

芍药不同器官除草活性的研究*

罗小勇 张英杰

(青岛农业大学农学与植物保护学院 青岛 266109)

中图分类号: S154.3 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2010)05-1148-03

Herbicidal activities of *Paeonia lactiflora* Pall. organs

LUO Xiao-Yong, ZHANG Ying-Jie

(College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

(Received Jan. 15, 2010; accepted April 20, 2010)

除草剂等农用化合物在保持粮食稳产和高产方面起着非常重要的作用,但随着有机合成化学除草剂的大量使用,环境污染及抗性杂草等问题不断出现,寻找高效、低毒、环境友好的除草活性化合物变得越来越重要。植物作为地球上重要的生物资源,在其生长过程中会产生许多的次生代谢产物,当这些物质通过淋溶、渗透、挥发等途径进入环境中后,将会抑制或促进其周围其他生物如植物、微生物等的生长,这就是植物的化感作用^[1]。研究植物化感作用不仅可了解自然界中植物间的相互作用,而且能为从自然界中寻找具有除草活性的天然物质,进而为环境友好型除草剂的开发提供重要依据。据报道,植物的化感作用是一个普遍现象,几乎所有的植物均具有这一作用。但不同植物间,同一植物的不同器官间,甚至同一种植物生长在不同地区时化感作用的程度会存在较大差异^[1]。因而,探索植物源除草活性物质的前提是首先找到具有高活性的植物及其器官。芍药(*Paeonia lactiflora* Pall.)属芍药科芍药属,原产于中国以及亚洲北部,被列为中国六大名花之一,它不仅有极高的观赏价值,更有相当重要的药用价值。其根为白芍,具有镇痉、镇痛和通经的作用,研究表明,这些作用与其根中所含有的芍药苷等物质有关^[1-4]。目前,有关芍药植株中活性物质的研究均集中于中医药上,除草活性的研究少见报道。本研究利用琼脂混粉法^[5-8]测定了芍药不同器官的除草活性,为植物源除草活性物质的开发

提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

芍药的根、茎、叶、花和果实等材料于 2009 年的开花~果实成熟期采集于青岛农业大学校园。将各器官置阴凉处干燥后,用电动万能粉碎机(FW100 型,转速 24 000 r · min⁻¹,天津市泰斯特仪器有限公司)粉碎 2 min 左右,取过 40 目铁筛的粉末备用。

1.2 受体植物

受体植物包括生菜(*Lactuca sativa* Linn. var. *ramosa* Hort, 抗热绿湖黑核西特选种“388”,蔡兴利国际有限公司,美国)、黄瓜(*Cucumis sativus* L., “青研 85F12”)、小麦(*Triticum aestivum* L., “烟农 24 号”)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus* L.)、稗[Echinochloa crusgalli (L.) Beauv]、苘麻(*Abutilon theophrasti* Medicus Malv.), 3 种杂草的种子均采自青岛农业大学校内。

1.3 试验方法

本研究参照罗小勇等^[8]提出的琼脂混粉法进行。将受体植物种子经 0.2%次氯酸钠溶液浸泡 15 min 后,用自来水冲洗数次并置流水下浸泡吸水 3~5 h 左右,而后用蒸馏水洗涤数次,均匀摆放在带盖方盘内的吸水纸上,滴加蒸馏水至种子不漂浮,遮光置于全智能人工气候箱(HP1000GS-B 型,武汉瑞华仪器设备有限公司)内发芽,待胚根达 3~5 mm

* 青岛农业大学博士基金项目资助

罗小勇(1963~),男,博士,副教授,研究方向为除草剂毒理学与植物源除草活性物质。E-mail: luo_xiaoyong@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-01-15 接受日期: 2010-04-20

时移植至混有 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 芍药不同器官粉末的 0.5% 琼脂凝胶上(事先配制 100 mL, 并均匀分注至 3 个小烧杯中), 以不含植物粉末为空白对照。移植时先用尖嘴镊子在已凝固的琼脂表面 21 插 5 个小孔, 而后分别夹取胚根长度基本一致的预萌发受体植物种子, 将胚根垂直由小口轻轻植入琼脂凝胶中。每烧杯 5 粒, 重复 3 次。为防止光照对化合物及植物幼根生长的影响, 将各烧杯放入人工气候箱遮光培养 3~4 d。人工气候箱条件为: 14 h (25°C) 和 10 h (20°C) 的自动循环, 箱内相对湿度为 60%。待处理结束后, 用电子游标卡尺分别测量受体植物幼苗胚根(或种子根)和胚轴(或胚芽鞘)的长度。

按式(1)计算胚根(种子根)和胚轴(胚芽鞘)的实际生长量, 应用 EXCEL 软件, 以生长量为基数, 分别计算每种芍药器官处理对受体植物胚根(种子根)和胚轴(胚芽鞘)生长的抑制率以及样本误差。同时应用 SPSS 软件以 LSD 法对获得的抑制率进行差异显著性分析。

生长量=处理后的胚根(胚轴)长 - 处理前的胚根(胚轴)长 (1)

$$\text{抑制率} = \frac{\text{对照生长量} - \text{处理生长量}}{\text{对照生长量}} \times 100\% \quad (2)$$

2 结果与分析

由表 1 可知芍药的 5 种器官在 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 粉末添加浓度下对 6 种受体植物幼苗的生长均显示一定的抑制作用, 且对胚根(种子根)生长的抑制作用明显高于对胚轴(胚芽鞘)的抑制。

芍药 5 种器官对生菜幼苗生长的抑制作用均非常明显, 不仅对其胚根的生长具有很高的抑制活性, 抑制率达 87.9%~97.0%, 而且对胚轴的生长也显示了高活性, 抑制率达 69.6%~88.1%。其中, 以叶和果实对二者的抑制效果最高, 茎的效果最低, 而根和花的效果介于它们之间。

芍药的果实、叶和花对黄瓜幼苗胚根的生长显示了较强抑制作用, 抑制率分别达到 91.0%、87.2% 和 80.4%, 而茎和根的抑制效果则相对较低, 分别只有 30.0% 和 3.7%, 后者与空白对照差异不显著。除果实对胚轴的生长具有轻微抑制作用外, 其他器官均表现出一定的刺激生长活性, 且尤以茎的刺激作用最大。

芍药各器官对反枝苋幼苗生长的抑制作用除茎对胚轴较低外, 其余与生菜基本相当, 其中, 叶、果实和花对胚根的抑制率达 96.4%~99.8%, 三者间差异不显著, 其次为根, 抑制率为 89.6%, 而茎的抑制率最低, 为 69.5%。5 种器官中果实和花对胚轴的生

表 1 芍药不同器官对 6 种受体植物幼苗生长的影响
Tab. 1 Effects of different organs of *P. lactiflora* on growth of 6 receptor plants seedlings

受体植物 Receptor	植物器官 Plant organ	抑制率 Inhibitory rate (%)	
		胚根或种子根 Radicle or seminal root	胚轴或胚芽鞘 Hypocotyl or coleoptile
生菜 <i>L. sativa</i>	根 Root	93.0±1.21abAB	82.4±3.54aA
	茎 Shoot	87.9±2.76cB	69.6±5.69bB
	叶 Leaf	96.0±1.11abA	88.1±2.58aA
	花 Flower	92.2±0.28bAB	80.9±1.71aA
	果实 Fruit	97.0±0.60aA	85.8±3.64aA
	对照 Control	0dC	0cC
黄瓜 <i>C. sativus</i>	根 Root	3.7±0.15eD	-9.5±2.23cC
	茎 Shoot	30.0±1.85dC	-27.1±2.52dD
	叶 Leaf	87.2±0.47bA	-10.0±1.65cC
	花 Flower	80.4±1.58cB	-1.4±2.04bB
	果实 Fruit	91.0±1.38aA	15.1±1.65aA
	对照 Control	0eE	0bB
反枝苋 <i>A. retroflexus</i>	根 Root	89.6±3.33bB	76.0±1.40bA
	茎 Shoot	69.5±3.76cC	28.8±2.57dC
	叶 Leaf	99.8±0.14aA	60.8±2.72cB
	花 Flower	96.4±2.14abAB	80.5±2.67abA
	果实 Fruit	98.5±0.90aAB	81.8±1.13aA
	对照 Control	0dD	0eD
苘麻 <i>A. theophrasti</i>	根 Root	74.6±0.96cC	-1.1±0.46dC
	茎 Shoot	72.5±2.02cC	5.5±1.88cC
	叶 Leaf	87.1±1.83bB	12.3±1.52bBC
	花 Flower	86.4±0.94bB	13.8±1.27bB
	果实 Fruit	94.1±0.38aA	40.5±3.40aA
	对照 Control	0dD	0dC
小麦 <i>T. aestivum</i>	根 Root	78.2±0.27bB	53.0±4.20cB
	茎 Shoot	76.3±2.15bB	66.4±1.72bB
	叶 Leaf	86.1±1.80aA	81.4±1.05aA
	花 Flower	88.7±1.56aA	87.5±6.81aA
	果实 Fruit	91.8±0.66aA	78.7±1.70aAB
	对照 Control	0cC	0dC
稗 <i>E. crusgalli</i>	根 Root	-1.7±1.24cC	22.7±0.91cC
	茎 Shoot	65.7±0.55bB	39.9±2.70bB
	叶 Leaf	99.0±0.53aA	39.7±2.11bB
	花 Flower	97.9±0.85aA	40.8±3.41bB
	果实 Fruit	98.4±0.20aA	58.4±5.79aA
	对照 Control	0cC	0dD

同列不同小写字母和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。Different lowercase and capital letters in a column mean significant differences at 0.05 and 0.01 level, respectively. $n=3$.

长也显示了较高的抑制活性, 抑制率分别达 81.8% 和 80.5%; 其次为根和叶, 抑制率分别为 76.0% 和 60.8%; 而茎的抑制率只有 28.8%。

芍药各器官对苘麻幼苗胚根的生长也具有明显抑制作用, 且以果实的抑制效果最高, 抑制率达 94.1%, 叶和花次之, 分别为 87.1% 和 86.4%, 而根和茎的抑制率虽然相对较低, 但也分别达到 74.6% 和 72.5%。5 种器官中除果实对胚轴的生长显示 40.5% 的抑制效果外, 其余器官的抑制效果均低于 14.0%, 根则显示了轻微的刺激生长作用。

芍药各器官对小麦幼苗种子根和胚芽鞘生长的抑制效果不仅明显而且比较接近。其中, 以果实、

花和叶的抑制效果最好,三者对种子根(或胚芽鞘)的抑制率分别达 91.8%(78.7%)、88.7%(87.5%)和 86.1%(81.4%),且各器官间差异不显著。其次为根和茎,对二者的抑制率分别为 78.2%(53.0%)和 76.3%(66.4%)。

芍药的叶、果实和花对稗幼苗种子根的生长也具有明显抑制作用,抑制率达 97.0%以上,茎的抑制活性相对较低,只有 65.7%,而根则显示了轻微的刺激生长作用。尽管 5 种器官对稗草的胚芽鞘生长均显示了一定的抑制作用,但抑制率除果实达 58.4%外,其余器官均低于 41.0%,且以根最低,为 22.7%。

3 讨论

研究结果表明,芍药不同器官粉末在 $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的添加浓度下对各受体植物幼苗的生长均具有不同程度的抑制作用。其中,果实、叶和花的抑制活性最强,而根和茎的抑制效果则相对较低。各受体植物中,生菜、反枝苋和小麦幼苗胚根(种子根)和胚轴(胚芽鞘)均表现出较高的敏感性,而其他植物仅胚根(种子根)的敏感性较强,胚轴(胚芽鞘)则显示一定的耐性,特别是黄瓜和苘麻,说明芍药各器官中所含有的除草活性物质不仅在种类上或数量上有一定的差异,而且在受体植物间具有一定的选择性。由于本试验采用琼脂混粉法进行,只有受体植物的根与活性物质相接触,因此,芍药各器官对受体植物胚根(种子根)所表现出的高活性以及对胚轴(胚芽鞘)所表现出的相对低活性可能与器官中所含有的活性物质被吸收后向上的传导性有关。芍药不仅是常见的观赏植物,而且是重要的中药材。本研究在芍药的医药活性物质之外证实了其不同器官的除草活性及大小,不仅丰富了芍药的应用价值,还将为进一步从活性最强的果实、叶和花中提取和分离除草活性物质,并以其为先导化合物开发植物源除草剂奠定了基础。目前研究人员已从多种植物中分离得到了具有除草活性的化感物质,它们主要归属于 14 类:水溶性有机酸、直链醇、脂肪族醛和酮;简单不饱和和内酯;长链脂肪族和多炔;萘醌、蒽醌和复合醌;简单酚、苯甲酸及其衍生物;肉桂酸及其衍生物;香豆素类;类黄酮;单宁;类萜和甾类化合物;氨基酸和多肽;生物碱和甾醇,硫化物和芥子油苷;嘌呤和核苷^[9]。许多研究者已从芍药根中分离出芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷、白芍苷、苯甲酰氧化芍药苷、氧化苯甲酰芍药苷、paeoniflorigenone、gallotannin、(Z)-(1S,5R)- β -蒎烯-10 基- β -巢菜糖苷、芍药新苷、paeonilactone-A(B,C)、palbinone、6-O- β -D-glucopyranosyl-lactinolide、lactinolide、

paeoni lactinone、1-O- β -D-glucopyranosyl- paeonisuffrone 等 16 种单萜;11 α ,12 α -epoxy-3 β ,23-dihydroxyolean-28,13 β -olide、23-hydroxybetulinic acid、30-norhederagenin、3 β -hydroxy-11 α ,12 α -epoxyolean-28-13 β -olide、3 β -hydroxy-11-oxo-olean-12-en-28-oic acid、oleanolic acid、11 α ,12 α -epoxy-3 β ,23-dihydroxy-30-norolean-20 (29)-en-28,13 β -olide、oleanolic acid、常春藤皂甙元、11 α ,12 α -e-poxy-3 β ,23-dihydroxyolean-28,13 β -olide、30-norhederagenin、3 β -hydroxyolean-12-en-28-al、桦木酸等 13 种三萜;kaempferol-3-O- β -D-glucoside 和 kaempferol-3,7-di-O- β -D-glucoside 2 种黄酮;以及 β -谷甾醇、棕榈酸、没食子酸、pentagal-loylglucose、倍酸甲酯、d-儿茶素、myoinxitol、没食子酸吡喃葡萄糖和 32 种挥发性物质^[10]。Kim 等^[11]从芍药种子中提取出对络氨酸酶及脂肪氧合酶具有抑制活性的白藜芦醇及其衍生物。Jachymczyk^[12]从芍药叶片中分离得到 1 种五倍子鞣质。Al-Rawi^[13]从芍药花瓣中分离得到山奈酚糖甙。这些物质多具有一定的医药作用,但它们是否与芍药各器官所具有的除草活性有关尚待进一步研究。

参考文献

- [1] 于津,肖培根.牡丹与芍药中活性成分的动态研究[J].药学学报,1985,20(10):782-784
- [2] 梁士民.芍药中相关单萜的分离及其组合物免疫活性的研究[D].沈阳:沈阳药科大学,2004
- [3] Kim N, Park K R, Park I S, et al. Application of novel HPLC method to the analysis of regional and seasonal variation of the active compounds in *Paeonia lactiflora*[J]. Food Chemistry, 2006, 96: 496-502
- [4] Yang H O, Ko W K, Kim J Y, et al. Paeoniflorin: An anti-hyperlipidemic agent from *Paeonia lactiflora*[J]. Fitoterapia, 2004, 75: 45-49
- [5] 罗小勇,付艳红,周世军.琼脂混粉法的建立及其在植物叶片化感活性测定中的应用[J].青岛农业大学学报,2007,24(4):267-270
- [6] 罗小勇,苗荣荣,周世军.16 种园林植物不同器官的化感活性研究[J].中国农学通报,2009,25(21):266-271
- [7] 罗小勇,孙启涛,周世军.20 种菊科植物不同器官的化感活性[J].安徽农业科学,2009,37(30):14672-14677
- [8] 罗小勇,任贻晓,周世军.一些松、柏、杉科植物的化感活性[J].杂草科学,2008(4):22-25
- [9] Rice E L. Allelopathy[M]. New York: Academic Press, 1984
- [10] 张晓燕,李锐.白芍的化学研究进展[J].沈阳药科大学学报,2002,19(1):70-73
- [11] Kim H J, Ha S C, Choi S W. Inhibition of tyrosinase and lipoxygenase activities by resveratrol and its derivatives from seeds of *Paeonia lactiflora*[J]. Nutraceuticals and Food, 2002, 7(4): 447-450
- [12] Jachymczyk W. Gallotannin in leaves of *Paeonia lactiflora*[J]. Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences Serie des Sciences Biologiques, 1963, 11(7): 337-339
- [13] Al-Rawi S. Constituents of peony flowers: Kaempferol glucosides of *Paeonia lactiflora* var *festiva maxima*[J]. Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences Serie des Sciences Biologiques, 1963, 11(7): 315-316