

苦瓜对六种叶菜种子萌发和幼苗生长的化感作用

敖 苏^{1,2,3}, 颜仕龙⁴, 蔡 波³, 范志伟², 周 慧³, 朱朝华¹

(1. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 海口 570228; 2. 中国热带农业科学院 环境与植物保护研究所, 海南 海口 571101;

3. 海南出入境检验检疫局, 海南 海口 570311; 4. 海南省气象局, 海南 海口 570203)

摘 要:以6种叶菜为受体,采用室内生物测定法研究了苦瓜茎叶水浸提液对其化感作用。结果表明:苦瓜茎叶水浸提液对6种受体植物的种子萌发和幼苗生长均有一定的化感效应,且化感作用方式和强度在受体间及指标间存在明显差异;苦瓜茎叶水浸提液对受体植物幼苗生长的影响明显大于其对种子萌发的影响;化感作用综合效应的平均值大小顺序为奶白菜>芥蓝>莧菜>大白菜>空心菜>芹菜。

关键词:苦瓜;化感作用;种子萌发;幼苗生长

中图分类号:S 642.504⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)23-0011-04

苦瓜(*Momordica charantia* L.)属葫芦科苦瓜属一年生攀援草本植物,又称凉瓜^[1],是我国常见的主要蔬菜之一,可食用和药用,营养丰富^[2]。苦瓜具有适应性广、抗逆性强、收获期较长及经济效益较好等优势。海南地处祖国最南端,属热带季风气候,冬季气温高,昼夜温差大,适宜发展冬季反季瓜菜,是我国冬季南菜北调和出口的主要产地^[3]。苦瓜是海南反季节瓜菜的主要品种,经济价值极高,在海南栽培面积逐年扩大,但苦瓜连作现象比较严重^[4]。化感作用在农业生产中的应用极为广泛,无论是作物的单一种植还是作物的轮作、间作、覆盖、翻埋、重茬种植,都要考虑化感作用的影响^[5]。近年来,国内外许多学者利用植物间的正相互作用,通过改进栽培耕作制度减少作物化感作用负面影响,缓解植物连作障碍。目前,有关苦瓜化感作用的相关报道极少,该试验以苦瓜为供体,探讨苦瓜对6种叶菜的化感效应,以期为解决苦瓜连作障碍和建立合理的种植模式提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

苦瓜茎叶采自于海南省屯昌枫木镇苦瓜基地。受

体植物为芹菜(*Apium graveolens* L.)、空心菜(*Ipomoea aquatica* Forsk.)、莧菜(*Amaranthus mangostanus* L.)、芥蓝(*Brassica alboglabra* Bailey)、大白菜(*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.)和奶白菜(*Brassica campestris* L.),其种子均采购于海口市种子公司。

1.2 试验方法

1.2.1 浸提液配制 将苦瓜茎叶风干粉碎,称取20 g放入锥形瓶中,加蒸馏水200 mL,至(20±1)℃,160 r·min⁻¹的振荡培养箱中振荡浸泡48 h,用4层纱布过滤2次后,再用0.2 μm孔径47 mm直径的微孔滤膜抽滤,即得100 mg·mL⁻¹母液。用蒸馏水稀释为2.5、5.0、10.0、20.0、40.0 mg·mL⁻¹5个浓度梯度的浸提液,存于4℃冰箱中备用^[6]。

1.2.2 试验设计 种子萌发试验:用75%酒精对种子进行消毒处理3 min,选取饱满度和大小基本一致的种子放入垫有双层灭菌滤纸直径为12 cm的培养皿中,每皿30粒,加入5个浓度的浸提液各5 mL,加蒸馏水作对照,每处理3次重复。将处理后的培养皿至于人工气候箱中培养,白天和黑夜时段分别设定为温度25℃、湿度70%、光照4 000 lx(12 h)和温度15℃、湿度80%、光照0 lx(12 h)的人工气候箱中培养,每天适当补充相应浓度的浸提液以保持滤纸湿润。每天记录各培养皿中种子萌发数量,7 d后结束。幼苗生长试验:将消毒后的种子放于人工气候箱培养至刚刚露白。在直径9 cm培养皿中加入浸提液10 mL,充分润湿滤纸。每皿均匀放至20粒种子,重复3次,培养条件与种子萌发试验相同。7 d后移出幼苗进行测量,取20株幼苗的平

第一作者简介:敖苏(1982-),女,硕士,农艺师,研究方向为杂草科学和植物化感作用。E-mail:guaixiaxial@163.com

责任作者:朱朝华(1959-),男,硕士,副教授,研究方向为农药学与杂草学及植物化感作用。E-mail:zch200518@21cn.com

基金项目:海南省自然科学基金资助项目(314175,309017);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资助项目(2016hzs1J022,2016hzs1J012);农业部热带农林有害生物入侵监测与控制重点实验室开放课题资助项目(MACKL0908)。

收稿日期:2016-07-21

均值为幼苗茎长和根高,分别称量 20 株幼苗茎质量和根质量。

1.3 项目测定

发芽率(GR,%)=(发芽种子数/供试种子数)×100;发芽势(GP,%)=(第 3 天发芽种子数/供试种子数)×100;化感指数(RI)=1-C/T(T≥C)或 RI=C/T-1(C>T),式中,C 为对照,T 为处理值;RI>0 为促进作用,RI<0 为抑制作用,其绝对值大小反映化感作用的强弱^[7]。化感综合效应(SE)为各项化感效应指数的算术平均值^[8]。

1.4 数据分析

采用 SPSS 软件对试验数据进行方差分析,采用 Excel 软件制图。

2 结果与分析

2.1 苦瓜茎叶水浸提液对 6 种受体植物种子萌发的影响

由表 1 可知,2.5 mg·mL⁻¹浸提液对芹菜和大白菜种子的发芽率都表现出抑制作用,而其它浓度的浸提液对这 2 种受体种子的发芽率均表现为促进作用;低浓度(2.5、5.0 mg·mL⁻¹)的浸提液对空心菜种子发芽率表现为为抑制作用,而中高浓度(10.0、20.0、40.0 mg·mL⁻¹)的浸提液对其发芽率表现为促进作用;所有浓度的苦瓜茎叶浸提液对芹菜种子的发芽势均为促进作用;2.5 mg·mL⁻¹浸提液对空心菜种子发芽势表现出极显著的抑制作用,而其它浓度的浸提液对其种子的发芽势表现为促进作用。

表 1 苦瓜茎叶水浸提液对受体植物种子萌发的影响

Table 1 Effects of aqueous extract of stems and leaves of *M. charantia* on seed germination of tested plant seedlings

指标 Index	浓度 Concentration /(mg·mL ⁻¹)	受体植物 Tested plant					
		芹菜 <i>Apium graveolens</i>	空心菜 <i>Ipomoea aquatica</i>	苋菜 <i>Amaranthus mangostanus</i>	芥蓝 <i>Brassica alboglabra</i>	大白菜 <i>Brassica pekinensis</i>	奶白菜 <i>Brassica campestris</i>
发芽率 Germination rate/%	CK	80.00abA	96.00bB	89.33abAB	97.33abA	89.33abAB	98.67aA
	2.5	77.33aA	92.00aA	92.00bAB	97.33abA	84.00aA	98.67aA
	5.0	89.33bA	92.00aA	82.67aA	97.33abA	92.00bcAB	98.67aA
	10.0	81.33abA	97.33bB	93.33bB	97.33abA	92.00bcAB	98.67aA
	20.0	81.33abA	100.00cC	84.00aAB	94.67aA	96.00cB	100.00aA
	40.0	81.33abA	100.00cC	82.67aA	100.00bA	93.33cB	100.00aA
发芽势 Germination potential/%	CK	56.00aA	97.33cBC	89.33abA	93.33aA	85.33abABC	98.67aA
	2.5	69.33bAB	85.33aA	89.33abA	92.00aA	81.33aAB	98.67aA
	5.0	76.00bB	90.67bAB	82.67aA	93.33aA	84.00abABC	98.67aA
	10.0	73.33bB	97.33cBC	93.33bA	94.67aA	92.00bcBC	98.67aA
	20.0	73.33bB	98.67cC	84.00aA	90.67aA	94.67cC	100.00aA
	40.0	66.67abAB	100.00cC	81.33aA	96.00aA	78.67aA	100.00aA

注:表中不同大小写字母分别表示各处理在 0.01 和 0.05 水平上的差异显著性。下同。
Note: The different capital and lowercase letters in the table show the significant difference between the 0.01 and 0.05 levels respectively. The same below.

2.2 苦瓜茎叶水浸提液对 6 种植物幼苗生长的影响

由图 1 可知,不同浓度水浸提液对芹菜、苋菜、芥蓝、大白菜和奶白菜幼苗茎的生长表现出促进作用;随浓度增大,浸提液对奶白菜幼苗茎长的促进作用增强,表现出“剂量效应”,不同浓度浸提液处理下的茎长与 CK 之

间的差异极显著。

由图 2 可知,不同浓度的苦瓜茎叶水浸提液对芹菜、苋菜幼苗根长表现出“先促后抑”的作用,对空心菜幼苗根长表现出“低浓度抑制,高浓度促进”的双重作用,对大白菜幼苗根长表现出极显著的抑制作用。

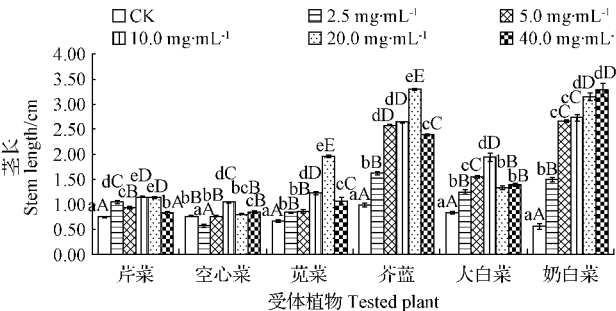


图 1 苦瓜茎叶水浸提液对受体植物幼苗茎长的影响
Fig. 1 Effects of aqueous extract of stems and leaves of *M. charantia* on the stem length of tested plant seedlings

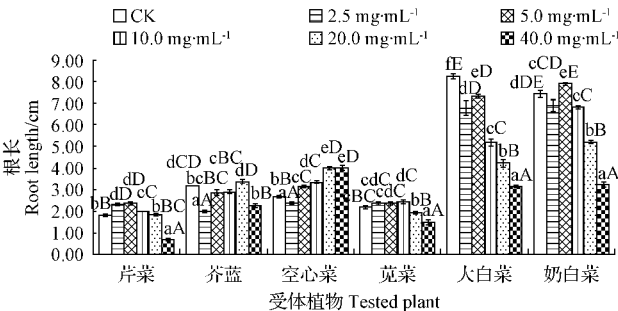


图 2 苦瓜茎叶水浸提液对受体植物幼苗根长的影响
Fig. 2 Effects of aqueous extract of stems and leaves of *M. charantia* on the root length of tested plant seedlings

由表 2 可知,不同浓度浸提液对 6 种叶菜幼苗的茎质量都表现出促进作用,其中空心菜、苋菜和奶白菜的幼苗茎质量随浸提液浓度增大而增加,表现出“剂量效应”。不同浓度的苦瓜茎叶水浸提液对空心菜、苋菜、大白菜和奶白菜幼苗的根质量都表现出促进作用;低浓度(2.5、5.0 mg·mL⁻¹)的浸提液对芹菜幼苗的根质量表现出抑制作用,中浓度(10.0 mg·mL⁻¹)的浸提液对芹菜幼苗的根质量表现出促进作用,高浓度(20.0、40.0 mg·mL⁻¹)的

浸提液对芹菜苗的根质量表现出抑制作用,在 40.0 mg·mL⁻¹浓度处理下的芹菜幼苗根质量与对照组之间差异极显著。

2.3 苦瓜对 6 种受体植物的化感效应

由表 3 可知,苦瓜茎叶水浸提液对 6 种叶菜幼苗生长的影响总体要高于其对种子萌发的影响,即苦瓜茎叶浸提液对二者的影响程度存在差异。

从图 3 可以看出,在同一浓度处理下,苦瓜茎叶水

表 2 苦瓜茎叶水浸提液对受体植物幼苗茎质量和根质量的影响

Table 2 Effects of aqueous extract of stems and leaves of *M. charantia* on the stem weight and root weight of tested plant seedlings

指标 Index	浓度 Concentration	受体植物 Tested plant					
	/(mg·mL ⁻¹)	芹菜 <i>Apium graveolens</i>	空心菜 <i>Ipomoea aquatica</i>	苋菜 <i>Amaranthus mangostanus</i>	芥蓝 <i>Brassica alboglabra</i>	大白菜 <i>Brassica pekinensis</i>	奶白菜 <i>Brassica campestris</i>
茎质量 Stem weight/g	CK	0.023 2aA	0.345 5aA	0.383 7aA	0.030 7aA	0.212 9aA	0.197 5aA
	2.5	0.032 5bcAB	0.536 6bB	0.491 2aA	0.037 2abA	0.303 5bB	0.300 3bB
	5.0	0.038 8cdBC	0.698 5cC	0.499 8aA	0.040 6bA	0.402 9cC	0.437 8cC
	10.0	0.045 0dC	0.8878 dD	0.790 4bB	0.061 7cB	0.439 8cdCD	0.518 8dD
	20.0	0.038 7cdBC	0.933 6eDE	0.996 1cC	0.074 6dC	0.574 3eE	0.578 3eE
	40.0	0.026 7abA	0.946 6eE	0.999 8cC	0.056 6cB	0.474 1dD	0.602 3eE
根质量 Root weight/g	CK	0.020 5cdB	0.155 6abAB	0.110 6aA	0.019 1aA	0.080 9aA	0.110 5aA
	2.5	0.013 4bB	0.114 5aA	0.163 2aA	0.019 6aA	0.117 5bcAB	0.125 2aAB
	5.0	0.014 4bcB	0.210 2cB	0.148 1aA	0.030 9abA	0.162 7dC	0.131 1aAB
	10.0	0.021 2dB	0.181 8bcAB	0.120 5aA	0.039 0bA	0.105 9abAB	0.191 2bC
	20.0	0.018 2bcdB	0.179 5bcAB	0.132 7aA	0.038 4bA	0.139 7cdBC	0.178 9bBC
	40.0	0.003 1aA	0.176 4bcAB	0.122 9aA	0.023 0aA	0.083 2aA	0.126 8aAB

表 3 苦瓜茎叶水浸提液对受体植物化感作用

Table 3 Allelopathic effects of aqueous extract of stem and leaf of *M. charantia* on treated plants

受体植物 Treated plant	浓度 Concentration	化感指数 RI					
	/(mg·mL ⁻¹)	发芽率 Germination rate	发芽势 Germination potential	茎长 Stem length	根长 Root length	茎质量 Stem weight	根质量 Root weight
芹菜 <i>Apium graveolens</i>	2.5	-0.033	0.192	0.276	0.212	0.286	-0.346
	5.0	0.104	0.263	0.197	0.229	0.402	-0.298
	10.0	0.016	0.236	0.342	0.081	0.484	0.033
	20.0	0.016	0.236	0.340	0.016	0.401	-0.112
	40.0	0.016	0.160	0.083	-0.624	0.131	-0.849
空心菜 <i>Ipomoea aquatica</i>	2.5	-0.042	-0.123	-0.237	-0.102	0.219	0.322
	5.0	-0.042	-0.068	-0.007	0.155	0.232	0.253
	10.0	-0.014	0.000	0.264	0.204	0.515	0.082
	20.0	0.004	0.014	0.032	0.338	0.615	0.167
	40.0	0.004	0.027	0.092	0.335	0.616	0.100
苋菜 <i>Amaranthus mangostanus</i>	2.5	0.029	0.000	0.203	0.066	0.175	0.026
	5.0	-0.075	-0.075	0.228	0.074	0.244	0.382
	10.0	0.043	0.043	0.451	0.105	0.502	0.510
	20.0	-0.060	-0.060	0.658	-0.128	0.588	0.503
	40.0	-0.075	-0.090	0.375	-0.323	0.458	0.170
芥蓝 <i>Brassica alboglabra</i>	2.5	0.000	-0.014	0.389	-0.382	0.356	-0.264
	5.0	0.000	0.000	0.616	-0.104	0.503	0.260
	10.0	0.000	0.014	0.624	-0.095	0.611	0.144
	20.0	-0.027	-0.029	0.698	0.051	0.630	0.133
	40.0	0.027	0.028	0.585	-0.173	0.635	0.118
大白菜 <i>Brassica pekinensis</i>	2.5	-0.059	-0.047	0.342	-0.177	0.296	0.364
	5.0	0.029	-0.016	0.467	-0.109	0.472	0.362
	10.0	0.029	0.073	0.573	-0.371	0.516	0.538
	20.0	0.069	0.099	0.383	-0.482	0.629	0.360
	40.0	0.043	-0.077	0.401	-0.62	0.551	0.070
奶白菜 <i>Brassica campestris</i>	2.5	0.000	0.000	0.622	-0.074	0.342	0.117
	5.0	0.000	0.000	0.788	0.059	0.549	0.157
	10.0	0.000	0.000	0.793	-0.083	0.619	0.422
	20.0	-0.013	-0.013	0.813	-0.301	0.658	0.382
	40.0	-0.013	-0.013	0.829	-0.564	0.672	0.129

浸提液对 6 种叶菜的化感综合效应作用大小不同,其中对空心菜的化感综合效应随浸提液浓度的增大而增大,对芹菜、苋菜、芥蓝、大白菜和奶白菜的化感综合效应随浸提液浓度的增大而减小;化感综合效应为负值,说明 $40.0 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的苦瓜茎叶水浸提液芹菜的影响总体表现为抑制。

整体而言,奶白菜对苦瓜茎叶水浸提液具有更强的敏感性,其化感作用综合效应的平均值大小顺序为奶白菜(0.229) > 芥蓝(0.178) > 苋菜(0.165) > 大白菜(0.157) > 空心菜(0.132) > 芹菜(0.083)。

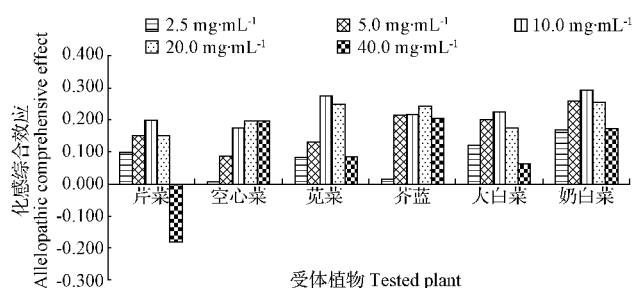


图3 苦瓜茎叶水浸提液对受体植物化感作用

Fig. 3 Allelopathic effects of aqueous extract of stem and leaf of *M. charantia* on treated plants

3 结论与讨论

试验结果显示,苦瓜茎叶存在化感物质,其水浸提液对 6 种受体植物均有一定的化感效应,同一浓度浸提液处理下对不同受体植物的种子萌发和幼苗生长的化感效应不同。植物化感作用受化感物质性质、浓度、互作方式及受体植物敏感性的不同,可表现出促进作用、抑制作用、促进/抑制双重作用和无显著作用等多种形式^[9],与该试验结果相吻合,说明化感物质具有选择性和专一性。同一受体植物的不同生长时期对苦瓜茎叶中的化感物质的敏感程度不同,苗期比发芽期更敏感,

与尹亚丽等^[10]、芦站根等^[11]的结论一致。

该试验涉及发芽率、发芽势、茎长、根长、茎质量和根质量 6 项指标,为避免用单一指标反映化感作用的大小具有一定的片面性,采用综合效应从整体上更为客观地反映供体或受体的化感敏感性。

同一植物不同器官的化感物质也不完全相同,该研究只采用了苦瓜茎叶混合物的水浸提液对 6 种受体植物种子和幼苗生长的影响进行了研究,苦瓜不同器官的化感作用差异有待进一步研究。此外,苦瓜可能会通过雨雾淋溶、根系分泌、残体分解或茎叶挥发向环境释放化感物质,并在一定程度上改变微生物条件,而该试验仅为室内测试试验结果,在复杂的自然环境条件下能否产生相同的作用尚待进一步研究。

参考文献

- [1] 刘昭华. 海南苦瓜反季节栽培技术[J]. 热带农业工程, 2008, 32(1): 23-24.
- [2] 陈坚, 周木虎. 盐胁迫对不同苦瓜品种萌发及幼苗生长的影响[J]. 湘潭师范学院学报, 2002, 24(4): 44-48.
- [3] 林先山, 赵兴美. 海南冬种苦瓜反季节栽培技术[J]. 中国农村小康科技, 2007(4): 57.
- [4] 刘子记, 杨衍. 海南苦瓜主要病虫害的发生及防治技术[J]. 南方农业学报, 2012, 43(10): 1501-1504.
- [5] 彭少麟, 邵华. 化感作用的研究意义及发展前景[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 780-785.
- [6] 卢向荣, 谭忠奇, 林益明, 等. 入侵植物马缨丹对 4 种农作物的化感作用[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2013, 52(1): 133-138.
- [7] 田学军, 沈云玫, 陶宏征, 等. 入侵植物肿柄菊对三叶鬼针草的化感作用[J]. 生态环境学报, 2015(7): 1128-1131.
- [8] 曹慕岚. 麻风树叶片化感物质对紫茎泽兰生理活性的影响[J]. 北方园艺, 2015(8): 90-95.
- [9] 吴会芹, 董林林, 王倩. 玉米、小麦秸秆水浸提液对蔬菜种子的化感作用[J]. 华北农学报, 2009(24): 140-143.
- [10] 尹亚丽, 李红旭, 王俊, 等. 杂草对紫花苜蓿的化感作用[J]. 草业科学, 2009, 26(12): 131-135.
- [11] 芦站根, 周文杰, 郑博颖, 等. 黄顶菊对 2 种蔬菜种子和幼苗的化感效应[J]. 草业科学, 2011, 28(2): 251-254.

Allelopathic Effect of *Momordica charantia* on Seed Germination and Seedling Growth of Six Leafy Vegetables

AO Su^{1,2,3}, YAN Shilong⁴, CAI Bo³, FAN Zhiwei², ZHOU Hui³, ZHU Chaohua¹

(1. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 2. Institute of Environment and Plant Protection, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101; 3. Hainan Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Haikou, Hainan 570311; 4. Hainan Meteorological Bureau, Haikou, Hainan 570203)

Abstract: Six kinds of leafy vegetables as tested plants, indoor bioassay method was used as materials, the aqueous extracts of *M. charantia* leaves and stems allelopathy of the leaching solution were studied. The results showed that the aqueous extracts of *M. charantia* leaves and stems allelopathy of the leaching solution for six kinds of tested plant seed germination and seedling growth were the certain allelopathic effect, but the way of allelopathy and strength between species and bigger differences between indexes. Overall, the the aqueous extracts of *M. charantia* leaves and stems allelopathy of the leaching solution for the influence of the receptor plant seedling growth was higher than its effect on seed germination. Allelopathic effect of the combined effect of the average size of the order: *B. campestris* > *B. alboglabra* > *A. mangostanus* > *B. pекinensis* > *I. aquatica* > *A. graveolens*.

Keywords: *Momordica charantia* L.; allelopathy; seed germination; seedling growth