

龙柏枝叶水浸提液及其萃取物除草活性的生物测定

罗兰, 袁忠林, 郝明亮, 邹雪

(青岛农业大学农学与植物保护学院, 山东 青岛 266109)

摘要: 采用培养皿滤纸法, 以油菜(*Brassica campestris* L.)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus* L.)、生菜(*Lactuca sativa* L. var. *ramosa* Hort.)、番茄(*Lycopersicon esculentum* Miller)和小麦(*Triticum aestivum* L.)为供试植物, 对龙柏(*Sabina chinensis* 'Kaizuca')枝叶水浸提液的除草活性进行了生物测定, 并以番茄为测定对象, 对水浸提液的不同溶剂萃取物的除草活性也进行了生物测定; 另外, 采用薄层层析法对乙酸乙酯萃取物的除草活性成分进行了初步定性分析。结果显示, 在 $0.05 \sim 0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 质量浓度范围内, 龙柏枝叶水浸提液对5种植物的种子萌发及幼苗根长和茎高均有一定的抑制作用, 且随质量浓度的提高, 抑制作用逐渐增强, 其中 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 水浸提液对5种植物的种子萌发及幼苗根长和茎高的抑制率均在80.00%以上, 对番茄种子萌发及幼苗根长和茎高的抑制率最高, 均达到100.00%。在龙柏枝叶水浸提液的石油醚、乙酸乙酯和水萃取物中, 0.01 、 0.02 和 $0.04 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 石油醚或乙酸乙酯萃取物以及 0.02 和 $0.04 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 水萃取物对番茄种子萌发及幼苗根长和茎高均有一定的抑制作用, 且随质量浓度的降低, 抑制率逐渐降低; 其中, 乙酸乙酯萃取物的抑制作用最强, 水萃取物的抑制作用最低。薄层层析显色结果表明, 龙柏枝叶水浸提液乙酸乙酯萃取物的主要除草活性成分为酚类成分。

关键词: 龙柏枝叶; 水浸提液; 萃取物; 除草活性; 生物测定; 酚类

中图分类号: S482.4; S791.08 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-7895(2010)01-0050-06

Bioassay of herbicidal activity of water extract from branch and leaf of *Sabina chinensis* 'Kaizuca' and its partitioned extracts LUO Lan, YUAN Zhong-lin, HAO Ming-liang, ZOU Xue (College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2010, 19(1): 50-55

Abstract: Using *Brassica campestris* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Lactuca sativa* L. var. *ramosa* Hort., *Lycopersicon esculentum* Miller and *Triticum aestivum* L. as tested plants, bioassay of herbicidal activity of water extract from branch and leaf of *Sabina chinensis* 'Kaizuca' was studied by the culture dish-filter paper method, and that of its partitioned extracts by different solvents was also carried on using *L. esculentum* as tested plant. Furthermore, the active component of ethyl acetate partitioned extract was preliminarily qualitatively analyzed by means of the thin layer chromatography (TLC) method. The results show that in concentration range of $0.05 \sim 0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, the water extract has a certain inhibition to seed germination, seedling root length and seedling stem height of five tested plants, and the inhibition gradually enhances with increasing of concentration. The inhibition rates of $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ water extract to seed germination, seedling root length and seedling stem height of five tested plants are all above 80.00%, in which the inhibition rates to those of *L. esculentum* are the highest with the rates of 100.00%. In petroleum ether, ethyl acetate and water partitioned extracts from water extract of branch and leaf of *S. chinensis* 'Kaizuca', 0.01 , 0.02 and $0.04 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ petroleum ether or ethyl acetate partitioned extracts, and 0.02 and $0.04 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ water partitioned extracts all have a certain inhibition to seed germination, seedling root length and seedling stem height of *L. esculentum*, and the inhibition rates reduce gradually with decreasing of concentration. In which, the inhibition effect of ethyl acetate partitioned extract is the strongest, that of water partitioned extract is the lowest. The color result of TLC shows that in ethyl acetate partitioned extract from water extract of branch and leaf of *S. chinensis*

收稿日期: 2009-08-09

基金项目: 青岛农业大学人才基金项目(630519)

作者简介: 罗兰(1965—), 女, 陕西咸阳人, 博士, 教授, 主要从事植物源农药的研究工作。

‘Kaizuca’, the main herbicidal active components are phenolic compounds.

Key words: branch and leaf of *Sabina chinensis* ‘Kaizuca’; water extract; partitioned extract; herbicidal activity; bioassay; phenols

龙柏 (*Sabina chinensis* ‘Kaizuca’) 为柏科 (Cupressaceae) 圆柏属 (*Sabina* Mill.) 植物圆柏 (桧) [*Sabina chinensis* (L.) Ant.] 的变种, 是重要的园林绿化树种之一, 种植较为广泛, 其根和枝叶均可提取柏木脑及柏木油, 枝和叶还可以入药, 具有祛风散寒、活血利尿的功效, 是具有重要经济价值的植物资源^[1-2]。龙柏的挥发油具有抗肿瘤活性, 能抑制肺癌细胞的生长^[3], 并对金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus* Rosenbach) 和表皮葡萄球菌 [*Staphylococcus epidermidis* (Winslow et Winslow) Evans] 也具有一定的抑菌效果^[4]; 龙柏精油还具有一定的杀虫活性, 对白蚁 (*Reticulitermes speratus* Kolbe)、小菜蛾 [*Plutella xylostella* (L.)]、土耳其扁谷盗 [*Cryptolestes turcicus* (Grouville)] 和双条杉天牛 (*Semanotus bifasciatus* Matsch) 具有熏蒸作用^[5-8]。另外, 龙柏枝叶中还含有一些对多种食品微生物和植物病原真菌具有抑制作用的活性成分^[9-10]。但到目前为止, 有关龙柏提取物除草作用的研究尚未见报道。

植物在自然环境中生长时存在着相互竞争, 某些植物会分泌一些化学物质 (又称化感物质) 来抑制其他植物的生长, 从而形成优势种群。目前, 从植物的化感物质中寻找先导化合物进行模拟合成, 是天然除草剂研究的一个热点^[11]。为寻找具有除草活性的天然化合物, 作者采用培养皿滤纸法测定了龙柏枝叶水浸提液对反枝苋 (*Amaranthus retroflexus* L.)、油菜 (*Brassica campestris* L.)、生菜 (*Lactuca sativa* L. var. *ramosa* Hort.)、番茄 (*Lycopersicon esculentum* Miller) 和小麦 (*Triticum aestivum* L.) 5 种植物种子萌发以及幼苗根长和茎高的抑制作用, 并采用微量除草活性测定方法测定了龙柏水浸提液的不同溶剂萃取物对番茄种子萌发和幼苗根长和茎高的抑制作用, 以期对植物源除草剂资源的开发利用提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试龙柏 (*Sabina chinensis* ‘Kaizuca’) 枝叶于 2009 年 3 月采自青岛农业大学校园内, 树龄 5 a。龙

柏的枝叶洗净、晾干后备用。供试的番茄品种为‘菜都 982F1’ (山东寿光金田种苗有限公司)、小麦品种为‘烟农 23 号’ (山东鑫星种业有限公司)、生菜品种为美国生菜‘大速生’ (河北省禾亨双丰种业有限公司)、油菜品种为‘四季青’ (青岛市流亭良种推广站), 上述种子均购自城阳种子市场; 反枝苋种子采自青岛农业大学校园内。

1.2 方法

1.2.1 枝叶水浸提液的制备 参考郑丽等^[12]和程月琴等^[13]的方法制备龙柏枝叶水浸提液。称取龙柏枝叶 400 g, 剪成长 1 cm 小段, 用 2 000 mL 蒸馏水常温下浸泡 48 h, 3 层纱布过滤, 滤液即为质量浓度 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液原液; 通过半量稀释法, 分别配成质量浓度为 0.2、0.1、0.05 和 $0.025 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液处理液, 于 $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中保存、备用。

1.2.2 枝叶水浸提液除草活性的生物测定 参照高兴祥等^[14]和李育川等^[15]的种子萌发法并略作改进, 测定龙柏枝叶水浸提液的除草活性。

在洗净、烘干的培养皿中铺 1 层灭菌滤纸, 分别加入 10 mL 处理液 (对照则加入 10 mL 蒸馏水), 将经过 $50 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 温水消毒的油菜、反枝苋、生菜、番茄和小麦的种子放入培养皿中, 置于 $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱内培养, 每皿 20 粒种子, 每处理设 3 次重复。5 d 后统计各植物种子的萌发率并计算种子萌发抑制率。

将油菜、反枝苋、生菜、番茄和小麦的种子消毒后催芽至露白, 放入铺有 1 层灭菌滤纸的培养皿中, 分别加入 10 mL 处理液 (对照则加入 10 mL 蒸馏水), 置于 $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱内培养, 每皿 20 粒种子, 每处理设 3 次重复。5 d 后测定各植物幼苗的根长和茎高并计算根长和茎高的抑制率。

1.2.3 枝叶水浸提液活性成分的萃取 取 400 mL 龙柏枝叶水浸提液原液, 依次用石油醚 (分析纯, 烟台三和化学试剂有限公司) 和乙酸乙酯各萃取 3 次, 每次溶剂用量均为 400 mL, 合并相同溶剂萃取液, 减压浓缩后得到 0.039 g 石油醚萃取物和 0.051 g 乙酸乙酯萃取物, 水相减压浓缩后得到固形物 0.481 g。分别用相应的溶剂配成质量浓度为 0.04、0.02 和

0.01 g · mL⁻¹的萃取物处理液,备用。

1.2.4 枝叶水浸提液萃取物除草活性的生物测定参照郝双红等^[16]的微量除草活性测定方法并略作改进,测定龙柏枝叶水浸提液萃取物的除草活性。将2 cm×6 cm 滤纸条的长边垂直折起0.5 cm,用微量进样器分别将50 μL 萃取物处理液均匀滴加在滤纸条折边下面2 cm×2.5 cm 部分,待溶剂挥发后,把滤纸条的载药部位贴在规格为2.5 cm×7.5 cm 的载玻片上,每个载玻片平行贴2条滤纸条,间距1 cm,每处理设3次重复。将载玻片放入铺有2层滤纸并已加入5 mL 蒸馏水的培养皿(直径9 cm)中,使滤纸条未受药部分与培养皿中的湿滤纸充分接触。在每个滤纸条受药部分的前端(远离未受药部位的一端)放置20粒大小一致的番茄种子。将培养皿倾斜15°(滤纸条吸水端向下),放入28℃培养箱中培养,96 h后统计各处理番茄种子的萌发率,测量番茄幼苗的根长和茎高,并计算种子萌发率、种子萌发抑制率及对根长和茎高的抑制率。

1.2.5 除草活性成分的定性分析 参照文献^[17]的方法进行龙柏枝叶水浸提液除草活性成分的初步鉴定。将龙柏枝叶水浸提液的乙酸乙酯萃取物用乙酸乙酯配成质量浓度为0.01 g · mL⁻¹的待测溶液,点样于硅胶薄层板上,用展开剂[V(乙酸乙酯):V(石油醚)]=2:1)展开后,分别用质量体积分数1%三氯化铝乙醇溶液、质量体积分数5%三氯化铁甲醇溶液和质量体积分数0.05%溴酚蓝乙醇溶液进行显色反应,并在紫外光下观察硅胶薄层板上的显色情况。

1.3 数据处理

种子萌发率、种子萌发抑制率和根长(茎高)生长抑制率的计算公式分别为:种子萌发率=(萌发种子数/供试种子数)×100%;种子萌发抑制率=[(对照组种子萌发率-处理组种子萌发率)/对照组种子

萌发率]×100%;根长(茎高)生长抑制率=[(对照组根长或茎高-处理组根长或茎高)/对照组根长或茎高]×100%。

使用Excel软件统计实验结果,并计算种子萌发和根长(茎高)抑制率的平均值及标准差,利用SPSS软件对数据进行方差分析。

2 结果和分析

2.1 龙柏枝叶水浸提液除草活性的生物测定结果

2.1.1 对5种植物种子萌发率的影响 龙柏枝叶水浸提液对5种植物种子萌发的抑制率见表1。表1结果表明,龙柏枝叶水浸提液对5种植物种子的萌发均有一定的抑制作用,其中质量浓度较高的龙柏枝叶水浸提液对供试植物种子萌发的抑制作用明显,质量浓度较低的龙柏枝叶水浸提液对植物种子萌发的抑制作用不明显,甚至有一定的促进作用。0.2 g · mL⁻¹龙柏枝叶水浸提液对油菜、反枝苋、生菜、番茄和小麦种子的萌发抑制率分别为100.00%、100.00%、100.00%、100.00%和81.82%,抑制作用明显;随着龙柏枝叶水浸提液质量浓度的减小,对供试植物种子萌发的抑制率不断降低,质量浓度为0.025 g · mL⁻¹的龙柏枝叶水浸提液对油菜、生菜和小麦种子萌发的抑制作用均很小,种子萌发抑制率分别为1.56%、5.17%和5.45%。

方差分析结果表明,龙柏枝叶水浸提液的不同质量浓度处理液对5种植物种子萌发的抑制作用差异显著($P<0.05$)。

2.1.2 对5种植物幼苗茎高的影响 龙柏枝叶水浸提液对5种植物幼苗茎高的抑制率见表2。由表2可见,质量浓度为0.2、0.1和0.05 g · mL⁻¹的龙柏枝叶水浸提液对5种植物幼苗茎高的生长均有一定

表1 不同质量浓度的龙柏枝叶水浸提液对5种植物种子萌发的抑制率($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 1 Inhibition rate of different concentrations of water extract from branch and leaf of *Sabina chinensis* 'Kaizuca' to seed germination of five species($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

质量浓度/g · mL ⁻¹ Concentration	对不同植物种子萌发的抑制率/% Inhibition rate to seed germination of different species				
	油菜 <i>Brassica campestris</i>	反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	生菜 <i>Lactuca sativa</i> var. <i>ramosa</i>	番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	小麦 <i>Triticum aestivum</i>
0.2	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	81.82±2.84a
0.1	84.45±3.02b	64.29±4.84b	67.24±2.82b	87.72±2.24b	50.91±3.28b
0.05	3.21±3.82c	21.43±2.86c	36.21±3.15c	47.37±2.56c	12.73±4.18c
0.025	1.56±1.82d	-2.39±6.59d	5.17±3.12d	21.05±3.16d	5.45±3.28d

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示在5%水平上差异显著 Different small letters in same column indicate the significant difference at 5% level.

的抑制作用。其中,质量浓度 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液对油菜、反枝苋、生菜、番茄和小麦幼苗茎高生长的抑制率分别为 99.17%、98.08%、100.00%、100.00% 和 93.73%,质量浓度 $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液对上述 5 种植物幼苗茎高生长的抑制率分别为 97.76%、76.45%、100.00%、100.00% 和 34.76%。随质量浓度的减小,龙柏枝叶水浸提液对供试植物幼苗茎高生长的抑制率也逐渐降低,质量浓度 $0.025 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液除对番茄幼苗茎高有一定的抑制作用外,对其他 4 种植物的茎高生长均表现出一定的促进作用。

对上述结果进行方差分析,结果表明,除质量浓度 0.1 和 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液对油菜、生菜和番茄幼苗茎高生长的抑制率差异不显著外,其

他处理组对供试植物幼苗茎高生长的抑制作用均达到显著水平 ($P < 0.05$)。

2.1.3 对 5 种植物幼苗根长的影响 龙柏枝叶水浸提液对 5 种植物幼苗根长的抑制率见表 3。由表 3 可知,龙柏枝叶水浸提液对 5 种植物幼苗根长生长的抑制作用不同,且随着水浸提液质量浓度的减小,抑制率不断下降。质量浓度 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液对 5 种植物幼苗根长生长的抑制率均在 91% 以上;质量浓度 $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液对油菜、反枝苋、生菜和番茄幼苗根长生长的抑制率均在 90% 以上;质量浓度 $0.025 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液对小麦幼苗根长的生长表现出一定的促进作用,而对其他 4 种植物幼苗根长的生长则表现出不同程度的抑制作用。

表 2 不同质量浓度的龙柏枝叶水浸液对 5 种植物幼苗茎高的抑制率 ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 2 Inhibition rate of different concentrations of water extract from branch and leaf of *Sabina chinensis* 'Kaizuca' to stem height of five species seedlings ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

质量浓度/ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ Concentration	对不同植物幼苗茎高的抑制率/% Inhibition rate to stem height of different species seedlings				
	油菜 <i>Brassica campestris</i>	反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	生菜 <i>Lactuca sativa</i> var. <i>ramosa</i>	番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	小麦 <i>Triticum aestivum</i>
0.2	99.17±1.48a	98.08±3.42a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	93.73±3.94a
0.1	97.76±3.04a	76.45±4.03b	100.00±0.00a	100.00±0.00a	34.76±5.37b
0.05	23.72±2.10b	44.38±1.80c	7.91±2.11b	91.48±2.36b	3.72±0.42c
0.025	-9.37±2.55c	-9.60±1.57d	-13.43±3.83c	63.94±2.17c	-6.75±5.54d

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示在 5% 水平上差异显著 Different small letters in same column indicate the significant difference at 5% level.

表 3 不同质量浓度的龙柏枝叶水浸提液对 5 种植物幼苗根长的抑制率 ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 3 Inhibition rate of different concentrations of water extract from branch and leaf of *Sabina chinensis* 'Kaizuca' to root length of five species seedlings ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

质量浓度/ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ Concentration	对不同植物幼苗根长的抑制率/% Inhibition rate to root length of different species seedlings				
	油菜 <i>Brassica campestris</i>	反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	生菜 <i>Lactuca sativa</i> var. <i>ramosa</i>	番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	小麦 <i>Triticum aestivum</i>
0.2	96.09±3.74a	91.20±2.84a	95.05±2.61a	100.00±0.00a	97.94±2.43a
0.1	96.44±1.34a	90.66±4.50a	91.91±2.44b	99.88±0.52a	62.94±2.95b
0.05	75.91±2.11b	89.80±6.75a	49.43±1.70c	82.29±6.19b	12.95±1.23c
0.025	50.61±3.30c	55.40±2.72b	6.17±0.71d	59.42±2.59c	-20.39±3.74d

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示在 5% 水平上差异显著 Different small letters in same column indicate the significant difference at 5% level.

方差分析结果显示,不同质量浓度的龙柏枝叶水浸提液对生菜和小麦根长生长的抑制作用均有显著差异 ($P < 0.05$); 0.1 和 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 龙柏枝叶水浸提液对油菜和番茄幼苗根长生长的抑制作用差异不显著,但与其他处理间均有显著差异 ($P < 0.05$); 0.05 、 0.1 和 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 龙柏枝叶水浸提液对反枝苋幼苗根长生长的抑制作用差异不显著,但均显著高于

$0.025 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 龙柏枝叶水浸提液 ($P < 0.05$)。

2.2 龙柏枝叶水浸提液的不同溶剂萃取物除草活性的生物测定结果

龙柏枝叶水浸提液的石油醚、乙酸乙酯和水萃取物对番茄种子萌发以及幼苗根长和茎高生长的抑制率见表 4。由表 4 可知,除质量浓度为 $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的龙柏枝叶水浸提液的水萃取物对番茄幼苗根长和

茎高生长有一定的促进作用外,各溶剂萃取物均对番茄种子萌发和幼苗生长有一定的抑制作用。其中,石油醚和乙酸乙酯萃取物对番茄种子萌发以及幼苗根长和茎高生长的抑制率均高于水萃取物,且乙酸乙酯萃取物的抑制作用较强。

质量浓度为 0.02 和 0.04 g · mL⁻¹ 的乙酸乙酯萃取物对番茄种子萌发及幼苗根长和茎高生长的抑制率均为 100.00%;质量浓度为 0.01 g · mL⁻¹ 的乙酸乙酯萃取物对番茄种子萌发及幼苗根长的抑制率则有所下降,分别为 66.67% 和 40.00%。石油醚萃取物的抑制作用低于乙酸乙酯萃取物,质量浓度为 0.04 g · mL⁻¹ 的石油醚萃取物对番茄种子萌发及幼苗根长和茎高的抑制率均为 100.00%;质量浓度为 0.02 和 0.01 g · mL⁻¹ 的石油醚萃取物对番茄种子萌发的抑制率分别为 61.11% 和 16.67%,对番茄幼苗根长和茎

高的抑制率均大于 83%。在龙柏枝叶水浸提液的 3 种溶剂萃取物中,水萃取物对番茄种子萌发和幼苗生长的抑制率均最低,且质量浓度较低的水萃取物 (0.01 g · mL⁻¹) 对番茄幼苗根长和茎高的生长则显示出一定的促进作用。

分析结果表明,0.04 g · mL⁻¹ 石油醚萃取物以及 0.02 和 0.04 g · mL⁻¹ 乙酸乙酯萃取物对番茄种子萌发以及幼苗根长和茎高的抑制率均为 100.00%,0.01 g · mL⁻¹ 乙酸乙酯萃取物对番茄幼苗茎高生长的抑制率也为 100.00%,0.02 g · mL⁻¹ 石油醚萃取物对番茄幼苗茎高的抑制率也达到 99% 以上,方差分析结果显示上述处理间的差异均不显著,而其余处理组间番茄种子的萌发抑制率、幼苗根长抑制率和茎高抑制率均有显著差异 ($P < 0.05$)。

表 4 龙柏枝叶水浸提液的不同溶剂萃取物对番茄种子萌发和幼苗生长的抑制率 ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 4 Inhibition rate of different solvent partitioned extracts from water extract of branch and leaf of *Sabina chinensis* 'Kaizuca' to seed germination and seedling growth of *Lycopersicon esculentum* Miller ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

萃取物 Partitioned extract	质量浓度/g · mL ⁻¹ Concentration	抑制率/% Inhibition rate		
		种子萌发 Seed germination	根长 Root length	茎高 Stem height
石油醚萃取物 Partitioned extract of petroleum ether	0.04	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
	0.02	61.11±3.27c	87.04±2.63b	99.35±0.91a
	0.01	16.67±3.67d	83.55±2.11b	91.39±2.45b
乙酸乙酯萃取物 Partitioned extract of ethyl acetate	0.04	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
	0.02	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
	0.01	66.67±1.72b	40.00±2.68c	100.00±0.00a
水萃取物 Partitioned extract of water	0.04	16.67±1.72d	28.22±3.00d	21.62±2.22c
	0.02	11.11±3.63e	11.76±3.33e	8.94±2.17d
	0.01	5.65±2.73f	-21.07±2.56f	-12.12±3.10e

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示在 5% 水平上差异显著 Different small letters in same column indicate the significant difference at 5% level.

2.3 龙柏枝叶水浸提液乙酸乙酯萃取物除草活性成分的定性分析结果

对龙柏枝叶水浸提液中除草活性较高的乙酸乙酯萃取物所含的除草活性成分进行定性分析,初步鉴定结果为:硅胶薄层板经质量体积分数 1% 三氯化铝乙醇溶液显色后,在紫外光下不显黄色荧光;经质量体积分数 5% 三氯化铁甲醇溶液显色后,在紫外光下可观察到蓝绿色斑点;经质量体积分数 0.05% 溴酚蓝乙醇溶液显色后,在蓝绿色底色上没有出现黄色斑点。根据薄层层析的显色结果可以初步断定龙柏枝叶水浸提液的乙酸乙酯萃取物中的主要除草活性成分是酚类成分。

3 讨 论

除草剂生物活性的筛选方法较多,作者所选的供试植物种类均为除草剂生物活性测定中常用的敏感种类^[18],采用的萃取物除草活性的测定方法属于微量生物测定方法,在分离物质很少的情况下,能简便、快速、灵敏地筛选出具有除草活性的化合物。本研究结果表明,龙柏枝叶水浸提液对 5 种植物的种子萌发以及幼苗根长和茎高的生长均有一定的抑制作用,说明龙柏枝叶水浸提液含有除草活性成分;通过水浸提液的不同溶剂萃取物对番茄种子萌发以及幼苗根长

和茎高生长的抑制作用的测定,确定龙柏枝叶水浸提液的乙酸乙酯萃取物的除草活性最高;初步定性分析结果显示,龙柏枝叶水浸提液的乙酸乙酯萃取物所含的主要除草活性成分为酚类成分。本研究结果为从龙柏枝叶中寻找除草活性物质奠定了研究基础。

植物体内的化学成分非常复杂,生物活性也多种多样。一般来说,植物提取物的除草活性并非为单一化合物的作用结果,而很可能是几种或几类化合物共同作用的结果^[19]。本研究只对龙柏枝叶水浸提液的乙酸乙酯萃取物的化学成分进行了初步定性分析,其中所含的具体活性成分还需进行深入的分析 and 鉴定。另外,龙柏枝叶水浸提液的石油醚和水萃取物也具有一定的除草活性,其中的除草活性成分也值得进行进一步的深入分析研究。

龙柏是常见的园林绿化树种之一,多用于庭园美化,每年都需要进行1~2次树形修剪,因此可产生许多枝叶,若能直接应用龙柏枝叶作为植物源除草剂,不但可以变废为宝,还能产生巨大的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 张正香,罗小龙,宋红,等. 柏树综合利用研究概况[J]. 林产化工通讯, 1999, 33(2): 29-31.
- [2] 张义,明军. 圆柏(*Sabina chinensis* (Linn.) Ant.)的品种分类[J]. 湖北农学院学报, 2001, 21(1): 25-28.
- [3] 蒋继宏,李晓储,高甜惠,等. 几种柏科植物挥发物质及抗肿瘤活性初步研究[J]. 福建林业科技, 2006, 33(2): 52-57.
- [4] 崔艳秋,南蓬,林满红,等. 圆柏和龙柏主要挥发物及其抑菌和杀菌作用[J]. 环境与健康杂志, 2006, 23(1): 63-65.
- [5] Park I K, Shin S C. Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(11): 4388-4392.
- [6] 赵晓燕,侯有明. 龙柏精油对小菜蛾的生物活性[J]. 昆虫知识, 2006, 43(1): 57-60.
- [7] 曾建德. 龙柏精油对土耳其扁谷盗的熏蒸作用[J]. 湘潭师范学院学报: 自然科学版, 2007, 29(4): 124-126.
- [8] 郝德君,王焱,马凤林. 龙柏挥发油的化学成分及其对双条杉天牛生物活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(4): 600-603.
- [9] 李传仁,严赞开. 龙柏叶提取物对食品抑菌作用研究[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(2): 294, 299.
- [10] 牛新威,罗兰,董艳丽,等. 龙柏茎叶粗提物对植物病原真菌的抑制作用[J]. 内蒙古农业科技, 2008(4): 57-58.
- [11] 李效飞. 治理杂草的天然化合物[J]. 世界农药, 2000, 22(3): 20-24.
- [12] 郑丽,冯玉龙. 紫茎泽兰叶片化感作用对10种草本植物种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(10): 2782-2787.
- [13] 程月琴,王红卫,郑红军,等. 入侵植物斑地锦浸提液对几种蔬菜的化感作用研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(2): 81-84.
- [14] 高兴祥,李美,高宗军,等. 泥胡菜等8种草本植物提取物除草活性的生物测定[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(4): 31-36.
- [15] 李育川,郭巧生,邵清松,等. 小桐子提取物除草活性的生物测定[J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(4): 72-78.
- [16] 郝双红,魏艳,张璟,等. 中国粗榧枝叶提取物分离及其对反枝苋的除草活性[J]. 农药学报, 2006, 8(1): 91-94.
- [17] 周乐. 有机化学实验[M]. 西安:世界图书出版公司, 2000: 266-273.
- [18] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1988.
- [19] 毛燕,黄必恒. 龙柏叶总黄酮提取条件的研究[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(1): 102-105.