

## 黄芩种子质量的分级标准

葛人杰, 李璐含, 李柳柳, 简宇凡, 张 岗, 彭 亮, 颜永刚\*

(陕西中医药大学药学院/陕西秦岭中草药应用开发工程技术研究中心, 咸阳 712046)

**摘 要:** 为了研究黄芩种子的质量分级标准, 对 20 个不同产地不同年份的黄芩种子的品质进行净度、千粒重、形态大小、含水量、饱满度、生活力和发芽率 7 项指标检测, 并将各项数据进行主成分分析、k-均值聚类分析, 以此作为分级参考依据, 建立了黄芩种子 I、II、III 级各级指标范围。其中, 发芽率和种子活力作为主要分级依据, 净度、千粒重、形态大小、含水量、饱满度作为次要分级依据。制定了黄芩种子质量分级标准为 I、II 和 III 级, 其质量分级标准符合实际情况, 为黄芩种子的质量评价和人工栽培提供了参考和指导。

**关键词:** 黄芩; 种子; 质量分级标准

中图分类号: R282.71; S567.239 文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2019)03-0504-06

### Seed quality grading standards of *Scutellaria baicalensis*

GE Renjie, LI Luhan, LI Liulu, JIAN Yufan, ZHANG Gang, PENG Liang, YAN Yonggang

(School of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine/Shaanxi Qinling Mountains Chinese Herbal Medicine Applied Development Engineering Technology Research Center, Xianyang 712046)

**Abstract:** To study the quality grading standards of *Scutellaria baicalensis* seeds, seven indexes of seed quality of *Scutellaria baicalensis* from 20 different areas and different years were tested, including purity, 1000-grain weight, morphological size, water content, plumpness, viability and germination rate. The data were analyzed by principal component analysis and K-means cluster analysis, which served as a reference for grading. As results, the range of indicators of *Scutellaria* seeds at levels of I, II and III was established. Among them, germination rate and seed vigor were the main classification criteria, and then cleanliness, 1000-grain weight, shape and size, moisture content and plumpness took the second place. In conclusion, the quality grading standards for *Scutellaria baicalensis* seeds were established as Grade I, II and III, and the quality grading standards accorded with the actual situation, which could provide references and guidance for the quality evaluation and artificial cultivation of seeds of *Scutellaria baicalensis*.

**Key words:** *Scutellaria baicalensis*; seeds; quality grading standards

黄芩为唇形科植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的干燥根<sup>[1]</sup>, 苦, 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。现代研究报道黄芩中含有黄酮类、萜类化合物、挥发油等多类化学成分, 其中黄酮及其苷类是其主要的有效成分, 主要包括黄芩素、黄芩苷、汉黄芩素及汉黄芩苷等。药理研究表明其抗菌、抗病毒、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、神经保护、心血管保护等作用显著<sup>[2-5]</sup>, 为中医临床常用中药之一。

中药材种子的质量是保证中药材优质、高产的根本。种子质量标准的研究和制定, 对优质中药材的生产有着重要的意义<sup>[6]</sup>。目前全国中药材种子没有建立相应的统一标准, 黄芩种子亦是如此, 加之, 黄芩市场需求量逐年递增, 黄芩药材和种子近几年价格持续增高, 人工栽培黄芩的规模逐年扩增, 制定黄芩种子质量标准迫在眉睫。因此, 本课题组参考农作物检验规程以及文献<sup>[7-8]</sup>, 收集全国不同产地、年份黄芩种子, 通过对其净度、千粒重、形态

收稿日期: 2018-11-09

基金项目: 陕西省科技厅项目 (2016KTTSSF01-01-01) 和陕西中医药大学“秦药”品质评价及资源开发创新团队共同资助。

作者简介: 葛人杰, 硕士研究生。E-mail: grj0579@163.com

\* 通信作者: 颜永刚, 博士, 教授。E-mail: yunfeng828@163.com

大小、含水量、饱满度、生活力以及发芽率等主要种子品质检验指标的观测,初步制定了黄芩种子的质量分级标准,指导黄芩种子质量评价,为实现黄芩药材规范化生产,保证其药材产量和质量提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器

SPX-250-GB 型智能光照培养箱(上海跃进医疗

器械有限公司), DHG-9030 型电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)。

### 1.2 材料

黄芩种子由采购小组于2018年3月份于河北安国药材市场、安徽亳州药材市场、成都荷花池药材市场和甘肃陇西药材市场收集,具体来源和编号见表1。经陕西中医药大学中药鉴定教研室颜永刚教授鉴定为唇形科植物黄芩的干燥种子,凭证标本保存于陕西中医药大学药实验中心。

表 1 黄芩种子来源

Table 1 Seed source of *Scutellaria*

编号 No.	产地 Origin	来源 Source	采收年份 Year
1	河北省承德市滦平县	安国市场	2017
2	河北承德仓子村三榆树村	安国市场	2017
3	河北省安国市常庄村	安国市场	2017
4	河北省保定市易县	安国市场	2017
5	河北省承德市丰宁县	安国市场	2016
6	河北省承德市隆化县	安国市场	2016
7	河北省张家口蔚县	安国市场	2015
8	甘肃陇西首阳镇南坡村	陇西首阳市场	2017
9	甘肃陇西首阳镇上街村	陇西首阳市场	2016
10	甘肃陇西首阳镇首阳村	陇西首阳市场	2016
11	甘肃陇西首阳镇新庄村	陇西首阳市场	2015
12	甘肃渭源莲峰镇	陇西文峰市场	2017
13	甘肃陇西县文峰镇	陇西文峰市场	2016
14	甘肃陇西巩昌	陇西文峰市场	2015
15	陕西铜川市	荷花池市场	2017
16	陕西咸阳市	荷花池市场	2015
17	陕西商洛市	荷花池市场	2016
18	陕西榆林市子洲县	荷花池市场	2015
19	山西省运城市绛县	安国市场	2017
20	安徽省亳州市谯城区	亳州市市场	2016

### 1.3 方法

**1.3.1 净度分析** 参照 GB/T3543.2 农作物种子检验规程<sup>[9]</sup> 扦取样品,采用“四分法”分取样品,至分取的种子样品接近 5 g,置于平整干净白纸面上,用镊子将净种子挑出,精密称重。计算净种子质量百分比,每个样品重复称量 3 次,取平均值。净度=干净种子的质量 / 种子总量 (5 g) ×100%。

**1.3.2 千粒重的测定** 将净度分析后的净种子混合均匀,采用“徒手减半法”从样本中取 250 粒(4 份),共 1 000 粒为 1 组,用分析天平称重,重复 3 次。

**1.3.3 种子形态指标** 用游标卡尺分别测量干净种子的长、宽(精确度 0.01 mm),每组随机选取 50 粒,取平均值。

**1.3.4 饱满度的测定** 从每份净度分析后的种子中随机取 300 粒,置于加入适量纯净水的小烧杯中,至不再有种子沉没,记录漂浮种子数。饱满度=(总种子数-漂浮种子数) / 总种子数 ×100%。

**1.3.5 含水量的测定** 参照“GB/T3543.6-1995 农作物种子检验规程水分测定”,采用低恒温烘干法测定种子含水量。取 0.5 g 整粒种子在 105℃低恒温条件下,每隔 1 h 取出,放入干燥器内,冷却至室温精密称重,直至重量无明显变化,计算种子含水量(每份种子重复 3 次)。种子含水量=(烘前试样量-烘后试样量) / 烘前试样量 ×100%。

**1.3.6 生活力的测定** 从净度分析后的每份样本中随机取 300 粒,等量置于 3 个干净的玻璃培养皿中,

加适量的蒸馏水分别浸泡 6、12 及 24 h, 用滤纸吸尽种子表面水分, 用灭菌的小刀横剖, 取其一半种子, 加配制好的 1.0%TTC (2, 3, 5-氯化三苯基四氮唑) 染色, 当染色明显且不再增加时倒去 TTC 溶液, 记录已染色的种子数量。生活力=被染色种子数/染色前种子数 (300 粒) ×100%

**1.3.7 发芽率测定** 随机挑选 150 粒饱满的净种子, 平均分成 3 份, 5%NaClO 消毒, 后用蒸馏水浸种 24 h, 置经高温灭菌处理铺有 2 层滤纸的培养皿中, 于 25℃的培养箱中培养, 模拟光照、黑暗条件, 保持水分, 每日换水、滤纸并观察, 记录发芽日期、发芽种子数、不正常幼苗及死种子。发芽率=发芽种子数 / 置种数 ×100%。

**1.3.8 种子质量分级** 采用 SPSS 19.0 统计软件, 对黄芩种子净度、千粒重、种子长、种子宽、饱满度、生活力、含水量和发芽率等指标测定结果进行主成分分析和 K-均值聚类分析。K-均值聚类分析是以 n 个数值型变量组成的一个 n 维空间, 选择 K 个点作为初始类中心凝聚点, 然后根据聚类中心最小欧式距离原则将其余样品代表的点向类中心凝聚, 具有简洁快速对指标进行分级的特点, 可将种子划分为不同等级。本研究结合主成分分析、K-均值聚类分析和生产实际, 最终制定了黄芩种子质量分级标准。

## 2 结果与分析

### 2.1 种子净度

收集的 20 份黄芩种子净度整体水平差异较高, 在 75.4%~98.8%, 平均净度为 94.72%, 无明显混杂物(见表 2)。

### 2.2 千粒重

20 份黄芩种子的千粒重在 1.24~1.89 g, 其中 2015 年收陕北榆林种子的千粒重最小, 为 1.24 g, 2017 年产陕西铜川种子的千粒重最大, 为 1.89 g, 平均千粒重为 1.69 g (见表 2)。

### 2.3 种子形态大小

收集的 20 份黄芩种子测量表明, 不同产地的黄芩种子大小差距不明显。种子形状为近三棱状椭圆形, 长 1.73~2.11 mm, 宽 1.27~1.55 mm。表面粗糙, 显微镜下可见密被疣状突起, 颜色为浅灰、棕黑和黑色 3 种。背部弓状隆起, 两侧面各具一棱线, 交于果脐处。果皮坚硬, 与种皮较难分离, 种皮膜质, 具一薄层胚乳。胚白色, 弯曲, 含油分, 胚根略尖, 子叶两枚, 肥厚, 椭圆形, 背倚于胚根, 具体见图 1。

### 2.4 饱满度

不同产地、不同年份的 20 份种子饱满度有一定差异, 甘肃陇西县文峰镇 2016 年产种子饱满度最差为 86.67%, 最好的为甘肃渭源莲峰 2017 年产生的种子, 饱满度达 100%。总体观察, 种子饱满度与各产地之间关系不明显, 并且与采收时间也无明显关联。

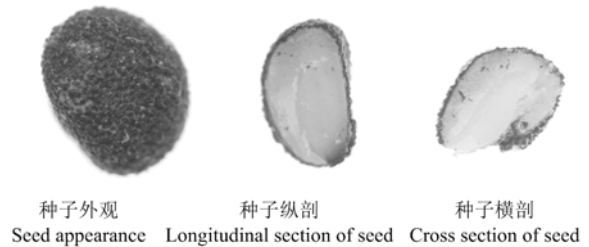


图 1 黄芩种子外观及解剖图

Figure 1 The morphological and anatomical diagrams of *Scutellaria* seeds

### 2.5 含水量

20 份黄芩种子的含水量在 3.26%~8.22%, 平均含水量为 6.07%。其中陕西咸阳市、甘肃陇西首阳镇首阳村、陕西榆林市子洲县含水量较低, 均在 5% 以下。陕西商洛市与安徽亳州市种子含水量最高, 均在 8% 以上 (见表 2)。

### 2.6 种子活力

不同产地的黄芩种子生活力差异较大, 生活力在 8.00%~74.67% 之间, 平均活力为 51.67%<sup>[10]</sup>。本次实验 20 份黄芩种子的活力在 19.33%~55.67% 之间, 平均活力为 47.88%, 其平均值低于文献报道, 但整理差异范围波动相对较小。影响生活力测定结果差异的因素主要有染色方法的选择、染色时间、染色温度以及染色试剂的浓度等。此外, 本次实验设有 16 年产和 15 年产的实验组, 降低了平均值。其中 17 年产甘肃渭源莲峰镇种子活力最高, 达到 55.67%; 15 年产甘肃陇西首阳镇新庄村、15 年产甘肃陇西巩昌和 15 年产陕西榆林市子洲县种子活力较低, 均在 30% 以下。总体观察 20 份种子活力与生产年份有很大关系, 2017 年产种子活力在 40.33%~55.67%; 2016 年产种子活力为 31.67%~42.67%; 2015 年产种子活力为 19.33%~36.67%, 种子活力指标, 2017 年产明显优于 2016 年收, 2015 年产的最差 (见表 2)。

### 2.7 发芽率

不同产地的黄芩种子发芽率差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 变化范围为 6.67%~70.33%。不同生产年限对黄芩种子萌发影响极大, 种子储存越久,

种子中的营养成分散失越严重, 空气湿度对种子含水量也有影响, 使种子萌发能力下降, 发芽率降低。发芽率最高的为 2017 年产于甘肃渭源莲峰镇的种子, 为 70.33%; 2015 年产甘肃陇西巩昌和 2015 年产陕西咸阳市的种子发育率均未达到 10%, 为 20

份样本中最低。产地分析比较发现, 不同产地种植环境与气候环境均不同, 直接影响种子中营养成分和水分的含量差异, 结果表明河北省与甘肃省种子的发芽率普遍高于其他省份 (见表 2)。

表 2 黄芩种子质量检测结果  
Table 2 Quality of *Scutellaria* seeds

编号 No.	净度/% Purity	千粒重/g 1000-grain weight	形态/mm Character		饱满度/% Plumpness	种子活力/% Seed vigor	含水量/% Water content	发芽率/% Germination rate
			长 length	宽 width				
1	91.4	1.75	1.93	1.33	98.00	52.67	6.56	63.33
2	98.8	1.83	1.95	1.55	98.33	53.33	6.23	68.67
3	93.6	1.82	2.06	1.42	96.33	50.67	5.95	66.33
4	91.8	1.77	1.9	1.47	98.00	51.33	6.01	61.33
5	95.8	1.45	1.97	1.32	94.67	31.67	6.56	40.00
6	91.2	1.54	1.93	1.41	98.33	33.67	6.01	42.33
7	88.2	1.86	1.95	1.37	97.33	36.67	7.94	12.00
8	98.2	1.81	1.87	1.47	97.67	52.33	6.00	60.33
9	92.2	1.83	1.85	1.46	97.67	42.67	6.45	41.33
10	94.0	1.71	2.05	1.45	97.33	38.33	3.98	32.00
11	75.4	1.73	2.1	1.49	98.67	19.33	6.34	13.33
12	82.6	1.76	1.97	1.46	100.00	55.67	6.07	70.33
13	88.0	1.62	2.11	1.39	86.67	36.67	5.42	25.33
14	92.0	1.70	2.09	1.45	99.00	29.00	5.76	6.67
15	93.2	1.89	1.92	1.27	97.33	40.33	6.84	53.67
16	91.4	1.80	1.94	1.41	99.67	32.67	3.26	9.33
17	84.4	1.80	1.96	1.36	94.00	35.00	8.14	30.67
18	90.6	1.24	1.73	1.27	92.00	30.00	4.96	15.33
19	92.6	1.44	1.83	1.52	98.33	43.33	5.76	49.67
20	91.8	1.80	1.94	1.38	97.67	35.67	8.22	43.33
均值 AVG	94.72	1.69	1.95	1.41	97.80	47.88	6.07	57.54
标准差 SD	3.19	0.18	0.09	0.08	0.78	6.89	0.2	10.86

表 3 黄芩种子 6 项指标主成分分析  
Table 3 Principal components analysis of 6 indexes of *Scutellaria* seeds

主成分 Principal component	方差贡献 Variance contribution	贡献率/% Contribution rate	累积贡献率/% Cumulative contribution rate
1	2.419	40.318	40.318
2	1.396	23.260	63.578
3	1.004	16.728	80.305
4	0.575	9.590	89.895
5	0.516	8.607	98.503
6	0.090	1.497	100.000

## 2.8 种子质量分级标准的制定

**2.8.1 主成分分析** 用 SPSS19.0 软件对 20 份种子的净度、千粒重、饱满度、含水量、种子活力及发芽率数据进行主成分分析, 分析累积贡献率和特

征根。结果 (表 3) 表明, 前 3 个主成分的特征根大于 1, 特征值累计贡献率达到 80.305%, 说明前 3 个主成分基本包括了所有指标的信息, 取前 3 个主成分计算相应的特征向量。

根据表 4，前 3 个特征向量分别是：

$$F_1 = 0.368X_6 + 0.377X_5 + 0.086X_4 + 0.189X_3 + 0.229X_2 + 0.2X_1$$

$$F_2 = -0.105X_6 - 0.144X_5 + 0.468X_4 + 0.245X_3 + 0.435X_2 - 0.465X_1$$

$$F_3 = 0.231X_6 + 0.116X_5 + 0.619X_4 - 0.714X_3 -$$

$$0.191X_2 - 0.019X_1$$

综上可知，第一主成分中  $X_6$ 、 $X_5$ 、 $X_2$  和  $X_1$  起主要作用，且  $X_6$ 、 $X_5$  大小几乎相等，均大于  $X_2$ 、 $X_1$ ，因为第一主成分贡献率最高，所以发芽率和种子生活力作为黄芩种子分级标准的主要参考指标。

表 4 成分得分系数矩阵

Table 4 Component score coefficient matrix

项目 Item	成分 Component					
	1	2	3	4	5	6
净度 Purity	0.200	-0.465	-0.019	0.990	0.261	-0.105
千粒重 1 000-grain weight	0.229	0.435	-0.191	0.492	-0.878	-0.628
饱满度 Plumpness	0.189	0.245	-0.714	-0.082	0.771	0.302
含水量 Water content	0.086	0.468	0.619	0.344	0.617	0.541
种子活力 Seed vigor	0.377	-0.144	0.116	-0.371	-0.303	2.328
发芽率 Germination rate	0.368	-0.105	0.231	-0.503	0.174	-2.218

注：1.  $X_1$  为净度；2.  $X_2$  为千粒重；3.  $X_3$  为饱满度；4.  $X_4$  为含水量；5.  $X_5$  为种子活力；6.  $X_6$  为发芽率。

Note:  $X_1$ , purity; 2.  $X_2$ , TKW; 3.  $X_3$ , plumpness; 4.  $X_4$ , water content; 5.  $X_5$ , seed vigor; 6.  $X_6$ , germination rate.

表 5 K-均值聚类最终类中心 (n=20)

Table 5 Cluster center of K-mean cluster analysis (n=20)

等级 Level	净度/% Purity	千粒重/g 1 000-grain weight	长/mm Length	宽/mm Width	饱满度/% Plumpness	种子活力/% Seed vigor	含水量/% Water content	发芽率/% Germination rate
I	92.73	1.79	1.95	1.45	98.06	52.67	6.14	65.05
II	91.47	1.68	1.96	1.40	95.78	37.48	6.38	39.82
III	87.52	1.67	1.96	1.40	97.33	29.53	5.65	11.33

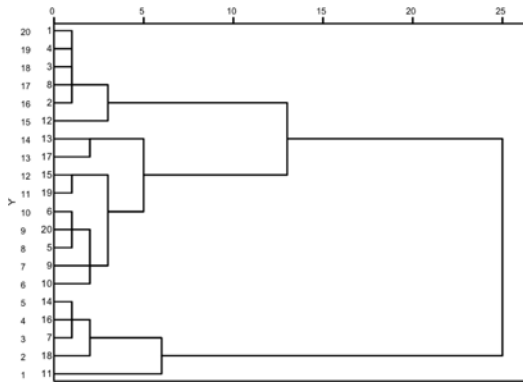


图 2 黄芩种子聚类分析树状关系

Figure 2 Diagram of cluster analysis tree of *Scutellaria* seeds

2.8.2 K-均值聚类分析 用 SPSS19.0 软件对 20 份种子的净度、千粒重、长、宽、含水量、种子活

力、饱满度、发芽率数据进行 K-均值聚类分析，最终类中心值见表 3。20 份种子中 I 级有 6 个（1、2、3、4、8、12），II 级有 9 个（5、6、9、10、13、15、17、19、20），III 级有 5 个（7、11、14、16、18），具体见图 2 和表 5。方差分析发现，发芽率和种子活力差异均达到了显著性水平，种子净度、含水量、千粒重、形态和饱满度差异无统计学意义。

2.8.3 种子质量分级标准的制定 根据主成分分析和 K-均值聚类分析，在制定黄芩种子分级标准中，以发芽率和种子活力为主要指标，种子净度、含水量、千粒重、形态和饱满度作为次级参考指标。单项因素分别 K-均值聚类分析的最终类中心值见表 6。选定黄芩种子净度、千粒重、含水量、形态大小、饱满度、种子活力和发芽率 7 项指标作为种子分级

表 6 单项影响因素 K-均值聚类最终类中心(n=20)

Table 6 Cluster center of K-mean cluster analysis of individuals (n=20)

等级 Level	净度/% Purity	千粒重/g 1 000-grain weight	长/mm Length	宽/mm Width	饱满度/% Plumpness	种子活力/% Seed vigor	含水量/% Water content	发芽率/% Germination rate
I	97.60	1.79	2.08	1.52	98.10	52.67	3.62	63.43
II	91.57	1.51	1.94	1.43	93.56	35.82	6.06	39.91
III	80.80	1.24	1.80	1.31	86.67	19.33	8.10	13.67

表 7 黄芩种子质量分级标准  
Table 7 Quality grade standard of *Scutellaria* seed

等级 Level	净度/% Purity	千粒重/g 1 000-grain weight	长/mm Length	宽/mm Width	饱满度/% Plumpness	种子活力/% Seed vigor	含水量/% Water content	发芽率/% Germination rate
I	≥95.0	≥1.70	≥1.95	≥1.40	≥95.0	≥40.0	≤6.20	≥40.0
II	95.0~90.0	1.70~1.50	1.95~1.85	1.40~1.30	95.0~90.0	40.0~30.0	6.20~6.50	40.0~30.0
III	<90.0	<1.50	<1.85	<1.30	<90.0	<30.0	>6.50	<30.0

标准指标,参考综合影响因素和单项影响因素  $K$ -聚类分析结果及分类,并结合生产实际,制定了黄芩种子质量分级标准(表 7),其中 III 级为不合格种子,建议不作为栽种生产中使用。

### 3 讨论与结论

研究表明,不同产地、不同年限黄芩种子质量存在一定的差异。在黄芩种子质量分级的各项指标中,其中重要指标发芽率和生活力相差悬殊,发芽率在 6.67%~70.33%之间;活力在 19.33%~55.67%之间。进一步分析原因,影响种子质量的因素是多方面的,如产地、气候环境、种质、储藏时间,均可导致种子含水量、饱满度、生活力方面的差异。种子含水量会影响种子的储藏与寿命,饱满度从种子贮存、播种成活率等不同方面影响着种子的育苗;生活力直接影响种子的发芽率,决定了种子的田间利用价值。

本实验以净度、千粒重、形态大小、含水量、饱满度、生活力和发芽率 7 项指标对黄芩种子进行比较,并通过主成分分析和  $K$ -均值聚类分析得出,发芽率和种子活力为主要分级指标,种子净度、含水量、千粒重、形态和饱满度作为次级参考指标。同时参考茜草<sup>[11]</sup>、刺五加<sup>[12]</sup>、益母草<sup>[13]</sup>及续断<sup>[14]</sup>等种子质量分级标准的相关研究报道,建议在黄芩种子质量标准制定时必需进行多指标的权衡考虑。

课题组收集不同黄芩种子样本,经多指标的实验检测与统计学分析,并参考市场走访实际数据,初步制定了黄芩种子质量分级标准。本研究不仅为黄芩种子的生产和筛选提供了参考依据,而且确保了黄芩药材生产源头种子质量的可靠性,对规范市场中黄芩种子的质量及其生产应用至关重要,最终

为黄芩种子质量评价和保证优质黄芩药材生产提供了一定的理论依据。

### 参考文献:

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S]. 2015 年版.北京:中国医药科技出版社,2015:301-302.
- [2] NURUL ISLAM M, DOWNEY F, NG C K Y. Comparative analysis of bioactive phytochemicals from *Scutellaria baicalensis*, *Scutellaria lateriflora*, *Scutellaria racemosa*, *Scutellaria tomentosa* and *Scutellaria wrightii* by LC-DAD-MS[J]. *Metabolomics*, 2011, 7(3): 446-453.
- [3] 辛文好,宋俊科,何国荣,等.黄芩素和黄芩苷的药理作用及机制研究进展[J].*中国新药杂志*, 2013, 22(6): 647-653, 659.
- [4] 王雅芳,李婷,唐正海,等.中药黄芩的化学成分及药理研究进展[J].*中华中医药学刊*, 2015, 33(1): 206-211.
- [5] 张晓娟,吕勃川.黄芩研究新进展[J].*中医药学报*, 2017, 45(1): 96-99.
- [6] 李秀凤,葛淑俊,王静华.药用植物种子标准化研究进展[J].*中草药*, 2009, 40(5): 840-843.
- [7] 罗文蓉,杨扶德.甘肃产党参种子质量研究[J].*中国实验方剂学杂志*, 2012, 18(7):153-155.
- [8] 张玉秀,刘培卫,甘炳春,等.肉豆蔻种子质量分级标准研究[J].*种子*, 2015, 34(10):120-123.
- [9] 卢魏魏,朱再标,郭巧生,等.白花蛇舌草种子质量分级标准研究[J].*中国中药杂志*, 2012, 37(12): 1743-1746.
- [10] 李云静,梁芳,张建逵,等.基于多元统计分析的黄芩种子质量分级方法研究[J].*种子*, 2016, 35(10):114-118.
- [11] 彭亮,孙涛,王媛媛,等.陕产茜草种子质量分级标准研究[J].*中南药学*, 2017, 15(9): 1224-1227.
- [12] 李晓琳,黄璐琦,李颖,等.刺五加种子质量分级标准研究[J].*现代中药研究与实践*, 2017, 31(2): 50-53.
- [13] 王盼,曾俊,陶玲,等.益母草种子适宜采收期的初步研究[J].*种子*, 2016, 35(12): 115-118.
- [14] 艾伦强,王玘,张美德,等.续断种子质量分级标准研究[J].*中药材*, 2018, 41(6): 1279-1281.