

· 中药农业 ·

不同生长年限与采收期对金荞麦药材产量与质量的影响[△]

张晶¹, 魏胜利^{1,2*}, 李娇¹, 付昌奎³

1. 北京中医药大学 中药学院, 北京 102488; 2. 中药材规范化生产教育部工程研究中心, 北京 102488;
3. 重庆太极中药材种植开发有限公司, 重庆 408000

[摘要] 目的: 研究不同生长年限与采收期对金荞麦产量、活性成分含量及经济效益的影响, 明确金荞麦适宜的生长年限及采收期。方法: 采用 HPLC 测定不同采收期金荞麦中表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯的含量, 样方法计算药材产量, 通过调查统计种植成本并分析经济效益。结果: 不同采收期的金荞麦, 其活性成分含量存在显著差异, 2年生11月采收的金荞麦其表儿茶素含量最高, 3年生7月采收的金荞麦其表儿茶素没食子酸酯含量最高。从产量的角度分析, 2~4年生金荞麦的逐年增产率呈现下降趋势。从经济效益的角度分析, 2年生金荞麦的年产值及投产比均最高。因此, 采收2年生金荞麦可获得较高产量及实现经济利益最大化。结论: 表儿茶素为《中华人民共和国药典》2020年版对金荞麦质量控制的评价指标, 如果以表儿茶素作为金荞麦药材质量的考核指标, 2年生11月是适宜采收期, 此时期采收的金荞麦其产量较大、质量佳且种植户可获得最大的经济利益。

[关键词] 金荞麦; 适宜采收期; 产量; 药用活性成分

[中图分类号] S567 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2021)03-0501-06

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20200318005

Study on Impact of Different Growing Ages and Harvesting Time of Medicinal Material:

Fagopyrum dibotrys on Yield and Quality

ZHANG Jing¹, WEI Sheng-li^{1,2*}, LI Jiao¹, FU Chang-kui³

1. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 102488, China;
2. Engineering Research Center of Good Agricultural Practice for Chinese Crude Drugs, Ministry of Education, Beijing 102488, China;
3. Chongqing Taiji Chinese Medicine Planting Development Co., Ltd., Chongqing 408000, China

[Abstract] **Objective:** To determine the suitable growth ages and harvesting time of *Fagopyrum dibotrys* through a study on the impact of different growing ages and harvesting time on the yield, contents of medicinal active ingredients, and economic benefits of *F. dibotrys*. **Methods:** The HPLC method was used to determine the contents of epicatechin and epicatechin gallate in *F. dibotrys* at different harvesting time. The quadrat method was then adopted to calculate the yield of the medicinal material, and the planting costs being investigated and calculated to analyze the economic benefits. **Results:** There existed significant differences in the contents of medicinal active ingredients of *F. dibotrys* at different harvesting time. The epicatechin content reached to the highest in *F. dibotrys* with two years of growing ages and harvested in November, and *F. dibotrys* with three years of growing ages and harvested in July was of the highest content of epicatechin gallate. Analyzed from the output perspective, the annual rate of growth of *F. dibotrys* with two to four years of growing ages showed a downward trend, yet, from the perspective of economic benefits, the highest annual output value and input-output ratio were achieved in the two-year-old *F. dibotrys*. Therefore, harvesting two-year-old *F. dibotrys* can obtain a higher yield and maximized economic benefits. **Conclusion:** Epicatechin is an evaluation index for the quality control of *F. dibotrys* in the 2020 edition of the Pharmacopoeia of the People's Republic of China. If the quality of *F. dibotrys* is evaluated in accordance with the epicatechin

[△] [基金项目] 国家重点研发计划项目(2017YFC1701400)

* [通信作者] 魏胜利, 教授, 研究方向: 精准药材定向培育; Tel: (010)84738334, E-mail: wsl7491@126.com

content, the suitable harvesting time shall be in November with two years growing time, because at this time, *F. dibotrys* can reach a higher yield and best quality, and bring greatest economic benefits to herbal farmers.

[**Keywords**] *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara.; suitable harvesting time; yield; medicinal active ingredients

金荞麦为蓼科植物金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara. 的干燥根茎, 具有清热解毒、排脓祛瘀之功效^[1], 多用于治疗肺脓疡、关节酸痛、多发性脓肿、跌打损伤等^[2], 是我国民间传统中药。现代药理研究表明, 金荞麦具有预防癌化学及抗肿瘤活性^[3-5]。目前, 已有金荞麦片、威麦宁胶囊、复方金荞麦颗粒等多个中成药上市。金荞麦具有较强的抗氧化作用, 对 1, 1-二苯基-2-三硝基苯肼 (DPPH) 自由基、2, 2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸) 二铵盐 (ABTS) 自由基、羟自由基具有一定的清除能力^[6], 以表儿茶素 (epicatechin)、表儿茶素没食子酸酯 (epicatechin gallate) 为代表的单体酚类化合物是其抗氧化作用的物质基础^[7]。

适时采收对药材生产至关重要。合理的采收期不仅能在时间成本与药材产量的权衡上提供指导, 也可有效保证药材质量的稳定性。王安虎等^[8]研究发现, 不同生长期的金荞麦中双聚原矢车菊苷元含量不同, 呈动态变化。还有研究表明, 金荞麦的最佳采收时期是地上部分枯萎时, 此时金荞麦根茎中表儿茶素、醇溶性浸出物含量均较高^[9-10]。但现有文献研究中, 金荞麦采收多集中于下半年 (7—11 月), 时间段过短且缺乏产量数据, 并未从种植户经济利益角度考虑适宜采收期。金荞麦传统采收期为 2 年生冬季 (11 月), 故本研究以金荞麦主要产区重庆市涪陵区的金荞麦种植基地为依托, 测定 2~4 年生金荞麦在 3—11 月采收的样品中表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯的含量, 并对不同采收期的药材产量及经济效益进行了系统考察, 以期获得金荞麦适宜采收期, 为金荞麦的栽培及生产提供参考。

1 材料

1260 Infinity 型高效液相色谱仪系统 (包括 G1311B 1260 Quat Pump 型四元泵、G1314F 1260 VWD 型紫外检测器、G1329B 1260 ALS 型自动进样器、G1316A 1260 TCC 型柱温箱, 美国安捷伦公司); ME104 型电子天平 (瑞士梅特勒-托利多公司); BT25S 型万电子天平 (德国赛多利斯科学仪器有限公司); KQ5200D 型超声清洗器 (江苏省昆山市超声仪器有限公司); FW100 型高速万能粉碎机 (天

津市泰斯特仪器有限公司)。

表儿茶素 (纯度: 98%, 批号 110878-201703)、表儿茶素没食子酸酯 (纯度: 98%, 批号 111987-201501) 均购自中国食品药品检定研究院; 乙腈为色谱纯 (美国赛默飞世尔科技公司); 磷酸、甲醇为分析纯 (北京化工厂有限责任公司), 水为娃哈哈纯净水。

金荞麦样品采自重庆太极中药材种植开发有限公司 (以下简称太极种植公司) 的金荞麦基地。2019 年 3 月, 分别选择种源、栽培环境和管理条件相对一致的 2~4 年生金荞麦栽培地采集。该栽培地种植株行距为 30 cm × 30 cm。在不同栽培年限地块采用样方法采挖样品并于 2019 年 3—11 月, 采集 2~4 年生金荞麦样品, 每批 3 份, 共取样 729 株。样品信息见表 1。样品经北京中医药大学魏胜利教授鉴定为蓼科植物金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara.。

表 1 金荞麦样品信息

编号	生长年限/年	采收时间/年-月
S1	2	2019-03
S2	2	2019-04
S3	2	2019-05
S4	2	2019-06
S5	2	2019-07
S6	2	2019-08
S7	2	2019-09
S8	2	2019-10
S9	2	2019-11
S10	3	2019-03
S11	3	2019-04
S12	3	2019-05
S13	3	2019-06
S14	3	2019-07
S15	3	2019-08
S16	3	2019-09
S17	3	2019-10
S18	3	2019-11
S19	4	2019-03
S20	4	2019-04
S21	4	2019-05
S22	4	2019-06
S23	4	2019-07
S24	4	2019-08
S25	4	2019-09
S26	4	2019-10
S27	4	2019-11

2 方法

2.1 金荞麦产量测定

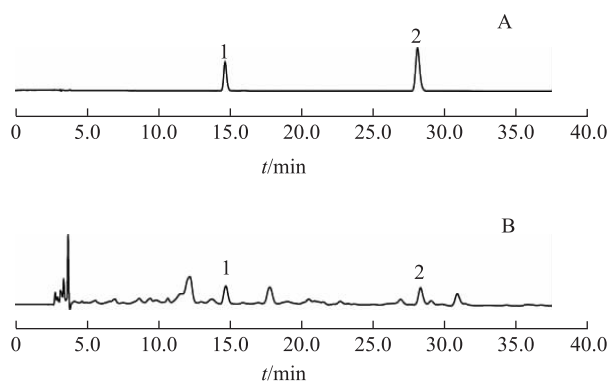
单株采挖后洗净,除去泥沙及非药用部位,留下药用部位根茎,称定单株根茎总质量,即为单株鲜质量。将单株药用部位根茎置45℃鼓风干燥箱中烘干至质量恒定,再次称定单株根茎总质量,即为单株干质量。在各批次中随机抽取20株金荞麦样品,测定其单株鲜质量和单株干质量,计算不同批次样品产量。根据栽培地种植行距推算1亩(1亩≈666.67 m²)约种植金荞麦6000株,故产量为单株干质量×6000。

2.2 药用活性成分含量测定方法

2.2.1 供试品溶液 精密称取金荞麦药材粉末(过四号筛)2.0 g,置具塞锥形瓶中,精密加入50%甲醇25 mL,密塞,称定质量,加热回流提取1 h,放冷后再次称定,补足减失质量,0.45 μm滤膜滤过,即得。

2.2.2 混合对照品溶液 精密称取各对照品适量,加甲醇配制成含表儿茶素0.410 2 mg·mL⁻¹、表儿茶素没食子酸酯0.120 1 mg·mL⁻¹的混合对照品溶液。

2.2.3 色谱条件 色谱柱为Agilent ZORBAX Extend-C₁₈(120 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相为乙腈(A)-0.4%磷酸水溶液(B),梯度洗脱(0~5 min, 12%~13% A; 5~12 min, 13%~15% A; 12~17 min, 15%~17% A; 17~45 min, 17%~18% A; 45~50 min, 18% A);流速为0.8 mL·min⁻¹;柱温为30℃;检测波长为280 nm;进样体积为4 μL。在此条件下,对照品及金荞麦样品溶液色谱图见图1。



注: A. 混合对照品; B. 供试品; 1. 表儿茶素; 2. 表儿茶素没食子酸酯。

图1 混合对照品与金荞麦溶液色谱图

2.2.4 方法学考察

2.2.4.1 线性关系考察 分别精密吸取2.2.2项下混合对照品溶液0.2、1.0、2.0、4.0、6.0 mL于10 mL量瓶中,加入甲醇,摇匀,制成系列混合对照品溶液。按2.2.3项下色谱条件进样分析,记录色谱图。以对照品的质量浓度为横坐标(X)、峰面积积分值为纵坐标(Y)进行线性回归,绘制标准曲线,求得回归方程及相关系数(r),结果见表2。结果显示,2种化合物线性关系良好,符合测定要求。

表2 2种成分的线性方程、 r 及线性范围

成分	回归方程	r	线性范围/ μg·mL ⁻¹
表儿茶素	$Y = 705.424X - 374.660$	0.999 0	8.204 ~ 246.120
表儿茶素没食子酸酯	$Y = 2457.450X - 175.163$	0.999 1	2.402 ~ 72.060

2.2.4.2 精密度试验 精密吸取2.2.1项下的供试品溶液,按2.2.3项下色谱条件连续进样6次,表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯峰面积RSD分别为0.18%、0.19%,表明本试验仪器精密度良好。

2.2.4.3 重复性试验 按2.2.1项下方法,平行制备6份供试品溶液,按2.2.3项下色谱条件进行测定,金荞麦中表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯的平均质量分数分别为0.398 0、0.057 0 mg·g⁻¹,RSD分别为2.0%、2.2%,结果表明该方法重复性良好。

2.2.4.4 稳定性试验 按2.2.1项下方法制备同一批样品的供试品溶液,按2.2.3项下色谱条件分别于2、4、6、8、10 h进样,表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯峰面积RSD分别为2.5%、1.1%。结果表明,供试品溶液在制备后的10 h内稳定性良好。

2.2.4.5 加样回收率试验 取同一批次已知含量的金荞麦粉末约1 g,平行6份,分别加入适量对照品,按2.2.1项下方法制备供试品溶液,按2.2.3项下色谱条件进行测定,计算2种成分的平均回收率及RSD,结果见表3。表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯的平均回收率分别为96.7%、101.6%,RSD均小于2%。

2.3 统计分析

运用SPSS 19.0、GraphPad Prism 7.0软件对金荞麦药用活性成分含量、产量测定结果进行数据处理及统计分析。

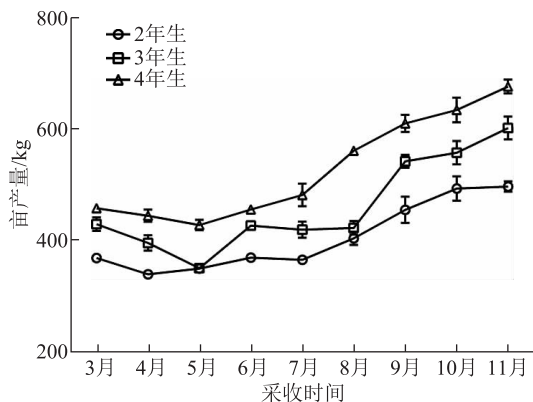
表3 金荞麦中2种成分的加样回收率试验结果

成分	称样量/g	样品中含量/mg	对照品加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
表儿茶素	0.999 9	0.398 0	0.400 0	0.781 1	95.8	96.7	1.3
	1.000 2	0.398 1	0.400 0	0.786 5	97.1		
	1.000 3	0.398 2	0.400 0	0.794 0	99.0		
	0.999 8	0.398 0	0.400 0	0.785 7	96.9		
	1.000 0	0.398 0	0.400 0	0.781 2	95.8		
	1.000 1	0.398 1	0.400 0	0.780 4	95.6		
表儿茶素没食子酸酯	0.999 9	0.057 0	0.050 0	0.108 3	102.6	101.6	1.3
	1.000 2	0.057 1	0.050 0	0.108 5	102.8		
	1.000 3	0.057 1	0.050 0	0.107 0	99.8		
	0.999 8	0.057 0	0.050 0	0.107 8	101.6		
	1.000 0	0.057 0	0.050 0	0.107 1	100.2		
	1.000 1	0.057 1	0.050 0	0.108 3	102.4		

3 结果

3.1 不同生长年限对金荞麦产量、产值及效益的影响

同一采收年限不同采收月份之间金荞麦的产量(图2)差异有统计学意义($P < 0.01$), 2~4年生金荞麦的产量在3—6月增长缓慢, 甚至出现产量下降的趋势, 在6—11月呈快速增长趋势, 11月达到产量最高值。随着生长年限增加, 金荞麦产量呈波动上升趋势, 2~4年生金荞麦的最高产量间差异有统计学意义($P < 0.01$)。2年生的金荞麦最高亩产量为 (494.917 ± 9.528) kg、3年生的金荞麦最高亩产量为 (600.080 ± 20.518) kg、4年生金荞麦最高亩产量为 (674.494 ± 12.739) kg, 3年生产量较2年生增加21.2%, 4年生产量较3年生增加12.4%, 逐年增产率呈下降趋势。

图2 不同生长年限和采收期金荞麦产量($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

对太极种植公司的金荞麦种植基地进行调研发现, 种植金荞麦累积投入费用由种根费用、土地租

赁费用、化肥费用、农药费用及人工费用5部分组成(表4)。按2019年太极种植公司金荞麦干品统货平均价格12元/kg计算, 得到不同生长年限金荞麦的产值、年产值及投产比(表5)。研究发现, 金荞麦的年产值及投产比随着生长年限的增大而减少, 4年生金荞麦的年产值最低为976.0元/亩, 2年生金荞麦的年产值及投产比均最高, 分别为1884.4元/亩、1:2.74。因此, 为了使药农种植金荞麦获得较高的经济效益, 金荞麦的适宜生长年限为2年。

表4 不同生长年限的金荞麦种植费用

生长年限/年	种根	土地租赁	化肥	农药	人工	元/亩
						种植总投入
2	200	800	300	200	670	2170
3	200	1200	450	530	800	3180
4	200	1600	550	700	1140	4190

3.2 不同生长年限及采收月份对金荞麦质量的影响

同一生长年限不同采收月份的金荞麦, 其表儿茶素含量差异有统计学意义($P < 0.01$, 图3)。2年生金荞麦表儿茶素质量分数为0.012 3%~0.124 4%, 在3—6月呈下降趋势, 6月含量最低, 不适宜采收; 6—11月含量明显增长, 11月达到最大值, 质量分数为 $(0.124 4 \pm 0.009 3)\%$, 远高于《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)2020年版规定的0.03%。3年生金荞麦表儿茶素含量在3—5月呈下降趋势, 4—5月, 表儿茶素质量分数为 $(0.025 4 \pm 0.003 4)\%$ 、 $(0.020 7 \pm 0.000 4)\%$, 低于《中国药典》2020年版规定的0.03%, 此时不适宜采收; 5—10月表儿茶素含量呈上升趋势; 10—11月表儿茶素

表5 不同生长年限的金荞麦产值及效益

生长年限/年	亩累计投入/元	11月平均亩产量/kg	亩产值/元	亩净产值/元	亩年产值/元	投产比
2	2170	494.9	5 938.8	3 768.8	1 884.4	1:2.74
3	3180	600.1	7 201.2	4 021.2	1 340.4	1:2.26
4	4190	674.5	8 094.0	3 904.0	976.0	1:1.93

含量呈下降趋势,10月达到最大值,质量分数为 $(0.0934 \pm 0.0001)\%$ 。4年生金荞麦表儿茶素含量为 $0.0380\% \sim 0.0863\%$,在3—6月呈下降趋势;6—9月呈上升趋势;9—11月呈下降趋势,9月达到最大值,为 $(0.0863 \pm 0.0015)\%$,4年生金荞麦各个月的表儿茶素含量均高于 0.03% 标准。由此可知,2~4年生金荞麦在9—11月表儿茶素含量均较高。从采收年限看,2年生金荞麦9—11月表儿茶素含量高于其他采收期,最高值出现在11月。

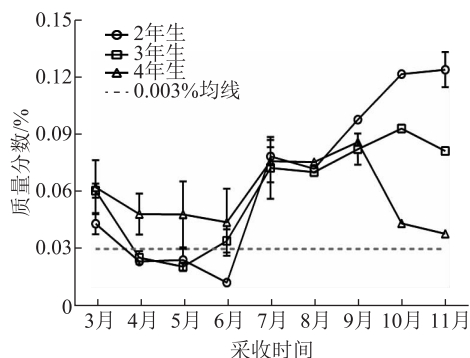


图3 不同生长年限和采收期金荞麦表儿茶素质量分数 $(\bar{x} \pm s, n=3)$

同一生长年限不同采收月份之间,金荞麦中表儿茶素没食子酸酯含量差异有统计学意义($P < 0.01$,图4)。表儿茶素没食子酸酯含量随着采收时间变化,呈现先上升后下降的趋势,2年生7月、3年生7月、4年生8月达到对应年限含量的最高值。其中,3年生7月表儿茶素没食子酸酯质量分数最高,为 $(0.0665 \pm 0.0042)\%$ 。

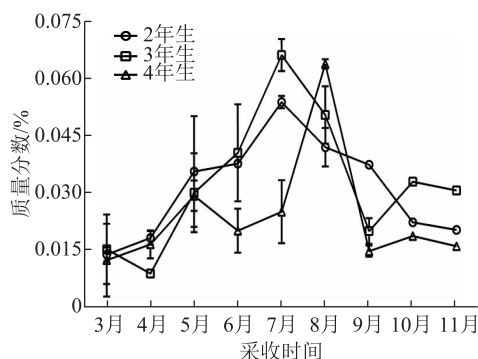


图4 不同生长年限和采收期金荞麦表儿茶素没食子酸酯质量分数 $(\bar{x} \pm s, n=3)$

4 结论与讨论

4.1 金荞麦生长年限与采收期研究的必要性

金荞麦作为急支糖浆、威麦宁胶囊的主要原料,一直依赖野生资源。随着各地对金荞麦资源的开发利用,其野生资源已日渐减少。金荞麦对土壤要求不严格,繁殖容易,越来越多的贫困地区关注并进行了金荞麦的人工种植^[11-12]。在金荞麦人工种植的过程中,采收期是决定金荞麦药材产量和品质的一个重要因素。采收过早使得金荞麦产量过低、药用活性成分的含量较低;采收过迟会导致劳动成本及时间成本的增加。

4.2 金荞麦适宜生长年限与采收期

2~4年生金荞麦产量在春季增长缓慢,甚至出现下降的趋势,推测是由于春季金荞麦地上部分开始生长,消耗根茎中贮存的营养物质,使根茎质地疏松,质量减轻;产量在11月达到最高值,推测是进入冬季后,植株生长停止或已进入休眠期,根茎中储存大量营养物质,使得根茎质地坚实,质量增加。《中国药典》2020年版对金荞麦质量控制的评价指标为表儿茶素。本研究发现,2年生11月采收的金荞麦表儿茶素含量最高。2~4年生金荞麦产量增长率及投产比呈下降趋势,故从产量及经济效益的角度综合分析,建议金荞麦生长年限为2年,以11月采收为佳。由于本研究仅通过药用活性成分含量评价金荞麦质量,接下来将结合药效学评价对金荞麦适宜采收期研究结论进行验证。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:228.
- [2] 张凯旋,丁梦琦,李发良,等. 药饲两用金荞麦中金1号的选育与效益分析[J]. 作物杂志,2020(1):29-34.
- [3] 盛华刚,朱立俏,林桂涛. 金荞麦的化学成分与药理作用研究进展[J]. 西北药学杂志,2011,26(2):156-158.
- [4] 王璐瑶,黄娟,陈庆富,等. 金荞麦的研究进展[J]. 中药材,2019,42(9):2206-2208.

(下转第535页)

2味或2味以上共有的化学成分5个。因古代经典名方均为水煎煮提取,而茯苓中的三萜类成分和水不溶性多糖类成分难用水溶出,本方法完全还原古方,因此,在苓桂术甘汤提取物中检测到的茯苓特征成分较少。肉桂、白术中含有较多挥发油类成分,挥发油在煎煮过程中受火候、煎煮时间等影响,存在不同程度的损失,因此,肉桂和白术的特征成分也较少。本研究的意义在于提供一种快速分析方法,表征苓桂术甘汤的化学物质基础,为其质量控制提供参考,考虑到实际煎煮过程对挥发性成分的影响难以控制,因此,未专门针对挥发性成分进行补充研究。不同的煎煮工艺会影响各成分的溶出,因此,不同煎煮工艺下苓桂术甘汤的物质基础可能会存在差异,后期也会持续研究与关注。

参考文献

- [1] 陈畅,程锦堂,刘安.经典名方研发策略[J].中国中药杂志,2017,42(9):1814-1818.
- [2] 张倩,韩星星,毛春芹,等.中药复方制剂开发的机遇与挑战:古代经典名方研究开发的问题分析[J].中国中药杂志,2019,44(19):4300-4308.
- [3] 张仲景.金匱要略[M].北京:人民卫生出版社,2017:44-45.
- [4] 张立康,王作顺.苓桂术甘汤临床应用研究概况[J].湖南中医杂志,2019,35(9):181-182.
- [5] 刘冬涵,薛宇涛,罗菊元,等.经典名方苓桂术甘汤的物质基准量值传递分析[J].中国中药杂志,2019,44(24):5421-5428.
- [6] 王奕博,黄平情,杜媛媛,等.基于第一批经典名方的分析与思考[J].中国中药杂志,2019,44(11):2191-2196.
- [7] 汤喜兰,刘建勋,李磊.中药有机酸类成分的药理作用及在心血管疾病的应用[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(5):243-246.
- [8] 陈玮玲.基于色谱-质谱技术研究青钱柳叶化学成分[D].南昌:南昌大学,2017.
- [9] ALLEN F, GREINER R, WISHART D. Competitive fragmentation modeling of ESI-MS/MS spectra for putative metabolite identification[J]. Metabolomics, 2015 11(1):98-110.
- [10] 溢萍.黄酮类化合物药理作用的分析[J].世界最新医学信息文摘,2019,19(70):151,166.
- [11] JIN J, ZHOU R, XIE J, et al. Insights into triterpene acids in fermented mycelia of edible fungus *Poria cocos* by a comparative study[J]. Molecules, 2019, 24(7):E1331.
- [12] 赵艳敏,刘素香,张晨曦,等.基于HPLC-Q-TOF-MS技术的甘草化学成分分析[J].中草药,2016,47(12):2061-2068.
- [13] 孟永海,马智超,张振朋,等.基于UPLC/Q-TOF-MS分析白术炮制前后差异性成分[J].中国食品添加剂,2019,30(4):145-153.
- [14] 郝元元. LC-MS/MS法测定柚子皮中香豆素类物质组成及含量[J].食品研究与开发,2019,40(16):146-152.
- [15] 孙晓波.来源于经典名方的中药新药高质量发展战略思考[J].中国药理学与毒理学杂志,2019,33(9):662.
- [16] 徐旭,王玉丽,涂正伟,等.经典名方药理学研究思路探讨[J].药物评价研究,2017,40(12):1816-1820.

(收稿日期:2020-01-14 编辑:王笑辉)

(上接第505页)

- [5] JING R, LI H Q, HU C L, et al. Phytochemical and pharmacological profiles of three *Fagopyrum* buckwheats[J]. Int J Mol Sci, 2016, 17(4):589.
- [6] 黄莎,王建勇,陈庆富,等.金荞麦叶茶有效成分的抗氧化作用研究[J].粮食与油脂,2016,29(2):30-32.
- [7] 严晶,袁嘉嘉,刘丽娜,等.金荞麦药理作用及临床应用研究进展[J].山东中医杂志,2017,36(7):621-624.
- [8] 王安虎,夏明忠,蔡光泽,等.金荞麦的栽培产量及其有效成分含量研究[J].西昌学院学报(自然科学版),2011,25(2):1-3.
- [9] 杨明宏,卢进,张玉方,等.金荞麦采收 SOPP 探讨与研究[J].世界科学技术—中医药现代化,2002,4(1):56-58.
- [10] 陈维洁,阮培均,梅艳,等.不同采收期对金荞麦根茎产量及品质的影响[J].现代农业科技,2017(10):78-79.
- [11] 杨玺文,张燕,李隆云.药用植物金荞麦研究进展[J].中国现代中药,2019,21(6):837-846.
- [12] 焦连魁,曾燕,赵润怀,等.金荞麦资源研究进展[J].中国现代中药,2016,18(4):519-525.

(收稿日期:2020-03-18 编辑:戴玮)