土茯苓中8个成分的含量测定及化学计量学分析Δ

邹惠亮[1*]，王新财[1]，陈　柯[1]，崔　虹[1]，孟令杰[2]，刘百联[3]，陈　敏[1#]（1.湖州市食品药品检验研究院，浙江 湖州 313000；2.遵义医科大学生命科学研究院，贵州 遵义　563000；3.暨南大学药学院中药及天然药物研究所，广州　510632）

中图分类号　R917；R284.1　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408（2024）19-2378-05
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2024.19.10

摘　要　目的　为土茯苓药材的质量控制提供依据。**方法**　采用超高效液相色谱法同时测定不同产地20批（编号S1～S20）土茯苓中5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷的含量。采用化学计量学方法对20批土茯苓样品进行评价，并筛选影响土茯苓质量的差异标志物。**结果**　所测8个成分在各自检测质量浓度范围内线性关系良好（$r\geqslant0.999\ 6$）；精密度、重复性和稳定性（24 h）试验的RSD均小于2.00%（$n=6$）；平均加样回收率为97.60%～106.40%，RSD均小于2.00%（$n=6$）。聚类分析结果显示，浙江产（S1～S5）和江西产（S6～S10）样品聚为一类，湖南产（S11～S15）样品聚为一类，云南产（S16～S20）样品聚为一类；主成分分析结果显示，前2个主成分可反映土茯苓中8个成分85.60%的信息量；偏最小二乘-判别分析结果显示，5-*O*-咖啡酰基莽草酸、落新妇苷、异落新妇苷和新落新妇苷的变量重要性投影值均大于1。**结论**　不同产地土茯苓中上述8个成分含量存在差异，5-*O*-咖啡酰基莽草酸、落新妇苷、异落新妇苷和新落新妇苷可能是影响土茯苓质量的差异标志物。

关键词　土茯苓；化学计量学；含量测定；超高效液相色谱法；5-*O*-咖啡酰基莽草酸；落新妇苷；异落新妇苷；新落新妇苷

Content determination and chemometric analysis of 8 components in *Smilax glabra*

ZOU Huiliang[1], WANG Xincai[1], CHEN Ke[1], CUI Hong[1], MENG Lingjie[2], LIU Bailian[3], CHEN Min[1]（1. Huzhou Institute for Food and Drug Control, Zhejiang Huzhou 313000, China; 2. Institute of Life Sciences, Zunyi Medical University, Guizhou Zunyi 563000, China; 3. Institute of Traditional Chinese Medicine and Natural Products, College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China）

ABSTRACT　OBJECTIVE To provide reference for *Smilax glabra* quality control. **METHODS** UPLC method was established to simultaneously determine the contents of 5-*O*-caffeoylshikimic acid, neoastilbin, astilbin, neoisoastilbin, isoastilbin, engelitin, resveratrol and isoengelitin in 20 batches of *S. glabra* from different areas (No. S1-S20). The quality evaluation of 20 batches of samples was performed by chemometrics; the differential biomarkers that affected the quality of *S. glabra* were screened. **RESULTS** The measured 8 components had good linear relationship within the range of measured concentration ($r\geqslant0.999\ 6$). RSDs of precision, repeatability and stability tests (24 h) were all lower than 2.00% ($n=6$). The average recoveries varied between 97.60% and 106.40% (RSDs were all lower than 2.00%, $n=6$). Cluster analysis showed that the samples produced in Zhejiang (S1-S5) and Jiangxi (S6-S10) were clustered into one category; the samples produced in Hunan (S11-S15) were clustered into one category; the samples produced in Yunnan (S16-S20) were clustered into one category. Principal component analysis showed that the first two principal components could represent 85.60% information of 8 components in *S. glabra*. Partial least squares-discriminant analysis showed that variable importance projection values of 5-*O*-caffeoylshikimic acid, astilbin, isoastilbin and neoastilbin were all greater than 1. **CONCLUSIONS** There are differences in the contents of the above 8 components in *S. glabra* from different origins; 5-*O*-caffeoylshikimic acid, astilbin, isoastilbin and neoastilbin may be differential markers affecting the quality of *S. glabra*.

KEYWORDS　*Smilax glabra*; chemometrics; content determination; UPLC; 5-*O*-caffeoylshikimic acid; astilbin; isoastilbin; neoastilbin

Δ**基金项目** 湖州市科技计划项目（No.2020GZ12）

＊**第一作者** 主管中药师。研究方向：药品检验与质量控制。E-mail：zouhuiliang@163.com

＃**通信作者** 副主任中药师。研究方向：药品检验与质量控制。E-mail：358162468@qq.com

土茯苓为百合科菝葜属植物光叶菝葜*Smilax glabra* Roxb.的干燥根茎，具有除湿、解毒、通利关节的功效[1]。土茯苓主产于我国长江流域以南，为常用药物[2]。现代药理学研究表明，土茯苓具有抗炎、镇痛、抗氧化、

抗肿瘤等多种生物活性，其主要药效物质基础为黄酮类成分和有机酸类成分[3－5]。但2020年版《中国药典》（一部）仅以单一成分落新妇苷作为土茯苓质量控制的指标成分[1]，难以反映该药材的整体质量。此外，由于落新妇苷存在4个异构体且相互之间易发生转化，因此难以准确测定其含量[6]。

近年来，多指标含量测定结合化学计量学分析的综合评价模式，能够客观地对大量数据进行统计分析，已广泛用于药材及其制剂的质量评价。基于此，本研究以土茯苓中含量较高且药理活性明显的黄酮类成分和有机酸类成分，即5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷为检测指标[6－9]，采用超高效液相色谱（UPLC）法测定不同产地土茯苓中上述8个成分的含量，并进行化学计量学分析，旨在为该药材的质量控制提供参考依据。

1　材料

1.1　主要仪器

本研究所用的主要仪器有LC-40D XS型UPLC仪（日本Shimadzu公司），XS205型十万分之一电子天平、ME3200TE型百分之一电子天平（瑞士Mettler Toledo公司），UC-10型超声波清洗器（浙江省科学器材进出口有限责任公司）等。

1.2　主要药品与试剂

落新妇苷（批号111798-201805，纯度93.6%）、白藜芦醇（批号111535-201703，纯度99.4%）、黄杞苷（批号111906-201102，纯度93.7%）对照品均购自中国食品药品检定研究院；新异落新妇苷（批号21101305，纯度98.8%）、新落新妇苷（批号21092701，纯度99.9%）、异落新妇苷（批号21022401，纯度99.7%）对照品均购自成都普菲得生物技术有限公司；异黄杞苷（批号Z05M10B87443，纯度95.0%）、5-*O*-咖啡酰基莽草酸（批号Z14O10B99805，纯度98.0%）对照品均购自上海源叶生物科技有限公司；乙腈、甲醇、甲酸均为色谱纯，水为超纯水。

20批土茯苓药材由本课题组分别收集于浙江、江西、湖南和云南4个产地，经湖州市食品药品检验研究院陈敏副主任中药师鉴定为百合科植物光叶菝葜*S. glabra* Roxb.的干燥根茎，具体信息见表1。

2　方法与结果

2.1　对照品溶液的制备

分别精密称取5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷对照品适量，加甲醇制成每1 mL分别含上述成分0.749、0.901、0.851、0.807、1.112、0.774、0.815、0.669 mg的单一对照品储备液。精密吸取上述各单一对照品储备液适量，置于同一25 mL棕色容量瓶中，用50%甲醇稀释至刻度，混匀，得每1 mL分别含上述成分14.980、18.020、170.200、16.140、11.120、23.220、8.150、13.380 μg的混合对照品溶液。

表1　土茯苓样品来源信息

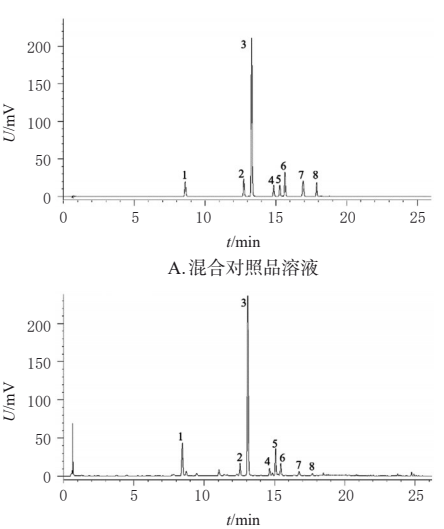
样品编号	产地	批号	样品编号	产地	批号
S1	浙江湖州	210204	S11	湖南株洲	221121
S2	浙江湖州	210307	S12	湖南株洲	221013
S3	浙江杭州	210506	S13	湖南长沙	201121
S4	浙江杭州	210609	S14	湖南衡阳	210309
S5	浙江衢州	210704	S15	湖南衡阳	211223
S6	江西南昌	220402	S16	云南昆明	200423
S7	江西南昌	210804	S17	云南昆明	200612
S8	江西九江	210527	S18	云南昆明	210424
S9	江西南昌	210812	S19	云南昆明	211104
S10	江西南昌	220725	S20	云南昆明	211109

2.2　供试品溶液的制备

将土茯苓药材于60 ℃下烘干，粉碎（过四号筛）；称取土茯苓药材粉末约0.5 g，精密称定，置于50 mL具塞锥形瓶中；精密加入70%乙醇50 mL，称质量，超声（功率250 W，频率40 kHz）处理45 min；取出放凉，再次称质量，用70%乙醇补足减失的质量，摇匀；过滤，取上清液，用0.22 μm微孔滤膜过滤，即得。

2.3　色谱条件

采用Agilent Eclipse Plus C_{18}（2.1 mm×100 mm，1.8 μm）色谱柱；流动相为乙腈（A）-0.2%甲酸溶液（B），梯度洗脱（0～16 min，5%A→20%A；16～25 min，20%A→50%A）；检测波长为290 nm；流速为0.4 mL/min；柱温为35 ℃；进样量为2 μL。在上述色谱条件下，“2.1”项下混合对照品溶液和“2.2”项下供试品溶液中各待测成分色谱峰的理论板数均不低于10 000，分离度均大于1.5，且溶剂无干扰。结果见图1。



1：5-*O*-咖啡酰基莽草酸；2：新落新妇苷；3：落新妇苷；4：新异落新妇苷；5：异落新妇苷；6：黄杞苷；7：白藜芦醇；8：异黄杞苷。

图1　各溶液的UPLC图

2.4 方法学考察

2.4.1 线性关系考察

精密吸取“2.1”项下混合对照品溶液0.5、1、2、5、10 mL，分别置于不同10 mL容量瓶中，加50%甲醇稀释至刻度，摇匀，即得系列混合对照品溶液；精密吸取上述溶液各2 μL，按“2.3”项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以对照品的质量浓度（x）为横坐标、峰面积（y）为纵坐标进行线性回归，具体结果见表2。

表2 5-*O*-咖啡酰基莽草酸等8个待测成分的线性关系考察结果

成分	回归方程	r	线性范围/(μg/mL)
5-*O*-咖啡酰基莽草酸	y=15 434x−1 024.8	0.999 9	0.749～14.980
新落新妇苷	y=12 853x−703.63	0.999 9	0.901～18.020
落新妇苷	y=12 094x−4 078.7	0.999 6	8.510～170.200
新异落新妇苷	y=9 082.9x−491.98	0.999 7	0.807～16.140
异落新妇苷	y=12 609x−350.07	0.999 9	0.556～11.120
黄杞苷	y=12 261x+1 368.6	0.999 7	1.161～23.220
白藜芦醇	y=35 059x−1 439.7	0.999 8	0.408～8.150
异黄杞苷	y=11 576x−397.19	0.999 7	0.669～13.380

2.4.2 精密度试验

取土茯苓药材（编号S9）粉末（过四号筛），约0.5 g，精密称定，按“2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.3”项下色谱条件连续进样6次，测定峰面积。结果显示，5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷峰面积的RSD分别为0.66%、0.53%、0.41%、0.34%、0.17%、0.36%、0.42%、0.23%（n=6），表明该方法精密度良好。

2.4.3 重复性试验

取同一批次（编号S9）土茯苓药材粉末（过四号筛）6份，每份约0.5 g，精密称定，按“2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.3”项下色谱条件进样测定，记录峰面积，并根据外标法计算各成分含量。结果显示，5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷的平均含量分别为8.225、0.341、9.638、0.359、3.531、0.119、0.093、0.159 mg/g，RSD分别为0.85%、0.93%、0.79%、1.12%、0.78%、0.99%、1.34%、0.69%（n=6），表明该方法重复性较好。

2.4.4 稳定性试验

取同一批次（编号S9）供试品溶液，按“2.3”项下色谱条件，分别在室温下放置0、2、4、8、12、24 h时进样测定，记录峰面积。结果显示，5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷峰面积的RSD分别为0.45%、0.27%、0.64%、0.39%、0.48%、0.82%、0.53%、0.25%（n=6），表明供试品溶液在室温下放置24 h内稳定。

2.4.5 加样回收试验

取同一批次（编号S9）已知各成分含量的土茯苓药材粉末（过四号筛）6份，每份约0.25 g，精密称定；分别按与各成分相当的含量加入相应单一对照品溶液（5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷的质量浓度分别为2.055、0.085、2.414、0.092、0.890、0.029、0.025、0.042 mg/mL），按“2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.3”项下色谱条件进样测定。结果显示，各成分的平均加样回收率分别为101.82%、100.00%、104.12%、103.44%、97.60%、102.30%、106.40%、102.78%，RSD分别为1.92%、1.97%、0.73%、1.55%、1.61%、1.74%、1.94%、1.74%（n=6），表明该方法准确度良好。

2.5 样品含量测定

取收集到的20批土茯苓样品，按“2.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.3”项下色谱条件进样分析，然后根据外标法计算各成分含量，每批样品平行测定3次，取平均值，结果见表3。由表3可知，所有批次土茯苓样品中落新妇苷的含量均为最高。不同产地土茯苓中化学成分含量差异较大，其中云南产土茯苓中落新妇苷的含量为28.618～43.112 mg/g，远远高于其他产地样品；浙江产土茯苓中落新妇苷的含量最低，其次为江西、湖南产样品。云南产土茯苓中5-*O*-咖啡酰基莽草酸的含量普遍较低，为1.545～1.802 mg/g，该成分含量最高为湖南产样品，为5.092～8.623 mg/g。

表3 20批土茯苓样品中5-*O*-咖啡酰基莽草酸等8个成分的含量测定结果（n=3，mg/g）

序号	5-*O*-咖啡酰基莽草酸	新落新妇苷	落新妇苷	新异落新妇苷	异落新妇苷	黄杞苷	白藜芦醇	异黄杞苷
S1	2.035	0.924	5.087	0.126	0.651	0.128	0.144	0.028
S2	1.072	0.639	3.953	0.154	0.793	0.135	0.121	0.029
S3	1.428	0.891	5.211	0.238	1.172	0.169	0.142	0.038
S4	2.266	0.737	3.554	0.293	1.296	0.135	0.112	0.021
S5	2.025	0.962	5.048	0.115	0.435	0.127	0.143	0.031
S6	2.195	0.408	10.519	0.367	4.355	0.134	0.114	0.115
S7	5.784	0.306	7.478	0.272	5.415	0.118	0.124	0.154
S8	5.695	0.275	14.628	0.228	4.464	0.129	0.097	0.066
S9	8.233	0.338	9.645	0.357	3.534	0.117	0.094	0.158
S10	5.321	0.346	11.818	0.383	5.475	0.243	0.098	0.164
S11	5.754	4.594	23.672	0.262	1.776	1.137	0.194	0.234
S12	5.092	4.612	18.645	0.566	2.728	1.125	0.229	0.393
S13	8.623	3.547	21.132	0.341	1.116	1.567	0.199	0.214
S14	7.133	4.824	27.464	0.519	1.939	2.243	0.239	0.246
S15	6.052	3.807	22.335	0.501	1.825	2.193	0.211	0.223
S16	1.802	3.723	35.826	2.068	6.634	3.413	0.155	1.751
S17	1.552	2.802	30.987	1.905	7.909	4.938	0.181	1.567
S18	1.545	3.843	43.112	1.234	7.614	5.432	0.172	0.946
S19	1.661	2.752	38.008	1.336	6.997	4.015	0.192	0.916
S20	1.565	3.577	28.618	1.661	7.391	5.019	0.158	1.489

2.6 化学计量学分析

2.6.1 聚类分析

将20批土茯苓中8个成分的含量数据导入SPSS 25.0软件中，以欧氏距离为依据，使用组间聚类方式对数据进行聚类分析（cluster analysis，CA），结果见图2。由图2可知，当欧氏距离为10时，20批土茯苓样品可聚为3类：浙江产（S1～S5）和江西产（S6～S10）样品聚为一类；湖南产（S11～S15）样品聚为一类；云南产（S16～

S20）样品聚为一类。这表明浙江与江西产土茯苓所含化学成分含量虽有一定差异但总体比较接近，而浙江、江西产土茯苓所含化学成分含量与湖南、云南产土茯苓差异较大。

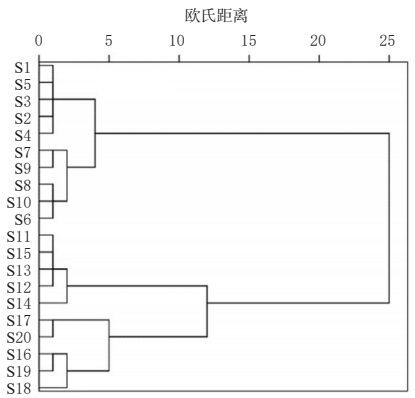


图2　20批土茯苓样品的CA树状图

2.6.2　主成分分析

将20批土茯苓中8个成分的含量数据导入SPSS 25.0软件中，以特征值与累计方差贡献率作为判断依据，计算主成分的特征值与方差贡献率，从而对主成分进行提取。以特征值大于1作为判断标准[10]，可得前2个主成分的特征值分别为4.965、1.883，方差贡献率分别为62.06%、23.54%，累计方差贡献率达85.60%，大于85%，可以反映土茯苓的综合质量，故提取前2个主成分进行评价。同时，应用SIMCA 14.1软件，采用无监督模式识别方法对20批土茯苓中8个成分的含量数据建立主成分分析（principal component analysis，PCA）模型（图3），提取出前2个主成分的累计解释率R^2X为0.856，累计预测力Q^2为0.676，两者均大于0.5，表明所建立的模型稳定性较强[10]。由图3可知，20批土茯苓样品分布在不同区域，表明不同产地样品间存在差异，其中S1～S10、S11～S15、S16～S20各自呈现一定的相关性，与CA结果一致。

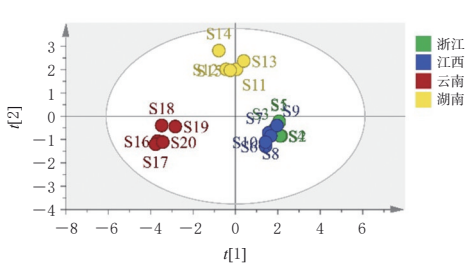


图3　20批土茯苓样品的PCA得分图

2.6.3　偏最小二乘-判别分析

以20批土茯苓中8个成分的含量数据为变量，应用SIMCA 14.1软件进行偏最小二乘-判别分析（partial least squares discrimination analysis，PLS-DA），建立有监督模式识别的PLS-DA模型（图4）。结果显示，模型拟合度R^2Y为0.905，模型解释率R^2X为0.974，预测力Q^2为0.873，均接近于1，表明模型具有良好的稳定性[10]。由图4可知，20批土茯苓可聚为3类，其中S1～S10聚为一类、S11～S15聚为一类、S16～S20聚为一类，与CA、PCA结果一致。进一步以变量重要性投影（variable importance projection，VIP）值大于1为筛选标准（图5），从8个成分中筛选出5-*O*-咖啡酰基莽草酸、落新妇苷、异落新妇苷、新落新妇苷为不同产地土茯苓质量差异的标志物。

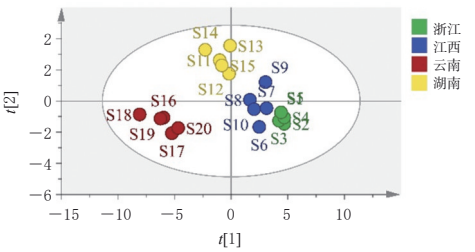


图4　20批土茯苓样品的PLS-DA得分散点图

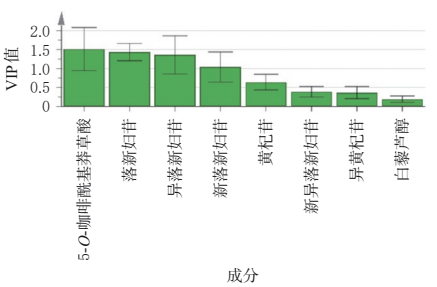


图5　20批土茯苓样品的VIP图

3　讨论

3.1　指标成分的选择与提取条件的优化

研究表明，黄酮类成分为土茯苓中最主要的活性成分，其中又以落新妇苷、新落新妇苷、异落新妇苷、新异落新妇苷、黄杞苷、异黄杞苷和白藜芦醇含量相对较高，且这些成分均具有良好的药理活性[11－13]。另外，也有研究发现，有机酸类成分5-*O*-咖啡酰基莽草酸在土茯苓中含量也较高，且具有较好的抗氧化、抗癌、抗炎等活性[13]。故本研究选取上述8个成分作为含量测定的指标成分。笔者还考察了不同提取溶剂（50%、70%、90%乙醇）、超声时间（30、45、60 min）、溶剂体积（25、50、75 mL）对土茯苓中各成分提取效果的影响，结果发现，以50 mL 70%乙醇为提取溶剂，超声处理45 min，各指标成分的提取效果最佳。

3.2　色谱条件的优化与检测波长的选择

本研究采用梯度洗脱方式对流动相洗脱程序进行摸索优化，考察了不同流动相系统（甲醇-0.2%乙酸溶液、乙腈-0.2%乙酸溶液、甲醇-0.2%甲酸溶液和乙腈-0.2%甲酸溶液）对分离效果的影响。结果显示，以乙腈-0.2%甲酸溶液作为流动相进行梯度洗脱时效果最佳，8个成分的色谱峰与其相邻峰的分离度均大于1.5。本研究进一步采用二极管阵列检测器在190～400 nm范围内对8个成分进行扫描，以考察不同检测波长对实验的影响。结果显示，各成分在290 nm波长处吸收较强。

3.3 化学计量学结果分析

为挖掘不同产地土茯苓质量差异的标志物，本研究采用PCA、PLS-DA等化学计量学模型对20批土茯苓中8个成分含量结果进行分析。结果显示，造成不同产地土茯苓质量差异的标志物有5-*O*-咖啡酰基莽草酸、落新妇苷、异落新妇苷和新落新妇苷。因此，笔者建议将上述4个成分纳入土茯苓的质量标准中，以期对土茯苓的质量进行有效控制。本研究还发现，不同产地土茯苓的断面颜色与质地也存在较大差异，例如云南产土茯苓的断面为红棕色，质地显强纤维性；浙江和江西产土茯苓的断面为粉白色，质地显粉性；湖南产土茯苓的断面为棕色，质地稍显纤维性。

综上所述，本研究采用UPLC法同时检测了土茯苓中5-*O*-咖啡酰基莽草酸、新落新妇苷、落新妇苷、新异落新妇苷、异落新妇苷、黄杞苷、白藜芦醇、异黄杞苷的含量，建立了土茯苓多指标成分定量控制的方法，同时结合化学计量学方法对土茯苓的质量进行了综合评价，挖掘出了影响土茯苓质量的4种差异标志物，可为土茯苓的质量控制提供参考依据。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[M]. 2020年版. 北京：中国医药科技出版社，2020：19.
National Pharmacopoeia Commission. Chinese pharmacopoeia：part Ⅰ[M]. 2020 edition. Beijing：China Medical Science and Technology Press，2020：19.

[2] 徐硕，尚明英，刘广学，等. 中药土茯苓与其混淆品华肖菝葜和短柱肖菝葜的HPLC指纹图谱研究[J]. 中国药学杂志，2017，52(12)：1011-1017.
XU S，SHANG M Y，LIU G X，et al. High-performance liquid chromatography fingerprint analysis of Smilacis Glabrae Rhizoma and its adulterants[J]. Chin Pharm J，2017，52(12)：1011-1017.

[3] 吴文斌，周江峰，周荧，等. 土茯苓总黄酮对兔离体胸主动脉环的舒张作用及机制[J]. 中国药理学与毒理学杂志，2023，37(10)：753-758.
WU W B，ZHOU J F，ZHOU Y，et al. Relaxing effect and mechanism of *Smilax glabra* flavonoids on isolated thoracic aorta rings of rabbits[J]. Chin J Pharmacol Toxicol，2023，37(10)：753-758.

[4] FU S，YANG Y F，LIU D，et al. Flavonoids and tannins from *Smilax china* L. rhizome induce apoptosis via mitochondrial pathway and MDM2-p53 signaling in human lung adenocarcinoma cells[J]. 2017，45(2)：369-384.

[5] 盛涛，马天红，严礼剑，等. 土茯苓总黄酮治疗自身免疫性前列腺炎模型大鼠作用机制研究[J]. 浙江中西医结合杂志，2022，32(10)：903-906.
SHENG T，MA T H，YAN L J，et al. Effect and underlying mechanism of total flavonoids extracts from *Smilax glabra* in a rat model of autoimmune prostatitis[J]. Zhejiang J Integr Tradit Chin West Med，2022，32(10)：903-906.

[6] 严爱娟，张文婷，赵维良，等. 土茯苓黄酮类成分一测多评方法的建立及含量变化规律研究[J]. 中草药，2018，49(15)：3681-3686.
YAN A J，ZHANG W T，ZHAO W L，et al. Content changes regularity of flavonoids in *Smilax glabra* by QAMS method[J]. Chin Tradit Herb Drugs，2018，49(15)：3681-3686.

[7] 胡梦梅. 土茯苓化学成分分离及抗炎活性研究[D]. 广州：广州中医药大学，2014.
HU M M. Isolation of chemical constituents from *Smilax glabra* and its anti-inflammatory activity[D]. Guangzhou：Guangzhou University of Chinese Medicine，2014.

[8] SHU J C，LI L Y，ZHOU M，et al. Three new flavonoid glycosides from *Smilax glabra* and their anti-inflammatory activity[J]. Nat Prod Res，2018，32(15)：1760-1768.

[9] 陈香伶，杜洪志，何席呈，等. 一测多评法测定贵州产切面红色土茯苓中3种活性成分的含量[J]. 中国实验方剂学杂志，2018，24(15)：93-99.
CHEN X L，DU H Z，HE X C，et al. Determination of three bioactive components in Smilacis Glabrae Rhizoma by quantitative analysis of multi-components by single marker[J]. Chin J Exp Tradit Med Formulae，2018，24(15)：93-99.

[10] 庞茜茜，岳威冶，刘克勤，等. 雪梨止咳糖浆中11个成分的含量测定及化学计量学分析[J]. 中国药房，2023，34(1)：62-66.
PANG Q Q，YUE W Y，LIU K Q，et al. Content determination and chemometric analysis of 11 components in Xueli zhike syrup[J]. China Pharm，2023，34(1)：62-66.

[11] 许佳明，谢静，刘桂明，等. 土茯苓6种黄酮类成分在CYP2D6中的体外酶促动力学研究[J]. 中国药学杂志，2021，56(6)：472-477.
XU J M，XIE J，LIU G M，et al. The enzyme kinetics of CYP2D6 to six flavonoids of *Smilax glabra in vitro*[J]. Chin Pharm J，2021，56(6)：472-477.

[12] 吴博，马跃平，袁久志，等. 土茯苓化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报，2010，27(2)：116-119.
WU B，MA Y P，YUAN J Z，et al. Isolation and identification of chemical constituents from stems of *Smilax glabra* Roxb.[J]. J Shenyang Pharm Univ，2010，27(2)：116-119.

[13] 梁巧静，梁维萍，李琼，等. 土茯苓抗痛风作用研究进展[J]. 世界中医药，2018，13(11)：2937-2940.
LIANG Q J，LIANG W P，LI Q，et al. Research progress of the anti-gout effects of Glabrous Greenbrier Rhizome[J]. World Chin Med，2018，13(11)：2937-2940.

（收稿日期：2024-04-16　修回日期：2024-08-16）
（编辑：唐晓莲）