

土圞儿属植物化学成分及药理活性研究进展

邹笃准^{1,2}, 成 飞², 黄小龙^{1,2}, 舒 骏^{1,2}, 赵 河^{1,2}, 郑钦方^{1,2}, 沈冰冰², 张水寒^{2*}
(1. 湖南中医药大学, 湖南长沙 410208; 2. 湖南省中医药研究院中药研究所, 湖南长沙 410013)

摘要: 土圞儿属植物共有 8 种, 我国有 7 种。该属植物多具有较高的食用和药用价值。现代研究表明其主要含黄酮类、苯丙素类、糖苷类和挥发油等成分, 且具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤、降血糖、降血压、降血脂等广泛药理活性。本文系统地查阅了国内外的数据库, 对土圞儿属植物的化学成分和药理活性进行了总结, 以期为其进一步的研究和开发利用提供参考。

关键词: 土圞儿属; 黄酮; 苯丙素; 糖苷; 抗炎; 抗氧化; 抗肿瘤

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2021)08-2149-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2021.08.032

土圞儿属隶属双子叶植物纲蔷薇目原始花被亚纲豆科, 共有 8 种, 分别为贵州土圞儿 *Apios bodinieri* Lévl、云南土圞儿 *Apios delavayi* Franch、纤细土圞儿 *Apios gracillima* Dunn、美洲土圞儿 *Apios Americana* Medik、台湾土圞儿 *Apios taiwaniana* Hosokawa、土圞儿 *Apios fortunei* Maxim、肉色土圞儿 *Apios carnea* (Wall.) Benth、大花土圞儿 *Apios macrantha* Oliv^[1]。土圞儿属植物于东亚-北美地区间断分布, 我国山东、江苏、浙江、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、贵州、四川、台湾等地都有分布, 资源极其丰富。该属多种植物富含淀粉, 且含有人体不可缺少的多种维生素和矿物质, 是东亚-北美部分地区药食两用的传统作物, 食用部位为块根, 可用于制作口服液、保健品、冲剂、饮料、方便食品, 高档宾馆饭店菜肴, 食品添加剂, 高档糕点、面食等, 花也可开发为保健品^[2-7]。此外, 该属植物也具有极高的药用价值, 据《本草纲目》和《农政全书》记载, 该属植物土圞儿的叶和种子均可入药, 可用于治疗咽喉肿痛、百日咳等。现代研究表明, 该属植物含有多种药理活性极好的化学成分, 具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤等药理活性, 开发潜力巨大, 但目前极少用于临床治疗^[2-3]。此前, 陈伟等^[8]对美洲土圞儿的化学成分和药理活性进行了综述, 但对美洲土圞儿的化学成分的总结不够深入, 且没有包括美洲土圞儿近来的研究成果, 土圞儿属其他植物的综述也未见报道。为了系统地了解和更深入地开发利用土圞儿属植物, 本文主要对土圞儿属的化学成分和药理活性两方面进行综述。

1 化学成分

1.1 黄酮类 目前为止, 研究者共从土圞儿属植物中鉴定黄酮类化合物 40 个, 黄酮类为土圞儿属植物的主要成分。Kim 等^[9]从美洲土圞儿中分离得到 3 个黄酮类化合物 (1~

3); Asebi 等^[10]合成了美洲土圞儿中的 2 个化合物 (4~5); Chu 等^[11]从美洲土圞儿中分离得到 9 个黄酮类化合物 (6~14); Ichige 等^[12]从美洲土圞儿中分离得到 7 个黄酮类化合物 (4、16~21); Lin 等^[13]从台湾土圞儿中分离得到 19 个黄酮类化合物 (21~36、1、3~4); Kim 等^[14]从美洲土圞儿中分离得到 7 个黄酮类化合物 (37~38、2、4、15、17、19); Kaneta 等^[15]从美洲土圞儿中分离得到 6 个黄酮类化合物 (1、15、38~41)。其中, 化合物 3、22、24、30、35、38 为土圞儿属植物中结构独特的异黄酮, 其 2-C 与 2'-C 相连形成一个五元氧环, 在其他植物中较为少见。见表 1、图 1。

1.2 苯丙素类 Chu 等^[11]从美洲土圞儿中分离得到化合物 (42); 王冉冉^[2]从土圞儿根中分离得到西瑞香素 (43); 黄陆军^[16]等通过高效液相色谱测定了土圞儿根皮和块根中西瑞香素 (43) 的含量; 陈冰冰等^[17]通过 HPLC 分析了不同产地土圞儿中绿原酸 (44)、异绿原酸 B (45) 含量的变异规律; Lin 等^[13]从台湾土圞儿中分离得到 daphnoretin (46)。见表 2、图 2。

1.3 糖苷类 王冉冉^[2]从土圞儿根中分离得到胡萝卜苷 (47); Chu 等^[11]从美洲土圞儿中分离得到 3 个糖苷类化合物 (48~50); Okubo 等^[18]从美洲土圞儿中分离得到化合物 (51)。见表 3、图 3。

1.4 挥发油 胡轶娟等^[19]通过 GC-MS 分析表明土圞儿石油醚萃取物中的主要成分为脂肪酸类成分, 并鉴定了 11 个化合物 (52~62); Nakahashi 等^[20]通过 GC-MS 鉴定了美洲土圞儿挥发油的组成成分, 共 79 个化合物 (63~141), 其主要为棕榈酸 (36.5%), 亚油酸 (10.5%) 和十九烷醇 (5.7%); 见表 4。

收稿日期: 2020-09-09

基金项目: 国家自然科学基金 (81673585); 国家基本药物所需中药原料资源调查和监测项目 (财社 [2013] 135); 稀缺中药材种苗基地和中药材炮制技术传承建设项目 (财社 [2015] 78); 中药原料质量监测体系建设项目 (财社 [2014] 76)

作者简介: 邹笃准 (1995—), 男, 硕士生, 从事中药化学有效成分研究。Tel: 15211142482, E-mail: duzhunzou@163.com

* 通信作者: 张水寒 (1965—), 女, 博士, 研究员, 从事中药资源研究。Tel: 13637400650, E-mail: zhangshuihan@126.com

表1 土圞儿属中黄酮类化合物

序号	种属	名称	文献
1	美洲土圞儿 台湾土圞儿	2'-hydroxygenistein	[9,13,15]
2	美洲土圞儿	3'-methoxy-4',5,7-trihydroxyisoflavone	[9,14]
3	美洲土圞儿 台湾土圞儿	lupinalbin A	[9,13]
4	美洲土圞儿	7-(β -glucopyranosyl)-2'-hydroxygenistein	[10,12-14]
5	美洲土圞儿	5-(<i>O</i> -methyl)-7-(β -glucopyranosyl)-2'-hydroxygenistein	[10,12]
6	美洲土圞儿	vicenin-2	[11]
7	美洲土圞儿	lucenin I	[11]
8	美洲土圞儿	schaftoside	[11]
9	美洲土圞儿	apigenin(6- <i>C</i> - α - <i>L</i> -arabinopyranosyl)-8- <i>C</i> - β - <i>D</i> -glucopyr anoside	[11]
10	美洲土圞儿	luteolin-8- <i>C</i> -glucoside	[11]
11	美洲土圞儿	apigenin6,8-di- <i>C</i> - α - <i>L</i> -arabinopyranoside	[11]
12	美洲土圞儿	kaempferol-3- <i>O</i> -sophoroside	[11]
13	美洲土圞儿	kaempferol-3- <i>O</i> -sophoroside (isomerism)	[11]
14	土圞儿	芹菜素	[11]
15	土圞儿	金雀异黄酮	[14-15]
16	美洲土圞儿	金雀异黄酮-2'-羟基-7- <i>O</i> -龙胆二糖苷	[12]
17	美洲土圞儿	金雀异黄酮-5-甲氧基-7- <i>O</i> -葡萄糖苷	[12]
18	美洲土圞儿	金雀异黄酮-3',5-二甲氧基-7- <i>O</i> -葡萄糖苷	[12]
19	美洲土圞儿	金雀异黄酮-7- <i>O</i> -龙胆二糖苷	[12]
20	美洲土圞儿	金雀异黄酮-2'-羟基-5-甲氧基-4',7- <i>O</i> -二葡萄糖苷	[12]
21	美洲土圞儿	金雀异黄酮-2'-羟基-4',7- <i>O</i> -二葡萄糖苷	[12]
22	台湾土圞儿	apioisoflavone	[13]
23	台湾土圞儿	derrisoflavone G	[13]
24	台湾土圞儿	lachnoisoflavone B	[13]
25	台湾土圞儿	lupinisoflavone A	[13]
26	台湾土圞儿	licoagroisoflavone	[13]
27	台湾土圞儿	artocarpetin	[13]
28	台湾土圞儿	derrone	[13]
29	台湾土圞儿	prunetin	[13]
30	台湾土圞儿	7-methylupinalbin	[13]
31	台湾土圞儿	6-prenyl-3,5,7,2',4'-pentahydroxyflavone	[13]
32	台湾土圞儿	3'- <i>O</i> -methylobol	[13]
33	台湾土圞儿	genistin	[13]
34	台湾土圞儿	2'-hydroxygenistein-4'- <i>O</i> -glucoside	[13]
35	台湾土圞儿	desmoxyphyllin A	[13]
36	台湾土圞儿	3'- <i>O</i> -methylobol-7- <i>O</i> -glycoside	[13]
37	美洲土圞儿	5-methoxy-2,5,7,4'-tetrahydroxy-coumaronochromone	[14]
38	美洲土圞儿	gerontoisoflavone A	[15]
39	美洲土圞儿	barpisoflavone A	[15]
40	美洲土圞儿	5-methylgenistein	[15]
41	美洲土圞儿	daidzein	[15]

表2 土圞儿属中苯丙素类化合物

序号	种	名称	文献
42	美洲土圞儿	4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranosyl-p-coumaric acid	[11]
43	土圞儿	西瑞香素	[16]
44	土圞儿	绿原酸	[17]
45	土圞儿	异绿原酸 B	[17]
46	台湾土圞儿	daphnoretin	[13]

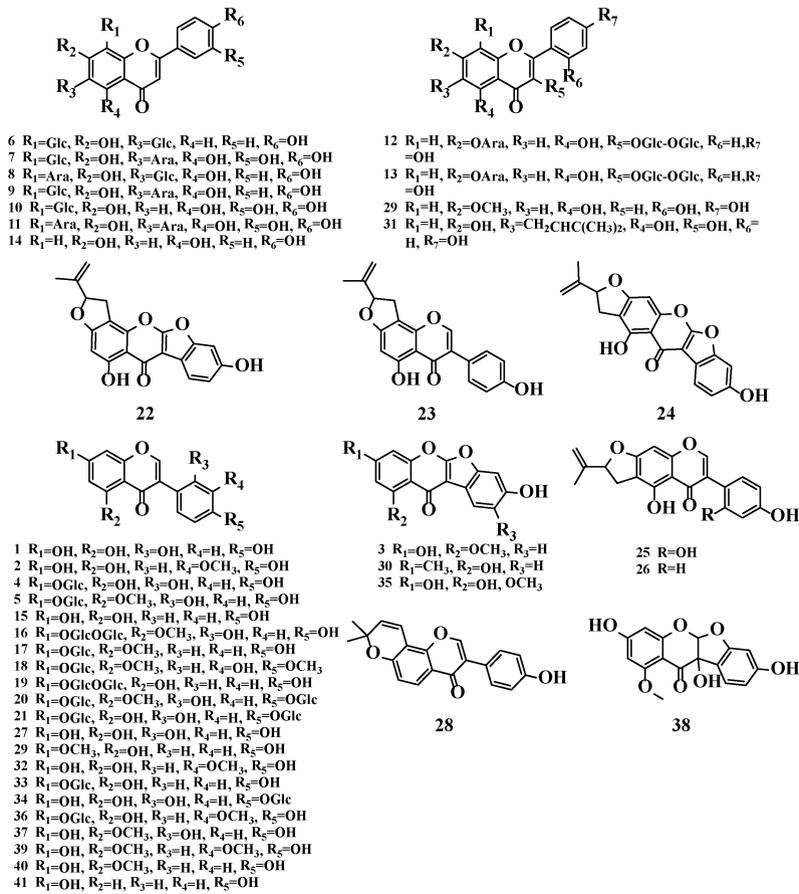


图1 土圞儿属中黄酮类化合物结构

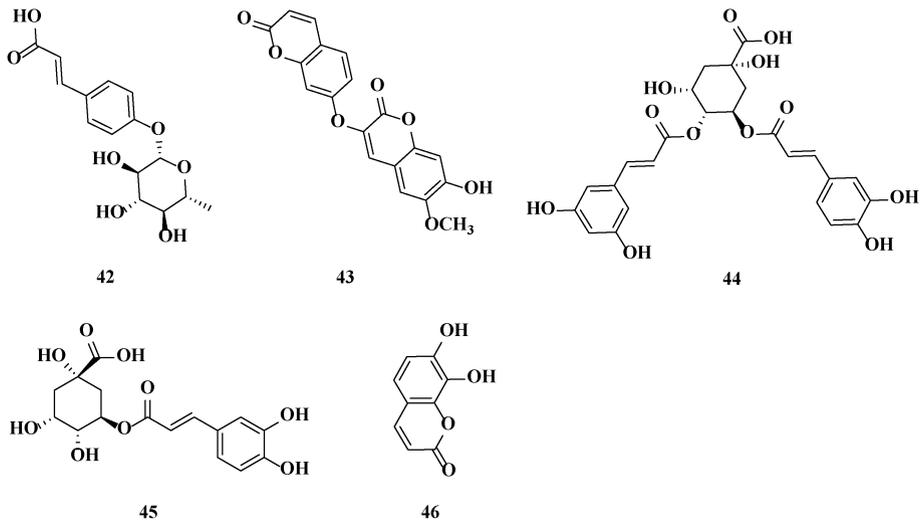


图2 土圞儿属中苯丙素类化合物结构

表3 土圞儿属中糖苷类化合物

序号	种	名称	文献
47	土圞儿	胡萝卜苷	[2]
48	美洲土圞儿	4-(β-D-glucopyranosyloxy) hydroxybenzoic acid	[11]
49	美洲土圞儿	4-(β-D-glucopyranosyloxy)-3-methoxybenzoic acid	[11]
50	美洲土圞儿	1-O-(4-hydroxybenzoyl)-β-D-glucopyranose	[11]
51	美洲土圞儿	大豆皂苷 βg	[18]

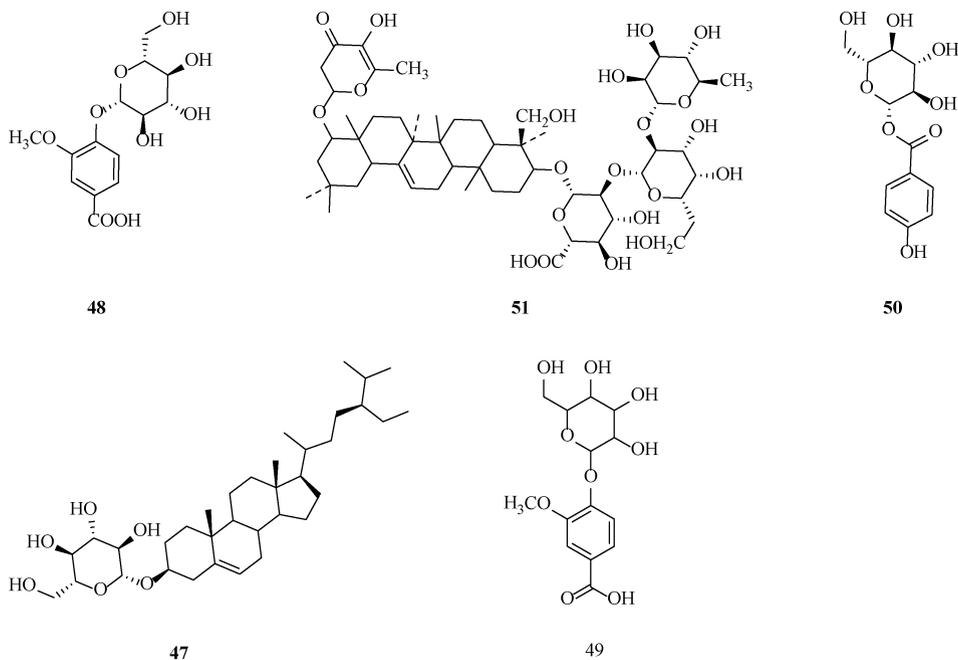


图3 土鬯儿属中糖苷类化合物结构

表4 土鬯儿属植物挥发油中化合物

序号	种	名称	文献
52	土鬯儿	丙酸	
53	土鬯儿	色氨酸	[19]
54	土鬯儿	2-吡啶甲酸	[19]
55	土鬯儿	scyllo-肌醇	[19]
56	土鬯儿	myo-肌醇	[19]
57	土鬯儿	allo-肌醇	[19]
58	土鬯儿	十六酸	[19]
59	土鬯儿	9,12-十八碳二烯酸	[19]
60	土鬯儿	α -亚麻酸	[19]
61	土鬯儿	α -D-葡萄糖苷	[19]
62	土鬯儿	2-羟基-4-羰基-十九酸	[19]
63	美洲土鬯儿	1-pentene-3-one	[20]
64	美洲土鬯儿	1-pentene-3-ol	[20]
65	美洲土鬯儿	isopentyl alcohol	[20]
66	美洲土鬯儿	pentanol	[20]
67	美洲土鬯儿	3-hexanone	[20]
68	美洲土鬯儿	hexanal	[20]
69	美洲土鬯儿	4-methyl-3-penten-2-one	[20]
70	美洲土鬯儿	furfural	[20]
71	美洲土鬯儿	4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone	[20]
72	美洲土鬯儿	dimethyl sulfoxide	[20]
73	美洲土鬯儿	(2E)-hexenal	[20]
74	美洲土鬯儿	(3Z)-hexenal	[20]
75	美洲土鬯儿	hexanol	[20]
76	美洲土鬯儿	cyclohexanol	[20]
77	美洲土鬯儿	2-butoxyethanol	[20]
78	美洲土鬯儿	2,6-dimethylpyrazine	[20]
79	美洲土鬯儿	2,3-dimethylpyrazine	[20]
80	美洲土鬯儿	dimethyl sulfone	[20]
81	美洲土鬯儿	(2E)-heptenal	[20]
82	美洲土鬯儿	1-octen-3-ol	[20]
83	美洲土鬯儿	caproic acid	[20]
84	美洲土鬯儿	2-pentylfuran	[20]
85	美洲土鬯儿	Phenol	[20]

续表 4

序号	种	名称	文献
86	美洲土麴儿	2-ethyl-6-methylpyrazine	[20]
87	美洲土麴儿	Carbitol	[20]
88	美洲土麴儿	2,3,5-trimethylpyrazine	[20]
89	美洲土麴儿	2-ethylhexanol	[20]
90	美洲土麴儿	1H-pyrrole-2-carboxaldehyde	[20]
91	美洲土麴儿	benzyl alcohol	[20]
92	美洲土麴儿	octanol	[20]
93	美洲土麴儿	vinyl caproate	[20]
94	美洲土麴儿	enanthic acid	[20]
95	美洲土麴儿	2,3-dimethyl-5-ethylpyrazine	[20]
96	美洲土麴儿	3-nonanone	[20]
97	美洲土麴儿	sabinene hydrate	[20]
98	美洲土麴儿	phenylethyl alcohol	[20]
99	美洲土麴儿	3-nonenol	[20]
100	美洲土麴儿	nonanol	[20]
101	美洲土麴儿	terpinen-4-ol	[20]
102	美洲土麴儿	caprylic acid	[20]
102	美洲土麴儿	6-methyl-3,5-heptadien-2-one	[20]
104	美洲土麴儿	citronellol	[20]
105	美洲土麴儿	carvone	[20]
106	美洲土麴儿	piperitone	[20]
107	美洲土麴儿	pelargonic acid	[20]
108	美洲土麴儿	(2E,4E)-decadienal	[20]
109	美洲土麴儿	Tridecane	[20]
110	美洲土麴儿	2-methoxy-4-vinylphenol	[20]
112	美洲土麴儿	2-ethyl-3-hydroxyhexyl-2-methylpropanoate	[20]
113	美洲土麴儿	butyl carbitol acetate	[20]
114	美洲土麴儿	2-methyl-2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)-propyl- propionate	[20]
115	美洲土麴儿	γ -nonalactone	[20]
116	美洲土麴儿	tetradecane	[20]
117	美洲土麴儿	neryl acetone	[20]
118	美洲土麴儿	dodecanol	[20]
119	美洲土麴儿	pentadecane	[20]
120	美洲土麴儿	hexadecane	[20]
121	美洲土麴儿	epi-cubenol	[20]
122	美洲土麴儿	epi- α -muurolol	[20]
123	美洲土麴儿	δ -cadinol	[20]
124	美洲土麴儿	β -eudesmol	[20]
125	美洲土麴儿	α -cadinol	[20]
126	美洲土麴儿	myristic acid	[20]
127	美洲土麴儿	heptadecane	[20]
128	美洲土麴儿	tridecylic acid	[20]
129	美洲土麴儿	octadecane	[20]
130	美洲土麴儿	pentadecylic acid	[20]
131	美洲土麴儿	nonadecane	[20]
132	美洲土麴儿	palmitic acid	[20]
133	美洲土麴儿	eicosane	[20]
134	美洲土麴儿	margaric acid	[20]
135	美洲土麴儿	methyl linoleate	[20]
136	美洲土麴儿	oleic acid	[20]
137	美洲土麴儿	linoleic acid	[20]
138	美洲土麴儿	2-ethylhexyl-4-methoxycinnamate	[20]
139	美洲土麴儿	nonadecanol	[20]
140	美洲土麴儿	stearic acid	[20]
141	美洲土麴儿	squalene	[20]

1.5 其他 王冉冉^[2]从土圞儿根中分离得到 β -谷甾醇(142)、14-甲基-15 酸甲酯(143)、9, 11-二烯十八酸甲酯(144)、benzene, 1, 1'- (3-methyl-1-propene-1, 3-diyl) bis(145)、arjunic acid(146)、二十七烷酸甘油酯(147)。此外, 土圞儿属植物中含有大量的淀粉、蛋白质、多种维生素和矿物质^[21-24]。

2 药理活性

2.1 抗炎 Chu 等^[25]研究发现, 从美洲土圞儿中分离得到的多糖通过 NF- κ B、MAPK 和 Nrf2-Keap1 途径抑制 NO 和促炎性细胞因子的产生; Kim 等^[26]研究表明从美洲土圞儿中分离得到的 lupinalbin A (3) 可以抑制脂多糖 (LPS) 处理的 RAW264.7 细胞中 NO 和促炎性细胞因子的产生, 以及诱导型一氧化氮合酶 (iNOS) mRNA 和蛋白表达, 且呈浓度依赖性。此外, lupinalbin A 还可以降低细胞中 STAT1 的表达和 IFN- β 的产生; Sohn 等^[27]研究发现在 LPS 或流感病毒 H1N1 诱导的急性肺损伤动物模型中, 美洲土圞儿治疗组的中性粒细胞和总细胞数量低于 LPS 和 H1N1 组; 治疗组的支气管肺泡灌洗液中肿瘤坏死因子- α 和白介素-6 水平较低, 表明美洲土圞儿可抑制 LPS 和 H1N1 诱导的肺部炎症。

2.2 抗氧化 安家炜等^[3]研究发现美洲土圞儿不同地上部位均有不同程度的自由基清除能力, 且发现不同部位的自由基清除能力与黄酮的含量呈正相关; Chu 等^[25]研究发现, 从美洲土圞儿中分离纯化的多糖可以抑制 LPS 诱导的 RAW264.7 细胞中的氧化应激; Chu 等^[28]研究表明美洲土圞儿花中的多糖能减少过氧化氢诱导的 PC12 细胞损伤模型中的活性氧 (ROS) 产生和线粒体损伤。此外, 通过透射电子显微镜和 western blot 实验的数据显示, 其通过 Akt-mTOR 途径显著激活 PC12 细胞的自噬; 杨芸芸^[29]研究表明美洲土圞儿块茎提取物对氧化损伤细胞模型中 ROS 和 O²⁻ 的产生有抑制作用; 刘萌萌等^[30]研究表明美洲土圞儿块根醇提取物的乙酸乙酯萃取部位对 DPPH 及 ABTS⁺ 自由基的 IC₅₀ 值分别为 80.12、25.42 μ g/mL, 且对亚铁离子具有较强的还原能力; Yan 等^[31]研究表明美洲土圞儿叶提取物可使高浓度葡萄糖溶液处理的 HepG2 细胞中的 ROS 和 O²⁻ 水平分别降低 (47 \pm 0.68)%、(68 \pm 0.74)%; 张蕾等^[32]研究表明美洲土圞儿花的乙酸乙酯萃取部位的抗氧化活性优于石油醚萃取部位、正丁醇萃取部位、水部位、醇提物, 对 DPPH 及 ABTS⁺ 自由基的 IC₅₀ 值分别为 77.54、14.42 mg/L, FRAP 值为 6.68 mmol/L; Takashima 等^[33]研究发现美洲土圞儿提取物本身不显示抗氧化活性, 但其可以激活细胞中的抗氧化系统。其提取物预处理人乳腺癌 MCF-7 细胞 24 h 后, 可以使主要的抗氧化应激酶血红素加氧酶-1 (HO-1) 的基因表达增加。其提取物处理对细胞中由自由基引发剂衍生的自由基具有抑制作用; Kaneta 等^[15]研究发现在大鼠脑匀浆试验中, 从美洲土圞儿中分离得到的化合物 (38、1) 表现出一定的脂质过氧化抑制活性, IC₅₀ 分别为 30、53 μ mol/L, 表明其具有一定的抗氧化

活性。

2.3 降血压、降血脂 陈龙等^[34]研究发现以美洲土圞儿为原料制备的低聚肽对 ACE 具有较强的抑制活性, 抑制率达 66.65%, 表明其具有降血压的活性; Iwai 等^[35]研究表明用含 5% 美洲土圞儿粉的饮食喂养自发性高血压大鼠 3 周, 能使其血压下降 10%, 可能是通过美洲土圞儿块茎消化产生的富含脯氨酸多肽来抑制血管紧张素转换酶 (ACE), 从而降低血压。且能使血浆三酰甘油和肝脏总胆固醇水平降低, 即使饮食中额外增加 1% 的胆固醇, 血浆总胆固醇水平也可降低。

2.4 抗肿瘤 王冉冉^[2]研究表明高、中剂量的土圞儿根乙醇提取物对小鼠 S180 肉瘤均具有较好的抑制作用, 抑制率分别为 41.04%、34.10%, 从土圞儿中分离得到的西瑞香素对人肠癌细胞 HT-2、人胃癌细胞 SGC-7901、白血病细胞 HL-60 均具有较好的抑制活性, 且成浓度依赖性, 其抑制率分别为 35.3%、36.8%、37.5%, 但是对于人宫颈癌细胞 HELA 及人乳腺癌细胞 MCF-7 无明显的抑制活性; Zhang 等^[36]研究表明, 美洲土圞儿中的一种胰蛋白酶抑制剂对 U937、K562、J774.1 和 HeLa 4 种癌细胞系的增殖速率具有与大豆的 Bowman-Birk 抑制剂 (SBI) 同等甚至更强的抑制作用。

2.5 降血糖 安家炜等^[3]研究发现, 美洲土圞儿的不同萃取部位均能不同程度地抑制 α -葡萄糖苷酶活性, 且发现其活性与皂苷含量呈正相关; 谭娇等^[37]研究表明美洲土圞儿花总皂苷具有明显的抑制 α -葡萄糖苷酶活性, 且为竞争型抑制, 抑制常数为 49.68 μ g/mL; Yan 等^[31]研究发现美洲土圞儿中皂苷类成分可通过抑制 β -葡萄糖苷酶的活性, 从而降低血糖生成量; 韩文婷等^[38]研究发现土圞儿对给予四氧嘧啶造模的糖尿病小鼠起到降低其空腹血糖的功效; 韩文婷等^[39]通过交叉实验分别对比食用葡萄糖粉、土圞儿和南瓜的健康志愿者 2 h 内血糖值及血糖应答曲线, 结果表明土圞儿为低血糖指数食物; 张蕾等^[32]研究表明, 美洲土圞儿花的乙酸乙酯萃取部位对 α -葡萄糖苷酶的抑制活性大于醇提物、石油醚萃取部位、正丁醇萃取部位和水部位, 其 IC₅₀ 值为 137.12 mg/L; Kaneta 等^[15]研究发现从美洲土圞儿中分离得到的化合物 (1、39) 均具有一定的 α -葡萄糖苷酶抑制活性。

2.6 其他活性 Kim 等^[9]从美洲土圞儿中分离得到的化合物 (1~3) 对黄嘌呤氧化酶具有较好的抑制作用, 其 IC₅₀ 值分别为 (27.8 \pm 0.7)、(31.6 \pm 1.1) 和 (38.8 \pm 3.5) μ g/mL; Zheng 等^[40]研究发现, 喂食美洲土圞儿减少了大鼠产后子宫指数并调节了激素浓度, 加速了子宫形态复旧的过程, 减轻了分娩引起的炎症反应。且发现美洲土圞儿可调节转化生长因子 β 的生成。此外, 喂食美洲土圞儿可显著下调基质金属蛋白酶并显著上调其抑制剂的表达; 杨芸芸^[29]研究发现用中、高剂量的美洲土圞儿块茎提取物对肝硬化肝切除小鼠干预后, 其相对肝质量和肝再生率显著增加, 小鼠的总体生存时间延长, 且能使小鼠血清 AST、ALT、

TBIL、TBA 和 AKP 水平下降,表明美洲土圞儿对肝脏功能的恢复具有促进作用;刘萌萌^[41]研究发现美洲土圞儿中的多糖能促进巨噬细胞的增殖、吞噬中性红和分泌 NO,且在一定浓度范围内呈明显的剂量和时间依赖性;刘彬等^[42]研究发现在小肠运动实验和排便实验中发现,将混有土圞儿粉的小鼠饲料给予复方地芬诺酯所致的便秘小鼠模型,可改善小肠墨汁推进率,且能使首粒黑便时间缩短,表明土圞儿对便秘模型小鼠有润肠通便作用;Kim 等^[14]研究发现从美洲土圞儿中分离得到的化合物(36、15)对浓度低于 50 μmol/L 的可溶性环氧化物水解酶(sHE)均具有抑制活性。其 Ki 值分别为(27.0±0.8)、(14.5±1.5) μmol/L;Kaneta 等^[15]研究发现从美洲土圞儿中分离得到的化合物(37~39、1)具有不同程度的雌激素激活活性。

3 结语

本文总结了土圞儿属植物中 147 个化合物及该属植物的提取物或单体的药理活性。该属植物中含有一种结构独特的异黄酮类化合物(2-C 与 2'-C 相连形成五元氧环),在其他植物中较为罕见,且研究表明该类化合物具有极好的抗炎、抗氧化、抗肿瘤等活性。土圞儿属植物的提取物或单体表现出极好的药理活性,但目前对其药理活性的研究仅限于基础研究,且只对其提取物和异黄酮类化合物的药理活性作了研究,临床应用研究极少,药理活性的物质基础也有待进一步的研究。今后应在药理活性指导下对其化学成分进行系统分离,并对活性成分进行构效关系研究,进而进行结构修饰,以期得到易合成、高活性、低毒性的结构,为临床应用奠定物质基础。此外,该属中的一些植物为药食两用的植物,淀粉含量很高,可开发为健康食品,如将其制作成粉剂,添加到奶粉、糕点、麦片等食物中,也可将其制作成面包、馒头、面条等主食,即可为人体提供营养,又可起到降血糖、降血压、降血脂等功效,可作为食品开发的理想原料或添加剂。

参考文献:

[1] 韦直,陈德昭,陈邦余,等.中国植物志(第41卷)[M].北京:科学出版社,1994:114.
[2] 王冉冉.土圞儿根化学成分研究[D].济南:山东中医药大学,2015.
[3] 安家伟,张有做,高前欣,等.美国豆芋地上部位有效成分及α-葡萄糖苷酶抑制活性研究[J].核农学报,2014,28(12):2275-2282.
[4] Kouzuma Y, Irie S, Yamazaki R, et al. Purification and cDNA cloning of a lectin and a lectin-like protein from *Apios americana* Medikus tubers[J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2014, 78(4): 574-581.
[5] 范孝旭.土圞儿 C-型淀粉的特性和晶态分布研究[D].扬州:扬州大学,2018.
[6] 张平真.中国蔬菜名称考释[M].北京:燕山出版社,2006:254-255.
[7] 刘圣田,李素真,丰美久.香芋的开发利用价值及栽培技术要点[J].山东农业科学,2001(3):19.

[8] 陈伟,张照英,田险峰,等.美洲土圞儿研究现状对罗汉参研究的启示[J].亚太传统医药,2016,12(17):36-38.
[9] Kim J H, Jin C H. Xanthine oxidase inhibitory activity of isoflavonoids from *Apios americana* [J]. *Comput Biol Chem*, 2019, 83: 107137.
[10] Asebi N, Nihei K. Total synthesis of *apios* isoflavones and investigation of their tyrosinase inhibitory activity [J]. *Tetrahedron*, 2019, 75(41): 130589.
[11] Chu Q, Yu L, Zheng Z, et al. *Apios Americana* Medik flowers extract protects PC12 cells against H₂O₂ induced neurotoxicity via regulating autophagy[J]. *Food Chem Toxicol*, 2019, 124: 231-238.
[12] Ichige M, Fukuda E, Miida S, et al. Novel isoflavoneglucosides in groundnut (*Apios Americana* Medik) and their antiandrogenic activities[J]. *J Agric Food Chem*, 2013, 61(9): 2183-2187.
[13] Lin C F, Liu Y W, Kuo Y H, et al. Flavonoids and biscoumarin from the tubers of *Apios taiwanianus*[J]. *Phytochem Lett*, 2016, 15: 164-167.
[14] Kim J, Kim H, Kang S, et al. Soluble epoxide hydrolase inhibitory activity of components isolated from *Apios Americana* Medik[J]. *Molecules*, 2017, 22(9): 1432.
[15] Kaneta H, Koda M, Saito S, et al. Biological activities of unique isoflavones prepared from *Apios Americana* Medik [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2016, 80(4): 774-778.
[16] 黄陆军,王冉冉,徐凌川. HPLC 法测定土圞儿根皮和块根中的西瑞香素[J]. 化学分析计量, 2017, 26(1): 61-63.
[17] 陈冰冰,汤晟凌,吕伟旗.土圞儿中 3 种成分含量的变异规律[J]. 中成药, 2016, 38(12): 2636-2640.
[18] Okubo K, Yoshiki Y, Okuda K, et al. DDMP-conjugated saponin (soyasaponin βg) isolated from American groundnut (*Apios americana*) [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1994, 58(12): 2248-2250.
[19] 胡轶娟,程林,浦锦宝,等.土圞儿石油醚萃取物的 GC-MS 分析[J]. 医学研究杂志, 2012, 41(12): 79-81.
[20] Nakahashi H, Nishino Y, Nakagawa H, et al. Evaluation of the key odorants in volatile oils from tubers of *Apios Americana* Medikus[J]. *J Oleo Sci*, 2015, 64(11): 1235-1242.
[21] 杨芸芸,楚强,阎英洁,等.美国豆芋的营养成分和生理功能[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(6): 141-146.
[22] Yang C H, Belamkar V, Cannon S B, et al. Characterization and development mechanism of *Apios americana* tuber starch [J]. *Carbohydr Polym*, 2016, 151: 198-205.
[23] Fan X, Zhao L, Zhang L, et al. A new allomorph distribution of C-type starch from root tuber of *Apios fortunei* [J]. *Food Hydrocolloids*, 2017, 66: 334-342.
[24] 胡程.大越豆芋根子植物蛋白饮料加工工艺研究[D].杭州:浙江农林大学,2015.
[25] Chu Q, Zhang S, Yu L, et al. *Apios Americana* Medikus tuber polysaccharide exerts anti-inflammatory effects by activating autophagy[J]. *Int J Biol Macromol*, 2019, 130: 892-902.
[26] Kim H Y, Kim J, So Y K, et al. Anti-inflammatory effect of lupinalbina isolated from *Apios americana* on lipopolysaccharide-

- treated RAW264.7 cells[J]. *Molecules*, 2018, 23(3): 583.
- [27] Sohn S H, Lee S Y, Cui J, et al. *Apios Americana* Medik extract alleviates lung inflammation in influenza virus H1N1 and endotoxin-induced acute lung injury [J]. *J Microbiol Biotechnol*, 2015, 25(12): 2146-2152.
- [28] Chu Q, Chen M, Song D, et al. *Apios Americana* Medik flowers polysaccharide (AFP-2) attenuates H₂O₂ induced neurotoxicity in PC12 cells [J]. *Int J Biol Macromol*, 2019, 123: 1115-1124.
- [29] 杨芸芸. 美国豆芋块茎对肝病肝切除小鼠术后的营养支持作用及其机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2018.
- [30] 刘萌萌, 蔡仁祥, 倪勤学, 等. 大越豆芋块根提取物抗氧化及海虾幼虫致死活性的研究[J]. *食品工业*, 2017, 38(4): 197-200.
- [31] Yan F J, Yang Y Y, Yu L S, et al. Effects of c-glycosides from *Apios americana* leaves against oxidative stress during hyperglycemia through regulating mitogen-activated protein kinases and nuclear factor erythroid 2-related factor 2. [J]. *J Agric Food Chem*, 2017, 65(34): 7457-7466.
- [32] 张 蕾, 周 萌, 倪勤学, 等. 大越豆芋花醇提物抗氧化及α-葡萄糖苷酶抑制活性研究[J]. *浙江林业科技*, 2014, 34(4): 5-10.
- [33] Takashima M, Nara K, Niki E, et al. Evaluation of biological activities of a groundnut (*Apios Americana* Medik) extract containing a novel isoflavone[J]. *Food Chem*, 2013, 138(1): 298-305.
- [34] 陈 龙, 庄 溪, 许光治, 等. 大越豆芋蛋白 ACE 抑制肽的分离纯化研究 [J]. *食品工业科技*, 2014, 35(13): 103-106.
- [35] Iwai K, Matsue H. Ingestion of *Apios americana* Medikus tuber suppresses blood pressure and improves plasma lipids in spontaneously hypertensive rats[J]. *Nutr Res*, 2007, 27(4): 218-224.
- [36] Zhang Y, Zhou C, Tang S, et al. Effect of AATI, a Bowman-Birk type inhibitor from *Apios americana*, on proliferation of cancer cell lines[J]. *Food Chem*, 2011, 128(4): 909-915.
- [37] 谭 娇, 丁 兰, 蔡仁祥, 等. 美国豆芋花总皂苷制备及其α-葡萄糖苷酶抑制活性[J]. *核农学报*, 2017, 31(7): 1355-1364.
- [38] 韩文婷, 徐贵发, 刘 彬. 罗汉参对糖尿病小鼠降糖作用的研究[J]. *卫生研究*, 2009, 38(4): 475-477.
- [39] 韩文婷, 徐贵发, 刘 彬. 罗汉参血糖生成指数的测定分析 [J]. *山东大学学报 (医学版)*, 2009, 47(3): 98-100.
- [40] Zheng Z, Han Y, You S, et al. Improvement in post-partum uterine involution in rats treated with *Apios americana* [J]. *J Zhejiang Univ-SCI B*, 2019, 20(7): 576-587.
- [41] 刘萌萌. 豆芋块根多糖提取分离及免疫活性研究 [D]. 杭州: 浙江农林大学, 2017.
- [42] 刘 彬, 徐贵发, 韩文婷, 等. 罗汉参对小鼠通便作用的研究[J]. *山东大学学报 (医学版)*, 2009, 42(2): 95-98.