

火力楠根超临界提取物对马尾松种子的化感效应研究 *

曹光球 林思祖 ** 王爱萍 郑燕萍 胡宗庆

(福建农林大学林学院 福州 350002) (福建林业职业技术学院 南平 353000)

摘 要 研究火力楠根超临界提取物对马尾松种子的化感效应结果表明,纯 CO₂ 萃取的火力楠根生化物质对马尾松种子绝对发芽率、绝对发芽势、胚根长、胚轴长、鲜物质量及干物质量有显著抑制作用;夹带剂与 CO₂ 混合萃取的火力楠根生化物质对马尾松种子绝对发芽率、胚轴长及鲜物质量、干物质量有不同程度促进作用,而对绝对发芽势、胚根长则有抑制作用。

关键词 马尾松 火力楠根 超临界提取物 生物评价

Effect of *Michelia macclurei* root extraction by supercritical fluid on the seed germination of *Pinus massoniana*. CAO Guang-Qiu, LIN Si-Zu, WANG Ai-Ping, ZHENG Yan-Ping (Forestry College of Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002, China), HU Zong-Qing (Fujian Forestry Professional and Technological College, Nanping 353000, China), *CJEA* 2005, 13(4): 32~35

Abstract The effect of extraction of *Michelia macclurei* root extracted by supercritical fluid on the seed germination of *Pinus massoniana* was studied. The results show that the alleochemicals of *Michelia macclurei* root extracted by pure CO₂ have significantly inhibitory effects on the absolute germination rate, absolute germination power, plumular root length, plumular axis length, fresh weight and dry weight. On the contrary, the alleochemicals of *Michelia macclurei* root extracted by entrainer mixed with CO₂ have positive effects on the absolute germination rate, plumular axis length, fresh weight and dry weight, but have inhibitory effects on the absolute germination power and plumular root length.

Key words *Pinus massoniana*, *Michelia macclurei*, Extract of supercritical fluid, Bioassays

(Received Aug. 19 2004; revised Oct. 6 2004)

马尾松纯林层次结构简单,生态质量差,防火能力弱,并使地力衰退、松毛虫危害严重等,而营造马尾松混交林则可解决上述诸多问题^[1]。由于火力楠与马尾松生物学和生态学特性的差异,人们普遍认为火力楠是马尾松适宜混交树种^[2]。评价一树种与目的树种是否适宜混交,仅从生物学及生态学特性评价是不全面的,植物间的生化作用不仅影响林木生长,且影响林地地力与林分的更新。本试验研究了火力楠根超临界提取物对马尾松种子的化感效应,为正确选择马尾松混交树种提供理论依据。

1 试验材料与方法

从火力楠纯林中挖掘火力楠根,于阴凉处自然干燥一段时间后置烘箱(40℃)烘干后粉碎备用,马尾松优良种子为福建省龙岩市南阳种苗站提供。采用正交试验 L₈(2⁷)因素及水平设置见表 1。在萃取过程中

表 1 火力楠根提取物超临界萃取正交表 L₈(2⁷)

Tab.1 Orthogonal table of alleochemicals of *Michelia macclurei* root extracted by supercritical fluid extraction L₈(2⁷)

实验号 No.	萃取压力/MPa Pressure	萃取温度/℃ Temperature	CO ₂ 流量/kg·h ⁻¹ CO ₂ flux
1	20	40	30
2	40	40	35
3	20	60	30
4	20	60	35

采用夹带剂、分离压差(2MPa)分别进行分离,夹带剂为乙醇和乙酸乙酯(V:V=2:1)。在每个萃取参数条件下设置分离压差后,先用纯 CO₂ 萃取完全后,加入夹带剂继续萃取,萃取所得的提取物采用真空浓缩后低温保存备用。乙醇、乙酸乙酯为分析纯,CO₂ 纯度≥99%,萃取仪器为 HA221-50-06 型超临界 CO₂ 萃取装置。试验添加液配制见文献[3],对照为 10g/kg 乙醇溶液。发芽条件及种子预处理见文献[4],每培养皿中置 100 粒种子,重

* 福建省教育厅项目(JA02207)资助

** 通讯作者

收稿日期 2004-08-19 改回日期 2004-10-06

复 3 次,每天每培养皿中加入 1mL 添加液。置发芽床当天为第 1 天,第 15 天结束发芽试验并测定胚根长、胚轴长、鲜物质量与干物质量。Williamson G. B^[10]提出的敏感指数(RI)为衡量化感作用指标:

$$RI = 1 - C/T \quad (\text{当 } T > C) \quad (1)$$

$$RI = T/C - 1 \quad (\text{当 } T \leq C) \quad (2)$$

式中,C 为对照值,T 为实测值,RI 为化感效应,RI>0 表示促进作用,RI<0 则表示抑制作用,RI 的绝对值与作用强度大小一致。对数据进行 t 检验差异性分析。

2 结果与分析

2.1 纯 CO₂ 萃取的火力楠根提取物对马尾松种子发芽效应

纯 CO₂ 萃取条件下分离 I 与分离 II 萃取的火力楠根提取物对马尾松种子具有不同化感效应(见表 2)。萃取参数 1 和参数 2 条件分离 I 萃取的提取物对马尾松种子发芽表现为低浓度处理抑制作用大于高浓度处理,分离 II 萃取的提取物则表现为 500 mg/kg 高浓度处理抑制作用大于 200mg/kg 及 100mg/kg 低浓度处理。萃取参数 3 条件下萃取的火力楠根提取物总体表现为较强抑制作用,且 200mg/kg 低浓度处理抑制作用大于 500mg/kg 及 100mg/kg 浓度处理。萃取参数 4 条件下则表现为分离 I 萃取的火力楠根提取物对马尾松种子发芽表现为 500mg/kg 高浓度处理抑制作用大于 100mg/kg 及 200mg/kg 低浓度处理,而分离 II 萃取的提取物则表现为低浓度处理抑制作用大于高浓度处理,且随浓度的增加而抑制作用逐渐减弱。不同萃取条件对马尾松种子的不同检测指标亦有不同影响,胚轴长在第 1 和第 4 萃取参数条件下总体表现为抑制作用,而在第 2 和第 3 萃取参数条件下总体表现为促进作用,相同萃取条件下不同浓度火力楠根提取物对马尾松种子的不同检测指标影响不同,第 2 萃取条件萃取的火力楠根提取物对胚轴长表现为促进作用,而对绝对发芽率、绝对发芽势、胚根长、鲜物质量及干物质量则为抑制作用。

表 2 纯 CO₂ 萃取火力楠根提取物对马尾松种子的化感效应***

Tab.2 Effect of extract of *Michelia macclurei* root extracted by pure CO₂ on seed germination of *Pinus massoniana*

参 数 Index	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Treatment con- centrations	绝对发芽率		绝对发芽势		胚轴长		胚根长		鲜物质量		干物质量	
		Absolute germi- nation rate		Absolute germi- nation power		Plumular axis length		Plumular root length		Fresh weigh		Dry weight	
		RI	t	RI	t	RI	t	RI	t	RI	t	RI	t
1A	100	-0.67**	18.94	-0.74**	15.35	-0.68**	23.00	-0.05	0.69	-0.78**	85.04	-0.68**	31.50
1A	200	-0.86**	14.53	-0.88**	18.94	0.12	0.37	-0.44*	4.12	-0.92**	23.51	-0.83**	8.90
1A	500	-0.78**	9.37	-0.72**	19.47	-0.36	2.06	-0.36**	6.23	-0.82**	35.84	-0.80**	8.66
1B	100	-0.60**	7.31	-0.80**	20.36	-0.15	0.98	-0.35*	3.88	-0.62**	11.33	-0.54**	4.81
1B	200	-0.75**	6.92	-0.83**	15.52	-0.43	0.99	-0.12	0.38	-0.80**	8.00	-0.76**	7.30
1B	500	-0.84**	61.55	-0.90**	19.86	0.25	1.30	-0.67**	13.64	-0.90**	97.51	-0.83**	38.00
2A	100	-0.63**	26.72	-0.70**	84.02	0.31	1.34	-0.31**	4.96	-0.70**	21.82	-0.59**	4.85
2A	200	-0.81**	30.32	-0.90**	56.87	0.42	1.63	-0.50	2.27	-0.87**	40.94	-0.83**	28.73
2A	500	-0.69**	7.89	-0.81**	13.78	0.51	1.72	0.11	0.77	-0.76**	7.62	-0.72**	8.06
2B	100	-0.79**	11.64	-0.72**	19.45	-0.23*	3.30	-0.34	2.50	-0.78**	28.22	-0.76**	13.23
2B	200	-0.67**	14.04	-0.81**	21.06	0.08	0.33	-0.21	1.84	-0.71**	14.14	-0.65**	13.76
2B	500	-0.74**	14.50	-0.87**	26.80	-0.30	1.17	-0.24	2.59	-0.82**	20.78	-0.75**	19.14
3A	100	-0.41**	6.18	-0.38**	4.96	0.13	0.64	-0.38*	4.37	-0.45	1.96	-0.27*	3.47
3A	200	-0.53**	13.58	-0.55**	11.61	0.30	2.62	-0.60**	12.75	-0.53**	43.88	-0.50**	23.00
3A	500	-0.74**	7.27	-0.80**	11.29	-0.36	1.70	-0.55**	5.77	-0.82**	11.74	-0.75**	9.57
3B	100	-0.62**	11.87	-0.72**	12.29	0.03	0.13	-0.34*	3.62	-0.66**	9.41	-0.47**	8.69
3B	200	-0.60**	25.73	-0.71**	10.61	0.02	0.10	-0.30**	4.75	-0.71**	102.00	-0.59**	27.00
3B	500	-0.66**	21.61	-0.74**	8.84	-0.47**	4.74	0.05	0.47	-0.78**	44.60	-0.64**	17.03
4A	100	-0.52**	10.21	-0.54**	6.27	0.18	0.56	-0.25	2.62	-0.63**	11.66	-0.51**	7.83
4A	200	-0.22**	9.52	-0.33	2.29	0.28	1.54	-0.09	2.60	-0.41**	12.98	-0.26**	5.51
4A	500	-0.72**	11.99	-0.67**	53.93	0.26	1.04	-0.08	0.48	-0.74**	24.48	-0.65**	16.64
4B	100	-0.75**	5.91	-0.74**	7.22	-0.44	2.55	-0.37	2.03	-0.81**	10.29	-0.77**	6.74
4B	200	-0.73**	6.04	-0.86**	12.20	-0.30	0.12	-0.26	2.60	-0.81**	7.38	-0.80**	14.24
4B	500	-0.72**	9.92	-0.88**	19.38	-0.03	2.17	-0.22**	7.65	0.78**	11.61	-0.70**	9.14
RI 累和		-16.06		-17.63		-0.88		-6.85		-17.60		-15.65	

* P<0.05 ;** P<0.01 ;*** 表中数据为 3 个重复平均值 表中参数 1~4 指 4 个不同萃取参数条件 A 指在分离压差条件下第 1 个出口的生化物质 B 指在分离压差条件下第 2 个出口的生化物质,下同。

2.2 夹带剂与 CO₂ 混合萃取的火力楠根提取物对马尾松种子发芽效应

表3表明夹带剂与 CO₂ 混合萃取的火力楠根提取物对马尾松种子发芽具有不同影响,第1萃取条件萃取的火力楠根提取物总体表现为促进作用,分离Ⅰ萃取的提取物随浓度的增加而促进作用增强,分离Ⅱ萃取的提取物随浓度愈高,其促进作用减弱甚至起抑制作用;萃取参数2条件下分离Ⅰ萃取的提取物对马尾松种子发芽起抑制作用,200mg/kg 浓度处理的抑制作用大于 500mg/kg 及 100mg/kg 浓度处理,分离Ⅱ萃取的提取物随浓度的增加,其促进作用减弱甚至起抑制作用;萃取参数3条件下分离Ⅰ萃取的提取物随浓度的增大,其抑制作用逐渐减弱甚至转变为促进作用,分离Ⅱ萃取的提取物 500 mg/kg 高浓度处理抑制作用强,200 mg/kg 及 100 mg/kg 低浓度处理抑制作用减弱甚至起促进作用;萃取参数4条件下萃取的火力楠根提取物总体表现为 500 mg/kg 高浓度处理抑制作用大于 200 mg/kg 及 100 mg/kg 低浓度处理,且随浓度的增大而抑制作用增强。同一检测指标在不同萃取参数条件下亦有不同影响,绝对发芽率在第1和第3萃取条件下总体表现为促进作用,而第2和第4萃取条件下则表现为抑制作用;同一萃取参数条件萃取的火力楠根提取物对马尾松种子的不同检测指标影响各异,第4萃取条件萃取的火力楠根提取物对马尾松种子绝对发芽率、绝对发芽势、胚根长、鲜物质量均起抑制作用,而对胚轴长、干物质量则起促进作用;且分离出口不同,火力楠根提取的生化物质对马尾松种子的作用亦不同,萃取参数2条件下分离Ⅰ萃取的火力楠根提取物对马尾松种子发芽起抑制作用,而分离Ⅱ萃取的火力楠根提取物则起促进作用。

表3 夹带剂与 CO₂ 混合萃取火力楠根提取物对马尾松种子的化感效应

Tab.3 Effect of extract of *Michelia macclurei* root extracted by entrainer mixed with CO₂ on seed germination of *Pinus massoniana*

参数 Index	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Treatment concentrations	绝对发芽率 Absolute germination rate		绝对发芽势 Absolute germination power		胚轴长 Plumular axis length		胚根长 Plumular root length		鲜物质量 Fresh weigh		干物质量 Dry weight	
		RI	t	RI	t	RI	t	RI	t	RI	t	RI	t
1A	100	0.09**	5.20	-0.09	0.58	0.51*	4.28	-0.21	1.40	0.04	0.47	0.04**	14.43
1A	200	0.25	1.00	0.11	0.18	0.73	2.75	-0.22**	10.12	0.43	1.25	0.37*	2.90
1A	500	0.22	1.30	0.21	0.69	0.76	1.57	-0.13	2.83	0.34	1.13	0.33*	2.99
1B	100	0.12	1.73	-0.18	0.09	0.67**	7.51	0.08**	11.46	0.33**	13.86	0.29**	14.72
1B	200	0.35**	12.12	0.42**	4.76	0.81	2.18	-0.27**	4.75	0.44	2.71	0.31*	4.04
1B	500	-0.30	1.73	-0.50**	16.50	0.50**	12.09	-0.46**	14.93	-0.47*	4.33	-0.38*	3.71
2A	100	-0.14**	10.39	0.33**	8.32	0.12**	18.11	-0.24**	10.86	-0.15	1.53	-0.09**	17.00
2A	200	-0.43**	22.52	-0.68**	25.98	0.60**	19.02	-0.60**	8.70	-0.38*	3.46	-0.29**	5.96
2A	500	-0.33*	3.27	-0.36	1.30	0.58**	8.90	-0.34	2.54	0.20	1.41	0.10**	6.58
2B	100	0.42	1.84	-0.39	1.48	0.73**	6.26	-0.48**	5.63	0.45*	2.86	0.47**	5.33
2B	200	0.40**	6.55	0.42	2.11	0.71	0.30	0.02	2.23	0.40**	8.13	0.41**	16.92
2B	500	-0.13	0.79	-0.33	2.08	0.67	2.04	-0.36*	4.40	0.26	1.08	0.29**	5.67
3A	100	0.35**	8.66	-0.27**	11.26	0.75**	17.37	-0.42**	133.79	0.03	0.58	-0.08**	9.53
3A	200	-0.04	0.18	-0.45*	3.27	0.52**	13.45	-0.46	2.71	-0.33	2.22	-0.06**	4.86
3A	500	0.29**	5.20	0.00	0.00	0.78**	15.89	-0.46**	63.80	0.40**	11.93	0.40*	3.46
3B	100	0.29	1.30	-0.55**	5.20	0.75*	3.89	-0.32**	8.06	-0.03	0.12	-0.04*	4.48
3B	200	-0.22	0.89	0.12	0.31	0.78**	7.02	-0.30**	9.08	-0.14	2.23	-0.25**	29.00
3B	500	-0.11	0.95	-0.12	0.66	0.58**	8.82	-0.56*	2.84	-0.29*	3.42	-0.14*	4.30
4A	100	-0.04	2.00	-0.36	2.62	0.10*	3.06	0.16	0.28	0.29*	2.97	0.37**	21.54
4A	200	-0.21	1.92	-0.06	0.20	0.52**	4.88	-0.45	1.55	0.16	0.69	0.27**	5.74
4A	500	-0.02	0.15	-0.24	1.14	0.71**	10.98	-0.61	2.30	-0.30*	3.39	-0.25**	5.89
4B	100	0.17	0.98	0.21	0.79	0.52**	4.85	-0.43*	3.55	0.58	2.21	0.50**	9.07
4B	200	-0.23	2.40	-0.32	1.73	0.67**	6.66	-0.59*	3.44	-0.30**	10.97	-0.25**	7.79
4B	500	-0.43*	4.36	-0.36**	6.35	0.31**	12.16	-0.61**	158.30	-0.41**	22.52	-0.21**	29.00
RI 累和		0.78		-3.34		14.93		-8.24		1.57		2.12	

3 小结与讨论

混交树种与目的树种的种间生化关系是目前化感作用研究的热点之一^[5~9]。不同萃取参数条件萃取的火力楠根提取物对马尾松种子发芽各指标反应不一,这主要是因不同萃取参数条件下萃取的火力楠根提取物种类不同所致;马尾松种子各发芽指标对不同提取物的敏感性亦表现不一,这主要是因萃取的火力楠根提取物种类繁多,部分提取物对马尾松种子某些指标产生正面影响,而部分提取物则对其产生负面效应。利用超临界流体萃取装置的特点,通过添加夹带剂、设置分离压差对火力楠根提取物进行初步分离,在众多火力楠根生化物质中能溶于CO₂的生化物质对马尾松种子发芽各指标起抑制作用,不溶于CO₂但能溶于乙醇和乙酸乙酯的生化物质对马尾松种子绝对发芽率、胚根长、鲜物质质量和干物质质量具有一定促进作用,而对绝对发芽势及胚轴长则起不同程度抑制作用。从火力楠根生化物质对马尾松种子化感作用而言,火力楠与马尾松存在并不很协调的种间生化关系,这表明今后的营林生产实践中应避免火力楠与马尾松混交模式多代连栽,防止不利于马尾松种子天然更新的火力楠根生化物质在林地的积累。

参 考 文 献

- 1 黄光霖,周志春.马尾松纸浆林培育中存在的问题及其对策.西南造纸,2000(2):11~14
- 2 周政贤.中国马尾松.北京:中国林业出版社,2001.150~155
- 3 王爱萍,林思祖,杜玲等.马尾松根生化物质对杉木种子的化感效应.福建林学院学报,2003,23(3):253~256
- 4 曹光球,林思祖,刘雁等.几个树种生化物质的初步分离与生物检测.中国生态农业学报,2002,10(2):22~25
- 5 曹光球,林思祖,黄世国等.几个树种枝叶水浸液处理杉木6年后其生物量及分配.西北植物学报,2002,24(4):894~899
- 6 林思祖,曹光球,黄世国等.杉木经几种源植物水浸液处理后叶绿素、质膜透性及气孔的变化研究.中国生态农业学报,2003,11(3):29~31
- 7 何宗明,俞新妥,林思祖等.几种伴生植物水浸液对杉木生长的影响研究.中国生态农业学报,2003,11(3):32~35
- 8 黄志群,林思祖,曹光球.毛竹、苦槠水浸液对杉木种子发芽的效应.福建林学院学报,1999,19(3):249~252
- 9 刘雁,林思祖,曹光球等.杉木及其伴生树种生化物质的分离与生物测定.福建林学院学报,2001,21(3):268~271
- 10 Williamson G. B., Richard Son D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment with independent controls. J. Chem. Ecol., 1998, 14(1): 181~187

欢迎订阅 2006 年《遗传》与《遗传学报》

《遗传》和《遗传学报》是由中国遗传学会和中国科学院遗传与发育生物学研究所主办、科学出版社出版的国家级学术期刊,系中文生物学核心期刊和中国科技核心期刊,已被美国化学文摘、生物学数据库、生物学文摘、医学索引以及俄罗斯文摘杂志等20余种国内外重要检索系统与数据库收录。主要刊登遗传学、发育生物学、基因组与生物信息学以及分子进化等领域研究论文,适合从事于基础医学、农林牧渔、生命科学各领域的科研与开发人员以及高等院校有关专业师生阅读。根据《中国学术期刊综合引证报告》(2004版)的统计结果,《遗传学报》、《遗传》的影响因子分别为1.0224和0.8935,分别列于“人类学与生物科学”期刊的第2位和第3位。2003~2005年《遗传学报》两次获得“百种中国杰出学术期刊奖”、“第二届国家期刊奖百种重点期刊奖”和“第三届国家期刊奖提名奖”。自2004年始两刊全面实行网上投稿、网上审稿。网址:www.Chinagene.cn, E-mail:swli@genetics.ac.cn。《遗传学报》(月刊)邮发代号2-819,2006年每期定价40.00元,全年480.00元;《遗传》(月刊)邮发代号2-810,2006年每期定价30.00元,全年360.00元,全国各地邮局均可订阅,漏订者可直接汇款至本刊补订。地址:(100101)北京市安定门外大屯路,中国科学院遗传与发育生物学研究所《遗传学报》和《遗传》编辑室,电话/传真:010-64889354,010-64889348。