

五味子萃取物对去卵巢小鼠行为习得及 海马 AChE活性的影响

谢 珣, 杨美燕, 吴伯智, 姚丽华, 李楚华*

(华南师范大学生命科学学院, 广东省植物发育生物工程重点实验室, 广东广州 510631)

摘要:探讨五味子改善去卵巢小鼠学习能力的有效化学部位及相关的作用途径. 采用溶剂极性递增法萃取分离五味子的醇提物, 小鼠卵巢摘除 6 周后灌胃同等剂量的五味子萃取物, 三等分辐射式迷宫检测小鼠的行为习得能力, 并测定小鼠海马乙酰胆碱酯酶的活性. 结果显示, 去卵巢使小鼠每日的正确反应率和达标率明显降低 ($P < 0.05$, $P < 0.01$), 且海马中 AChE 的活性降低 ($P < 0.05$); 苯甲酸雌二醇、五味子正丁醇萃取物及乙醇萃取物均能明显提高去卵巢小鼠的正确反应率和达标率 ($P < 0.05$, $P < 0.01$), 而苯甲酸雌二醇和五味子正丁醇萃取物显著提高去卵巢小鼠海马 AChE 的活性 ($P < 0.05$, $P < 0.01$), 提示五味子正丁醇萃取物及乙醇萃取物均能显著提高去卵巢小鼠的学习能力, 其中五味子正丁醇萃取物的功效优于乙醇萃取物, 可能是五味子改善学习记忆的主要有效部位, 其作用的途径可能与胆碱能神经系统相关.

关键词:五味子萃取物; 去卵巢小鼠; 行为习得; 乙酰胆碱酯酶

中图分类号: J653 **文献标志码:** A

阿尔茨海默症 (Alzheimer Disease, AD) 是以进行性记忆和智能减退为特征的中枢神经系统变性疾病. 临床研究表明, 在妇女绝经过渡期和绝经后期, 记忆衰退是非常普遍的现象^[1]. 雌激素替代疗法 (Estrogen replacement Therapy, ERT) 可以改善绝经妇女的记忆功能和减低发生 AD 病的风险或推迟患病年龄, 但同时又可能带来一些副作用, 如可增加子宫内膜癌、乳腺癌、卵巢癌等的发病率^[2-3]. 因此, 寻找天然的类雌激素药物成为当今研究的热点.

中药五味子具有益智安神、延缓衰老等作用. 我们在前期工作中发现五味子对 D-半乳糖所致的痴呆动物模型具有明显的记忆改善作用^[4]; 五味子的醇提物显著提高正常小鼠的学习能力^[5], 改善去卵巢小鼠的记忆保持^[6]. 本实验在前期工作的基础上, 以去卵巢小鼠为动物模型, 采用溶剂极性递增法进一步萃取分离五味子的醇提物, 观察不同极性萃取物对去卵巢小鼠学习能力的影 响, 并测定小鼠海马乙酰胆碱酯酶 (Acetylcholinesterase, AChE) 的活

性, 探讨五味子改善去卵巢小鼠学习能力的有效化学部位及相关的作用途径, 为治疗学习记忆障碍乃至老年痴呆提供新的用药依据.

1 材料和方法

1.1 药物制备及试剂

干燥的五味子果实 5 kg, 粉碎成粒径约 0.5 mm 的小颗粒, 等体积的石油醚浸渍 24 h 脱脂, 回收滤液. 残渣以等体积的体积分数为 95% 乙醇室温浸泡 24 h, 共 5 次, 合并提取液, 过滤, 减压浓缩, 得五味子醇提物. 醇提物加 2 倍体积蒸馏水溶解, 过滤后分别用氯仿、乙酸乙酯、正丁醇依次进行萃取, 每种溶剂均萃取 3 次, 合并萃取液, 减压浓缩依次得五味子氯仿萃取物 50 g, 乙酸乙酯萃取物 100 g, 正丁醇萃取物 124.08 g, 五味子乙醇萃取物 306.96 g, 冷藏备用. 用前分别将生药用蒸馏水配成 1 g/mL 的水溶液.

主要试剂: 苯甲酸雌二醇 (上海第九制药厂)、乙酰胆碱酯酶测试盒 (南京建成生物工程研究所).

收稿日期: 2009 - 11 - 20

作者简介: 谢珣 (1984—), 女, 广东潮州人, 华南师范大学 2007 级硕士研究生, Email: susanxie200709@yahoo.com.cn; 李楚华 (1970—), 女, 广东省揭阳市人, 博士, 华南师范大学副教授、硕士生导师, 主要研究方向: 中药药效药理研究, Email: lich@sclnu.edu.cn

* 通讯作者

1.2 动物模型建立及药物处理

健康雌性昆明种小鼠,体质量 20 ± 2 g,由广州中医药大学实验动物中心提供,许可证号为 SCXK(粤)2008-0020。动物随机分为 8 组 ($n=9$): 正常对照组 (normal control); 假手术对照组 (Sham operated control); 去卵巢模型对照组 (Ovariectomized control); 阳性对照组 (Positive control); 氯仿萃取物组 (CHCl₃ extract group); 乙酸乙酯萃取物组 (EA_c extract); 正丁醇萃取物组 (N-butanol extract); 乙醇萃取物组 (Alc extract)。

实验前,至组小鼠实施双侧卵巢摘除手术。假手术组仅摘除卵巢周围相当于卵巢质量的脂肪。术后 2 周对去卵巢小鼠行阴道涂片,认为连续 7 d 阴道细胞无周期性变化者造模成功,可进入下一步实验^[6]。根据分组情况,手术 6 周后至组灌胃相应药物,剂量为 0.4 mL/d (相当于原生药剂量 0.4 g/d,分上、下午进行),至组灌胃相等体积的蒸馏水,组小鼠每次每只皮下注射 20 μg 苯甲酸雌二醇,隔天皮下注射 1 次。给药 20 d 后开始进行行为训练。

1.3 行为训练

采用三等分辐射式迷宫 (MG-2 型迷宫刺激器) 作为小鼠行为习得的检测模型。刺激强度为 30~50 V,每实验日训练 20 次,每次间隔 20~40 s,正确反应率 90% 即达学会标准,连续训练 8 d,记录每实验日各组小鼠的正确反应率、达标小鼠的比率

及达标所需的训练次数。

1.4 海马 AChE 活性的测定

行为训练结束后,小鼠禁食 12 h,断头取脑,分离海马,称质量,冷生理盐水冲洗,按 1:9 比例加入预冷的 PBS,制成质量分数为 10% 脑匀浆,4 000 r/min 离心 10 min,取上清液测 AChE 的活性,按试剂盒说明书操作。

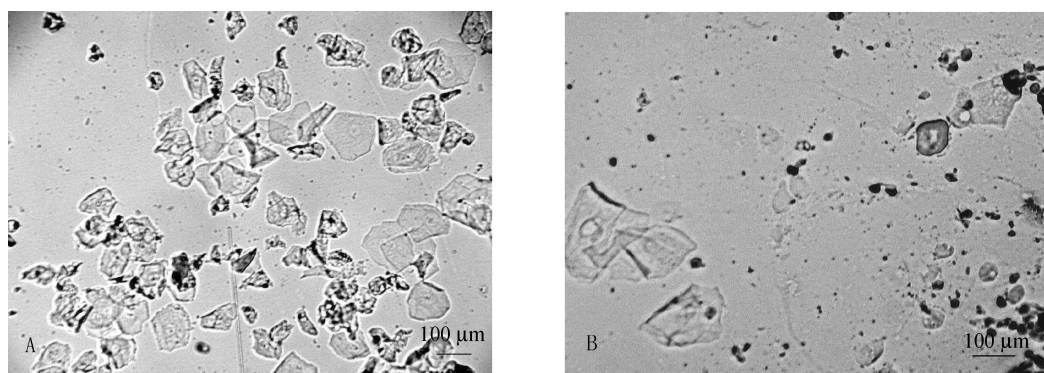
1.5 数据统计

应用 SPSS 10.0 软件,数据以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用 *t* 检验,计数达标率采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果

2.1 去卵巢小鼠阴道上皮脱落细胞检查

正常雌性小鼠阴道脱落细胞随动情周期变化而变化: 动情前期:为有核上皮细胞,偶有少量角化细胞; 动情期:为无核角化细胞或间有少量上皮细胞; 动情后期:各种细胞均有,即白细胞、角化细胞、有核上皮细胞; 动情间期:为大量白细胞,极少量上皮细胞。观察结果如图 1 所示,去卵巢小鼠阴道脱落细胞只见大量白细胞及少量上皮细胞,细胞无周期性变化,角化程度极低,处于持续的动情间期。实验结果提示,小鼠双侧卵巢切除后其体内雌激素水平持续低下。



A: 正常

B: 去卵巢

图 1 小鼠阴道上皮脱落细胞涂片

Fig 1 The epidemis cell in vagina of mice

2.2 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠行为习性的影响

2.2.1 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠正确反应率的影响 由表 1 可见,假手术对照组与正常对照组小鼠每日的正确反应率均相近,组间无显

著性差异 ($P > 0.05$); 从行为训练第 2 d 开始,模型对照组小鼠每日的正确反应率均低于正常对照组小鼠 ($P < 0.05$, $P < 0.01$),训练 8 d 仍未能达标。阳性对照组小鼠从训练第 3 d 开始每日的正确反应率均明显高于去卵巢对照组 ($P < 0.05$, $P < 0.01$); 与

模型对照组比较,氯仿组和乙酸乙酯组小鼠每实验日的正确反应率均不存在显著的差异($P > 0.05$);

从行为训练第4 d开始,正丁醇组小鼠每日的正确反应率均明显高于模型对照组($P < 0.01$, $P < 0.05$);而乙醇组小鼠直到行为训练最后1 d其正确反应率才明显高于模型对照组($P < 0.05$),其余时

间2组间不存在显著性差异.实验结果表明:去卵巢使小鼠每日的正确反应率明显降低,而苯甲酸雌二醇、五味子正丁醇和乙醇萃取物却能显著提高去卵巢小鼠的正确反应率,正丁醇萃取物的功效优于乙醇萃取物.

表1 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠正确反应率的影响($n=9$)

Tab 1 The effects of different extracts of Schisandra on rate of correct reaction in ovariectomized mice ($n=9$)

时间/d	Normal control	Sham operated control	Ovariectomized control	Positive control	CHCl ₃ extract	EAc extract	N-butanol extract	Alc extract
1	54.17 ± 15.93	59.44 ± 11.58	53.53 ± 13.67	53.33 ± 10.90	55.50 ± 12.35	58.89 ± 16.35	54.76 ± 12.09	42.00 ± 11.31
2	67.78 ± 14.87	69.44 ± 11.02	54.71 ± 8.56 ²⁾	58.89 ± 8.58	69.50 ± 18.33	71.11 ± 16.73	68.81 ± 10.71	63.60 ± 12.43
3	77.50 ± 13.31	76.67 ± 15.00	64.71 ± 13.40 ²⁾	73.89 ± 10.83 ³⁾	70.50 ± 14.23	76.11 ± 16.91	72.86 ± 15.94	79.00 ± 14.54
4	86.67 ± 10.15	92.78 ± 6.67	73.53 ± 15.08 ²⁾	83.89 ± 12.44 ³⁾	68.50 ± 18.27	78.33 ± 19.04	87.14 ± 10.43 ⁴⁾	84.67 ± 12.32
5	90.00 ± 8.57	93.33 ± 8.29	82.06 ± 18.21 ¹⁾	91.67 ± 5.59 ³⁾	70.50 ± 11.65	77.22 ± 19.70	92.14 ± 8.30 ³⁾	87.00 ± 11.31
6	92.78 ± 7.52	95.00 ± 5.00	83.53 ± 17.83 ¹⁾	94.44 ± 8.82 ³⁾	80.00 ± 15.28	84.44 ± 14.02	93.81 ± 5.22 ³⁾	91.33 ± 10.08
7	95.28 ± 5.81	98.33 ± 2.50	85.59 ± 17.49 ¹⁾	95.56 ± 3.91 ³⁾	79.50 ± 15.28	86.67 ± 12.25	95.71 ± 5.31 ³⁾	92.67 ± 5.94
8	95.56 ± 5.91	95.56 ± 4.64	87.06 ± 15.92 ¹⁾	98.89 ± 2.20 ⁴⁾	80.00 ± 17.95	90.00 ± 8.66	95.95 ± 6.25 ³⁾	95.00 ± 3.78 ³⁾

注:1) $P < 0.05$, 2) $P < 0.01$,与正常对照组比较;3) $P < 0.05$, 4) $P < 0.01$,与去卵巢对照组比较.

2.2.2 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠行为训练达标率的影响 由表2可见,假手术组与正常对照组每日小鼠达标比率不存在明显的差异.而模型对照组小鼠每天的达标率均低于正常对照组小鼠,经8 d的行为训练,只有66.7%的小鼠达标,而正常对照组却100%达标,存在显著性差异($P < 0.05$);氯仿组和乙酸乙酯组小鼠经8 d行为训练,达标率为55.6%,与模型对照组比较,不存在显著性差异($P > 0.05$);阳性对照组小鼠在训练最

后2 d达标率均高于模型对照组($P < 0.05$).而正丁醇组小鼠从训练第4 d开始每日达标率均高于模型对照组($P < 0.05$, 0.01).然而乙醇组小鼠直到训练最后1 d达标率才高于模型对照组($P < 0.05$).实验结果表明五味子正丁醇和乙醇萃取物均能提高去卵巢小鼠行为训练的达标率,五味子正丁醇萃取物效果明显优于乙醇萃取物,可能是五味子改善去卵巢小鼠学习的主要有效部位.

表2 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠训练达标率的影响($n=9$)

Tab 2 The effects of different extracts of Schisandra on standard-reaching rate in ovx mice ($n=9$)

分组	时间/d							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Normal control	0.0	11.1	22.2	55.6	55.6	77.8	88.9	100
Sham operated control	0.0	0.0	22.2	66.7	66.7	88.9	100.0	100.0
Ovariectomized control	0.0	0.0	11.1	22.2 ¹⁾	44.4	55.6	66.7 ¹⁾	66.7 ¹⁾
Positive control	0.0	0.0	0.0	33.3	77.8	77.8	100.0 ²⁾	100.0 ²⁾
CHCl ₃ extract	0.0	11.1	0.0	11.1	0.0 ²⁾	44.4	44.4	55.6
EAc extract	0.0	22.2	22.2	33.3	44.4	55.6	55.6	55.6
N-butanol extract	0.0	0.0	22.2	55.6 ²⁾	88.9 ³⁾¹⁾	88.9 ²⁾	100 ²⁾	100 ²⁾
Alc extract	0.0	0.0	22.2	44.4	55.6	66.7	88.9	100.0 ²⁾

注:1) $P < 0.05$,与正常对照组比较;2) $P < 0.05$, 3) $P < 0.01$,与去卵巢模型对照组比较.

2.2.3 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠达标所需训练次数的影响 对训练8 d内达标小鼠所需训练次数进行统计.结果如表3显示,模型对照组

达标小鼠所需训练次数与正常对照组没有明显差异,但直至训练结束仍有部分小鼠未达标,而正常小鼠却100%达标;各给药组达标小鼠所需训练次

数与模型对照组比较均无显著差异,但五味子氯仿、乙酸乙酯萃取物组则只有部分小鼠达标,阳性对照组及五味子正丁醇、乙醇萃取物组小鼠则 100% 达标。

表 3 五味子不同极性萃取物对去卵巢小鼠达标所需训练次数的影响

Tab 3 The effects of different extracts of Schisandra on the number of trainings

Groups	n	number of trainings
Normal control	9	78.90 ± 37.90
Sham operated control	9	80.00 ± 26.40
Ovariectomized control	6	90.00 ± 33.57
Positive control	9	84.40 ± 24.00
CHCl ₃ extract	5	116.67 ± 19.66
EAc extract	5	64.00 ± 29.66
N - butanol extract	9	72.70 ± 28.60
Alc extract	9	81.30 ± 35.80

注: n 为达标小鼠数量。

2.3 五味子萃取物对去卵巢小鼠海马 AChE活性的影响

由上述行为学结果可知,在五味子乙醇提取物的各萃取物中,正丁醇萃取物及乙醇萃取物的功效较为显著,因此在测定海马 AChE活性时,选取了上述 2 组。实验结果由图 2 可见,模型对照组小鼠海马 AChE活性较正常对照组明显降低 ($P < 0.05$);补充雌激素可显著提高海马 AChE的活性 ($P < 0.05$);而正丁醇萃取物组小鼠海马 AChE活性比模型对照组明显升高,2 组有极显著差异 ($P < 0.01$);但乙醇萃取物组小鼠海马 AChE活性与模型对照组比较,没有明显变化 ($P > 0.05$)。结果表明去卵巢造成小鼠海马 AChE活性降低,而雌激素和五味子正丁醇萃取物能够显著提高其海马 AChE的活性。

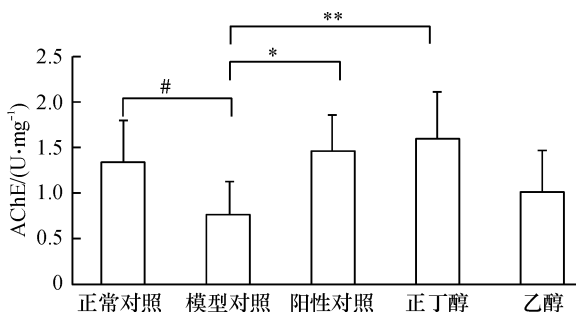


图 2 五味子萃取物对去卵巢小鼠海马 AChE活性的影响

Fig 2 The effects of extracts of Schisandra on the activity of AChE in OVX mice

3 讨论

本实验是在前期实验结果的基础上进一步萃取分离五味子醇提取物,根据前期实验结果及预实验而确定本实验五味子各成分的给药浓度^[6]。本实验研究表明,五味子 4 种萃取物中,氯仿和乙酸乙酯萃取物对去卵巢小鼠的学习能力无明显改善作用;而正丁醇和乙醇萃取物则能有效改善去卵巢小鼠的学习能力,其中五味子正丁醇萃取物效果较乙醇萃取物显著。由于正丁醇萃取物是从乙醇提取物中分离出来的一部分,推测其可能集中浓缩了五味子的有效成分,因此其功效优于乙醇萃取物。

雌激素对人类及动物学习、记忆和认知功能具有重要的作用^[7]。实验报道在主动回避或水迷宫学习任务中,去卵巢大鼠明显表现出学习能力的下降^[8]。在本实验中,我们观察到,去卵巢 6 周后,小鼠的学习能力明显下降,而给予雌激素治疗能够改善去卵巢小鼠的学习能力。上述实验结果表明,雌激素的缺失引起认知能力的下降。而五味子正丁醇萃取物却能提高去卵巢小鼠的学习能力,其效果与雌激素接近,提示五味子正丁醇萃取物可能具有类雌激素作用。

中枢胆碱能神经元在学习和记忆中有重要的调节作用。有研究证实,在 AD 患者的大脑皮质、海马、基底前脑存在广泛的胆碱能神经元的丧失^[9]。与此相一致的是,AD 脑内 AChE 的活力明显下降,尤以皮质和海马显著,因此认为 AChE 活性的降低是胆碱能神经元受损的标志^[10]。但目前动物实验关于 AD 症及用药后海马中 AChE 的活性变化仍存在争议。这可能与模拟 AD 症病程、用药有效剂量等因素不同相关。亦有认为在 AD 疾病中,AChE 的总活性呈降低趋势,但在脑内老年斑中是升高的,并且和 A β 有直接的相互作用^[11]。可见脑内 AChE 的分布存在不均衡性,且与 A β 有密切关系。

海马是与学习记忆有关的重要脑区,而雌激素和海马胆碱能系统之间存在复杂的联系。有实验指出,去卵巢会减低海马中高亲和性胆碱的摄取和乙酰胆碱转移酶的活性,而给予雌激素治疗后,能显著提高高亲和性胆碱的摄取和乙酰胆碱转移酶的活性^[12]。此外,绝经后女性进行雌激素治疗能够提高皮质胆碱神经末梢的密度^[13]。目前,在动物身上已发现海马的 CA3 及 CA1 区的神经元存在雌激素受体^[14]。实验表明,雌激素能通过与其受体相结合而影响海马胆碱能神经系统的功能。雌激素受

体(ER α 和 ER β)共存于海马中,雌激素对海马功能的调节可以通过基因机制,也可以通过快速的非基因机制^[15].

本实验结果表明:去卵巢使小鼠海马 AChE的活性明显降低,这与 DAS^[16]的实验结果一致.本实验还观察到,在给予雌激素或五味子正丁醇萃取物治疗后,去卵巢小鼠海马中 AChE活性显著提高.而五味子乙醇萃取物虽对去卵巢小鼠的行为习得有一定促进作用,但对 AChE的活性并未产生明显的影响.这进一步表明了五味子改善去卵巢小鼠学习能力的主要有效成分集中于正丁醇萃取物中,可能具有类雌激素作用.其作用途径可能是通过提高去卵巢小鼠海马中 AChE活性,从而改善海马胆碱能神经系统功能,提高动物的学习能力.五味子改善去卵巢小鼠学习能力的有效成分及其作用仍有待进一步深入研究.

参考文献:

- [1] WOODS N F, MITCHELL E S, ADAMS C. Memory functioning among midlife women: observations from the seattle midlife women's health study [J]. *Menopause*, 2000, 7(4): 257 - 265.
- [2] HOGERVORST E, WLLAMS J, BUDGE M, et al. The nature of the effect of female gonadal hormone replacement therapy on cognitive function in post-menopausal women: a meta-analysis [J]. *Neuroscience*, 2000, 101(3): 485 - 512.
- [3] LEBLANC E S, JANOWSKY J, CHAN BK S, et al. Hormone replacement therapy and cognition: systematic review and meta analysis [J]. *JAMA*, 2001, 285(11): 1489 - 1499.
- [4] 李楚华, 肖鹏, 欧阳效持, 等. 益智 II号促进小鼠记忆保持的观察与分析 [J]. *华南师范大学学报:自然科学版*, 2004(1): 112 - 116.
LI Chuhua, XIAO Peng, Ouyang Xiaochi, et al. Study on the yi - zhi on the maintenance of memory in mice [J]. *Journal of South China Normal University: Nature Science Edition*, 2004(1): 112 - 116.
- [5] 陈晓铭, 谢珣, 孙晶晶, 等. 五味子与远志醇提物的急性毒性和益智药效研究 [J]. *实用预防医学*, 2006, 13(4): 807 - 809.
CHEN Xiaoming, XIE Xun, SUN Jingjing, et al. Study on acute toxicity and learning - memory improvement of schisandra Chinese and polygalatenuifolia extracts [J]. *Practical Preventive Medicine*, 2006, 13(4): 807 - 809.
- [6] 姚丽华, 李楚华, 古兴仰, 等. 五味子对去卵巢小鼠的记忆保持和海马 NOS神经元表达的影响 [J]. *中国新药杂志*, 2007, 16(11): 853 - 856.
YAO Lihua, LI Chuhua, GU Xingyang, et al. Effects of fructus schisandrae Chinese on the maintenance of memory and the expression of hippocampal NOS neurons in ovariectomized mice [J]. *Chinese Journal of New Drugs*, 2007, 16(11): 853 - 856.
- [7] ZHU Y Q, WU J. Progress in research on relationship between estrogen and cognition [J]. *Chinese Journal of Maternal and Child Health Research*, 2006, 17(4): 313 - 316.
- [8] GBBS R B. Long - term treatment with estrogen and progesterone enhances acquisition of a spatial memory task by ovariectomized aged rats [J]. *Neurobiol Aging*, 2000, 21(1): 107 - 116.
- [9] BLUSZTAJN J K, BERSE B. The cholinergic neuronal phenotype in Alzheimer's disease [J]. *Metab Brain Dis*, 2000, 15(1): 45 - 64.
- [10] EGGERS C, HERHOLZ K, KALBE E, et al. Cortical acetylcholine esterase activity and ApoE4 - genotype in Alzheimer disease [J]. *Neurosci Lett*, 2006, 408(1): 46 - 50.
- [11] 金其煌, 张学军. 乙酰胆碱酯酶(AChE)与淀粉样肽(A β)的相互关系 [J]. *生命科学*, 2004, 16(1): 11 - 15.
JIN Qihuang, ZHANG Xuejun. The relation between acetylcholinesterase (AChE) and amyloid peptide (A β) [J]. *Chinese Bulletin of life sciences*, 2004, 16(1): 11 - 15.
- [12] GBBS R B. Effects of oestrogen on basal forebrain cholinergic neurones and cognition: implications for brain ageing and dementia in women [M]. *Hormones and Aging and Metal Disorders* [M]. Morrison: Cambridge University Press, 2000: 183 - 222.
- [13] WELT C K, PAGAN Y L, SMITH P C, et al. Control of follicle - stimulating hormone by estradiol and the inhibins: critical role of estradiol at the hypothalamus during the luteal - follicular transition [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2003, 88(4): 1766 - 1771.
- [14] ADAMS M M, FNK S E, SHAH R A, et al. Estrogen and aging affect the subcellular distribution of estrogen receptor - alpha in the hippocampus of female rats [J]. *J Neurosci*, 2002, 22(9): 3608 - 3614.
- [15] CORN L C A, BALL G F, BALTHAZART J. Functional significance of the rapid regulation of brain estrogen action: where do the estrogens come from? [J]. *Brain Res*, 2006, 1126(1): 2 - 26.
- [16] DAS A, DIKSHIT M, SRIVASTAVA S R, et al. Effect of ovariectomy and estrogen supplementation on brain acetylcholinesterase activity and passive - avoidance learning in rats [J]. *Can J Physiol Pharmacol*, 2002, 80(9): 907 - 914.

EFFECTS OF SCHISANDRA ON BEHAVIORAL LEARNING AND HIPPOCAMPAL AChE ACTIVITY IN OVARECTOMIZED MICE

XIE Xun, YANG Meiyun, WU Bozhi, YAO Lihua, LI Chuhua*

(School of Life Science, Guangdong Provincial Key Lab of Biotechnology of Plant Development, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: The effects of different extracts of Schisandra on behavioral learning in ovariectomized mice and the correlative mechanisms were studied by experiments. Different fractions of Schisandra alcohol extract were obtained with different polarities of solvents. Ovariectomized mice were orally given the different medication for 28 d. The behavioral learning of mice were mensurated in ModelMG - 2 maze. AChE activity in hippocampus was determined by ultraviolet spectrometry. The behavioral learning of ovariectomized mice were impaired significantly and the activity of AChE was depressed in hippocampus compared with that of the control group. Schisandra n - butanol extract and ethanol extract both enhanced the behavioral learning ability of ovariectomized mice. The n - butanol extract significantly elevated the hippocampal activity of AChE in ovariectomized mice. The results indicated that the effect of Schisandra n - butanol extract is better than that of the ethanol extract. The effective components of Schisandra on learning improvement is concentrated in the n - butanol extract, which may be contributed with the activity of AChE in hippocampus.

Key words: Schisandra extracts; ovariectomized mice; behavioral learning; acetylcholinesterase

【责任编辑 成文】

(上接第 85 页)

ALLEOPATHY OF FIVE GROUND COVER PLANTS IN SOUTH CHINA

FENG Zhousen^{1,2}, LI Weihua^{1,*}, PENG Changlian¹, ZHOU Xianye¹, FENG Li³, TAN Xinshan³, REN Jianguo⁴

(1. School of Life Science, Key Laboratory of Ecology and Environmental Science of Guangdong Higher Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. The Limited Company of Yuehua Landscape Architecture Construction and Management, Zhuhai, Guangdong 519000, China;

3. Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;

4. School of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China)

Abstract: The alleopathic effects of five ground cover plants on three vegetable seeds germination were studied. The results showed that *Oxalis corymbosa* has the strongest inhibitory effects on the seed germination of three vegetable seeds among the three lawn grasses, *Arachis duranensis* is the intermediate and *Axonopus affinis* is the weakest ($SE = 0.87, 0.38, 0.14$, respectively). This can be used to interpret what there are less weeds in *Oxalis corymbosa* lawn and *Arachis duranensis* lawn and more weeds in *Axonopus affinis* lawn. *Bidens pilosa* has stronger inhibitory effects than what of *Panicum repens*. It suggested that *Panicum repens* is more suitable to coexist together with the other grasses or herbs than *Bidens pilosa*. The lawn grasses which have the strong inhibitory effects should be chosen for use in the urban single lawn in order to decrease the appearance of the weeds, whereas be avoided to be used in the slop greening in order to keep the stability of slop vegetation. It was proposed that the alleopathy should be considered as one of the indices for selecting the ground cover plants.

Key words: ground cover plants; alleopathy; seed germination rate; alleopathy index

【责任编辑 成文】