DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2025.11.049

趁鲜切制和传统工艺黄芩饮片黄酮类成分比较研究

李莎莎[1],陈曦[2],毛阿娟[1],韩昕[2],李凡[1],李芳[1],王晓婷[1],张红[1],王卫锋[1]
(1.陕西省中医药研究院,陕西 西安 710003;2.陕西中医药大学,陕西 咸阳 712046)

摘要:目的 比较趁鲜切制和传统工艺对黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 饮片中黄酮类成分的影响,为黄芩不同加工方式的饮片质量控制提供数据支持。方法 采用紫外分光光度(UV)和超高效液相色谱(UPLC)等方法对24批不同产地黄芩趁鲜切制饮片和传统饮片的6种指标性成分(黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、总黄酮、醇溶性浸出物)进行测定,运用SPSS软件对黄芩饮片总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、醇溶性浸出物进行双变量相关性分析。结果 24批趁鲜切制黄芩饮片中醇溶性浸出物含量为(46.44±0.06)%~(55.26±0.21)%,总黄酮含量为(215.90±0.14)~(288.87±0.21)mg/g,黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的含量分别为(150.10±0.34)~(199.40±0.19)mg/g、(27.72±0.04)~(39.85±0.15)mg/g、(2.45±0.00)~(8.63±0.01)mg/g、(0.56±0.00)~(2.43±0.01)mg/g;传统工艺黄芩饮片中醇溶性浸出物含量为(44.69±0.04)%~(54.24±0.07)%,总黄酮含量为(214.16±0.14)~(286.08±0.00)mg/g,黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的含量分别为(155.82±0.08)~(197.62±0.18)mg/g、(28.16±0.02)~(38.24±0.00)mg/g、(2.11±0.02)~(5.84±0.03)mg/g、(0.43±0.00)~(1.24±0.00)mg/g;与传统饮片相比,趁鲜切制饮片中黄芩素和汉黄芩素含量较高,但传统饮片的黄芩苷量比较高;总黄酮含量与黄芩苷和汉黄芩苷的含量、黄芩苷含量与汉黄芩苷的含量、黄芩素含量与汉黄芩素含量呈显著正相关($P<0.01$)。结论 黄芩趁鲜切制工艺在饮片生产上具有可行性。

关键词:黄芩;趁鲜切制;传统工艺;总黄酮;相关性分析
中图分类号:R284.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2025)11-0239-06

Comparison on Flavonoids between Fresh and Traditional Cutting Pieces of Huangqin(Scutellariae Radix)

LI Shasha[1],CHEN Xi[2],MAO Ajuan[1],HAN Xin[2],LI Fan[1],LI Fang[1],WANG Xiaoting[1],ZHANG Hong[1],WANG Weifeng[1]
(1. Shaanxi Provincial Traditional Chinese Medicine Research Institute,Xi'an 710003,Shaanxi,China;
2. Shaanxi University of Chinese Medicine,Xianyang 712046,Shaanxi,China)

Abstract:*Objective* To compare the effects of fresh cut pieces and traditional pieces of Huangqin(Scutellariae Radix),providing scientific basis for quality control of Huangqin(Scutellariae Radix) pieces with different processing method. *Methods* Ultraviolet spectrophotometry(UV) and ultra-high performance liquid chromatography(UPLC) and other methods were used to determine the contents of 6 index components(baicalin,wogonoside,baicalein,wogonin,total flavonoids,alcohol-soluble extract) in 24 batches fresh cut and traditional pieces of Huangqin(Scutellariae Radix) from different producing areas as samples. The bivariate correlation analysis of Huangqin(Scutellariae Radix) pieces was conducted by SPSS 22.0 software in terms of the content of alcohol-soluble extract,total flavonoids,baicalin,wogonoside,baicalein and wogonin. *Results* The content of alcohol-soluble extract in 24 batches of Huangqin(Scutellariae Radix) fresh cut pieces were (46.44±0.06)%~(55.26±0.21)%,the contents of total flavonoids,baicalin,wogonoside,baicalein and wogonin were (215.90±0.14)~(288.87±0.21)mg/g,(150.10±0.34)~(199.40±0.19)mg/g,(27.72±0.04)~(39.85±0.15)mg/g,(2.45±0.00)~(8.63±0.01)mg/g,(0.56±0.00)~(2.43±0.01)mg/g,respectively. The contents of alcohol-soluble extract in 24 batches of Huangqin(Scutellariae Radix) traditional pieces were (44.69±0.04)%~(54.24±0.07)%,the contents of total flavonoids,baicalin,wogono-

基金项目:陕西省中医药管理局中医药全省性专款专项(2021-QYZL-01);陕西省中医药管理局传承创新暨"秦药"开发重点科学研究项目(2021-02-GJ-021);陕西省中医药管理局秦创原中药创新研发项目(2022-QCYZH-030);陕西省重点研发计划一般项目(2024SF-YBXM-481)

作者简介:李莎莎(1988-),女,陕西丹凤人,助理研究员,硕士,研究方向:中药新药。
通讯作者:张红(1976-),女,陕西西安人,研究员,硕士研究生导师,博士,研究方向:中药药效物质基础。E-mail:zhanghong919919@163.com。
王卫锋(1968-),男,陕西蓝田人,主任药师,硕士,研究方向:中药新药。E-mail:554974456@qq.com。

side, baicalein and wogonin were (214.16 ± 0.14) ~ (286.08 ± 0.00) mg/g, (155.82 ± 0.08) ~ (197.62 ± 0.18) mg/g, (28.16 ± 0.02) ~ (38.24 ± 0.00) mg/g, (2.11 ± 0.02) ~ (5.84 ± 0.03) mg/g, (0.43 ± 0.00) ~ (1.24 ± 0.00) mg/g, respectively. Compared with those in the traditional cutting pieces, the contents of baicalein and wogonin were higher in fresh cutting pieces, whereas that of baicalin was lower in the fresh cutting pieces. Comprehensive evaluation of Huangqin (Scutellariae Radix) pieces were positively correlated with the contents of total flavonoids with the baicalin and wogonoside, the baicalin with wogonoside, the baicalein with wogonin (<0.01). *Conclusion* The processing technology of fresh cutting is feasible in the production of Huangqin (Scutellariae Radix) pieces.

Keywords: Huangqin (Scutellariae Radix); fresh cutting; traditional cutting; total flavonoids; correlation analysis

黄芩为唇形科黄芩属植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的干燥根，味苦，性寒，归肺、胆、脾、大肠、小肠经，具有清热燥湿、泻火解毒、止血安胎的功效[1]。主要药效成分为黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素等黄酮类化合物，具有抗炎抗菌、抗氧化、抗肿瘤和神经、心血管保护等作用[2-5]。黄酮类成分含量的高低是评价黄芩饮片质量优劣的常用指标，中药饮片质量的优劣是确保临床疗效的重要因素，而中药材产地加工是保障饮片质量的有效途径。

黄芩是我国大宗药材之一，目前临床常用的用药形式是黄芩饮片。黄芩饮片的传统加工方法为“鲜黄芩药材 - 晒干 - 净制 - 杀酶保苷 - 闷润 - 切制 - 干燥”，即黄芩饮片在切制前需要润洗、软化等环节，该过程不仅耗时耗力，还会造成有效成分的流失，进而影响黄芩饮片的质量[6]。近年来，趁鲜切制已在多个根和根茎类中药饮片的炮制中加以研究和应用[7-11]。目前关于黄芩产地趁鲜加工的研究较少，因此，开展黄芩趁鲜切制和传统切制饮片整体质量的比较研究，对黄芩趁鲜切制饮片产业化具有重要意义。

1 仪器与材料

1.1 仪器

超高效液相色谱仪（ACQUITY 型 - 美国 waters 公司）；紫外分光光度计[日立 U - 2910 型 - 日立科学仪器（北京）有限公司]；四孔水浴锅（北京科伟永兴仪器有限公司）；超声波清洗机（KH - 300DE 型 - 昆山市超声仪器有限公司）；电子分析天平（BT25S 型和 BS210S 型 - 北京赛多利斯科学仪器有限公司）；高速粉碎机（DFT - 200A 型 200 g 手提式 - 温岭市林大机械有限公司）；电热鼓风干燥箱（101 型 - 北京市永光明医疗仪器厂）。

1.2 材料

黄芩苷（批号 110715 - 202223）、汉黄芩苷（批号 112002 - 202303）、黄芩素（批号 111595 - 201808，含量以 97.9% 计）、汉黄芩苷（批号 111514 - 202207），上述 4 种对照品购自中国食品药品检定研究院；色谱甲醇购自德国默克公司；水为超纯水；其余试剂均为分析纯。

24 批新鲜黄芩（含水量约为 65%），采收时间在 10 - 11 月，其中陕西省 17 批（渭南市 9 批，编号 Y1 ~ Y9；榆林市 3 批，编号 Y22 ~ Y24；商洛市 2 批，编号 Y17 ~ Y18；铜川市 2 批，编号 Y19 ~ Y20；咸阳市 1 批，编号 Y21），甘肃省 3 批（编号Y10 ~ Y12），山西省 3 批（编号 Y14 ~ Y16），河北省 1 批（编号 Y13），经陕西省中医药研究院郭冬研究员鉴定，均为唇形科黄芩属植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的新鲜根。

2 方法与结果

2.1 黄芩饮片的处理

将鲜黄芩药材（Y1 ~ Y24）除去杂质，一部分直接晒干，得到黄芩干药材（水分低于 12%），将干药材洗净，蒸制 1 h，切片，烘干，得到黄芩传统饮片（编号 C1 ~ C24）；另一部分晾晒至水分 30% 左右，洗净，蒸制 20 min，切片，烘干，得到趁鲜切制饮片（编号 X1 ~ X24）。分别对 24 批黄芩趁鲜切制和传统工艺饮片进行醇溶浸出物、总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素含量等项目进行检查。

2.2 醇溶性浸出物

以稀乙醇为提取溶剂，根据 2020 年版《中华人民共和国药典》（四部）通则“2201 浸出物测定法”项下热浸法测定两种黄芩饮片醇溶性浸出物的含量[12]。结果见表 1，趁鲜切制黄芩饮片中醇溶性浸出物的含量范围在 (46.44 ± 0.06)% ~ (55.26 ± 0.21)%，平均质量分数为 50.80%；传统工艺黄芩饮片中醇溶性浸出物的含量范围在 (44.69 ± 0.04)% ~ (54.24 ± 0.07)%，平均质量分数为 49.68%；两种黄芩饮片的醇溶性浸出物含量均符合 2020 年版《中华人民共和国药典》（一部）黄芩项下规定的不得少于 40% 的要求[1]。t 检验结果表明，这两种切制方法制备的黄芩饮片中醇溶性浸出物的质量分数差异没有统计学意义（$P>0.05$）。

表 1 2 种切制工艺的黄芩饮片中醇溶性浸出物含量（$\bar{x} \pm s, n=2$）

样品	趁鲜切制/(%)	传统工艺/(%)	样品	趁鲜切制/(%)	传统工艺/(%)
S1	54.41 ± 0.03	54.24 ± 0.07	S13	54.32 ± 0.04	51.18 ± 0.03
S2	48.04 ± 0.05	47.97 ± 0.03	S14	48.17 ± 0.01	48.54 ± 0.61
S3	52.25 ± 0.17	51.56 ± 0.09	S15	49.83 ± 0.47	50.59 ± 0.96
S4	47.85 ± 0.14	53.26 ± 0.02	S16	51.70 ± 0.38	51.61 ± 0.06
S5	49.44 ± 0.13	48.21 ± 0.13	S17	48.16 ± 0.04	48.92 ± 0.07
S6	51.71 ± 0.08	53.40 ± 0.23	S18	50.27 ± 0.19	47.57 ± 0.58
S7	53.65 ± 0.05	49.46 ± 0.10	S18	50.90 ± 0.14	51.57 ± 0.09
S8	51.37 ± 0.19	44.69 ± 0.04	S20	49.82 ± 0.05	50.80 ± 0.08
S9	52.36 ± 0.07	50.08 ± 0.05	S21	53.26 ± 0.13	46.39 ± 0.21
S10	50.29 ± 0.13	50.05 ± 0.04	S22	55.26 ± 0.21	50.42 ± 0.25
S11	46.97 ± 0.03	48.65 ± 0.09	S23	49.02 ± 0.34	47.18 ± 0.20
S12	53.66 ± 0.19	49.29 ± 0.22	S24	46.44 ± 0.06	46.64 ± 0.24

2.3 黄芩饮片中总黄酮含量测定

2.3.1 对照品溶液的制备[13] 精密称取黄芩苷对照品 12.50 mg，置于 100 mL 容量瓶中，加 70% 乙醇超声溶解至刻度，摇匀，得到浓度为 0.125 mg/mL 的对照品母液。分别取母液 1、2、3、4、5、6 mL，置于 50 mL 容量瓶中，70% 乙醇稀释至刻度，摇匀，得到不同浓度的对照品溶液。

2.3.2 供试品溶液的制备[14] 取本品粉末约 0.3 g,精密称定,置圆底烧瓶中,加 70% 乙醇 40 mL,回流 3 h,放冷,滤过,滤液置 100 mL 容量瓶中,用 70% 乙醇分次洗涤容器和残渣,滤入同一容量瓶中,加 70% 乙醇至刻度,摇匀。精密量取 1 mL,置 100 mL 容量瓶中,加 70% 乙醇定容至刻度线,摇匀,即得。

2.3.3 线性关系考察 以 70% 乙醇溶液为空白对照,吸取“2.3.1”项下不同浓度的黄芩苷对照品溶液,于 280 nm 测定吸光度(A)值。以黄芩苷质量浓度为横坐标(X),吸光度值为纵坐标(Y),绘制标准曲线,得到回归方程 Y = 0.064 3X - 0.011 6,相关系数 r = 0.999 8,结果表明黄芩苷在 2.5 ~ 12.5 μg/mL 与吸光度值呈良好的线性关系。

2.3.4 精密度考察 取“2.3.1”项下同一浓度的黄芩苷对照品溶液,于 280 nm 连续测定 6 次,计算得到 RSD 为 0.20%,该仪器精密度良好。

2.3.5 重复性考察 精密称取同一黄芩样品 6 份,每份 0.3 g,按“2.3.2”供试品制备方法制备样品溶液,于 280 nm 处测定,计算得到 RSD 为 0.15%,该方法的重现性良好。

2.3.6 稳定性考察 精密称取黄芩片样品 0.3 g,按“2.3.2”供试品制备方法制备样品溶液,分别在 0、2、4、6、12、24 h 于 280 nm 处测定,计算得到 RSD 为 0.14%,表明样品在 24 h 内稳定。

2.3.7 加样回收率 精密称取同一黄芩样品粉末 6 份,每份 0.15 g,依次加入不同量黄芩苷标准品,分别置于具塞三角瓶中,按“2.3.2”供试品制备方法制备样品溶液,于 280 nm 测定其吸光度(A)值,结果平均回收率为 96.67%,RSD 为 1.43%。

2.3.8 总黄酮的含量测定 精密称取黄芩样品粉末 0.3 g,按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液,于 280 nm 处测定吸光度值,每份样品共测定 3 次,计算样品中总黄酮含量,结果见表 2。趁鲜切制黄芩饮片中总黄酮的质量分数在(215.90 ± 0.14) ~ (288.87 ± 0.21) mg/g,平均质量分数为(248.49 ± 0.16) mg/g;传统工艺黄芩饮片中总黄酮的质量分数在(214.16 ± 0.14) ~ (286.08 ± 0.00) mg/g,平均质量分数为(252.44 ± 0.07) mg/g;t 检验结果表明,这两种切制方法制备的黄芩饮片中总黄酮的质量分数差异没有统计学意义(P > 0.05)。

2.4 UPLC 测定黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素含量

2.4.1 色谱条件 色谱柱:ACQUITY UPLC BEH C_{18}(2.1 mm × 50 mm,1.7 μm);流动相:甲醇 - 0.2% 磷酸水(47∶53);流速 0.3 ml/min;检测波长:280 nm;进样量:1 μL。对照品溶液(A)与供试品溶液(B)的高效液相色谱图见图 1。

表 2 两种切制工艺的黄芩饮片中总黄酮含量(n = 3,$\bar{x} \pm s$)

单位:mg/g

样品	趁鲜切制	传统工艺	样品	趁鲜切制	传统工艺
S1	238.86 ± 0.61	240.48 ± 0.00	S13	241.58 ± 0.25	238.01 ± 0.00
S2	221.80 ± 0.13	237.6 ± 0.25	S14	249.00 ± 0.00	242.85 ± 0.00
S3	231.03 ± 0.13	243.8 ± 0.00	S15	249.64 ± 0.24	237.25 ± 0.25
S4	249.10 ± 0.24	280.52 ± 0.00	S16	236.83 ± 0.00	246.64 ± 0.00
S5	241.40 ± 0.00	285.86 ± 0.00	S17	260.36 ± 0.00	286.08 ± 0.00
S6	260.37 ± 0.34	260.37 ± 0.52	S18	272.80 ± 0.22	246.82 ± 0.00
S7	251.21 ± 0.00	250.55 ± 0.00	S18	250.40 ± 0.23	282.88 ± 0.00
S8	215.90 ± 0.14	248.04 ± 0.12	S20	288.87 ± 0.21	256.70 ± 0.00
S9	247.91 ± 0.00	223.15 ± 0.00	S21	270.50 ± 0.11	270.30 ± 0.11
S10	222.78 ± 0.13	214.16 ± 0.14	S22	284.77 ± 0.00	271.93 ± 0.00
S11	225.76 ± 0.23	232.15 ± 0.00	S23	255.66 ± 0.31	236.29 ± 0.13
S12	239.84 ± 0.12	272.99 ± 0.00	S24	257.38 ± 0.11	253.09 ± 0.00

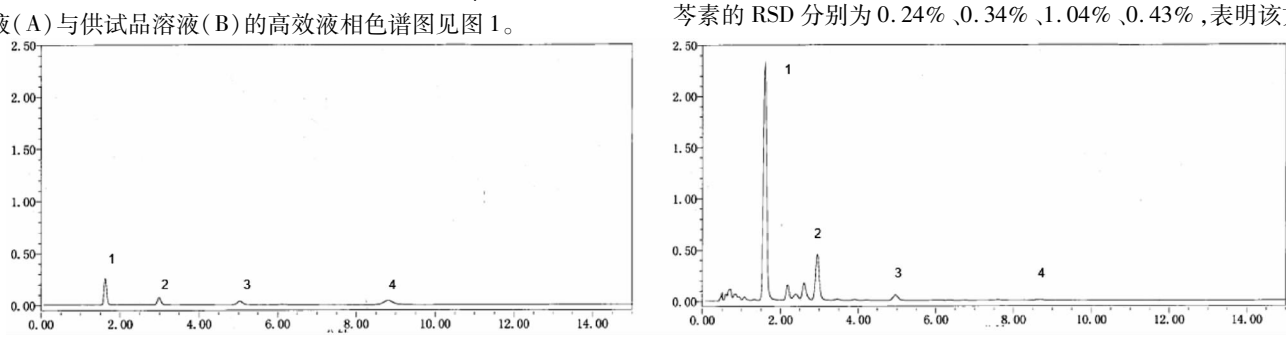
2.4.2 混合对照品溶液的制备 分别精密称取黄芩苷对照品、汉黄芩苷对照品、黄芩素对照品、汉黄芩素对照品适量,加 70% 乙醇超声溶解制成每毫升含 1.620 mg 黄芩苷、0.384 mg 汉黄芩苷、0.052 mg 黄芩素和 0.024 mg 汉黄芩素的混合对照品溶液,备用。

2.4.3 供试品溶液的制备[15] 精密称取黄芩粉末 0.3 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,精密加入 70% 乙醇 40 mL,称定质量,超声提取 40 min,放冷,再次称定质量,用 70% 乙醇补足减失质量,摇匀,滤过,续滤液用 0.22 μm 微孔滤膜过滤,备用。

2.4.4 线性关系考察 按照“2.4.1”项下色谱条件,分别吸取 0.1、0.2、0.4、1.0、1.2、1.5 μL 混合对照品溶液,分别以对照品质量浓度为横坐标(X),对照品峰面积为纵坐标(Y)绘制标准曲线,进行线性回归,得到 4 种成分的回归方程分别为:黄芩苷 Y = 9023X + 1 000 000(r = 0.996 3),线性范围 162 ~ 2430 μg/mL;汉黄芩苷 Y = 12 155X - 70 732(r = 1),线性范围 38.4 ~ 576 μg/mL;黄芩素 Y = 14 887X - 19 702(r = 0.999 9),线性范围 5.09 ~ 76.35 μg/mL;汉黄芩素 Y = 25 476X - 13 187(r = 0.999 9),线性范围 2.4 ~ 36 μg/mL。

2.4.5 精密度考察 精密吸取“2.4.2”项下混合对照品溶液,按“2.4.1”项下色谱条件连续进样 6 次,计算黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素峰面积的 RSD 值分别为 0.51%、0.59%、0.47%、0.49%。

2.4.6 重复性考察 取同一批趁鲜切制工艺饮片粉末,按“2.4.3”项下供试品溶液制备样品,平行 6 份,按“2.4.1”项下色谱条件,计算黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的 RSD 分别为 0.24%、0.34%、1.04%、0.43%,表明该方



注:1. 黄芩苷 2. 汉黄芩苷 3. 黄芩素 4. 汉黄芩素。

图 1 UPLC 色谱图

法的重复性良好。

2.4.7 稳定性考察 取同一样品溶液，分别于供试品溶液制备后 0、2、4、6、12、24 h，按“2.4.1”项下色谱条件进样，计算黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素峰面积的 RSD 分别为 0.31%、0.38%、1.35%、0.27%，表明供试品溶液在室温下 24 h 内稳定性良好。

2.4.8 加样回收率考察 取已知成分含量样品约 0.15 g，精密称定 6 份，按 1∶1 加入对照品，按“2.4.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.4.1”项下色谱条件进行测定，计算黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素的平均回收率分别为 99.31%、97.77%、95.743%、100.78%，RSD 分别为 0.40%、0.38%、1.12%、0.38%，表明方法准确度良好。

2.4.9 含量测定 分别按上述方法测定黄芩趁鲜切制饮片和传统工艺饮片中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素这 4 种指标性成分的含量，结果见表 3。24 批黄芩趁鲜切制饮片中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素的质量分数分别为(150.10 ± 0.34) ~ (199.40 ± 0.19) mg/g、(27.72 ± 0.04) ~ (39.85 ± 0.15) mg/g、(2.45 ± 0.00) ~ (8.63 ± 0.01) mg/g、(0.56 ± 0.00) ~ (2.43 ± 0.01) mg/g，平均值分别为(172.44 ± 0.43)、(33.10 ± 0.07)、(5.17 ± 0.01)、(1.21 ± 0.00) mg/g；24 批黄芩传统工艺饮片中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素的质量分数分别为(155.82 ± 0.08) ~ (197.62 ± 0.18) mg/g、(28.16 ± 0.02) ~ (38.24 ± 0.00) mg/g、(2.11 ± 0.02) ~ (5.84 ± 0.03) mg/g、(0.43 ± 0.00) ~ (1.24 ± 0.00) mg/g，平均值分别为(178.30 ± 0.77)、(33.56 ± 0.12)、(3.69 ± 0.02)、(0.82 ± 0.01) mg/g。

2.5 熵权法分析[16]

采熵权法对两种黄芩饮片中 6 个指标(醇溶性浸出物、总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素)的数据进行归一标准化处理，并计算权重，综合评分 = 0.151 4 × 总黄酮 + 0.161 1 × 黄芩苷 + 0.173 9 × 汉黄芩苷 + 0.216 6 × 黄芩素 + 0.189 7 × 汉黄芩素 + 0.107 3 × 醇溶性浸出物，结果见表 4。24 批黄芩趁鲜切制饮片中综合评分为 0.222 7 ~ 0.768 0 分，24 批黄芩传统工艺饮片中综合评分为 0.203 1 ~ 0.601 6 分。

2.6 黄芩趁鲜切制饮片及传统工艺饮片指标成分含量的差异性分析

运用 SPSS 26.0 软件，采用配对 t 检验分别对黄芩趁鲜切制饮片和传统工艺饮片中的 6 种指标性成分进行统计学分析[17]，结果见表 5。结果显示，趁鲜切制黄芩饮片的综合评分显著高于传统工艺的($P < 0.05$)，两种切制工艺中指标性成分黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素均有统计学意义。黄芩趁鲜切制饮片中黄芩素和汉黄芩素含量较高($P < 0.01$)，而黄芩苷的含量低于传统工艺($P < 0.05$)。

2.7 双变量相关性分析

分别将两种黄芩饮片的综合评分、总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素数据导入 SPSS 26.0 软件，运用 Pearson 相关分析方法进行双变量相关性分析[18]，见表 6。结果显示，两种黄芩饮片的综合评分与总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素均存在显著相关性($P < 0.05$)，黄酮类化合物之间也存在着相关性，趁鲜切制黄芩饮片中总黄酮含量与黄芩苷和汉黄芩苷、

表 3 黄芩趁鲜切制及传统工艺饮片中指标性成分含量比较 单位：mg/g

样品	黄芩苷		汉黄芩苷		黄芩素		汉黄芩素	
	传统	鲜切	传统	鲜切	传统	鲜切	传统	鲜切
S1	170.89 ± 3.62	171.89 ± 0.07	30.95 ± 0.79	31.09 ± 0.02	4.44 ± 0.16	8.15 ± 0.01	0.85 ± 0.03	1.46 ± 0.01
S2	183.01 ± 0.53	168.90 ± 0.20	33.48 ± 0.02	31.76 ± 0.02	2.61 ± 0.01	2.99 ± 0.00	0.57 ± 0.00	0.69 ± 0.01
S3	178.35 ± 0.21	168.33 ± 1.27	33.23 ± 0.03	31.20 ± 0.22	2.66 ± 0.01	3.98 ± 0.03	0.53 ± 0.00	0.97 ± 0.01
S4	190.51 ± 0.18	169.66 ± 0.56	35.14 ± 0.01	30.87 ± 0.13	3.34 ± 0.00	5.54 ± 0.01	0.73 ± 0.01	1.35 ± 0.00
S5	192.97 ± 0.52	181.23 ± 0.79	37.35 ± 0.08	34.68 ± 0.11	2.74 ± 0.02	4.43 ± 0.02	0.62 ± 0.00	1.03 ± 0.00
S6	186.76 ± 0.57	182.11 ± 0.36	37.38 ± 0.08	35.54 ± 0.02	4.39 ± 0.02	5.93 ± 0.01	0.97 ± 0.00	1.27 ± 0.00
S7	175.27 ± 2.34	182.15 ± 0.60	34.46 ± 0.38	35.61 ± 0.05	4.43 ± 0.07	5.96 ± 0.01	0.92 ± 0.01	1.20 ± 0.00
S8	166.18 ± 0.12	162.79 ± 0.77	28.89 ± 0.12	30.63 ± 0.13	3.03 ± 0.01	3.82 ± 0.04	0.80 ± 0.00	0.87 ± 0.00
S9	169.13 ± 1.14	156.64 ± 0.18	31.39 ± 0.00	27.91 ± 0.04	3.54 ± 0.00	4.82 ± 0.02	0.70 ± 0.01	1.52 ± 0.00
S10	160.12 ± 0.77	150.10 ± 0.34	29.99 ± 0.09	29.30 ± 0.02	3.49 ± 0.01	6.11 ± 0.00	0.86 ± 0.01	1.56 ± 0.01
S11	155.82 ± 0.08	153.42 ± 2.24	28.16 ± 0.02	29.73 ± 0.40	4.43 ± 0.01	5.13 ± 0.05	1.09 ± 0.01	1.27 ± 0.01
S12	184.90 ± 0.53	150.75 ± 0.14	38.24 ± 0.00	28.30 ± 0.01	2.60 ± 0.01	3.16 ± 0.00	0.63 ± 0.01	0.91 ± 0.00
S13	164.64 ± 2.06	175.51 ± 0.34	31.71 ± 0.29	33.73 ± 0.03	2.89 ± 0.03	3.68 ± 0.00	0.62 ± 0.02	0.77 ± 0.01
S14	176.90 ± 0.31	169.01 ± 0.29	33.91 ± 0.08	33.19 ± 0.00	4.48 ± 0.01	5.21 ± 0.00	1.05 ± 0.01	1.44 ± 0.00
S15	183.67 ± 0.33	183.74 ± 0.00	34.11 ± 0.06	34.41 ± 0.02	2.11 ± 0.02	2.45 ± 0.00	0.43 ± 0.00	0.56 ± 0.00
S16	170.67 ± 0.53	162.76 ± 0.05	33.31 ± 0.11	32.88 ± 0.00	2.25 ± 0.01	3.55 ± 0.00	0.66 ± 0.01	0.96 ± 0.00
S17	195.99 ± 0.33	177.38 ± 0.60	36.13 ± 0.05	33.02 ± 0.02	4.80 ± 0.00	6.29 ± 0.01	0.99 ± 0.00	1.44 ± 0.00
S18	176.83 ± 0.20	184.45 ± 0.18	34.15 ± 0.05	38.12 ± 0.03	3.47 ± 0.03	3.77 ± 0.02	0.75 ± 0.00	1.01 ± 0.00
S19	197.62 ± 0.18	190.81 ± 0.96	34.88 ± 0.00	37.44 ± 0.06	3.83 ± 0.00	4.93 ± 0.01	0.79 ± 0.00	1.15 ± 0.00
S20	190.15 ± 1.25	187.75 ± 0.16	37.39 ± 0.06	38.19 ± 0.02	3.51 ± 0.01	7.38 ± 0.00	0.82 ± 0.00	1.66 ± 0.00
S21	179.28 ± 0.83	199.40 ± 0.19	33.09 ± 0.15	38.51 ± 0.02	4.06 ± 0.01	4.67 ± 0.00	0.87 ± 0.00	0.90 ± 0.01
S22	178.52 ± 1.23	196.35 ± 0.07	34.02 ± 0.21	39.85 ± 0.15	5.84 ± 0.03	5.50 ± 0.02	1.24 ± 0.00	1.09 ± 0.00
S23	167.37 ± 0.16	150.50 ± 0.01	32.91 ± 0.02	30.80 ± 0.02	5.06 ± 0.02	8.63 ± 0.01	1.23 ± 0.00	2.43 ± 0.01
S24	183.68 ± 0.45	162.84 ± 0.03	31.19 ± 0.07	27.72 ± 0.04	4.67 ± 0.01	8.03 ± 0.01	0.99 ± 0.01	1.63 ± 0.00

表 4 黄芩趁鲜切制饮片及传统工艺饮片指标成分的综合评分

单位:分

样品	趁鲜切制	传统工艺	样品	趁鲜切制	传统工艺
S1	0.566 7	0.381 6	S13	0.407 1	0.262 5
S2	0.222 7	0.300 9	S14	0.445 1	0.411 3
S3	0.333 7	0.328 4	S15	0.353 6	0.308 1
S4	0.413 4	0.529 3	S16	0.330 2	0.310 2
S5	0.438 8	0.497 9	S17	0.528 8	0.601 6
S6	0.587 7	0.567 7	S18	0.546 6	0.350 4
S7	0.584 4	0.424 2	S18	0.570 2	0.558 2
S8	0.253 2	0.203 1	S20	0.768 0	0.501 0
S9	0.363 5	0.260 4	S21	0.646 6	0.410 0
S10	0.336 4	0.206 1	S22	0.750 3	0.558 8
S11	0.266 2	0.241 5	S23	0.579 9	0.374 4
S12	0.233 9	0.465 4	S24	0.457 1	0.396 2

黄芩苷与汉黄芩苷、黄芩素与汉黄芩素含量均存在显著正相关($P<0.01$);传统工艺黄芩饮片中总黄酮含量与黄芩苷和汉黄芩苷、黄芩苷与汉黄芩苷、黄芩素与汉黄芩素含量均存在显著正相关($P<0.01$)。

3 讨论

黄芩是我国大宗药材,药用历史悠久。在 2018 年国家中医药管理局发布的《古代经典名方目录(第一批)》中,含黄芩的方剂占比达 16%[19]。

3.1 黄芩趁鲜切制饮片工艺

新鲜黄芩的含水率较高,在采收后若不及时加工处理,很快就会出现霉烂变质等现象,严重影响药材的质量和临床疗效[20-21]。近年来,对于植物类中药,特别是质地坚硬的根茎类,药材的产地初加工上多采用趁鲜切制方法。研究发现[22],若新鲜黄芩不经干燥直接切制烘干的饮片或干燥一定含水率再切制并烘干的饮片,饮片外观性状虽然合格,但在临床应用中黄芩多以水煎形式入药[19],仍然会进一步促使黄芩苷水解,饮片变绿,影响其疗效,故黄芩的产地趁鲜加工,杀酶保苷是关键[23-24]。高晓昱等[15]在对黄芩产地趁鲜切制研究过程中,发现黄芩鲜药材经 105 ℃红外辐射 10 min 后切片阴干的鲜切加工方法可代替传统加工,减少了产地干燥时间、浸润时间和次数,降低了生产成本。本研究充分考虑黄芩的实际生产情况,经多次研究试验,最终选取含水率约 30% 黄芩药材作为趁鲜切制原材料,考察了不同蒸制时间、烘干温度及切片厚度等对趁鲜切制饮片中黄酮类成分含量的影响,研究制备的黄芩鲜切饮片达到药典标准。

3.2 指标性成分差异性分析

以黄芩苷的含量作为评价黄芩饮片的质量,难以全面反映黄芩饮片的质量。研究表明,黄芩的药效作用是多成分协同作用的结果[25-26],黄芩素和汉黄芩素也有抗炎[27]、抑制肝癌细胞代谢等作用[28],所以黄芩素和汉黄芩素的含量并不是越低越好。本研究以总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、醇溶性浸出物为指标,通过综合评分法比较两种不同加工方式对黄芩饮片的影响,发现黄芩趁鲜切制饮片及传统饮片在黄酮类成分上有一定的差异,整体表现为黄芩趁鲜切制饮片质量优于传统饮片。但在趁鲜切制和传统工艺饮片的黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素比较中,二者存在着一定的差异,对引起这 3 种成分具有显著性差异的原因进行分析:可能是黄芩的品质、产地、生长环境以及采收时间等因素的不同导致黄芩药材中活性成分的含量具有一定的差异[29-34],比如干旱和盐胁迫会引起黄芩黄酮类成分含量和差异成分种类的改变[35],不同经纬度的黄酮类化合物可相互补偿[36];相关性分析发现黄芩苷与汉黄

表 5 黄芩趁鲜切制饮片和传统工艺饮片指标成分含量差异性分析($n=24$,$\bar{x}\pm s$)

样品	质量分数/(mg/g)					醇溶性浸出物/(%)	综合评分
	总黄酮	黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素		
传统	252.44±20.02	178.30±11.20	33.56±2.66	3.69±0.98	0.82±0.21	49.68±2.35	0.39±0.12
鲜切	248.49±18.77	172.44±14.49*	33.10±3.56	5.17±1.68**	1.21±0.40**	50.80±2.52	0.46±0.16*

注:* 与传统工艺比较,$P<0.05$;** 与传统工艺比较,$P<0.01$。

表 6 黄芩饮片中总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素含量 Pearson 相关分析

样品	组分	相关性						
		总黄酮	黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素	醇溶浸出物	综合评分
鲜切工艺	总黄酮	1						
	黄芩苷	0.654**	1					
	汉黄芩苷	0.679**	0.914**	1				
	黄芩素	0.346	−0.090	−0.091	1			
	汉黄芩素	0.249	−0.357	−0.255	0.881**	1		
	醇溶浸出物	0.128	0.296	0.308	−0.170	−0.308	1	
	综合评分	0.872**	0.693**	0.728**	0.572**	0.377	0.251	1
传统工艺	总黄酮	1						
	黄芩苷	0.805**	1					
	汉黄芩苷	0.674**	0.810**	1				
	黄芩素	0.138	−0.047	−0.104	1			
	汉黄芩素	0.059	−0.191	−0.168	0.937**	1		
	醇溶浸出物	0.047	0.168	0.262	−0.075	−0.196	1	
	综合评分	0.850**	0.819**	0.785**	0.409*	0.288	0.295	1

注:* $P<0.05$;** $P<0.01$。

芩苷、黄芩素与汉黄芩素之间呈显著正相关，这与王文涛[37]等的研究结果相一致，究其原因可能是由于黄芩中糖基转移酶的非特异性催化引起的，催化黄酮苷元合成黄酮苷的糖基转移酶具有很强的杂泛性有关，能够非特异性催化相同的糖基连接到不同黄酮苷元的相同位置[38]；趁鲜切制饮片与传统饮片的总黄酮并无显著性差异，说明了趁鲜切制加工工艺在黄芩饮片生产上具有可行性。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020.
[2] ZHAO T T，TANG H L，XIE L，et al. *Scutellaria baicalensis* Georgi.（Lamiaceae）：a review of its traditional uses，botany，phytochemistry，pharmacology and toxicology[J]. J Pharm Pharmacol，2019，71（9）：1353－1369.
[3] 曾小虎，王莹莹，李瑞琴. 黄芩苷抗肿瘤机制研究进展[J]. 世界科学技术－中医药现代化，2021，23（12）：4699－4710.
[4] 刘雪艳. 野黄芩苷防治阿尔茨海默病机制研究进展[J]. 中药材，2021，44（10）：2491－2496.
[5] 朱亚南，杨七妹，张硕，等. 黄芩苷与黄芩素药理作用及机制研究进展[J]. 时珍国医国药，2020，31（4）：921－925.
[6] 贾哲，刘艳萍，张晴，等. 切制工艺小试与中试的比较及思考——以黄芩饮片为例[J]. 中华中医药学刊，2024，42（6）：135－140，284.
[7] CAI X Y，DENG H M，LI W J，et al. Study on fresh processing key technology and quality influence of Cut Ophiopogonis *Radix* based on multi－index evaluation[J]. Open Life Sci，2023，18（1）：20220638.
[8] 张爱松，林敏，段功豪，等. 基于多质量参数的菝葜趁鲜切制工艺优选研究[J]. 中草药，2023，54（12）：3834－3841.
[9] 徐梦丹，张雪晶，刘小康，等. 基于趁鲜切制与传统切制工艺的人参饮片质量评价分析[J]. 中草药，2023，54（8）：2437－2445.
[10] 吴红伟，李东辉，宋沁洁，等. 黄芪趁鲜切制饮片与传统饮片化学成分及体外抗氧化活性比较研究[J]. 中草药，2022，53（22）：7039－7047.
[11] 辛二旦，司昕蕾，边甜甜，等. 大黄产地趁鲜切制工艺优选及与传统加工的比较研究[J]. 时珍国医国药，2020，31（6）：1368－1370.
[12] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：四部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020.
[13] 陈春妮. 基于代谢组学和网络药理学技术探讨黄芩总黄酮改善阿尔茨海默症的作用机制[D]. 太原：山西大学，2023.
[14] 景文慧. 黄芩中两组黄酮类同分异构体成分鉴定方法研究[D]. 佳木斯：佳木斯大学，2022.
[15] 高晓昱，陈玉武，张海星，等. 基于多组分定量分析陇药黄芩鲜切加工方法[J]. 甘肃中医药大学学报，2023，40（4）：29－36.
[16] JIN Y，SHOU Y，LEI Q，et al. An entropy weight method to integrate big omics and mechanistically evaluate DILI[J]. Hepatology，2024，79（6）：1264－1278.
[17] 陈芳，倪丽，缪兴龙，等. 趁鲜切制和传统切制金荞麦饮片糖类组分比较研究[J]. 中草药，2023，54（9）：2776－2784.
[18] 高伟城，王小平，肖晓琳，等. 基于熵权 TOPSIS 法综合评价不同产地枇杷叶质量[J]. 中国药房，2023，34（1）：72－77.
[19] 高文雅，李涛，周严严，等. 黄芩水煎液中化学成分的定性及定量研究[J]. 中草药，2022，53（23）：7339－7352.
[20] 林欢欢，邵长鑫，彭婷，等. 黄芩炮制的历史沿革及现代研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志，2024，30（3）：279－289.
[21] 杨颖，田景振，陈智. 炮制对黄芩药理作用与化学成分影响研究进展[J]. 中华中医药学刊，2020，38（10）：230－235.
[22] 张雪梅，张刘伟，何凯乐，等. 基于 HPLC 指纹图谱和多指标定量的黄芩趁鲜加工研究[J]. 中草药，2021，52（15）：4552－4560.
[23] 韩喜桃，唐雅楠，刘子琴，等. 不同加工方法的“杀酶保苷”作用及对黄芩片质量的影响[J]. 中华中医药杂志，2022，37（1）：120－124.
[24] 葛秀允，朱建光. 不同加工方法对黄芩饮片质量影响的综合评价研究[J]. 时珍国医国药，2017，28（3）：603－605.
[25] JI L Y，SONG T，GE C L，et al. Identification of bioactive compounds and potential mechanisms of scutellariae *Radix*－coptidis rhizoma in the treatment of atherosclerosis by integrating network pharmacology and experimental validation[J]. Biomed Pharmacother，2023，165：115210.
[26] 高书春，杜卓琦，马世平，等. 基于网络药理学和分子对接技术研究黄芩治疗糖尿病脑病的作用[J]. 中成药，2023，45（9）：3115－3122.
[27] 涂济源，柯畅，王燕，等. 子芩与枯芩 UPLC 指纹图谱建立及抗炎作用的谱效关系研究[J]. 中药材，2023，46（6）：1454－1461.
[28] 许珂嘉，张子蒙，付传奎，等. 黄芩素和汉黄芩素抑制肝癌细胞能量代谢的作用机制差异研究[J]. 中国药房，2022，33（11）：1300－1305.
[29] 张娜，苏凤山，周园涛，等. 基于植物代谢组学和指标成分的黄芩药材优质标准研究[J]. 中国中药杂志，2022，47（10）：2681－2688.
[30] 韩志超，梁运江，赛春梅. 黄芩质量形成影响因素的研究进展[J]. 中草药，2024，55（1）：320－331.
[31] 卫昊，郭玲玲，李柳柳，等. 不同海拔和光照对黄芩中 7 种黄酮类有效成分含量的影响[J]. 中草药，2019，50（6）：1472－1476.
[32] 沈佳琪，王悦，刘小康，等. 基于熵权法和灰色关联度评价不同产地黄芩饮片质量[J]. 中药材，2023，46（7）：1725－1730.
[33] SHEN J，LI P，HE C N，et al. Simultaneous determination of 15 flavonoids from different parts of *Scutellaria baicalensis* and its chemometrics analysis[J]. Chin Herb Med，2019，11（1）：20－27.
[34] ZHENG Y Y，ZHOU S N，ZHANG H K，et al. Comparative study of the flavonoid content in *Radix scutellaria* from different cultivation areas in China[J]. Int J Anal Chem，2023，2023：3754549.
[35] 管仁伟，郭瑞齐，林慧彬，等. 基于植物代谢组学技术的干旱及盐胁迫对黄芩中黄酮类成分影响的研究[J]. 中草药，2022，53（5）：1504－1511.
[36] 孙卫敏，曾伟民，贾向前，等. 不同经纬度黄芩代谢差异的综合研究[J]. 中国药学杂志，2023，58（17）：1554－1562.
[37] 王文涛，曹晓燕，胡苏莹，等. 不同产地黄芩中 5 个黄酮类成分的比较分析[J]. 中药材，2021，44（7）：1691－1696.
[38] WANG Z L，WANG S，XU Z，et al. Highly promiscuous flavonoid 3－O－glycosyltransferase from *Scutellaria baicalensis*[J]. Org Lett，2019，21（7）：2241－2245.