

芒萁对几种杂草和农作物的生化他感作用*

罗丽萍 葛刚 陶勇 叶居新

(南昌大学生物科学工程系 南昌 330047)

摘要 本文研究了芒萁植株地上部分和地下部分水提液对几种杂草和农作物的生化他感作用。证明:(1)芒萁水提液对供试杂草及白菜、萝卜的种子萌发有显著或极显著抑制作用,对全部供试幼苗的根生长和多数供试幼苗的苗高有显著抑制作用;(2)地上部分的生化他感作用强于地下部分;(3)芒萁对供试植物幼苗根生长的抑制作用强于对茎、叶的作用。

关键词 生化他感, 芒萁, 杂草, 农作物

The Allelopathy of the Extract from *Dicranopteris pedata* on Several Weeds and Crops

LUO Li-Ping GE Gang TAO Yong YE Ju-Xin

(Department of Biological Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330047)

Abstract The allelopathy of the extracts of the above-ground and under-ground parts of *Dicranopteris pedata* on several weeds and crops was studied. The results showed that (1) The extracts inhibited the germination of all the weeds, radish and Chinese cabbage, and the root growth of all the seedlings and the shoot height of majority of the seedlings; (2) the extract from the above-ground part had stronger allelopathic effect than that from the under-ground part; (3) the extract inhibit the growth of the root more strongly than the stem and foliage.

Key words Allelopathy, *Dicranopteris pedata*, Weeds, Crops

对生化他感(Allelopathy)现象的观察已有很长的历史,但在1900年之后才开始真正进行科学的实验和研究。自Molish(1937)提出生化他感概念以来,研究工作大量增加,Grummer和Beyer(1960)、Rice(1984)、Kershaw(1985)等都整理过大量研究报告。本研究在国内起步较晚,但进展较快,20世纪80年代以来,有关生化他感研究的论文不断发表,研究对象已涉及各种生物类群,张宝琛等(1981;1989)对斑唇马先蒿、细叶亚菊的研究,可为农业生产和草场经营所参考;孙文浩等(1988)结合环保工作,重点研究了水生植物凤眼莲对藻类的生化他感作用;骆世明等(1995)结合农作物复合群落模式设计,间套复种和生物除草措施,对华南农区典型植物进行了比较广泛深入的研究。在大量的国内、国外研究中,有关蕨类植物的工作不多(叶居新等,1987;王祥荣和宋永昌,1993);笔者选择芒萁为供体植物进行了实验研究。

芒萁(*Dicranopteris pedata*)(林英等,1993),属里白科,芒萁属,是我国热带、亚热带地

* 江西省自然科学基金资助项目。

收稿日期:1998-07-08 接受日期:1998-07-10 责任编辑:程红焱

区广泛分布的酸性土指示植物,为亚热带丘陵灌木草丛的“识别种”或“标志种”植物;芒萁(叶居新,1982),其竞争能力强,常形成单优势种群落;在生产实践中常见江西农民刈芒萁覆盖菜圃、旱田,以防杂草和保墒;野外观察表明,在低丘上受人为干扰严重的植物群落中,芒萁常形成“纯植丛”,而在附近农田中生长的杂草,作为强力的“占空种”却不见侵入其中,在丘陵弃耕地的演替过程中,芒萁却可取代杂草及作物逸散种形成草本的先锋植物群落,上述现象均引导我们将目标指向芒萁对杂草及农作物的生化他感作用。本文研究了芒萁对杂草及农作物的生化他感优势及其作用的专一性、选择性;生化他感物质在芒萁体内的分布及作用机制,从而为农田、果园、菜圃的杂草生物防治提供依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

野外采集新鲜芒萁植株(地下部分含根及根状茎)。于室内去除枯枝败叶、烂根后,用自来水洗去附着的泥土杂物并用蒸馏水冲洗,分地上部分和地下部分散放,风干表面水分后,剪成1 cm长的小段。地上部分用10倍于材料重的蒸馏水,地下部分用6倍于材料重的蒸馏水煮沸,浸泡36 h,再用四层脱脂纱布过滤,得茶色透明清液。用1N NaOH调pH值(与双蒸水pH 5.5相等)后,贮于冰箱中备用。地上部分水提液浓度为0.1 g FW/ml,地下部分为0.17 g FW/ml。

化学定性检验证明:两种水提液的混合液含有氨基酸、多肽、蛋白质、酚类、有机酸及强心甙;生物碱、蒽酮及植物甾醇的检验呈阴性反应。

供试植物包括杂草和农作物。杂草有禾本科的稗草(*Echinochloa crusgalli*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、苋科的刺苋(*Amaranthus spinosus*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、菊科的豚草(*Ambrosia artemissifolia*)、鳢肠(*Eclipta prostrata*)、苍耳(*Xanthium sibiricum*);农作物有十字花科的油菜(*Brassica campestris*)、白菜(*Brassica pekinensis*)、萝卜(*Raphanus sativus*),禾本科的水稻(*Oryza sativa*)、玉米(*Zea mays*),豆科的绿豆(*Phaseolus aureus*)。

1.2 实验方法

1.2.1 种子发芽实验 本实验设3个处理:对照组(双蒸水);处理组Ⅰ(地上部分水提液);处理组Ⅱ(地下部分水提液)。每一处理3个重复。种子预先用0.5%升汞消毒5 min。于20℃恒温箱内培养。记载发芽数,所得数据进行差异显著性检验(Cox, 1972)。

1.2.2 幼苗生长实验 采用“小杯法”(韦琦和孔垂华,1997)。对照及处理的设置同1.2.1,每一处理配备2只100 ml烧杯,每只烧杯中放5~10粒已均匀发芽的种子,加入6 ml处理液,加盖。置于LRH-250-G型人工气候箱中培养,条件为:25℃,12 h光照+12 h黑暗。培养期间不再加入任何物质。5天后,取相对整齐植株分别测定苗高、根长,所得数据用t测验进行差异显著性检验(南京农学院主编,1979)。

1.2.3 无土栽培实验 无土栽培基质为膨化珍珠岩,大量元素用美国新泽西州农业试验站配方Ⅱ(邢禹贤,1981),微量元素用White配方,每升营养液加入铁盐浓度为20 mmol/L的EDTA-Fe5 ml。为每种供试植物配备6只塑料筐,营养液每周更换一次。对照及处理的设置同1.2.1。每10 d每筐浇25 ml处理液。温室培养条件为:18℃~23℃,12 h光照+

12 h 黑暗。

其间每 10 d 测量一次苗高, 观察记载各供试植物生长动态。试验最后进行供试植物鲜重、体积、干重及叶面积的测定。

1.2.4 浓度梯度效应实验 采用“小杯法”。经减压浓缩和稀释, 得 6 种浓度的地面上部分水提液: 0.4、0.2、0.1、0.05、0.02、0.01 g FW/ml, 以双蒸水为对照。为每种供试植物配备 14 只 100 ml 烧杯, 每只烧杯放 10 粒已均匀发芽的种子, 加入 6 ml 处理液, 加盖。培养条件同 1.2.2。5 d 后, 取较整齐植株, 测量苗高、根长。

2 实验结果

2.1 对种子发芽的影响

两种水提液对供试植物种子发芽的影响如表 1 所示。

从表 1 可知: 芒萁地上部分水提液 I 对油菜、绿豆、苍耳种子发芽的影响不显著; 对刺苋、豚草、白菜、稗草、牛筋草、鳢肠、萝卜、狗尾草的抑制达极显著水平; 对水稻、玉米有不显著的促进作用。芒萁地下部分水提液 II 对刺苋、白菜、稗草、水稻、绿豆、萝卜、狗尾草、苍耳的种子发芽无显著影响; 对豚草、鳢肠、牛筋草有极显著抑制作用; 对油菜有不显著的促进作用; 对玉米有显著促进作用。

表 1 芒萁水提液对供试植物发芽的影响

植物	种子数(粒)			发芽(粒)			死亡率(%)			Z		差异显著度	
	CK	I	II	CK	I	II	CK	I	II	I	II	I	II
刺苋	400	416	407	372	361	366	7.00	13.22	10.07	2.93	1.56	VR	N
豚草	165	171	174	123	56	97	25.45	67.25	44.25	10.80	3.63	VR	VR
油菜	300	300	300	297	294	300	1	2	0	1.01	-1.75	N	N
白菜	177	150	168	177	123	168	0	18	0	5.90	0	VR	N
稗草	302	296	304	130	74	134	56.95	75.00	55.92	4.65	0.25	VR	N
鳢肠	297	273	282	291	222	261	2.02	18.68	7.45	6.64	3.12	VR	VR
牛筋草	297	300	297	267	159	231	10.10	57.00	22.22	12.68	4.01	VR	VR
水稻	153	147	150	141	138	132	7.84	6.12	12	-0.58	1.21	N	N
绿豆	150	150	150	150	150	0	0	0	0	0	0	N	N
萝卜	120	120	120	114	84	111	5	30	7.5	5.10	0.80	VR	N
狗尾草	153	151	148	54	22	45	64.71	85.43	69.59	4.17	0.90	VR	N
苍耳	80	80	80	80	80	0	0	0	0	0	0	N	N
玉米	60	60	60	54	57	60	10	5	0	-1.04	-2.52	N	R

* $Z_{0.05} = 1.96$; $Z_{0.01} = 2.58$; R: 显著; VR: 极显著; N: 不显著(以下同)

2.2 对供试植物幼苗生长的影响

培养 5 d 后, 处理组的幼苗在形态上明显发生以下畸变: 初生根短而粗、褐色, 侧根(次生根)减少或残缺; 初生根呈细圆锥状, 胚轴明显缩短、增粗、弯曲。双子叶植物的子叶

皱缩紧包真叶；单子叶植物胚芽鞘紧包胚芽，使幼叶难以伸出。而且上述畸变的程度均与受抑制程度有关。

逐一测量幼苗的苗高、根长，所得数据用 t 检验判定差异显著程度，结果见表 2。

表 2 芒萁水提液对供试植物幼苗的苗高、根长的影响

植物	处理	株数	苗高(mm)			根长(mm)		
			\bar{X}_t	t	差异	\bar{X}_t	t	差异
刺苋	CK	10	6.8			10.8		
	I	10	4	4.24	VR	4.5	4.47	VR
	II	10	5.1	2.30	R	6.3	3.52	VR
油菜	CK	10	17.8			57.8		
	I	10	6.4	9.05	VR	1.8	17.28	VR
	II	10	17.8	0	N	7.0	14.11	VR
白菜	CK	10	16.6			42.4		
	I	10	10.5	4.15	VR	2.4	15.04	VR
	II	10	16.1	0.41	N	4.2	14.00	VR
稗草	CK	10	26			44.5		
	I	10	12.3	2.50	R	10.3	5.68	VR
	II	10	25	0.11	N	16.1	3.78	VR
鳢肠	CK	10	4.6			18.4		
	I	10	2.6	16.47	VR	2.5	11.04	VR
	II	10	3.9	4.67	VR	2.9	10.62	VR
牛筋草	CK	10	8.6			21.2		
	I	10	5.4	4.85	VR	5.6	6.53	VR
	II	10	7.0	2.42	R	11.7	3.81	VR
水稻	CK	8	35.7			39.5		
	I	8	29.2	2.45	R	14.8	5.29	VR
	II	8	32.6	1.02	N	23	3.67	VR
绿豆	CK	10	8.5			18.4		
	I	10	6.0	3.91	VR	3.2	13.45	VR
	II	10	8.0	0.70	N	5.6	9.85	VR
萝卜	CK	7	45.4			121.3		
	I	7	39.1	1.73	N	35.9	9.42	VR
	II	7	40.1	1.58	N	49.7	10.16	VR
狗尾草	CK	10	12.2			34.7		
	I	10	11.5	0.61	N	15.4	7.72	VR
	II	10	14.2	-2.33	N	20.6	4.72	VR
苍耳	CK	7	44			60.3		
	I	7	20.1	3.97	VR	18.7	8.13	VR
	II	7	19.3	3.81	VR	19.6	9.08	VR

* $t_{0.05(18)} = 2.10$; $t_{0.05(14)} = 2.14$; $t_{0.05(12)} = 2.18$; $t_{0.01(18)} = 2.88$; $t_{0.01(14)} = 2.98$; $t_{0.01(12)} = 3.05$.

从表 2 可知，差异同样达到显著或极显著水平者，地上部分水提液处理的 t 值大于地下部分，即地上部分水提液抑制作用更强。

2.3 无土栽培试验结果

本实验选用刺苋、豚草、空心莲子草、稗草、鳢肠、水稻、苍耳等 7 种植物为材料。种植

3个月后,可见对照组的植株相对较高、粗壮,叶色绿、叶片较大,生长发育正常,根系白、发达,有大量根毛;而两个处理组的植株除豚草和地下部分水提液处理的醴肠与对照接近外,其余植株均比对照矮小、瘦弱、叶色偏淡,部分带黄斑,叶片小,生长发育较滞后,根系变褐、变短、根量少、根毛稀疏。其中尤以刺苋、牛筋草、水稻的幼苗,反应更为明显,并出现部分幼苗死亡现象。

对供试植物的鲜重、体积、干重、叶面积测定结果见表3。

表3 各供试植物鲜重、体积、叶面积、干重的比较

植物	处理	鲜重(g)		体积(cm^3)		干重(%)		叶面积(cm^2)
		T	S	T	S	T	S	
刺苋	CK	0.035	0.021			13.07	12.41	3.09
	I	0.012	0.008	-	-	14.82	13.79	1.17
	II	0.019	0.011			13.75	12.97	1.33
豚草	CK	1.792	0.079	1.83	0.63	14.28	13.52	39.45
	I	1.804	0.074	1.75	0.54	13.92	14.17	36.22
	II	1.831	0.081	1.86	0.59	14.79	13.95	40.46
空心莲子草	CK	1.951	0.059	2.67	0.10	16.99	22.16	47.51
	I	0.770	0.044	0.83	0.05	18.12	28.06	15.33
稗草	CK	0.107	0.048	0.21	0.02	13.37	13.17	10.25
	I	0.063	0.021	0.10	0.01	15.12	14.56	6.32
	II	0.086	0.039	0.18	0.02	14.03	13.93	8.33
醴肠	CK	0.281	0.043	0.40	0.02	15.37	15.00	25.30
	I	0.075	0.018	0.22	0.01	18.27	17.72	7.44
	II	0.283	0.045	0.40	0.02	16.92	16.80	24.91
水稻	CK	0.180	0.070	0.30	0.04	13.76	13.40	14.61
	I	0.052	0.062	0.13	0.02	18.59	14.77	4.26
	II	0.087	0.076	0.28	0.04	16.59	13.47	10.36
苍耳	CK	2.154	0.101	3.17	0.80	19.68	12.49	120.17
	I	1.241	0.081	2.20	0.46	18.10	14.52	50.34
	II	1.371	0.095	2.33	0.70	20.78	16.44	82.63

* T: 地上部分; S: 地下部分。

表3各项指标除干重(%)外,都与生长动态趋势一致;地上部分水提液处理与地下部分水提液处理比较,可见前者各项指标低于后者,说明地上部分水提液的抑制作用更大。所有供试植物植株干重(%)与对照相近或高于对照。

2.4 芒萁地上部分水提液的浓度梯度效应

对供试植物苗高、根长的测定结果表明:随着浓度增加,抑制作用增强;在低浓度

(0.01 g FW/ml)下,抑制作用不明显,对部分供试植物还有促进作用,表现出明显的浓度梯度效应。

由测定结果,求对各供试植物芽生长 50% 抑制量(相对于对照)的水提液浓度(ID_{s50})与对根生长 50% 抑制量浓度(ID_{r50}),结果见表 4;经邓肯氏新复极差(SSR)测验,求水提液对供试幼苗生长显著抑制的最低浓度,见表 5。

从表 4、表 5 可知, ID_{r50} < ID_{s50},除绿豆外,水提液显著抑制其它几种植物根生长的最低浓度低于芽生长,均说明,芒萁地上部分水提液对根生长的抑制比对芽更强。

表 4 对供试植物幼苗生长 50% 抑制量浓度(g FW/ml)

供试植物	油菜	白菜	鳢肠	牛筋草	水稻	绿豆	萝卜	玉米
ID _{s50}	>0.4	0.37	0.29	>0.4	>0.4	0.19	0.16	0.23
ID _{r50}	0.06	0.04	0.07	0.04	0.08	0.08	0.02	0.03

表 5 对供试植物幼苗生长显著抑制的最低浓度(g FW/ml)

供试植物	油菜	白菜	鳢肠	牛筋草	水稻	绿豆	萝卜	玉米
芽生长	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.02	0.2	0.05
根生长	0.05	0.05	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02

3 讨论

3.1 本文研究结果说明,芒萁对试验中不同科属的受体植物均表现有抑制作用,其作用强度在已知具生化他感作用的植物中是较大的。以受体植物萝卜为例,蟛蜞菊(*Wedelia chinensis*) ID_{s50} = 0.7 g FW/ml, ID_{r50} = 0.4 g FW/ml; 柠檬桉(*Eucalyptus citriodora*) ID_{s50} > 0.8 g FW/ml, ID_{r50} = 1.0 g FW/ml,都显著高于芒萁。这是芒萁在天然植物群落中竞争能力强和形成纯植丛的主要原因。

3.2 芒萁的生化他感作用具有选择性和阶段性,即不同植物以及同一植物在不同生长发育阶段对芒萁生化他感物质的反应具不同程度的敏感性。在种子萌发阶段,芒萁水提液对多数杂草种子有极显著抑制作用,对农作物种子抑制作用不明显,部分还有促进作用;而在出苗后的生长过程中,对植株普遍具有抑制作用。

3.3 芒萁地上部分水提液的生化他感作用明显强于地下部分;芒萁对受体植物地下部分的抑制作用显著强于对地上部分,均说明芒萁在天然群落中主要通过雨水或雾、露的淋洗将叶部液态分泌物通过淋溶过程释放到土壤中,然后通过根系产生抑制作用。

3.4 受芒萁抑制的植物幼根在形态上发生畸变,全株干重(%)均大于对照。这种现象是芒萁生化他感物质富集的结果,还是与其它矿物盐或金属离子富集有关,则应进行植化成分的分析、研究。

3.5 芒萁在我国亚热带地区广泛分布,常形成茂密的纯植丛,对水土保持十分有利。在自然状况下,可见到马尾松-—芒萁、马尾松-映山红-芒萁、油茶-芒萁等植物群落类型。

已有工作证明芒萁对马尾松和油茶无抑制作用(叶居新等,1987),人们可保留林下芒萁层片,经营马尾松林、油茶林,以提高其三大效益。

参 考 文 献

- 张宝琛等,1981. 生态学报,1(3):227~234
张宝琛等,1989. 生态学报,9(2):115~120
孙文浩等,1988. 植物生理学报,14(3):294~300
骆世明等,1995. 生态科学,2:114~127
叶居新等,1987. 植物生态学与地植物学学报,11(3):203~211
王祥荣,宋永昌,1993. 植物生态学与地植物学学报,17(2):143~154
林英等,1993. 江西植物志,南昌:江西科学技术出版社,1:65
叶居新,1982. 生态学报,2(4):319~326
韦琦,孔垂华,1997. 植物生态学报,2(4):360~366
南京农学院主编,1979. 田间试验和统计方法,北京:农业出版社
邢禹贤,1981. 无土栽培,北京:农业出版社,第31页
Cox G W(蒋有绪译),1972. 普通生态学实验手册,北京:科学出版社
Grummer G, Beyer H, 1960. The inference exerted by species of *Camellia* on flax by means of toxic substances, in the Biology of Weeds, Harper, J L Ed. Blackwell Scientific Oxford, p153
Kershaw K A, 1985. Quantitative and Dynamic Plant Ecology, 3rd edi, Printed in Great Britain by Thomsan Litho Ltd, East Kilbride, Scotland
Molish H, 1937. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie, Jena: Gustav Fischer
Rice E L, 1984. Allelopathy, Academic Press, New York: 2nd edi

欢迎订阅 2000 年《林业科学研究》

《林业科学研究》是由中国林业科学研究院主办的森林科学综合性学术刊物。主要任务是及时反映以中国林科院为主的森林科学最新研究成果、学术论文和研究报告、科技动态和信息等,促进国内外学术交流,开展学术讨论、繁荣林业科学,更好地为我国林业建设服务。主要内容有:林木种子、育苗造林、森林植物、林木遗传育种、树木生理生化、森林昆虫、资源昆虫、森林病理、林木微生物、森林鸟兽、森林土壤、森林生态、森林经营、森林经理、林业遥感、林业生物技术及其它新技术、新方法,并增加林业发展战略、学科发展趋势、技术政策和策略等,适于林业及相关学科的科技人员、院校师生、领导和管理人员、基层林业职工等阅读。

《林业科学研究》被列为最新中国自然科学核心期刊300种之一,入选了中国科学技术期刊文摘CS-TA数据库(英文版),入编了清华大学光盘国家工程研究中心《中国学术期刊(光盘版)》和中国科学引文数据库,加入了“万方数据(ChinalInfo)系统科技期刊群”。在1997年“被引频次最高的中国科技期刊500名排行榜”中列第99名,在农林科学类中列第5。在《中国林业文摘》上的收录率一直保持在96%以上。

本刊创刊后即被CAB(英联邦农业和生物科学文摘)、AGRIS(联合国粮农组织书目)和BA(美国的生物学文摘)3大数据库和Forestry ABS、《林业文摘》(英国)、Forest Product ABS、《林产品文摘》、Agris ABS、《农业文摘》、BA《生物学文摘》、GA《地质文摘》等国外检索性期刊收录。1995年以来,在世界大型检索性期刊美国《生物学文摘》中的收录率一直保持在60%以上。

本刊为双月刊,国内外公开发行,国内统一刊号:CN 11-3179,每期定价8.00元。需订阅者请将订费由银行或邮局汇到北京颐和园后中国林科院林研所,并注明订购本刊款项,开户银行及帐号:北京海淀农行营业室;帐号:873-202-55。

港澳台及国外读者可以到中国国际图书贸易总公司订阅(北京399信箱,邮编:100044),国外代号:BM4102。

本刊地址:北京颐和园后中国林科院《林业科学研究》编辑部
邮政编码:100091。

电话:(010)62889680 E-mail:xumq@niel.forestry.ac.cn.