

种源及生长年限对防风药材品质的影响研究

秦义杰¹, 王 浩^{2*}, 刘美娟², 曾 燕²

(1. 中国中药控股有限公司, 广东 佛山 528000; 2. 中国中药有限公司, 北京 102600)

【摘要】目的 研究不同种源及生长年限下防风药材中 4 种色原酮含量的动态变化, 为不同种源防风质量研究提供理论依据。**方法** 通过高效液相色谱法测定防风药材中 4 种色原酮含量, 采用 SPSS 24.0 统计软件进行统计分析。**结果** 升麻素苷与亥茅酚苷含量在不同年度各生长时期, 升麻素含量在第 1、2 年各时期及第 3 年生长后期, 5-O-甲基维斯阿米醇苷在第 1 年各时期及第 3 年生长中期均无显著差异; 抽茎未开花前各种源升麻素含量与未抽茎防风无明显差异, 但抽茎开花后升麻素含量显著高于未抽茎防风, 而其他 3 种色原酮含量呈不变或略显降低的趋势; 野生与栽培种源的醇溶性浸出物含量在不同年度各时期均无显著差异, 但未抽茎防风的醇溶性浸出物含量显著高于抽茎, 且抽茎防风在生长后期(9 月~11 月中旬)的醇溶性浸出物含量未达到 2020 版《中华人民共和国药典》规定的不得少于 13.00%。**结论** 在同一生境下, 不同防风种源间差异对 4 种色原酮及醇溶性浸出物的含量影响较小, 抽茎防风醇溶性浸出物含量在生长后期未达到《中华人民共和国药典》标准, 野生种源防风抽茎时间晚于栽培种源。

【关键词】 防风; 种源; 4 种色原酮; 醇溶性浸出物

DOI:10.70976/j.1008-0805.SZGYGY-2025-1314

CSTR:32392.14.j.1008-0805.SZGYGY-2025-1314

【中图分类号】S567 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1008-0805(2025)13-2492-08

中药防风为伞形科植物防风 *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk. 的未抽花茎植株的干燥根, 性微温, 味辛甘, 祛风解表, 胜湿止痛, 止痉; 用于感冒头痛, 风湿痹痛, 风疹瘙痒, 破伤风^[1], 始载于秦汉时期的《神农本草经》, 列为草部上品^[2]。

随着我国现代中医中药学的快速发展, 世界对中医药的需求在不断增加, 原药材的质量至关重要。“同种异地”的中药材质量有着明显差异, 环境是其化学物质形成与变异的重要因素, 是道地药材形成的基础。至今已证实生长环境如土壤中的微量元素、理化性质、土壤 pH 值、酸碱度及光温水气候条件等环境因素对中药材的含量有着直接的影响^[3]; 李永杰等^[4]通过黄芩不同种源试验, 发现不同种源黄芩(子代)药用成分含量存在较显著的地理遗传差异, “异种同地”的中药材质量差异, 就可以归于种源间的差异, 而优质的种质资源能够保证中药材具有稳定的遗传性状和优良的品质特性。

研究通过分析在同一生境中, 不同种源及生长年限下防风药材中 4 种色原酮含量的动态变化及差异, 为防风产业化发展提供理论依据。

1 材料

1.1 仪器

2695 型高效液相色谱仪(Waters 公司); BDS-C₁₈ 色谱柱(5 μm, 4.6 mm × 250 mm); SX205 型电子分析天平(梅特勒公司); 小型粉碎机、药典 5 号筛(80 目)、恒温水浴锅、冷凝管、150 mL 锥形瓶。

1.2 试剂

乙醇(分析纯 20211026)、甲醇(色谱纯 1147507117); 对照品: 升麻素苷(批号 111522-201913)、升麻素(批号 111710-200602)、5-O-甲基维斯阿米醇苷(批号 111523-201811)及亥茅酚苷(批号 111714-200501), 均购自中国食品药品检定研究院; 水为超纯水。

1.3 样品

防风药材的种源是 2019 年从内蒙古、黑龙江、吉林、河北 4 个省采集的 14 批野生与栽培种子, 野生种源为当地野生采集的种子, 栽培种源为当地已驯化多年的农家种; 经中国医学科学院药用植物研究所齐耀东教授鉴定为植物防风 *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk. 双悬果的分果(种子), 其种源地理信息见表 1。

收稿日期: 2024-10-27; 修订日期: 2025-03-18

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-21)

作者简介: 秦义杰(1993-), 男(汉族), 河北邯郸人, 中国中药控股有限公司工程师, 硕士学位, 主要从事中药资源技术研究工作。

*通讯作者简介: 王 浩(1990-), 男(汉族), 湖南邵阳人, 中国中药有限公司副主任药师, 硕士学位, 主要从事中药资源技术研究工作。

2 方法

2.1 试验时间和地点

收集的不同种源防风种子于 2020 年在河北省承

德市围场县吉上村进行种子直播,采用单因素完全随机区组,每个种源 3 次重复。2020~2023 年生长期内(5~11 月)每个月定期取样,在中国中药有限公司科技研发部实验室内进行有效成分含量测定。

表 1 防风采种地点自然概况

种源编号	产地	类型	经度/°	纬度/°	海拔/m
1	内蒙古锡林郭勒盟乌拉盖管委会贺斯格乌拉牧场	野生	119.14	45.98	915
2	内蒙古额尔古纳市黑山头镇桦树林村	野生	119.72	50.20	560
3	内蒙古锡林郭勒盟乌拉盖管委会哈拉盖图牧场	野生	119.41	45.85	899
4	内蒙古额尔古纳市陈巴尔虎旗哈吉嘎查	野生	120.40	49.88	660
5	黑龙江省大庆市杜尔伯特自治县绿色草原牧场	野生	124.47	46.34	140
6	内蒙古额尔古纳市室韦镇临江村	野生	119.98	51.41	505
7	黑龙江省大庆市林甸县齐心村	野生	124.93	46.89	156
8	内蒙古赤峰市敖汉旗敖吉村	栽培	120.41	42.51	457
9	河北省张家口市蔚县下元皂村	栽培	114.56	40.02	1216
10	河北省张家口市蔚县吉家庄镇	栽培	114.85	40.09	922
11	河北省张家口市(安国市场购入)	栽培	114.88	40.79	750
12	河北省张家口市蔚县南岭庄乡	栽培	114.65	40.00	941
13	河北省保定市安国市北五女镇	栽培	115.20	38.36	50
14	吉林省洮南市军马场	栽培	122.27	46.04	159

2.2 防风中 4 种色原酮含量的测定

2.2.1 对照品溶液的制备

分别精密称定升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷标准品 10.0 mg,加 25 mL 甲醇溶解并稀释成 400 μg/mL 的母液,再以母液分别配制成浓度为 80,160,200,240,320 μg/mL 的溶液。再以母液分别配制成浓度为 10,20,30,40,50,60 μg/mL 的溶液。

2.2.2 供试品溶液的制备

取本品细粉(过 5 号筛)约 0.25 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入甲醇 10 mL,称定重量,水浴回流 2 h,放冷,再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀,滤过,取过滤液,即得^[5]。

2.2.3 色谱条件

色谱柱为 BDS-C₁₈ 柱(250 mm×4.6 mm,5 μm);流动相为甲醇(A)-水(B);梯度洗脱(0~5 min,15%~35% A;5~20 min,35%~45% A;20~35 min,45%~55% A;35~40 min,55%~65% A;40~55 min,65%~76% A;55~65 min,76%~83% A;65~70 min,83% A);体积流量:1.0 mL·min⁻¹,检测波长:254 nm,柱温:35℃,进样量:10 μL。

2.2.4 线性关系考察

取“2.2.1”项下的对照品溶液按上述测定方法进行测定,以对照品浓度(X)与峰面积积分值(Y)绘制标准曲线,计算得线性回归方程、相关系数(r),结果见表 2。

2.2.5 精密度试验

取 13 号防风(第 2 年 7 月)样品,按照“2.2.2”项下方法进行制备,在“2.2.3”项色谱条件下,连续进样 6 次,记录色谱图,结果显示,各成分峰面积 RSD<0.74%。

2.2.6 重复性试验

取 11 号防风(第 2 年 7 月)样品 6 份,每份样品均按

照“2.2.2”项下方法进行制备,在“2.2.3”项色谱条件下测定峰面积,结果显示,各成分峰面积 RSD<1.93%。

表 2 防风 4 种色原酮线性关系

色原酮种类	线性范围/μg	回归方程	r
升麻素苷	16.23~400.00	$Y=18257X+176190$	0.9999
升麻素	0.88~60.00	$Y=32458X-23285$	0.9945
5-O-甲基维斯阿米醇苷	48.88~676.10	$Y=19079X+100892$	0.9998
亥茅酚苷	6.54~60.00	$Y=29612X-79560$	0.9996

2.2.7 稳定性试验

取 13 号防风(第 2 年 7 月)样品,按照“2.2.2”项下方法进行制备。在室温下于 0,2,4,8,12,24 h 时各取 10 μL 注入液相色谱仪,在“2.2.3”项色谱条件下测定峰面积,结果显示,各成分峰面积 RSD<1.05%,表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.2.8 加样回收率试验

取已测定各成分含量的 13 号防风(第 2 年 7 月)样品 9 份,各 0.125 g,精密称定,分成 3 组,分别精密加入含升麻素苷(0.11 mg)、升麻素(0.04 mg)、5-O-甲基维斯阿米醇苷(0.18 mg)、亥茅酚苷(0.03 mg)的对照品混合溶液各 0.5、1.0、1.5 mL,按“2.2.2”项下方法进行制备。在“2.2.3”项色谱条件下测定各成分含量,结果所测 4 个成分的平均加样回收率(RSD 值)分别为 103.54%(1.30%)、106.99%(1.08%)、100.50%(1.76%)、106.36%(1.13%)。

2.2.9 水分测定

按照 2020 版《中华人民共和国药典》,样品水分含量均不得超过 10.0%(通则 0832 第二法)。

2.2.10 样品含量测定

将所有防风样品按照“2.2.2”项下方法进行制备,按照“2.2.3”项下方法测定 4 种色原酮的峰面积,通过标准曲线计算其含量。

2.3 防风醇溶性浸出物含量的测定

根据《中华人民共和国药典》2020 版通则 2201 法下热浸法测定醇溶性浸出物。

2.4 防风抽薹率的测定

抽薹率(%)=(抽薹植株数/小区总植株数)×100%。

2.5 数据分析

利用 Excel 2016 进行数据整理,数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示。通过 SPSS 24.0 软件进行统计分析。

3 结果

3.1 不同种源防风抽薹时间及抽薹率的比较

不同种源防风生长至第 2 年陆续出现抽薹现象。野生种源在第 2 年仅有种源 4 和种源 7 出现抽薹现象,分别是 9 月和 10 月;在第 3 年,种源 4 和种源 7 抽薹时间均提前,分别为 7 月和 9 月,种源 5 从 9 月开始抽薹。栽培种源在第 2 年,种源 12、13 从 7 月开始抽薹,种源 8、9、10、11 从 8 月开始抽薹;在第 3 年,种源 8、9、10、11、12、13 抽薹时间均提前,从 6 月开始抽薹,种源 14 从 7 月开始抽薹,至此栽培种源全部抽薹。见表 3。

表 3 不同种源防风开始抽薹时间的比较

种源类型	种源编号	第 2 年开始时间	第 3 年开始时间
野生	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
	4	2021-09	2022-07
	5	-	2022-09
	6	-	-
	7	2021-10	2022-08
栽培	8	2021-08	2022-06
	9	2021-08	2022-06
	10	2021-08	2022-06
	11	2021-08	2022-06
	12	2021-07	2022-06
	13	2021-07	2022-06
	14	-	2022-07

“-”:未抽薹

与野生种源比较,第 2 年栽培种源抽薹率显著增高($P < 0.05$),第 3 年两者已抽薹小区的抽薹率无显著差异($P > 0.05$)。见表 4。

表 4 野生与栽培种源防风抽薹率的比较($\bar{x} \pm s$) %

种源类型	生长第 2 年(2021)	生长第 3 年(2022)
野生	4.08 ± 1.30	25.40 ± 16.41
栽培	14.05 ± 12.16*	23.09 ± 9.14

与野生种源比较,* $P < 0.05$

3.2 不同种源及抽薹防风 4 种色原酮含量变化的比较

3.2.1 不同种源及抽薹防风升麻素苷含量变化的比较

第 1 年不同种源防风升麻素苷含量变化的结果比较,野生与栽培种源防风均在 9 月中旬最高,但无统计学意义。在 9 月、10 月、11 月中旬 3 个时段,野生与栽培种源无显著差异($P > 0.05$)。见表 5。

表 5 第 1 年不同种源防风升麻素苷含量变化的比较($\bar{x} \pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源
9 月	0.5636 ± 0.1862	0.6691 ± 0.1593
10 月	0.4116 ± 0.0675	0.4725 ± 0.1055
11 月	0.4289 ± 0.0905	0.4775 ± 0.1401

第 2 年不同种源及抽薹防风升麻素苷含量变化的比较,野生与栽培种源防风均在 5 月中旬最高,但无统计学意义。在 5 月至 9 月中旬已测定的数据中,野生与栽培种源及栽培种源抽薹防风无显著差异($P > 0.05$)。在 10 月中旬,与野生种源比较,除栽培种源显著降低外,其它无显著差异($P > 0.05$)。在 11 月中旬,野生与栽培种源及栽培种源抽薹防风无显著差异($P > 0.05$)。见表 6。

第 3 年不同种源及抽薹防风升麻素苷含量变化的比较,野生与栽培种源防风均在 6 月中旬最高。抽薹防风在 10 月中旬后地下部分腐烂而无法收集。在 5 月中旬,野生与栽培种源无显著差异($P < 0.05$)。在 6 月中旬,与栽培种源抽薹防风比较,野生与栽培种源均显著增高($P < 0.05$)。在 7 月~11 月中旬已测定的数据中,野生、栽培种源及野生、栽培种源抽薹防风均无显著差异($P > 0.05$)。见表 7。

3.2.2 不同种源及抽薹防风升麻素含量变化的比较

第 1 年不同种源防风升麻素含量变化的比较,野生与栽培种源防风均在 9 月中旬最高,但无统计学意义。在 9 月、10 月、11 月中旬 3 个时段,野生与栽培种源均无显著差异($P > 0.05$)。见表 8。

第 2 年不同种源及抽薹防风升麻素含量变化的比较,野生与栽培种源防风升麻素含量均在 6 月中旬最高,但无统计学意义。在 5 月、6 月、7 月中旬 3 个时段已测定的数据中,野生与栽培种源防风及栽培种源抽薹防风无显著差异($P > 0.05$)。8 月中旬,与栽培种源抽薹防风比较,除野生种源显著增高外,其它无显著差异($P > 0.05$)。9 月中旬,与栽培种源抽薹防风比较,野生和栽培种源显著降低($P < 0.05$)。10 月中旬,与栽培种源抽薹防风比较,野生与栽培种源及野生种源抽薹防风显著降低($P < 0.05$);且野生种源和栽培种源两者无显著差异,均显著低于野生种源抽薹防风($P < 0.05$)。在 11 月中旬,野生与栽培种源无显著差异($P > 0.05$),同时与 10 月份含量基本持平。见表 9。

表 6 第 2 年不同种源及抽葶防风升麻素苷含量变化的比较($\bar{x} \pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源	抽葶/野生	抽葶/栽培
5 月	0.7500 $\pm$ 0.1148	0.7588 $\pm$ 0.1742	—	—
6 月	0.3072 $\pm$ 0.1029	0.3292 $\pm$ 0.0993	—	—
7 月	0.4407 $\pm$ 0.1561	0.4577 $\pm$ 0.1421	—	0.3335 $\pm$ 0.0613
8 月	0.4576 $\pm$ 0.1438	0.3976 $\pm$ 0.1207	—	0.3477 $\pm$ 0.1896
9 月	0.5032 $\pm$ 0.1046	0.3757 $\pm$ 0.0901	—	0.5128 $\pm$ 0.2348
10 月	0.5356 $\pm$ 0.1679	0.3130 $\pm$ 0.1005	0.3237 $\pm$ 0.1286	0.4109 $\pm$ 0.1499
11 月	0.6162 $\pm$ 0.1886	0.5140 $\pm$ 0.1599	—	0.4279 $\pm$ 0.2025

“—”. 未能采集数据

表 7 第 3 年不同种源及抽葶防风升麻素苷含量变化的比较($\bar{x} \pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源	抽葶/野生	抽葶/栽培
5 月	0.7281 $\pm$ 0.2962	0.8209 $\pm$ 0.2568	—	—
6 月	0.9115 $\pm$ 0.1406	0.8608 $\pm$ 0.1629	—	0.5543 $\pm$ 0.1702
7 月	0.6359 $\pm$ 0.2274	0.6910 $\pm$ 0.1359	0.9023 $\pm$ 0.0140	0.6113 $\pm$ 0.2258
8 月	0.7080 $\pm$ 0.2391	0.5826 $\pm$ 0.1251	0.7606 $\pm$ 0.5353	0.6606 $\pm$ 0.2168
9 月	0.4689 $\pm$ 0.1685	0.4703 $\pm$ 0.1462	0.5299 $\pm$ 0.3141	0.4774 $\pm$ 0.1851
10 月	0.4701 $\pm$ 0.1405	0.3813 $\pm$ 0.1012	—	—
11 月	0.5330 $\pm$ 0.1617	0.4226 $\pm$ 0.1237	—	—

“—”. 未能采集数据

表 8 第 1 年不同种源防风升麻素含量变化的比较($\bar{x} \pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源
9 月	0.0344 $\pm$ 0.0138	0.0234 $\pm$ 0.0129
10 月	0.0062 $\pm$ 0.0010	0.0064 $\pm$ 0.0020
11 月	0.0074 $\pm$ 0.0025	0.0064 $\pm$ 0.0007

第 3 年不同种源及抽葶防风升麻素含量变化的比较,野生种源在 7 月中旬最高,但无统计学意义,栽培种源在 9 月中旬最高。在 5 月中旬,与野生种源比较,栽培种源显著降低($P < 0.05$)。在 6 月中旬,野生与栽培种源及栽培种源抽葶防风无显著差异($P > 0.05$)。

在 7 月中旬,与野生种源比较,野生种源抽葶防风无显著差异($P > 0.05$),但栽培种源和栽培种源抽葶防风均显著降低($P < 0.05$),且两者无显著差异($P > 0.05$)。在 8 月中旬,与野生种源比较,栽培种源与野生种源抽葶防风及栽培种源抽葶防风均无显著差异($P > 0.05$);与野生种源抽葶防风比较,栽培种源与栽培种源抽葶防风均显著降低($P < 0.05$)。在 9 月中旬,与野生种源抽葶防风比较,野生与栽培种源及栽培种源抽葶防风均显著降低($P < 0.05$),且三者无显著差异($P > 0.05$)。在 10 月和 11 月中旬,野生与栽培种源均无显著差异($P > 0.05$)。见表 10。

表 9 第 2 年不同种源及抽葶防风升麻素含量变化的比较($\bar{x} \pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源	抽葶/野生	抽葶/栽培
5 月	0.0341 $\pm$ 0.0053	0.0371 $\pm$ 0.0075	—	—
6 月	0.1299 $\pm$ 0.0320	0.1327 $\pm$ 0.0333	—	—
7 月	0.1089 $\pm$ 0.0335	0.1121 $\pm$ 0.0400	—	0.0547 $\pm$ 0.0112
8 月	0.0479 $\pm$ 0.0166	0.0329 $\pm$ 0.0107	—	0.0294 $\pm$ 0.0120
9 月	0.0133 $\pm$ 0.0040	0.0139 $\pm$ 0.0051	—	0.0296 $\pm$ 0.0113
10 月	0.0055 $\pm$ 0.0008	0.0049 $\pm$ 0.0008	0.0320 $\pm$ 0.0207	0.0427 $\pm$ 0.0089
11 月	0.0056 $\pm$ 0.0012	0.0052 $\pm$ 0.0008	—	—

“—”. 未能采集数据

表 10 第 3 年不同种源及抽葶防风升麻素含量变化的比较($\bar{x} \pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源	抽葶/野生	抽葶/栽培
5 月	0.0478 $\pm$ 0.0341	0.0145 $\pm$ 0.0089	—	—
6 月	0.0180 $\pm$ 0.0036	0.0151 $\pm$ 0.0032	—	0.0154 $\pm$ 0.0021
7 月	0.0840 $\pm$ 0.0341	0.0153 $\pm$ 0.0037	0.0803 $\pm$ 0.0028	0.0123 $\pm$ 0.0031
8 月	0.0248 $\pm$ 0.0081	0.0191 $\pm$ 0.0041	0.0378 $\pm$ 0.0144	0.0333 $\pm$ 0.0116
9 月	0.0159 $\pm$ 0.0022	0.0207 $\pm$ 0.0060	0.0606 $\pm$ 0.0311	0.0252 $\pm$ 0.0080
10 月	0.0035 $\pm$ 0.0010	0.0066 $\pm$ 0.0035	—	—
11 月	0.0067 $\pm$ 0.0030	0.0058 $\pm$ 0.0022	—	—

“—”. 未能采集数据

3.2.3 不同种源及抽茎防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较

第 1 年不同种源防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较,野生与栽培种源均在 9 月中旬最高,但无统计学意义。在 9 月、10 月、11 月中旬 3 个时段,野生与栽培种源均无显著差异($P>0.05$)。见表 11。

表 11 第 1 年不同种源防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %		
月份	野生种源	栽培种源
9 月	0.9265 $\pm$ 0.2340	0.7570 $\pm$ 0.1323
10 月	0.6217 $\pm$ 0.1173	0.5872 $\pm$ 0.1008
11 月	0.6492 $\pm$ 0.1629	0.5877 $\pm$ 0.1496

第 2 年不同种源及抽茎防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较,野生与栽培种源均在 5 月中旬最高,但无统计学意义。在 5 月、6 月中旬,与野生种源比较,栽培种源均显著降低($P<0.05$)。在 7 月、8 月、9 月中旬三个时段,与野生种源比较,栽培种源及栽培种源抽茎防风均显著降低($P<0.05$),且两者均无显著差异($P>0.05$)。在 10 月中旬,与野生种源比较,栽培种源及野生种源抽茎、栽培种源抽茎防风均显著降低($P<0.05$),且三者无显著差异($P>0.05$)。在 11 月中旬,与野生种源比较,栽培种源显著降低($P<0.05$)。见表 12。

表 12 第 2 年不同种源及抽茎防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %				
月份	野生种源	栽培种源	抽茎/野生	抽茎/栽培
5 月	1.2704 $\pm$ 0.2702	0.9700 $\pm$ 0.0865	-	-
6 月	0.9140 $\pm$ 0.1474	0.7417 $\pm$ 0.0843	-	-
7 月	1.1192 $\pm$ 0.1929	0.8745 $\pm$ 0.1279	-	0.5276 $\pm$ 0.1305
8 月	1.0160 $\pm$ 0.2831	0.7004 $\pm$ 0.1566	-	0.4493 $\pm$ 0.1953
9 月	0.8994 $\pm$ 0.1305	0.5707 $\pm$ 0.0965	-	0.4680 $\pm$ 0.1267
10 月	0.8839 $\pm$ 0.2376	0.4128 $\pm$ 0.0850	0.5963 $\pm$ 0.1643	0.5474 $\pm$ 0.2332
11 月	1.0826 $\pm$ 0.2347	0.5182 $\pm$ 0.1248	-	-

“-”.未能采集数据

第 3 年不同种源及抽茎防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较,野生与栽培种源均在 6 月中旬最高,但无统计学意义。在 5 月中旬,野生与栽培种源无显著差异($P>0.05$)。在 6 月中旬,与野生种源比较,栽培种源和栽培种源抽茎防风显著降低($P<0.05$);与栽培种源比较,栽培种源抽茎防风显著

降低($P<0.05$)。在 7 月中旬,与栽培种源抽茎防风比较,野生与栽培种源及野生种源抽茎防风均显著增高($P<0.05$),且三者无显著差异($P>0.05$)。在 8 月、9 月中旬,各种源防风及抽茎防风无显著差异($P>0.05$)。在 10 月和 11 月中旬,与野生种源比较,栽培种源均显著降低($P<0.05$)。见表 13。

表 13 第 3 年不同种源及抽茎防风 5-O-甲基维斯阿米醇苷含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %				
月份	野生种源	栽培种源	抽茎/野生	抽茎/栽培
5 月	1.4138 $\pm$ 0.7463	1.2280 $\pm$ 0.3955	-	-
6 月	1.6994 $\pm$ 0.3447	1.3258 $\pm$ 0.2433	-	0.7789 $\pm$ 0.1524
7 月	1.3485 $\pm$ 0.3284	1.0135 $\pm$ 0.1851	1.2151 $\pm$ 0.0091	0.6741 $\pm$ 0.1614
8 月	1.1724 $\pm$ 0.3483	0.7987 $\pm$ 0.1528	1.2211 $\pm$ 0.7914	0.9598 $\pm$ 0.3666
9 月	0.6944 $\pm$ 0.1584	0.5924 $\pm$ 0.0851	0.8128 $\pm$ 0.4831	0.5984 $\pm$ 0.2151
10 月	0.6714 $\pm$ 0.0778	0.4613 $\pm$ 0.0873	-	-
11 月	0.7823 $\pm$ 0.2145	0.4574 $\pm$ 0.1294	-	-

“-”.未能采集数据

3.2.4 不同种源及抽茎防风亥茅酚苷含量变化的比较

第 1 年不同种源防风亥茅酚苷含量变化的比较,野生与栽培种源均在 9 月中旬最高。在 9 月、10 月、11 月中旬 3 个时段,野生与栽培种源均无显著差异($P>0.05$)。见表 14。

表 14 第 1 年不同种源防风亥茅酚苷含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %		
月份	野生种源	栽培种源
9 月	0.0994 $\pm$ 0.0166	0.1058 $\pm$ 0.0249
10 月	0.0746 $\pm$ 0.0059	0.0767 $\pm$ 0.0227
11 月	0.0688 $\pm$ 0.0087	0.0636 $\pm$ 0.0156

第 2 年不同种源及抽茎防风亥茅酚苷含量变化的比较,野生与栽培种源均在 5 月中旬最高,但无统计学意义。在 5 月、6 月中旬,野生与栽培种源均无显著差异($P>0.05$)。在 7 月中旬,与野生种源比较,栽培种源与栽培种源抽茎防风均无显著差异($P>0.05$);与栽培种源比较,栽培种源抽茎防风显著降低($P<0.05$)。在 8 月、9 月中旬,野生与栽培种源及栽培种源抽茎防风均无显著差异($P>0.05$)。在 10 月中旬,与栽培种源抽茎防风比较,栽培种源显著降低($P>0.05$),野生种源与野生种源抽茎防风无显著差异($P<0.05$);与野生种源抽茎防风比较,其它各种源

无显著差异($P>0.05$)。在 11 月中旬,与栽培种源抽
葶防风比较,野生种源与栽培种源均显著降低($P<$
 0.05),且两者无显著差异($P>0.05$)。见表 15。

第 3 年不同种源及抽葶防风亥茅酚苷含量变化的
比较,野生与栽培种源均在 6 月中旬最高,但无统计学

意义。在 6 月中旬,与栽培种源比较,栽培种源抽葶防
风显著降低($P<0.05$);与野生种源比较,栽培种源及
栽培种源抽葶防风无显著差异($P>0.05$)。在其他各
时段已测定的数据中,各种源间均无显著差异
($P>0.05$)。见表 16。

表 15 第 2 年不同种源及抽葶防风亥茅酚苷含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源	抽葶/野生	抽葶/栽培
5 月	0.1073 $\pm$ 0.0160	0.1177 $\pm$ 0.0241	—	—
6 月	0.0923 $\pm$ 0.0215	0.1003 $\pm$ 0.0215	—	—
7 月	0.0994 $\pm$ 0.0148	0.1048 $\pm$ 0.0269	—	0.0678 $\pm$ 0.0065
8 月	0.0700 $\pm$ 0.0215	0.0687 $\pm$ 0.0208	—	0.0648 $\pm$ 0.0150
9 月	0.0615 $\pm$ 0.0123	0.0520 $\pm$ 0.0085	—	0.0579 $\pm$ 0.0116
10 月	0.0547 $\pm$ 0.0126	0.0441 $\pm$ 0.0113	0.0707 $\pm$ 0.0385	0.0741 $\pm$ 0.0237
11 月	0.0498 $\pm$ 0.0055	0.0523 $\pm$ 0.0125	—	0.0822 $\pm$ 0.0042

“—”. 未能采集数据

表 16 第 3 年不同种源及抽葶防风亥茅酚苷含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源	抽葶/野生	抽葶/栽培
5 月	0.1003 $\pm$ 0.0447	0.0971 $\pm$ 0.0254	—	—
6 月	0.1111 $\pm$ 0.0321	0.1261 $\pm$ 0.0191	—	0.0857 $\pm$ 0.0122
7 月	0.0889 $\pm$ 0.0248	0.0881 $\pm$ 0.0169	0.0950 $\pm$ 0.0023	0.0861 $\pm$ 0.0221
8 月	0.0720 $\pm$ 0.0193	0.0713 $\pm$ 0.0169	0.1012 $\pm$ 0.0699	0.0812 $\pm$ 0.0237
9 月	0.0493 $\pm$ 0.0106	0.0542 $\pm$ 0.0111	0.0654 $\pm$ 0.0340	0.0719 $\pm$ 0.0322
10 月	0.0430 $\pm$ 0.0151	0.0419 $\pm$ 0.0148	—	—
11 月	0.0444 $\pm$ 0.0126	0.0444 $\pm$ 0.0191	—	—

“—”. 未能采集数据

3.3 不同种源及抽葶防风醇溶性浸出物含量变化的
比较

3.3.1 第 1 年不同种源防风醇溶性浸出物含量变化
的比较

野生与栽培种源防风均在 10 月中旬最高,但无统
计学意义。在 9 月、10 月、11 月中旬 3 个时段,野生与
栽培种源均无显著差异($P>0.05$),见表 17。

表 17 第 1 年不同种源防风醇溶性浸出物
含量变化的比较($\bar{x}\pm s$) %

月份	野生种源	栽培种源
9 月	14.16 $\pm$ 1.65	16.15 $\pm$ 1.90
10 月	17.82 $\pm$ 1.45	19.65 $\pm$ 1.72
11 月	16.47 $\pm$ 1.53	18.64 $\pm$ 2.20

3.3.2 第 2 年不同种源及抽葶防风醇溶性浸出物含
量变化的比较

野生种源在 11 月中旬最高,栽培种源在 9 月中旬
最高,但无统计学意义。在 5 月、6 月、7 月中旬 3 个时
段已测定的数据中,各种源间均无显著差异
($P>0.05$)。在 8 月、9 月中旬,与栽培种源抽葶防风
比较,野生与栽培种源均显著增高($P<0.05$),且两者
均无显著差异($P>0.05$)。在 10 月中旬,与野生种源
和栽培种源比较,野生种源抽葶防风及栽培种源抽葶
防风均显著降低($P<0.05$),且两者无显著差异
($P>0.05$);野生种源和栽培种源无显著差异

($P>0.05$)。在 11 月中旬,与野生种源和栽培种源比
较,栽培种源抽葶防风显著降低($P<0.05$),且野生种
源和栽培种源无显著差异($P>0.05$)。整体上未抽葶
防风的醇溶性浸出物含量明显高于抽葶防风,抽葶防
风在生长发育后期(9 月~11 月中旬)醇溶性浸出物含
量较低,未达到 2020 版《中华人民共和国药典》规定的
的不得少于 13.00%,见表 18。

3.3.3 第 3 年不同种源及抽葶防风醇溶性浸出物含
量变化的比较

野生种源在 7 月中旬最高,栽培种源在 8 月中旬
最高,但无统计学意义,在 5 月中旬,与栽培种源比较,
野生种源显著增高($P<0.05$)。在 6 月中旬,野生与栽
培种源及栽培种源抽葶防风均无显著差异
($P>0.05$)。在 7 月中旬,与栽培种源比较,野生种源
抽葶防风与栽培种源抽葶防风均显著降低
($P<0.05$);与野生种源比较,野生种源抽葶防风显著
降低($P<0.05$);与栽培种源抽葶防风比较,野生种源
抽葶防风显著降低($P<0.05$);野生种源与栽培种源
无显著差异($P>0.05$)。在 8 月中旬,与栽培种源比
较,野生种源抽葶及栽培种源抽葶防风显著降低
($P<0.05$),且两者无显著差异($P>0.05$);与野生种
源比较,野生种源抽葶防风显著降低($P<0.05$);野生
与栽培种源无显著差异($P>0.05$)。在 9 月中旬,野生
与栽培种源无显著差异($P>0.05$);与野生和栽培种

源比较,野生种源抽薹及栽培种源抽薹防风均显著降低($P<0.05$);与栽培种源抽薹防风比较,野生种源抽薹防风显著降低($P<0.05$)。在 10 月、11 月中旬,野生与栽培种源均无显著差异($P>0.05$)。整体上未抽薹防风的醇溶性浸出物含量明显高于抽薹防风,抽薹防风在生长发育后期(9 月中旬)醇溶性浸出物含量较低,未达到 2020 版《中华人民共和国药典》规定的不得少于 13.00%。见表 19。

表 18 第 2 年不同种源及抽薹防风醇溶性浸出物含量变化的比较($\bar{x}\pm s$)					%
月份	野生种源	栽培种源	抽薹/野生	抽薹/栽培	
5 月	9.62 $\pm$ 1.84	10.82 $\pm$ 3.15	—	—	
6 月	14.83 $\pm$ 1.52	16.06 $\pm$ 1.99	—	—	
7 月	19.07 $\pm$ 2.63	18.23 $\pm$ 2.81	—	15.29 $\pm$ 3.16	
8 月	20.63 $\pm$ 2.44	22.53 $\pm$ 1.22	—	14.31 $\pm$ 3.24	
9 月	20.54 $\pm$ 1.92	22.62 $\pm$ 0.74	—	10.02 $\pm$ 1.73	
10 月	22.17 $\pm$ 1.03	21.32 $\pm$ 2.07	10.28 $\pm$ 7.46	7.65 $\pm$ 1.39	
11 月	22.56 $\pm$ 3.26	22.36 $\pm$ 1.91	—	3.46 $\pm$ 1.41	

“—”.未能采集数据

表 19 第三年不同种源及抽薹防风醇溶性浸出物含量变化的比较($\bar{x}\pm s$)					%
月份	野生种源	栽培种源	抽薹/野生	抽薹/栽培	
5 月	15.54 $\pm$ 1.81	20.59 $\pm$ 1.92	—	—	
6 月	19.38 $\pm$ 1.53	20.32 $\pm$ 2.13	—	17.38 $\pm$ 3.25	
7 月	19.83 $\pm$ 1.24	21.72 $\pm$ 1.02	16.72 $\pm$ 0.80	19.16 $\pm$ 2.16	
8 月	18.91 $\pm$ 1.39	21.74 $\pm$ 1.02	13.23 $\pm$ 5.95	15.68 $\pm$ 3.10	
9 月	19.14 $\pm$ 2.82	21.05 $\pm$ 1.06	8.87 $\pm$ 1.51	12.70 $\pm$ 2.64	
10 月	20.49 $\pm$ 1.72	21.71 $\pm$ 1.87	—	—	
11 月	21.04 $\pm$ 2.42	21.58 $\pm$ 1.62	—	—	

“—”.未能采集数据

4 讨论

本研究主要是对不同种源 4 种色原酮、醇溶性浸出物进行了不同年度动态变化研究,及不同种源对抽薹率、抽薹时间的影响。

黄艳茹等^[6]发现防风 4 种色原酮含量在 5 月 10 号最高,与本试验中升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷的趋势相似,但升麻素在 5 月返青时含量较低。郭旭^[7]研究表明不同产地栽培和野生防风的药效成分升麻素苷,升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷、亥茅酚苷均具有明显的差异;王浩等^[5]研究发现不同产地中野生防风升麻素、亥茅酚苷至少为栽培防风的 2 倍以上,且醇溶性浸出物含量差异显著;徐佳^[8]通过对升麻素苷和甲基维斯阿米醇苷含量测定结果表明不同产地的野生高于栽培;本试验研究发现在相同的产地环境下,野生与栽培种源防风的 4 种色原酮在不同年度大部分时期均无显著差异;野生与栽培种源防风的醇溶性浸出物在除第 3 年 5 月中旬外,其它各时期间均无显著差异;因此,表明防风药材 4 种色原酮及醇溶性浸出物含量主要受到产地气候及地理因素影响较大,受到种源因素影响较小。

防风在抽薹后期,抽薹的升麻素明显升高,与孙晖等^[9]研究结果一致,与刘丽娜等^[10]研究结果类似,抽薹初期未开花之前,抽薹的升麻素含量与未抽薹无显

著差异,而刘双利^[11]等认为防风在春季末抽薹时 4 种色原酮成分的含量最高,抽薹后含量急剧下降,抽薹前后含量相差 10 倍,可能是防风抽薹后,地上部生长旺盛需要大量的营养成分,当光合作用不能提供足够的营养物质时,防风根系中的酶,将其苷(如升麻素苷)分解为糖和苷元(升麻素),糖作为营养物质被吸收利用,苷元(升麻素)在根部积累^[9],导致抽薹防风的醇溶性浸出物含量降低。

防风抽薹时间的早晚与其种源相关,野生种源防风抽薹时间平均晚于栽培种源;影响抽薹除了内在因素外,最主要的外在因素为积温,鉴于防风抽薹的影响因素,建议在实际生产中,可以将防风的种子生产田和药材生产田分开,在积温高的地区开展育种,在积温低的地区进行生产,降低多年生栽培防风的抽薹率。

综上所述,防风种源差异因素对 4 种色原酮含量及醇溶性浸出物含量影响较小,不同产地环境差异因素对 4 种色原酮含量及醇溶性浸出物含量影响较大。抽薹防风醇溶性浸出物在生长后期未达到《中华人民共和国药典》标准。提示应当在实际生产中重视防风产地环境因素,推广防风道地种植。

野生种源防风抽薹时间平均晚于栽培种源,抽薹种源数少于栽培种源。根据不同种源防风抽薹时间早晚,推荐在生产中使用野生防风种源进行优良品种选育,可以有效降低防风抽薹率,延缓防风抽薹时间。

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: 156.
- [2] 陈修园. 神农本草经读[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1959: 10.
- [3] 李秋雯. 不同产地防风药材的质量评价研究[D]. 吉林农业大学硕士学位论文, 2011.
- [4] 李永杰, 刘容秀, 田文仓, 等. 不同种源黄芩(子代)药用成分含量的地理变异研究[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(13): 2664.
- [5] 王浩, 郭凌阁, 尚兴朴, 等. 基于防风外观性状和内在指标性成分划分防风药材商品规格等级研究[J]. 中草药, 2020, 51(20): 5320.
- [6] 黄艳茹, 任晓雷, 霍金海, 等. 影响防风质量因素的研究概况[J]. 中医药信息, 2017, 34(6): 134.
- [7] 郭旭. 防风药材质量与生态环境关系及适生区的研究[D]. 吉林农业大学硕士学位论文, 2020.
- [8] 徐佳. 野生和栽培防风颜色气味与质量的相关性研究[D]. 北京中医药大学硕士学位论文, 2014.
- [9] 孙泽, 孙小兰, 孟祥才, 等. 防风抽薹对药材质量和产量的影响[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2008, 10(2): 101, 108.
- [10] 刘丽娟, 张南平, 金红宇, 等. 野生抽薹与未抽薹防风中色原酮类成分比较研究[J]. 中国药理学杂志, 2020, 55(8): 637.
- [11] 刘双利, 张春红, 张连学. 不同产地防风中 4 种色原酮成分比较研究[J]. 中草药, 2007, 38(5): 776.

Research on the influence of provenances and growing years on the quality of *Radix Saposhnikovia*

QIN Yijie¹, WANG Hao^{2*}, LIU Meijuan³, ZENG Yan²

(1. China Traditional Chinese Medicine Holdings Co. Ltd., Foshan 528000, China; 2. China National Traditional Chinese Medicine Co. Ltd., Beijing 102600, China)

Abstract; Objective To study the dynamic changes of contents in the four chromones in *Radix Saposhnikovia* under different provenances and growing years, and to provide a theoretical basis for the quality research of *Saposhnikovia Radix* from different provenances.

Methods The contents of four chromones in *Saposhnikovia Radix* were determined by HPLC and statistically analyzed using SPSS 24.0 statistical software. **Results** Cinnifugin and Sec-O-beta-Glucopyranosyl-5-O-Methylvisaminol contents were not significantly different in the growing periods of different years, Prim-O-Glucosylhamaudin contents in the 1st and 2nd years and the late 3rd year, and Sec-O-Glucosylhamaudin in the 1st year and the mid-3rd year; the contents of Prim-O-Glucosylcimimarinic acid of various provenances before *Saposhnikovia divaricata* bloomed were not significantly different from those of non-bolting, but the contents of Prim-O-Glucosylcimimarinic acid were significantly higher than those of non-bolting after they bloomed, and the contents of other three species were unchanged or slightly decreased; the alcohol-soluble leachate contents of wild and cultivated *Saposhnikovia divaricata* were not significantly different in different years and periods, but the alcohol-soluble extracts of non-bolting *Saposhnikovia divaricata* showed a constant or slightly decreased trend. Chromone content of wild and cultivated ones were not significantly different from those of non-bolting in different years, but the content of non-bolting *Saposhnikovia divaricata* was significantly higher than that of non-bolting, and the content of *Saposhnikovia divaricata* in the growth was higher than that of non-bolting. However, the Ethanol-soluble extractives content of non-bolting *Saposhnikovia divaricata* was significantly higher than that of bolting, and the Ethanol-soluble extractives of *Saposhnikovia divaricata* in the late stage of the growing period (September ~ mid-November) did not reach the requirement of the 2020 edition of Pharmacopoeia of the People's Republic of China (briefly Chinese Pharmacopoeia) that it should not be less than 13.00%.

Conclusion In the same habitat, the differences between different *Saposhnikovia divaricata* seed sources had less effect on the contents of four chromones and Ethanol-soluble extractives, and the content of Ethanol-soluble extractives of bolting *Saposhnikovia divaricata* did not reach the standard of Chinese Pharmacopoeia in the late stage of growth, and *Saposhnikovia divaricata* of wild seed sources was later in time than that of the cultivated seed sources.

Key words: *Radix Saposhnikovia*; Provenances; Four chromones; Ethanol-soluble extractives

(责任编辑:熊久林)