

文章编号: 1674-7054(2019)03-0215-07

8种生草水浸提物对狗牙根和鬼针草的化感作用

袁 洋, 张苗苗, 窦孟兰, 朱朝华

(海南大学 热带农林学院, 海口 570228)

摘 要: 采用室内生物测定法检测柱花草(*Stylosanthes*)、百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、早熟禾(*Poa annua* L.)、平托落花生(*Arachis pintoi*)、大叶油草(*Axonopus compressus* P.)、长柔毛野豌豆(*Vicia villosa* Roth)、高羊茅(*Festuca elata* Keng ex E.)以及鼠茅草(*Vulpia myuros* C. Gmelin)等8种生草对狗牙根(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)和鬼针草(*Bidens pilosa* L.)的化感作用。结果表明: 狗牙根受8种生草水浸提物的抑制作用高; 8种生草水浸提物对鬼针草萌发率的作用效果表现出“低浓度促进, 高浓度抑制”的双重效应, 而对其幼苗根茎生长具有明显的抑制作用, 且浓度越大抑制作用越强; 8种生草水浸提物对狗牙根萌发率、根长及茎长的作用也表现出显著的抑制作用。

关键词: 化感作用; 水浸提; 生物测定

中图分类号: S 628

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.2019.03.001

果园生草是欧美及日本等发达国家普遍推行的果园管理模式, 1998年我国绿色食品办公室将果园生草作为绿色果品生产技术体系在全国范围内进行推广。李会科等^[1]发现, 生草能够调节苹果园近地层的大气温度, 提高果园相对湿度, 调节土壤温度, 降低风速和相对照度。据马国辉^[2]报道, 生草果园冬季土壤表层温度比裸露土壤表层温度高2.1℃, 且随气温降低, 保温防冻效果更趋明显; 陈欣^[3]研究了红壤丘陵果园杂草保持在高温干旱期的生态作用, 结果表明, 高温干旱期幼龄果园没有生草覆盖或覆盖度很低的果园, 土壤温度明显高于保留杂草的果园。果园生草能显著地提高光合色素的含量^[4], 特别是叶绿素b的含量, 高含量光合色素有利于叶片光合作用的进行, 从而提高幼苗利用光照的能力^[5]。在黄土高原区, 苹果生草栽培后单叶面积和百叶重都有显著增加, 增加幅度分别为5.91%~10.67%和10.82%~13.63%^[6]。

狗牙根(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)是果园主要杂草之一广泛分布于我国的华北、西北、西南及长江中下游等地, 黄河流域以南各地均有野生种。该杂草发生期长, 生活力强, 繁殖迅速, 蔓延快, 成片生长, 不怕践踏, 危害较重。鬼针草(*Bidens pilosa* L.)为外来入侵植物, 分布于华东、华中、华南、西南各省区, 是旱田、果园、桑园和茶园的重要杂草, 与栽培植物争光、争水、争肥, 影响作物的产量, 也是棉蚜等病虫害的中间传播寄主。有研究表明^[7], 百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、平托落花生(*Arachis pintoi*)在浓度为10.0 g·L⁻¹时, 对萝卜种子的萌发都有着显著的抑制作用, 在浓度为7.5 g·L⁻¹和10.0 g·L⁻¹时, 百喜草对萝卜幼苗的鲜质量有着显著的抑制作用。高阳等^[8]研究发现, 硬质早熟禾浸提液能够抑制柳枝稷种子萌发和幼苗生长, 尤其是对发芽指数、胚芽长度和幼苗生物量的影响较大。同时, 地上部分浸提液的抑制作用强于根系。由此可见, 目前应用于果园中的生草品种是具有一定化感潜力的, 但目前尚未见将生草的化感作用潜力运用到果园除草的报道。笔者以“利用化感作用的正向促进效应, 避免负向抑制效应”的原则, 筛选能够抑制海南热带水果果园内杂草的生草品种, 旨在构建海南果园生草技术体系提供参考。

收稿日期: 2019-04-02

基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2017YFD0202100)

作者简介: 袁洋(1991-), 男, 海南大学热带农林学院2016级硕士研究生. E-mail: gefeiba@qq.com

通信作者: 朱朝华(1959-), 男, 教授, 硕士生导师. 研究方向: 植物化感作用. E-mail: 1467664459@qq.com

1 材料与方法

1.1 实验材料 柱花草(*Stylosanthes*)、百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、早熟禾(*Poa annua* L.)平托落花生(*Arachis pintoi*)、大叶油草(*Axonopus compressus* P.)、长柔毛野豌豆(*Vicia villosa* Roth)、高羊茅(*Festuca elata* Keng ex E.)及鼠茅草(*Vulpia myuros* C. Gmelin)作为供体生草,由广西南亚热带农业科学研究所提供。狗牙根(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)及鬼针草(*Bidens pilosa* L.)作为受体杂草采于海南大学热带农林学院教学基地。

1.2 浸提液制备 将采集的8种生草风干粉碎,后分别称取50 g放入锥形瓶中,加500 mL蒸馏水后封口置于振荡培养箱 $[(20 \pm 1) ^\circ\text{C}, 160 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}]$ 中振荡,48 h后取出,先用4层纱布过滤2次,再用0.2 μm 孔径的微孔滤膜抽滤1次,即得浓度为 $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的母液。用蒸馏水将母液稀释至浓度为5, 10, 20和 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,存于 $4 ^\circ\text{C}$ 冰箱中备用。

1.3 实验设计 种子萌发实验 选用规格为9 cm的无菌培养皿,垫入双层滤纸,将采集的受体种子用70%乙醇浸泡3 min,选取大小饱满一致的20粒种子放入皿中,再分别加入5 mL的5、10、20和 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浸提液,以蒸馏水为对照,然后将培养皿置于恒温培养箱{温度 $25 ^\circ\text{C}$,湿度70%,(12 h)4000 lx光照和温度 $15 ^\circ\text{C}$,湿度80%,(12h)黑暗}中,以胚根或胚芽突破种皮为种子萌发标准。每天适当补充相应浓度的浸提液1 mL并记录各培养皿中种子萌发数量,每个处理设置3个重复,5 d后结束实验。

幼苗生长实验 将消毒好的种子置于恒温培养箱中培养至露白,然后选取40粒大小饱满一致的露白种子放入皿中,再分别加入5 mL的5、10、20和 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浸提液,以蒸馏水作为对照,然后将培养皿置于恒温培养箱[温度 $25 ^\circ\text{C}$,湿度70%,12 h,4 000 lx光照;温度 $15 ^\circ\text{C}$,湿度80%,12 h黑暗]中每天适当补充相应浓度的浸提液1 mL,5 d后移出幼苗,测量幼苗茎长和根高,称量20株幼苗总鲜质量,方法参照文献[9]。

1.4 指标测定 按以下公式计算发芽率、相对萌发率、发芽指数及化感指数:

$$\text{发芽率} = (\text{发芽种子数} / \text{供试种子数}) \times 100\% ,$$

$$\text{相对萌发率} = (\text{处理组的萌发率} / \text{对照组的萌发率}) \times 100\% ,$$

$$\text{发芽指数} = \sum (G_t / D_t) ,$$

$$\text{化感指数} = 1 - C / T (T \geq C) \text{ 或 } \text{化感指数} = C / T - 1 (C > T) ,$$

式中: G_t 为第 t 天的发芽数, D_t 为相应的发芽天数。 C 为对照, T 为处理值; 指数大于0为促进作用, 小于0为抑制作用, 其绝对值大小反映化感作用的强弱^[8]。

1.5 数据分析 试验数据采用SPSS进行分析。

2 结果与分析

2.1 8种生草水浸提液对2种受体种子萌发的影响

2.1.1 8种生草水浸提液对2种受体种子萌发率的影响 如表1所示,8种生草水浸提液对狗牙根、鬼针草的种子萌发的影响随浓度的差异而变化。浓度为20、 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,处理组与对照组差异极其显著。百喜草的水浸提液对狗牙根和鬼针草种子的萌发影响表现出“剂量效应”,浓度增大,抑制效果增强。所有浓度的平托落花生、百喜草、长柔毛野豌豆水浸提液对狗牙根和鬼针草种子的萌发率都有显著的抑制效果,而柱花草、早熟禾、大叶油草、高羊茅、鼠茅草水浸提液在低浓度时对狗牙根和鬼针草种子的萌发起到促进效果,在高浓度时,百喜草对狗牙根的抑制效果高,抑制率为86.49%。豆科生草中,长柔毛野豌豆在高浓度时的抑制效果高,抑制率为25%。8种生草水浸提液在浓度为10、20及 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时对鬼针草都呈现出抑制效果,其中,禾本科中百喜草在高浓度的抑制效果最显著,抑制了81.82%,而豆科生草中,平托落花生的抑制效果最好,抑制率为77.73%。

表 1 8 种生草水浸提液对受体植物种子萌发率的影响

Tab.1 Effects of aqueous extract of 8 cover crops on seed germination percentage of weeds

	生草水浸	种子萌发率/%							
杂草 Weeds	提物浓度/ (g · L ⁻¹) Concentration	柱花草 <i>Stylosanthes</i>	百喜草 <i>Paspalum notatum</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	平托落花生 <i>Desmodium heterocarpu</i>	大叶油草 <i>Axonopus compressus</i>	长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	高羊茅 <i>Festuca elata</i>	鼠茅草 <i>Vulpia myuros</i>
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i> .	CK	61.67 ± 6.08dD	61.67 ± 6.08 dD	61.67 ± 6.08 dD	61.67 ± 6.08 dD	61.67 ± 6.08cC	61.67 ± 6.08cC	61.67 ± 6.08dD	61.67 ± 6.08cdC
	40	26.67 ± 2.88aA	8.33 ± 2.88aA	33.33 ± 2.16bB	31.67 ± 5aA	35 ± 1.04aA	26.67 ± 2.88aA	31.67 ± 1aA	18.33 ± 5aA
	20	35 ± 1.79bB	13.33 ± 2.88aA	25 ± 1.64aA	21.67 ± 8.66bB	51.67 ± 5.77bB	35 ± 8.66bB	36.67 ± 1.04bB	53.33 ± 1.25cC
	10	53.33 ± 8.66cC	41.67 ± 2.16cC	43.33 ± 5.77cC	35 ± 2.17cC	40 ± 1.89bcB	40 ± 1.58bcB	40 ± 5.77cC	40 ± 7.63bB
	5	68.33 ± 2.88eE	33.33 ± 1.64bB	63.33 ± 2.88dD	36.67 ± 2.25cC	68.33 ± 2.09dD	36.67 ± 2.88bB	68.33 ± 7.63dD	63.33 ± 8.79dC
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	CK	73.33 ± 2.8dD	73.33 ± 2.88dD	73.33 ± 2.88dD	73.33 ± 2.88dD	73.33 ± 2.88cC	73.33 ± 2.88cC	73.33 ± 2.88dD	73.33 ± 2.88cdC
	40	28.33 ± 2.88aA	13.33 ± 1.52aA	46.67 ± 2.88aA	16.33 ± 2.30aA	48.33 ± 1.43aA	26.67 ± 1.83aA	33.33 ± 2.88aA	41 ± 2.65aA
	20	46 ± 1.73bB	18.33 ± 5.77aA	36.67 ± 2.88bB	30 ± 0.5bB	58.33 ± 3.51bB	60 ± 9.16bB	41.67 ± 2.88bB	71.67 ± 6.50cC
	10	62 ± 6cC	54 ± 4.58cC	56.67 ± 2.88cC	38.33 ± 1.96cC	54.67 ± 4.16abB	61 ± 4.58bB	48.33 ± 5.29cC	63.67 ± 4.7bB
	5	81.67 ± 2eE	46.67 ± 2.88bB	46.67 ± 1.36bB	40.67 ± 1.15cC	85.67 ± 4.04dD	74 ± 2.16cC	76 ± 1.79dD	81 ± 3.60dD

注: 表中不同大小写字母分别表示各处理在 0.1 和 0.05 水平上的差异显著性,下同
Note: The different uppercase and lowercase letters in the figures show significant difference at 0.1 and 0.05 levels, respectively, similarly hereinafter

2.1.2 8 种生草水浸提液对 2 种受体种子萌发指数的影响 如表 2 所示,8 种生草在浓度为 10,20,40 g · L⁻¹时,对狗牙根,鬼针草种子的萌发指数都有着显著的抑制效果。禾本科生草对狗牙根种子的萌发有着非常显著的延迟作用,即使是抑制效果最差的早熟禾和鼠茅草在高浓度时,对狗牙根种子萌发指数的抑制率也超过 40%。而对鬼针草 8 种生草在高浓度时的抑制效果都超过了 45%。其中,禾本科的百喜草在高浓度为 20,40 g · L⁻¹时对鬼针草的萌发指数抑制率分别为 73.41%,92.58%。鼠茅草在高浓度时对鬼针草的萌发指数也超过了 70%。豆科生草中抑制效果最好的是平托落花生,在高浓度时,抑制了 63.27%。柱花草和长柔毛野豌豆在 40 g · L⁻¹时,对鬼针草的萌发指数也有着超过 50%的抑制效果。

表 2 8 种生草水浸提液对受体植物种子萌发指数的影响

Tab.2 Effects of aqueous extract of 8 cover crops on seed germination index of weeds

	生草水浸	种子萌发指数							
杂草 Weeds	提物浓度 / (g · L ⁻¹) Concentration	柱花草 <i>Stylosanthes</i>	百喜草 <i>Paspalum notatum</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	平托落花生 <i>Desmodium heterocarpu</i>	大叶油草 <i>Axonopus compressus</i>	长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	高羊茅 <i>Festuca elata</i>	鼠茅草 <i>Vulpia myuros</i>
狗牙根 <i>Cynodon dactylon.</i>	ck	19.06 ± 0.79cC	19.06 ± 0.79cD	19.06 ± 0.79dD	19.06 ± 0.79dD	19.06 ± 0.79cC	19.06 ± 0.79cC	19.06 ± 0.79dD	19.06 ± 0.79cC
	40	8.61 ± 0.51aA	1.22 ± 0.41aA	10.94 ± 0.75bB	7.72 ± 0.77aA	5.67 ± 0.17aA	9.78 ± 1.05aA	5.28 ± 0.192aA	9.78 ± 0.25aA
	20	14.06 ± 1.05bB	3.56 ± 0.58bB	7.28 ± 1.38aA	12.67 ± 1bB	14.78 ± 0.35bB	13 ± 0.58bB	13.44 ± 1.05bB	9.11 ± 0.42aA
	10	18.28 ± 1cC	13.22 ± 0.91bC	15.89 ± 0.86cC	16 ± 1cC	12.67 ± 0.45bB	17.06 ± 1.55cC	16.17 ± 0.6cC	10.17 ± 0.288aA
	5	25.56 ± 0.38dD	12.56 ± 0.67bC	20.33 ± 0.58dD	21.44 ± 0.91eE	22.72 ± 1.44dD	18.72 ± 0.25cCD	16.89 ± 0.96cC	14.33 ± 1.52bB
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	ck	20.05 ± 3.76cBC	20.05 ± 3.7dC	20.05 ± 3.7dC	20.05 ± 3.7cB	20.05 ± 3.7bB	20.05 ± 3.7bB	20.05 ± 3.7cC	20.05 ± 3.7cC
	40	8.89 ± 1.01aA	1.72 ± 1.01aA	7.27 ± 1.38aA	7.389 ± 2.55aA	9.72 ± 1.42aA	11.94 ± 1.43aAB	9.38 ± 1.7aA	5.5 ± 0.16aA
	20	11.5 ± 1.45abAB	3.26 ± 0.58aA	14.78 ± 1.09bcBC	6.94 ± 1.91bAB	13.06 ± 1.04aAB	8.78 ± 1.05aA	10.44 ± 2.21bB	10.40 ± 1.66bB
	10	17.89 ± 1.47bcABC	9.44 ± 0.52bB	18.11 ± 0.83cdBC	10c ± 2.56bA	10.67 ± 3.25aAB	14.33 ± 0.35aAB	10.89 ± 1.94bB	14.56 ± 2.83bBC
	5	21.94 ± 2.09cC	13.39 ± 1.65cB	12.11 ± 1.91abAB	10.05 ± 1.66bA	20.28 ± 1.63bB	13.44 ± 1.05caAB	21.83 ± 1.87cC	19.44 ± 1.25cC

2.2 8 种生草水浸提液对 2 种受体幼苗生长的影响

2.2.1 8 种生草水浸提液对 2 种受体幼苗茎长的影响 如表 3 所示,在浓度为 $20, 40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,8 种生草对狗牙根、鬼针草的茎长都有着极其显著的抑制效果,柱花草、早熟禾、大叶油草、长柔毛野豌豆、高羊茅、鼠茅草在浓度为 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对狗牙根的茎长生长都出现了促进效果,分别促进了 5.16%, 11.1%, 10.97%, 8.77%, 6.45%, 8.39%。早熟禾对狗牙根的抑制效果在浓度为 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时最显著,抑制率达到 76.9%。禾本科生草中,大叶油草的抑制效果最不明显,对狗牙根的抑制只有 22.45%。豆科生草在高浓度时对狗牙根幼苗的茎长抑制率都超过了 40%。而柱花草、早熟禾、大叶油草、长柔毛野豌豆、高羊茅、鼠茅草、在浓度为 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对鬼针草的茎长生长也起到了促进作用,分别促进了 2.42%, 8.06%, 7.95%, 5.88%, 3.57% 和 5.53%。在高浓度时,禾本科生草中,早熟禾对鬼针草的抑制效果最强,达到 78.80%,豆科生草中,柱花草的抑制效果高达到 67.96%。豆科生草高浓度对鬼针草幼苗茎长的抑制效果都超过了 45%。

表 3 8 种生草水浸提液对受体幼苗茎长的影响

Tab. 3 Effects of aqueous extract of 8 cover crops on the seedling stem length of weeds

杂草 Weeds	生草水浸 提物浓度/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) Concentration	受体幼苗茎部长度/cm							
		柱花草 <i>Stylosanthes</i>	百喜草 <i>Paspalum notatum</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	平托落花生 <i>Desmodium heterocarpu</i>	大叶油草 <i>Axonopus compressus</i>	长柔毛 野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	高羊茅 <i>Festuca elata</i>	鼠茅草 <i>Vulpia myuros</i>
狗牙根 <i>Cynodon dactylon.</i>	CK	7.75 ± 0.45eC	7.75 ± 0.45dD	7.75 ± 0.45edC	7.75 ± 0.45edC	7.75 ± 0.45bB	7.75 ± 0.45eC	7.75 ± 0.45eC	7.75 ± 0.45dD
	5	8.15 ± 0.87dD	7.39 ± 0.30dD	8.61 ± 0.79eC	7.47 ± 0.37eC	8.6 ± 1.36eC	8.43 ± 1.44dD	8.25 ± 0.68eC	8.4 ± 0.90eC
	10	6.65 ± 0.11eC	6.28 ± 0.58eC	7.73 ± 0.32dD	8.24 ± 0.02dD	7.35 ± 0.92bB	7.6 ± 0.15eC	6.59 ± 0.29bB	6.93 ± 0.2bB
	20	6.92 ± 0.25bB	5.08 ± 0.54bB	5.2 ± 0.85bB	6.53 ± 0.34bB	7.62 ± 0.68bB	6.57 ± 0.12bB	6.37 ± 0.25bB	4.97 ± 0.71aA
	40	2.7 ± 0.3aA	2.93 ± 0.11aA	1.79 ± 0.34aA	4.5 ± 0.69aA	6.01 ± 0.15aA	3.72 ± 0.33aA	3.53 ± 0.56aA	4.5 ± 0.05aA
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	CK	8.68 ± 0.62eCD	8.68 ± 0.62eE	8.68 ± 0.62eC	8.68 ± 0.62dD	8.68 ± 0.62bcC	8.68 ± 0.62edCD	8.68 ± 0.62eC	8.68 ± 0.62dD
	5	8.89 ± 0.19eD	8.06 ± 0.56dD	9.38 ± 0.44dD	8.15 ± 0.34eC	9.37 ± 0.14eD	9.19 ± 0.10dD	8.99 ± 0.56eC	9.16 ± 0.07dD
	10	7.22 ± 0.21bB	6.81 ± 0.21eC	8.38 ± 0.47eC	8.93 ± 0.76dD	7.97 ± 0.52bB	8.24 ± 0.12bcC	7.14 ± 0.55bB	7.52 ± 0.38eC
	20	8.03 ± 0.67chC	5.89 ± 0.66bB	6.03 ± 0.90bB	7.28 ± 0.62bB	8.84 ± 0.45edC	7.62 ± 0.86bB	7.39 ± 0.59bB	5.76 ± 0.22bB
	40	2.78 ± 0.52aA	3.03 ± 0.45aA	1.84 ± 0.13aA	4.64 ± 0.11aA	6.2 ± 0.74aA	3.84 ± 47aA	3.64 ± 0.69aA	4.64 ± 0.31aA

2.2.2 8 种生草水浸提液对 2 种受体幼苗根长的影响 如表 4 所示,百喜草、早熟禾、平托落花生、长柔毛野豌豆、鼠茅草的各个浓度对狗牙根的幼苗的根长都有抑制效果,且抑制效果随着浓度的增大而增强,表现出“剂量效果”。大叶油草、柱花草只有在浓度为 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时有促进效果,且促进率都为 8.33%。高羊茅在浓度为 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对狗牙根的抑制效果最强(76.43%),其他生草均是在浓度为高浓度时表现出最大抑制效果。8 种生草对杂草的根生长也有明显的抑制作用,禾本科中百喜草在浓度为 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对鬼针草的抑制效果最强(77.05%),豆科生草中柱花草的抑制效果在浓度为 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时也达到最大,为 70.56%。豆科生草中抑制效果最差的是平托落花生,在浓度为 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,抑制效果也仅为 37.09%。

2.2.3 8 种生草水浸提液对 2 种受体幼苗鲜质量的影响 如表 5 所示,在浓度为 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,柱花草、大叶油草、长柔毛野豌豆、高羊茅、鼠茅草均对狗牙根幼苗的鲜质量增长有促进作用,禾本科的大叶油草在浓度为 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,促进效果可以达到 21.92%。豆科生草中柱花草的促进效果最为显著,可以达到 18.62%。百喜草在浓度为 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对狗牙根幼苗的鲜质量没有影响。高羊茅在浓度为 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对狗牙根幼苗鲜质量的抑制效果达到最大为 73.57%。在浓度为 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,8 种生草对狗牙根幼苗鲜质量均有着抑制效果,其中,禾本科中抑制效果最为显著的为百喜草,抑制率为 74.47%;豆科生草中柱花草抑制率高达 67.27%。在浓度为 $40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,8 种生草对鬼针草的鲜质量均有显著的抑制作用,其中,禾本

科生草中百喜草的抑制效果最为显著,抑制率为 77.14%, 豆科生草中柱花草的抑制效果最为显著,抑制率为 70.48%。禾本科生草的在高浓度时,对鬼针草幼苗的鲜质量抑制率均超过了 45%,抑制效果强于豆科生草。

表 4 8 种生草水浸提液对受体幼苗根长的影响

Tab. 4 Effects of aqueous extracts of 8 cover crops on the seedling root length of weeds

杂草 Weeds	生草水浸 提物浓度/ (g · L ⁻¹) Concentration	受体幼苗根部长度/cm							
		柱花草 <i>Stylosanthes</i>	百喜草 <i>Paspalum notatum</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	平托落花生 <i>Desmodium heterocarpu</i>	大叶油草 <i>Axonopus compressus</i>	长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	高羊茅 <i>Festuca elata</i>	鼠茅草 <i>Vulpia myuros</i>
狗牙根 <i>Cynodon dactylon.</i>	CK	8.4 ± 0.2cC	8.4 ± 0.2dD	8.4 ± 0.2dD	8.4 ± 0.2Be	8.4 ± 0.2cC	8.4 ± 0.2dD	8.4 ± 0.2dD	8.4 ± 0.2dC
	5	9.1 ± 0.3dC	7.47 ± 0.07cC	6.75 ± 0.51cC	7.35 ± 0.05bB	9.1 ± 0.45dC	7.95 ± 0.47dD	7.87 ± 0.15cC	8.27 ± 0.26dC
	10	8.23 ± 0.17cC	7.28 ± 0.2cC	7.17 ± 0.17cC	7.58 ± 0.15bB	6.3 ± 0.288bB	7.19 ± 0.1cC	7.58 ± 0.05cC	7.83 ± 0.15cC
	20	5.43 ± 0.53bB	6.16 ± 0.05bB	5.43 ± 0.48bB	7.37 ± 0.15bB	5.77 ± 0.25bB	5.86 ± 0.1bB	1.98 ± 0.11aA	6.23 ± 0.11bB
	40	2.45 ± 0.17aA	1.91 ± 0.14aA	3.3 ± 0.1aA	5.23 ± 0.25aA	4.4 ± 0.41aA	4.43 ± 0.12aA	4.31 ± 0.54bB	3.53 ± 0.05aA
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	CK	9.41 ± 0.17cdC	9.41 ± 0.17dD	9.41 ± 0.17dD	9.41 ± 0.17cC	9.41 ± 0.17cC	9.41 ± 0.17dD	9.41 ± 0.17dD	9.41 ± 0.17dD
	5	9.92 ± 0.71dC	8.14 ± 0.51cC	7.35 ± 0.74cC	8.01 ± 0.16bB	9.92 ± 0.26cC	8.66 ± 0.58dD	8.58 ± 0.74cC	9.01 ± 0.58dCD
	10	8.93 ± 0.81cC	7.89 ± 0.21cC	7.78 ± 0.75cC	8.22 ± 0.21bBC	6.83 ± 0.68bB	7.80 ± 0.31cC	8.22 ± 0.74cC	8.50 ± 0.75cC
	20	6.3 ± 0.77bB	7.15 ± 0.29bB	6.30 ± 0.75bB	8.55 ± 0.99bcBC	6.69 ± 0.66bB	6.80 ± 0.33bB	2.3 ± 0.09aA	7.2 ± 0.473bB
	40	2.77 ± 0.18aA	2.16 ± 0.32aA	3.74 ± 0.41aA	5.92 ± 0.59aA	4.98 ± 0.31aA	5.02 ± 0.13aA	4.88 ± 0.47bB	4 ± 0.74aA

表 5 8 种生草水浸提液对受体幼苗鲜质量的影响

Tab. 5 Effects of aqueous extracts of 8 cover crops on the seedling fresh weight of weeds

杂草 Weeds	生草水浸 提物浓度/ (g · L ⁻¹) Concentration	受体幼苗鲜质量/g							
		柱花草 <i>Stylosanthes</i>	百喜草 <i>Paspalum notatum</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	平托落花生 <i>Desmodium heterocarpu</i>	大叶油草 <i>Axonopus compressus</i>	长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	高羊茅 <i>Festuca elata</i>	鼠茅草 <i>Vulpia myuros</i>
狗牙根 <i>Cynodon dactylon.</i>	CK	3.33 ± 0.01cC	3.33 ± 0.01cC	3.33 ± 0.01cC	3.33 ± 0.01bB	3.33 ± 0.01cC	3.33 ± 0.01cC	3.33 ± 0.01cC	3.33 ± 0.01cBC
	5	4.06 ± 0.08dD	3.33 ± 0.02cC	3.01 ± 0.01cCB	3.28 ± 0.04bB	4.06 ± 0.04dD	3.54 ± 0.06cC	3.51 ± 0.06cC	3.69 ± 0.04cC
	10	3.68 ± 0.04cdCD	3.25 ± 0.01cBC	3.20 ± 0.01cC	3.34 ± 0.08bB	2.81 ± 0.06bBC	3.21 ± 0.04cC	3.38 ± 0.02cC	3.49 ± 0.02cC
	20	2.43 ± 0.02bB	2.75 ± 0.03bB	2.43 ± 0.02bB	3.29 ± 0.02bB	2.57 ± 0.02bAB	2.61 ± 0.02bB	0.88 ± 0.05aA	2.78 ± 0.02bB
	40	1.09 ± 0.04aA	0.85 ± 0.03aA	1.47 ± 0.05aA	2.34 ± 0.06aA	1.96 ± 0.01aA	1.98 ± 0.06aA	1.92 ± 0.03bB	1.57 ± 0.01aA
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	CK	4.20 ± 0.02cdC	4.20 ± 0.02dD	4.20 ± 0.02dD	4.20 ± 0.02cC	4.20 ± 0.02cC	4.20 ± 0.02eD	4.20 ± 0.02eD	4.20 ± 0.02dD
	5	4.43 ± 0.02dC	3.63 ± 0.03cC	3.28 ± 0.05cC	3.58 ± 0.02bB	4.43 ± 0.03cC	3.86 ± 0.02dC	3.83 ± 0.02dC	4.02 ± 0.04dCD
	10	3.99 ± 0.04cC	3.52 ± 0.03cC	3.47 ± 0.04cC	3.67 ± 0.03bBC	3.05 ± 0.04bB	3.48 ± 0.01cC	3.67 ± 0.04cC	3.80 ± 0.03cC
	20	2.81 ± 0.05bA	3.19 ± 0.02bB	2.81 ± 0.05bB	3.82 ± 0.03bcBC	2.99 ± 0.01bB	3.03 ± 0.05bB	1.03 ± 0.01aA	3.23 ± 0.05bB
	40	1.24 ± 0.03aA	0.96 ± 0.01aA	1.66 ± 0.02aA	2.64 ± 0.01aA	2.22 ± 0.01aA	2.24 ± 0.04aA	2.18 ± 0.02bB	1.79 ± 0.01aA

2.3 8 种生草水浸提液对 2 种受体幼苗化感综合效应 如 6 表所示,柱花草、大叶油草在浓度为 5 g · L⁻¹ 时,对狗牙根和鬼针草的化感作用为促进作用,其他生草在各个浓度处理对狗牙根均为抑制效果。禾本科生草中,百喜草在浓度为 40 g · L⁻¹ 时,对狗牙根和三叶鬼针的化感综合效应指数高达 6.56 和 6.44,抑制效果极显著,高于其他生草,而豆科生草中,对狗牙根和鬼针草化感综合指数高的柱花草在浓度为 40 g · L⁻¹ 时的化感综合指数为 1.76 和 1.83。

表 6 8 种生草水浸提液对受体植物的化感综合效应

Tab.6 Comprehensive allelopathic effects of aqueous extract of 8 cover crops on the weeds under treatment

杂草 Weeds	生草水浸	受体植物化感综合效应							
	提物浓度 / (g · L ⁻¹)	柱花草 <i>Stylosanthes</i>	百喜草 <i>Paspalum notatum</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	平托落花生 <i>Desmodium heterocarpu</i>	大叶油草 <i>Axonopus compressus</i>	长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	高羊茅 <i>Festuca elata</i>	鼠茅草 <i>Vulpia myuros</i>
	Concentration								
狗牙根 <i>Cynodon dactylon.</i>	40	-1.76	-6.56	-1.71	-0.97	-1.10	-1.10	-1.47	-1.38
	20	-0.42	-2.19	-1.00	-0.66	-0.22	-0.44	-1.09	-0.51
	10	-0.11	-0.35	-0.22	-0.27	-0.38	-0.23	-0.27	-0.42
	5	0.11	-0.40	-0.03	-0.20	0.10	-0.18	-0.02	-0.07
鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	40	-1.83	-6.44	-1.22	-1.64	-0.84	-1.22	-1.58	-1.01
	20	-0.44	-2.20	-1.02	-0.61	-0.26	-0.40	-1.20	-0.56
	10	-0.13	-0.31	-0.25	-0.32	-0.35	-0.14	-0.29	-0.27
	5	0.10	-0.35	-0.19	-0.24	0.10	-0.02	-0.05	-0.08

3 讨 论

本试验结果表明,8 种生草均存在化感物质,其水浸提液对 2 种受体植物的种子萌发和幼苗生长均有显著的化感效应。萌发生物测定通常用于测试目标物种对化感物质的敏感性。通常将种子与不同浓度的潜在化感化合物一起培养,并比较动力学和萌发率。种子萌发是植物生命周期中的关键环节,对植物生长发育至关重要^[10-11],化感物质对植物种子的影响分为抑制和促进两方面,许多化感物质能显著抑制植物种子萌发,并影响种子萌发后幼苗的生长发育,但是并非所有化感物质都会降低种子萌发率,有些仅仅是延缓种子的萌发进程^[12]。在本实验中,可以看出 8 种生草在高浓度时,不仅抑制了狗牙根与鬼针草种子的萌发率也抑制了萌发指数,种子萌发进程延缓的现象也验证了这一观点。

同一种化感物质能够对不同的受体植物产生不同的影响,这是由于不同受体植物对供体植物化感物质的代谢产物不同^[13]所造成的,因此,对供体植物的敏感性表现出一定的差异。本实验中,8 种生草即使对同一种受体植物所表现出来的效果和作用程度都是不同的。

有研究发现,高浓度柳枝稷根或茎提取液对 3 种杂草种子萌发以及幼苗芽和根的生长具有一定的抑制作用;而低浓度的柳枝稷根或茎提取液对 3 种杂草种子萌发、幼苗芽和根生长具有一定的促进作用^[14]。说明同种植物的提取物在不同浓度的情况下,对同种受体也会表现出不同的效果。这与本研究的结果一致。

综上所述,本实验中 8 种生草对受体植物狗牙根、鬼针草均有着显著的抑制效果,研究结果为利用果园生草的化感作用控制杂草提供了理论基础,并为果园挑选生草品种提供了指导。下一步应开展化感物质分离、纯化和鉴定工作,提高应用范围。此外,生草在复杂的自然环境下,特别是在不同气候和土壤的影响下,能否产生相同的作用尚有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李会科,梅立新,高华,等. 黄土高原旱地苹果园生草对果园小气候的影响[J]. 草地学报,2009,17(5):615-620.
- [2] 马国辉,曾明,王羽玥,等. 果园生草制研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(7):273-277.
- [3] 陈欣,唐建军,方治国,等. 高温干旱季节红壤丘陵果园杂草保持的生态作用[J]. 生态学杂志,2003,22(6):38-42.
- [4] 徐雄,张健,廖尔华,等. 李园生草的不同利用方式对土壤理化性质及李树生长的影响[J]. 四川农业大学学报,2005,23(4):420-423.
- [5] 潘学军,张文娥,樊卫国,等. 自然生草和间种绿肥对盆栽柑橘土壤养分、酶活性和微生物的影响[J]. 园艺学报,2010,37(8):1235-1240.

- [6] 郝淑英, 杨红珍, 尉清. 果树生草覆盖法对黄土高原区果树的生物学效应 [J]. 果农之友, 2004(6): 10.
- [7] 高阳, 安雨, 徐安凯, 等. 4 种杂草浸提液对柳枝稷种子萌发的化感作用研究 [J]. 种子, 2017, 36(08): 20–25.
- [8] 李发林, 黄炎和, 张汉荣, 等. 几种水土保持型牧草叶浸提液化感作用效应 [J]. 中国农学通报, 2010, 26(18): 401–405.
- [9] 敖苏, 颜仕龙, 蔡波, 范志伟, 周慧, 朱朝华. 苦瓜对六种叶菜种子萌发和幼苗生长的化感作用 [J]. 北方园艺, 2016(23): 11–14.
- [10] BARRERO J M, GUBLER F. A role for barley CRYPTOCHROME1 in light regulation of grain dormancy and germination [J]. Plant Cell, 2014, 26(3): 1094–1104.
- [11] ISHIBASHI Y, KODA Y, ZHENG S H, et al.. Regulation of soybean seed germination through ethylene production in response to reactive oxygen species [J]. Annals of Botany, 2013, 111(1): 95–102.
- [12] 敖苏, 范志伟, 廖张波, 等. 入侵植物含羞草对 7 种植物的化感作用 [J]. 种子, 2017, 36(4): 13–16.
- [13] 张谷雄. 温州蜜柑热害异常落花落果的机理和防御措施 [J]. 长江果树, 2003(3): 7–12.
- [14] 吕勇, 李永梅, 侯新村, 等. 柳枝稷对 3 种杂草种子的化感作用 [J]. 贵州农业科学, 2018, 46(4): 56–60.

Allelopathic Effects of Extracts of 8 Cover Crops on *Cynodon dactylon* (L.) Pers. and *Bidens pilosa* L.

YUAN Yang, ZHANG Miaomiao, DOU Menglan, ZHU Chaohua

(Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China)

Abstract: Eight cover crops *Stylosanthes*, *Paspalum notatum* Flugge, *Poa annua* L., *Arachis pintoi*, *Axonopus compressus* P., *Vicia villosa* Roth, *Festuca elata* Keng ex E. were collected, extracted and used as donors to treat 2 species of weeds (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. and *Bidens pilosa* L.) as receptors to observe their allelopathic effects on the weeds through indoor bioassay. The results showed that the aqueous extracts of 8 cover crops produced the highest inhibiting effect on the germination rate of *Cynodon dactylon*, a dual effect (promotion at a low concentration but inhibition at a high concentration) on the germination rate of *B. pilosa*, and an obvious inhibiting effect on the growth of seedling rhizome of *B. pilosa*, with a higher inhibition at a higher concentration. The aqueous extracts of 8 cover crops also showed an obvious inhibitory effect on the germination rate, root length and stem length of *C. dactylon*.

Keywords: allelopathy; aqueous extract; bioassay

(责任编辑: 潘学峰)