

紫地榆的化学成分及质量控制研究进展



田树兴, 邹 兰, 杨 月, 杨巧艳, 字发云, 张 攀

上药大理中药产业有限公司 (云南大理 672401)

【摘要】彝药紫地榆为牻牛儿苗科老鹳草属植物, 入药部位是干燥根, 具有凉血止血、解毒敛疮的功效。紫地榆中主要含有鞣质类、有机酸类、黄酮类及萜类等化学成分。本文通过对紫地榆的化学成分及质量控制的研究进展进行系统整理和综述, 为未来其法定质量标准制定及商业价值开发提供参考。

【关键词】紫地榆; 化学成分; 质量控制; 彝药

【中图分类号】 R284; R927

【文献标识码】 A

Research progress on chemical components and quality control of *Geranium strictipes*

TIAN Shuxing, ZOU Lan, YANG Yue, YANG Qiaoyan, ZI Fayun, ZHANG Pan

SPH Dali Traditional Chinese Medicine Industry Co., Ltd., Dali 672401, Yunnan Province, China

Corresponding author: TIAN Shuxing, Email: tianshuxing12@163.com

【Abstract】The Yi medicine *Geranium strictipes* is a plant of the genus *Geranium* L. in Geraniaceae family. The medicinal part is the dried root, which has the effects of cooling the blood to stop bleeding and detoxifying and astringing sores. *Geranium strictipes* mainly contains chemical components such as tannins, organic acids, flavonoids and terpenoids. This article systematically organizes and reviews the research progress of chemical components and quality control of *Geranium strictipes*, aiming to provide a reference for the formulation of subsequent legal quality standards and the development of commercial value.

【Keywords】*Geranium strictipes*; Chemical components; Quality control; Yi medicine

彝药紫地榆 (*Geranium strictipes*), 为牻牛儿苗科老鹳草属植物, 其入药部位为干燥根^[1]。紫地榆最早载于《滇南本草》^[2], 后世的各中草药志书均有记载^[3-5], 别名隔山消、雀食地榆、赤地榆、红地榆、地榆、万两金等^[6-7]。其味苦、酸、涩、微寒, 归肝、大肠经, 具有凉血止血、解毒敛疮的功效, 用于便血、痔血、血痢、崩漏、水火烫伤、痈肿疮毒^[8]。是我国云南彝族、白族等少数民族常用草药。在我国云南中甸、永宁、丽江、永胜、大理、昆明等

地分布^[9]。紫地榆及其有效成分具有抗氧化、抗酸防龋、抗炎镇痛、调节胃肠功能、止血、抗艾滋病毒等多方面的药理活性^[10-16]。现代药研究表明, 紫地榆中主要含有鞣质类、有机酸类、黄酮类及萜类等多种化学成分, 质量控制主要针对生药学、多指标成分含量测定、指纹图谱等方面展开研究。本文系统综述了近年来紫地榆的化学成分及质量控制的研究进展, 为未来法定质量标准制定及深度开发紫地榆的药用资源提供参考。

1 化学成分

1.1 鞣质类

鞣质类化合物是紫地榆中主要的化学成分，其结构多为没食子酰基与葡萄糖等结合形成的酯类化合物以及部分鞣质还含有六羟基联苯二甲酰基（hexahydroxydiphenoyl, HHDP）结构。杨国红等^[17]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用不同的溶剂萃取，萃取物上不同层析柱，进行层析分离，用光谱方法对分离所得的单体成分进行结构鉴定，从中分离得到鞣质类化合物 β -1,4,6-三-O-没食子酰基葡萄糖、 β -1,6-二-O-没食子酰基葡萄糖、五倍子酸甲酯。曹雨等^[18]用醋酸乙酯对紫地榆药材进行提取，采用超高效液相色谱-四级杆-静电轨道阱-高分辨质谱（ultra-performance liquid chromatography-quadrupole-exactive orbitrap high-resolution mass spectromet, UPLC-Q-Exactive Orbitrap MS）对醋酸乙酯提取物进行分析，得到没食子酰葡萄糖、没食子酸酯、鞣料云实素等多种鞣质类化合物。杨晓珍^[19]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用不同的溶剂萃取，萃取物经硅胶柱色谱，以氯仿-甲醇进行梯度洗脱，反复分离纯化得到提取物，用核磁共振波谱对提取物进行分析，得到鞣质类化合物 3,3',4'-三甲基鞣花酸-4'-O- β -D-葡萄糖苷。郝仲玫^[20]采用超高效液相色谱-四级杆串联飞行时间质谱（ultra performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry, UPLC-Q-TOF-MS）对紫地榆进行化学成分分析，得到柯里拉京、脱氢老鹳草素、诃子宁等多种鞣质类化合物。

1.2 有机酸

有机酸是紫地榆中另外一类含有较多的化学成分，其结构多含有羧基、羟基等官能团，部分还存在酯键结构。杨国红等^[17]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用不同的溶剂萃取，萃取物上不同层析柱，进行层析分离，用光谱方法对分离所得的单体成分进行结构鉴定，从中分离得到有机酸类化合物没食子酸和 3,4-二羟基苯甲酸。曹雨等^[18]用醋酸乙酯对紫地榆药材进行提取，采用 UPLC-Q-Exactive Orbitrap MS 对醋酸乙酯提取物进行分析，得到原儿茶酸、莽草酸等多种有机酸。郝仲玫^[20]采用 UPLC-Q-TOF-MS 对紫地榆进行化学成分分析，得到苹果酸、琥珀酸、莽草酸-3-O-

没食子酸酯等多种有机酸。蓝海等^[21]采用溶剂法进行提取，硅胶柱层析法进行分层析离，用核磁共振氢谱（H nuclear magnetic resonance spectra, HNMR）技术及有关理化性质进行分析鉴定，从紫地榆中分离得到有机酸类化合物鞣花酸、没食子酸、原儿茶酸。

1.3 黄酮类

黄酮类也是紫地榆中含有较多的一类化学成分。其具有黄酮类化合物 C6-C3-C6 为骨架的基本母核结构，部分化合物在此基础上有不同取代基，如羟基、甲氧基等，不同取代位置和数量使得黄酮类化合物呈现出多种不同的结构。杨国红等^[17]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用不同的溶剂萃取，萃取物上不同层析柱，进行层析分离，用光谱方法对分离所得的单体成分进行结构鉴定，从中分离得到有黄酮类化合物（+）-儿茶素。曹雨等^[18]用醋酸乙酯对紫地榆药材进行提取，采用 UPLC-Q-Exactive Orbitrap MS 对醋酸乙酯提取物进行分析，得到黄酮类化合物（+）-儿茶素、异鼠李素。杨晓珍^[19]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用不同的溶剂萃取，萃取物经硅胶柱色谱，以氯仿-甲醇进行梯度洗脱，反复分离纯化得到提取物，用核磁共振波谱对提取物进行分析，得到黄酮类化合物 3,2'-epilarixinol。郝仲玫^[20]采用 UPLC-Q-TOF-MS 对紫地榆进行化学成分分析，得到儿茶素、表没食子儿茶素、金丝桃苷等多种黄酮类化合物。

1.4 萜类

紫地榆的萜类主要为倍半萜和三萜。杨晓珍^[19]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用不同的溶剂萃取，萃取物经硅胶柱色谱，以氯仿-甲醇进行梯度洗脱，反复分离纯化得到提取物，用核磁共振波谱对提取物进行分析，得到萜类化合物齐墩果酸-3-O- β -D-吡喃木糖苷。郝仲玫^[20]采用 UPLC-Q-TOF-MS 对紫地榆进行化学成分分析，得到 fomitoid F、齐墩果酸、吉马酮等多种萜类化合物。

1.5 甾体类

杨晓珍^[19]将紫地榆根 95% 乙醇提取物用正丁醇溶剂萃取，萃取物经硅胶柱色谱，以氯仿-甲醇进行梯度洗脱，反复分离纯化得到提取物胡萝卜苷。紫地榆中分离得的化学成分见表 1。

表1 紫地榆中分离得的化学成分

Table1. Chemical components isolated from Geranium strictipes

类别	序号	化合物名	文献	类别	序号	化合物名	文献
鞣质类	1	β -1,4,6-三-O-没食子酰基葡萄糖	[17-18]	有机酸	10	isogermaerone	[20]
	2	β -1,6-二-O-没食子酰基葡萄糖	[17-18]		11	橙花叔醇	[20]
	3	五倍子酸甲酯	[17]		1	鞣花酸	[17-18, 20-21]
	4	没食子酰葡萄糖	[18]		2	没食子酸	[17-18, 20-21]
	5	没食子酸酯	[18]		3	3,4-二羟基苯甲酸	[17]
	6	老鹳草素	[18, 20]		4	原儿茶酸	[18, 20-21]
	7	鞣料云实素	[18]		5	莽草酸	[18]
	8	digalloyl-HHDP-glucose	[18]		6	没食子酸甲酯	[18, 20]
	9	β -1,2,3,6-四-O-没食子酰基葡萄糖	[18]		7	苹果酸	[20]
	10	trigalloyl-HHDP-glucose	[18]		8	琥珀酸	[20]
	11	五没食子酰葡萄糖	[18]		9	莽草酸-3-O-没食子酸酯	[20]
	12	hexagalloyl glucose	[18, 20]		10	短叶苏木酚酸	[20]
	13	没食子酸乙酯	[18]		11	3-甲氧基鞣花酸	[20]
	14	heptagalloyl glucose	[18]		12	亚油酸	[20]
	15	3,3',4'-三甲基鞣花酸-4'- -O- β -D-葡萄糖苷	[19-20]		13	棕榈酸	[20]
	16	一没食子酰葡萄糖苷	[20]		14	油酸	[20]
	17	二没食子酰基葡萄糖苷	[20]		15	棕榈酸甲酯	[20]
	18	没食子甲酯-3-O- β -D-(6'-O- 没食子酰基)-吡喃葡萄糖苷	[20]		16	棕榈酸乙酯	[20]
	19	三没食子酰基葡萄糖苷	[20]		17	叶下珠素 E	[20]
	20	柯里拉京	[20]		18	原儿茶醛	[20]
	21	脱氢老鹳草素	[20]		19	Gerfelin	[20]
	22	诃子宁	[20]		20	亚麻油酸	[20]
	23	芙蓉草素	[20]		21	邻苯二甲酸二丁酯	[20]
	24	石岩枫鞣酸A	[20]		22	11-(3-戊氧基-2-乙基)十一酸甲酯	[20]
	25	Mallotin	[20]		23	邻苯二甲酸二辛酯	[20]
	26	鞣花酸-4-O-吡喃木糖苷	[20]	黄酮类	1	(+)-儿茶素	[17-18]
	27	叶下珠素C	[20]		2	异鼠李素	[18]
	28	stachyanthuside A	[20]		3	3,2'-epilarixinol	[18-19]
	29	四没食子酰基葡萄糖苷	[20]		4	儿茶素	[20]
	30	石榴叶鞣质	[20]		5	表没食子儿茶素	[20]
	31	β -1,2,3,4,6-O-五没食子酰葡萄糖	[20]		6	金丝桃苷	[20]
	32	叶下珠素 U	[20]		7	tricetin-7-glucoside	[20]
萜类	1	齐墩果酸-3-O- β -D-吡喃木糖苷	[19-20]		8	异槲皮苷	[20]
	2	1-O-[(16 α)-16-acetoxy-24- methylene-3,21-dioxolanost-8-en- 21-yl]- β -D-glucopyranose	[20]		9	紫云英苷	[20]
	3	2,3,23-tri(acetyloxy)-(2 α , 3 β , 4 α)-urs- 12-en-28-oic acid	[20]		10	山奈酚异构体	[20]
	4	fomitoside F	[20]		11	2'-O-没食子酰基金丝桃苷	[20]
	5	齐墩果酸	[20]		12	山奈酚	[20]
	6	3-O-咖啡酰基齐墩果酸	[20]		13	山奈酚-3-O- α -L-呋喃阿拉伯糖苷	[20]
	7	(E)-p-elemenone	[20]		14	原花青素	[20]
	8	吉马酮	[20]		15	花旗松素	[20]
	9	germazone	[20]		16	槲皮素-3-O- α -(2"-没食子 酰基)-阿拉伯吡喃糖苷	[20]
					17	表-5,7,4'-三羟基黄烷-3-醇- (4 β $\rightarrow$ 8, 2 β $\rightarrow$ O $\rightarrow$ 7)-棓儿茶素	[20]
				甾体类	1	胡萝卜苷	[20]

2 紫地榆质量控制

2.1 标准收载情况

紫地榆使用历史悠久，最早载于《滇南本

草》，后世各中草药志书均有记载。市场紫地榆的产品众多，目前有肠胃舒胶囊、千紫红胶囊、千紫红颗粒（冲剂）、郑氏女金丹、郑氏女金丸、壮骨丸、千紫红片等众多中成药使用紫地榆作

为组方药材^[22-23],包括紫地榆饮片、醋紫地榆、酒紫地榆、炒紫地榆、紫地榆炭等炮制饮片。紫地榆涉及到的质量标准众多,现行质量标准主要包括《中华人民共和国卫生部药品标准》中药成方制剂第十一、十二、十七、十九册、《国家中成药标准汇编》内科脾胃分册、《新编国家中成药》第2版、国家食品药品监督管理局国家药品标准 YBZ07592006-2011Z、云南省药品监督管理局中药饮片炮制规范云 YPBZ-0072-2005-2023、《云南省中药材标准》2005 年版第六册·彝族药、《云南省中药饮片标准》2005 年版第一册、《云南省中药饮片标准》2005 年版第二册^[8, 24]。仅对以紫地榆作为组方药材的中成药及紫地榆炮制的中药饮片的性状、水分、总灰分、浸出物等指标作出了相应的规定,但并未对农药残留量、重金属及有害元素含量、主药含量测定等指标及方法进行规定。

2.2 定性鉴别

《云南省中药材标准》2005 年版第六册·彝族药对紫地榆药材的性状和薄层色谱鉴别方法进行了规定,但对紫地榆的显微鉴别、薄层色谱鉴别等定性鉴别方法并未进行规定。万近福等^[25]对紫地榆的来源鉴定、性状鉴定、显微鉴定及薄层色谱等指标进行了初步研究。其研究表明,显微鉴定中紫地榆粉末草酸钙簇晶及淀粉粒较多;以聚酰胺薄膜为固定相,乙醇-水-甲酸(3:2:0.1)为展开剂,1%三氯化铝乙醇液为显色剂,在365 nm的紫外光灯下观察,紫地榆样品色谱中与对照药材色谱相应的位置上显相同颜色的荧光斑点,且有较好的重现性。罗宝生^[26]从紫地榆植物来源、药材性状、功用等几个方面进行研究,分别对地榆和紫地榆二者区别进行阐述,对规范中药名称、正确选用中药品种、降低药物不良反应、提高防病治病成效具有重要的指导意义。

2.3 含量测定

中药材常用的含量测定方法有滴定法、紫外-可见分光光度法及 HPLC 法^[27-29]等,重金属及有害元素的测定方法有重金属检查法、原子吸收分光光度法等^[30]。

2.3.1 紫外-可见分光光度法

骆婷婷等^[31]用采用鞣质含量测定法,以没食子酸为对照品,以紫外-可见分光光度法测其总

鞣质含量。测定结果表明,总鞣质以没食子酸计,当紫地榆鞣质浓度在 2.03~12.17 $\mu\text{g/mL}$ 范围内,与吸光度呈良好的线性关系($r=0.9994$),平均加样回收率为 99.1%。

2.3.2 液相色谱法

肖培云等^[32]经回流提取法提取,以没食子酸为对照品,以 HPLC 法测其没食子酸含量,结果表明,当采用 Agilent ZOR-BAX SB C_{18} (150 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm) 色谱柱、流动相为甲醇-0.4%磷酸水溶液、检测波长为 273 nm、流速为 1.0 mL/min、柱温为 25 $^{\circ}\text{C}$ 时,没食子酸在 0.05~0.5 μg 范围内线性关系良好,平均加样回收率为 98.46%。谢苗等^[33]通过 HPLC 法,测定经乙酸乙酯、正丁醇和水提取物中没食子酸甲酯、没食子酸、儿茶素和鞣花酸的含量。测定结果表明,当采用 Thermo Synchronis AQ C_{18} (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm) 色谱柱、流动相为乙腈-0.5%磷酸水溶液(梯度洗脱)、流速为 1.0 mL/min、柱温为 25 $^{\circ}\text{C}$ 、检测波长为 214 nm(没食子酸甲酯、没食子酸、儿茶素)和 254 nm(鞣花酸)时,没食子酸、没食子酸甲酯、儿茶素和鞣花酸分别在 0.106~2.64、0.106~1.59、0.024~0.288、0.252~6.30 μg 范围内线性关系良好;没食子酸、鞣花酸含量分别在水、乙酸乙酯提取物中最高,而正丁醇及水提取物中均未检测到儿茶素和没食子酸甲酯。邹绒弟等^[34]采用 70% 乙醇为溶剂提取紫地榆中的化学成分,以 HPLC 法测其鞣花酸和没食子酸的含量,结果表明,当采用 Thermo C_{18} (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm) 色谱柱、流动相为甲醇-0.1%磷酸水溶液(梯度洗脱)、检测波长为 260 nm、流速为 1.0 mL/min、柱温为 30 $^{\circ}\text{C}$ 时,鞣花酸和没食子酸分别在 6.38~31.88、11~55 $\mu\text{g/mL}$ 范围内线性关系良好,回收率分别为 99.2%、97.6%。庞博等^[35]以红外辅助提取法提取紫地榆药材,采用 HPLC 法测定紫地榆药材中没食子酸、没食子酸甲酯、鞣料云实素、老鹳草素、鞣花酸、五没食子酰葡萄糖的含量,结果表明,当采用 Aglient ZORBAX SBAq- C_{18} (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm) 色谱柱、流动相为乙腈-0.1%甲酸水溶液(梯度洗脱)、检测波长为 254 nm、流速为 1.0 mL/min、柱温为 30 $^{\circ}\text{C}$ 时,6 个化学成分均线性关系良好,平均回收率在 98.44%~102.03% 之间。

2.3.3 UHPLC-MS/MS法

郝仲玖等^[36]以70%甲醇溶液超声提取法提取,采用UHPLC-MS/MS法同时测定了15批彝族药紫地榆中11个化学成分(没食子酸、短叶苏木酚酸、鞣花酸、没食子酸甲酯、儿茶素、老鹳草素、柯里拉京、异槲皮苷、紫云英苷、五没食子酰葡萄糖、齐墩果酸)的含量,测定结果表明,当采用Shim-pack GIST C₁₈ (100 mm × 2.1 mm, 2.0 μm)色谱柱、流动相为乙腈-0.1%乙酸水溶液(梯度洗脱)、流速为0.4 mL/min、柱温为30℃、进样量为1 μL、电喷雾离子源、多重反应监测模式负离子检测时,11个化学成分在测定浓度范围内线性关系良好,平均加样回收率为98.7%~109.7%。

2.3.4 原子荧光光谱法

蓝海等^[37]以湿法消解处理样品,采用原子荧光分光光度法测定紫地榆中砷、汞、镉、铅4种元素的含量, $r>0.9993$,回收率为99.4%~102.3%,紫地榆中的砷、汞、镉、铅4种重金属含量符合《中国药典》中重金属的限量标准。

2.3.5 原子吸收光谱法

杨晓莉等^[38]以湿法消解处理样品,采用火焰原子吸收法测定紫地榆中钙、镁、铁、铜、锰、锌6种元素的含量, $r>0.9917$;紫地榆中6种元素回收率94.4%~119.1%。

2.4 指纹图谱

中药指纹图谱技术是一种利用现代分析技术如HPLC法、GC法、MS法等对中药材进行综合化学成分分析的方法,其构建的中药材化学指纹图谱不仅能够反映样品的整体化学成分,还能够展示各成分的含量和相对比例,为质量控制提供详细的化学指纹,实现对中药材的快速、精准检测^[39-40]。通过对中药材中多个化学成分的分离、检测和定量,形成特征化的“指纹图谱”,以表征其质量特征^[41]。杨晓珍等^[42]以70%甲醇溶液超声提取法提取,并通过HPLC法对紫地榆进行指纹图谱分析,分析结果表明,当采用Agilent ZORBAX SB-C₁₈ (250 mm × 4.6 mm, 5 μm)色谱柱、流动相为乙腈-水(梯度洗脱)、柱温为25℃、检测波长为254 nm时,21批样品指纹图谱中有13个共有峰,相似度均在0.894以上。吕兴等^[43]以紫地榆乙醇总提物经不同极性试剂萃取后通过HPLC法对紫地榆萃取物进行指纹图

谱分析,并研究其体内抗炎活性的谱效相关性,结果表明,HPLC图谱所标定的27个特征色谱峰中,有13个与抗炎率呈显著相关。田宇柔等^[44]以70%甲醇溶液超声提取法提取,并通过HPLC法对紫地榆进行指纹图谱分析,共标定21个共有峰,15批药材相似度为0.908~0.990。

3 结语

紫地榆作为一种具有确切疗效、重要药用价值的彝药,在化学成分和质量控制方面已取得了一定的研究成果。目前已明确紫地榆含有鞣质类、有机酸类、黄酮类、萜类及甾体类等多种化学成分,这些成分赋予了紫地榆抗氧化、抗炎镇痛、调节胃肠功能等多种药理活性。在质量控制方面,虽然现有众多涉及紫地榆的质量标准,但仍存在农药残留量、重金属及有害元素含量规定缺失等不足,定性鉴别和含量测定方法也有待进一步完善和统一。在未来的研究中,鉴于紫地榆在化学成分和质量控制方面已有的研究成果,以及当前质量控制体系存在的不足,深入探究其药效物质基础显得尤为关键,明确各类化学成分在发挥凉血止血、解毒敛疮等功效中的协同作用机制,为新药研发提供更精准的理论依据。同时完善质量控制体系,建立全面且统一的质量标准,增加农药残留、重金属及有害元素的检测指标,并优化含量测定和指纹图谱技术,确保紫地榆药材及相关制剂的质量稳定可控。其次开展紫地榆的规范化种植研究,探究不同产地、种植环境和栽培技术对其化学成分和质量的影响,实现紫地榆资源的可持续利用。通过这些研究,有望进一步挖掘紫地榆的药用潜力,推动其在现代医药领域的广泛应用。

参考文献

- 1 云南省食品药品监督管理局. 云南省中药材标准 2005 年版. 第六册彝族药(III) [S]. 2005: 89-90.
- 2 明·兰茂. 滇南本草(第二卷) [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1977: 275.
- 3 云南省卫生局革命委员会, 编. 云南中草药 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1971: 796-797.
- 4 全国中草药汇编编写组, 编. 全国中草药汇编(下册) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1983: 624.
- 5 国家中医药管理局《中华本草》编委会, 编. 中华本草(第四卷) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 728-729.
- 6 昆明市文生局, 编. 昆明民间常用草药 [M]. 昆明: 昆明市卫生局, 1970: 28-29.

- 7 黎光南, 主编. 云南中药志(第一卷)[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1990: 508-509.
- 8 云南省食品药品监督管理局. 云南省中药饮片标准 2005 年版. 第一册[S]. 2005: 81-83.
- 9 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志(第五卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 85.
- 10 罗廷顺, 石柱兰, 杨静, 等. 紫地榆多酚提取工艺优化及其体外抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(12): 2853-2856. [Luo TS, Shi GL, Yang J, et al. Extraction technology of polyphenol and *in vitro* antioxidant activities from the *Geranium strictipes* R. Knuth[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2019, 30(12): 2853-2856.] DOI: 10.3969/j.issn.1008-0805.2019.12.012.
- 11 王丽梅, 刘字珍, 吕再玲, 等. 隔山消不同溶剂提取物对脱矿釉质再矿化作用的实验研究[J]. 口腔医学, 2015, 35(11): 897-900. [Wang LM, Liu ZZ, Lyu ZL, et al. Experimental study on remineralization of demineralized enamel by different extracts of *Geranium strictipes* R. Kunth[J]. Stomatology, 2015, 35(11): 897-900.] DOI: 10.13591/j.cnki.kqyx.2015.11.001.
- 12 李梦琪. 紫地榆中 4 种成分对致龋菌抑菌机制的初步研究[D]. 云南大理: 大理大学, 2018. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10679-1018128459.htm>.
- 13 孙闪闪, 耿树琼, 李银蕊, 等. 白族药紫地榆体内镇痛抗炎作用初步研究[J]. 中国医院药学杂志, 2019, 39(12): 1223-1226. [Sun SS, Geng SQ, Li YR, et al. Preliminary study on analgesic and anti-inflammatory action of bai medicine *Geranium strictipes* R. Knuth *in vivo*[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2019, 39(12): 1223-1226.] DOI: 10.13286/j.cnki.chinhosp pharmacy.2019.12.02.
- 14 吕兴. 紫地榆提取物对溃疡性结肠炎大鼠的防治作用及机制研究[D]. 云南大理: 大理大学, 2020. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10679-1020091313.htm>.
- 15 耿玲, 杨国堂, 张旭强, 等. 紫地榆提取物对慢性溃疡性结肠炎大鼠的治疗作用[J]. 中药新药与临床药理, 2019, 30(6): 653-658. [Geng L, Yang GT, Zhang XQ, et al. The Effect of extracts from *Geranium strictipes* R. Knuth on the chronic ulcerative colitis in rats[J]. Traditional Chinese Drug Research and Clinical Pharmacology, 2019, 30(6): 653-658.] DOI: 10.19378/j.issn.1003-9783.2019.06.003.
- 16 封焯, 王金燕, 南彦东, 等. 紫地榆提取物的止血作用[J]. 中成药, 2017, 39(10): 2153-2155. [Feng Y, Wang JY, Nan YD, et al. The hemostatic effect of *Geranium strictipes* extract[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2017, 39(10): 2153-2155.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2017.10.035.
- 17 杨国红, 陈道峰. 紫地榆的化学成分及其抗艾滋病病毒活性[J]. 中草药, 2007, 38(3): 352-354. [Yang GH, Chen DF. The chemical components of *Geranium strictipes* R. Knuth and their anti-HIV activities[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2007, 38(3): 352-354.] DOI: 10.3321/j.issn:0253-2670.2007.03.013.
- 18 曹雨, 李金花, 刘海波, 等. 隔山消抗神经氨酸酶活性及化学成分研究[J]. 中草药, 2017, 48(21): 4485-4492. [Cao Y, Li JH, Liu HB, et al. Study on anti-neuraminidase activity and chemical compounds of *Geranium strictipes*[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2017, 48(21): 4485-4492.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.21.019.
- 19 杨晓珍. 紫地榆防龋活性部位和活性成分的筛选[D]. 云南大理: 大理大学, 2017. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10679-1017215785.htm>.
- 20 郝仲玖. 基于液质联用技术与网络药理学的彝族药紫地榆质量评价研究[D]. 石家庄: 河北中医药大学, 2023. <https://search.cnki.com.cn/Search/Result>.
- 21 蓝海, 李龙星, 杨永寿. 隔山消的化学成分研究[J]. 大理医学院学报, 2001, 10(4): 13-14. [Lan H, Li LX, Yang YS. Chemical constituents of *Geranium strictipes* R. Knuth[J]. Medical Journal of Dali College, 2001, 10(4): 13-14.] DOI: 1004-4442(2001)04-0013-02.
- 22 武蕊, 崔艳华, 黄牧坤, 等. HPLC-DAD 法测定肠胃舒胶囊中木香羟内酯、去氢木香内酯、没食子酸和血竭素[J]. 现代药物与临床, 2022, 37(4): 746-749. [Wu R, Cui YH, Huang MK, et al. Determination of auckland lactone, dehydrocaractone, gallic acid, and draconisin in Changweishu capsules by HPLC-DAD[J]. Drugs & Clinic, 2022, 37(4): 746-749.] DOI: 1674-5515(2022)04-0746-04.
- 23 袁文娟, 高文分, 孟芹, 等. HPLC 法测定千紫红颗粒中杨梅苷的含量[J]. 云南中医中药杂志, 2011, 32(11): 72-74. [Yuan WJ, Gao WF, Meng Q, et al. Determination of the content of myricitrin in Qianzihong granules by HPLC method[J]. Yunnan Journal of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2011, 32(11): 72-74.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-2349.2011.11.044.
- 24 云南省食品药品监督管理局. 云南省中药饮片标准 2005 年版. 第二册[S]. 2005: 162-163.
- 25 万近福, 李学芳, 王丽, 等. 紫地榆的生药鉴定[J]. 中药材, 2008, 31(4): 496-497. [Wan JF, Li XF, Wang L, et al. Pharmacognostical studies on root of *Geranium strictipes*[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2008, 31(4): 496-497.] DOI: 10.3321/j.issn:1001-4454.2008.04.010.
- 26 罗宝生. 地榆与紫地榆的鉴别及其功用[J]. 内蒙古中医药, 2014, 33(29): 61-62. [Luo BS. Identification and functions of *Sanguisorba officinalis* L. and *Geranium strictipes* R. Knuth[J]. Nei Mongol Journal of Traditional Chinese Medicine, 2014, 33(29): 61-62.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-0979.2014.29.059.
- 27 王小永, 马丽, 周维维, 等. 酸碱滴定法测定山楂炭中枸橼酸的含量[J]. 食品安全导刊, 2023, (10): 90-93. [Wang XY, Ma L, Zhou WW, et al. Determination of citric acid in *Crataegus pinnatifida* charcoal by acid-base titration[J]. China Food Safety Magazine, 2023, (10): 90-93.] DOI: 10.16043/j.cnki.cfs.2023.10.034.
- 28 王雪. 紫外-可见分光光度计在药物检测中的应用[J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(81): 195. [Wang X. The application of UV-visible spectrophotometer in drug detection[J]. Electronic Journal of Clinical Medical Literature, 2019, 6(81): 195.] DOI: 10.16281/j.cnki.jocml.2019.81.156.
- 29 刘龙见. 高效液相色谱法在医疗药品检测中的应用研究[J]. 品牌与标准化, 2024, (6): 45-47. [Liu LJ. Research on the application of high performance liquid chromatography in Medical

- drug testing[J]. Brand & Standardization, 2024, (6): 45–47.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-4977.2024.06.014](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4977.2024.06.014).
- 30 邹莉, 金武, 袁帅, 等. 微探原子吸收光谱法在农产品重金属检测中的应用[J]. 食品安全导刊, 2021, (12): 175. [Zou L, Jin W, Yuan S, et al. A preliminary exploration of the application of atomic absorption spectrometry in the detection of heavy metals in agricultural products[J]. China Food Safety Magazine, 2021, (12): 175.] DOI: [10.16043/j.cnki.cfs.2021.12.097](https://doi.org/10.16043/j.cnki.cfs.2021.12.097).
- 31 骆婷婷, 蓝海, 张海珠, 等. 紫地榆中总鞣质的含量测定[J]. 大理学院学报, 2014, 13(2): 12–14. [Luo TT, Lan H, Zhang HZ, et al. Determination of total tannins in *Geranium strictipes* R. Knuth[J]. Journal of Dali University, 2014, 13(2): 12–14.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-2345.2014.02.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-2345.2014.02.005).
- 32 肖培云, 蓝海, 李龙星. HPLC 法测定隔山消中没食子酸的含量研究[J]. 大理学院学报, 2009, 8(6): 9–11. [Xiao PY, Lan H, Li LX. Determination of gallic acid in *Geranium strictipe* R. Kunth by HPLC[J]. Journal of Dali University, 2009, 8(6): 9–11.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-2345.2009.06.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-2345.2009.06.003).
- 33 谢苗, 杨淋, 杨晓珍, 等. HPLC 法同时测定紫地榆 3 种提取物中 4 种成分[J]. 中成药, 2016, 38(5): 1066–1070. [Xie M, Yang L, Yang XZ, et al. Simultaneous determination of four constituents in three extracts of *Geranium strictipes*[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2016, 38(5): 1066–1070.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2016.05.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2016.05.021).
- 34 邹绒弟, 骆婷婷, 苏敏, 等. 紫地榆中鞣花酸和没食子酸含量测定[J]. 大理大学学报, 2016, 1(6): 47–49. [Zou RD, Luo TT, Su M, et al. Determination of the content of ellagic acid and gallic acid in *Geranium strictipes*[J]. Journal of Dali University, 2016, 1(6): 47–49.] DOI: [10.3969/j.issn.2096-2266.2016.06.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-2266.2016.06.012).
- 35 庞博, 周萍, 王永宽, 等. HPLC 法测定紫地榆中六种化学成分含量[J]. 井冈山大学学报(自然科学版), 2021, 42(3): 20–24. [Pang B, Zhou P, Wang YK, et al. Determination of six chemical components in *Geranium strictipes* R. Knuth by HPLC[J]. Journal of Jinggangshan University (Natural Sciences Edition), 2021, 42(3): 20–24.] DOI: [10.3669/j.issn.1674-8085.2021.03.005](https://doi.org/10.3669/j.issn.1674-8085.2021.03.005).
- 36 郝仲玫, 田宇柔, 冯玉, 等. UPLC-MS/MS 法同时测定彝族药紫地榆中 11 个化学成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2023, 43(4): 573–581. [Xi ZW, Tian YR, Feng Y, et al. Simultaneous determination of 11 chemical constituents in Yi nationality medicine *Geranium strictipes* R. Knuth by UPLC-MS/MS[J]. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 2023, 43(4): 573–581.] DOI: [10.16155/j.0254-1793.2023.04.05](https://doi.org/10.16155/j.0254-1793.2023.04.05).
- 37 蓝海, 杨颖, 周平, 等. 原子荧光光谱法测定隔山消中砷、汞、镉、铅的含量[J]. 北京中医药大学学报, 2009, 32(9): 621–623. [Lan H, Yang Y, Zhou P, et al. Quantitative determination of As, Hg, Cd and Pb in *Radix cynanchi a uriculati* by atomic fluorescence spectrometry[J]. Journal of Beijing University of Traditional Chinese Medicine, 2009, 32(9): 621–623.] DOI: [10.3321/j.issn.1006-2157.2009.09.012](https://doi.org/10.3321/j.issn.1006-2157.2009.09.012).
- 38 杨晓莉, 罗常辉, 蓝海. 隔山消中钙镁铁铜锰锌的含量测定[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(5): 1151–1152. [Yang XL, Luo CH, Lan H. Determination of the contents of calcium, magnesium, iron, copper, manganese and zinc in *Geranium strictipes* R. knuth[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2010, 21(5): 1151–1152.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2010.05.059](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2010.05.059).
- 39 连益纯, 林静, 李知瑾, 等. HPLC 特征图谱技术在中药制剂质量控制中的应用进展[J]. 海峡药学, 2024, 36(2): 1–5. [Lian YC, Lin J, Li ZJ, et al. Application progress of HPLC characteristic chromatogram in quality control of traditional chinese medicine preparations[J]. Strait Pharmaceutical Journal, 2024, 36(2): 1–5.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-3765.2024.02.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-3765.2024.02.001).
- 40 范鑫玉, 吉田, 笔雪艳, 等. 中药指纹图谱分类及评价概述[J]. 黑龙江医药, 2023, 36(6): 1254–1258. [Fan XY, Ji T, Bi XY, et al. Overview of the classification and evaluation of fingerprints of traditional Chinese medicines[J]. Heilongjiang Medicine Journal, 2023, 36(6): 1254–1258.] DOI: [10.14035/j.cnki.hljyy.2023.06.004](https://doi.org/10.14035/j.cnki.hljyy.2023.06.004).
- 41 曾建红, 徐刚标, 何川. 色谱指纹图谱在中药材质量控制中的应用进展[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(6): 1501–1502. [Zeng JH, Xu GB, He C. Research progress on the application of chromatographic fingerprint in the quality control of Chinese medicinal materials[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2012, 23(6): 1501–1502.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2012.06.082](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2012.06.082).
- 42 杨晓珍, 谢苗, 王燕, 等. 紫地榆 HPLC 指纹图谱建立及模式识别[J]. 中成药, 2018, 40(2): 383–387. [Yang XZ, Xie M, Wang Y, et al. Establishment of HPLC fingerprints of *Geranium strictipes* and pattern recognition[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2018, 40(2): 383–387.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2018.02.027](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2018.02.027).
- 43 吕兴, 卢建升, 耿树琼, 等. 紫地榆不同极性部位抗炎活性与 HPLC 图谱相关性研究[J]. 大理大学学报, 2020, 5(2): 31–37. [Lyu X, Lu JS, Geng SQ, et al. Correlation between Anti-inflammatory activity and HPLC spectrum of different polar parts of *Geranium strictipes*[J]. Journal of Dali University, 2020, 5(2): 31–37.] DOI: [10.3969/j.issn.2096-2266.2020.02.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-2266.2020.02.008).
- 44 田宇柔, 郝仲玫, 冯玉, 等. 基于指纹图谱与多成分定量结合化学模式识别技术的彝族药紫地榆质量评价研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2022, 29(7): 111–117. [Tian YR, Xi ZW, Feng Y, et al. Quality evaluation of yi nationality medicine of *Geranium strictipes* R. Knuth based on HPLC fingerprint and multi-component quantification combined with chemical pattern recognition technology[J]. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2022, 29(7): 111–117.] DOI: [10.19879/j.cnki.1005-5304.202112422](https://doi.org/10.19879/j.cnki.1005-5304.202112422).

收稿时间: 2024 年 11 月 07 日 修回时间: 2025 年 02 月 28 日
本文编辑: 钟巧妮 桂裕亮