

不同生态种植模式对延胡索生长性状及产量的影响

俞春英¹, 江建铭¹, 孙乙铭¹, 王志安¹, 金怡², 宋忠兴³

(1. 浙江省中药研究所有限公司, 浙江 杭州 310032; 2. 东阳市良种推广中心(东阳市中药材研究所), 浙江 东阳 321000; 3. 陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712083)

摘要:探讨了不同生态种植模式对延胡索生长性状及产量的影响,以延胡索单作为对照,通过测定延胡索株高、叶面积、地上鲜重、地下茎数、地下块茎数量、地下鲜重、产量等指标,研究、分析不同生态种植模式对延胡索生长性状及产量的影响。结果表明:不同生态种植模式下延胡索的生长状况、产量均有所差异,根据地上部分性状-株高;地下部分性状-地下鲜重、地下块茎数;各小区鲜产由高至低的生态种植模式为延胡索与水稻水旱连作模式(Z3)>猕猴桃林下种植延胡索模式(Z1)>延胡索单作模式(CK)>柑橘林下间作延胡索模式(Z2)。相关性分析表明:延胡索叶面积与地上鲜重、地下茎数显著正相关;地下块茎数与株高、叶面积、地下鲜重、地下茎数显著正相关;产量与株高、地下鲜重、地下块茎数显著正相关。主成分分析表明:地上部分株高以及地下部分的地下块茎数、地下鲜重、地下茎数可以作为反映延胡索生长性状的主要指标。以期为延胡索“南药北移”、规模化推广生态种植技术提供理论依据和技术支撑。

关键词:延胡索;种植模式;产量;生长性状

中图分类号:S567 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2024)06-0017-06

Effects of Different Ecological Planting Patterns on Growth Traits and Yields of *Corydalis yanhusuo*

YU Chunying¹, JIANG Jianming¹, SUN Yiming¹, WANG Zhian¹, JIN Yi², SONG Zongxing³

(1. Zhejiang Institute of Traditional Chinese Medicine Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310023, China; 2. Dongyang Quality Seed Extension Center, Dongyang, Zhejiang, China. 3. Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712046, China)

Abstract: This study investigated the effects of different ecological planting patterns on the growth traits and yield of *Corydalis yanhusuo*. Using monoculture of *Corydalis yanhusuo* as a control, the study measured different indicators including plant height, leaf area, above-ground fresh weight, number of underground stems, number of underground tubers, underground fresh weight, and yield. The results showed that different ecological planting patterns have influenced the growth conditions and yield of *Corydalis yanhusuo*. Based on the above-ground traits (plant height) and underground traits (underground fresh weight, number of underground tubers), the ecological planting patterns ranked from highest to lowest fresh yield were as follows: *Corydalis yanhusuo* in rice rotation (Z3) > *Corydalis yanhusuo* planted under kiwifruit trees (Z1) > Monoculture of *Corydalis yanhusuo* (CK) > *Corydalis yanhusuo* intercropped under citrus trees (Z2). Correlation analysis indicated significant positive correlations between leaf area of *Corydalis yanhusuo* and above-ground fresh weight, number of underground tubers; number of underground tubers and plant height, leaf area, underground fresh weight, number of under-

收稿日期:2023-09-28 修回日期:2023-12-18

基金项目:省部共建秦药特色资源研究与开发国家重点实验室(培育)开放课题(QY202103);国家重点研发计划中医药现代化研究专项(2017YFC1700703);浙江省农业新品种选育重大科技专项(2021C02074);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助(CARS-21);浙江省药用植物种质改良与质量控制技术重点实验室建设(2011E10015)。

第一作者简介:俞春英(1992-),女,工程师,主要从事药用植物繁育与栽培。

通信作者:江建铭。

ground tubers; and yield and plant height, underground fresh weight, number of underground tubers. Principal component analysis showed that plant height for above-ground traits, and number of underground tubers, underground fresh weight, and number of underground tubers for underground traits can serve as major indicators reflecting the growth characteristics of *Corydalis yanhusuo*. This study aims to provide a theoretical basis and technical support for the "Southern Medicine Moving North" strategy of *Corydalis yanhusuo* and the large-scale extension of ecological planting technologies.

Key words: *Corydalis yanhusuo*; Planting patterns; Yield; Growth traits

延胡索(*Corydalis yanhusuo* W. T. Wang)又名元胡、延胡,为罂粟科紫堇属多年生草本植物^[1],是著名的“浙八味”之一。延胡索以块茎入药,性温,味辛、苦;归肝、入脾经,具有活血散瘀、利气止痛的功效^[2],主要用于治疗腰膝疼痛,跌打损伤,淤血止痛,月经不调等病症。延胡索主要产区为陕西城固、浙江磐安、安徽当涂、江苏大丰等地,内含多种生物碱、酚酸、甾体、三萜类等成分,具有降血压、抗心律失常、抗肿瘤、增加免疫力、保肝等作用^[3]。

据统计,陕西省延胡索种植面积约 0.67 万 hm^2 ,产值达 10 亿元,其种植面积和产量占全国的 75%左右,已成为当地的中药材产业支柱品种之一^[4]。近 5 a 来,延胡索药材价格从 50 元/kg 涨至 140 元/kg,药材价格直线上升。种植户们为片面追求产量,施用过量化肥、农药,导致水土流失、病虫害加剧等问题频频发生,不仅提高了种植成本,反而严重影响了延胡索的产量及品质。

为了高效利用土地,保证药材质量,最大限度还原其原生生态环境,减少农药化肥施用量积极探索,推动陕西延胡索生态化高质量发展。浙江、陕西、皖东南等地进行了延胡索与水稻水旱轮作栽培模式,浙江云和县进行了延胡索套种幼龄猕猴桃园栽培模式、山东胶东等地区进行了延胡索与苹果间作栽培模式等^[5-7]。前人研究大多集中于延胡索种植模式对产量品质的影响,但缺乏系统研究其较传统种植方式优劣的相关分析。因此,以延胡索单作模式为对照,结合陕西汉台区主要经济作物水稻、猕猴桃、柑橘,探讨四种生态种植模式(延胡索单作、延胡索与水稻轮作、延胡索与猕猴桃林套种、延胡索与柑橘林间作)下对其生长状况、产量的影响,并进行分析,以期为延胡索生态种植模式的推广与应用提供理论依据及技术支持。

1 材料与方 法

1.1 材料

供试材料来源于浙江省东阳市延胡索新品种

“浙胡 2 号”繁育基地,2021 年 10 月下旬种植于陕西省汉台区延胡索种植基地,2022 年 4 月下旬至 5 月中旬采收。

1.2 栽培地概况

田间试验在陕西省汉台区延胡索种植基地(经度 $107^{\circ}5'14.9761''$,纬度 $33^{\circ}8'45.6169''$)进行。试验地属于亚热带山地季风气候,四季分明,气候温暖,年均气温 $11.5 \sim 14.6^{\circ}\text{C}$,年均无霜期 211~246 d,年均降水量 780~1 280 mm,年均日照时数 1 244~1 661 h,年均相对湿度为 71%~81%^[7]。

1.3 试验设计

试验设置 4 种不同生态种植模式:猕猴桃林下套种延胡索(Z1)、柑橘林下间作延胡索(Z2)、水稻与延胡索水旱轮作(Z3)、单作延胡索(CK)。单作延胡索样地前茬作物为甘薯。每小区面积为 6.7 m^2 ,3 次重复。整地时,每 667 m^2 施充分腐熟农家肥 1 500~2 000 kg,或商品有机肥 400~500 kg。然后深翻土地 25~30 cm,于 2021 年 10 月 24 日晴天播种元胡,以块茎点播,每 667 m^2 播种量为 45~50 kg,行距 10~12 cm,株距 10 cm。12 月中旬至翌年 1 月越冬时,每 667 m^2 施腐熟农家肥 1 000~1 500 kg,或商品有机肥 250~300 kg,或菜籽饼 150~200 kg,另增施草木灰 120~150 kg。2 月下旬植株齐苗巧施苗肥,每 667 m^2 施腐熟菜籽饼肥液(饼肥:水=1:30~50)200~300 kg;10~15 d,加施一次;3 月中旬视苗长势,可用有机钾肥根外喷雾追施 2~3 次,每次相隔 7~10 d。期间除草、追肥等田间管理均一致。

1.4 取样及样品处理

于 2022 年 4 月上旬采集延胡索植物样品。采用五点采样法随机取样,从根部挖取整个植株,带回实验室,轻轻抖落根际土,分离地上部分与地下部分,用万分之一天平测量其地上鲜重、地下鲜重;用直尺测量植株的高度;用叶面积仪测量其叶面积大小;记录地下茎数、地下块茎数。采收期,测量并记录各小区鲜产。

1.5 数据处理

使用 Excel 2010 及 SPSS 22.0 对数据进行统计分析。采用柱状图(剔除异常值)进行数据分布特征比较分析。采用单因素方差分析(剔除异常值)比较四种种植模式下延胡索各性状的显著性。采用 Pearson 积矩相关系数法对延胡索地上和地下部分性状进行相关性分析。采用主成分分析法(PAC)筛选出延胡索生长性状的主要指标。变量数值以平均值 \pm 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 不同生态种植模式对延胡索地上部分性状的影响

Z1 组的延胡索株高、叶面积、地上鲜重分别

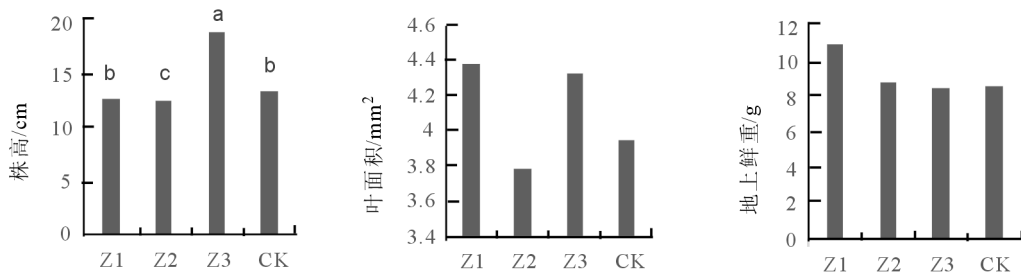


图1 不同生态种植模式延胡索地上部分性状

注:猕猴桃套种延胡索(Z1),柑橘林间作延胡索(Z2),水稻与延胡索水旱轮作(Z3),延胡索单作(CK);图中不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 不同生态种植模式对延胡索地下部分性状的影响

Z1 组的延胡索地下鲜重、地下茎数、地下块茎数分别为:(11.50 \pm 3.99)g、(5.00 \pm 1.00)个、(12.27 \pm 1.87)个;Z2 组的延胡索地下鲜重、地下茎数、地下块茎数分别为:(6.91 \pm 2.52)g、(4.40 \pm 1.24)个、(8.20 \pm 3.82)个;Z3 组的延胡索地下鲜重、地下茎数、地下块茎数分别为:(11.93 \pm 4.29)g、(4.87 \pm 1.13)个、(12.80 \pm 2.83)个;CK 组的延胡索地

下鲜重、地下茎数、地下块茎数分别为:(11.09 \pm 3.16)g、(5.00 \pm 1.20)个、(12.07 \pm 4.25)个。由图 2A-C 可知,地下鲜重由重至轻的表现为:Z3>Z1>CK>Z2;地下茎数由多至少的表现为:Z1 \approx CK>Z3>Z2;地下块茎数由多至少的表现为:Z3>Z1>CK>Z2。地下鲜重、地下块茎数方面,不同生态种植模式下差异显著($P < 0.05$),地下茎数方面,不同生态种植模式下无显著差异。

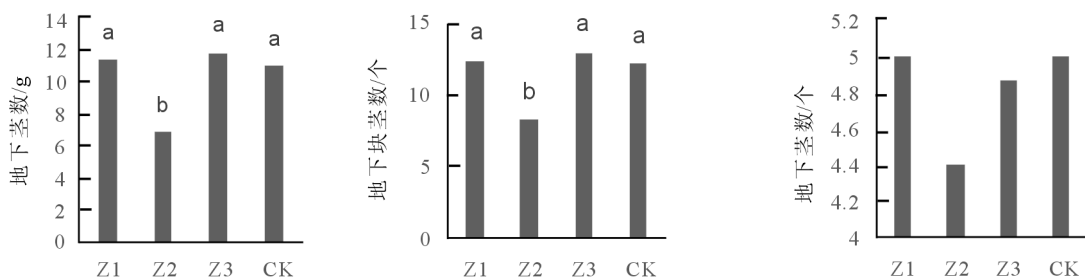


图2 不同生态种植模式下延胡索地下部分性状

注:猕猴桃套种延胡索(Z1),柑橘林间作延胡索(Z2),水稻与延胡索水旱轮作(Z3),延胡索单作(CK);图中不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2.3 不同生态种植模式对延胡索产量的影响

由表 1 可知, Z1、Z2、Z3、CK 组各小区平均 6.7 m² 鲜重分别为 3.962 kg、3.497 kg、4.346 kg、3.865 kg。产量表现为 Z3>Z1>CK>Z2, 其中 Z3 处理组元胡-水稻轮比 Z1 处理组产量高 9.74%, 比

CK 处理组产量高 12.50%, 比 Z2 处理组产量高 24.34%; Z1 处理组比 CK 处理组产量高 2.51%, Z2 处理组比 CK 处理组产量低 9.52%。不同生态种植模式下各小区产量差异显著 ($P<0.05$), 由此可见生态种植模式下有利于延胡索产量的提高。

表 1 不同生态种植模式下延胡索各小区产量

组别	小区鲜重(g/6.7 m ²)			小区平均鲜重(kg/6.7 m ²)
	I	II	III	
Z1	3 971	4 066	3 848	3.962 ^b
Z2	3 395	3 476	3 619	3.497 ^c
Z3	4 445	4 263	4 329.5	4.346 ^a
CK	3 717	3 892	3 975.5	3.865 ^b

2.4 延胡索地上、地下部分各性状及产量相关性分析

由表 2 可知, 地上部分性状地上鲜重与叶面积显著正相关, 相关系数为 0.296。地下部分性状地下茎数与地上部分性状叶面积显著正相关, 相关系数 0.228。地下部分性状地下块茎数与地上部分性状株高、叶面积显著正相关, 相关系数分别为

0.331、0.228; 与地下部分性状地下鲜重、地下茎数显著正相关, 相关系数分别为 0.313、0.265。产量与地上部分性状株高显著正相关, 相关系数为 0.672; 与地下部分性状地下鲜重、地下块茎数显著正相关, 相关系数分别为 0.451、0.449。其余性状相关性不显著。

表 2 延胡索地上、地下部分各性状及产量间的相关系数

指标	株高	叶面积	地上鲜重	地下鲜重	地下茎数	地下块茎数	产量
株高	1						
叶面积	0.083	1					
地上鲜重	-0.025	0.296*	1				
地下鲜重	0.189	0.062	-0.040	1			
地下茎数	0.078	0.228*	0.046	0.142	1		
地下块茎数	0.331**	0.228*	0.050	0.313**	0.265*	1	
产量	0.672**	0.384	0.133	0.451**	-0.180	0.449**	1

*表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关; **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

2.5 延胡索地上、地下部分各性状主成分分析

因地上、地下部分性状与产量有显著相关性, 为充分研究影响产量相关的农艺性状, 进行主成分和因子分析。基于 KMO 值和 Bartlett 检验, 延胡索地上、地下部分各性状 KMO 值为 0.619, 介于 0.6~0.7; Bartlett 检验对应 p 值为 0.025, 小于 0.05, 通过检验, 说明适合进行主成分分析。由表 3 可知, 6 个成分特征值分别为 1.822、1.260、0.901、0.795、0.641 和 0.581, 其中前 2 个成分, 特征值均大于 1, 累积贡献率为 51.360%(表 3)。

表 3 延胡索性状的主成分特征值分布与累积分析

成分	特征值	方差/%	累积/%
1	1.822	30.361	30.361
2	1.260	20.998	51.360
3	0.901	15.017	66.377
4	0.795	13.257	79.634
5	0.641	10.689	90.232
6	0.581	9.677	100.00

载荷系数反映了主成分与指标间的相关关系,载荷系数绝对值一般要求大于 0.4 或 0.5。无旋转中第一主成分与株高、叶面积、地下鲜重、地下茎数、地下块茎数值有关,第二主成分与叶面积、地上鲜重、地下鲜重值有关。因各指标与无旋转的第一、第二两个主成分载荷系数纠缠不清,经旋转处理后,可以发现第一主成分与株高、地下鲜重、地下茎数、地下块茎数值有关;第二主成分与叶面积、地上鲜重值有关。综合来看,延胡索地上部分性状的株高以及地下部分的地下块茎数、地下鲜重、地下茎数可以作为反映延胡索生长性状的主要指标如表 4 所示。

表 4 载荷系数与旋转后因子载荷系数分析

指标	无旋转		旋转	
	主成分 1	主成分 2	主成分 1	主成分 2
株高	0.533	-0.377	0.651	-0.051
叶面积	0.545	0.585	0.169	0.781
地上鲜重	0.231	0.751	-0.186	0.763
地下鲜重	0.541	-0.404	0.671	-0.070
地下茎数	0.556	0.123	0.414	0.234
地下块茎数	0.766	-0.184	0.752	0.390

3 讨论

陕西省汉台区位于陕西省西南部,北依秦岭,南屏巴山,属北亚热带湿润季风气候,温暖湿润,四季分明,素有西北“小江南”之美称。据统计,2021 年第一产业水稻种植面积约 1.067 万 hm^2 ,柑橘种植面积约 73.3 hm^2 ,猕猴桃种植面积约 86.67 hm^2 ^[8-11]。延胡索为大宗常用中药材,因其种植时间短,经济效益高,20 世纪 80 年代,陕西省成功将延胡索从浙江引种成功,至今已有 30 多年的种植历史。近年来,由于模仿常规作物农业栽培模式导致中药材质量下降、安全堪忧的问题日益突出。中药生态种植日益得到重视,并已凸显出其巨大优势。据调查,全国已有 21 个省份、60 余个中药材品种开展了生态种植探索和实践,如东北地区的人参林下种植模式、华北地区的连翘仿野生种植模式等^[12-14]。

本试验结合陕西当地情况以及前人已研究的延胡索生态种植模式,探讨不同生态种植模式(猕猴桃林下种植延胡索、柑橘林间作延胡索、水稻与延胡索水旱轮作及单作延胡索)对延胡索地上、地下部分性状差异和产量的影响。结果表明:不同生

态种植模式下延胡索的生长状况有所差异,除柑橘林下间作延胡索模式外,其余复种处理组(与水稻水旱轮作、猕猴桃林下套种)植株的地上部分性状-株高和地下部分性状-地下鲜重、地下块茎数均明显高于延胡索单作处理组。方差分析表明,四个处理间延胡索地上部分性状-株高差异达极显著水平($P < 0.01$),地下部分性状-地下鲜重、地下块茎数差异显($P < 0.05$)。根据地上部分性状-株高;地下部分性状-地下鲜重、地下块茎数;各小区鲜产由高至低的生态种植模式为延胡索与水稻水旱连作模式(Z3) > 猕猴桃林下种植延胡索模式(Z1) > 延胡索单作模式(CK) > 柑橘林下间作延胡索模式(Z2)。

造成以上差异的原因,可能是由于不同生态种植模式下土壤水分、养分等差异。延胡索与水稻水旱轮作生态种植模式下,因种植水稻期间,土壤长期处于淹水状态,土壤内水分充足;为延胡索在苗期、花期(2 个需水期)生长中提供充足的水分,有利于其农艺性状达到最佳^[15]。稻田中残留的稻草,经土壤分解并腐殖化后,能有效改善土壤理化性状的同时提高土壤的保水保肥能力。而猕猴桃林下套种延胡索药材时,林下调落物、郁闭度等均较大,能有效改变土壤微生物结构、提高土壤酶活性的同时为林下延胡索提供很好的遮阴效果以及降温保湿的作用^[16]。水稻田与猕猴桃林下种植延胡索前土壤水分、养分等情况不同,故其对延胡索生长的影响也存在一定的差异。柑橘林下间作延胡索生态种植模式下,因长期种植柑橘林的土壤会产生土壤板结、酸化、盐渍化、有机质和养分枯竭等土壤问题^[10],而延胡索在板结、酸化的土壤中易造成延胡索块茎腐烂、畸形及不分生新的子元胡等现象。因此,柑橘林下延胡索农艺学性状、产量均低于延胡索单作模式。

植物在生长过程中受各因子间影响,各因子之间相互存在联系^[17-18]。相关性分析表明:延胡索地上部分性状地上鲜重与叶面积显著正相关。地下部分性状地下茎数与地上部分性状叶面积显著正相关。地下部分性状地下块茎数与地上部分性状株高、叶面积显著正相关;与地下部分性状地下鲜重、地下茎数显著正相关。产量与地上部分性状株高显著正相关;与地下部分性状地下鲜重、地下块茎数显著正相关。在多性状研究中,主成分分析法能够利用降维技术把多个农艺性状转化为较少的几个主成分,进而通过各农艺性状的累计贡献率进行综合评价,使数据更直观,更容易分析^[19]。主

成分分析表明:6 个成分特征值中前 2 个成分分别为 1.822、1.260,特征值均大于 1,累积贡献率为 51.360%。综合旋转后因子载荷分析地上部分株高以及地下部分的地下块茎数、地下鲜重、地下茎数可以作为反映延胡索生长性状的主要指标。

不同生态种植模式下延胡索地上部分性状株高、地下鲜重、地下块茎数由高至低的表现均为:延胡索与水稻水旱连作模式(Z3)>猕猴桃林下种植延胡索模式(Z1)>延胡索单作模式(CK)>柑橘林下间作延胡索模式(Z2);地下茎数由多至少的表现为:猕猴桃林下种植延胡索模式(Z1)≈延胡索单作模式(CK)>延胡索与水稻水旱连作模式(Z3)>柑橘林下间作延胡索模式(Z2)。结合陕西省汉台区当地情况,建议在水田多采用水稻-延胡索水旱轮作生态种植模式;在平缓山坡区域大力推广猕猴桃林下套种延胡索生态种植模式,不仅能为当地农民提高经济收入,实现名贵药材与经济作物双丰收的同时为推动陕西元胡产业的高质量发展奠定基础。

参 考 文 献:

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志[M]. 第 32 卷. 北京:科学出版社,1980.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 一部. 北京:中国医药科技出版社,2020:145-146.
- [3] 杨鑫宝,杨秀伟,刘建勋. 元胡物质基础研究[J]. 中国中药杂志,2014,39(1):20-27.
- [4] 龚玉秀. 城固县元胡产业发展现状及对策建议[J]. 安徽农学通报,2021,27(7):35-37.
- [5] 张传进,方义成. 皖东南山区元胡—水稻种植模式关键技术及效益分析[J]. 中国农技推广,32(11):2.
- [6] 侯丽娟,王嘉伟,胡静,等. 胶东地区元胡与苹果间作高产高效栽培技术[J]. 农业科技通讯,2018(7):228-230.
- [7] 练美林. 猕猴桃园套种元胡高效栽培技术研究与实践[J]. 上海农业科技,2016(1):155-156.
- [8] 刘长彦. 陕西省汉中地区水稻生产的问题及对策[J]. 安徽农业科学,2018,46(22):4.
- [9] 浮永梅. 基于区块链技术的陕西省猕猴桃产销体系构建[J]. 农业工程,2021(3):30.
- [10] 赵艳茹,郭伟,吴秀芳. 西北园艺[J]. 汉中柑橘产业提质增效思路与对策,2022(4):7-9.
- [11] 刘冬,余侃华,师小燕,等. 陕西省种植业结构变化及时空演变分析[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(9):251-261.
- [12] 郭兰萍,王铁霖,杨婉珍,等. 生态农业——中药农业的必由之路[J]. 中国中药杂志,2017,42(2):231-238.
- [13] 郭兰萍,吕朝耕,王红阳,等. 中药生态农业与几种相关现代农业及 GAP 的关系[J]. 中国现代中药,2018,20(10):1 179-1 188.
- [14] 康传志,王升,黄璐琦,等. 中药材生态种植模式及技术的评估[J]. 中国现代中药,2018,20(10):1 189-1 194.
- [15] 汪一敏,陈茜茜,俞冰,等. 不同种植模式对延胡索产量及品质形成的影响[J]. 中国现代应用药学,2019,36(9):1 042-1 049.
- [16] 王莹洁,张建平,李丹妮,等. 汉中市延胡索(元胡)林下套种模式树木品种选择的研究[J]. 陕西农业科学:2023,69(4):47-50.
- [17] LIU H J, GUO Z, ZHENG J C, et al. Effect of different cultivation techniques on rice yield and NPK runoff losses[J]. J Agro-Environment Sci, 2015, 35(9): 1 790-1 796.
- [18] 涂育合,黄秀美,林照授,等. 闽楠优树子代测定林生长性状差异及聚类分析[J]. 北华大学学报(自然科学版),2016,17(2):240-245.
- [19] 元玉碧,张莹莹,梁家豪,等. 夏玉米产量与农艺性状的主成分分析和灰色关联度分析[J]. 河南农业,2020(8):15-16.

(上接第 12 页)

(3) 经提纯复壮后的元胡种还需要通过水旱轮作农业措施,即元胡+水稻轮作等多种方式来减轻元胡病害的发生,减缓种质资源的衰败^[5]。

(4) 本试验材料只在高海拔种植过 1 a,仍需要研究元胡经过多年种植后在商品生产基地上的性状表现以及优良性状在商品基地种植后衰退的规律。

参 考 文 献:

- [1] 张建平,王莹洁,丁文,等. 汉中平坝元胡设施栽培技术研究[J]. 陕西农业科学,2019,65(11):31-33.
- [2] 徐俊,薛汉刚,赵延双. 城固元胡标准化种植加工技术[J]. 基层农技推广,2023,11(1):105-107.
- [3] 白慧敏. 彰武县黄芪播种技术分析[J]. 林业勘查设计,2023,32(2):53-57.
- [4] 张建平,丁文,王莹洁,等. 汉桂主杆生长量及褐斑病发病规律的研究[J]. 陕西农业科学,2019,65(7):7-8.
- [5] 张建平,丁文,张雅秋,等. 汉中市元胡霜霉病分布及发生规律研究[J]. 陕西农业科学,2021,67(6):42-43+95.