

三种地被菊种子萌发及幼苗生长的化感效应比较

胡妍妍, 王 丹, 曾 嵘

(天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384)

摘 要:以天人菊、金鸡菊和蛇鞭菊为试材,比较两两混种与单种在种子萌发和幼苗生长阶段相互间的化感效应强度。结果表明:两两混种下,金鸡菊、蛇鞭菊对天人菊生长起促进作用,化感效应强度为金鸡菊>蛇鞭菊;天人菊、蛇鞭菊对金鸡菊生长起抑制作用,化感效应强度为天人菊>蛇鞭菊;金鸡菊、天人菊对蛇鞭菊生长起抑制作用,化感效应强度为金鸡菊>天人菊。

关键词:地被菊;种子萌发;幼苗生长;化感效应

中图分类号:S 681.904⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0089-03

植物在生长过程中,可通过茎叶淋溶、根系分泌、地上挥发以及植株残株的腐解等途径向环境中释放次生代谢物,对本身或另一种植物产生促进或抑制作用,这种现象称为植物化感作用^[1]。菊科植物是园林花卉应用中常见花材,其景观效果好、花色鲜艳、管理粗放,广泛应用于各种城市绿地中。园林搭配经常将几种花卉以近距离的株行距搭配在一起,这样在有限的空间、土肥水等条件下,势必会产生竞争。已有许多研究表明,菊科植物具有较强的化感作用^[2-8]。如慕小倩等^[3]关于10种菊科植物水提液对小麦幼苗生长的影响,既产生克生作用,又产生促生作用;杜明利等^[4]关于大花金鸡菊水浸液对6种园林植物种子萌发的抑制作用,说明其可能具有较普遍的化感作用。曾建军等^[5]关于剑叶金鸡菊繁殖特征与入侵性的关系,表明其克隆繁殖能力非常强。但这些研究多集中在植株水浸液的化感作用,对菊科植物在栽培上的表现及同科间的化感作用强弱比较鲜有报道。该试验将天人菊、金鸡菊和蛇鞭菊两两混种,从种子发芽到幼苗生长比较其相互间的化感作用,分析其对植物生长的影响,以期今后园林花卉的植物选择提供参考,为菊科植物间化感作用更深层次的研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2015年春夏在天津农学院园艺实验基地进行,供试天人菊、金鸡菊和蛇鞭菊种子均采收于2014年

8月中下旬。用盆口直径18 cm的塑料花盆装入等量栽培土(园土:草炭体积比为2:1)培养植株。

1.2 试验方法

选择饱满、大小均匀一致的天人菊、金鸡菊和蛇鞭菊种子,用0.1%高锰酸钾溶液消毒5 min,无菌水冲洗后晾干。将供试种子两两组合,以1:1的比例种于花盆中,每盆共种20粒,以每种植物单独种植20粒为对照,3次重复,定期浇水并统计发芽率。

待植株生长80 d后,从对照和混种花盆中随机取10株幼苗,连根拔起,自来水冲洗干净并将地上、地下部分分开,测定其株高、根长。于80℃烘干至恒重,用电子天平称量植株地上干质量和根干质量。

1.3 项目测定

1.3.1 种子发芽率计算 从种子培养次日起每天定时由专人统计发芽种子数量,以胚根长为种子长的1/2作为发芽标准。发芽率(%)=(发芽种子数/供试种子数)×100。

1.3.2 化感效应指数(SE)计算 计算化感综合效应指数(SE)即同一处理下种子的发芽率、幼苗株高、地上干质量、幼根长和根干质量的化感效应指数(RI)的算术平均值^[9-10]。参照 WILLIAMSON 等^[11]的方法,计算化感作用效应指数(RI)。RI=1-C/T(T≥C)或 RI=T/C-1(T<C)。其中,C为对照值,T为处理值。RI>0为促进作用,RI<0为抑制作用,RI的绝对值代表作用强度的大小。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2013 软件进行处理,采用 SPSS 18.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 混种对天人菊种子萌发和幼苗生长的化感效应

由表1可知,天人菊与金鸡菊混种,天人菊各项指

第一作者简介:胡妍妍(1981-),女,天津人,硕士,讲师,现主要从事园林植物与园林教学与科研等工作。E-mail:tjnxy2010@126.com.

基金项目:天津农学院科学研究发展基金资助项目(2013N11);国家星火资助项目(2015GA610029)。

收稿日期:2016-08-04

标比单种均显著升高,其中天人菊发芽率、株高、根长、地上干质量和根干质量分别增加了 44.98%、38.27%、65.94%、36.59%和 92.68%。说明金鸡菊对天人菊生长起到一定促进作用。而天人菊与蛇鞭菊混种与单种相比,其各项指标变化不显著,说明蛇鞭菊对天人菊生长的影响很小。

由表 1 还可知,天人菊与金鸡菊混种,金鸡菊对天人菊各项指标均起到促进作用($RI>0$);而天人菊与蛇鞭菊混种,天人菊除了株高、地上干质量受到抑制($RI<0$),对其发芽率、根长、根干质量均起到促进作用($RI>0$)。从金鸡菊和蛇鞭菊对天人菊化感作用强度来看,金鸡菊作用下的天人菊各指标的 RI 绝对值均大于蛇鞭菊作用下的天人菊各指标的绝对值,故金鸡菊对天人菊的促进作用强度大于蛇鞭菊,蛇鞭菊对天人菊种子萌发和幼苗生长影响不大。

表 1 混种对天人菊种子萌发和幼苗生长的化感效应

	天人菊(单种)	天人菊+金鸡菊	天人菊+蛇鞭菊
发芽率/%	63.8b	92.5a	72.5b
效应指数(RI)		0.31	0.12
株高/cm	2.77b	3.83a	2.68b
效应指数(RI)		0.28	-0.03
地上干质量/g	0.004 1b	0.005 6a	0.003 8b
效应指数(RI)		0.27	-0.07
根长/cm	10.95b	18.17a	12.83b
效应指数(RI)		0.40	0.15
根干质量/g	0.004 1b	0.007 9a	0.005 5b
效应指数(RI)		0.48	0.25

注:小写字母表示差异显著($P<0.05$),以下同。

2.2 混种对金鸡菊种子萌发和幼苗生长的化感效应

由表 2 可知,金鸡菊与天人菊混种与单种相比,金鸡菊种子发芽率、幼苗株高差异不显著;而根长、地上干质量和根干质量混种均显著低于单种,分别下降了 15.89%、63.41%和 61.82%,说明天人菊对金鸡菊生长起到一定抑制作用。金鸡菊与蛇鞭菊混种与单种相比,除金鸡菊幼苗株高差异不显著外,其余指标混种均显著低于单种,其中金鸡菊发芽率、地上干质量、根长和根干质量分别下降了 23.53%、36.59%、19.81%和 30.91%;说明蛇鞭菊对金鸡菊生长起到一定抑制作用。

表 2 混种对金鸡菊种子萌发和幼苗生长的化感效应

	金鸡菊(单种)	金鸡菊+天人菊	金鸡菊+蛇鞭菊
发芽率/%	42.5a	47.5a	32.5b
效应指数(RI)		0.11	-0.24
株高/cm	1.37a	1.57a	1.58a
效应指数(RI)		0.13	0.13
地上干质量/g	0.004 1a	0.001 5c	0.002 6b
效应指数(RI)		-0.63	-0.37
根长/cm	16.05a	13.50b	12.87b
效应指数(RI)		-0.16	-0.20
根干质量/g	0.005 5a	0.002 1c	0.003 8b
效应指数(RI)		-0.62	-0.31

由表 2 还可知,金鸡菊与天人菊混种,金鸡菊种子发芽率和株高受到天人菊的促进作用($RI>0$),而其地

上干质量、根长和根干质量受到天人菊的抑制作用($RI<0$)。金鸡菊与蛇鞭菊混种,金鸡菊除了幼苗株高受到促进($RI>0$)外,其它各项指标均受到蛇鞭菊的抑制作用($RI<0$)。从天人菊和蛇鞭菊作用于金鸡菊的各项指标 RI 的绝对值来看,蛇鞭菊对金鸡菊种子发芽的抑制效应强度大于天人菊对金鸡菊种子发芽的促进效应;二者对金鸡菊幼苗株高的促进效应相等;天人菊对金鸡菊幼苗生物量(地上干质量和根干质量)生成的抑制效应强度大于蛇鞭菊的抑制效应;而蛇鞭菊对金鸡菊根长的抑制效应强度大于天人菊的抑制效应。

2.3 混种对蛇鞭菊种子萌发和幼苗生长的化感效应

由表 3 可知,蛇鞭菊与天人菊混种与单种相比,蛇鞭菊种子发芽率、幼苗株高和地上干质量差异不显著;而根长和根干质量混种显著低于单种,分别下降了 30.1%和 34.88%,说明蛇鞭菊地下部生长受到一定的抑制。蛇鞭菊与金鸡菊混种与单种相比,金鸡菊发芽率和根长差异不显著外,其余指标差异显著。其中株高、地上干质量和根干质量混种比单种分别下降 22.59%、31.46%和 39.53%,说明金鸡菊对蛇鞭菊生长产生一定抑制作用。

由表 3 还可知,蛇鞭菊无论与天人菊混种,还是与金鸡菊混种,天人菊和金鸡菊对蛇鞭菊的各项指标均起到抑制作用($RI<0$)。其中,天人菊对蛇鞭菊种子发芽率和幼苗根长的抑制效应强度大于金鸡菊的抑制效应,而金鸡菊对蛇鞭菊幼苗株高、地上干质量和根干质量的抑制效应大于天人菊的抑制效应。

表 3 混种对蛇鞭菊种子萌发和幼苗生长的化感效应

	蛇鞭菊(单种)	蛇鞭菊+天人菊	蛇鞭菊+金鸡菊
发芽率/%	83.8a	70.0a	75.0a
效应指数(RI)		-0.16	-0.11
株高/cm	6.95a	6.12ab	5.38b
效应指数(RI)		-0.12	-0.23
地上干质量/g	0.008 9a	0.007 4ab	0.006 1b
效应指数(RI)		-0.17	-0.31
根长/cm	10.73a	7.50b	8.82ab
效应指数(RI)		-0.30	-0.18
根干质量/g	0.004 3a	0.002 8b	0.002 6b
效应指数(RI)		-0.35	-0.40

2.4 3 种地被菊两两混种下的地上部和地下部化感效应指数比较

由表 4 可知,金鸡菊对天人菊幼苗地上、地下部均起到促进作用($RI>0$),对地下部化感强度 RI 值高出地上部 0.33。蛇鞭菊对天人菊幼苗地上部起到抑制作用($RI<0$),而对地下部起到促进作用,对地下部的促进效应强于对地上部的抑制效应。天人菊和蛇鞭菊对金鸡菊幼苗的地上、地下部均起到抑制作用,且二者作用于地下部的抑制效应均强于地上部的抑制效应, RI 值比地上部分别高出 0.28、0.27。天人菊和金鸡菊对蛇鞭菊幼苗的地上和地下部均起到抑制效应,且作用于地下部

的 表 4 混种对 3 种地被菊地上部和地下部化感效应指数的影响

	天+金	天+蛇	金+天	金+蛇	蛇+天	蛇+金
地上	0.55	-0.10	-0.50	-0.24	-0.29	-0.54
地下	0.88	0.40	-0.78	-0.51	-0.65	-0.58

注:表中所列出的为前面植物的化感效应指数,如“天+金”是指天人菊的化感效应指数。

抑制效应强于地上部的抑制效应,其 RI 值分别高出 0.36、0.04。

2.5 两两混种下 3 种地被菊化感作用的综合效应比较

由表 5 可知,金鸡菊和蛇鞭菊对天人菊生长均起到促进作用($RI>0$),金鸡菊 SE 指数比蛇鞭菊高出 0.27,故二者对天人菊的化感作用强弱为金鸡菊>蛇鞭菊;天人菊和蛇鞭菊对金鸡菊生长均起到抑制作用($RI<0$),天人菊 SE 指数比蛇鞭菊高出 0.03,故二者对金鸡菊的化感作用强弱为天人菊>蛇鞭菊;天人菊和金鸡菊对蛇鞭菊生长均起到抑制作用,金鸡菊 SE 指数比天人菊高出 0.03,故二者对蛇鞭菊的化感作用强弱为金鸡菊>天人菊。

表 5 混种下天人菊、金鸡菊和蛇鞭菊化感作用的综合效应指数比较

	天人菊	金鸡菊	蛇鞭菊
天人菊(SE)	—	0.35	0.08
金鸡菊(SE)	-0.23	—	-0.20
蛇鞭菊(SE)	-0.22	-0.25	—

3 讨论与结论

植物的化感能力与其遗传背景密切相关,不同的植物种类表现出显著不同的化感能力^[12]。金鸡菊对天人菊生长的促进效应强于蛇鞭菊的促进效应,天人菊对金鸡菊的抑制效应强于蛇鞭菊,金鸡菊对蛇鞭菊的抑制效应强于天人菊。

试验结果表明,选择性是化感作用的一个显著特点。同一植物对不同对象产生的化感效应不同,既有抑制作用,又有促进作用^[13]。该试验中,金鸡菊对天人菊

生长起到促进作用,对蛇鞭菊生长却起到抑制作用;而蛇鞭菊对天人菊生长起到促进作用,对金鸡菊生长却起到抑制作用。

植物的化感作用针对受体不同部位的化感效应不同,强度也不同。天人菊、金鸡菊和蛇鞭菊受到其它 2 种植物的化感效应强弱,均为地下部强于地上部。植物主要靠根部从土壤中吸收营养物质而生长,说明此 3 种植物在幼苗阶段主要通过根部向土壤中释放次生代谢物以抑制周边植物的生长,为其获得竞争优势。

参考文献

- [1] RICE E. Allelopathy[M]. 2nd Ed. New York: Academic Orlando, 1984.
- [2] 周凯,郭维明,徐迎春. 菊科植物化感作用研究进展[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 1780-1788.
- [3] 慕小倩,罗玛霞,段琦梅,等. 10 种菊科植物水浸液对小麦幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(11): 2014-2017.
- [4] 杜明利,高岩,张汝民,等. 大花金鸡菊水浸液对 6 种常见园林植物种子萌发的化感作用[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(1): 109-114.
- [5] 曾建军,肖宜安,孙敏. 入侵植物剑叶金鸡菊的繁殖特征及其与入侵性之间的关系[J]. 植物生态学报, 2010, 34(8): 966-972.
- [6] XUAN T D, SHINKICHI T, HONG N H, et al. Assessment of phytotoxic action of *Ageratum conyzoides* L. (billy goat weed) on weeds[J]. Crop Protection, 2004, 23: 915-922.
- [7] 方芳,郭永良,黄林兵. 入侵杂草加拿大一枝黄花的化感作用[J]. 生态科学, 2004, 23(4): 331-334.
- [8] 王乃亮,马瑞君,孙坤,等. 5 种菊科植物水浸液对黄帚橐吾种子萌发期化感作用研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(11): 2014-2017.
- [9] 李志华. 紫花苜蓿化感效应的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [10] 沈慧敏,郭鸿儒,黄高宝. 不同植物对小麦、黄瓜和萝卜幼苗化感作用潜力的初步评价[J]. 应用生态学报, 2005, 16(4): 740-743.
- [11] WILLIAMSON G B, RICHARDSON D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14(1): 181-187.
- [12] 董章杭. 水稻化感作用的动态遗传及其与环境互作研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2002.
- [13] 郭晓霞. 豆科牧草水浸液对几种杂草的化感效应[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.

Allelopathy Effect Comparison of Seed Germination and Seedling Growth for Three Kinds of Ground-cover Chrysanthemum

HU Yanyan, WANG Dan, ZENG Rong

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

Abstract: Taking *Gaillardia aristata*, *Coreopsis drummondii* and *Liatris spicata* as test materials, to compare the allelopathy strength of three kinds of ground-cover chrysanthemum from seed germination and seedling growth, which were planted according to a set of two and alone. The results showed that under mixed cropping, *Gaillardia aristata* growth was promoted. The allelopathy strength was *Coreopsis drummondii* > *Liatris spicata*; *Coreopsis drummondii* growth was inhibited. The allelopathy strength was *Gaillardia aristata* > *Liatris spicata*; *Liatris spicata* growth was inhibited. The allelopathy strength was *Coreopsis drummondii* > *Gaillardia aristata*.

Keywords: ground-cover chrysanthemum; seed germination; seedling growth; allelopathic effect