

透骨香果实内源抑制物质研究

刘绍欢^{1,2}, 万政敏¹, 何晶晶³, 沈祥春^{1,2*} (1. 贵州医科大学药学院, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州医科大学天然药物优效利用重点实验室, 贵州贵阳 550025; 3. 贵州中医药大学药学院, 贵州贵阳 550025)

摘要 [目的]研究透骨香果实(果皮和种子)中所含的内源抑制物质活性及其所存在部位。[方法]以白菜种子为试验对象,在不同温度、溶剂、浓度、浸提次数及时间的条件下对透骨香种子和果皮的浸提液进行生物活性测定。[结果]透骨香果实存在内源抑制物质,所得浸提液对试验种子的萌发和生长的抑制强弱为果皮浸提液>种子浸提液,水浸提液>甲醇浸提液;浸提液浓度越高,抑制越强;随着浸提次数增多,抑制作用逐渐减弱;浸提温度、提取时间对其有一定抑制作用。[结论]透骨香果实所含的内源抑制物质可能是种子萌发周期长、发芽率低的重要原因。

关键词 透骨香;果皮;种子;内源抑制物质

中图分类号 R 285 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)20-0155-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.20.040



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Endogenous Inhibitory Substance in the Fruit of *Gaultheria yunnanensis*

LIU Shao-huan^{1,2}, WAN Zheng-min¹, HE Jing-jing³ et al (1. Pharmacy School, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. Key Laboratory of Utilization of Natural Medicines, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550025; 3. Pharmacy School, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract [Objective] To study the endogenous suppressor in *Gaultheria yunnanensis* fruit (pericarp and seed) and where its exist. [Method] Taking Chinese cabbage seeds as the test object, the biological activities of the extracts from the seeds and pericarp of *Gaultheria yunnanensis* were measured under different conditions of temperature, solvent, concentration, extraction times and extraction time. [Result] There were endogenous inhibitory substances in the fruit of *Gaultheria yunnanensis*, and the inhibition effect of the obtained extract on the germination and growth of the test seeds was the peel extract > the seed extract, aqueous extract > methanol extract. The higher the extract concentration, the stronger the inhibition; with the increase of extraction times, the inhibitory effect gradually weakened; the extraction temperature and extraction time had a certain inhibitory effect on it. [Conclusion] The endogenous inhibitory substances in seeds of *Gaultheria yunnanensis* may be an important reason for the long seed cycle and low germination rate.

Key words *Gaultheria yunnanensis*; Pericarp; Seeds; Endogenous inhibitory substances

透骨香来源于杜鹃花科植物滇白珠[*Gaultheria yunnanensis* (Franch.) Rehd.]的全株或根,味辛,性温,有小毒,具有祛风除湿、散寒止痛、活血通络等功效^[1],主治风湿痹痛、筋骨疼痛、跌打损伤等疾病^[2]。透骨香药材作为贵州常用民族药之一,目前对其成分含量^[3-4]、显微特征^[5]、药理作用^[5-7]进行了深入的研究,但截至目前,该药材来源均采自野生资源,在人工种植方面鲜见报道。

近年来,随着需求的日益剧增,野生资源的逐年减少及自然环境的破坏,其人工驯化及栽培也显得日益重要。内源抑制物质作为种子休眠的原因之一^[8-9],其可推迟、抑制同种或异种植物种子发芽,主要通过抑制种子的呼吸、酶的活性,阻碍种子吸水 and 胚生长、改变其渗透压,从而影响种子的萌发^[10];主要存在于果实的果皮、果肉、果汁中,种子中的胚、胚乳、种皮亦存在^[11-14];在相关试验研究中,通常采用测定白菜、小麦、油菜等种子的发芽率、胚根长、胚轴长来测定种子内源抑制物质是否有活性^[15-17]。在前期研究的过程中,发现透骨香种子自然状态下发芽率较低,长势较缓慢,从而影响

种子的萌发,该试验拟通过对透骨香果实(果皮与种子)内源抑制物质活性进行探究,从而为该药材的进一步试验提供相应的数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 透骨香果实(果皮与种子),自然干燥、人工分离果皮和种子,常温放置。白菜种子(贵阳金黔农业科技有限公司)。试验所用试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 不同溶剂、不同部位浸提液制备。称取 2.5 g 透骨香种子、果皮各 1 份,研碎,分别置于 100 mL 三角瓶中,各加入 10 倍量蒸馏水,密封,置暗处浸提 24 h,过滤,再加上上述溶剂浸提,连续浸提 3 次,合并滤液,浓缩,定容至 25 mL,分别得浓度为 0.10 g/mL 的种子、果皮水浸提液,4 ℃ 保存备用。甲醇的种子及果皮浸提液蒸干,再用蒸馏水定容,其余与上述方法相同。

1.2.2 不同浓度浸提液制备。称取 10 g 透骨香种子、果皮各 1 份,按“1.2.1”方法将种子、果皮浸提得到的母液,取适量稀释成 0.02、0.04、0.06、0.08、0.10 g/mL 的溶液各 25 mL,4 ℃ 保存备用。

1.2.3 不同浸提时间浸提液制备。称取 2.5 g 透骨香种子、果皮各 3 份,研碎,分别置于 100 mL 三角瓶中,加 10 倍量蒸馏水,密封,置于暗处分别浸提 12、24、48 h,过滤,浓缩,分别定容至 25 mL,得浓度为 0.10 g/mL 的浸提液,4 ℃ 保存备用。

1.2.4 不同温度浸提液制备及活性测定。分别称取 2.5 g 透

基金项目 贵州省科技厅省科技合作计划项目(黔科合 LH[2015]7358);贵州省中医药管理局项目(QZYY-2019-58);贵州省全国中药资源普查(国中医药办科技函[2018]132号,国中医药办科技函[2019]186号)。

作者简介 刘绍欢(1985—),男,湖北宜昌人,高级实验师,硕士,从事中药/民族药资源、质量控制研究。*通信作者,教授,博士,博士生导师,从事天然药物药理、功能天然产物化学生物学研究。

收稿日期 2021-12-28

骨香种子、果皮各 3 份,按“1.2.1”方法在 25、35、45 ℃ 恒温遮光环境下浸提 24 h,过滤后,再加蒸馏水连续浸提 3 次,合并滤液,浓缩,分别定容至 25 mL,4 ℃ 保存备用。

1.2.5 不同次数浸提液制备及活性测定。称取 2.5 g 种子、果皮各 1 份,按“1.2.1”方法浸提 12 h 后所得的溶液记作第 1 次,再加溶液提取 5 次,分别记为第 2~6 次,滤液浓缩定容至 25 mL,备用。

1.2.6 活性测定。采用培养皿培养法,在培养皿内放置两层滤纸,分别加入透骨香的果皮和种子浸提液 4 mL,作用于白菜种子的萌发,试验种子 50 粒/皿,每组重复 3 次,用蒸馏水作空白对照。采用 QHX-350B 光照培养箱,每天光照 14 h (光照强度 10 000 lx)、黑暗 10 h。24 h 统计种子发芽率,48 h

测白菜胚根长、胚轴长。发芽率=正常发芽种子数/供试种子数×100%。

内源抑制物质对种子萌发的抑制率=(1-处理种子发芽率/对照种子发芽率)×100%,其他抑制率依此法计算。

2 结果与分析

2.1 不同溶剂、部位浸提液对白菜种子生长的影响 由表 1 可知,透骨香果皮水浸提液对白菜种子的萌发呈完全抑制状态(种子未发芽)。与对照组相比,透骨香种子水浸提液、甲醇浸提液对白菜胚根有显著抑制作用($P<0.05$),但组间差异不明显,对其胚轴长仅种子水提液起抑制作用,抑制率为 98.78%;果皮甲醇浸提液对白菜种子胚根及胚轴的生长有显著的抑制作用,其抑制率分别为 98.18%、99.19%。

表 1 不同溶剂、部位浸提液对白菜种子生长的影响

溶剂 Solvent	种子浸提液 Seed extract			果皮浸提液 Pericarp extract		
	发芽率 Germination rate// %	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm	发芽率 Germination rate// %	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm
CK	99.33±1.15 a	23.12±1.62 a	4.94±0.29 a	99.33±1.15 a	23.12±1.62 a	4.94±0.29 a
水浸提液 Aqueous extract	50.67±18.58 b	0.20±0.07 b	0.06±0.03 b	0.00±0.00 b	0.00±0.00 c	0.00±0.00 b
甲醇浸提液 Methanol extract	91.33±7.02 a	3.26±0.73 b	5.06±1.05 a	93.33±5.03 a	0.42±0.08 b	0.04±0.04 b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

2.2 不同浓度浸提液对白菜种子生长的影响 由表 2 可知,当透骨香种子水浸提液浓度达到 0.10 g/mL 时,对白菜种子的萌发有抑制作用,与对照组相比,其胚根长有显著差异

($P<0.05$);当透骨香果皮水浸提液浓度为 0.10 g/mL 时,完全抑制白菜种子的萌发。由此可见,当果皮浸提液达到一定浓度时,会对白菜种子的萌发产生较大影响。

表 2 不同水浓度浸提液对白菜种子生长的影响

浓度 Concentration g/mL	种子浸提液 Seed extract			果皮浸提液 Pericarp extract		
	发芽率 Germination rate// %	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm	发芽率 Germination rate// %	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm
0	99.33±1.15 a	30.57±4.55 a	6.38±0.88 a	99.33±1.15 a	30.57±4.55 a	6.38±0.88 ab
0.02	96.67±2.30 a	9.33±0.20 b	7.58±1.08 a	98.00±2.00 ab	6.06±0.73 b	7.73±1.39 a
0.04	99.33±1.15 a	8.91±1.60 b	7.48±0.83 a	98.00±0.00 ab	3.92±0.42 bc	5.56±1.23 b
0.06	94.00±0.00 a	8.16±0.93 b	7.30±0.72 a	97.33±3.05 ab	1.60±0.12 c	1.14±0.38 c
0.08	99.33±1.15 a	6.91±1.31 b	7.54±0.74 a	94.67±3.05 b	1.08±0.67 c	0.08±0.15 c
0.10	50.67±18.28 b	0.20±0.07 c	0.06±0.03 b	0.00±0.00 c	0.00±0.00 c	0.00±0.00 c

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

2.3 不同浸提时间浸提液对白菜种子生长的影响 由表 3 可知,透骨香种子在 12、24、48 h 所得的水浸提液与对照组相比,对白菜种子萌发、胚轴长的抑制均无显著差异($P>0.05$),对胚根长的抑制有显著差异($P<0.05$)。果皮浸提液对白菜种子萌发的抑制无显著差异($P>0.05$),对胚根长的抑制有显著差异($P<0.05$),其中 48 h 浸提液的抑制最强,抑制率为 91.24%、12、24 h 所得浸提液的抑制率分别为 55.28%、58.27%;12、24 h 所得浸提液对白菜种子胚轴长与对照组相比无明显差异,48 h 浸提液对其抑制有显著差异,其抑制率为 83.70%。

2.4 不同温度浸提液对白菜种子生长的影响 由表 4 可知,透骨香种子浸提液对白菜种子萌发抑制无显著差异

($P>0.05$);但白菜种子胚根长与对照组相比有显著抑制($P<0.05$),25、35、45 ℃ 的组间差异不明显,其抑制率分别为 85.37%、85.30%、84.20%;当温度为 25 ℃ 时,种子浸提液对白菜种子胚轴长有显著抑制作用,当温度为 35、45 ℃ 时无抑制作用。25、45 ℃ 下所得透骨香果皮浸提液对白菜种子的萌发有显著抑制作用($P<0.05$),35 ℃ 浸提液对白菜种子萌发无抑制作用;不同温度果皮浸提液对白菜胚根长的抑制显著($P<0.05$),与对照组相比,25、35、45 ℃ 其抑制率分别为 97.65%、97.50%、95.38%,但组内的抑制作用不明显;不同温度的果皮浸提液与对照组相比,抑制白菜种子的胚轴生长差异显著($P<0.05$),25、35、45 ℃ 的抑制率分别为 99.68%、99.03%、92.58%。

表 3 不同浸提时间水浸提液对白菜种子生长的影响

Table 3 Effects of water extracts at different extraction time on the growth of Chinese cabbage seeds

浸提时间 Extraction time//h	种子浸提液 Seed extract			果皮浸提液 Pericarp extract		
	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm
CK	96.67±4.16 a	21.11±5.49 a	5.52±1.00 a	96.67±4.16 a	21.11±5.49 a	5.52±1.00 a
12	94.00±5.29 a	4.96±1.47 b	6.94±1.71 a	96.67±3.05 a	9.44±2.95 b	6.51±0.76 a
24	96.00±5.29 a	5.39±0.77 b	7.66±1.06 a	93.33±8.32 a	8.81±3.33 bc	6.14±1.63 a
48	99.33±1.15 a	5.06±0.02 b	7.55±0.42 a	86.67±12.85 a	1.85±0.61 c	0.90±0.75 b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$)

表 4 不同温度水浸提液对白菜种子生长的影响

Table 4 Effects of water extracts at different temperatures on the growth of Chinese cabbage seedlings

温度 Temperature ℃	种子浸提液 Seed extract			果皮浸提液 Pericarp extract		
	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm
CK	98.67±2.30 a	25.57±0.63 a	6.20±0.21 a	98.67±2.30 a	25.57±0.63 a	6.20±0.21 a
25	95.33±3.05 a	3.74±1.48 b	4.19±1.76 b	71.33±13.01 b	0.60±0.38 b	0.02±0.04 c
35	96.00±0.00 a	3.76±0.49 b	4.76±0.30 a	84.00±4.00 ab	0.64±0.40 b	0.06±0.11 bc
45	96.67±2.46 a	4.04±0.45 b	4.40±0.65 a	72.00±15.87 b	1.18±1.03 b	0.46±0.36 b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$)

2.5 不同浸提次数 (12 h) 浸提液对白菜种子生长的影响

由表 5 可知,6 次种子水浸提液与对照组相比,对白菜种子的萌发和胚轴长均无显著抑制作用 ($P > 0.05$),但对胚根长有显著的抑制作用 ($P < 0.05$)。6 次果皮水浸提液与对照组相比,对白菜种子的萌发无影响 ($P > 0.05$),对白菜种子的胚根生长有显著的抑制作用 ($P < 0.05$),第 2 次的浸提液对胚轴

长有抑制作用 ($P < 0.05$),其他浸提次数的浸提液对胚轴长均无抑制作用且有增强作用。

由表 6 可知,6 次种子醇浸提液对白菜种子萌发和胚轴生长均无显著抑制作用 ($P > 0.05$),但其对白菜胚根的生长有一定的抑制作用,其中第 1 次浸提液的抑制作用最强,为 85.14%,第 2 次至第 6 次的浸提液与对照组相比对白菜胚根

表 5 不同浸提次数 (12 h) 水浸提液对白菜种子生长的影响

Table 5 Effects of water extracts with different extraction times (12 h) on the growth of Chinese cabbage seeds

浸提次数 Extraction times	种子浸提液 Seed extract			果皮浸提液 Pericarp extract		
	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm
CK	98.67±1.15 a	32.44±3.32 a	6.00±0.36 a	98.67±1.15 a	32.44±3.32 a	6.00±0.36 a
第 1 次 1st	94.00±5.29 a	4.96±1.47 d	6.94±1.71 a	96.67±3.05 a	9.44±2.95 c	6.51±0.76 a
第 2 次 2nd	99.33±1.15 a	18.78±1.58 bc	7.16±0.67 a	93.33±6.42 a	6.07±2.73 c	4.45±1.20 b
第 3 次 3rd	96.67±4.16 a	21.90±1.86 b	6.98±1.20 a	96.67±1.15 a	8.05±0.23 c	6.10±0.43 a
第 4 次 4th	98.00±2.00 a	23.12±2.94 b	6.78±0.53 a	96.67±1.15 a	17.96±1.20 b	6.85±0.58 a
第 5 次 5th	96.67±3.05 a	20.28±1.52 bc	6.65±0.73 a	98.67±1.15 a	18.46±1.06 b	6.98±0.79 a
第 6 次 6th	96.67±2.30 a	16.69±1.95 c	6.28±0.25 a	98.67±1.15 a	21.22±2.80 b	6.26±0.56 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$)

表 6 不同浸提次数 (12 h) 甲醇浸提液对白菜种子生长的影响

Table 6 Effects of methanol extracts with different extraction times (12 h) on the growth of Chinese cabbage seeds

浸提次数 Extraction times	种子浸提液 Seed extract			果皮浸提液 Pericarp extract		
	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm	发芽率 Germination rate//%	胚根长 Radical length mm	胚轴长 Hypocotyl length mm
CK	98.67±1.15 a	32.44±3.32 a	6.00±0.36 a	98.67±1.15 a	32.44±3.32 a	6.00±0.36 a
第 1 次 1st	92.67±1.05 a	4.82±1.39 d	6.64±1.53 a	98.00±2.00 a	1.55±0.27 c	1.06±0.95 b
第 2 次 2nd	96.67±3.05 a	13.43±2.57 c	6.39±0.81 a	95.33±3.05 a	20.17±2.99 b	5.31±1.07 a
第 3 次 3rd	98.67±1.15 a	20.94±2.11 b	6.01±0.17 a	98.00±2.00 a	21.54±2.51 b	6.58±0.90 a
第 4 次 4th	97.33±3.05 a	19.94±1.59 b	6.44±0.50 a	99.33±1.15 a	24.38±2.35 b	6.26±0.77 a
第 5 次 5th	98.67±1.15 a	19.76±0.90 b	6.18±0.21 a	98.00±2.00 a	24.28±0.67 b	6.37±0.28 a
第 6 次 6th	98.00±0.00 a	19.78±1.36 b	5.84±0.38 a	98.67±2.30 a	24.33±0.59 b	6.62±0.46 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$)

P₁S₁ 处理除外)。在同一磷处理水平下,随着水分胁迫程度的加剧,草坪草每天耗水量和耗水总量随之下降,对草坪草需水量的影响不大。因此,在土壤水分胁迫条件下适当施磷肥有助于降低草坪草的需水量,从而提高草坪草对水分的利用效率。

参考文献

- [1] 罗志成.北方旱地农业研究的进展与思考[J].干旱地区农业研究,1994,12(1):1-8.
- [2] 康绍忠.新的农业科技革命与21世纪我国节水农业的发展[J].干旱地区农业研究,1998,16(1):126-127.
- [3] 李晓光,张自和,刘艺彬.30个引种草坪草在北京地区的成坪质量评价与适应性研究[J].草业科学,2005,22(6):96-100.
- [4] 王庆仁,李继云.论合理施肥与土壤环境的可持续性发展[J].环境科学进展,1999,7(2):116-124.
- [5] SUI Y B, THOMPSON M L, MIZE C W. Redistribution of biosolids-derived total P applied to a Mollisol[J]. Journal of environmental quality, 1999, 28(4):1068-1074.
- [6] SHARPLEY A N, CHAPRA S C, WEDEPOHL R, et al. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options[J]. Journal of environmental quality, 1994, 23(3):437-451.
- [7] BARTON L, WAN G G Y, BUCK R P, et al. Nitrogen increases evapotranspiration and growth of a warm-season turfgrass[J]. Semigroup forum, 2009, 101(1):17-24.
- [8] CANDOGAN B N, BILGILI U, YAZGAN S. Irrigation level and nitrogen rate affect evapotranspiration and quality of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) [J]. International journal of agriculture and biology, 2015, 17(3):431-439.
- [9] EBDON J S, PETROVIC A M, WHITE R A. Interaction of nitrogen, phos-

phorus, and potassium on evapotranspiration rate and growth of Kentucky Bluegrass[J]. Crop science, 1999, 39(1):209-218.

- [10] AYDINS AKIR K, BUYUKTAS D, BASTUG R, et al. Evapotranspiration and quality characteristics of some bermudagrass turf cultivars under deficit irrigation[J]. Grassland science, 2016, 62(4):224-232.
- [11] 胡明芳,田长彦,马英杰.不同水肥条件下棉花苗期的生长、养分吸收与水分利用状况[J].干旱地区农业研究,2002,20(3):35-37.
- [12] HUANG B R. Water relation and root activities of *Buchloe dactyloides* and *Zoysia japonica* in response to localized soil drying[J]. Plant and soil, 1999, 208(2):179-186.
- [13] ZENG Q P, BROWN P H. Soil potassium mobility and uptake by corn under differential soil moisture regimes[J]. Plant and soil, 2000, 221(2):121-134.
- [14] 王勋,张颖.水培条件下渗透胁迫和磷对草地早熟禾磷吸收的影响[J].江苏农业科学,2021,49(2):86-91.
- [15] 李寿田,韩建国,毛培胜.26个草地早熟禾品种苗期抗旱性综合评价[J].草业科学,2012,29(7):1114-1119.
- [16] KNEEBONE W R, PEPPER I L. Luxury water use by bermudagrass turf[J]. Agronomy journal, 1984, 76(6):999-1002.
- [17] DACOSTA M, HUANG B R. Deficit irrigation effects on water use characteristics of bentgrass species[J]. Crop science, 2006, 46(4):1779-1786.
- [18] 徐敏云,刘自学,胡自治.灌溉对三种冷季型草坪草蒸散耗水的影响[J].草原与草坪,2004,24(1):36-40.
- [19] PERDOMO P, MURPHY J A, BERKOWITZ G. Physiological changes associated with performance of Kentucky bluegrass cultivars during summer stress[J]. HortScience, 1996, 31(7):1182-1186.
- [20] 梁银丽,陈培元.土壤水分和氮磷营养对冬小麦根苗生长的效应[J].作物学报,1996,22(4):476-482.
- [21] 梁银丽,康绍忠,张成娥.不同水分条件下小麦生长特性及氮磷营养的调节作用[J].干旱地区农业研究,1999,17(4):58-64.

(上接第157页)

长均有不同程度的抑制作用;6次果皮醇浸提液与对照组比,对白菜种子萌发无差异($P>0.05$),对白菜胚根、胚轴的生长仅第1次浸提液有明显抑制作用,分别为95.22%、82.33%。

3 结论与讨论

透骨香种子、果皮的水及甲醇浸提液均对白菜种子萌发存在一定的抑制作用,水浸提液抑制作用强于甲醇浸提液;相同提取溶剂,果皮浸提液比种子浸提液的抑制作用强,当果皮水浸提液浓度为0.10 g/mL时,白菜种子呈完全抑制状态。因此,建议在人工育苗过程中应将其果皮和种子分离后进行相关试验。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会.中华本草[M].上海:上海科学技术出版社,1999.
- [2] 贵州省药品监督管理局.贵州省中药材、民族药材质量标准(2003版)[M].贵阳:贵州科技出版社,2003:308.
- [3] 李蒙禹,朱玉梅,王世清.不同干燥方式对透骨香药材水杨酸甲酯含量的影响[J].贵阳中医学院学报,2016,38(4):36-38.
- [4] 张颖,李嘉,何飞,等.滇白珠止泻活性部位的化学成分研究[J].中草药,2020,18(11):1800-1802.
- [5] 刘绍欢,何晶晶,詹云慧,等.透骨香不同部位显微特征研究[J].时珍国

医国药,2018,29(7):1644-1647.

- [6] 陈应康,余福强,刘大腾,等.苗药透骨香抗急性痛风性关节炎作用的实验研究[J].中药材,2016,39(9):2118-2121.
- [7] 覃容贵,龙庆德,秦拴梅,等.不同炮制方法对透骨香抗炎镇痛作用及水杨酸甲酯含量的影响[J].时珍国医国药,2013,24(2):409-410.
- [8] KHAN A A. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination[M]. New York: Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 1977.
- [9] LI B B, WEI X H, XU Y. The causes of *Gentiana straminea* Maxim. seeds dormancy and the methods for its breaking[J]. Acta ecological sinica, 2013, 33(15):4631-4638.
- [10] 陈伟,马绍宾,陈宏伟.种子休眠类型及其破除方法概述[J].安徽农业科学,2009,37(33):16237-16239.
- [11] 常晖,张小燕,张跃进,等.黄芪种子内源抑制物质的初步研究[J].种子,2015,34(1):44-47.
- [12] 房海灵,叶金山,朱培林.了哥王种子萌发抑制物质特性[J].江苏农业科学,2017,45(1):138-140.
- [13] 廖源林,蔡仕珍,李西,等.野鸦椿种子内源抑制物活性初探[J].广西植物,2016,36(5):600-606,538.
- [14] 杨轶华,梁鸣,孙波,等.4种荚蒾属植物种子内源抑制物存在特征初探[J].中国农学通报,2015,31(22):142-147.
- [15] 孙娜,陈黎,刘序,等.香榧种子内含发芽抑制物对种子萌发的影响[J].黄山学院学报,2016,18(3):44-47.
- [16] 李樱花,郭松,李在留,等.掌叶木种皮障碍及种子各部位内源抑制活性的研究[J].广西植物,2016,36(4):443-448,470.
- [17] 李双梅,柯卫东,李峰,等.荸荠种子内源抑制物质生理活性的研究[J].种子,2014,33(12):10-12.