

不同除草次数和方式对柴胡产量及品质的影响^①

田 亚¹, 胡云鹏¹, 张 伟², 钱 坤¹, 何 林¹

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

2. 四川省农业农村厅植物保护站, 成都 610041

摘 要: 本文调查了旺苍县柴胡(*Radix bupleuri*)试验地的杂草种类, 并研究了不同人工除草次数和除草方式对柴胡产量及品质的影响。通过调查发现柴胡试验地共有11科16种杂草, 其中阔叶杂草种类占87.5%, 禾本科杂草中狗尾草相对多, 占比56.89%。不同人工除草次数结果表明, 相比不除草对照, 1次和2次除草对柴胡根质量无影响, 3次除草及完全人工除草后柴胡的根质量有显著性增加。3种除草剂防除方式(精喹禾灵、高效盖草能、精喹禾灵与高效盖草能混用处理)处理后柴胡根质量较低, 与农户自防处理存在显著性差异; 覆盖黑色地膜处理后柴胡产量最高, 平均根质量为3.64 g, 与农户自防处理差异不显著。进一步利用高效液相色谱(HPLC)分析发现不同除草次数之间和除草方式之间柴胡皂苷a、d的总量均无显著性差异。研究表明覆盖黑色地膜可以有效提高柴胡产量, 并且对其品质无较大影响, 可考虑作为今后柴胡生产中主要的杂草绿色防控技术。该研究结果为柴胡实际生产中草害防控提供一定理论依据。

关键词: 柴胡; 杂草调查; 除草; 除草方式; 柴胡皂苷

中图分类号: S451.1

文献标志码: A

文章编号: 1007-1067(2021)03-0049-09

柴胡(*Radix bupleuri*)是一种重要且使用较广的中药材, 药用部位为其干燥根, 具有和解表里、疏肝升阳之功效, 具有重要的医用价值^[1]。业内普遍认为皂苷(Saponin)是柴胡最主要的有效成分, 也是衡量柴胡品质的最重要的指标之一, 分为柴胡皂苷a, c, d等多种^[2]。

柴胡地杂草作为影响柴胡生长的逆境因素之一, 与柴胡竞争土壤养分、生存空间等, 会严重影响柴胡的生长, 造成柴胡的减产和品质下降, 在柴胡的生产过程中给农户带来了极大的困扰^[3]。化学防控防除效果好、经济成本低而备受欢迎, 但残留问题不容忽视, 且中药材在农药使用方面更为严格, 不可照搬农作物除草方法。当前药材地的杂草非化学防控措施以人工和覆黑膜除草方式为主, 有关其除草经济成本、除草效果以及对药材的品质和产量已有大量报道^[4-5], 但未见有关文献报道杂草对柴胡的产量及品质的影响程度。本研究通过设置不同的除草处理方法, 并对不同处理柴胡的产量以及品质进行分析, 明确柴胡除草是否有必要以及如何除草更为安全, 为柴胡实际生产中草害防控提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点及时间

试验地点设在四川省广元市旺苍县花街村柴胡种植基地, 试验于2018年3月至2019年8月开展。

① 收稿日期: 2021-05-13

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-21); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(XDJK2018C093)。

作者简介: 田 亚, 实验师, 从事农药制剂与加工研究。E-mail: 1140449155@qq.com

通信作者: 何 林, 教授, 主要从事农药生物学与科学应用研究。E-mail: helinok@vip.tom.com; 钱坤, 教授, 主要从事农药剂型加工研究。E-mail: qiankun1982@163.com

1.2 供试药剂和仪器

1.2.1 供试药剂

8.8%精喹禾灵乳油, 京博农化科技股份有限公司; 10.8%高效盖草能乳油, 江苏中旗作物保护股份有限公司; 柴胡皂苷 a 标准品、柴胡皂苷 d 标准品, 成都植标化纯生物技术有限公司; 甲醇和乙腈, 色谱纯, 成都市科隆化学品有限公司; 吡啶, 重庆赛谱那斯渝北科技有限公司。

1.2.2 供试仪器

超高效液相色谱仪(HPLC), 美国安捷伦公司; 电子天平, 上海精天电子仪器有限公司; 超声波恒温水浴, 常州朗博仪器制造有限公司; 旋转蒸发仪, 广州市翁迪仪器有限责任公司; 离子纯水机, 英国埃尔格公司。

1.3 试验设计

试验共设置 10 个处理, 包括不同除草次数(处理 1 至处理 5)和不同除草方式(处理 6 至处理 10)。每个处理小区面积 30 m², 每个处理 3 次重复, 分别于每次处理除草前对柴胡试验田中杂草的种类、数量以及柴胡鲜质量、叶龄期、株高进行统计, 并分析。

处理 1: 不除草(柴胡播种至收获前未进行任何杂草防除);

处理 2: 1 次人工除草(柴胡播种至收获的整个生长周期内仅进行第 1 次人工拔除杂草);

处理 3: 2 次人工除草(柴胡播种至收获的整个生长周期内仅进行第 1 次及第 2 次人工拔除杂草);

处理 4: 3 次人工除草(柴胡播种至收获的整个生长周期内仅进行第 1 次、第 2 次及第 3 次的人工拔除杂草);

处理 5: 完全人工除草(从柴胡播种至当年 10 月, 持续人工拔除杂草, 使处理小区尽可能无杂草);

处理 6: 精喹禾灵茎叶喷雾(在 3 次人工除草后即柴胡三叶期后, 使用 8.8%精喹禾灵乳油 8 mL, 对水 3 L 均匀喷雾);

处理 7: 高效盖草能茎叶喷雾(在 3 次人工除草后即柴胡三叶期后, 使用 10.8%高效盖草能乳油 10 mL, 对水 3 L 均匀喷雾);

处理 8: 精喹禾灵与高效盖草能混用茎叶喷雾(在 3 次人工除草后即柴胡三叶期后, 使用 8.8%精喹禾灵乳油 8 mL 与 10.8%高效盖草能乳油 10 mL 混合对水 3 L 对处理样方进行均匀喷雾);

处理 9: 覆盖黑色地膜(在柴胡播种前在处理地铺上一层黑色地膜, 使用小刀在柴胡播种沟的位置将黑色地膜划开, 进行条播, 后续不进行除草)。

处理 10: 农户自防(处理小区利用人工拔除杂草的方法进行杂草防除)。

在不同处理重复小区中随机挖取完整柴胡并标注, 采集的柴胡分别在芦头上 0.5 cm 剪下, 保留其根, 冲洗, 自然晾干保存。每个处理分别随机选取 5 根柴胡, 称量, 记录。

1.4 调查方法与内容

采用随机 5 点取样法, 取样面积为 0.25 m² (0.5 m × 0.5 m), 对每个处理小区的杂草种类、数量和柴胡的鲜质量以及柴胡的叶龄期、株高进行调查。其中禾本科杂草以杂草茎秆数为单位, 其他科杂草以杂草株数为单位计算田间杂草数量。调查的杂草种类参考《中国杂草志》以及《中国植物志》^[6-7]。

1.5 柴胡皂苷含量测定

标准品溶液制备参照周平^[8]的方法。试验样品液制备^[9-10]采取以下操作。各处理样品中分别取适量柴胡根, 用搅拌机打碎, 采用四号筛过滤获得根粉末; 然后取过筛粉末 0.5 g, 置于锥形瓶中, 用含 5%吡啶的甲醇溶液浸渍 24 h; 随后于 50 ℃、功率为 2 000 kw 下超声 20 min, 所得溶液过滤, 经旋转蒸发, 浓缩即为试验样品液浓缩物。加入 3 mL 甲醇将浓缩物充分溶解, 使用乙腈定容至 5 mL, 用封口膜封口, 冷藏保存, 待测(测定前 0.45 μm 微孔滤膜过滤)。色谱条件^[11]为 C18 色谱柱(5 μm, 4.6 × 250 mm 150 A, 反相); 流动相: 乙腈: 水(40:60)脱气过滤; 流速: 0.6 mL/min, 柱温: 室温; 紫外检测波长: 208 nm; 进样量:

10 μL. 根据标准品含量,对目标物质进行定量分析,计算公式如下:

$$X=(\frac{S_x}{S_s}\times C\times V/m)$$

单位: mg/g; S_x : 目标物质丰度值; S_s : 标准品丰度值; C : 标准品浓度; V : 样品溶解体积; m : 预处理样本质量.

1.6 柴胡皂苷标准曲线的绘制

移取柴胡皂苷 a, d 标准品溶液, 分别配制 0.2, 1, 2, 10, 20, 50, 100, 200 mg/L, 检测柴胡皂苷的吸收峰, 以浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标绘制标准曲线.

1.7 数据分析

采用 Excel 2010 软件进行田间调查数据的收集统计, 并用 SPSS 18.0 进行相关试验数据统计分析和绘图.

2 结果与分析

2.1 柴胡种植基地杂草种类分析

经调查, 四川省广元市旺苍县花街村柴胡种植基地共有杂草 16 种, 隶属于 11 科 16 属. 其中菊科杂草种类最多, 有 5 种, 禾本科杂草 2 种; 其余科杂草各 1 种. 阔叶杂草占比 87.5%, 禾本科杂草占比 12.5%. 其中狗尾草在旺苍县柴胡种植基地大量发生, 平均密度达到了 121.6 株/m², 相对频度 10.53%, 相对多度 56.89%, 是当地的优势杂草(表 1).

表 1 旺苍柴胡地杂草发生种类

科名	中文名	拉丁名	平均密度株/m ²	相对频度(RF)/%	相对多度(RA)/%
禾本科	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	121.6	10.53	56.89
	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	9	8.42	4.19
石竹科	繁缕	<i>Stellaria media</i> (L.) Cyr.	4.25	7.37	2.00
藜科	藜	<i>Chenopodium album</i> L.	7.2	9.47	3.39
酢浆草科	酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i> L.	24.8	9.47	11.58
大戟科	铁苋菜	<i>Acalypha australis</i> L.	8.8	8.42	4.09
旋花科	打碗花	<i>Calystegia hederacea</i> Wall.ex.Roxb.	11.2	9.47	5.29
十字花科	油菜	<i>Brassica napus</i> L.	1.6	3.16	0.80
	鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>	1.6	3.16	0.80
	小蓟	<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) MB.	0.8	7.37	0.40
菊科	蒲儿根	<i>Sinosenecio oldhamianus</i>	0.8	2.11	0.40
	三叶鬼针草	<i>Bidens pilosa</i> L.	16.8	7.37	7.88
	苦苣菜	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2.4	7.37	1.10
伞形科	野芹菜	<i>Cicuta virosa</i> L.	1.6	3.16	0.80
蔷薇科	插田泡	<i>Rubus coreanus</i> Miq.	0.8	3.16	0.40
豆科	野豌豆	<i>Vicia sepium</i> L.	0.8	3.16	0.40

2.2 不同处理对柴胡产量的影响

2.2.1 不同人工除草次数对柴胡产量的影响

通过测定不同除草次数收获后的柴胡根质量, 结果表明, 对照样本(不除草)的平均根质量为 1.468 g, 1 次除草样本平均根质量为 1.726 g, 2 次除草样本平均根质量为 1.68 g, 3 次除草样本平均根质量为 2.362 g, 完全人工除草样本平均根质量为 4.038 g. 试验结果可看出, 完全人工除草、3 次除草后的柴胡根质量与不除草的柴胡根质量存在显著性差异, 而 1 次除草和 2 次除草相比于不除草并没有显著差异. 由此可见, 相比于不除草, 只有人工除草次数超过 3 次及以上, 柴胡产量才能有明显的提升(图 1). 从图 2 可以观察,

不同除草次数显著性影响柴胡根的形态,可见杂草对柴胡的产量的影响是十分巨大的。

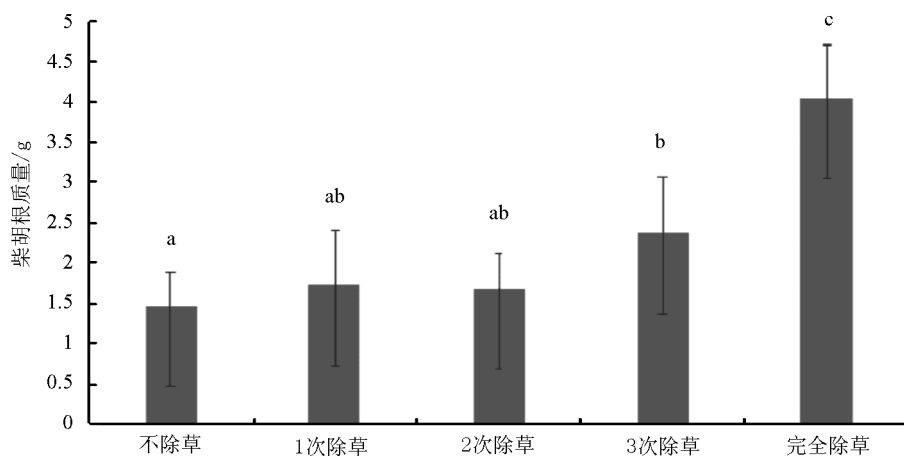
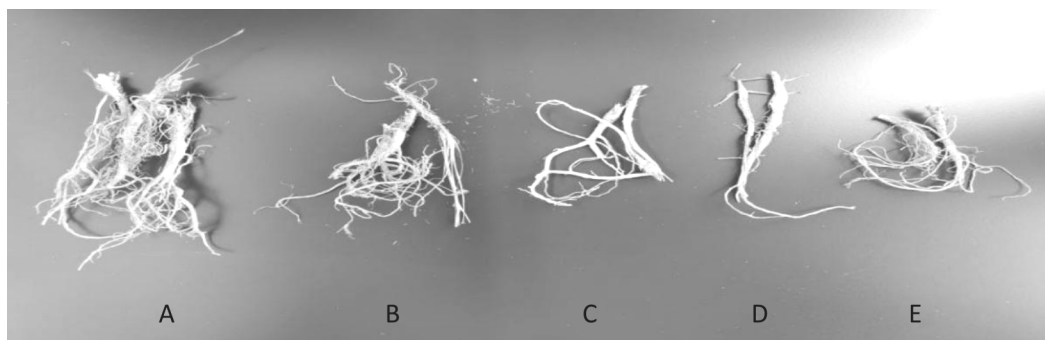


图 1 不同人工除草次数后柴胡的根质量



A: 完全人工除草; B: 3次人工除草; C: 2次人工除草; D: 1次人工除草; E: 不除草

图 2 不同人工除草次数的柴胡根的形态结构

2.2.2 不同除草方式对柴胡产量的影响

试验结果可以看出,精喹禾灵茎叶喷雾处理后柴胡的平均根质量为 1.88 g, 高效盖草能茎叶喷雾处理样本平均根质量为 1.76 g, 精喹禾灵与高效盖草能混合茎叶喷雾样本平均根质量为 1.74 g, 覆盖黑色地膜处理样本平均根质量为 3.64 g, 农户自防样本平均根质量为 3.58 g. 药剂除草与黑膜覆盖除草、农户自防的柴胡根质量存在显著差异, 而 3 种药剂处理后柴胡根质量并没有显著差异(图 3). 由此可见, 除草剂防除对柴胡产量有显著性影响, 而采用黑色地膜覆盖的柴胡产量与农户自防无显著性差异. 图 4 也可以看出不同除草方式对柴胡根的生长产生不同程度的影响, 说明不同除草方式对柴胡产量的影响也较大。

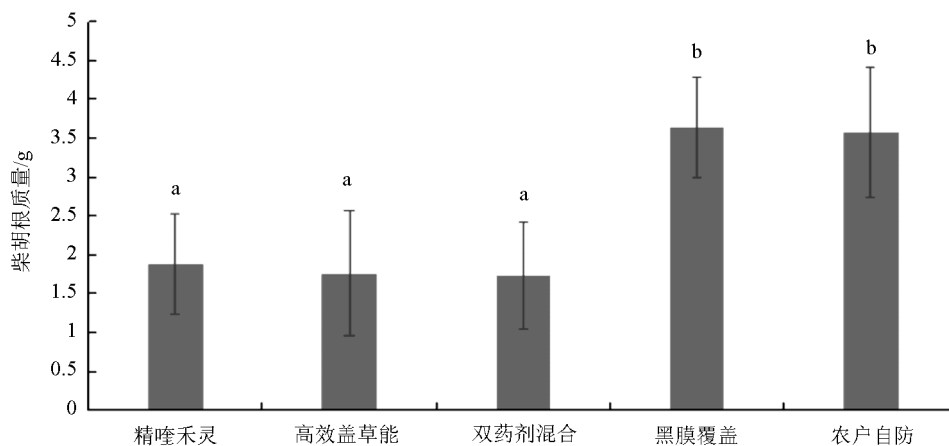
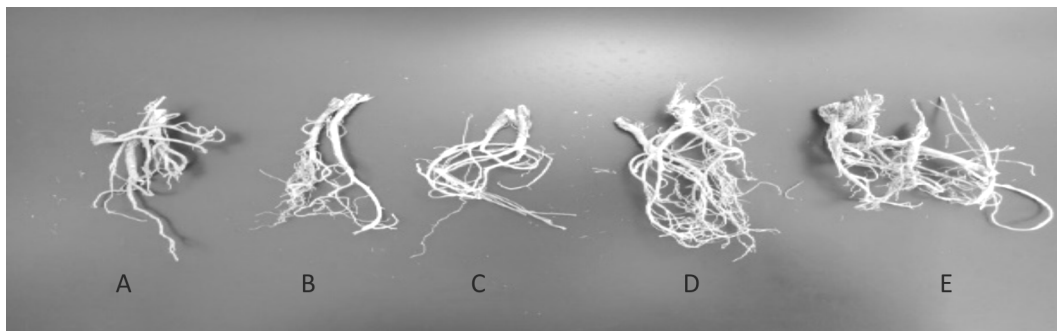


图 3 不同除草方式对柴胡根质量的影响



A: 精喹禾灵处理;B: 高效盖草能处理;C: 精喹禾灵与高效盖草能混合处理;D: 覆盖黑色地膜处理;E: 农户自防

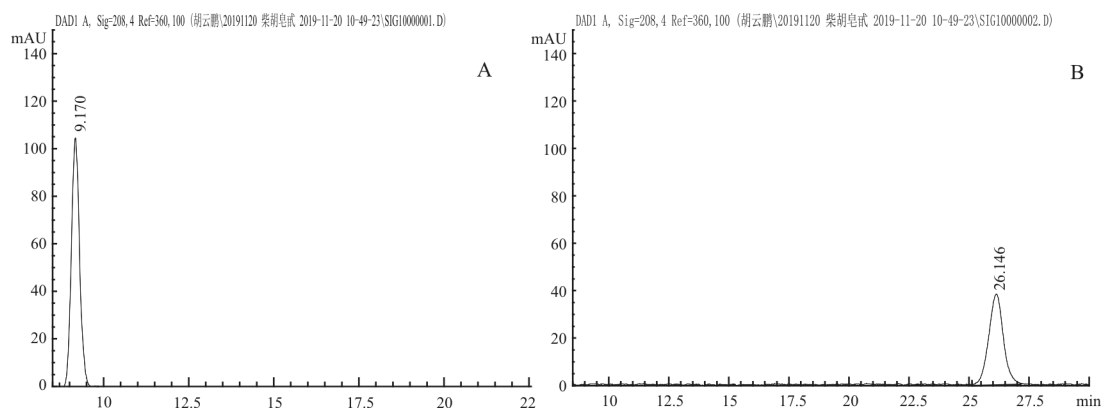
图 4 不同除草方式后柴胡根的形态结构

2.3 不同除草方式对柴胡皂苷的影响

2.3.1 柴胡皂苷 a、d 标准品分析

由图 5 可看出,柴胡皂苷 a(9.17 min 出峰)与柴胡皂苷 d(26.15 min 出峰)标准物质出峰时间稳定,分离完全,峰形较好,说明色谱条件的可靠性,样品在该条件下可以较好的分离,并可以此条件进行后续试验分析。

按色谱条件对柴胡皂苷 a、d 进行分析,柴胡皂苷的含量拟合方程分别为:皂苷 a: $y = 8.7027x + 5.8116$ ($R^2 = 0.9996$),皂苷 d: $y = 7.3069x + 13.958$ ($R^2 = 0.9991$)(图 6)。



A: 柴胡皂苷 a; B: 柴胡皂苷 d

图 5 柴胡皂苷 a、d 标准品色谱

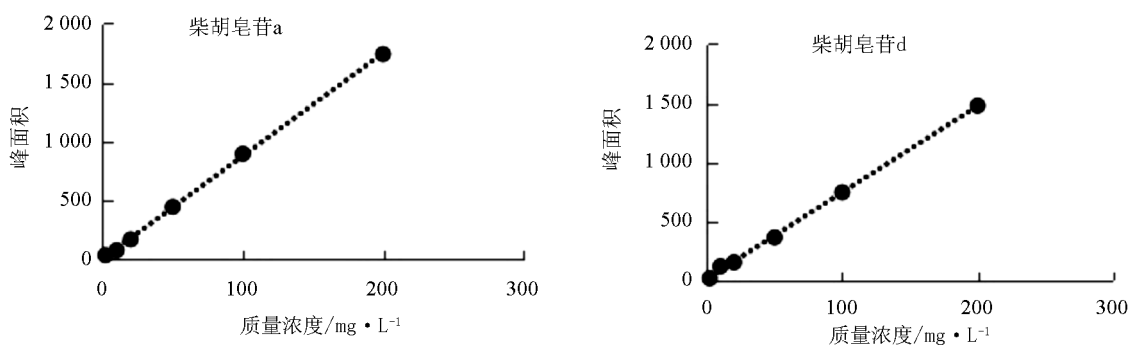
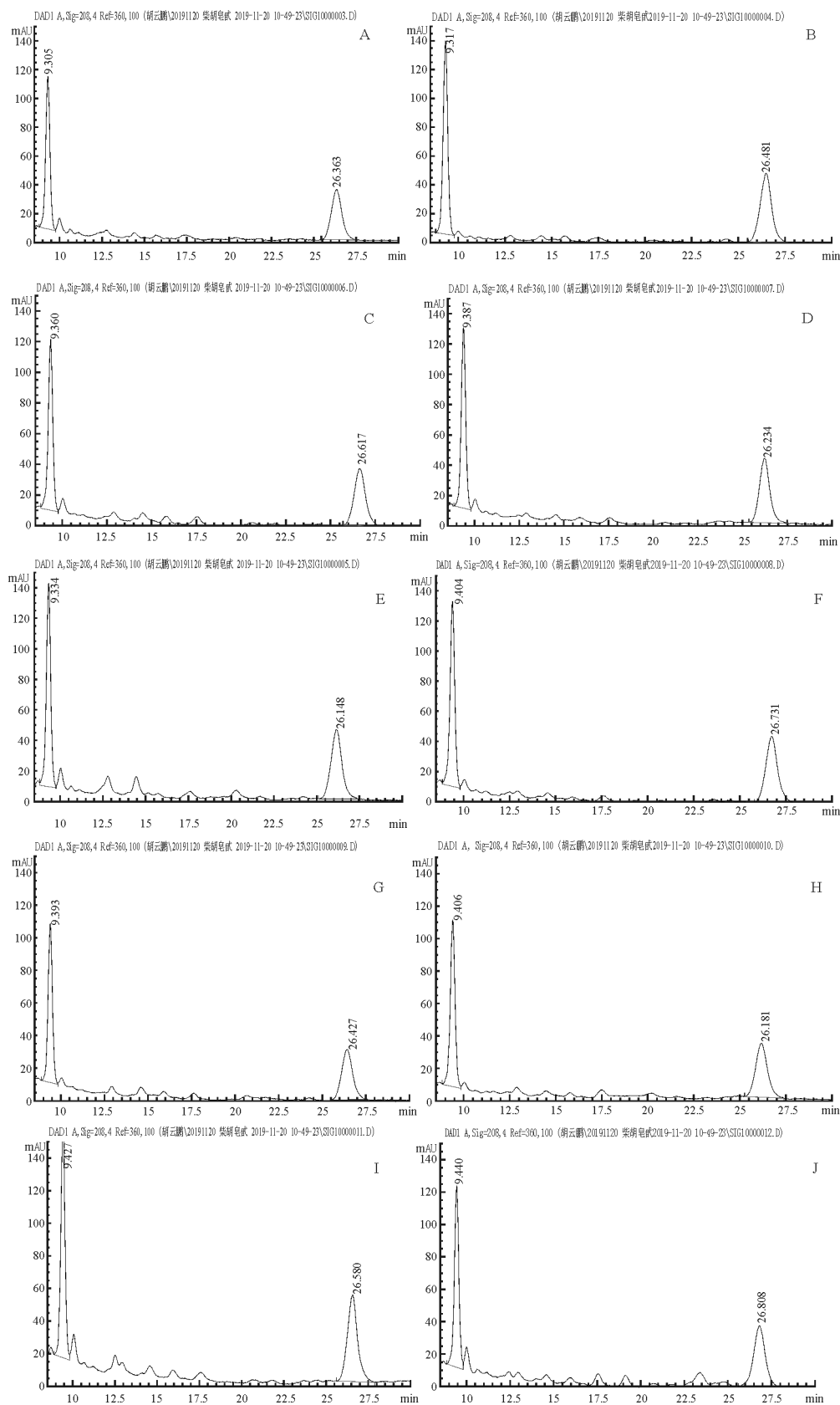


图 6 柴胡皂苷 a、d 标准曲线

2.3.2 不同除草方式处理后的柴胡样品分析

如图 7 所示,柴胡样品物质充分分离,峰形完整.出峰时间分别为 9.3 min 和 26.3 min 左右,目标物质的分离效果较好,与标准物质的出峰时间、峰形相对应。



A: 不除草; B: 1次人工除草; C: 2次人工除草; D: 3次人工除草; E: 完全人工除草;

F: 精喹禾灵处理; G: 高效盖草能处理; H: 精喹禾灵与高效盖草能混合处理; I: 覆盖黑色地膜; J: 农户自防

图7 不同除草处理柴胡样品色谱

2.3.3 不同除草次数柴胡皂苷的含量

通过比较不同除草次数对柴胡皂苷 a 和柴胡皂苷 d 含量的影响来判断前期除草对柴胡品质的影响. 如表 2 所示, 不同除草次数之间柴胡皂苷 a、d 的含量并无显著差异, 表明对柴胡进行前期除草并不会对其品质产生较大影响.

表 2 不同除草次数柴胡皂苷 a、d 的(总)含量 %

处理	皂苷 a	皂苷 d	a, d 总量
不除草	0.30±0.11	0.30±0.11	0.60a
1 次除草	0.28±0.03	0.27±0.03	0.55a
2 次除草	0.25±0.08	0.24±0.08	0.49a
3 次除草	0.29±0.06	0.27±0.06	0.56a
完全除草	0.21±0.03	0.19±0.04	0.40a

注: 同列不同小写字母间表示差异有统计学意义($p<0.05$). 表 3 同.

2.3.4 不同除草方式柴胡皂苷的含量

通过比较不同除草方式对柴胡皂苷 a、柴胡皂苷 d 含量, 来筛选较为适合的杂草防控技术. 如表 3 所示, 不同的除草方式对柴胡皂苷 a、d 的含量并没有显著影响. 因此, 对柴胡的品质并没有显著影响. 且不同除草方式下柴胡品质均达到国家《药典》标准(皂苷 a, d 总量不小于 0.3%).

表 3 不同除草方式柴胡皂苷 a、d 的(总)含量 %

处理	皂苷 a	皂苷 d	a, d 总量
精喹禾灵	0.23±0.02	0.24±0.03	0.47a
高效盖草能	0.24±0.07	0.23±0.08	0.47a
精喹禾灵与高效盖草能混合处理	0.22±0.01	0.20±0.00	0.42a
黑膜覆盖	0.28±0.03	0.27±0.03	0.55a
农户自防	0.23±0.02	0.24±0.02	0.47a

3 结论与讨论

已有研究表明, 不同区域杂草的群落构成受到自然地理环境、杂草管理模式以及农田系统生态条件等多种因素的综合影响而有所不同^[12]. 例如韩凤等^[13]调查重庆市南川区玄参种植地共发现 30 科 90 余种杂草, 其中菊科杂草种类最多; 耿亚玲等^[14]调查河北省安国市中药材杂草也以菊科杂草种类最多. 本研究对四川省广元市旺苍县柴胡基地的调查结果表明, 阔叶杂草占比为 87.5%, 又以菊科杂草发生最多, 表明菊科杂草有着较强的适应性, 且分布较为广泛, 是多地较难防除的恶性杂草, 应作为重点防治对象^[8]. 其中, 禾本科杂草中, 狗尾草相对较多, 占比为 56.89%, 占据着绝对的优势地位, 这可能与当地的海拔、气候、杂草库有关. 由于柴胡是伞形科植物, 属于阔叶作物, 针对禾本科杂草的除草剂对柴胡相对较为安全, 农户在防治过程中可能会使用例如精喹禾灵、高效盖草能等对禾本科杂草防效较好的除草剂, 而针对阔叶杂草的除草剂会对柴胡产生药害. 因此, 旺苍柴胡种植基地阔叶杂草的化学防控较为困难. 当地农户在除草问题上, 通常选择先采用土壤封闭剂进行土壤封闭处理, 然后在柴胡三叶期前进行人工拔除, 三叶期后根据情况采用除草剂进行茎叶处理. 但使用的除草剂品种单一, 不能起到完全的杂草防除作用, 防治效果不甚理想. 而且在柴胡幼苗期, 杂草生长十分旺盛, 柴胡幼苗生长较慢, 导致柴胡在与杂草的竞争过程中处于劣势. 过度生长的杂草与柴胡争夺养分、水分以及生长空间, 严重影响其前期的生长发育.

根据以上调查情况, 化学除草剂并不能作为常规除草手段使用, 只能作为应急除草方法. 并且目前在柴胡上没有登记使用的农药, 因此杂草防控研究应以绿色防控为主, 设计可以应急防控杂草大量发生情况

的除草剂作为储备显得至关重要。

评价柴胡质量的最有效的指标为柴胡皂苷的含量。据《药典》记载,柴胡皂苷 a 与柴胡皂苷 d 的总含量不得小于 0.3%。通过诸多学者的研究表明,HPLC 技术作为分析柴胡皂苷含量有着方便、简捷、成本低的优点,是柴胡品质研究的有效方法^[15]。本研究利用 HPLC 技术比较各处理柴胡皂苷 a、柴胡皂苷 d 总量,并未发现不同处理之间的柴胡皂苷总量有显著差异,这表明对柴胡种植地进行前期除草对其品质并不会太大的影响,在种植过程中可以进行适当的除草。本研究也显示,前期进行除草会有效提高柴胡的产量,因此在柴胡的种植过程中,有必要在柴胡的生长期进行适当的杂草防除。这不仅可以达到最大经济效益,也满足对柴胡品质的需求,有助于提高农户的积极性以及推动中药材产业的发展。

虽然不同处理之间柴胡品质没有显著差异,但笔者观察到随着除草的频率及程度的增加,柴胡的品质有一个下降的趋势,这也充分说明了杂草与柴胡的竞争关系对于提升柴胡品质有着积极的作用。这些研究结果表明柴胡前期除草虽然重要,但应该适度,不宜过于频繁除草,尤其在柴胡生长后期,尽量不进行除草,制造药草共生仿野生条件,对于柴胡皂苷的积累或许有一定的积极作用。

本文通过比较不同除草方式对杂草防控效果、柴胡平均根质量、皂苷总量以及成本等指标的影响,发现人工除草效果虽然好但是成本高,而化学除草成本低但是效果差,并且有农药残留超标的可能。值得注意的是,覆盖黑色地膜不仅除草效果良好,而且显著增加柴胡产量,对柴胡的品质没有显著影响。黑膜覆盖法成本较低,是一种值得推广使用的绿色防控技术。目前,市面上推出了不少新型可降解材料的黑色覆盖物,本研究团队也在重庆石柱黄连种植基地在试验并推广可降解型除草布,试验效果良好。可根据中药材种类的不同和种植时间的长短而提供不同年份降解的除草布。使用较多的为一年降解型除草布、两年降解型除草布、3 年降解型除草布。可降解除草布有着更好的透气性和透水性,更有助于保湿、保肥,不仅如此,除草布有着很高的韧度,在应对恶劣天气时,还能保持覆盖的完整性,不会破裂。因此,在实际的生产实践中,综合以上多方面因素,如果成本允许,可以使用一年降解型除草布进行前期除草,不仅可以节约劳动力并且较为环保,后期降解后柴胡与杂草共生有助于提高品质,也省去了人工除膜成本。

参考文献:

- [1] 牛向荣. 柴胡药理作用研究概述 [J]. 中国药师, 2009, 12(9): 1310-1312.
- [2] 谢东浩, 蔡宝昌, 安益强, 等. 柴胡皂苷类化学成分及药理作用研究进展 [J]. 南京中医药大学学报, 2007, 23(1): 63-65.
- [3] 赵喜进, 赵 帅. 中药材除草剂的应用介绍 [J]. 特种经济动植物, 2014, 17(7): 51-52.
- [4] 许永强, 安红梅, 袁 芳, 等. 藏药匙叶翼首草人工栽培杂草生态特点和防控效果的分析 [J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(9): 105-114.
- [5] 孙烈荣. 几种中药材田间杂草防控技术研究 [D]. 银川: 宁夏大学, 2014.
- [6] 余建波. 重庆稻田杂草调查及 35% 氰氟草酯·醚磺隆 WG 研制 [D]. 重庆: 西南大学, 2012.
- [7] 卢 培, 郭兴科, 李方方, 等. 保定地区苹果园夏季杂草种类及优势种群调查 [J]. 北方园艺, 2014(8): 29-33.
- [8] 周 平, 谢东浩, 陈 俊, 等. HPLC 法测定春柴胡中柴胡皂苷 a、d 的含量 [J]. 中药材, 2011, 34(12): 1903-1906.
- [9] 闫 婕, 卫莹芳, 古 锐, 等. HPLC 测定 4 种川产柴胡地上与地下部分柴胡皂苷 a, c, d 的含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(13): 73-76.
- [10] 白雪梅, 田嘉铭, 王德宝. HPLC 测定不同产地柴胡中柴胡皂苷 a 及柴胡皂苷 d 的含量 [J]. 中成药, 2006, 28(3): 440-441.
- [11] 谭玲玲, 蔡 霞, 胡正海. 不同产地狭叶柴胡中柴胡皂苷含量的测定 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(10): 2431-2432.
- [12] THOMAS A G, DERKSEN D A, BLACKSHAW R E, et al. Symposium a Multistudy Approach to Understanding Weed Population Shifts in Medium to Long-Term Tillage Systems [J]. Weed Science, 2004, 52(5): 874-880.
- [13] 韩 凤, 肖杰易, 曹厚强, 等. 重庆南川玄参田间杂草种类、危害及群落结构研究 [J]. 中药材, 2015, 38(10): 2042-2047.
- [14] 耿亚玲, 袁立兵, 张 鹏, 等. 河北安国中药材田间杂草群落特征研究 [J]. 中药材, 2018, 41(5): 1048-1053.
- [15] KWON H J, SIM H J, LEE S I, et al. Analysis of Saikosaponins in Bupleuri Radix and Caihu-Shugan-San Using Reversed-Phase HPLC with Pulsed Amperometric Detection [J]. Journal of Separation Science, 2011, 34(6): 651-658.

Effects of Different Weeding Frequencies and Methods on the Yield and Quality of *Radix bupleuri*

TIAN Ya¹, HU Yun-peng¹, ZHANG Wei², QIAN Kun¹, HE Lin¹

1. School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Plant Protection Station of Department of Agriculture and Rural Affairs of Sichuan Province, Chengdu 610041, China

Abstract: In a study reported in this paper, weeds species in the experimental field of bupleurum (*Radix bupleuri*) of Wangcang County were surveyed, and the effects of weeding frequencies and methods on the yield and quality of bupleurum were investigated. A total of 16 species of weeds belonging to 11 families were recorded, of which broad-leaved weeds accounted for 87.5% of the total, and *Setaria viridis* (L.) Beauv., a weed grass, had a relative abundance of 56.89%. Compared with the no-weeding control, one or two times of weeding did not affect the root weight of bupleurum, three times of weeding and complete artificial weeding significantly increased its root weight. The root weight of bupleurum was significantly different from that of local farmers' weeding treatment after the four weeding treatment methods (application of quizalofop-P-ethyl, haloxytop-R-methyl, mixed application of quizalofop-P-ethyl + haloxytop-R-methyl and black plastic film mulching). Black plastic film mulching gave the highest yield, with an average root weight of 3.64 g. HPLC (high performance liquid chromatography) showed that there was no significant difference in the total amount of saponin A and saponin D between different weeding times and different weeding methods. In conclusion, covering with black mulching can effectively improve the yield of bupleurum, and has no significant effect on its quality, so it is recommended as the main green control technology for weeds in bupleurum production.

Key words: bupleurum (*Radix bupleuri*); weed survey; weeding; weeding method; saikosaponin