隶属函数值小于对照,说明供体对受体作物有抑制作用,值越小抑制作用越大。从表 2 可以看出,当大蒜根系水浸液质量浓度为 0.005 和 0.008 g/mL 时,其对番茄表

现为化感促进作用,以质量浓度为 0.005 g/mL 时化感促进作用最强;当大蒜根系水浸液质量浓度 ≥ 0.01 g/mL 时,其对番茄表现为化感抑制作用,浓度越高,化感抑制作用越强。当大蒜根系水浸液质量浓度为 0.005,0.008和0.01 g/mL 时,其对辣椒表现为化感促进作用,以浓度为 0.01 g/mL 时化感促进作用最强;当其质量浓度 ≥ 0.02 g/mL 时,对辣椒表现为化感抑制作用。

表 2 大蒜根系水浸液化感作用浓度的综合评价

Table 2 Allelopathic concentration evaluation of aqueous extracts of garlic root							
受体作物 Receiver crops	浓度 Concentration	隶属函数值 Subjection value				合计 Total	化感作用 Allelopathy
		发芽率 Germination rate	发芽指数 Germination index	根长 Root length	根鲜重 Root fresh weight		
番茄 Tomato	0(CK)	0.823	0.773	0.743	0.789	3.128	
	0.005	1.000	1.000	0.836	0.789	3.625	+
	0.008	0.823	0.744	1.000	1.000	3.567	+
	0.01	0.706	0.445	0.889	0.421	2.461	-
	0.02	0.823	0.359	0.830	0	2.012	-
	0.03	0	0.083	0.597	0.053	0.733	-
	0.04	0	0	0	0.211	0.211	-

续表 2 Continue table 2

受体作物 Receiver crops	浓度 Concentration	隶属函数值 Subjection value					化感作用 Allelopathy
		发芽率 Germination rate	发芽指数 Germination index	根长 Root length	根鲜重 Root fresh weight	合计 Total	
辣椒 Hot pepper	0(CK)	0.583	0.865	0.884	0.625	2.957	
	0.005	0.500	0.933	0.799	0.813	3.045	+
	0.008	0.917	0.788	1.000	0.838	3.543	+
	0.01	1.000	1.000	0.990	1.000	3.990	+
	0.02	0.333	0.779	0.653	0.700	2.465	-
	0.03	0.333	0.596	0.764	0.560	2.253	-
	0.04	0	0	0	0	0	-

注：+ 表示有化感促进作用；- 表示有化感抑制作用。
Note: + and - in the last column in the table mean promotion effect and inhibition effect ,respectively.

2.3 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒生长的影响

将番茄和辣椒分别与大蒜共培养 30 d 后 ,测定大蒜根系分泌物对 2 种蔬菜作物生长的影响。由表 3 可以看出 ,大蒜根系分泌物对番茄和辣椒的生长整体上均表现促进作用 ;共培养番茄的株高、根长、

地上部鲜重比对照分别增加了 9.79 % ,12.34 %和 2.82 % ,根鲜重比对照降低了 5.5 % ,但各指标与对照差异均未达到显著水平 ;共培养辣椒除株高外 ,其他各指标均不同程度地高于对照 ,其中共培养辣椒的根鲜重比对照增加了 41.01 % ,差异达显著水平。

表 3 大蒜根系分泌物对番茄、辣椒植株生长的影响

Table 3 Effect of garlic root exudates on plant growth of tomato and hot pepper

处理 Treatment	株高/ cm Plant height	根长/ cm Root length	地上部鲜重/ g Top fresh weight	根鲜重/ g Root fresh weight
番茄(对照) Tomato (Control)	36.37 ±4.27 a	19.20 ±1.13 a	9.22 ±1.62 a	4.56 ±0.42 a
番茄-大蒜 Tomato-garlic	39.93 ±5.19 a	21.57 ±2.81 a	9.48 ±1.37 a	4.31 ±1.06 a
辣椒(对照) Hot pepper (Control)	35.67 ±1.62 a	11.33 ±1.27 a	5.16 ±0.49 a	1.39 ±0.19 b
辣椒-大蒜 Hot pepper-garlic	35.27 ±0.46 a	11.83 ±0.06 a	5.54 ±0.53 a	1.96 ±0.06 a

2.4 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒叶片光合指标的影响

叶绿素在植物光合作用过程中起着重要作用 ,绝大部分叶绿素 a 分子和全部叶绿素 b 分子具有吸

收光能的作用 ,少数不同状态的叶绿素 a 分子具有将光能转变为电能的作用。大蒜根系分泌物对番茄和辣椒叶绿素含量的影响见图 1 ,对光合速率的影响见图 2。

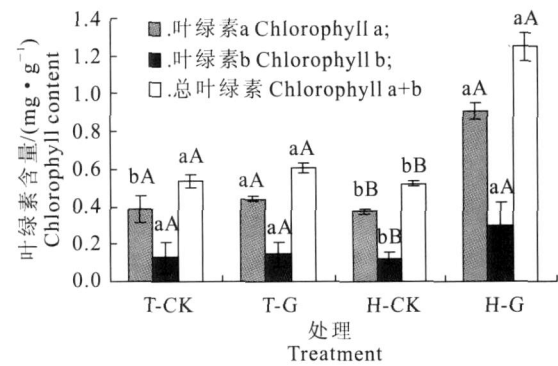


图 1 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒叶绿素含量的影响

Fig.1 Effect of garlic root exudates on chlorophyll content of tomato and hot pepper

同一指标上标不同的小写和大写字母分别表示在 5 %和 1 %水平上差异显著。

Different small and capital English letters above the column indicate significant difference at 5 % and 1 % level ,respectively.

图 1 表明 ,与大蒜共培养的番茄叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量均高于对照 ,其中叶绿素 a

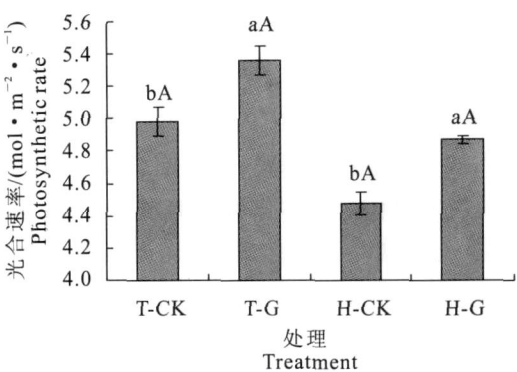


图 2 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒光合速率的影响

Fig.2 Effect of garlic root exudates on photosynthetic of tomato and hot pepper

同一指标上标不同的小写和大写字母分别表示在 5 %和 1 %水平上差异显著。

Different small and capital English letters above the column indicate significant difference at 5 % and 1 % level ,respectively.

的含量显著高于对照 ,比对照提高了 11.57 % ;辣椒的叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量均极显著

高于对照,分别比对照提高了 142.51%,137.30%和 139.92%,表明大蒜根系分泌物对番茄和辣椒叶绿素含量均有一定的促进作用。

从图 2 可知,与大蒜共培养的番茄和辣椒的光合速率分别比对照提高了 7.63%和 8.71%,差异显著。

2.5 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒根系活力的影响

根系活力是植物生长快慢的重要指标之一,标志着根系生长和代谢的旺盛程度,根系活力受到抑制,植物根系生长缓慢,对养分吸收能力降低,生长发育受阻。从图 3 可以看出,与大蒜共培养的番茄根系活力比对照提高了 36.36%,差异极显著;与大蒜共培养的辣椒根系活力比对照提高了 34.85%,差异未达到显著水平。结果表明,番茄和辣椒与大蒜共培养时,大蒜根系分泌物可促进番茄和辣椒根系的生长及代谢。

2.6 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒叶片中酶的影响

丙二醛是膜脂过氧化最重要的产物之一,在组织中含量的多少可代表细胞膜受损伤程度的大小。大蒜根系分泌物对番茄和辣椒叶片中酶的影响见表 4。表 4 表明,与大蒜共培养的番茄和辣椒的 MDA 含量均低于对照,但与对照差异未达显著水平。根据化感作用为低浓度促进、高浓度抑制的表型^[2],说明此栽培系统中大蒜根系分泌物的浓度对番茄、辣椒未造成胁迫影响。

植物在逆境胁迫下,通常会产生高度反应性的氧自由基,引起生物膜的过氧化损伤,导致膜通透性增加,膜功能受损。植物体内相应的也有一套复杂的活性氧清除系统来保护植物细胞免受活性氧的损伤。SOD、POD 和 CAT 是植物体内酶促防御系统的 3 个重要保护酶,相互协同,起保护作用。本试验中,除与大蒜共培养的辣椒 CAT 活性高于对照外,其他处理的酶活性均低于对照,其中与大蒜共培养的番茄、辣椒 POD 活性均显著低于对照。结果表明,供体与受体 1:1 比例下,番茄和辣椒植株体内氧自由基并没有过多积累,自由基的产生和清除仍然处于动态平衡状态,植株生长良好。

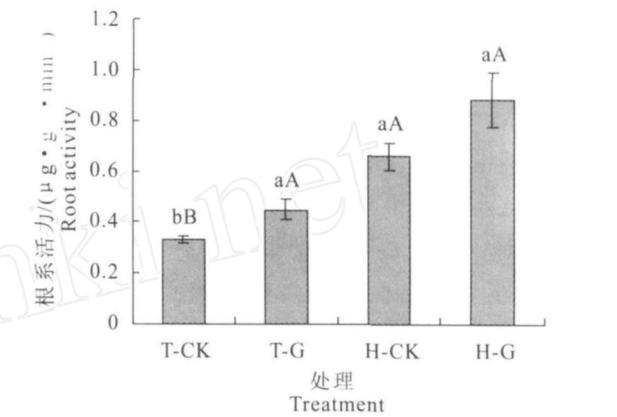


图 3 大蒜根系分泌物对番茄和辣椒根系活力的影响
Fig.3 Effect of garlic root exudates on root activity of tomato and hot pepper

表 4 大蒜根系分泌物对番茄、辣椒叶片中 MDA 含量和酶活性的影响

Table 4 Effect of garlic root exudates on enzymes in leaves of tomato and hot pepper				
处理 Treatment	MDA 含量/(mmol · g ⁻¹) MDA content	酶活性/(U · g ⁻¹) Enzyme activity		
		SOD	POD	CAT
番茄(对照) Tomato (Control)	9.63 ±0.89 a	58.58 ±1.34 a	530.11 ±27.72 a	242.13 ±19.86 a
番茄-大蒜 Tomato-garlic	9.18 ±1.30 a	54.90 ±5.20 a	418.28 ±26.88 b	229.98 ±23.29 a
辣椒(对照) Hot pepper (Control)	3.77 ±0.29 a	45.66 ±5.84a	504.83 ±22.66 a	167.68 ±10.71 a
辣椒-大蒜 Hot pepper-garlic	3.34 ±1.42 a	45.35 ±5.04a	372.50 ±17.68 b	188.83 ±29.86 a

3 讨论与结论

3.1 大蒜水浸液化感作用的浓度效应

利用水浸提法研究作物的化感作用已有很多报道^[15-18],结果多数表现为低浓度促进高浓度抑制的双重效应。本试验对大蒜根系水浸液化感作用的研究,也取得了同样的结果。但由于各个指标所表现的结果不尽相同,无法确定对植株整体促进或抑制的具体浓度及作用的强弱。因此本试验引入了各指标的综合隶属函数值,从整体上进一步对大蒜根系水浸液的化感作用进行评价。结果表明,当大蒜根

系水浸液质量浓度为 0.005 g/mL 时,其对番茄的化感促进作用最强,隶属函数值为 3.625;当质量浓度为 0.01 g/mL 时,其对辣椒的化感促进作用最强,隶属函数值为 3.990。表明大蒜根系水浸液对不同受体作物化感作用的浓度不同。从促进作用最大时的隶属函数值来看,大蒜根系水浸液对辣椒的促进作用大于番茄。

3.2 化感作用的评价方法

根系分泌物化感作用的评价方法很多,主要有蒸馏水水培法、循环装置连续收集法、差时播种共培法、田间共培法、室内盆栽共培法和组培法等,这些

方法一般用于对受体种子发芽和幼苗生长进行研究。本试验采用水培共培养法,其原因是该法能使大蒜根系分泌物更快更直接地作用于受体作物。

3.3 大蒜根系分泌物化感促进作用的机理

Yu 等^[19]研究发现,自毒作用是黄瓜连作障碍的重要原因之一,并成功地从黄瓜的根系分泌物中分离出具有生物毒性的酚酸类物质(自毒物质),其中苯丙烯酸是毒性较强的一种。吴凤芝等^[20]研究表明,苯丙烯酸对黄瓜幼苗的光合色素、光合速率、蒸腾速率和根系活力有抑制作用。本试验共培养栽培系统中的番茄和辣椒的叶绿素含量、光合速率、根系活力均高于对照,说明大蒜根系分泌物通过增加受体作物叶绿素含量来增强叶绿体对光能的吸收和转化,提高光合速率,使其同化更多的有机物质,植株生长健壮,根系活力提高。整体来看,大蒜根系分泌物对辣椒的促进作用大于番茄,这与本研究中根系水浸液的化感促进作用结果相一致。

在化感作用研究中,化感物质对 SOD、POD 和 CAT 3 种保护酶的影响结果不一。吴凤芝等^[21]研究表明,低浓度的酚酸物质使黄瓜幼苗 SOD、POD 和 CAT 活性表现出先升高后下降、最后恢复到对照水平的变化趋势;高浓度苯丙烯酸使黄瓜幼苗 POD 和 CAT 活性下降,高浓度的酚酸使 SOD 活性先升高,然后急剧下降。Yu 等^[19]的研究认为,无论低浓度或是高浓度的苯丙烯酸,均使植物保护酶的活性升高。耿广东等^[9]研究了西瓜植株水浸液对莴苣保护酶的影响,结果发现 SOD、POD、CAT 活性随着水浸液浓度的升高整体呈现先下降后升高再下降的趋势,并且在水浸液质量浓度小于 0.01 g/mL 时,3 种保护酶的活性均低于对照。本研究结果发现,3 种保护酶活性基本均低于对照,除 POD 外, SOD、CAT 与对照差异未达显著水平。本试验对大蒜根系分泌物浓度未进行测定,但是结合受试作物形态指标、光合速率及叶绿素含量的测定结果可知,此浓度的大蒜根系分泌物属低浓度范畴,对受体作物有促进作用。

大蒜的前茬性较好,可能是抑菌与化感作用共同作用的结果,也可能是大蒜根际微生物群落发生了改变,从而引起土壤理化性质的变化,这些都有待于进一步研究。

[参考文献]

- [1] 吴凤芝,赵凤艳. 根分泌物与连作障碍[J]. 东北农业大学学报,2003,34(1):114-118.
- [2] 孔垂化,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.
- [3] 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.
- [4] 周志红,骆世明,牟子平. 番茄的化感作用研究[J]. 应用生态学报,1997,8(8):445-449.
- [5] 李 明,马永清,税军峰. 南瓜组培根分泌物化感效应研究[J]. 应用生态学报,2005,16(4):744-749.
- [6] 李 明,马永清. 大量元素胁迫下南瓜化感作用研究[J]. 西北植物学报,2005,25(4):745-751.
- [7] 戚建华,梁银丽,梁宗锁. 嫁接黄瓜地上部的南瓜根系分泌物对种子萌发的影响[J]. 植物生理与分子生物学报,2005,31(2):217-220.
- [8] 王 芳,王敬国. 连作对茄子苗期生长的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2005,13(1):79-81.
- [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.
- [10] Leuschner R G K, Ielsch V. Antimicrobial affects of garlic, clove and red hot chilli on *Listeria monocytogenes* in broth model systems and soft cheese[J]. *Inter J Food Sci and Nutri*, 2003, 54(2):127-133.
- [11] 林辰壹,程智慧. 大蒜提取液对食用菌的抑制作用[J]. 食用菌学报,2000,7(1):62-64.
- [12] 宋兴舜,宋凤杰,于广建. 大蒜素对番茄三种真菌病害的影响[J]. 东北农业大学学报,2004,35(4):395-398.
- [13] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版社,2000.
- [14] 刘凤权,王金生. 水杨酸对水稻叶片抗氧化酶系的影响[J]. 农业生物技术学报,2001,9(4):396-399.
- [15] 蒋红云,张燕宁,冯平章,等. 石蒜对萝卜、黄瓜、番茄和油菜幼苗的化感效应[J]. 应用生态学报,2006,17(9):1655-1659.
- [16] 颜桂军,朱朝华,骆焱平,等. 胡椒、芒果和黄皮的化感作用潜力[J]. 应用生态学报,2006,17(9):1633-1636.
- [17] 翟梅枝,高小红,赵彩霞,等. 核桃枝叶水溶物的化感作用研究[J]. 西北农业学报,2006,15(3):179-182.
- [18] 王 硕,慕小倩,杨 超,等. 黄花蒿浸提液对小麦幼苗的化感作用及其机理研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(6):106-110.
- [19] Yu J Q, Matsui Y. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.) [J]. *J Chem Ecol*, 1994, 20:21-30.
- [20] 吴凤芝,潘 凯,周秀艳. 苯丙烯酸对黄瓜幼苗生理特性的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(5):915-918.
- [21] 吴凤芝,黄彩红,赵凤艳. 酚酸类物质对黄瓜幼苗生长及保护酶活性的影响[J]. 中国农业科学,2005,35(7):821-825.