

广金钱草不同极性萃取物体外降脂及降血糖活性的比较

张会香¹, 汤霞利¹, 林军全¹, 陈海珊², 林伟国³, 梁筱彬³, 李霞¹, 关媛^{1*}

(1. 桂林理工大学化学与生物工程学院, 广西桂林 541006) (2. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006) (3. 广西中恒中药材产业发展有限公司, 广西梧州 543000)

摘要: 该研究旨在比较广金钱草乙醇提取物及其各萃取相的体外降脂及降血糖活性。以 $\varphi=75\%$ 乙醇为溶剂, 回流提取得到广金钱草醇提物, 经石油醚、乙酸乙酯、正丁醇、水依次萃取, 利用比色法检测乙醇提取物及各萃取相中总黄酮、总酚含量, 并根据胰脂肪酶和胆固醇酯酶的抑制率评价乙醇提取物及其各萃取相的体外降脂活性, 对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶的抑制率评价体外降血糖活性。研究结果显示乙酸乙酯萃取相中总黄酮和总酚含量最高, 分别为 154.57 mg/g 和 34.27 mg/g。乙醇提取物对胆固醇酯酶和 α -葡萄糖苷酶的抑制活性最高, 抑制率分别为 53.24% 和 68.52%; 正丁醇萃取相对胰脂肪酶表现出最高的抑制活性, 抑制率达到 77.39%。石油醚萃取相对 α -淀粉酶的抑制作用最强, 抑制率达到 78.60%。研究表明, 广金钱草乙醇提取物及其各萃取相具有显著的降脂和降血糖活性, 可为其深入研究药理活性提供参考依据。

关键词: 广金钱草; 乙醇提取物; 降脂活性; 降血糖活性

文章编号: 1673-9078(2023)12-192-198

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.12.0047

Comparison of the *in Vitro* Lipid-lowering and Hypoglycemic Activities of

Desmodium styracifolium Extracts with Different Polarities

ZHANG Huixiang¹, TANG Xiali¹, LIN Junquan¹, CHEN Haishan², LIN Weiguo³, LIANG Xiaobin³, LI Xia¹,
GUAN Yuan^{1*}

(1. College of Chemistry and Bioengineering, Guilin University of Science and Technology, Guilin 541006, China)

(2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China) (3. Guangxi Zhongheng Chinese Herbal Medicine Industry Development Co. Ltd., Wuzhou 543000, China)

Abstract: The *in vitro* lipid-lowering and hypoglycemic activities of the ethanol extract and derived extraction phases from *Desmodium styracifolium* were compared. The ethanol extract was obtained by reflux extraction with 75% ethanol as the solvent, which was sequentially fractionated using petroleum ether, ethyl acetate, n-butanol, and water. The total flavonoids and total phenolic contents of the ethanol extract and each derived extraction phase were determined by the colorimetric method. The *in vitro* lipid-lowering activities of the ethanol extract and each derived extraction phase were determined based on the inhibition rates of pancreatic lipase and cholesterol esterase. The *in vitro* hypoglycemic activities were determined based on the inhibition rates of α -glucosidase and α -amylase. The results showed that the ethyl acetate phase had the highest total flavonoids and total phenolic contents (154.57 mg/g and 34.27 mg/g, respectively). The ethanol extract had the highest inhibitory activity against cholesterol esterase and α -glucosidase (inhibition rates: 53.24% and 68.52%, respectively). The n-butanol phase showed the highest pancreatic lipase inhibitory activity (inhibition rate: 77.39%). The petroleum ether phase had the strongest inhibitory effect on

引文格式:

张会香, 汤霞利, 林军全, 等. 广金钱草不同极性萃取物体外降脂及降血糖活性的比较[J]. 现代食品科技, 2023, 39(12): 192-198

ZHANG Huixiang, TANG Xiali, LIN Junquan, et al. Comparison of the *in vitro* lipid-lowering and hypoglycemic activities of *Desmodium styracifolium* extracts with different polarities [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(12): 192-198

收稿日期: 2023-01-13

基金项目: 国家自然科学基金青年基金 (32000253); 国家自然科学基金地区基金 (31860251); 广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目 (2020KY06018)

作者简介: 张会香 (1975-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 天然活性物质的分离纯化及活性, E-mail: 2002093@glut.edu.cn

通讯作者: 关媛 (1989-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 生物大分子结构与功能, E-mail: 2019017@glut.edu.cn

α -amylase (inhibition rate: 78.60%). The research revealed that the ethanol extract and derived extraction phases from *Desmodium styracifolium* possessed significant lipid-lowering and hypoglycemic activities, which provides a reference for in-depth research on its pharmacological activities.

Key words: *Desmodium styracifolium*; ethanol extract; lipid-lowering activity; hypoglycemic activity

广金钱草 (*Desmodium styracifolium* (Osb.) Merr.) 属于豆科植物, 是一种重要的中药材, 药用价值丰富, 产于广西、海南及四川等省区^[1], 具有清热解毒、利胆、利尿的功效, 多用于尿路结石、肝炎、石淋等病症的治疗^[2], 黄酮、多糖、酚类化合物是其主要的药效成分。现代药理研究表明, 广金钱草具有抗结石^[3]、抗氧化^[4]、抗炎^[5]、利胆镇痛^[6]等生物活性。糖尿病和高血脂病症对于人们生活健康有着重要影响, 长期给予药物治疗会对人体产生副作用, 从而影响身体健康, 寻找天然且副作用小的药用植物变得尤为重要。 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶作为机体减少葡萄糖吸收的关键酶, 是降低餐后血糖的有效分子靶标。通过抑制胰脂肪酶和胆固醇酯酶活性可以减缓机体对脂肪的消化吸收, 达到预防与治疗肥胖的目的。由于多种酶参与体内血糖和血脂的代谢, 通常以酶为靶标来寻找降血糖和降脂的活性物质。近年来有学者对高良姜^[7]、辣木叶^[8]、葫芦茶^[9]、琴叶榕根^[10]提取物对酶活性抑制的研究, 发现它们具有较好的降脂和降血糖活性, 表明中药对于治疗高血糖和血脂有一定的开发价值和广阔的市场前景。

目前, 对广金钱草的研究主要集中在多糖^[11]、总黄酮^[12]提取工艺和化学成分分析^[13]等方面。对广金钱草不同极性萃取物对脂肪类和淀粉类水解酶的抑制活性鲜有报道, 本研究以广金钱草为原料, 通过不同极性溶剂对广金钱草乙醇提取物分级萃取, 测定各萃取相中总黄酮、总酚含量, 并对其体外降脂和降血糖活性进行综合评价, 以期寻找发挥药效活性的化学成分, 为深入研究广金钱草药理活性奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

广金钱草 (*Desmodium styracifolium* (Osb.) Merr.) 购买于广西桂林市 (由桂林理工大学鉴定); α -葡萄糖苷酶 50 U/mg、4-硝基苯基 α -D-吡喃葡萄糖苷 (pNPG)、奥利司他 (Orlistat)、阿卡波糖水合物, 阿拉丁试剂有限公司; 芦丁、没食子酸, 上海源叶生物科技有限公司; α -淀粉酶 3 700 U/g, 索莱宝科技有限公司; 脂肪酶 15~35 U/mg (牛胰腺), 西亚化学科技

有限公司; 胆固醇酯酶 100 U/g (猪胰腺), 上海麦克林生化科技有限公司; 福林酚、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 、 NaNO_2 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 CH_3OH 、石油醚、乙酸乙酯、正丁醇, 均为分析纯, 西陇化工股份有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

Practum224-1CN 电子天平, 赛多利斯科学仪器 (北京) 有限公司; HH-S2 数显恒温水浴锅, 金坛市医疗器械有限公司; YK722PC 紫外可见分光光度计, 北京瑞利分析仪器有限公司; F50 多功能酶标仪, 瑞士 TECAN 公司; XD-5210A 旋转蒸发仪, 上海贤德实验仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 广金钱草不同极性萃取物的制备

将干燥的广金钱草 4 kg, 用 $\phi=75\%$ 乙醇浸泡过夜, 料液比 1:20, 75 °C 加热提取, 每次 2 h, 提取 3 次, 过滤合并醇提液, 旋蒸至浸膏。取适量浸膏加蒸馏水超声溶解, 依次用石油醚 (500 mL \times 6)、乙酸乙酯 (500 mL \times 6)、正丁醇 (500 mL \times 6) 分级萃取, 萃取 6 次, 萃取液经减压旋蒸至浸膏, 备用。提取路线图如图 1。

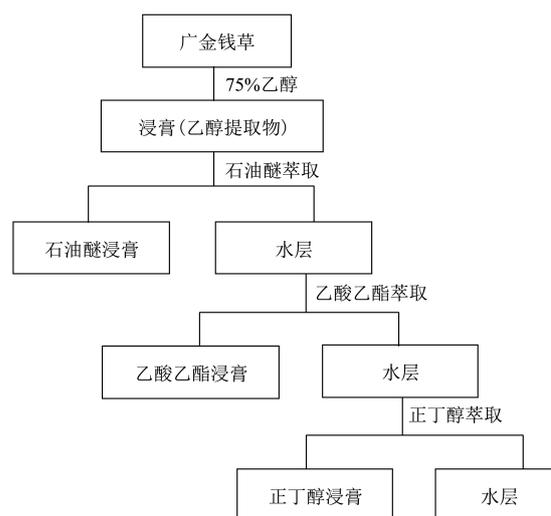


图 1 广金钱草提取路线图

Fig.1 Extraction roadmap from *Desmodium styracifolium*

1.2.2 总黄酮含量的测定

根据文献^[14]方法测定, 取质量浓度为 0.2 mg/mL 芦丁标准液 (0.0、0.2、0.8、1.4、2.0、2.6、3.2 mL) 于 10 mL 试管中, 补加甲醇至 4 mL, 加入 0.4 mL

$m=5\%$ NaNO_2 溶液和 $m=10\%$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液, 混匀静置 5 min, 再加 4 mL $m=4\%$ NaOH 溶液, 补加甲醇至刻度, 反应 15 min, 于 510 nm 波长处测吸光度, 绘制标准曲线。在相同条件下测定不同极性萃取液的吸光度, 求广金钱草各萃取相中总黄酮含量 (mg/g)。

$$M = \frac{C \times V \times N}{m} \quad (1)$$

式中:

M ——总黄酮含量, mg/g;

C ——标准曲线计算出的总黄酮质量浓度, mg/mL;

V ——提取液总体积, mL;

N ——稀释倍数;

m ——样品质量, g。

1.2.3 总酚含量的测定

根据文献^[14]的方法测定, 取质量浓度为 0.1 mg/mL 没食子酸标准液 (0.0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mL) 于 10 mL 试管中, 加 6 mL 蒸馏水, 0.5 mL 福林酚溶液, 反应 5 min, 再加 1.5 mL 10% Na_2CO_3 溶液, 定容至刻度, 避光反应 90 min, 于波长 760 nm 处测吸光

度, 绘制标准曲线。在相同条件下测定不同极性萃取液的吸光度, 求广金钱草各萃取相中总酚含量 (mg/g), 计算方法同公式 (1)。

1.2.4 胰脂肪酶抑制活性的测定

根据文献^[15]的方法测定, 按表 1 反应体系进行, 取 50 μL (50 mmol/L, pH 值 8.0) 磷酸缓冲液, 50 μL 10 mg/mL 胰脂肪酶溶液和 50 μL 样品溶液, 混匀, 37 $^\circ\text{C}$ 孵育 10 min, 再加 50 μL 0.5 mmol/L 底物月桂酸 4-硝基苯酯溶液, 37 $^\circ\text{C}$ 反应 20 min, 于 405 nm 波长处测反应体系的吸光度, 以 Orlistat 作阳性对照, 胰脂肪酶抑制率计算公式为式 (2)。

$$X = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_3 - A_4} \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中:

X ——胰脂肪酶抑制率, %;

A_1 ——抑制剂组的吸光度;

A_2 ——缓冲液代替酶液的吸光度, 作背景对照组;

A_3 ——缓冲液代替抑制剂的吸光度, 作空白组;

A_4 ——缓冲液代替酶液和抑制剂的吸光度, 作空白对照组。

表 1 胰脂肪酶活性反应体系

Table 1 Reaction system of pancreatic lipase activity

组别	缓冲液/ μL	酶液/ μL	抑制剂/ μL	底物/ μL
抑制剂组	50	50	50	50
背景对照组	100	0	50	50
空白组	100	50	0	50
空白对照组	150	0	0	50

表 2 胆固醇酯酶活性反应体系

Table 2 Reaction system of cholesterol esterase activity

组别	缓冲液/mL	酶液/ μL	抑制剂/ μL	底物/ μL
抑制剂组	1	50	50	20
背景对照组	1	-	50	20
空白组	1	50	-	20
空白对照组	1	-	-	20

注: -为加入等体积蒸馏水。

1.2.5 胆固醇酯酶抑制活性的测定

根据文献^[16]的方法测定, 按表 2 反应体系进行, 取 1 mL (0.1 mol/L, pH 值 7.0) 缓冲液, 50 μL 酶液 (100 U、7.2 U/mL), 50 μL 样品溶液和 20 μL 4 mmol/L 底物 4-硝基苯基丁酸酯于离心管中, 混匀, 25 $^\circ\text{C}$ 反应 0.5 h, 于波长 405 nm 处测吸光度, 以 Orlistat 作阳性对照。胆固醇酯酶抑制率计算公式同式 (2)。

1.2.6 α -葡萄糖苷酶抑制活性的测定

根据文献^[17]修改如下, 按表 3 反应体系进行, 取 112 μL 磷酸缓冲液 (pH 值 6.8), 50 μL 样品溶液,

20 μL 0.8 U/mL α -葡萄糖苷酶溶液和 8 μL DMSO 于 96 孔板中, 混匀, 37 $^\circ\text{C}$ 孵育 20 min, 再加 20 μL 10 mmol/L 底物 pNPG 溶液, 反应 15 min, 加 80 μL NaCO_3 溶液终止反应, 于波长 405 nm 处测吸光度, 以阿卡波糖作阳性对照。 α -葡萄糖苷酶抑制率计算公式同式 (2)。

1.2.7 α -淀粉酶抑制活性的测定

根据文献^[17]修改如下, 按表 4 反应体系进行, 取 0.4 mL 样品溶液和 α -淀粉酶 (0.3 U/mL), 37 $^\circ\text{C}$ 反应 20 min, 加入 0.4 mL $m=5\%$ 底物淀粉溶液, 混匀, 反应 5 min, 再加 1 mL 2 mol/L HCl 溶液终止酶活, 最后加 0.2 mL 0.01 mol/mL 碘标准溶液和 5 mL 蒸馏

水, 于波长 660 nm 处测吸光度。以阿卡波糖作阳性对照。 α -淀粉酶抑制率计算公式为式 (3)。

$$Y = \left(1 - \frac{A_6 - A_5}{A_8 - A_7} \right) \times 100\% \quad (3)$$

式中:

Y — α -淀粉酶抑制率, %;

A_5 —抑制剂组的吸光度;

A_6 —缓冲液代替酶液的吸光度, 作背景对照组;

A_7 —缓冲液代替抑制剂的吸光度, 作空白组;

A_8 —缓冲液代替酶液和抑制剂的吸光度, 作空白对照组。

表 3 α -葡萄糖苷酶活性反应体系

Table 3 Reaction system of α -glucosidase activity

组别	缓冲液/ μ L	酶液/ μ L	抑制剂/ μ L	底物/ μ L
抑制剂组	112	20	50	20
背景对照组	132	0	50	20
空白组	162	20	0	20
空白对照组	182	0	0	20

表 4 α -淀粉酶活性反应体系

Table 4 Reaction system of α -amylase activity

组别	缓冲液/mL	酶液/mL	抑制剂/mL	底物/mL
抑制剂组	0	0.4	0.4	0.4
背景对照组	0.4	0	0.4	0.4
空白组	0.4	0.4	0	0.4
空白对照组	0.8	0	0	0.4

1.3 数据统计分析

实验数据采用 Prism 8.0.1、Excel 2010 软件绘图分析, 数据均以平均值 \pm 标准差表示。

2 结果与讨论

2.1 广金钱草不同极性萃取物的提取与得率

广金钱草经 75%乙醇回流提取, 旋蒸得到总浸膏 300 g, 取浸膏 100 g 用蒸馏水溶解, 依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇萃取, 将各萃取液及剩余水层溶液旋蒸至浸膏, 分别得到石油醚相 12.86 g, 乙酸乙酯相 10.00 g, 正丁醇相 30.50 g, 水相 31.00 g, 得率分别为 12.80%、10.00%、30.50%、31.00%。因不同溶剂存在极性差异, 对萃取物的得率及化学成分的提取都有一定的影响。

2.2 总黄酮、总酚含量测定

采用比色法方法检测广金钱草乙醇提取物及各萃取相中总黄酮和总酚的含量。以吸光度 (Y) 与样品浓度 (X) 作图, 总黄酮量得到方程为 $Y=10.537X+0.0086$ ($R^2=0.9987$), 总酚量计算方程为 $Y=101.17X+0.0351$ ($R^2=0.9986$)。结果如图 2、3 所示。广金钱草中乙酸乙酯相总黄酮及总酚含量最高, 分别为 154.57、34.27 mg/g, 水相总黄酮含量最低为 76.98 mg/g, 石油醚相总酚含量最低为 25.87 mg/g。

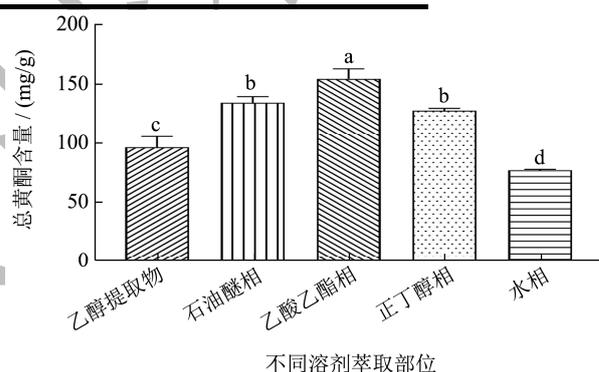


图 2 乙醇提取物及各萃取相总黄酮含量

Fig.2 Total flavonoids content of ethanol extract and its extraction phase

注: 不同字母表示各萃取相间有显著性差异 ($P<0.05$)。

图 3 同。

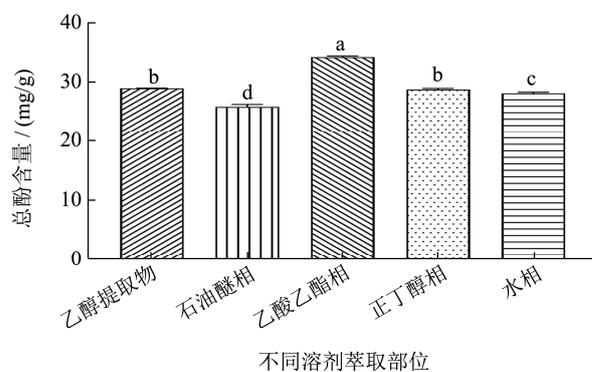


图 3 乙醇提取物及各萃取相总酚含量

Fig.3 Total polyphenol content of ethanol extract and its extraction phase

根据统计分析结果可知,总黄酮含量中石油醚相和正丁醇相之间没有显著性差异,总酚含量中乙醇提取物和正丁醇相之间没有显著性差异,其余各相不同字母之间存在显著性 ($P<0.05$)。

2.3 体外降脂活性分析

2.3.1 胰脂肪酶抑制活性的测定

由图4可知,广金钱草乙醇提取物及各萃取相对胰脂肪酶的抑制率随质量浓度增大而增强,呈一定的剂量关系。当质量浓度为3.0 mg/mL时,对胰脂肪酶的抑制率表现为:正丁醇相>水相>石油醚相>乙醇提取物>乙酸乙酯相,其中正丁醇相、水相和石油醚相最高抑制率分别为77.39%、74.32%和60.04%, IC_{50} 值分别为2.21、2.62和2.85 mg/mL。正丁醇萃取相的 IC_{50} 值最小,抑制率高于阳性对照Orlistat ($IC_{50}=2.98$ mg/mL)。显著性分析表明,同一浓度下正丁醇萃取相对胰脂肪酶的抑制作用高于其他相,可见正丁醇萃取相对胰脂肪酶有较好的抑制活性。胰脂肪酶主要由胰腺分泌,是水解膳食脂肪较为重要的酶,它能够将食物中的油脂降解为甘油和脂肪酸^[18]。当胰脂肪酶活性过高时,会使脂质含量增加,进而产生血脂异常。因此,抑制胰脂肪酶活性,能够减少脂质代谢,降低机体对脂质。香水莲花雄蕊提取物^[19]对胰脂肪酶的抑制活性表现最好的是乙酸乙酯相 ($IC_{50}=5.64$ mg/mL),说明不同药用植物对其抑制活性不同,可能与所含化学成分的类型有关。本部分结果表明广金钱草对胰脂肪酶有显著的抑制作用,其中正丁醇萃取相作用最明显,说明广金钱草具有潜在的降脂活性。

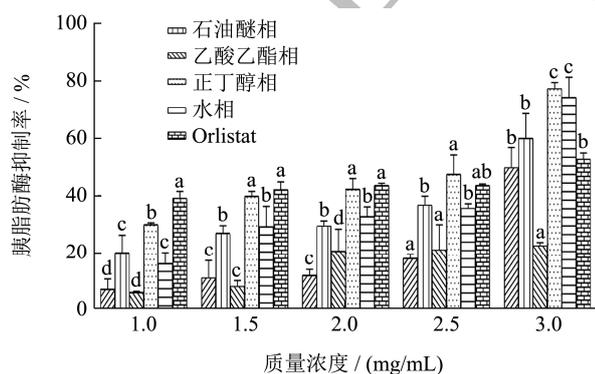


图4 乙醇提取物及各萃取相对胰脂肪酶抑制率

Fig.4 Inhibition rate of pancreatic lipase of ethanol extract and its extraction phase

注:不同字母表示同一浓度不同萃取相间差异性显著 ($P<0.05$)。图5同。

2.3.2 胆固醇酯酶抑制活性的测定

胆固醇酯酶可以催化胆固醇酯水解成胆固醇,抑制胆固醇酯酶活性,可降低胆固醇酯的分解,减

少人体对胆固醇的利用和吸收,从而实现降血脂作用^[20]。图5可知,随质量浓度的增加,广金钱草乙醇提取物及各萃取相对胆固醇酯酶的抑制率逐渐增强。在质量浓度为3.0 mg/mL时,对胆固醇酯酶的抑制率表现为:乙醇提取物>石油醚相>正丁醇相>乙酸乙酯相>水相,其中乙醇提取物对胆固醇酯酶的最高抑制率为53.24%, IC_{50} 值为2.57 mg/mL,以Orlistat为阳性对照测得其对胆固醇酯酶的 IC_{50} 值为0.092 mg/mL。显著性分析表明,在同一浓度下不同萃取相对胆固醇酯酶的抑制能力之间差异性显著,可见抑制胆固醇酯酶的活性物质主要富集在乙醇提取物中。乙醇提取的石榴皮多糖^[16]对胆固醇酯酶有一定的抑制活性 ($IC_{50}=25.00$ mg/mL),推测是该石榴皮中主要是多糖成分对胆固醇酯酶有较好的抑制作用。而广金钱草对胆固醇酯酶也有一定的抑制效果,且乙醇提取物对胆固醇酯酶表现出最高的抑制活性。

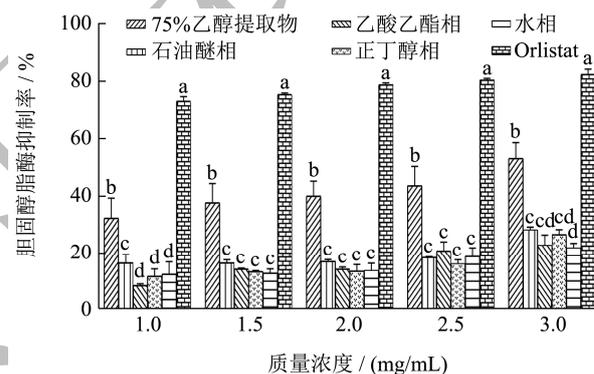


图5 乙醇提取物及各萃取相对胆固醇酯酶抑制率

Fig.5 Inhibition rate of cholesterol esterase of ethanol extract and its extraction phase

2.4 体外降血糖活性分析

2.4.1 α -葡萄糖苷酶抑制活性的测定

由图6可知,广金钱草乙醇提取物及各萃取相对 α -葡萄糖苷酶有一定的抑制活性,在20~100 μ g/mL质量浓度范围内,抑制率随浓度升高而增强,质量浓度在100 μ g/mL时,其抑制率大小为:乙醇提取物>正丁醇相>石油醚相>水相>乙酸乙酯相,它们的 IC_{50} 值分别为36.69、80.51、81.12、58.44、90.20 μ g/mL,乙醇提取物的 IC_{50} 值最小。显著性分析表明,在同一浓度下不同萃取相对 α -葡萄糖苷酶的抑制能力之间有显著性差异,乙醇提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制率高于其他萃取相,表现出较好的抑制活性。研究表明^[21]肉桂正丁醇萃取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制率能达到100.00%,并表明发挥其活性的成分主要为鞣质类。广金钱草乙醇提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制效果最为

明显,说明广金钱草中抑制 α -葡萄糖苷酶的活性成分主要富集在乙醇提取物中。

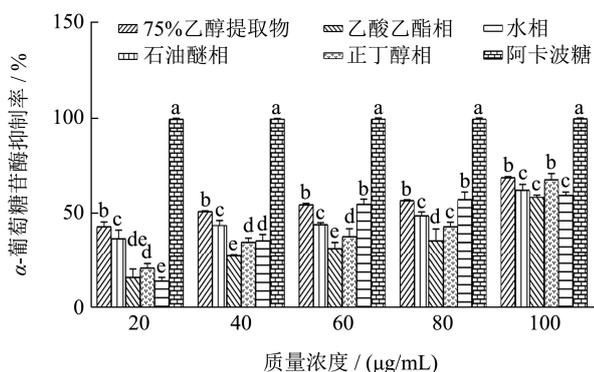


图6 乙醇提取物及各萃取相对 α -葡萄糖苷酶抑制率

Fig.6 Inhibition rate of α -glucosidase of ethanol extract and its extraction phase

2.4.2 α -淀粉酶抑制活性的测定

由图7可知,在1~5 mg/mL 质量浓度范围内,广金钱草乙醇提取物及各萃取相对 α -淀粉酶抑制效果随浓度增大而增强,抑制率呈浓度依赖性。其中,石油醚相对 α -淀粉酶抑制率上升最为明显。在质量浓度为5 mg/mL 时,各样品对 α -淀粉酶的抑制率为:石油醚相>乙醇提取物>水相>正丁醇相>乙酸乙酯相,其中石油醚相对 α -淀粉酶的抑制率最高为78.60%, IC_{50} 值为2.77 mg/mL,以阿卡波糖为阳性对照测得其对 α -淀粉酶的 IC_{50} 值为0.047 mg/mL。显著性分析表明,在最高浓度下不同萃取相对 α -淀粉酶的抑制能力之间有显著性差异,总体上石油醚相对 α -淀粉酶抑制活性最高。药用植物乳苣^[22]石油醚萃取物也对 α -淀粉酶表现出最高的抑制活性。本部分的结果显示,石油醚相对 α -淀粉酶抑制清除效果最为明显,说明广金钱草中抑制 α -淀粉酶的活性成分主要富集在石油醚萃取相中。

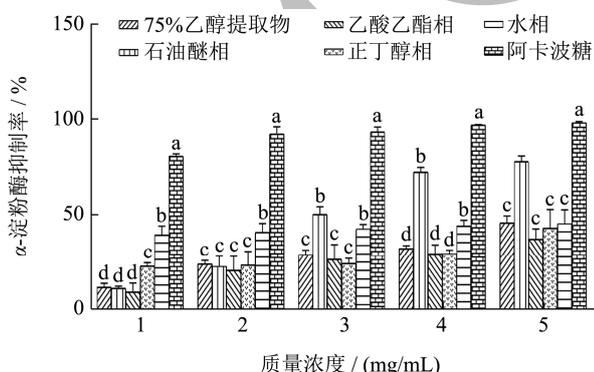


图7 乙醇提取物及各萃取相对 α -淀粉酶抑制率

Fig.7 Inhibition rate of α -amylase of ethanol extract and its extraction phase

3 结论

本文测定了广金钱草不同极性萃取物中总黄酮和

总酚的含量,并对乙醇提取物及其各萃取相的体外降脂和降血糖活性进行了比较。实验数据显示,乙酸乙酯萃取相中总黄酮、总酚含量均高于其他萃取相,说明广金钱草中黄酮类、酚类化合物主要集中在乙酸乙酯萃取相中。广金钱草各萃取相中化学成分种类不同,发挥酶的抑制活性作用不同,黄酮、酚类物质含量较多的乙酸乙酯相,作用效果并没有乙醇提取物及其他萃取相明显。乙醇提取物对胆固醇酯酶和 α -葡萄糖苷酶的抑制率最高,中药乙醇提取物通常为黄酮、萜类和生物碱等混合成分,本部分的研究结果说明广金钱草中除了黄酮类物质外,其余成分也参与发挥作用,混合组分在 α -葡萄糖苷酶和胆固醇酯酶抑制方面具有一定的协同效应。正丁醇萃取相对胰脂肪酶表现出较强的抑制活性,抑制率随浓度增加而增强。石油醚萃取相对 α -淀粉酶的抑制率最强,这可能与亲脂性强的挥发油、甾体类等化合物相关。

综上所述,广金钱草对胆固醇酯酶、胰脂肪酶及 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶具有一定的抑制活性,表现出潜在的降脂和降血糖作用。后续将进一步分离鉴定其发挥作用的活性成分,深入探讨作用机制,为新型降脂、降血糖药物的研究提供理论参考。

参考文献

- [1] 张素斌,陈淑兰,于冰冰.广金钱草多酚的提取工艺及其抗氧化能力的研究[J].天津农业科学,2020,26(3):1-6.
- [2] 黄盼,周改莲,周文良,等.广金钱草的化学成分、药理作用及质量控制研究进展[J].中华中医药学刊,2021,39(7):135-139.
- [3] Zhou J F, Jin J, Li X, et al. Total flavonoids of *Desmodium styracifolium* attenuates the formation of hydroxy-l-proline-induced calcium oxalate urolithiasis in rats [J]. Urolithiasis, 2018, 46(3): 231-241.
- [4] Cheng X X, Tang X M, Guo C C, et al. New flavonol glycosides from the seeds of *Desmodium styracifolium* [J]. Chemistry of Natural Compounds, 2018, 54(5): 846-850.
- [5] Li X, Liu Cx, Liang J, et al. Antioxidative mechanisms and anticolic potential of *Desmodium styracifolium* (Osb.) Merr. in DSS-induced colitic mice [J]. Journal of Functional Foods, 2022, 93: 105077.
- [6] 王洋.金钱草活性成分及药理作用研究[D].西宁:青海师范大学,2018.
- [7] 李姣,张晓峰,王霄凯,等.高良姜醇提物的抗氧化、酶抑制活性及其与活性成分的相关性[J].食品与机械,2019,35(2): 140-144,184.
- [8] Toma A, Makonnen E, Mekonnen Y, et al. Intestinal α -glucosidase and some pancreatic enzymes inhibitory effect

- of hydroalcoholic extract of *Moringa stenopetala* leaves [J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2014, 14(1): 1-5.
- [9] 何贝桥,张园园,庄远杯,等.葫芦茶提取物对 α -葡萄糖苷酶活性的抑制作用研究[J].天然产物研究与开发,2020,32(12):2026-2030.
- [10] 丘建媚,李菲菲,温正辉,等.琴叶榕根提取物对 α -葡萄糖苷酶、 α -淀粉酶的抑制作用[J].中国民族民间医药,2019,28(14):26-29.
- [11] 李容,梁榕珊,方婕颖,等.广金钱草多糖的超声波提取及其对亚硝酸盐的清除作用研究[J].中国食品添加剂,2017,5:75-79.
- [12] Minh G P, Tong S P, Matsunami K, et al. Flavonoid compounds from *Desmodium styracifolium* of vietnamese origin [J]. Chemistry of Natural Compounds, 2010, 46(5): 797-798.
- [13] Li X L, Wang H, Liu G, et al. Study on chemical constituents from *Desmodium styracifolium* [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2007, 30(7): 802-805.
- [14] 王萍,王宇鹤,李辉,等.枇杷核不同极性萃取物总黄酮、总多酚含量与其抗氧化活性的相关性[J].化学试剂,2020,42(9): 1067-1072.
- [15] 陈永丽,黄俊僮,王玲,等.桑叶多糖的化学组成及其对胰脂肪酶的抑制作用研究[J].食品科技,2021,46(3):162-166.
- [16] 纪慧杰,朱彩平.石榴皮多糖的提取及组成、体外降脂活性研究[J].食品与发酵工业,2023,49(4):161-168.
- [17] 关媛,王雪盈,孙媛媛,等.鸡血藤提取物对 α -淀粉酶和 α -葡萄糖苷酶的抑制作用研究[J].食品与发酵工业,2023,7:126-132.
- [18] 廖家乐,方甜,范艳丽.枸杞叶黄酮对胰脂肪酶活性的抑制作用[J].中国食品学报,2022,22(5):43-53.
- [19] 张丹,姚正颖,侯北伟,等.香水莲花提取物对胰脂肪酶活性的抑制作用[J].食品科技,2017,42(3):227-231.
- [20] 苏建辉,马朝阳,杨鹿,等.槲皮素、EGCG 对胆固醇酯酶活性和胆固醇胶束抑制作用研究[J].食品工业科技,2015,36(11): 346-349.
- [21] 许芹永,宋青楠,朱靖博,等.肉桂提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用[J].大连工业大学学报,2013,32(2):101-103.
- [22] 高义霞,陶超楠,郑婷,等.乳苣不同溶剂提取物对 α -淀粉酶的抑制作用及光谱研究[J].食品工业科技,2018,39(7):104-109.