基于特征图谱和一测多评法的姜黄提取物质量控制

吴余钢[1#]，冯玉康[2#]，李建文[3]，王佳莉[2]，吴 彤[1]，林 珊[1*]

（1. 中国医药工业研究总院，上海医药工业研究院有限公司，先导物成药性研究全国重点实验室，上海 201203；2. 神威药业集团有限公司，河北石家庄 051430；3. 河北省药品职业化检查员总队（南片区），河北石家庄 050091）

摘要：采用 UPLC 法建立了姜黄提取物的特征图谱，并采用一测多评法（QAMS），以姜黄素（**1**）为参照，同时测定 **1**、双去甲氧基姜黄素（**2**）、去甲氧基姜黄素（**3**）和二氢姜黄素（**4**）的含量。结果显示，特征图谱中 7 个特征峰属 **1** ～ **4** 和 **1**、**3**、**4** 的烯醇式异构体，QAMS 法测得的各组分含量与外标法所得结果无显著差异，姜黄提取物中 **1** ～ **4** 的总和为 72.81%。此外，运用 UV 法测得姜黄提取物中的酚类物质总量约为 85%。该研究基于特征图谱和 QAMS 对姜黄提取物进行了质量控制研究，为其质量标准提升提供了思路及参考依据。

关键词：姜黄提取物；姜黄素；双去甲氧基姜黄素；去甲氧基姜黄素；二氢姜黄素；UPLC；特征图谱；一测多评法；质量控制

中图分类号：R284.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1001-8255(2026)04-0451-07

引用：吴余钢, 冯玉康, 李建文, 等. 基于特征图谱和一测多评法的姜黄提取物质量控制[J]. 中国医药工业杂志, 2026, **57**(4): 451-457. DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2026.04.011

Quality Control of Turmeric Extract Based on Characteristic Fingerprint and Quantitative Analysis of Multi-components by Single Marker

WU Yugang[1#], FENG Yukang[2#], LI Jianwen[3], WANG Jiali[2], WU Tong[1], LIN Shan[1*]

(*1. National Key Lab. of Lead Druggability Research, Shanghai Institute of Pharmaceutical Industry Co., Ltd., China State Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 201203; 2. Shineway Pharmaceutical Group Co., Ltd., Shijiazhuang 051430; 3. Hebei Province Pharmaceutical Professional Inspector Corps (South Region), Shijiazhuang 050091*)

ABSTRACT: A characteristic fingerprint method and a quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) method were established based on a UPLC method. Using curcumin (**1**) as the reference substance, the characteristic fingerprint and the content of four components in turmeric extract, namely **1**, bisdemethoxycurcumin (**2**), demethoxycurcumin (**3**) and dihydrocurcumin (**4**), were simultaneously determined. The results showed that 7 characteristic peaks in characteristic fingerprint were **1** − **4** and the enol isomers of **1**, **3**, **4**. No significant difference was observed between the QAMS and the external standard method, the total content of compounds **1** − **4** in turmeric extract was 72.81%. Moreover, the content of phenols in turmeric extract was measured to be about 85% using UV method. In this study, the quality control of turmeric extract was carried out based on characteristic fingerprint and QAMS, which provided methodological support and essential data for the improvement of its quality standards.

Key Words: turmeric extract; curcumin; bisdemethoxycurcumin; demethoxycurcumin; dihydrocurcumin; UPLC; characteristic fingerprint; quantitative analysis of multi-components by single marker; quality control

姜黄提取物为降脂通络软胶囊的重要原料药，其质量标准收载于 ChP 2025 年版一部“降脂通络软胶囊”项下。姜黄素（**1**）、双去甲氧基姜黄素（**2**）、去甲氧基姜黄素（**3**）及姜黄素类（curcuminoids，Curs）化合物是该提取物含量测定的指标成分。前期

对文章贡献等同。

收稿日期：2025-11-14

作者简介：吴余钢，硕士研究生，专业方向：中药药效物质基础研究及质量分析。

冯玉康，高级工程师，从事中成药技术开发研究和产业化实施工作。

通信作者：林 珊，副研究员，从事中药物质基础和质量标准的研究。

研究[1]采用超高效液相色谱 - 飞行时间质谱法在姜黄提取物中鉴定出 28 个 Curs 及其他酚类成分，可见其化学成分复杂多样。此外，本品的特征图谱提示，除 **1**、**2** 和 **3** 外，二氢姜黄素（dihydrocurcumin，**4**）含量也十分可观。并且，相关文献[2-3]报道 **4** 能调节肝脂肪代谢，对代谢功能障碍相关脂肪性肝炎具有预防和治疗作用，可视为姜黄提取物的潜在质量标志物（potential quality marker，Q-Marker）。然而，Curs 稳定性差，易出现酮式 - 烯醇式互变[4]，对照品须现配现测，检测成本高昂。一测多评法（quantitative analysis of multi-components by single marker，QAMS）常用于中药多组分的定量分析[5-6]，仅需定量一个成分，就可通过相对校正因子（f_{sx}）换算实现多成分定量分析，具有检测成本低、分析时间短等优点，可用于解决姜黄提取物质量研究所面临的难题。

本研究综合 ChP 2025 年版的质量标准及前期研究基础，对姜黄提取物展开系统性质量评价研究，采用 UPLC 法建立姜黄提取物的特征图谱，并基于 QAMS 法，以市售 **1** 为参照物，通过 f_{sx} 换算得到 **2**、**3**、**4** 的含量。并且，根据 Curs 酚羟基结构特征，建立了 UV 法定量测定姜黄提取物中的总酚类化合物，以对包括 **1** ～ **4** 在内的酚类成分进行质量控制。

1　仪器与试药

Vanquish Flex 型二元超高效液相色谱仪（美国 Thermo Fisher 公司）；UV-2600 型紫外分光光度仪（日本 Shimadzu 公司）；MS105DU 型电子分析天平（瑞士 Mettler Toledo 公司）。

10 批次姜黄提取物粉末（编号 S1 ～ S10）由神威药业集团有限公司提供。**1**（含量 98.1%，批号 110823-202107）、**2**（含量 95.0%，批号 112004-201501）、**3**（含量 99.1%，批号 112003-202302）的对照品购于中国食品药品检定研究院；**4** 对照品（四川精萃天成药物科技有限公司，含量 95%，批号 TC1028-230420；上海源叶生物科技有限公司，含量 95%，批号 J07HB174550；成都埃法生物科技有限公司，含量 95%，批号 AFBK1805。使用时不区分来源）；甲醇、乙腈、冰乙酸均为色谱纯，其余试剂为分析纯，水为超纯水。

2　方法与结果

2.1　样品制备

空白溶液：乙腈和 2% 冰乙酸水溶液（体积比 45 ∶ 55）。

混合对照品溶液：精密称取 **1** ～ **4** 对照品适量，各置 50 mL 的量瓶中，加入空白溶液溶解并定容，分别配制成约含 **1** 0.3 mg/mL、**2** ～ **4** 各 0.2 mg/mL 的贮备液；量取各贮备液适量，置同一 25 mL 的量瓶中，加入空白溶液稀释成约含 **1** 60 μg/mL、**2** 8.5 μg/mL、**3** 18 μg/mL、**4** 9 μg/mL 的混合对照品溶液，经 0.22 μm 微孔滤膜过滤，即得。

1 对照品溶液：精密称取 **1** 对照品适量，置 100 mL 的量瓶中，加入 70% 甲醇适量，超声（240 W，40 kHz）使溶解，再用 70% 甲醇定容，得含 **1** 约 0.1 mg/mL 的对照品溶液。

供试品溶液①：精密称取姜黄提取物粉末 30 mg，置 50 mL 量瓶中，加入空白溶液适量，置热水浴中 60 ℃超声（240 W，40 kHz）使溶解，再用空白溶液定容，摇匀；精密量取 1 mL 置 10 mL 的量瓶中，加空白溶液定容，摇匀，经 0.22 μm 微孔滤膜过滤，即得。

供试品溶液②：精密称取姜黄提取物粉末 20 mg，置 100 mL 的量瓶中，加入 70% 甲醇适量，超声（240 W，40 kHz）使溶解，再用 70% 甲醇定容；精密量取 2 mL，置 5 mL 的量瓶中，加 70% 甲醇定容，摇匀，即得。

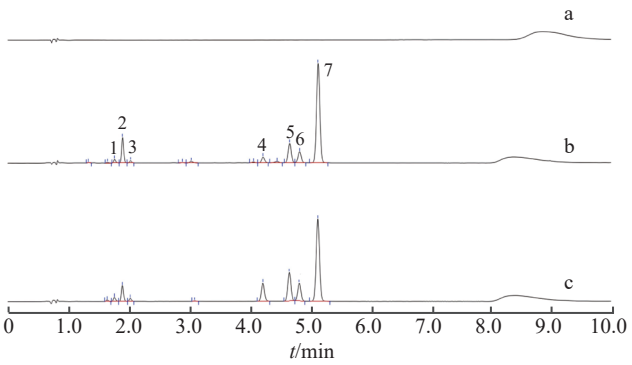
2.2　色谱条件

色谱柱 Waters ACQUITY UPLC HSS T3 柱（2.1 mm×100 mm，1.8 μm）；流动相 A 为 0.1% 甲酸溶液，B 为乙腈，洗脱梯度（0—3.5 min，A 55%—49%；3.5—6.5 min，A 49%；6.5—7.0 min，A 49%—5%；7.0—10.0 min，A 5%；10.0—10.1 min，A 5%—55%；10.1—15.0 min，A 55%）；检测波长 370 nm；柱温 40 ℃；流速 0.3 mL/min；进样量 2 μL。

2.3　特征图谱研究

2.3.1　专属性考察

精密吸取空白溶液、混合对照品溶液及供试品溶液①，按“**2.2**”项下色谱条件测定。结果（图 1）



a—空白溶剂；b—供试品（S2）溶液①；c—混合对照品溶液。4—**2**；5—**3**；6—**4**；7—**1**。

图 1　专属性试验图谱

Fig.1　Chromatograms of the Specificity Test

显示，空白溶液在各成分的出峰位置上无吸收，提示空白溶液对各组分的定量测定无影响，该方法专属性强。

2.3.2　精密度试验

取供试品（S2）溶液①，按“**2.2**”项下色谱条件连续进样测定 6 次。以 **1** 的特征峰 7 号峰为参照峰，计算得到各特征峰的相对保留时间和相对峰面积 RSD（*n*=6）均小于 2.8%，表明仪器精密度良好。

2.3.3　重复性试验

按“**2.1**”项下方法制备 6 份供试品（S2）溶液①，按“**2.2**”项下色谱条件进样分析，以 **1** 的特征峰 7 号峰为参照峰，计算得到各特征峰的相对保留时间和相对峰面积 RSD（*n*=6）均小于 3.0%，表明方法重复性良好。

2.3.4　稳定性试验

取供试品（S2）溶液①，分别于室温放置 0、0.5、1、3、6、12、15 h 时取样，按“**2.2**”项下色谱条件进样测定，以 7 号峰为参照峰，计算得到各特征峰的相对保留时间和相对峰面积 RSD（*n*=6）均小于 3.0%，提示供试品溶液①在 15 h 内的稳定性良好。

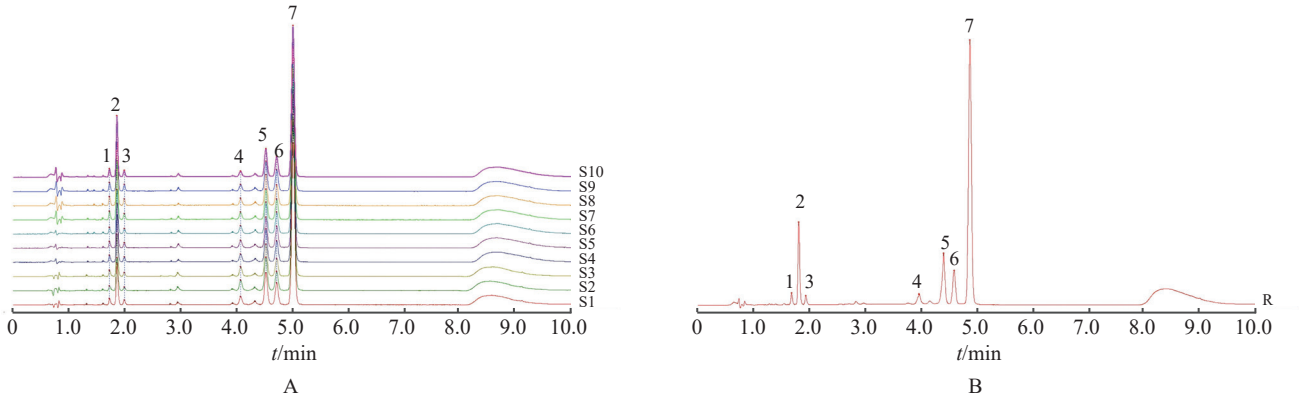
2.3.5　特征图谱的建立及特征峰指认

取供试品（S1 ～ S10）溶液①，按“**2.2**”项下色谱条件进样分析，记录 0 ～ 10 min 的色谱图。如图 2、3 所示，本法共确定 7 个特征峰，通过与单个对照品的保留时间比对，特征峰 1 ～ 7 分别是 1 号峰（**3** 烯醇式）、2 号峰（**1** 烯醇式）、3 号峰（**4** 烯醇式）、4 号峰（**2**）、5 号峰（**3**）、6 号峰（**4**）和 7 号峰（**1**）。同时，QAMS 峰定位则以相对保留时间为依据，以 7 号峰 **1** 为参照峰，**2**、**3**、**4** 的相对保留时间分别为 0.82、0.90 和 0.94。

2.4　QAMS 测定 **1** ～ **4** 的含量

2.4.1　系统适用性试验

精密吸取“**2.1**”项下混合对照品溶液 2 μL，按“**2.2**”项下色谱条件连续测定 6 次。结果显示，**1** ～ **4** 的峰面积 RSD（*n*=6）均小于 0.8%，提示本法系统适用性良好。

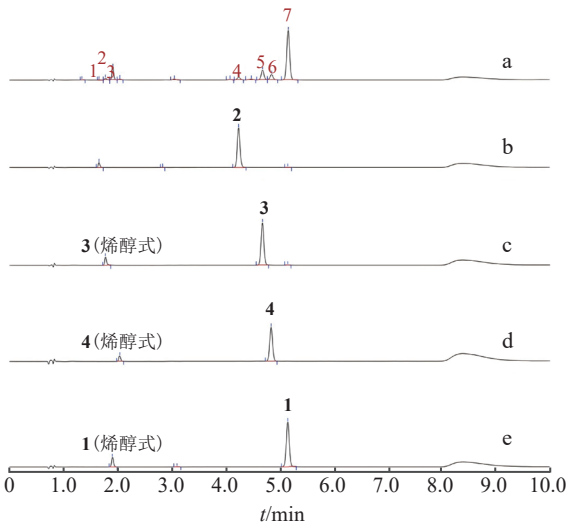


A—供试品叠加图（S1 ～ S10）；B—对照图谱。

1—**3** 的烯醇式；2—**1** 的烯醇式；3—**4** 的烯醇式；4—**2**；5—**3**；6—**4**；7—**1**。

图 2　姜黄提取物特征图谱

Fig.2　The Characteristic Fingerprints of Turmeric Extracts



a—供试品溶液①（特征峰 1 ～ 7）；b—**2** 溶液；c—**3** 溶液；d—**4** 溶液；e—**1** 溶液。

图 3　特征峰指认

Fig.3　Identification of Characteristic Peaks

2.4.2　线性关系考察及 f_{sx} 计算

按“**2.1**”项下方法配制混合对照品溶液，共 3 份，分别稀释 2、5、10、12.5、20 倍，按“**2.2**”项下色谱条件测定，以各待测成分质量浓度（*c*）为横坐标，连续 2 次测得的峰面积均值（*A*）为纵坐标绘制标准曲线（过原点）。并且，以 **1** 为参照物，按公式（$f_{sx}=k_s/k_x$，k_s 为参照物的标准曲线斜率，k_x 为待测成分 *x* 的标准曲线斜率）分别计算 **2**、**3**、**4** 的 f_{sx}。结果表明，**2**、**3**、**4** 的 f_{sx} 分别为 0.69、0.88、0.72（*n*=3），**1** ～ **4** 在相应的质量浓度范围内线性关系良好，R^2 大于 0.999 0（*n*=6）。

2.4.3　重复性试验

取供试品（S2）溶液①，共 6 份，按“**2.2**”项下色谱条件连续测定，分别采用外标法和 QAMS 计算待测成分含量；同时，分别配制 6 份混合对照品溶液，以考察 f_{sx} 的重复性。结果显示，外标法测得 **1** ～ **4** 的含量均值分别为 57.07%、2.23%、8.97%、4.31%，RSD（*n*=6）均小于 2.0%；QAMS 测得 **2**、**3**、**4** 的含量均值分别为 2.19%、9.10%、4.35%，RSD（*n*=6）均小于 2.2%。以 **1** 为参照物，**2**、**3**、**4** 的 f_{sx} 均值分别为 0.70、0.88、0.72，RSD（*n*=6）均小于 2.0%。

2.4.4　中间精密度试验

分别采用外标法和 QAMS，在不同时间、不同仪器（另一仪器为 Agilent 1290 Infinity Ⅱ型二元超高效液相色谱仪）上按“**2.2**”项下色谱条件测定供试品溶液中各成分的含量及 f_{sx}。结果显示，2 种分析方法的中间精密度良好，外标法测得 **1** ～ **4** 的含量分别为 57.75%、2.22%、9.00%、4.33%，RSD（*n*=4）均小于 2.8%；QAMS 测得 **2**、**3**、**4** 的含量分别为 2.19%、9.06%、4.33%，RSD（*n*=4）均小于 3.0%。经多次测定，以 **1** 为参照物，**2**、**3**、**4** 的 f_{sx} 分别确定为 0.73、0.89、0.73，RSD（*n*=4）小于 2.4%。

2.4.5　稳定性试验

分别取室温放置 0、0.5、1.0、3.0、6.0、12.0、15.0 h 时的供试品溶液①和混合对照品溶液，按“**2.2**”项下色谱条件测定，记录供试品中 **1** ～ **4** 的峰面积，并以 **1** 为参照物，考察 **2**、**3**、**4** 的 f_{sx} 稳定性。结果显示，以 **1** 为参照物，**2**、**3**、**4** f_{sx} 的 RSD（*n*=7）均小于 1.0%，表明 f_{sx} 稳定性良好；供试品溶液①中各成分在 15 h 内的峰面积 RSD（*n*=7）均小于 3.0%。值得注意的是，**1** 和 **3** 的稳定性略低，峰面积 RSD 值（*n*=7）分别为 2.97%和 2.98%，且随时间的推移，二者峰面积呈下降趋势。因此，采用本法时样品应即配即测。

2.4.6　加样回收率试验

取已知含量的供试品溶液① 9 份，按样品中各成分含量的 50%、100%和 150%加入各指标成分对照品溶液，每个水平平行 3 份，按“**2.2**”项下色谱条件测定，分别采用外标法和 QAMS 计算加样回收率。结果显示，2 种分析方法的准确度良好，外标法测得 **1** ～ **4** 的加样回收率分别为 98.96%、97.52%、99.70%、98.55%，RSD（*n*=9）均小于 3.5%；QAMS 测得 **2**、**3**、**4** 的加样回收率分别为 100.81%、100.66%、99.14%，RSD（*n*=9）均小于 3.5%。

2.4.7　耐用性试验

考察了不同的流动相初始比例（43%、45%和 47%乙腈）、流速（0.25、0.3 和 0.35 mL/min）、柱温（38、40 和 45 ℃）、色谱柱［Waters ACQUITY UPLC HSS T3 柱（2.1 mm×100 mm，1.8 μm）、Welch Ultimate

XB-C_{18} 柱（2.1 mm×100 mm，1.8 μm）、Agilent ZORBAX SB-Aq 柱（2.1 mm×100 mm，1.8 μm）和 Thermo Hypersil GOLD 柱（2.1 mm×100 mm，1.9 μm）］、超高效液相色谱仪（Vanquish Flex 型和 1290 Infinity Ⅱ型）对各成分的含量及 f_{sx} 的影响。结果显示，不同流动相初始比例、流速、柱温和仪器对各成分的含量及 f_{sx} 影响较小，RSD（n=6）均小于 3.0%。然而，使用不同品牌的色谱柱分离供试品溶液①时，出现了色谱峰未分离或分离度小于 1.5 的情况。因此，本法宜固定色谱柱。

2.4.8 样品含量测定

2.4.8.1 外标法和 QAMS 比较

取供试品（S1 ～ S3）溶液①，按“**2.2**”项下色谱条件进样测定，并分别按外标法和 QAMS 计算各成分的含量。结果（表 1）显示，供试品 S1 ～ S3 中 **2**、**3**、**4** 的含量经配对 t 检验，P 值为 0.081，即外标法和 QAMS 的测定结果无显著差异。

表 1 外标法和 QAMS 的含量测定结果 /%（n=2）

Tab.1 Content Results Determined by External Standard Method and QAMS/%（n=2）

化合物	批号	外标法	QAMS
1	S1	57.17	—
	S2	56.91	—
	S3	56.43	—
2	S1	2.26	2.26
	S2	1.88	1.88
	S3	2.05	2.05
3	S1	9.19	9.21
	S2	9.08	9.10
	S3	8.90	8.92
4	S1	4.44	4.44
	S2	5.31	5.31
	S3	4.35	4.35

2.4.8.2 多批次样品测定

取供试品（S1 ～ S10）溶液①，按“**2.2**”项下色谱条件进样测定，以 **1** 为参照物，**2**、**3**、**4** 依据相对保留时间（0.82、0.90 和 0.94）定位，并运用 f_{sx}（0.73、0.89、0.73）计算样品中的含量。结果（表 2）显示，供试品（ S1 ～ S10）中 **1** 含量最高，占比超过 56%，其次为 **3** 和 **4**（约 9.1%和 5.0%），**1** ～ **4** 总和的均值为 72.81%。并且，10 批次样品间 **1** ～ **4** 总和的偏差较小，含量较为均一。

表 2 10 批样品中各组分含量的 QAMS 测定结果 /%（n=2）

Tab.2 Content Results of 10 Batches of Samples Determined by QAMS/%（n=2）

批号	**1**	**2**	**3**	**4**	总和
S1	56.91	1.88	9.10	5.31	73.20
S2	57.17	2.26	9.21	4.44	73.08
S3	56.43	2.05	8.92	4.35	71.75
S4	58.09	1.72	9.50	5.08	74.39
S5	57.51	1.70	9.18	5.41	73.80
S6	57.43	1.76	9.33	5.32	73.84
S7	55.38	1.56	8.79	5.10	70.83
S8	58.44	1.59	9.41	5.21	74.65
S9	55.18	1.52	8.86	4.86	70.42
S10	56.57	1.47	8.81	5.28	72.13
均值	56.91	1.75	9.11	5.04	72.81
RSD（n=10）	1.86	14.29	2.83	7.40	2.01

2.5 酚类定量分析法

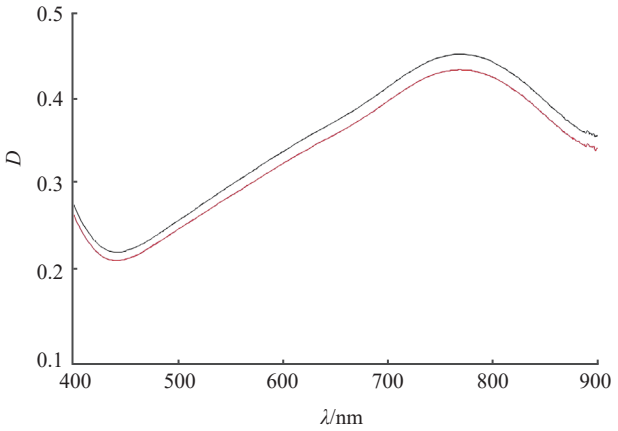
据文献[7]报道，以没食子酸为对照的福林酚（Folin-Ciocalteu，FC）比色法可用于定量检测多酚类成分。然而，本品不含没食子酸，若以之作为对照，专属性不强，且文献[7]中未见 FC 法的方法学验证。因此，为保证定量分析方法的专属性和准确度，本研究在文献[7]基础上进一步优化、完善，以本品中含量最高的 **1** 为对照，通过方法学考察和多批次样品测定建立本品的酚类定量分析法。

2.5.1 FC 法

量取 **1** 对照品溶液 0.1、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL（体积不足 1 mL 者用 70%甲醇补足）和供试品溶液② 1 mL，各置 10 mL 量瓶中；分别加入 0.1 mol/L 福林酚试液 3 mL，摇匀，加入 6%碳酸钠溶液 4 mL，加水定容，摇匀，于黑暗处放置 1 h，以相应试剂（70%甲醇 1 mL）为空白，在 770 nm 波长处测定吸光度（D）。以 D 值为纵坐标，**1** 质量浓度（c）为横坐标，绘制标准曲线。使用标准曲线计算样品中的总酚类含量。

2.5.2 专属性考察

如图 4 所示，**1** 和供试品溶液②经 FC 法显色后光谱行为基本一致，二者均在 770 nm 附近呈最大吸



红色—**1** 对照品；黑色—供试品溶液②。

图 4　FC 法专属性考察

Fig.4　The Specificity Investigation of FC method

收，表明本法专属性强。

2.5.3　方法学验证

按 FC 法绘制 **1** 对照品的标准曲线，结果显示 **1** 在 1 ～ 10 μg/mL 与吸光度线性关系良好，回归方程为 D=0.064 6c+0.052 9，R^2=0.999 6（n=6）。取质量浓度为 6 μg/mL 的 **1** 对照品溶液连续测定 5 次，吸光度的 RSD（n=5）小于 0.5%，表明仪器精密度良好。取 6 份供试品（S2）溶液②按 FC 法测定，样品中总酚均值为 84.04%，RSD（n=6）小于 1.2%，提示本法重复性良好。供试品（S2）溶液②于室温放置 0、20、40 min 和 1、2、3 h 时取样测定，吸光度的 RSD（n=6）小于 1.0%，表明供试品溶液②可在 3 h 内保持稳定。

取已知含量的供试品溶液②，共 9 份，按样品中 **1** 含量的 50%、100%和 150%加入 **1** 对照品溶液，每个水平平行 3 份，按 FC 法测定并计算加样回收率。结果显示，回收率均值为 100.71%，RSD（n=9）均小于 0.64%，提示本法准确度良好。

2.5.4　样品含量测定

取 10 批供试品（S1 ～ S10）溶液②，每批平行 2 份，按 FC 法测定样品中的总酚类含量。结果表明，供试品（S1 ～ S10）的总酚含量分别为 84.07%、84.05%、83.40%、87.46%、84.49%、84.42%、84.60%、87.42 %、84.37 %、85.78 %，RSD（n=10）为 1.66 %。由此可见，本品的酚类含量非常高（均值 85.01%）；不同批次间酚类含量的差异也较小，RSD 小于 2%。

3　讨论

目前，对姜黄提取物的质量控制多集中于 **1** ～ **3** 的含量测定[8]。前期研究[1]在姜黄提取物中共鉴定出 50 种化学成分，包括 28 个 Curs、15 个倍半萜类、6 个其他结构类型成分。并且，根据特征图谱中的 6 号峰可推测，**4** 在本品中含量较高。结合相关文献[2-3]报道，可将其列为潜在的 Q-Marker。依据文献[9-10]报道和对照品比对，证实 **1**、**3**、**4** 在溶液中均以酮式 - 烯醇式共存的形式存在，特征图谱中的 1 ～ 3 号特征峰分别为 **3**、**1**、**4** 的烯醇式异构体。此外，本研究选用本品中含量最高的 **1** 为对照，通过方法学验证和多批次样品测定，建立了专属性强、准确度高的总酚类定量分析法。多批次样品测定结果显示，本品中 **4** 含量约 5.0%，**1** ～ **4** 总和均值为 72.81%；总酚类含量较 **1** ～ **4** 总量高出约 12%，提示本品中尚存在其他 Curs 或酚类成分，与前期研究结果一致。

综上所述，本研究首次建立了姜黄提取物 4 种主要成分（**1** ～ **4**）的特征图谱及 QAMS 含量测定方法，并进一步优化了酚类定量分析法。所构建的方法分析时间短、试剂消耗少，满足快速、经济、环保的科学理念，为后续质量标准提升提供了方法与思路。研究还表明，酚类在姜黄提取物中占比非常高，属于原料药中的重要成分，可为降脂通络软胶囊的药效物质基础及作用机制研究提供参考。

参考文献：

[1]　林　珊, 吴　彤, 李　菲, 等. UPLC-QTOF/MS和GC-MS 法表征姜黄提取物中的化学成分及其质量控制[J]. 中国医药工业杂志, 2024, **55**(11): 1526-1538.

[2]　喻青青, 孟沫然, 刘亚云, 等. 二氢姜黄素对油酸诱导的非酒精性脂肪肝体外模型的预防作用与机制研究[J]. 中草药, 2018, **49**(5): 1092-1099.

[3]　吴　刚, 陈训军, 张万里, 等. 二氢姜黄素体外处理BRL-3A细胞对细胞凋亡通路的影响[J]. 实用肝脏病杂志, 2020, **23**(5): 622-625.

[4]　邓　罡, 李晓佩, 王际辉. 酸性溶液中姜黄素的紫外-可

见和荧光发射光谱研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2018, **38**(S1): 257-258.

[5] 熊贤招, 祝瑶露, 汪新娌, 等. 中药质量分析方法研究进展[J]. 中国医药科学, 2025, **15**(1): 35-38.

[6] 张颖茵, 谢京玲, 徐雅慧, 等. 一测多评法同时测定飞龙掌血中6种成分含量[J]. 今日药学, 2025, **35**(8): 602-608.

[7] 郭明鑫, 沈 颖, 冯毅凡, 等. 姜黄总多酚大孔树脂纯化工艺研究[J]. 中国民族民间医药, 2023, **32**(7): 33-37.

[8] 史晶晶, 冯素香, 郝 蕊, 等. 姜黄提取物中姜黄素、去甲氧基姜黄素、双去甲氧基姜黄素的含量测定[J]. 中医学报, 2015, **30**(6): 853-855.

[9] JIN S N, SONG C W, JIA S L, *et al*. An integrated strategy for establishment of curcuminoid profile in turmeric using two LC-MS/MS platforms [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2017, **132**: 93-102.

[10] JIA S L, DU Z F, SONG C W, *et al*. Identification and characterization of curcuminoids in turmeric using ultra-high performance liquid chromatography-quadrupole time of flight tandem mass spectrometry [J]. *J Chromatogr A*, 2017, **1521**: 110-122.

(上接第 450 页)

[8] 张春晓, 彭玉帅, 许 卉, 等. 流通池法的进展及应用[J]. 药物分析杂志, 2021, **41**(2): 195-202.

[9] 张威风, 李国相, 戚淑叶, 等. 体外溶出试验在药品适口性评价中的应用进展[J]. 中国医药工业杂志, 2024, **55**(5): 637-644.

[10] 刘延凤, 王伟伟, 陈晓杰, 等. 流通池法检测西吡氯铵含片的溶出度[J]. 中国医药工业杂志, 2024, **55**(1): 96-100.

[11] SPEER I, PREIS M, BREITKREUTZ J. Novel dissolution method for oral film preparations with modified release properties [J]. *AAPS PharmSciTech*, 2019, **20**(1): 7.

[12] ZHANG W F, XIAO C Q, XIAO Y, *et al*. An overview of *in vitro* dissolution testing for film dosage forms [J]. *J Drug Delivery Sci Technol*, 2022, **77**: 103297.

[13] SALAWI A. An insight into preparatory methods and characterization of orodispersible film: a review [J]. *Pharmaceuticals* (Basel), 2022, **15**(7): 844.

[14] GUPTA M S, KUMAR T P, GOWDA D V, *et al*. Orodispersible films: conception to quality by design [J]. *Adv Drug Delivery Rev*, 2021, **178**: 113983.