

鸡眼草水浸提液对4种草坪草的化感作用

王云, 刘叶, 龙凤玲, 龚浪, 赵东海, 彭友林

(湖南文理学院 生命科学学院, 中国湖南 常德 415000)

摘要:为探讨鸡眼草(*Kummerowia striata*)不同部位、不同浓度水浸提液对高羊茅(*Festuca arundinacea*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、白三叶(*Trifolium repens*)等4种草坪草的化感效应和作用规律,采用培养皿纸床法,以蒸馏水为对照,研究鸡眼草剪碎的植株、未剪碎的植株、叶、茎、根、地上部分0.012 5、0.025、0.05 g/mL 3个不同浓度的水浸提液对高羊茅、黑麦草、狗牙根、白三叶的种子发芽率、发芽速率、幼根长、幼苗高的化感作用。结果表明,鸡眼草水浸提液对高羊茅、黑麦草、狗牙根、白三叶4种受体植物种子的萌发及幼苗生长均有较强的化感抑制作用,且对种子发芽率作用强弱顺序为:狗牙根>白三叶>黑麦草>高羊茅,对种子发芽速率作用强弱顺序为:黑麦草>高羊茅>狗牙根>白三叶,对幼苗苗高作用强弱顺序为:黑麦草>白三叶>狗牙根>高羊茅,对幼苗根长作用强弱顺序为:白三叶>黑麦草>狗牙根>高羊茅。对4种受体植物的综合化感效应以高羊茅最弱,黑麦草、狗牙根、白三叶较为相近。4种受体植物所受到的抑制作用均随着水浸提液浓度的增加而增强,在同一浓度不同部位水浸提液处理下,叶、整株(剪碎)水浸提液对4种受体植物抑制作用比根、茎、整株(未剪碎)及地上部分水浸提液强。高羊茅、黑麦草、狗牙根3种草坪草受0.05 g/mL鸡眼草叶水浸提液的化感抑制作用最强,白三叶则受0.05 g/mL鸡眼草整株(剪碎)水浸提液的化感抑制作用最强。

关键词:鸡眼草;水浸提液;草坪草;化感作用

中图分类号:Q945;S451

文献标识码:A

文章编号:1007-7847(2014)02-0105-09

Allelopathic Effects of Water Extractions from *Kummerowia striata* on 4 Kinds of Turf Grass

WANG Yun, LIU Ye, LONG Feng-ling, GONG Lang,
ZHAO Dong-hai, PENG You-lin

(College of Life Science, Hunan University of Arts and Science, Changde 415000, Hunan, China)

Abstract:To explore the allelopathic effects and mechanisms of water extractions from different parts of *Kummerowia striata* on different receiving turf grass: *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon* and *Trifolium repens*. The Petri-dishes and filter-papers method was used to study the effects of water extractions from shearing whole plant, whole plant, leaves, stems, roots and the aboveground part of *Kummerowia striata* with different concentrations of 0.012 5 g/mL, 0.025 g/mL and 0.05 g/mL on seed germination rate, seed germination speed, seedling root, seedling shoot of the 4 receiving turf grass. The results showed that the seed germination and the seedling growth of the four tested plants are strongly suppressed by *Kummerowia striata* water extraction. The inhibition to the four receptors' seed germination ratio is *Cynodon dactylon*>*Trifolium repens*>*Lolium perenne*>*Festuca arundinacea*; the inhibition to the seed germination rate is *Lolium perenne*>*Festuca arundinacea*>*Cynodon dactylon*>*Trifolium repens*; the inhibition to the height of the seedlings is *Lolium perenne*>*Trifolium repens*>*Cynodon dactylon*>*Festuca arundinacea*; and the inhibition to the root length of seedlings is *Trifolium repens*>*Lolium perenne*>*Cynodon dactylon*>*Festuca arundinacea*. The four tested plants are strongly constrained by *Kummerowia striata* water extraction. The synthetical effect

收稿日期:2013-08-12;修回日期:2013-12-29

基金项目:湖南省科技厅项目资助(06CK3049、11FJ3164);湖南省教育厅青年项目资助(12B093);湖南省“十二五”重点建设学科作物遗传与育种学科资助(湘教通[2011]76号)

作者简介:王云(1974-),男,湖南澧县人,湖南文理学院教授,博士研究生,主要从事植物资源与环境研究,Tel:0736-7186128,E-mail:wangyun1211@126.com。

(SE) of *Festuca arundinacea* is the weakest. The inhibition enhanced as the concentration increased. Under the same concentration, the inhibition of water extraction of the leaves and the sheared whole plant is stronger than that of the unshowered whole plant, the stems, the root and the aboveground part. The seed germination and the seedling growth of *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* and *Cynodon dactylon* received the strongest inhibition from *Kummerowia striata* water extraction extracted from leaves under 0.05 g/mL. And *Trifolium repens* suffered the strongest inhibition under 0.05 g/mL extraction from the sheared whole plant.

Key words: *Kummerowia striata*; water extraction; turf grass; allelopathic effects

(*Life Science Research*, 2014, 18(2): 105~113)

化感作用是植物或微生物的代谢分泌物对环境中其他植物或微生物产生的有害或有益作用及自毒作用^[1]。化感作用强弱是通过化感效应指数来衡量的^[2],它既是植物对环境适应的一种化学表现形式^[3],也是植物的一种化学生态防御机制^[4],还是植物提高自身生存竞争力的一种化学手段^[5,6]。化感作用不仅在农田杂草防除、害虫综合治理等方面有重要的作用及应用前景,而且在环境保护、植物保护、中药材栽培、园林建设、生物多样性保护等方面蕴藏着巨大的应用潜力。近几年来,已先后有婆婆纳属等多种植物^[7-20]被证实具有明显的化感作用,但对鸡眼草(*Kummerowia striata*)的化感作用研究鲜有报道。

鸡眼草(*Kummerowia striata*),又名人字草、掐不齐、老鸦须、蚂蚁草、阴阳草等,为一年生豆科草本植物,生态适应性很强,药用价值和饲用价值高,可被广泛应用^[21]。目前,其已发展成为一种危害严重的草坪杂草,在全国各地各类草坪中均有危害,且发生频率较大,严重破坏了草坪草的正常生长和绿化观赏效果^[22,23]。目前对鸡眼草的研究主要见于引种栽培^[24]、生态特性^[25,26]、生理特性^[27-29]、药理药效^[30,31]、生物学特征^[32]等方面的研究,而通过检测化感作用来验证其危害性的研究还未见报道。已有研究表明,鸡眼草根系发达,繁殖能力强,伴生植物少,易形成优势种群^[32],为进一步研究鸡眼草对草坪草的化感效应和作用规律,笔者采用培养皿纸床法,选取高羊茅(*Festuca arundinacea*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、白三叶(*Trifolium repens*)等为试验材料,通过观察鸡眼草不同部位、不同浓度水浸提液对上述4种草坪草种子萌发和幼苗生长的影响,探讨鸡眼草水浸提液的化感效应强弱和作用规律,以期为进一步探究鸡眼草入侵草坪的机理及有效防除提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体材料鸡眼草新鲜植株采于湖南文理学院草坪内。受体材料高羊茅野马二代(Mustang 2)、黑麦草金石(Keystoner)、狗牙根金字塔(Pyramid)、白三叶瑞文德(Rivendel)等4种草坪草种子均由厦门椰枫生态科技有限公司免费提供,种子均为2011年生产。

1.2 试验方法

1.2.1 鸡眼草水浸提液制备

2012年5月,挖取鸡眼草新鲜植株,用清水快速把枝叶和根部的泥土冲洗干净,摘掉枯黄坏叶,室内常温下通风晾干,将植株分为根(地下部分)、茎、叶、地上部分、整株,分别剪碎至长约2 cm,再将剪碎各部分及未剪碎整株分别称取25 g放进大烧杯中,倒入500 mL蒸馏水进行浸泡,并置摇床上(室温,转速50 r/min)48 h后,用双层纱布过滤即得到浓度为0.05 g/mL的水浸提液母液,存于4℃冰箱待用。使用时将各水浸提液母液稀释成0.012 5、0.025、0.05 g/mL 3个浓度梯度。

1.2.2 化感活性生物测定

试验前将受体植物种子用1%次氯酸钠消毒30 min后,蒸馏水冲洗3~5次,用滤纸吸去种子表面多余水分。种子萌发采用培养皿纸床法^[33],分别取浓度为0.05、0.025、0.012 5 g/mL的各水浸提液,加入底部铺有2张滤纸的直径为90 mm培养皿中,每皿均匀放入100粒受体种子。3个重复,以蒸馏水培养为空白对照,室温条件培养。每隔24 h观察、统计种子发芽数,种子发芽均以芽长≥1 mm为标准。播种168 h后测量幼苗根长和幼苗苗高,计算种子发芽率、发芽速率。试验结束1周后,再重复上述试验1次。

1.2.3 数据统计^[7]

发芽率(%)=(发芽种子数/供试种子数)×100

发芽速率(%)= $\sum(G_i/D)/\sum(G_c/D)$ ×100

式中, G_i 为处理的逐日发芽种子数, G_c 为对照的逐日发芽种子数, D 为相应发芽天数。

幼苗根长和苗高:每皿随机挑选10株幼苗测量,取平均值,有须根的以最长根为准。

化感效应指数(response index, RI)= $1-C/T$ ($T \geq C$), RI= $T/C-1$ ($T < C$)

式中, C 为对照值, T 为处理值,RI>0为促进作用,RI<0为抑制作用,绝对值大小与强弱一致。

综合效应(synthetical effect, SE):同一处理对同一受体4个测试项目化感效应指数(RI)的算术平均值。

1.2.4 数据分析

对观测所得数据按Duncan's新复极差测验方法进行统计分析^[34]。

2 结果与分析

2.1 鸡眼草水浸提液对4种草坪草种子发芽率的影响

由表1和图1可知,整株剪碎水浸提液对高羊茅种子发芽率的化感抑制作用随水浸提液浓度增加而增强;0.012 5、0.025 g/mL整株未剪碎水浸提液对高羊茅种子发芽率的化感抑制作用一致,且比0.05 g/mL水浸提液强;叶、茎、地上部分水浸提液均抑制高羊茅种子发芽率,且3种浓度下,叶水浸提液化感抑制作用均最强,0.025 g/mL根水浸提液促进高羊茅种子发芽率。整株剪碎水浸提液对黑麦草种子发芽率的化感抑制作用随浓度增加而增强;整株未剪碎水浸提液对黑麦草种子发芽率的化感抑制作用一致;叶、根水浸提液对黑麦草种子发芽率的化感抑制作用随浓度增加而增强,且3种浓度下,叶水浸提液化感抑制作用均最强;茎、0.025 g/mL地上部分水浸提液对黑麦草种子发芽率有化感促进作用,且0.025 g/mL茎水浸提液作用最强。整株剪碎水浸提液对狗牙根种子的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.012 5 g/mL整株未剪碎水浸提液可促进狗牙根种子发芽率,0.025 g/mL整株未剪碎水浸提液可抑制发芽率;叶、茎、根、地上部分水浸提液对狗牙根种子发芽率均有化感抑制作用,且叶、根、地上部分水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强。整株剪碎水浸提液对白三叶种子发芽率的化感抑制作用随

水浸提液浓度增加而增强;整株未剪碎水浸提液对白三叶种子发芽率具有化感促进作用,且0.012 5 g/mL水浸提液作用最强;叶、根水浸提液对白三叶种子发芽率均有化感抑制作用,且叶水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强;茎、0.012 5 g/mL地上部分水浸提液可促进白三叶种子发芽率,且0.012 5 g/mL茎、地上部分水浸提液作用一致;3种浓度下,叶水浸提液对白三叶种子发芽率化感抑制作用均最强。

2.2 鸡眼草水浸提液对4种草坪草种子发芽速率的影响

由表1和图2可知,整株剪碎水浸提液对高羊茅种子发芽速率的化感抑制作用随浓度增加而增强,整株未剪碎水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而减弱;叶、茎、根、地上部分水浸提液均可抑制高羊茅种子发芽速率,且茎、地上部分水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强;3种浓度下,叶水浸提液对高羊茅种子发芽速率化感抑制作用均最强。整株剪碎水浸提液对黑麦草种子发芽速率的化感抑制作用随浓度增加而增强,整株未剪碎水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而减弱;叶、根、地上部分水浸提液均可抑制黑麦草种子发芽速率,且叶、根水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.012 5、0.025 g/mL茎水浸提液对黑麦草种子发芽速率具有化感促进作用;3种浓度下,叶水浸提液对黑麦草种子发芽速率化感抑制作用均最强。整株剪碎水浸提液均可抑制狗牙根种子发芽速率,且0.05 g/mL水浸提液作用最强;整株未剪碎水浸提液均抑制狗牙根种子的发芽速率,且0.025 g/mL水浸提液作用最强。叶、茎、根、地上部分水浸提液均对狗牙根种子发芽速率具有化感抑制作用,且叶、地上部分水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强,茎水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而减弱;3种浓度下,叶水浸提液对狗牙根种子发芽速率化感抑制作用均最强。整株剪碎水浸提液均抑制白三叶种子发芽速率,且0.012 5 g/mL水浸提液作用最强;整株未剪碎水浸提液均抑制白三叶种子发芽速率,其中,0.025、0.05 g/mL水浸提液的化感抑制作用一致,且强于0.012 5 g/mL水浸提液;叶、根、地上部分水浸提液对白三叶种子发芽速率的化感抑制作用均随浓度增加而增强;0.012 5 g/mL茎水浸提液可促进白三叶种子的发芽速率;3种浓度下,叶水浸提液对白三叶种子发芽速率化感抑制作用均最强。

表 1 鸡眼草水浸提液对 4 种草坪草种子萌发的影响

Table 1 Effects of *Kummerowia striata* water extraction on seed germination of four kinds turf grass

Different parts of <i>Kummerowia striata</i>	Concentration of water extraction (g/mL)	<i>Festuca arundinacea</i>		<i>Lolium perenne</i>		<i>Cynodon dactylon</i>		<i>Trifolium repens</i>	
		Germination rate/(%)	Germination speed/(%)	Germination rate/(%)	Germination speed/(%)	Germination rate/(%)	Germination speed/(%)	Germination rate/(%)	Germination speed/(%)
CK	0	90ABab	100Aa	77BCb	100Aa	60ABab	100Aa	63Bc	100Aa
Whole plant (shear)	0.012 5	90ABab	95ABa	77BCb	86BCbc	43EFGfg	50Hlk	33Efg	63Ff
	0.025	87ABCabc	82Cdb	70Cde	68EFe	43EFGfg	65DEef	37DEfg	78CDcd
	0.05	60FGfg	50Ghef	50Ee	49Hg	37Gh	46lk	27Fh	69EFe
Whole plant (not shear)	0.012 5	83BCbc	43HIJfg	67Dcd	35Ij	63Aa	74Cd	73Aa	90Bb
	0.025	83BCbc	45HIJef	67Dcd	39Iij	53BCDcd	56GHj	70Aab	75DEd
	0.05	87ABCabc	46HIef	67Dcd	43HIgh	60ABab	65DEef	70Aab	75DEd
Leaf	0.012 5	67DFef	35JKh	43Eef	24Jk	50CDEde	57FGij	43De	47Hh
	0.025	70Dde	36IJgh	37Ff	20Jk	40FGgh	47lk	37DEfg	36li
	0.05	53Gg	25Ki	33Gg	19Jk	37Gh	29Jl	33Efg	21Jj
Stems	0.012 5	87ABCabc	51GHe	83ABb	101Aa	43EFGfg	60EFGghij	70Aab	116Aa
	0.025	83BCbc	49Hef	90Aa	106Aa	43EFGfg	63DEFfg	67ABbc	91Bb
	0.05	80Cc	45HIJef	83ABb	91Bb	50CDEde	69Cde	67ABbc	63Ff
Root	0.012 5	90ABab	84Cdb	77BCb	85BCbc	50CDEde	89Bb	43De	82Cc
	0.025	93Aa	96ABa	67Dcd	80CDcd	47DEFef	84Bc	37DEfg	73DEde
	0.05	80Cc	86BCb	63Dd	76Ed	37Gh	58FGhij	40Def	70Ee
Aboveground part	0.012 5	87ABCabc	74DEc	67Dcd	59Gf	57ABCbc	90Bb	70Aab	77CDd
	0.025	87ABCabc	64EFd	80Bb	67Ge	53BCDcd	62EFGfgh	63Bc	56Gg
	0.05	80Cc	60FGd	50Ee	41Hhij	43EFGfg	61EFGfghi	53Cd	47Hh

注:小写字母表示同列比较在 5%水平的差异($P<0.05$);大写字母表示同列比较在 1%水平的差异($P<0.01$)。下同。

Notes: Small letter indicate the significant differences at 5% probability level($P<0.05$); Capital letter indicate the significant differences at 1% probability level($P<0.01$). The same as following.

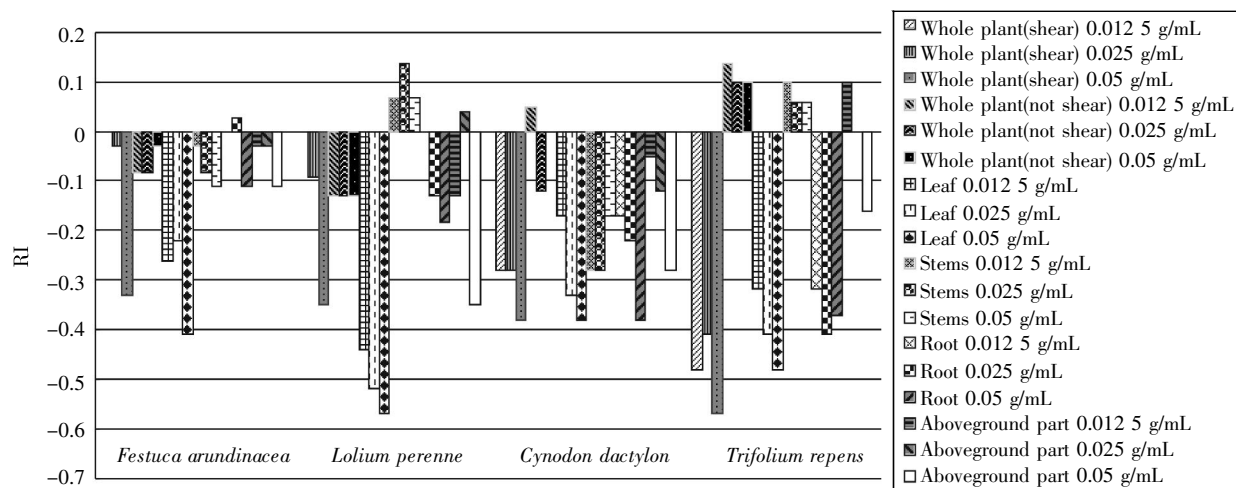


图 1 鸡眼草水浸提液对 4 种草坪草种子发芽率的化感效应

Fig.1 Allelopathic effects of *Kummerowia striata* water extraction on germination rate of four receiver plants

2.3 鸡眼草水浸提液对 4 种草坪草幼苗苗高的影响

由表 2 和图 3 可知,0.025、0.05 g/mL 整株剪碎水浸提液对高羊茅幼苗生长具有化感抑制作用;0.012 5、0.025 g/mL 整株未剪碎水浸提液对高羊茅幼苗生长具有化感促进作用,0.05 g/mL 整株未剪碎水浸提液可抑制高羊茅幼苗生长;叶水浸提液对高羊茅幼苗生长化感抑制作用随浓度增加而增强;茎、0.012 5 g/mL 根、0.012 5 g/mL 地上部

分、0.025 g/mL 地上部分水浸提液均促进高羊茅幼苗生长,且 0.025 g/mL 茎水浸提液促进作用最强。整株剪碎水浸提液对黑麦草幼苗生长化感抑制作用随浓度增加而增强;0.012 5、0.025 g/mL 整株未剪碎水浸提液对黑麦草幼苗生长具有化感抑制作用,0.05 g/mL 整株未剪碎水浸提液可促进幼苗生长;叶、茎、根、地上部分水浸提液均抑制黑麦草幼苗生长,且叶、根、地上部分水浸提液的化感抑制作用均随浓度增加而增强。整株剪碎水浸

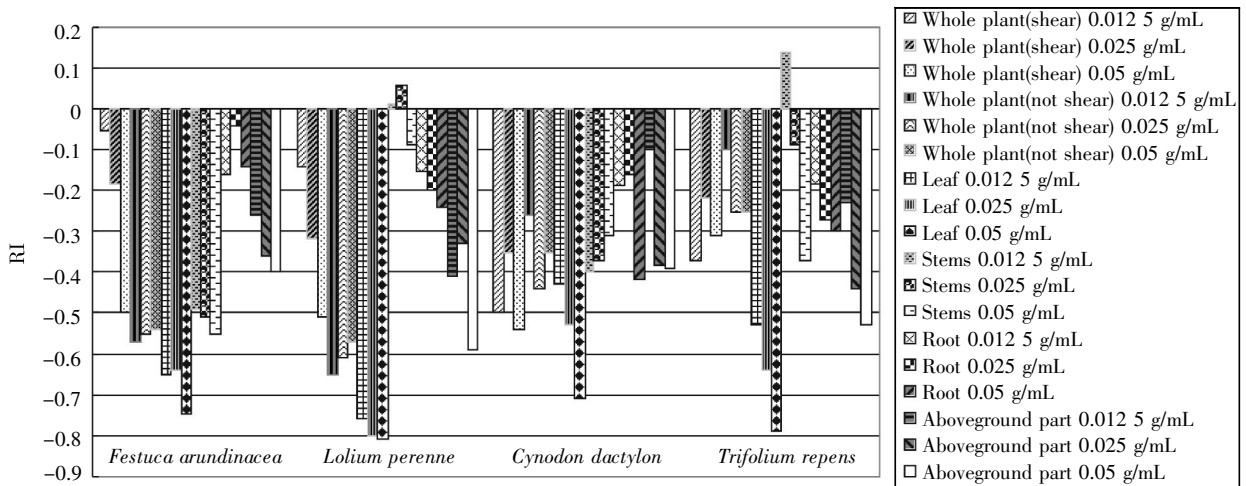


图 2 鸡眼草水浸提液对 4 种草坪草种子发芽速率的化感效应

Fig.2 Allelopathic effects of *Kummerowia striata* water extraction on germination speed of four receiver plants

提液对狗牙根幼苗生长具有化感抑制作用,且 0.05 g/mL 水浸提液作用最强;整株未剪碎水浸提液对狗牙根幼苗生长具有化感抑制作用,且 0.025 g/mL 水浸提液作用最强;叶水浸提液对狗牙根幼苗生长的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.025 g/mL 茎、0.05 g/mL 茎、0.012 5 g/mL 根、0.012 5 g/mL 地上部分水浸提液可促进狗牙根幼苗生长,且 0.025 g/mL 茎水浸提液的作用最强。整株剪碎水浸提液对白三叶幼苗生长均具有化感抑制作用,且 0.05 g/mL 水浸提液作用最强;整株未剪碎水浸提液对白三叶幼苗生长均具有化感抑制作用,

且 0.025 g/mL 水浸提液作用最强;叶、根水浸提液对白三叶幼苗生长化感抑制作用随浓度增加而增强;0.012 5、0.025 g/mL 茎水浸提液对白三叶幼苗生长具有化感促进作用;0.05 g/mL 各部位水浸提液均抑制白三叶幼苗生长,且根水浸提液作用最强。

2.4 鸡眼草水浸提液对 4 种草坪草幼苗根长的影响

整株剪碎水浸提液对高羊茅幼苗根生长的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.012 5、0.025 g/mL 整株未剪碎水浸提液对高羊茅幼苗根生长具有化

表 2 鸡眼草水浸提液对 4 种草坪草幼苗生长的影响

Table 2 Effects of *Kummerowia striata* water extraction on seedling growth of four kinds of turf grass

Different parts of <i>Kummerowia striata</i>	Concentration of water extracton (g/mL)	<i>Festuca arundinacea</i>		<i>Lolium perenne</i>		<i>Cynodon dactylon</i>		<i>Trifolium repens</i>	
		Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
		length(cm)	length(cm)	length(cm)	length(cm)	length(cm)	length(cm)	length(cm)	length(cm)
CK		6.16CDEFde	6.12ABab	4.30Aab	4.17ABb	1.82CDEcd	2.49CDde	1.31ABCabc	1.12ABCab
Whole plant (shear)	0.012 5	6.17CDEde	5.19Df	3.30EFgh	2.52Hj	1.48HIJKgh	1.02Ll	0.84Cg	0.40Jj
	0.025	5.81GHg	4.77Eg	3.08Fh	2.26Ik	1.71DEFde	1.64Jij	0.93FGg	0.60HIhi
	0.05	5.18Ji	2.14Hj	2.48Gi	1.62Km	1.33KLij	1.04Ll	0.33Hh	0.47IJij
Whole plant (not shear)	0.012 5	6.50BCbc	6.18Aa	4.11ABCabcd	3.62EFfg	1.57FGHIfg	2.73Bb	1.21CDEcd	1.22Aa
	0.025	6.33BCDcd	6.22Aa	4.06ABCdcd	4.37Aa	1.56FGHIfg	2.58BCcd	1.18CDEde	1.14ABa
	0.05	6.09DEGdef	5.80BCcd	4.32Aa	3.71DEef	1.67EFGef	2.71Bbc	1.22BCDEcd	1.16ABa
Leaf	0.012 5	5.84EFGHfg	5.55Ce	4.07ABCdbcd	3.79CDEcdef	1.61FGHefg	2.48CDde	1.25ABCded	1.10ABCab
	0.025	5.83EFGHg	4.76Eg	3.23EFgh	3.41Fh	1.36JKLhi	1.57Jj	1.14DEde	0.99BCDbc
	0.05	5.40IJhi	3.09Gi	2.58Gi	1.96Jl	1.22Lj	1.23Kk	1.06EFef	0.63High
Stems	0.012 5	6.63ABab	6.18Aa	3.86CDef	3.76CDEdef	1.72DEFde	2.08FGg	1.41Aa	0.89DEFcde
	0.025	6.86Aa	6.14Aab	4.19ABabc	4.20ABab	2.05Aa	2.49CDde	1.32ABCabc	0.73FGHfg
	0.05	6.63ABab	5.70BCde	4.11ABCabcd	3.97BCc	2.04ABab	2.23EFf	1.25ABCded	0.83DEFGdef
Root	0.012 5	6.19CDde	6.09ABab	4.17ABCabc	3.91CDcd	1.86BCDbc	3.06Aa	1.26ABCdbcd	1.16ABa
	0.025	5.82FGHg	6.12ABab	3.92BCDdef	3.45Fgh	1.74DEFcde	2.39DEe	1.14DEde	0.82DEFGdef
	0.05	5.58HIgh	5.51CDe	3.37EFg	2.80Gi	1.54GHJfg	1.85Hih	0.96FGfg	0.67GHgh
Aboveground part	0.012 5	6.67ABab	5.94ABbc	3.77Df	3.38Fh	1.97ABCab	2.55BCDd	1.38ABab	0.94CDEcd
	0.025	6.18CDEde	5.54Ce	3.41Eg	3.81CDEcde	1.54GHJfg	2.01GHg	1.31ABCabc	0.82DEFGdef
	0.05	6.00DEFGefg	3.72Fh	2.66Gi	2.47HIj	1.39IJKLhi	1.74IJhi	0.97FGfg	0.76EFGHefg

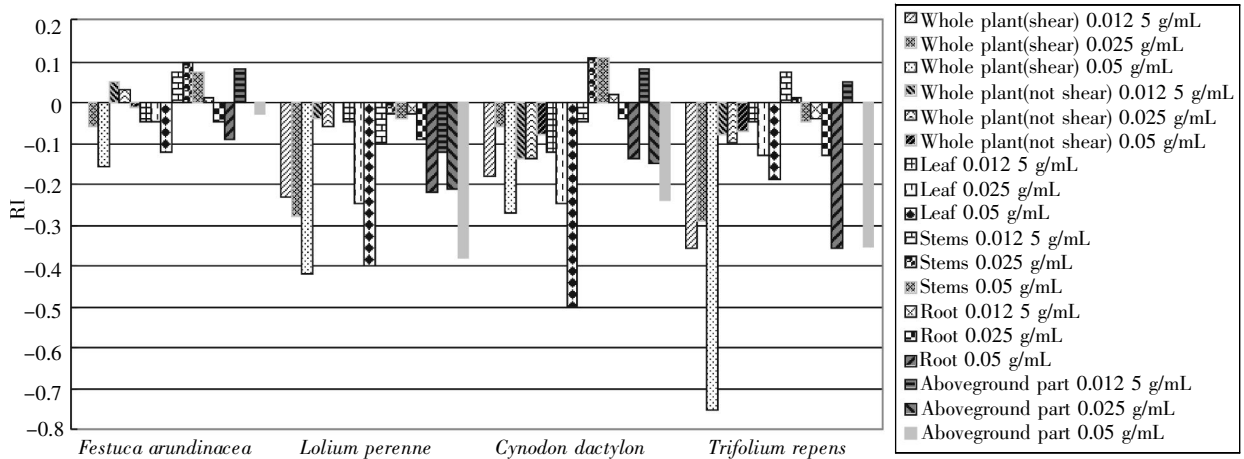


图3 鸡眼草水浸提液对4种草坪草幼苗苗高的化感效应

Fig.3 Allelopathic effects of *Kummerowia striata* water extraction on shoot length of four receiver plants

感促进作用;叶、地上部分水浸提液对高羊茅幼苗根生长化感抑制作用随浓度增加而增强;0.0125、0.025 g/mL 茎水浸提液对高羊茅幼苗根生长具有化感促进作用;3种浓度下,叶水浸提液对高羊茅幼苗根生长化感抑制作用均最强。整株剪碎水浸提液对黑麦草幼苗根生长的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.0125、0.05 g/mL 整株未剪碎水浸提液可抑制黑麦草幼苗根生长,0.025 g/mL 整株未剪碎水浸提液可促进黑麦草幼苗根生长;叶、根、地上部分水浸提液均对黑麦草幼苗根生长具有化感抑制作用,且叶、根水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.025 g/mL 茎水浸提液可促进黑麦草幼苗根生长;0.05 g/mL 各部位水浸提液均对黑麦草幼苗根生长有化感抑制作用,且叶水浸提液作用最强。整株剪碎水浸提液均抑制狗牙根幼苗根生长,且0.0125 g/mL 水浸提液作用最强;整株

未剪碎水浸提液均促进狗牙根幼苗根生长,且0.0125 g/mL 水浸提液作用最强;叶水浸提液对狗牙根幼苗根生长化感抑制作用随浓度增加而增强;0.0125 g/mL 根、地上部分水浸提液均促进狗牙根幼苗根生长;0.05 g/mL 各部位水浸提液均抑制幼苗根生长,且叶水浸提液作用最强。整株剪碎水浸提液对白三叶幼苗根生长均具有化感抑制作用,且0.0125 g/mL 水浸提液作用最强;整株未剪碎水浸提液均促进白三叶幼苗根生长,且0.0125 g/mL 水浸提液作用最强;叶、茎、地上部分水浸提液均抑制白三叶幼苗根生长,且叶、地上部分水浸提液的化感抑制作用随浓度增加而增强;0.0125 g/mL 根水浸提液可促进白三叶幼苗根生长。

2.5 鸡眼草水浸提液对4种草坪草的综合效应

由表3可知,鸡眼草水浸提液对受体植物高羊茅、黑麦草、狗牙根、白三叶均有较强化感抑制作

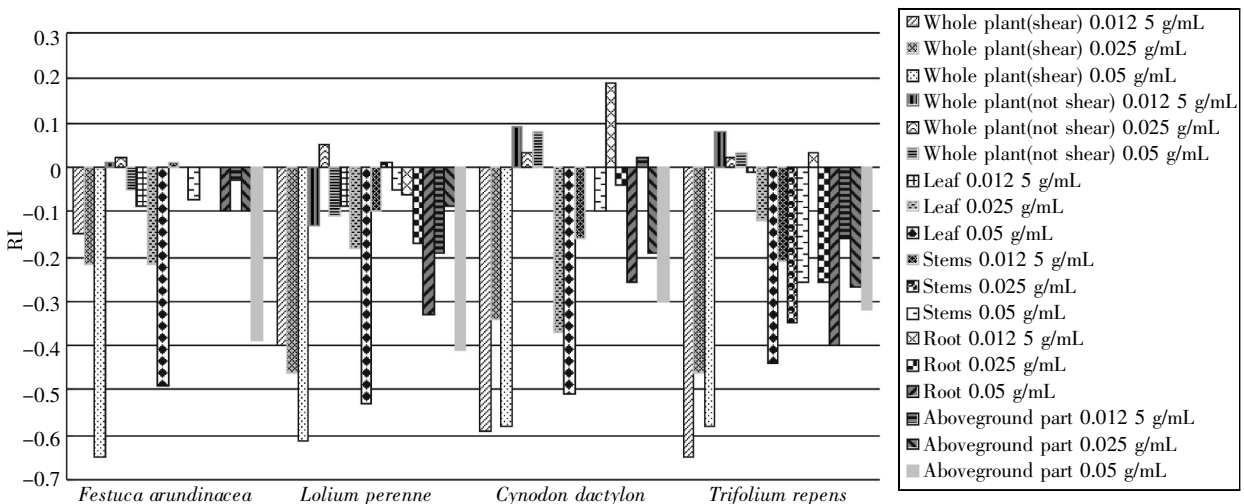


图4 鸡眼草水浸提液对4种草坪草幼苗根长的化感效应

Fig.4 Allelopathic effects of *Kummerowia striata* water extraction on root length of four receiver plants

用,其中对高羊茅作用最弱,SE总平均值为-0.16;对黑麦草、狗牙根、白三叶作用较为相近,SE总平均值分别为-0.23、-0.22、-0.23。4种受体植物所受到化感抑制作用均随水浸提液浓度增加而增强,在0.0125 g/mL水浸提液作用下,黑麦草受抑制最强,高羊茅受抑制最弱,狗牙根和白三叶受抑制相当;在0.025、0.05 g/mL水浸提液作用下,高羊茅受抑制均最弱,其余3种受体植物受抑制均相近。在同一浓度不同部位水浸提液作用下,4种受体植物所受抑制表现出一定差异性,在0.0125 g/mL水浸提液作用下,叶水浸提液对高羊茅、黑麦草的抑制作用最强,而狗牙根、白三叶则受整株剪碎水浸提液的抑制作用最强;在0.025、0.05 g/mL水浸提液的作用下,高羊茅、黑麦草、狗牙根3种受体植物均受叶水浸提液的抑制作用最强,白三叶则受整株剪碎水浸提液的抑制作用最强。比较鸡眼

草不同部位水浸提液对4种受体植物化感抑制作用的综合效应可知,高羊茅、黑麦草受叶水浸提液的抑制作用最强,白三叶受整株剪碎水浸提液的抑制作用最强,狗牙根则受整株、叶水浸提液的抑制作用相当;高羊茅受根水浸提液的抑制作用最弱,黑麦草受茎水浸提液的抑制作用最弱,狗牙根、白三叶受整株未剪碎水浸提液的抑制作用最弱。在本试验所设计的18种处理水平中,高羊茅、黑麦草、狗牙根3种草坪草受0.05 g/mL鸡眼草叶水浸提液的化感抑制作用最强,白三叶则受0.05 g/mL鸡眼草整株(剪碎)水浸提液的化感抑制作用最强;高羊茅受0.025 g/mL鸡眼草根水浸提液的化感抑制作用最弱,黑麦草受0.025 g/mL鸡眼草茎水浸提液的化感抑制作用最弱,狗牙根、白三叶受0.0125 g/mL鸡眼草整株(未剪碎)水浸提液的化感抑制作用最弱。

表3 鸡眼草水浸提液对4种草坪草的综合效应

Table 3 Synththetic effect(SE) of *Kummerowia striata* water extraction on four kinds of turf grass

Different parts of <i>Kummerowia striata</i>	Concentration of water extracton (g/ml)	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Trifolium repens</i>	Average value
		SE	SE	SE	SE	
CK		0	0	0	0	0
Whole plant (shear)	0.012 5	-0.05	-0.19	-0.39	-0.47	-0.28
Whole plant(not shear)	0.012 5	-0.15	-0.24	-0.07	0.01	-0.11
Leaf	0.012 5	-0.26	-0.34	-0.18	-0.23	-0.25
Stems	0.012 5	-0.11	-0.03	-0.22	-0.03	-0.10
Root	0.012 5	-0.04	-0.06	-0.04	-0.13	-0.07
Aboveground part	0.012 5	-0.06	-0.21	-0.01	-0.06	-0.09
Average value		-0.11	-0.18	-0.15	-0.15	-0.15
Whole plant (shear)	0.025	-0.12	-0.29	-0.26	-0.35	-0.26
Whole plant(not shear)	0.025	-0.15	-0.19	-0.17	-0.06	-0.14
Leaf	0.025	-0.28	-0.44	-0.37	-0.33	-0.36
Stems	0.025	-0.12	0.05	-0.14	-0.09	-0.08
Root	0.025	-0.02	-0.15	-0.12	-0.27	-0.14
Aboveground part	0.025	-0.12	-0.15	-0.21	-0.18	-0.17
Average value		-0.14	-0.20	-0.21	-0.21	-0.19
Whole plant (shear)	0.05	-0.41	-0.47	-0.44	-0.55	-0.47
Whole plant(not shear)	0.05	-0.03	-0.20	-0.09	-0.05	-0.09
Leaf	0.05	-0.44	-0.58	-0.53	-0.48	-0.51
Stems	0.05	-0.17	-0.03	-0.12a	-0.16	-0.12
Root	0.05	-0.11	-0.13	-0.30	-0.33	-0.22
Aboveground part	0.05	-0.23	-0.43	-0.30	-0.34	-0.33
Average value		-0.23	-0.31	-0.30	-0.32	-0.29
Total average value		-0.16	-0.23	-0.22	-0.23	-0.21

3 讨论

在本试验中,鸡眼草水浸提液对高羊茅、黑麦草、狗牙根、白三叶等4种草坪草均有较强的化感抑制作用,杂草的化感抑制作用将严重影响受体植物对资源的竞争能力,对种子发芽率的抑制,将会降低受体植物在群落中的多度;对根长的抑制,将会导致受体植物根系变小,对水、肥的吸收能力

降低^[7]。鸡眼草能成为草坪优势杂草,可能与其对草坪草的化感抑制作用相关,也有可能与其他因素如竞争能力、适应能力、繁殖能力等有关。在本试验中,鸡眼草水浸提液对高羊茅的化感抑制作用最弱,对黑麦草、狗牙根、白三叶的化感抑制作用相近,说明鸡眼草对不同草坪草生长的影响具有选择性。鸡眼草不同部位水浸提液对草坪草的抑制作用存在明显差异,叶水浸提液和整株剪碎

对 4 种受体植物的抑制作用最强,而根、茎、整株未剪碎水浸提液对 4 种受体植物的化感抑制作用相对较弱,因此,笔者认为,如果下一步研究鸡眼草植株中的化感物质以叶的提取物效果最好。不同浓度的鸡眼草水浸提液对上述 4 种草坪草的化感抑制作用也不同,综合来看,随着浓度的增加,各供体对受体植物的综合抑制效应会随之增强。

鸡眼草水浸提液对 4 种受体植物幼苗生长的化感作用存在明显差别,整株未剪碎、茎水浸提液对 4 种草坪草幼苗生长的化感抑制作用不明显或没有表现出化感抑制作用,而整株剪碎、叶、根和地上部分水浸提液对 4 种草坪草幼苗生长均有显著性化感抑制性作用,且抑制作用随着水浸提液浓度的增加而增强。鸡眼草水浸提液对白三叶幼苗高的化感抑制作用较狗牙根、黑麦草和高羊茅强,而对 4 种幼体植物幼苗根长的化感抑制率则较为接近。同时,鸡眼草水浸提液对根长的化感抑制作用明显强于对幼苗苗高的化感抑制作用,这与其他研究结果一致^[35-37],这可能与幼苗根最先接触化感物质有关。

综上所述,鸡眼草不同部位的浸提液对 4 种受体植物种子萌发的化感作用存在明显差别,未剪碎的整株浸提液和茎的浸提液对 4 种草坪草种子的萌发化感作用不明显,而其他几种水浸提液均对 4 种草坪草种子的萌发有抑制性化感作用,且随着浓度的增加,抑制作用越强,发芽率越低、发芽速率越低。在同一处理水平下,受体植物种子的发芽速率敏感性较强烈于发芽率的敏感性,表明发芽速率可能是衡量化感作用更敏感的指标,这与以前学者的研究报道的结果一致^[35,38]。在本试验所设计的 18 种处理中,叶水浸提液对 4 种受体植物种子的发芽率、发芽速率均表现出较强的化感抑制作用,且以 0.5 g/mL 的浸提液最显著,与对照比较,均达到显著性差异($P < 0.01$)。综合本试验所设计的 18 种处理结果,鸡眼草水浸提液对黑麦草和白三叶种子萌发的化感抑制作用较高羊茅和狗牙根强。

本次试验主要研究了鸡眼草的化感作用,但其化感物质的分离、分析及利用等方面还需进一步探讨,笔者认为,鸡眼草能成为侵入草坪的优势杂草,形成单一群落,其化感物质应当可以应用于杂草防除,因此,利用鸡眼草开发新一代除草剂是很有可能性的。

参考文献 (References):

- [1] RICE E L. Pest Control with Nature's Chemicals[M]. New York: Academic Press, 1988.
- [2] 李美,高兴祥,高宗军,等. 艾蒿对不同植物幼苗的化感作用初探[J]. 草业学报(LI Mei, GAO Xing-xiang, GAO Zong-jun, et al. A primary study on allelopathy of *Artemisia vulgaris*[J]. Acta Prataculturae Sinica), 2010, 19(6):114-119.
- [3] 孔垂华. 新千年的挑战: 第三届世界植物化感作用大会综述[J]. 应用生态学报 (KONG Chui-hua. The challenges of the new millennium: Survey of the third world congress on allelopathy[J]. Chinese Journal of Applied Ecology), 2003, 14(5):837-838.
- [4] 刘建新,胡浩斌,王鑫. 多裂骆驼蓬水浸液对多年生黑麦草的化感作用与生理生化表现[J]. 草地学报(LIU Jian-xin, HU Hao-bin, WANG Xin. Study on allelopathy of aqueous extract from *Peganum multisectum* on *Lolium perenne* and its physiological-biochemical manifestation [J]. Acta Grestia Sinica), 2008, 16(4):374-379.
- [5] 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(JIANG Hong-yun, ZHANG Yan-ning, FENG Ping-zhang, et al. Allelopathic effects of *Lycoris radiata* on radish, cucumber, tomato and rape seedlings[J]. Chinese Journal of Applied Ecology), 2006, 17(9):1655-1659.
- [6] ENS E J, FRENCH K, BREMNER J B. Evidence for allelopathy as a mechanism of community composition change by an invasive exotic shrub, *Chrysanthemoides monilifera* spp. *rotundata*[J]. Plant and Soil, 2009, 316(1-2):125-137.
- [7] 王云,符亮,龙凤玲,等. 2 种婆婆纳属植株水浸液对 6 种受体作物的化感作用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(WANG Yun, FU Liang, LONG Feng-ling, et al. Allelopathic effects of water extractions from two *Veronica* species on six kinds of receiving crops[J]. Journal of Northwest A & F University (Nat. Sci. Ed.)), 2013, 41(4):178-190.
- [8] 袁娜,刘增文,祝振华,等. 黄土高原主要人工林树种对几种豆科牧草的化感作用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(YUAN Na, LIU Zeng-wen, ZHU Zhen-hua, et al. Study on allelopathic effects of main planted forest trees in the Loess Plateau on some legumes[J]. Journal of Northwest A & F University (Nat. Sci. Ed.)), 2012, 40(1):87-92.
- [9] 张秋菊,贲文锐,徐丽红,等. 老参地土壤提取液对水稻种子萌发及幼苗生长的化感效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(ZHANG Qiu-ju, BEN Wen-rui, XU Li-hong, et al. Allelopathic effects of extract from old ginseng soil on seed germination and seedlings growth in rice[J]. Journal of Northwest A & F University(Nat. Sci. Ed.)), 2012, 40(1):49-54, 60.
- [10] 徐鹏,程智慧,梁静,等. 百合根系分泌物中不同组分的化感作用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(XU Peng, CHENG Zhi-hui, LIANG Jing, et al. Allelopathy of different fractions of lily root exudates[J]. Journal of Northwest A & F University(Nat. Sci. Ed.)), 2011, 39(11):167-172.
- [11] 李茜,蔡靖,姜在民,等. 核桃叶水浸提液对白木幼苗生长及光合作用的化感效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(LI Qian, CAI Jing, JIANG Zai-min, et al. Allelopathic effects of walnut leaves extracts on growth and photosynthesis of *Atractylodes macrocephala* seedlings[J]. Journal of Northwest A & F University(Nat. Sci. Ed.)), 2011, 39(4):89-94.
- [12] 刘少群,贾正晖. 马缨丹叶片水提物与挥发油的生物活性及化学成分研究[J]. 广西植物(LIU Shao-qun, JIA Zheng-hui. Biological activity of aqueous extract and volatile oil from the leaf of *Lantana camara* and its chemical constituents[J]. Guihaia), 2002, 22(2):185-188.
- [13] 陈月圆,卢凤来,李典鹏,等. 不同品种桉树叶挥发性成分的 GC-MS 分析[J]. 广西植物(CHEN Yue-yuan, LU Feng-lai, LI Dian-peng, et al. Analysis of volatile constituents of different types of Eucalyptus leaf by GC MS[J]. Guihaia), 2010, 30(6):895-898.
- [14] 林辰壹,郑成锐,程智慧. 大蒜鳞茎提取液对黄瓜 2 种种传

- 病害的抑制及化感作用研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(LIN Chen-yi, ZHENG Chen-rui, CHENG Zhi-hui. Inhibitory effects of freshly crushed garlic(*Allium sativum*) extract on seed-borne pathogens of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelopathy functions[J]. Journal of Northwest A & F University(Nat. Sci. Ed.)), 2009, 37(10):140-144, 150
- [15] 贾海江, 李先琨, 唐赛春, 等. 紫茎泽兰对三种岩溶地区木本植物种子萌发的化感作用[J]. 广西植物(JIA Hai-jiang, LI Xian-kun, TANG Sai-chun, et al. Allelopathic effects of *Eupatorium adenophorum* on seed germination of three woody plants in karst region[J]. Guihaia), 2009, 29(5):631-634.
- [16] 马丹炜, 乔定君, 杨必坤, 等. 岩生植物金发草对作物的化感效应[J]. 广西植物(MA Dan-wei, QIAO Ding-jun, YANG Bi-kun, et al. Allelopathic effects of rock plant *Pogonatherum paniceum* on crops[J]. Guihaia), 2008, 28(4):527-530.
- [17] 潘玉梅, 唐赛春, 蒲高忠, 等. 外来入侵植物银胶菊水提物对三叶鬼针草和茶条木种子萌发的化感作用[J]. 广西植物(PAN Yu-mei, TANG Sai-chun, PU Gao-zhong, et al. Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorum* aqueous extract on germination of *Bidens pilosa* and *Delavaya toxocarpa*[J]. Guihaia), 2008, 28(4):534-538.
- [18] 杨广君, 赵尊练, 巩振辉, 等. 线辣椒根系分泌物对辣椒等受体作物的化感效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)(YANG Guang-jun, ZHAO Zun-lian, GONG Zhen-hui, et al. Allelopathy functions of the root exudates of line pepper to pepper and other crops[J]. Journal of Northwest A & F University(Nat. Sci. Ed.)), 2008, 36(10):146-152, 157.
- [19] 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)(WANG Shuo, MU Xiao-qian, YANG Chao, et al. Allelopathy and its mechanism of extract solution of *Artemisia annua* on wheat[J]. Journal of North-west A & F University(Nat. Sci. Ed.)), 2006, 34(6):106-110.
- [20] 潘晓芳, 黎向东. 蒜头果他感作用的初步研究[J]. 广西植物(PAN Xiao-fang, LI Xiang-dong. Studies on the allelopathy of *Malaria oleifera*[J]. Guihaia), 2003, 23(3):271-275.
- [21] 胡雪茜, 吴向峻. 优良饲药兼用植物—鸡眼草[J]. 温州农业科技(HU Xue-qian, WU Xiang-jun. The excellent plant of feed and medicinal—*Kummerowia striata*[J]. Wenzhou Agricultural Science and Technology), 2008, (3):36-37.
- [22] 孙娟, 杨国锋, 陈玉成, 等. 金佛山自然保护区外来入侵植物种及其分布情况[J]. 草业学报(SUN Juan, YANG Guo-feng, CHEN Yu-cheng, et al. Exotic plants in the Jinfo Mountain Nature Reserve: Species ascertain and their distribution[J]. Acta Prataculturae Sinica), 2009, 18(3):34-42.
- [23] 薛光, 沈正高, 杜金荣, 等. 金沙湾乡村俱乐部海滨雀稗草坪杂草及化学控制技术研究[J]. 草业学报(XUE Guang, SHEN Zheng-gao, DU Jin-rong, et al. Weed species and their chemical control in *Paspalum vaginatum* cv. "Salam" at the Kingswan Countryside Club[J]. Acta Prataculturae Sinica), 2009, 18(3):214-223.
- [24] 萧运峰, 孙发政, 任涛, 等. 野生鸡眼草引种驯化及栽培技术的研究[J]. 中国草原(XIAO Yun-feng, SUN Fa-zheng, REN Tao, et al. Studies on the domestication and cultivated techniques of the wild *Kummerowia striata*[J]. Chinese Journal of Grassland), 1984, (2):46-50.
- [25] 萧运峰, 孙发政, 任涛, 等. 鸡眼草的生态学特性及其栽培利用前途[J]. 四川草原(XIAO Yun-feng, SUN Fa-zheng, REN Tao, et al. Pollination biology and cultivation prospect of *Kummerowia striata*[J]. Journal of Sichuan Grassland), 1983, (1):32-38.
- [26] 徐黎明, 柏明娥, 唐建军, 等. 鸡眼草和美丽胡枝子对贫瘠土壤的生态适应性比较[J]. 浙江林业科技(XU Li-min, BAI Ming-e, TANG Jian-jun, et al. Comparing adaptability of *Kummerowia striata* and *Lespedeza formosa* to poor soils[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology), 2008, 28(4):12-15.
- [27] 耿彬, 徐礼根, 唐建军, 等. 两种土壤基质条件下鸡眼草对水分胁迫和丛枝菌根真菌的响应[J]. 科技通报(GENG Bin, XU Li-gen, TANG Jian-jun, et al. Response of *Kummerowia striata* to arbuscular mycorrhizal fungi and soil drought stress under two growth substrates[J]. Bulletin of Science and Technology), 2008, 24(3):316-319.
- [28] 韦革宏, 陈文新, 朱铭菽. 分离自鸡眼草和木蓝的根瘤菌分类研究[J]. 微生物学报(WEI Ge-hong, CHEN Wen-xin, ZHU Ming-e. A study on taxonomy of rhizobia isolated from *Kummerowia striata* and indigofera tinctoria[J]. Acta Microbiologica Sinica), 1999, 39(5):387-401.
- [29] 韦革宏, 陈文新, 朱铭菽. 鸡眼草根瘤菌的 rDNA 全序列分析[J]. 微生物学报(WEI Ge-hong, CHEN Wen-xin, ZHU Ming-e. Analysis on 16S rDNA sequence of rhizobia isolated from *Kummerowia striata*[J]. Acta Microbiologica Sinica), 2001, 41(1):113-116.
- [30] 孙洁, 王晓菊, 王燕. 鸡眼草治疗婴幼儿轮状病毒肠炎临床体会[J]. 中国中医急诊(SUN Jie, WANG Xiao-ju, WANG Yan. Clinical effect of *Kummerowia striata* for treatment of infants with rotavirus enteritis[J]. Journal of Emergency in Traditional Chinese Medicine), 2009, 18(9):1520.
- [31] 孙洁, 王燕, 丁希伟. 鸡眼草治疗婴幼儿迁延性慢性腹泻病疗效观察[J]. 现代中西医结合杂志(SUN Jie, WANG Yan, DING Xi-wei. Effect of *Kummerowia striata* for treatment of infants with persistent or chronic diarrhea[J]. Modern Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine), 2010, 19(5):553-554.
- [32] 王云, 向群, 彭友林. 常德市鸡眼草生物学特征及危害特性的研究[J]. 草业学报(WANG Yun, XIANG Qun, PENG You-lin. Study on biology characteristics and harmfulness of *Kummerowia striata* in Changde[J]. Acta Prataculturae Sinica), 2011, 20(5):231-236.
- [33] ZENG R S. Review on bioassay methods for allelopathy research[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 10(1):123-126.
- [34] 盖钧镒. 试验统计方法[M]. 北京:中国农业出版社(GAI Jun-yi. Statistics Methods of Experiments[M]. Beijing: China Agriculture Press), 2003.
- [35] 高兴祥, 李美, 高宗军, 等. 外来物种小飞蓬的化感作用初步研究[J]. 草业学报(GAO Xing-xiang, LI Mei, GAO Zong-jun, et al. Research on allelopathic effects of *Conyza canadensis* invasive species[J]. Acta Prataculturae Sinica), 2009, 18(5):46-51.
- [36] 郑丽, 冯云龙. 入侵植物的生理生态特性对碳积累的影响[J]. 生态学报(ZHENG Li, FENG Yun-long. The effects of eco-physiological traits on carbon gain in invasive plants[J]. Acta Ecologica Sinica), 2005, 25(10):2782-2787.
- [37] TURK M A, TAWAHA A M. Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of lentil[J]. Pakistan Journal of Agronomy, 2002, 1(1):28-30.
- [38] LEATHER B F, HATHEWAY W H, SMITH D B. Essential oil *Conyza canadensis*[J]. Phytochemistry, 1998, 27:1858-1860.