

阿魏酸与肉桂酸对杉木化感作用的生物评价*

曹光球 林思祖 杜 玲 林桂莲 刘 雁

(福建农林大学林学院 南平 353001)

摘 要 通过绿豆、大豆、黄瓜、空心菜及玉米等种子发芽的生物评价,分析研究阿魏酸和肉桂酸对杉木化感作用结果表明,阿魏酸对 5 种蔬菜种子作用表现为高浓度抑制萌发和生长,随浓度的降低其抑制作用逐渐减弱。肉桂酸除对空心菜发芽表现为高浓度促进生长外,对其余种子作用表现为高浓度抑制萌发和生长,随浓度的降低其抑制作用逐渐减弱。

关键词 阿魏酸 肉桂酸 蔬菜种子 生物评价 化感作用

The bioassay of ferulic acid and cinnamic acid allelopathic to Chinese fir. CAO Guang-Qiu, LIN Si-Zu, DU Ling, LIN Gui-Lian, LIU Yan (College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Nanping 353001), *CJEA*, 2003, 11(2):8~10

Abstract By bioassay of germination of *Phaseolus aureus*, *Glycine max*, *Cucumis sativas*, *Brassica oleracea* and *Zea mays*, the allelopathic of Ferulic acid and Cinnamic acid to Chinese-fir is analyzed. The results show that the high concentration of Ferulic acid inhibits the germination of the above vegetable seeds, while with the concentrations decreasing, the inhibited effects get weak. The high concentration of Cinnamic acid inhibits the effects on germination of *Phaseolus aureus*, *Glycine max*, *Cucumis sativas* and *Zea mays* seeds, while with its concentrations decreasing, the inhibited effects get weak also. However, the high concentration of Cinnamic acid shows a positive effect to *Brassica oleracea*.

Key words Ferulic acid, Cinnamic acid, Vegetable seed, Bioassay, Allelopathy

杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook] 连栽引起不良后果,如自毒作用、林地水土流失、生态环境恶化以及地力衰退等现象已引起生态学界、林学界专家的普遍关注^[1-4]。阿魏酸 (Ferulic acid)、肉桂酸 (Cinnamic acid) 和香草醛同属化感物质中酚类及其衍生物类,阿魏酸和肉桂酸对杉木化感作用的研究结果表明它们明显抑制杉木种子发芽及芽的生长^[5],目前阿魏酸和肉桂酸对杉木化感作用的生物评价尚未见报道。生物评价在检测生物体潜在的化感作用及化感物质活性中得到广泛应用,而种子发芽试验在众多生物评价因子中应用最广泛^[9]。本试验采用绿豆、大豆、黄瓜、空心菜和玉米种子为材料,研究分析了阿魏酸和肉桂酸对杉木化感作用的生物评价,为揭示酚类化感物质阿魏酸和肉桂酸对杉木化感作用提供理论依据。

1 试验材料与方法

阿魏酸和肉桂酸分别采用上海试剂一厂和上海双喜香料助剂厂生产产品,乙醇为分析纯,供试受体材料是从种子站购买的优良蔬菜种子。称取阿魏酸和肉桂酸各 0.08g 分别溶于 10mL 乙醇中,用蒸馏水分别配制成浓度为 80mg/kg 的待用母液,并用蒸馏水分别稀释成 40mg/kg 和 20mg/kg 溶液,配制各浓度试验添加液及乙醇对照液时,其乙醇浓度均为 1 万 mg/kg。整个发芽试验在人工气候箱中进行,温度控制在 27℃ (±2℃),湿度控制在 60% (±2%),发芽前进行人工气候箱、发芽皿及种子消毒,并将消毒后种子清洗,小粒种子如杉木、空心菜、黄瓜及绿豆种子每处理置放 100 粒,大粒种子如玉米、大豆各 50 粒,每处理 3 个重复,对照用蒸馏水 (CK_I)、乙醇 (CK_{II}),安置发芽的当天为第 1 天,第 2 天观察统计,把发芽粒提出并按记录表逐次登记,第 5 天统计其发芽粒数,并测定各指标。将发芽试验所得数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 阿魏酸与肉桂酸对绿豆、大豆种子发芽的影响

由表 1 可知,不同浓度阿魏酸和肉桂酸对绿豆种子发芽有不同程度的影响,与 CK_I 和 CK_{II} 相比,随阿魏

* 福建省自然科学基金项目 (B0010020) 和国家自然科学基金项目 (3880649) 共同资助

收稿日期:2002-03-30 改回日期:2002-04-30

酸和肉桂酸浓度升高,其对绿豆种子发芽及芽的生长抑制作用逐渐增强。阿魏酸和肉桂酸 80mg/kg 处理发芽率分别比 20mg/kg 处理减少 31.08% 和 1.33%,根长分别减少 69.64% 和 55.32%,鲜物质量减少 34.49% 和 16.77%,干物质量则减少 54.44% 和 37.46%。方差分析和多重比较结果表明,同一处理间阿魏酸不同浓度各检测指标差异达显著水平,肉桂酸处理除发芽率未达显著差异外,其余各指标不同浓度间达显著差异,不同处理间阿魏酸、肉桂酸 80mg/kg 和

表 2 不同浓度阿魏酸、肉桂酸对大豆种子发芽的影响

Tab.2 Effect of Ferulic acid and Cinnamic acid under different concentrations on germination of *Glycine max*

处 理 Treatments	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	检测指标 Biomass index			
		发芽率/% Germination rate	根长/cm Root length	鲜物质量/g Fresh weight	干物质量/g Dry weight
阿魏酸	20	85	1.26	20.70	6.58
	40	74	1.18	17.39	4.99
	80	62	0.93	14.72	4.60
肉桂酸	20	79	1.20	24.36	7.02
	40	78	1.05	22.61	6.40
	80	69	0.74	20.08	4.68
蒸馏水	-	97	7.53	29.20	7.21
乙 醇	10000	83	1.69	26.83	7.01

处理大豆种子发芽各指标差异达显著水平,肉桂酸 80mg/kg 与 20mg/kg 处理大豆种子发芽各指标均达显著差异,不同处理间除阿魏酸 20mg/kg 处理发芽率与对照组未达显著差异外,其余阿魏酸、肉桂酸各浓度处理检测指标与对照组达显著差异。

2.2 阿魏酸与肉桂酸对黄瓜、空心菜种子发芽的影响

由表 3 可知,不同浓度阿魏酸、肉桂酸对黄瓜种子发芽各指标与对照组相比,高浓度肉桂酸和阿魏酸表现为较强抑制作用,随浓

表 4 不同浓度阿魏酸、肉桂酸对空心菜种子发芽的影响

Tab.4 Effect of Ferulic acid and Cinnamic acid under different concentrations on germination of *Brassica oleracea*

处 理 Treatments	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	检测指标 Biomass index			
		发芽率/% Germination rate	根长/cm Root length	鲜物质量/g Fresh weight	干物质量/g Dry weight
阿魏酸	20	63	1.68	8.72	2.35
	40	58	1.72	8.66	2.15
	80	48	1.61	7.29	1.89
肉桂酸	20	62	1.40	6.07	1.33
	40	65	1.99	9.98	2.41
	80	69	1.51	10.03	2.61
蒸馏水	-	66	2.18	10.17	2.42
乙 醇	10000	62	1.94	8.74	2.28

知,不同浓度阿魏酸、肉桂酸对空心菜种子发芽有不同程度的影响,与对照组相比,高浓度时阿魏酸表现为较强抑制作用,随浓度下降其抑制作用逐渐减弱,甚至转化为促进作用;肉桂酸则表现为随浓度升高,其总体促

表 1 不同浓度阿魏酸、肉桂酸对绿豆种子发芽的影响

Tab.1 Effect of Ferulic acid and Cinnamic acid under different concentrations on germination of *Phaseolus aureus*

处 理 Treatments	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	检测指标 Biomass index			
		发芽率/% Germination rate	根长/cm Root length	鲜物质量/g Fresh weight	干物质量/g Dry weight
阿魏酸	20	97	0.95	15.48	4.17
	40	81	0.74	13.23	3.91
	80	74	0.56	11.51	2.70
肉桂酸	20	76	0.73	16.71	3.89
	40	76	0.60	15.56	3.09
	80	75	0.47	14.31	2.83
蒸馏水	-	99	4.34	18.33	4.55
乙 醇	10000	84	0.96	16.93	4.20

40mg/kg 处理各检测指标与对照组相比差异达显著水平。由表 2 可知,不同浓度阿魏酸、肉桂酸对大豆发芽、生长及生物量与 CK_I 和 CK_{II} 相比,高浓度时肉桂酸和阿魏酸均表现为较强抑制作用,随浓度的下降其抑制作用逐渐减弱。阿魏酸和肉桂酸 80mg/kg 处理发芽率分别比 20mg/kg 处理减少 37.10% 和 14.49%,胚根长减少 35.48% 和 62.16%,鲜物质量减少 40.63% 和 21.31%,干物质量则减少 43.04% 和 50.00%。方差分析和多重比较结果表明,同一处理间阿魏酸不同浓度

表 3 不同浓度阿魏酸、肉桂酸对黄瓜种子发芽的影响

Tab.3 Effect of Ferulic acid and Cinnamic acid under different concentrations on germination of *Cucumis sativus*

处 理 Treatments	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	检测指标 Biomass index			
		发芽率/% Germination rate	根长/cm Root length	鲜物质量/g Fresh weight	干物质量/g Dry weight
阿魏酸	20	60	0.75	2.18	0.95
	40	46	0.67	2.02	0.89
	80	42	0.54	1.80	0.60
肉桂酸	20	55	0.43	2.52	0.76
	40	53	0.40	2.15	0.59
	80	36	0.38	1.87	0.58
蒸馏水	-	77	3.26	5.57	1.25
乙 醇	10000	69	0.97	2.55	1.02

度的下降其抑制作用逐渐减弱。阿魏酸和肉桂酸 80mg/kg 处理发芽率分别比 20mg/kg 处理减少 42.86% 和 52.78%,胚根长减少 38.89% 和 13.16%,鲜物质量减少 21.11% 和 34.76%,干物质量则减少 58.33% 和 31.03%。方差分析和多重比较结果表明,同一处理间阿魏酸不同浓度处理黄瓜种子发芽各指标达显著差异,肉桂酸 80mg/kg 与 20mg/kg 处理达显著差异,不同处理间经肉桂酸、阿魏酸 80mg/kg 和 40mg/kg 处理各检测指标与对照组均达显著差异。由表 4 可

进作用增强。阿魏酸 80mg/kg 处理发芽率比 20mg/kg 处理减少 31.25%，胚根长减少 4.35%，鲜物质量减少 19.62%，干物质量则减少 24.34%。方差分析和多重比较结果表明，同一处理间阿魏酸 80mg/kg 与 20mg/kg 处理各检测指标达显著差异，不同处理间阿魏酸 80mg/kg 和 40mg/kg 处理各检测指标差异与对照组达显著水平。

2.3 阿魏酸与肉桂酸对玉米种子发芽的影响

由表5可知，不同浓度阿魏酸、肉桂酸对玉米种子发芽有不同程度的影响，与对照组相比，高浓度肉桂酸

表 5 不同浓度阿魏酸、肉桂酸对玉米种子发芽的影响

Tab.5 Effect of Ferulic acid and Cinnamic acid under different concentrations on germination of *Zea mays*

处 理 Treatments	处理浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	检测指标 Biomass index				
		发芽率/% Germination rate	根长/cm Root length	芽长/cm Embryo length	鲜物质量/g Fresh weight	干物质量/g Dry weight
阿魏酸	20	76	0.23	0.57	17.54	8.10
	40	69	0.17	0.60	14.69	7.01
	80	56	0.15	0.47	11.78	6.84
肉桂酸	20	68	0.22	0.61	11.69	7.31
	40	65	0.18	0.60	11.22	7.12
	80	58	0.13	0.51	10.76	6.92
蒸馏水	-	87	1.78	1.88	21.47	9.45
乙 醇	10000	78	0.28	0.69	19.57	8.21

和肉桂酸 80mg/kg 处理发芽率分别比 20mg/kg 处理减少 35.71% 和 17.24%，根长减少 53.33% 和 69.23%，芽长减少 21.28% 和 69.23%，鲜物质量减少 48.90% 和 8.64%，干物质量则减少 18.42% 和 5.64%。方差分析和多重比较结果表明，同一处理间阿魏酸、肉桂酸 80mg/kg 处理玉米种子发芽各指标与 20mg/kg 处理达显著差异，不同处理间肉桂酸、阿魏酸 80mg/kg 和 40mg/kg 处理各检测指标与对照组差异显著。

3 小结与讨论

化感酚类物质阿魏酸和肉桂酸对杉木化感作用的生物评价表明，阿魏酸和肉桂酸对绿豆、玉米、大豆、黄瓜及空心菜种子发芽有不同程度的影响，除肉桂酸对空心菜的发芽表现为高浓度促进生长外，阿魏酸和肉桂酸对其余种子作用均表现为高浓度抑制生长，随浓度的降低其抑制作用逐渐减弱，这与阿魏酸和肉桂酸对杉木种子的发芽效应有类似规律^[5]。Rice E. L. 将化感物质对种子萌发和胚根生长的影响概括为影响激素的合成和利用，改变细胞分裂、伸长亚显微结构，影响膜的透性，影响蛋白质的合成^[10]。作为化感物质阿魏酸和肉桂酸也可能具有类似作用，从而对上述蔬菜种子产生毒害，阻碍细胞分裂，抑制种子的萌发与生长。化感物质的毒害作用存在浓度的阈值问题，当化感物质达到一定浓度后才对受体植物产生毒害作用^[6-8,11]。本研究阿魏酸和肉桂酸在高浓度时其抑制作用较强，而低浓度时抑制作用较弱甚至表现为促进作用，这进一步证实阿魏酸和肉桂酸对杉木存在抑制性化感作用。

参 考 文 献

- 1 盛炜彤主编. 人工林地力衰退研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 243~250
- 2 林思祖, 黄世国, 曹光球等. 杉木自毒作用的研究. 应用生态学报, 1999, 10(6): 661~664
- 3 黄志群, 廖利平, 汪思龙等. 杉木根桩和周围土壤酚含量的变化及其化感效应. 应用生态学报, 2000, 11(2): 190~192
- 4 马越强, 廖利平, 杨跃军等. 香草醛对杉木幼苗生长的影响. 应用生态学报, 1998, 9(2): 128~132
- 5 曹光球, 林思祖, 黄世国. 阿魏酸和肉桂酸对杉木种子发芽的效应. 植物资源与环境学报, 2001, 10(2): 63~64
- 6 刘 雁, 林思祖, 曹光球等. 杉木及其伴生树种化感物质的分离与生物测定. 福建林学院学报, 2001, 21(3): 268~271
- 7 尤华明, 林思祖, 黄志群等. 几个常见植物种水浸液对杉木叶绿体的影响. 福建林学院学报, 1998, 18(4): 310~314
- 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 Gerald R. L. Bioassays in the study of allelopathy. J. Chem. Eco., 1984. 133~145
- 10 Rice E. L. Allelopathy. New York: Academic Press, 1984. 1~50
- 11 Molish H. Der. Einfluss ciner pflanze auf die-andere allelopathie. Fisher. Jena., 1937. 13~20