基于化学模式识别结合熵权 TOPSIS 法的桂枝不同部位的差异分析

张 正，王瑜婷，陈灶树，方朝缵，何荣荣，彭帮贵，刘燎原 *
（广东一方制药有限公司，广东省中药配方颗粒企业重点实验室，广东佛山 528244）

摘要：建立了桂枝药材及不同部位（木部、皮部）的 UPLC 指纹图谱，并通过相似度评价、化学模式识别和熵权 TOPSIS 法对桂枝药材及不同部位进行了差异性研究。结果显示，桂枝药材及木部、皮部的指纹图谱中均确定了 6 个相同的共有峰，并指认了 5 个成分；10 批桂枝药材、木部及皮部与相应对照图谱相似度均大于 0.990。方差分析结果显示，桂枝木部与皮部之间 6 个成分均有显著性差异（P<0.05）。聚类分析和主成分分析均显示桂枝药材与皮部化学成分更为接近，正交偏最小二乘法判别分析可将桂枝药材、木部、皮部分别聚为一类，并筛选出桂皮醛是引起桂枝不同部位差异的主要变量。熵权 TOPSIS 法显示，桂枝药材、木部、皮部的欧式贴近度（C_i）平均值分别为 0.458、0.249、0.577。建立的方法可反映桂枝不同部位的差异性，对桂枝药材的质量控制提供了参考。

关键词：桂枝；UPLC；指纹图谱；化学模式识别；熵权 TOPSIS 法
中图分类号：R917；R284.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1001-8255(2024)04-0557-08
DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2024.04.017

Differences Analysis of Different Parts of *Cinnamomi Ramulus* Based on Chemical Pattern Recognition and Entropy TOPSIS Method

ZHANG Zheng, WANG Yuting, CHEN Zaoshu, FANG Chaozuan, HE Rongrong, PENG Banggui, LIU Liaoyuan*
(*Guangdong Provincial Key Lab. of Traditional Chinese Medicine Formula Granule, Guangdong Yifang Pharmaceutical Co., Ltd., Foshan 528244*)

ABSTRACT: The UPLC fingerprints of *Cinnamomi Ramulus* and its different parts were established, and the differences of *Cinnamomi Ramulus* and its different parts were investigated by similarity evaluation, chemical pattern recognition and entropy TOPSIS method. The results showed that six common peaks were determined and five components were identified in the fingerprints of *Cinnamomi Ramulus*, xylem and phloem. The similarity values of *Cinnamomi Ramulus*, xylem and phloem in ten batches were all greater than 0.990. The results of variance analysis showed that there were significant differences in six components between xylem and phloem. Cluster analysis and principal component analysis showed that the chemical compositions of *Cinnamomi Ramulus* were more similar to those of phloem than xylem. The results of orthogonal partial least square discriminant analysis could cluster *Cinnamomi Ramulus* and its different parts into three categories, which were *Cinnamomi Ramulus*, xylem and phloem. And cinnamaldehyde was screened as the main variable causing the difference of different parts of *Cinnamomi Ramulus*. The results of entropy TOPSIS method showed that the Euclid approach degree (C_i) of *Cinnamomi Ramulus*, xylem and phloem were 0.458, 0.249 and 0.577, respectively. The established method can reflect the differences of *Cinnamomi Ramulus*, and provide a reference for the quality control of *Cinnamomi Ramulus*.

Key Words: *Cinnamomi Ramulus*; UPLC; fingerprint; chemical pattern recognition; entropy TOPSIS method

桂枝是樟科植物肉桂（*Cinnamomum cassia* Presl）的干燥嫩枝，其性温，味辛、甘，归心、肺、膀胱经，具有发汗解肌、温通经脉、助阳化气、平冲降气的功效，常用于治疗风寒感冒、脘腹冷痛、血寒经闭、关节痹痛、痰饮、水肿、心悸、奔豚等。桂枝主产于我国广西、广东、福建、云南等地，一般在春夏二季采收。现有研究[1]表明，桂枝中含有苯丙素类、萜类、黄酮及其苷类、挥发油、有机酸、甾体、酚酸类和内酯类等化学成分，具有抗病毒、抗菌、降糖、解热抗炎、抗过敏、抗凝血、抗肿瘤、镇静、抗焦虑、降压、扩张血管、神经保护等药理活性。桂枝可随着用药比例与配伍的变化而治疗不同疾病，因此应用广泛。

文献[2—4]报道了桂枝药材的指纹图谱或含量测定方法，用以评价不同产地、不同规格桂枝之间的质量差异，但尚未见对桂枝不同部位的差异性研究。化学模式识别是一种根据物质所含化学成分信息，用计算机对其进行分类或描述的方法，主要包括聚类分析、主成分分析（principal component analysis，PCA）、正交偏最小二乘法判别分析（orthogonal partial least square discriminant analysis，OPLS-DA）等，已广泛应用于中药的质量控制与品质评价[5]。熵权 TOPSIS 法是一种多指标的决策分析方法，利用各方案与理想方案和负理想方案的欧式贴近度（C_i）来度量方案优劣，同时将各指标进行合理赋权得到 1 个综合指标，能避免主观因素的影响，提高分析的科学性和准确性[6]。

本研究将桂枝分为药材、木部、皮部 3 类，分别建立桂枝药材及不同部位的 UPLC 指纹图谱，采用化学模式识别法对指纹图谱数据进行统计学分析，并通过熵权 TOPSIS 法评价不同批次、不同部位桂枝的含量差异情况，以期为桂枝药材资源的综合开发和利用提供参考。

1　仪器与试药

H-class 型超高效液相色谱仪（美国 Waters 公司）；XP26 型百万分之一天平和 ME204E 型万分之一天平（瑞士 Mettler Toledo 公司）。

原儿茶酸（含量 99.9％，批号 110809-201205）、肉桂酸（含量 98.8％，批号 11.788-201604）、桂皮醛（含量 98.8％，批号 110710-202223）的对照品均购自中国食品药品检定研究院；香豆素（含量≥ 98％，批号 DST200503-013）、肉桂醇（含量≥ 98％，批号 DSTDR005201）对照品均购自成都德思特生物科技有限公司；乙腈、甲醇、磷酸为色谱纯，其余试剂均为分析纯，水为超纯水。

10 批桂枝药材（编号 Y1 ～ Y10）经广东一方制药有限公司孙冬梅主任中药师鉴定为正品，符合 2020 年版 ChP 一部桂枝项下要求，产地信息如表 1 所示。将 Y1 ～ Y10 批药材根据不同部位分为 2 类，得桂枝木部（编号 M1 ～ M10）、桂枝皮部（编号 P1 ～ P10）。

2　方法与结果

2.1　色谱条件

色谱柱 Waters ACQUITY UPLC HSS T3 柱（4.6 mm×150 mm，1.8 μm）；流动相 A 为乙腈，B 为 0.1％磷酸溶液，梯度洗脱（0—3 min，A 10％；3—6 min，A 10％—15％；6—11 min，A 15％—20％；11—16 min，A 20％—32％；16—25 min，A 32％—40 ％；25—28 min，A 40 ％ —45 ％；28—29 min，A 45％—10％；29—35 min，A 10％）；柱温 25 ℃；检测波长 254 nm；流速 0.4 mL/min；进样量 1 μL。

2.2　溶液配制

混合对照品溶液：取原儿茶酸、香豆素、肉桂醇、肉桂酸、桂皮醛各适量，加入 70％甲醇制成质量浓度分别为 15、30、20、30、38 μg/mL 的混合对照品溶液。

供试品溶液：取桂枝药材样品粉末约 0.5 g，过四号筛（孔径 250 μm），置具塞锥形瓶中，加入 70％甲醇 50 mL，精密称定；超声处理（功率 250 W，频率 40 kHz）30 min，放冷，再精密称定，用 70％甲醇补足减失的质量，摇匀过滤，取续滤液即得。

收稿日期：2023-06-14
基金项目：佛山市核心技术公关项目（1920001000378）
作者简介：张　正（1986—），男，主管中药师，从事中药制剂工艺与质量控制。
通信作者：刘燎原（1965—），男，副主任中药师，从事中药制剂工艺与质量控制研究。
E-mail：99263@163.com

表 1 10 批桂枝样品的产地信息

Tab.1 Origin Information on Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus*

编号	产地	直径 /cm	编号	产地	直径 /cm
Y1	广西壮族自治区玉林市容县	0.8	Y6	广西壮族自治区贵港市南木镇	0.5
Y2	广西壮族自治区贵港市桂平市	0.8	Y7	广东省肇庆市高要区禄步镇	0.3
Y3	广西壮族自治区贵港市港北区	1.0	Y8	广东省云浮市罗定市晒滨镇	0.3
Y4	广西壮族自治区贵港市罗秀镇	0.5	Y9	广东省云浮市罗定市晒滨镇	0.4
Y5	广西壮族自治区贵港市白沙镇	0.5	Y10	广东省云浮市罗定市晒滨镇	0.3

2.3 方法学考察

2.3.1 专属性考察

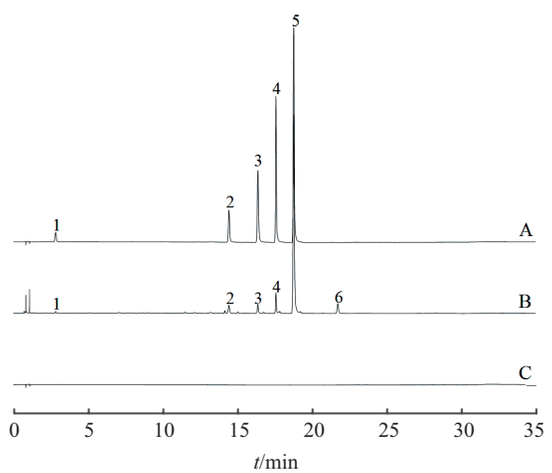
分别精密吸取“**2.2**”项下混合对照品溶液、供试品溶液（取桂枝药材粉末 Y7 配制）、空白溶剂（70％甲醇），按“**2.1**”项下色谱条件进样测定。所得色谱图如图 1 所示，供试品溶液与混合对照品溶液在相应的保留时间处具有相同的色谱峰，且空白溶剂无干扰，表明该方法专属性良好。

2.3.2 精密度考察

取“**2.2**”项下的混合对照品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样测定 6 次，计算得各共有峰峰面积的 RSD（n=6）均小于 3.0％，表明仪器精密度良好。

2.3.3 重复性考察

取桂枝药材粉末（Y7）6 份，按“**2.2**”项下方法平行制备供试品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样测定，计算得各共有峰峰面积的 RSD（n=6）均小于 3.0％，表明该方法重复性良好。



A—混合对照品溶液；B—供试品溶液；C—空白溶剂。
1—原儿茶酸；2—香豆素；3—肉桂醇；4—肉桂酸；5—桂皮醛。

图 1 典型色谱图

Fig.1 Typical Chromatograms

2.3.4 稳定性考察

取桂枝药材粉末（Y7）适量，按“**2.2**”项下方法制备供试品溶液，于 25 ℃条件下保存。分别于制备后 0、2、4、8、12、24 h 时取样，按“**2.1**”项下色谱条件进样测定，计算得各共有峰峰面积的 RSD（n=6）均小于 3.0％，表明样品在 24 h 内稳定性良好。

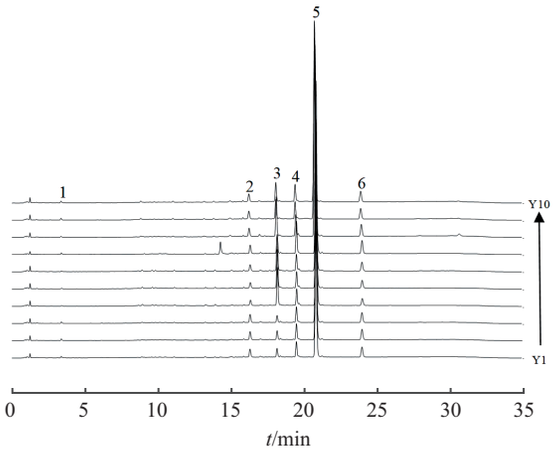
2.4 指纹图谱的建立及相似度评价

取 10 批桂枝药材及其不同部位样品，按“**2.2**”项下方法制备供试品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样测定，记录色谱图。将色谱图导入《中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2012 版）》软件，分别以 Y1、M1、P1 批样品的色谱图为参照图谱，设定时间窗宽度为 0.1 min，采用多点校正进行色谱峰匹配，用中位数法分别生成相应的对照图谱。通过与对照品溶液色谱图比对，指认了 5 个成分，其中峰 1 为原儿茶酸，峰 2 为香豆素，峰 3 为肉桂醇，峰 4 为肉桂酸，峰 5 为桂皮醛。10 批桂枝药材及其不同部位的指纹图谱如图 2 ～ 4 所示，相似度计算结果如表 2 所示。结果表明不同批次的桂枝样品图谱信息一致性较好，同批次药材与皮部的相似度比与木部的相似度高。

2.5 化学模式识别分析

2.5.1 方差分析

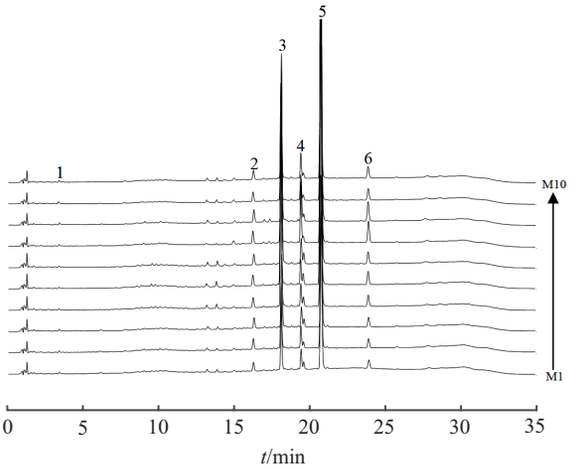
采用 GraphPad Prism 8.0 软件对 10 批桂枝药材及其不同部位共有峰的单位峰面积（mV/mg）进行单因素方差分析[7]，结果如图 5 所示。原儿茶酸、香豆素、肉桂酸、桂皮醛、峰 6 成分的单位峰面积均表现为皮部 > 药材 > 木部，3 者之间均具有显著性差异（P<0.05）；肉桂醇的单位峰面积表现为木部 > 药材 > 皮部，皮部和木部之间具有显著性差异。



1—原儿茶酸；2—香豆素；3—肉桂醇；4—肉桂酸；5—桂皮醛。

图 2　10 批桂枝药材的指纹图谱

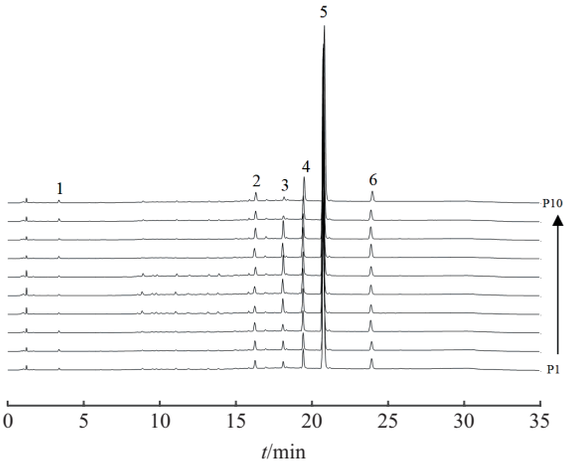
Fig.2　The Fingerprints of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus*



1—原儿茶酸；2—香豆素；3—肉桂醇；4—肉桂酸；5—桂皮醛。

图 3　10 批桂枝木部的指纹图谱

Fig.3　The Fingerprints of Ten Batches of Xylem of *Cinnamomi Ramulus*



1—原儿茶酸；2—香豆素；3—肉桂醇；4—肉桂酸；5—桂皮醛。

图 4　10 批桂枝皮部的指纹图谱

Fig.4　The Fingerprints of Ten Batches of Phloem of *Cinnamomi Ramulus*

2.5.2　聚类分析

采用 SPSS 26.0 软件对 10 批桂枝药材及不同部位共有峰的单位峰面积 (mV/mg) 进行聚类分析，结果如图 6 所示。由不同部位的聚类结果可知，桂枝木部单独聚为第一类，药材和皮部聚为第二类，表明桂枝皮部与药材一致性较高，与桂枝木部区分明显；由不同产地药材聚类结果可知，Y1 ～ Y6 聚为一类，产地均为广西，Y7 ～ Y10 聚为一类，产地均为广东，表明不同产地的桂枝药材也存在一定差异。

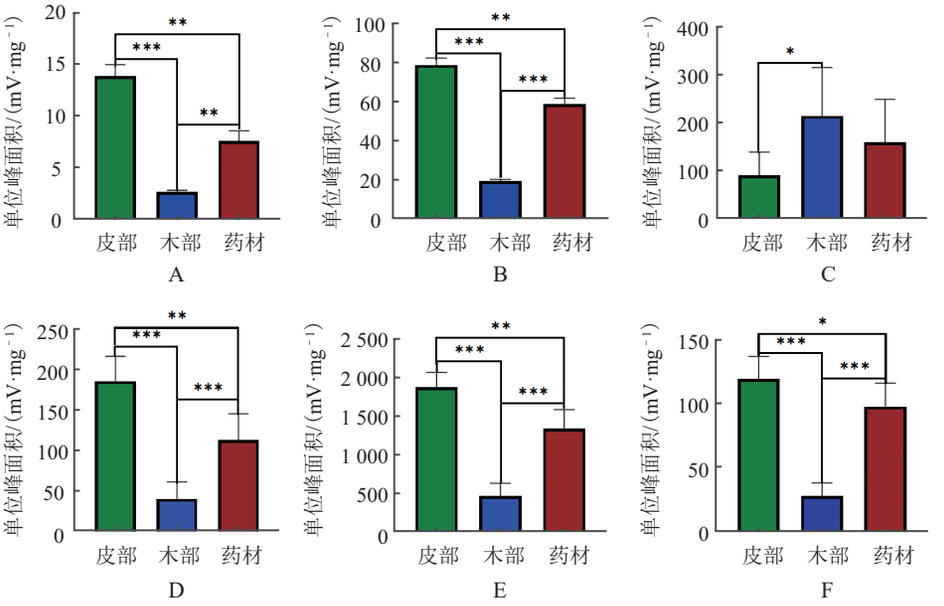
2.5.3　PCA

采用 SIMCA 14.1 软件对 10 批桂枝及其不同部位共有峰的单位峰面积 (mV/mg) 进行 PCA 处理，

表 2　10 批桂枝及其不同部位的 UPLC 指纹图谱相似度结果

Tab.2　Similarity Results of UPLC Fingerprints of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus* and Their Different Parts

批次编号	与同部位对照指纹图谱相比			药材与木部	药材与皮部	皮部与木部
	药材	木部	皮部			
1	0.998	0.997	1.000	0.965	0.999	0.958
2	0.998	0.993	1.000	0.974	1.000	0.973
3	0.997	0.997	1.000	0.916	0.999	0.907
4	0.995	0.990	0.999	0.939	0.990	0.881
5	0.996	0.999	1.000	0.980	0.989	0.940
6	0.998	0.990	0.999	0.935	0.995	0.897
7	0.998	0.991	1.000	0.980	0.999	0.974
8	0.999	1.000	1.000	0.975	0.996	0.953
9	0.999	0.998	0.999	0.966	0.997	0.947
10	0.999	0.998	0.999	0.966	0.997	0.947



A—原儿茶酸；B—香豆素；C—肉桂醇；D—肉桂酸；E—桂皮醛；F—峰 6。

图 5 10 批桂枝不同部位方差分析（* 表示 P<0.05，** 表示 P<0.01，*** 表示 P<0.001）

Fig.5 The Variance Analysis of Ten Batches of Different Parts of *Cinnamomi Ramulus* (* Represents P<0.05, ** Represents P<0.01, *** Represents P<0.001)

KMO 值为 0.800>0.7，Bartlett 检验 P<0.01，表明试验数据适合进行 PCA。提取得到 2 个主成分，可用于反映桂枝及其不同部位指纹图谱 94.10%以上信息，其中主成分 1 的方差贡献率为 81.20%，主成分 2 的方差贡献率为 12.90%。模型 R^2_X=0.941，Q^2=0.825，表明模型拟合效果较好[8—9]。以 2 个主成分得分建立坐标系，得到 10 批桂枝药材及其不同部位的主成分得分图（图 7）。桂枝药材与皮部聚为一类，木部单独聚为一类，与聚类分析结果一致，不同批次样品分布相对较分散，表明不同产地、不同批次的桂枝样品之间存在一定差异。

2.5.4 OPLS-DA

采用 SIMCA 14.1 软件对 10 批桂枝及其不同部位共有峰的单位峰面积（mV/mg）进行 OPLS-DA 处理，结果如图 8、9 所示。由模型参数可知，数据矩阵的模型解释率 R^2_X=0.999，R^2_Y=0.790，模型预测参数 Q^2=0.708，均大于 0.50，R^2_Y 与 Q^2 值差距越小且接近 1，表示模型效果越好[10]。

10 批桂枝药材及不同部位的样品均可明显区分，各自聚为一类，提示桂枝药材不同部位差异显著。变量重要性投影（variable importance in projection，VIP）值由大到小 6 个变量依次为：桂皮醛（VIP=1.90，P<0.01），肉桂醇（VIP=0.88，

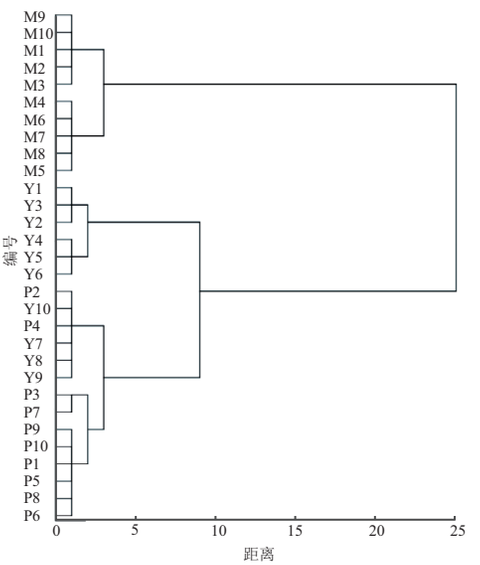


图 6 10 批桂枝及其不同部位聚类分析

Fig.6 Cluster Analysis of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus* and Their Different Parts

P>0.05），肉桂酸（VIP=0.83，*P*<0.01），峰 6 成分（VIP=0.78，*P*<0.05），香豆素（VIP=0.43，*P*<0.01），原儿茶酸（VIP=0.32，*P*<0.01）。以 VIP 值 >1 且 *P*<0.05 为提取标准，则桂皮醛是影响分类的主要标志性成分。

2.6 熵权 TOPSIS 法分析

对 10 批桂枝药材及其不同部位共有峰的单位峰面积（mV/mg）进行熵权 TOPSIS 法分析，依次建立各样品的初始决策矩阵、标准化决策矩阵，计算得到各项指标的熵值 e_j 为 1.969、1.944、2.264、2.049、1.928、2.002；权重 w_j 为 0.157、0.153、0.205、0.170、0.151、0.163。根据加权决策矩阵得到最优方案 Z_j^+ 为 0.157、0.153、0.205、0.170、0.151、0.163，最劣方案 Z_j^- 均为 0。计算 10 批桂枝药材及其不同部位与最优方案的距离（D^+）、与最劣方案的距离（D^-）及最优解的欧氏贴近度（C_i）。D^+ 越小、D^- 越大、C_i 越大，则被评价样品越优[11]。

10 批桂枝药材、木部、皮部的 C_i 值均表现为皮部 > 药材 > 木部，C_i 平均值分别为 0.458、0.249、0.577，表明基于这 6 个指标成分，桂枝皮部最优，药材次之，木部末之，结果如表 3 所示。同一批次桂枝药材、木部、皮部样品间的排名既有差异性，也有相关性。10 批桂枝药材中，排名前 3 的产地均为广东，表明在一定程度上广东产地的桂枝药材质量优于广西产地药材，可为桂枝药材的研究与开发提供参考。

3 讨论

通过建立桂枝药材及其不同部位的 UPLC 指纹图谱，并结合图谱相似度、方差分析、聚类分析、PCA、OPLS-DA 方法进行化学模式识别分析，能将桂枝药材、木部与皮部进行有效地区分。指纹图谱相似度结果显示，桂枝药材的批间差异较小。方差分析结果显示，桂枝皮部和木部之间 6 个成分均存在显著性差异，且木部与皮部差异更大。当距离为 15 时，聚类分析可将桂枝药材、皮部聚为一类，木部聚为一类；当距离为 10 时，聚类分析将 Y1 ～ Y6 聚为一类，Y7 ～ Y10 与 P1 ～ P10 聚为一类，M1 ～ M10 单独聚为一类，可能由于 Y7 ～ Y10 批桂枝药材各成分含量较高，整体信息与皮部差异较小。PCA 无法明显地区分药材、木部与皮部，

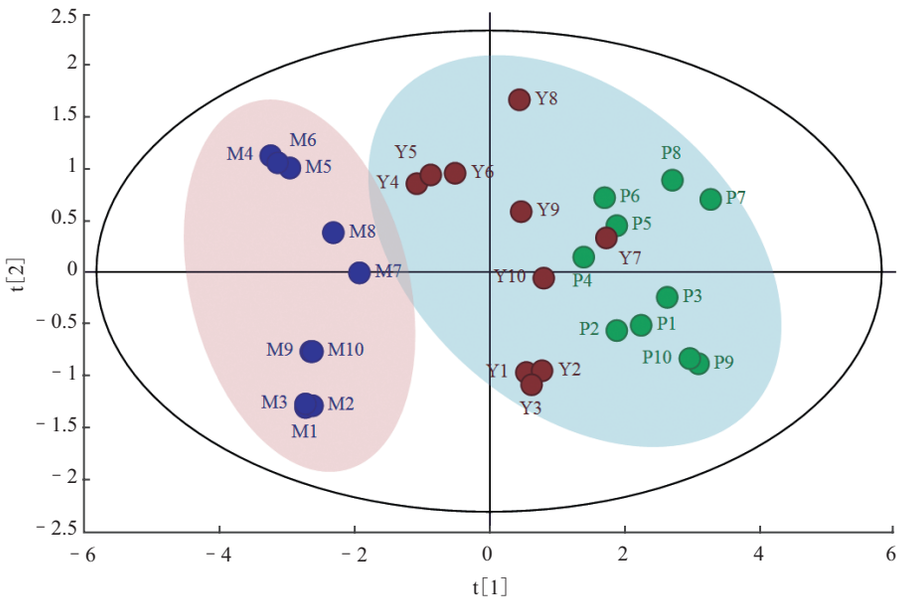


图 7　10 批桂枝及其不同部位主成分得分图

Fig.7　Principal Component Score of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus* and Their Different Parts

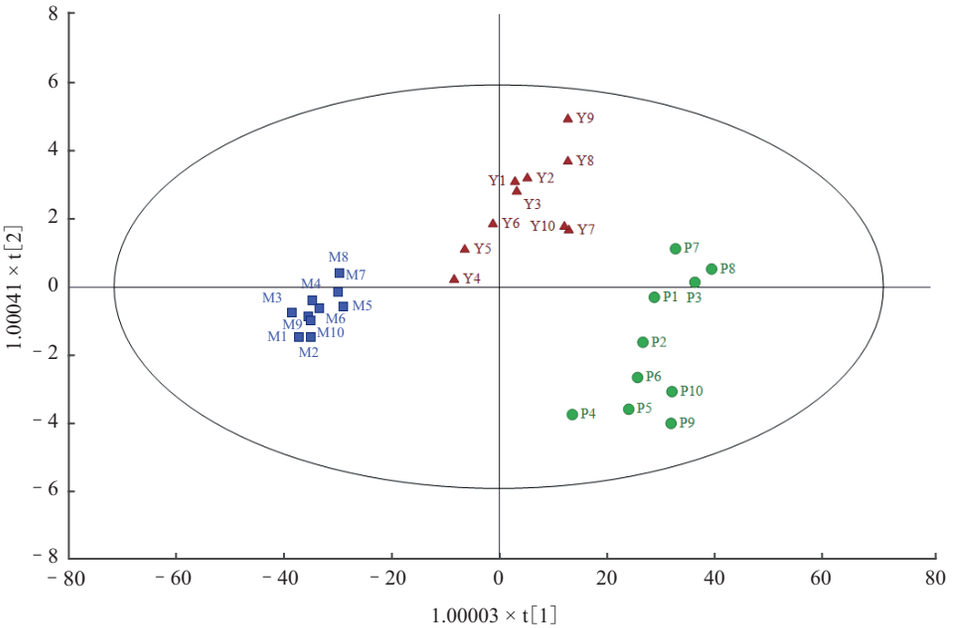


图 8　10 批桂枝及其不同部位 OPLS-DA 得分图

Fig.8　OPLS-DA Scores of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus* and Their Different Parts

表 3　10 批桂枝及其不同部位质量评价结果

Tab.3　Quality Evaluation Results of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus* and Their Different Parts

编号	D^+	D^-	C_i	排序	编号	D^+	D^-	C_i	排序	编号	D^+	D^-	C_i	排序
Y1	0.270	0.168	0.384	9	M1	0.381	0.053	0.122	9	P1	0.220	0.253	0.535	8
Y2	0.260	0.180	0.409	8	M2	0.378	0.051	0.118	10	P2	0.219	0.238	0.521	10
Y3	0.273	0.169	0.382	10	M3	0.378	0.058	0.133	8	P3	0.213	0.274	0.563	7
Y4	0.256	0.183	0.417	7	M4	0.339	0.207	0.380	1	P4	0.207	0.231	0.527	9
Y5	0.244	0.192	0.440	6	M5	0.329	0.193	0.370	3	P5	0.195	0.257	0.568	5
Y6	0.231	0.200	0.463	4	M6	0.334	0.201	0.376	2	P6	0.174	0.258	0.598	3
Y7	0.190	0.250	0.567	2	M7	0.314	0.125	0.285	5	P7	0.164	0.324	0.665	1
Y8	0.184	0.255	0.581	1	M8	0.312	0.152	0.328	4	P8	0.160	0.303	0.655	2
Y9	0.246	0.208	0.459	5	M9	0.360	0.084	0.189	7	P9	0.219	0.291	0.571	4
Y10	0.225	0.201	0.472	3	M10	0.359	0.084	0.189	6	P10	0.220	0.284	0.563	6

OPLS-DA 为有监督的模式识别分析方法，可显示样本间差异主要由哪些变量引起，可将桂枝及其部位较好地区分开来，并筛选出桂皮醛为影响分类的标志性成分，表明桂皮醛可作为指标性成分用于评价桂枝药材的质量。熵权 TOPSIS 法分析得出 C_i 值由大到小依次为桂枝皮部、药材、木部，表明皮部较优，与林佳等[12]的研究结果一致，可实现对桂枝整体质量控制以及优质种源筛选。刘威等[2]对不同商品规格的桂枝进行含量测定，结果表明桂枝规格越小，含量越高，可能由于桂枝规格越小，皮部占比越大，总体药材质量更优。因此，建议桂枝采收时选取枝条较细嫩的部分，保证药效作用更优。

此外，样品前处理考察了 50％甲醇、70％甲醇和甲醇，结果表明 70％甲醇的提取效果比 50％甲醇更充分，采用甲醇溶剂出现较多杂峰，故选择 70％甲醇作为提取溶剂。

本研究建立的桂枝 UPLC 指纹图谱 - 化学模式识别分析模型能真实地反映桂枝药材及其不同部位的成分信息，明确了桂枝药材不同部位成分的分布规律，且指认了原儿茶酸、香豆素、肉桂醇、肉桂酸、桂皮醛 5 个成分，均为桂枝的主要药效成分[13]，可为桂枝药材的质量控制和临床应用提供数据支持。

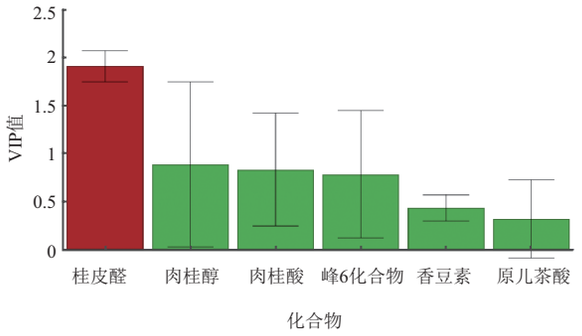


图 9　10 批桂枝及其不同部位 VIP 值

Fig.9　VIP Values of Ten Batches of *Cinnamomi Ramulus* and Their Different Parts

参考文献：

[1]　张利青，张占刚，付　岩，等．桂皮醛药理作用的研究进展 [J]．中国中药杂志，2015, **40**(23)：4568-4572.

[2]　刘　威，李红娟，张　帅，等．HPLC 测定不同商品规格桂枝中香豆素、肉桂醇、肉桂酸、桂皮醛的含量 [J]．中国实验方剂学杂志，2013, **19**(18)：134-138.

[3]　王元清，韩　彬，陈　婷，等．桂枝指纹图谱的建立及识别模式研究 [J]．中药材，2017, **40**(7)：1622-1627.

[4]　孙福仁，李军山，常云凤，等．基于指纹图谱与聚类分析评价不同产地桂枝质量 [J]．中医药导报，2019, **25**(7)：55-57.

[5]　王小平，杨丽珠，夏玉苹，等．基于化学模式识别技术的不同产地土炒白术质量比较研究 [J]．中国现代中药，2018, **20**(7)：855-859.

[6]　张志鹏，邓李红，李美洲，等．基于化学模式识别和熵权 TOPSIS 法分析槐角不同部位的差异 [J]．中药材，2021, **44**(6)：1415-1421.

[7]　钟海蓉，张绍山，肖　芳，等．基于 UPLC 法测定指标成分结合指纹图谱评价不同产地川赤芍不同部位的质量 [J]．中草药，2021, **52**(7)：2062-2071.

[8]　王璐璐，刘炳周，王　满，等．主成分分析结合均匀设计法用于优选桂芍巴布贴制备工艺的研究 [J]．中草药，2016, **47**(10)：1682-1689.

[9]　孙莹娜，冯素香，张浩杰，等．不同产地金花葵中 9 种核苷类成分的含量测定及质量评价 [J]．中药材，2020, **43**(1)：130-136.

[10]　姚晓璇，王瑜婷，邱彩月，等．菟丝子饮片、水煎液和配方颗粒的 HPLC 指纹图谱相关性研究 [J]．广东药科大学学报，2022, **38**(2)：24-30.

[11]　曾昭君，余欣彤，邓成程，等．基于化学模式识别和熵权 TOPSIS 法分析木棉花不同部位的差异 [J]．天然产物研究与开发，2022, **34**(9)：1557-1564.

[12]　林　佳，徐丽珍，刘江云，等．桂枝中桂皮醛、肉桂酸的含量与分布研究 [J]．中国药学杂志，2005,(23)：1784-1787.

[13]　朱　华，秦　丽，杜沛霖，等．桂枝药理活性及其临床应用研究进展 [J]．中国民族民间医药，2017, **26**(22)：61-65.

广告索引

封二：上海现代药物制剂工程研究中心有限公司

封三：鲁南厚普制药有限公司

封底：中国医药工业信息中心

577 页：公益广告