

外来入侵植物黄顶菊对黄瓜化感作用研究

季彦华¹, 韩亚楠^{1,2}, 吴兴勇², 李敏^{1,2}

(1. 青岛农业大学 菌根生物技术研究所, 山东 青岛 266109; 2. 青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

摘要:以外来入侵植物黄顶菊(*Flaveria bidentis*)为试材,研究了日光温室盆栽条件下黄顶菊与黄瓜混作对黄瓜株高、干鲜重、叶绿素含量、根系活力、过氧化物酶(POD)活性和过氧化氢酶(CAT)活性、丙二醛(MDA)含量的影响,以及黄顶菊浸提液对黄瓜种子萌发的影响。结果表明:黄顶菊对混作的黄瓜株高和鲜重增长都有明显的抑制作用;生长在黄顶菊附近的黄瓜的根系活力、叶片叶绿素含量及 POD 活性、CAT 活性均低于单种黄瓜的对照,而 MDA 含量高于对照;不同浓度黄顶菊植株浸提液处理的黄瓜种子,随处理浓度的升高,黄瓜种子的发芽率不断降低。

关键词:黄顶菊;黄瓜;化感作用;发芽率

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0011-04

黄顶菊(*Flaveria bidentis*)属菊科堆心菊族黄顶菊属 1 a 生入侵杂草,原产于南美洲。2001 年首次发现于我国河北省衡水湖,后在廊坊、天津、沧州、邢台、石家庄等地陆续发现,它能够很快地适应衡水湖附近的生态环境并大量地生长繁殖,根系发达,茎粗壮并且能与其它植物通过化感作用等竞争生态环境因子,危害性不可低估^[1]。所谓化感作用是指各种植物和微生物所释放的化学物质引起的生化相生及相克作用,是外来植物成功入侵的重要机制之一,它通过茎叶淋溶、根系分泌、植株挥发等方式释放出各种化感物质,抑制周围植物的生长^[2-3]。有研究证明,黄顶菊对很多植物种子的萌发和幼苗的生长都有化感作用^[4-7];黄顶菊根、茎、叶等均具有分泌结构^[8],黄顶菊中的化学成分非常多,分为黄酮、皂苷、噻吩类、萜类、甾体类化合物和单宁酸等^[9],在其生长过程中能够形成一些如硫酸盐类黄酮等次生代谢物质^[10],这使其对一些不良的生态环境具有较强的适应能力。黄顶菊对许多农作物及蔬菜都有化感作用,许文超等^[11]发现黄顶菊茎叶的不同提取物对玉米、小麦、棉花、大豆、花生、马唐和反枝苋都表现出了不同程度的抑制作用;张凤娟等^[12]研究表明,黄顶菊植株水浸提液浓度越高对萝卜、大麦和花生等 28 种植物发芽和胚根伸长

的抑制作用越强;冯建勇等^[13]研究发现黄顶菊水浸提液对棉花、玉米、小麦和萝卜的苗高、根长和植株鲜重表现出抑制作用。

黄顶菊入侵农田、苗圃后的危害很大,黄瓜作为北方重要的蔬菜之一,黄顶菊对其化感作用的研究较少。该试验在温室盆栽条件下初步测定了黄顶菊对混作黄瓜幼苗生长、部分生理特性的影响,以及黄顶菊植株水浸提液对黄瓜种子发芽率的影响,旨在为进一步阐明黄顶菊对不同作物的化感作用的效应与机制、为蔬菜作物栽培管理,防治黄顶菊入侵等方面提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄顶菊种子采自河北省衡水市,黄瓜种子“津优 32”购买于城阳区种子站。

1.2 试验方法

1.2.1 黄顶菊幼苗培养 将黄顶菊种子浸种催芽,播种于 72 孔的育苗穴盘中,共 6 盘,育苗基质比例为蛭石:草炭:珍珠岩=2:2:1,置于日光温室培养,定期浇水以保证其正常生长,浇水时直接浇水于土壤上,以避免淋溶物的影响。

1.2.2 与黄瓜混作试验 黄顶菊长出 2 片真叶后在黄顶菊育苗穴盘中播种黄瓜种子,以穴盘单独播种黄瓜种子为对照,重复 3 次。观察黄瓜种子在黄顶菊的影响下的生长状况,期间定期浇水和喷灌营养液,保证各盘苗子相同的水分和营养条件,30 d 后在每盘黄瓜苗中各选择 5 株进行株高及干鲜重的测定,每盆随机选择 5 片黄瓜叶片 0.5 g 进行叶绿素含量、根系活力、丙二醛(MDA)含量以及过氧化物酶(peroxidase, POD)活性、过

第一作者简介:季彦华(1990-),女,内蒙古赤峰人,硕士研究生,研究方向为入侵植物与丛枝菌根的相互作用。

责任作者:李敏(1964-),女,山东龙口人,博士,教授,现主要从事蔬菜栽培生理等研究工作。E-mail:minli@qau.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31240085);青岛市基础科学研究资助项目(11-2-4-5-(9)-jch)。

收稿日期:2013-10-23

氧化氢酶(catalase, CAT)活性的测定。

1.2.3 黄顶菊浸提液对黄瓜种子发芽率的影响 采集黄顶菊新鲜植株,迅速用蒸馏水进行活性物质浸提。材料与浸提液重量比为1:10,过滤后的滤液作为原液,放置于4℃冰箱保存备用。试验时,分别用蒸馏水稀释至相当于原液的70%、50%和30%3个浓度,加上原液(100%)共4个浓度^[8]。封口静置24 h,以保证提取液与外界空气的成分进行充分混合。选取颗粒饱满的黄瓜种子在培养皿中(内铺2层滤纸,以各浓度的黄顶菊浸提液润湿)进行发芽试验。4个处理浓度分别为100%、70%、50%和30%黄顶菊水浸提原液,以蒸馏水作为对照(CK)。每个培养皿播种30粒黄瓜种子,各处理以相应浓度浸提液处理1次,对照用蒸馏水处理1次,每处理3次重复。培养皿与基质使用前均用0.15%福尔马林进行消毒。3 d后测定其发芽率。

1.3 项目测定

丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸法^[14];叶绿素含量测定采用丙酮:无水乙醇2:1提取法^[15];根系活力测定采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法^[16];POD活性测定采用愈创木酚法^[16];CAT活性测定采用紫外吸收法^[17]。

1.4 数据分析

使用Excel 2003和DPS V 7.55专业版进行分析。化感效应指数(RI)采用Williamson(1988)等的方法进行计算,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表示化感作用强度大小,正值表示促进效应,负值表示抑制效应,其绝对值大小反映化感作用的强弱。

2 结果与分析

2.1 黄顶菊对黄瓜株高及干鲜重的影响

由图1可知,正常生长的黄瓜植株的株高、鲜重和干重的平均值分别为9.0 cm、4.6 g、0.48 g,而由黄顶菊

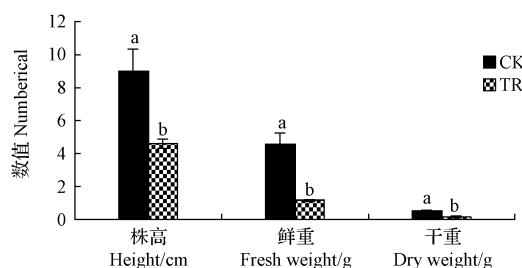


图1 黄顶菊对黄瓜株高及干鲜重的影响

注:不同小写字母代表0.05水平下差异显著,下同。

Fig. 1 Effect of *Flaveria bidentis* on plant height, fresh weight and dry weight of cucumber

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level, the same below.

处理的黄瓜植株的株高、鲜重和干重的平均值分别为4.6 cm、1.1 g、0.15 g,各指标与对照相比均差异显著。因此,黄顶菊对黄瓜的株高及干鲜重的增长都有明显的抑制作用,对照植株的株高及干鲜重在自然条件下表现正常,由黄顶菊处理的植株株高及干鲜重有明显的下降。

2.2 黄顶菊对黄瓜叶绿素含量的影响

由图2可知,黄瓜植株叶片的叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量在正常生长植株中分别为18.1、6.4、24.5 mg/g,而由黄顶菊处理的黄瓜植株分别为12.5、4.3、16.8 mg/g,明显低于正常生长的黄瓜植株的叶绿素含量,且与对照相比差异显著。说明在此条件下,黄顶菊对附近生长的黄瓜植株的叶绿素合成有抑制作用。

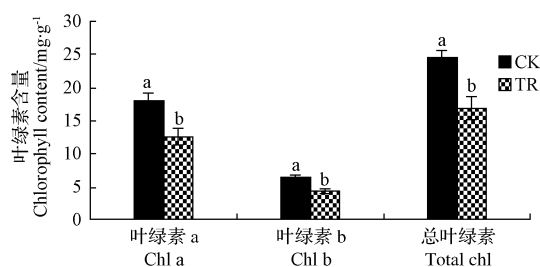


图2 黄顶菊对黄瓜植株叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of *Flaveria bidentis* on chlorophyll content of cucumber

2.3 黄顶菊对黄瓜丙二醛含量的影响

由图3可知,混作黄顶菊的黄瓜丙二醛含量达到了0.011 μmol/g,明显高于对照的0.0084 μmol/g,二者达到差异显著水平,化感效应指数达到+0.236。说明黄顶菊的生长对附近的黄瓜植株来说是一种逆境,造成了受体植物中丙二醛含量的升高。

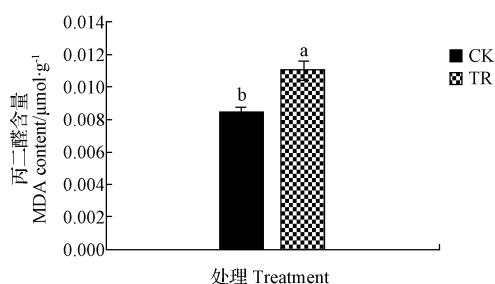


图3 黄顶菊对黄瓜植株丙二醛含量的影响

Fig. 3 Effect of *Flaveria bidentis* on malondialdehyde content of cucumber

2.4 黄顶菊对黄瓜根系活力的影响

由图4可知,正常生长黄瓜与黄顶菊处理的黄瓜植株根系活力相比,生长在黄顶菊附近的黄瓜植株的根系活力与对照相比有明显的降低,且对照与处理间达到差

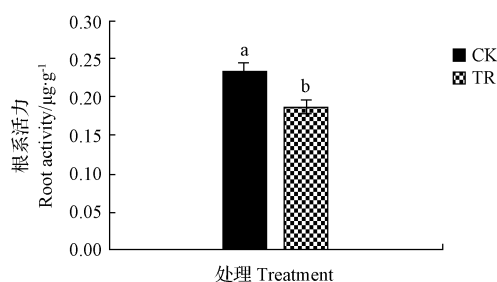


图4 黄顶菊对黄瓜植株根系活力的影响

Fig. 4 Effect of *Flaveria bidentis* on root activity of cucumber

表 1

黄顶菊对黄瓜保护酶活性的影响

Table 1

Effect of *Flaveria bidentis* on peroxidase activity and catalase activity of cucumber

处理 Treatment	过氧化物酶活性 POD activity/ $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	化感效应 指数 RI	过氧化氢酶活性 CAT activity/ $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	化感效应 指数 RI
CK	1 528	-0.232	0.323	-0.684
TR	1 173		0.102	

2.6 黄顶菊水浸提液对黄瓜种子发芽率及胚根长度的影响

由图 5 可知,用不同浓度的黄顶菊水浸提液浇灌的黄瓜种子,其发芽率明显不同。随浸提液浓度的增加,黄瓜种子的发芽率不断降低,各处理均低于对照组种子发芽率,表明黄顶菊的水浸提液对黄瓜种子发芽具有明显的抑制作用。

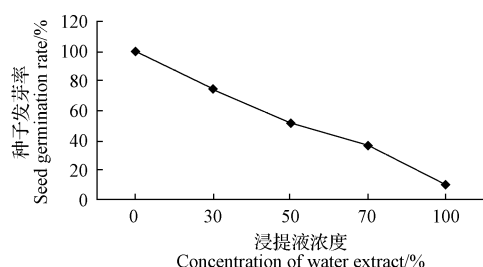


图5 不同浓度黄顶菊浸提液对黄瓜种子发芽率的影响

Fig. 5 Effect of different concentration of water extract from *Flaveria bidentis* on seed germination rate of cucumber

由图 6 可知,待黄瓜种子发芽后 3 d,分别测定其胚根长度,用不同浓度黄顶菊水浸提液处理黄瓜种子,其胚根长度与对照有显著差异。随着浸提液浓度的不断增加,黄瓜种子的胚根长度不断降低,各处理均低于对照组种子胚根长度,表明黄顶菊的水浸提液对黄瓜种子的胚根伸长具有明显的抑制作用。

3 结论与讨论

该试验表明,黄顶菊植株伴生于黄瓜植株附近,对黄瓜的株高及干鲜重增长都产生了不同程度的抑制作用;黄顶菊明显降低了附近生长的黄瓜植株的根系活

异显著水平,化感效应指数达到-0.199,说明了黄顶菊浸提液对黄瓜植株根系生长有一定的抑制作用。

2.5 黄顶菊对黄瓜体内保护酶活性的影响

由表 1 可知,黄顶菊浸提液对黄瓜植株体内的 POD 活性及 CAT 活性的化感指数分别达-0.232 和-0.684,均起到明显的抑制作用,POD 活性及 CAT 活性与对照相比都有一定程度的降低。说明黄顶菊通过作用植物根系,降低了植物体内保护酶的活力,从而使受体植物抗氧化的能力降低。

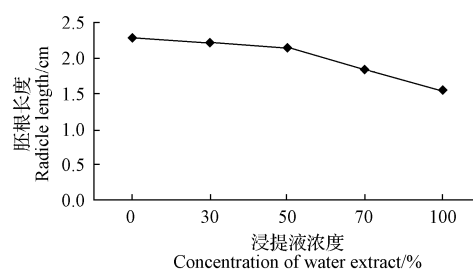


图6 不同浓度黄顶菊浸提液对黄瓜种子胚根长度的影响

Fig. 6 Effect of different concentration of water extract from *Flaveria bidentis* on radicle length of cucumber

力,并降低了黄瓜植株体内的叶绿素含量,而促进了黄瓜体内丙二醛的含量,还显著降低了植株体内 POD、CAT 活性;用不同浓度的黄顶菊水浸提液处理的黄瓜种子的发芽率也随着浸提液浓度的增加而不断下降,表明黄顶菊植株体内确实产生某些化学物质对黄瓜种子的发芽及生长有抑制作用。即黄顶菊对黄瓜植株存在化感作用。

黄顶菊化感作用对不同植物及植物不同生育阶段的影响也不尽相同,这在前人对其它植物的化感研究中有过报道,不同浓度的黄顶菊水浸提液对绿豆种子的发芽率产生了抑制作用,发芽率随着黄顶菊水浸提液浓度的增加而不断降低,且绿豆种子胚根的伸长也受到了不同程度的抑制,但 1% 浓度的水浸提液处理差异不明显^[18],这与该试验对黄瓜种子发芽率的处理得到的研究结论一致,但该试验对幼苗胚根伸长处理所用的浸提液浓度阶梯变化较大,所以结果有所差异。任艳萍等^[8]白菜幼苗中叶绿素 a 及总叶绿素的含量随着黄顶菊根、

茎、叶的水浸提液的不断增加而呈下降趋势,而丙二醛(MDA)含量随着茎和叶片的浸提液浓度的增加而相应升高,这与该试验对黄瓜幼苗处理得到的结论一致。生长在黄顶菊附近的萝卜、玉米、黄瓜和小麦根系活力明显低于只生长黄瓜的对照,叶片的 SOD 活性、POD 活性、CAT 活性均低于对照^[19],与该试验中黄瓜叶片的几种酶的含量测定结果一致。

该试验中黄顶菊对黄瓜的化感作用明显,但对具体起到作用的黄顶菊化感物质成分以及其作用机制仍缺乏了解,因此对黄顶菊化感物质的具体成分及在黄顶菊入侵过程中的作用地位等的了解仍需进行深入研究;而且该试验只是在室内盆栽进行,在大田及规模化设施栽培中是否有同样的作用还有必要进行进一步研究,以便探究黄顶菊化感作用的更深层次的机制,为研究其它外来植物的入侵机理提供理论素材,从而为减轻作物受到化感作用影响的研究提供实际帮助。

参考文献

- [1] 芦站根,崔兴国,蒋文静.衡水湖黄顶菊的入侵情况的初步研究[J].衡水学院学报,2006,8(1):69-71.
- [2] Bais H P, Vepachedu R, Gilroy S, et al. Allelopathy and exotic plant invasion; from molecules and genes to species interactions[J]. Science, 2003, 301:1377-1380.
- [3] 吴锦容,彭少麟.化感-外来入侵植物的 Novel Weapons[J].生态学报,2005,25(11):3093-3097.
- [4] 高汝勇,高小川,李会芬,等.黄顶菊对小麦根尖的遗传毒性[J].麦类作物学报,2013,33(4):1035-1038.
- [5] Zhang F J, Guo J Y, Chen F, et al. Assessment of allelopathic effects of residues of *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze on wheat seedlings[J]. Archives of

Agronomy and Soil Science, 2012, 58(3):257-265.

- [6] 陈冬青,皇甫超河,王楠楠,等.不同生长环境下黄顶菊浸提液对多年生黑麦草萌发与生长的影响[J].中国生态农业学报,2012,20(5):585-591.
- [7] 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.
- [8] 任艳萍,古松,江莎,等.外来植物黄顶菊营养器官解剖特征及其生态适应性[J].生态学杂志,2009,28(7):1239-1244.
- [9] 尹礼.黄顶菊中黄酮类物质分离纯化方法的研究[D].北京:北京化工大学,2012.
- [10] Agnese A M, Montoya S N, Espinar L A, et al. Chemotaxonomic features in Argentinian species of *Flaveria compositae* [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 1999, 27:739-742.
- [11] 许文超,徐娇,李和生,等.外来入侵植物黄顶菊的化感作用初步研究[J].河北农业大学学报,2007,30(6):17-19.
- [12] 张凤娟,徐兴友,陈凤敏,等.黄顶菊茎叶浸提液对白菜和水稻幼苗化感作用的初步研究[J].西北植物学报,2008(8):1669-1674.
- [13] 冯建勇,庞民好,陶福,等.黄顶菊化感物质释放途径的初步研究[J].河北农业大学学报,2009,32(1):72-77.
- [14] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].2版.北京:高等教育出版社,2006:118-280.
- [15] 刘绚霞,董振生,刘创社,等.油菜叶绿素提取方法的研究[J].中国农学通报,2004,20(4):62-63.
- [16] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [17] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000:166-169.
- [18] 周文杰,李建明,芦站根.外来植物黄顶菊水浸提液对绿豆种子萌发及生长的影响[J].江苏农业科学,2007(4):72-74.
- [19] 商闫,韩建民,时翠平,等.黄顶菊对几种作物生长影响的作用机理初步研究[J].河北农业大学学报,2010(6):93-95.

Study on Allelopathy in Alien Invasive *Flaveria bidentis* on Cucumber

Ji Yan-hua¹, HAN Ya-nan^{1,2}, WU Xing-yong², LI Min^{1,2}

(1. Institute of Mycorrhizal Biotechnology, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Taking alien invasive *Flaveria bidentis* as material, under solar greenhouse potting conditions, the influences of *F. bidentis* on cucumber plant height, fresh and dry weight, chlorophyll content, root activity, POD activity and CAT activity, and MDA content under intercropping with *Flaveria bidentis* and cucumber, as well as the impact of the water extract from *Flaveria bidentis* on cucumber seed germination were studied. The results showed that plant height and fresh weight growth were inhibited and root activity, chlorophyll content and POD activity, CAT activity were lower than that of control under intercropping, while the MDA content was higher than that of control. Cucumber seed germination rate decreased with the increase of the extract concentration.

Key words: *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze; cucumber; allelopathy; germination rate