

不同种植深度和密度对黄芩药材质量的影响

王丹阳, 王 祥, 安 佳, 高 静, 颜永刚, 王昌利

(陕西中医药大学 药学院, 陕西 咸阳 712046)

摘 要:以黄芩为试材,采用设置不同种植深度 10 cm(SD1 覆土厚度 1cm)、20 cm(SD2 覆土厚度 2cm)和 30 cm(SD3 覆土厚度 3 cm)以及不同密度 10 cm×10 cm(MD1), 10 cm×20 cm(MD2), 10 cm×30 cm(MD3), 20 cm×20 cm(MD4), 20 cm×30 cm(MD5), 30 cm×30 cm(MD6),观测外观指数、浸出物、含量等相关指标,优化种植密度和深度的方法,研究了黄芩种植密度与深度,完善黄芩规范化种植技术。结果表明:通过综合分析,种植深度为条沟深度 20 cm(SD2 覆土厚度 2 cm)时所得样品最好;密度中 MD2(10 cm×20 cm)的样品最好。结论:适宜于渭北旱塬地区黄芩的种植技术:种植深度为 20 cm(覆土厚度 2 cm),种植密度为 10 cm×20 cm。

关键词:黄芩;种植密度;种植深度;药材品质;含量测定

中图分类号:R282.2;S567.23 **文献标识码:**A **文章编号:**0488-5368(2022)05-0035-06

Effects of Different Planting Depths and Densities on Quality of *Scutellaria baicalensis* Georgi

WANG Danyang, WANG Xiang, AN Jia, GAO Jing, YAN Yonggang, WANG Changli

(School of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712046, China)

Abstract: With *Scutellaria baicalensis* Georgi as experimental material, the different planting depths of 10 cm (SD1 covering thickness of 1 cm), 20 cm (SD2 covering thickness of 2 cm) and 30 cm (SD3 covering thickness of 3 cm), and different densities of 10 cm × 10 cm (MD1), 10 cm × 20 cm (MD2), 10 cm × 30 cm (MD3), 20 cm × 20 cm (MD4), 20 cm × 30 cm (MD5) and 30 cm × 30 cm (MD5), were set up to observe the related indexes such as appearance index, extractum and content, so as to optimize its planting density and depth and standardize the planting technology of *Scutellaria baicalensis* Georgi. Through comprehensive analysis, the best sample was obtained when the furrow depth was 20cm (SD2 cover soil thickness of 2cm), and the sample was the best when the MD6 density was 10cm×20cm. In conclusion, the suitable planting techniques for *Scutellaria baicalensis* in Weibei dryland are as follows: the planting depth is 20 cm (soil thickness 2cm) and the planting density is 10cm×20cm.

Key words: *Scutellaria baicalensis* Georgi; Planting density; Planting depth; Quality of medicinal materials; Content determination

黄芩为唇形科植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的干燥根^[1],其主要依靠虫媒传

粉,种子繁殖^[2]。历代医学著作中关于黄芩药材名称、产地和原植物形态的记载较多,《神农本草经》、

收稿日期:2021-05-19 修回日期:2021-06-02

基金项目:中央本级重大增减支项目(2060302);陕西省科技厅项目(2016KTTSSF01-01-01);陕西中医药大学“秦药”品质评价与资源开发学科创新团队项目(2019-QN01)。

第一作者简介:王丹阳(1996—),女,山东聊城人,2019级硕士研究生,主要从事中药品种、品种与资源开发及中药物质基础和质量标准研究。

通信作者:颜永刚,王昌利。

《本草纲目》、《唐本草》等均有描述^[3,4]。黄芩为传统大宗药材之一,现代研究表明,黄芩药材主要含有黄酮类、糖类、甾醇类和一些挥发性成分,具有抗氧化、抗炎、抗癌、降糖、抗血栓、抗病毒等多种药理特性^[5~7]。随着市场需求的逐年猛增,野生黄芩已不能满足,栽培品种应运而生^[8,9]。近年来,黄芩栽培面积逐年增大。栽培黄芩在缓解市场供不应求矛盾的同时,所存在的质量参差不齐、产量低等问题也逐渐显现出来。

陕西作为黄芩主产地之一,地理条件优越,种植历史悠久,但种植技术不尽相同,导致黄芩质量参差不齐。笔者实验基于课题前期研究基础,于淳化县黄芩种植基地对黄芩种植过程中的种植深度和种植密度进行考察,分析不同种植技术对陕产黄芩药材外观性状及主要活性成分含量的影响,并结合当地农户种植经验,从而完善黄芩规范化种植技术,为实际生产提供指导意义。

1 材料

1.1 种子

黄芩种子于 2015 年 9 月 15 日,采集陕西中医药大学药用植物园,经陕西中医药大学药学院王继涛老师鉴定,为唇形科植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的成熟干燥种子。

1.2 试验田概况

试验田布置于 2016 年 5 月中旬在陕西省淳化县黄芩种植基地进行。种植试验区地形平坦,肥力属该地区中等水平,前茬种植农作物为玉米,每个小区 $4\text{ m} \times 6\text{ m} = 24\text{ m}^2$ 。

1.3 试验设计

试验设置三个种植深度水平,条沟深度分别为 10 cm(SD1 覆土厚度 1cm)、20 cm(SD2 覆土厚度 2cm)和 30 cm(SD3 覆土厚度 3cm);在行距一定的情况下通过出苗后剪苗形成相应的 6 个种植密度,分别为 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ (MD1), $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ (MD2), $10\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ (MD3), $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ (MD4), $20\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ (MD5), $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ (MD6),每水平设置 3 个重复试验小区,共计 27 个小区,在黄芩生长过程中,其它病虫害防治同该地区大田管理中等水平。

1.4 仪器与试剂

DHG - 9030 型电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)、BS2202S 万分之一电子分析天平(德国 Sartorius 公司)、BP211D 型十万分之一电子分析天平(德国 Sartorius 公司)、BJ - 800A

拜杰超高速多功能粉碎机(上海天祺盛世科技有限公司)、40 目尼龙检验筛(浙江上虞瑞志仪器)、KQ - 500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)、Waters2998 PDA Detector 极管阵列检测仪(美国 Waters 公司)、Waters SunFireTMC18 色谱柱(美国 Waters 公司)、Waters2695 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司)、Ultra C18 120A 色谱柱($250\text{ mm} \times 4.6\text{ mm}, 5\mu\text{m}$)(美国 Waters 公司)。

对照品黄芩苷(批号:110715-201806);汉黄芩苷(批号:10183-201805,);千层纸素 A(批号.: 110796-201815)、野黄芩素(批号.: 10153-201711)、黄芩素(批号:10217-201711)、汉黄芩素(批号:10184-201702)、白杨素(批号:10150-201508)、野黄芩苷(批号:10513-201610)、芹菜素(批号:10143-201607),以上对照品均购于天津贝塔生物科技有限公司,质量分数均大于 98%;甲醇、乙腈(美国 Fisher 公司);其他试剂均为分析纯。

2 方法

2.1 黄芩药材外观指数测定

药材品相是反映植株生长状况的重要指标,于 2019 年 10 月随机取样,各试验小区随机采挖黄芩样品 15 株,除杂,净制。并对其根长、根粗、根中部直径、地上分支数、鲜重等指标并记录,旨在初步探讨其品质优劣。

2.2 药典常规项检测

笔者按照《中国药典》通则的规定,对各个处理因素下黄芩样品进行了水分、总灰分和醇溶性浸出物的含量测定^[1],判断各个批次黄芩样品是否符合国家药典标准。

2.3 含量测定

基于课题组前期工作,建立的 HPLC 法同时测定陕产黄芩中九种化学成分含量的方法^[10,11],对不同处理因素下黄芩样品中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、野黄芩素、野黄芩苷、芹菜素、白杨素、千层纸素 A 的含量进行测定。

2.4 数据处理

运用 Microsoft Office Excel 2019 软件对黄芩各个指标进行统计,SPSS 16.0 进行数据统计分析,各个不同因素组间比较采用单因素方差分析(ANOVA),以 $P < 0.05$ 表示有显著性差异, $P < 0.01$ 为有极显著性差异,运用 GraphPad Prism 5.0 软件进行图表绘制。

3 结果及分析

3.1 外观性状指数

3.1.1 种植深度对黄芩药材外观性状指数的影响

为探讨种植深度对黄芩药材质量的影响,测定了不同处理水平对黄芩药材根长、直径、分支、鲜重和干重等指标,结果如表1所示。统计学分析表明,3

个种植深度根长、分支数、鲜重和干重等数据间有所差异。SD1、SD2与SD3的根长有显著性差异,三个深度水平的直径、分支数之间均无统计学差异。SD2深度根长、鲜重和干重数据最大,分别为31.68 cm、49.84 g、20.24 g。这初步表明三个种植深度中,SD2(条沟深度为20 cm,覆土厚度2 cm)因素下黄芩样品外观指数较好。

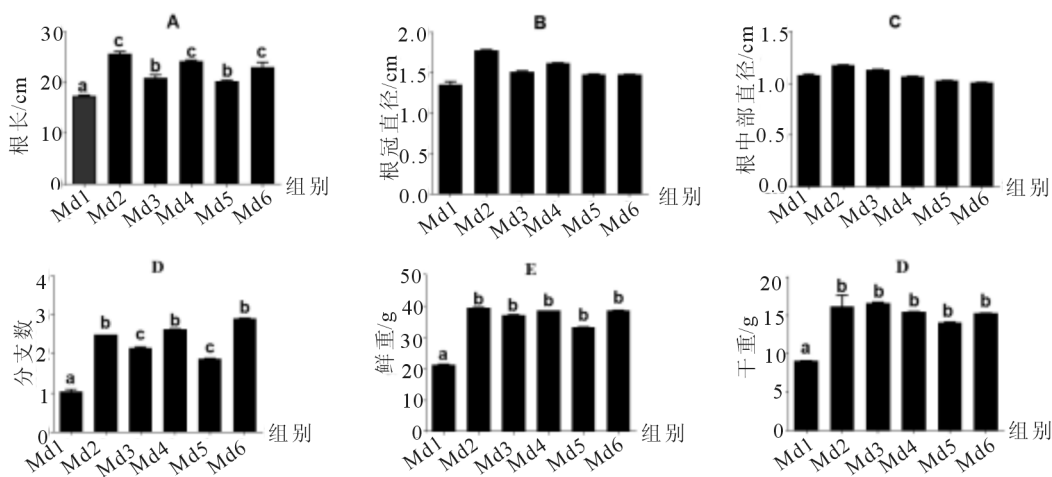
表1 不同种植深度对黄芩药材外观指标的影响

项目	根长/cm	根冠直径/cm	根中部直径/cm	分支数	鲜重/g	干重/g
SD1	29.56±2.33	1.68±0.63	1.06±0.39	1.96±0.46	44.68±1.35	19.15±0.98
SD2	31.68±13.27	1.52±0.60	1.12±0.45	2.18±0.78	49.84±2.23	20.24±0.58
SD3	25.63±3.88	1.54±0.59	1.04±0.31	2.16±0.03	34.93±1.09	15.58±0.91

3.1.2 种植密度对黄芩药材外观性状的影响 不同种植密度黄芩样品外观分布范围分别为:根长20.0~26.0 cm,根冠直径1.30~1.60 cm,根中部直径1.00~1.20 cm,分支数0~3个不等,鲜重21.00~40.00 g,干重9.0~18.0 g。6个种植密度水平黄芩样品外观指数分布结果图1。

种植密度为MD1(即10 cm×10 cm)时,黄芩样品外观指标均显著低于其它栽培密度,故在种植过程中不建议采用。种植密度为MD3(即10 cm×30 cm)时,鲜重和干重水平较高,其余外观指标

处于适中。种植密度为MD4(即20 cm×20 cm)时,各项指标均处于中等偏上水平,总体水平较高。种植密度为MD5(即20 cm×30 cm)时,黄芩样品外观各类指标处于中等偏下水平,根分支数较少,差异有极显著性水平,根中部直径相较于MD1有所升高,且差异有显著性。种植密度为MD6(即30 cm×30 cm)时,根长最长,根冠和根中部直径较小,鲜重和干重适中。种植密度为MD2(即10 cm×20 cm)时,黄芩样品外观指标处于上等水平。



注:图中相同字母表示在同一水平无统计学显著性,不同字母间表示差异 $P < 0.05$,即有统计学差异。

图1 不同种植密度外观指数分布

A 根长, B 根冠直径, C 根中部直径, D 分支数, E 鲜重, D 干重

3.2 药典常规项

不同种植深度和种植密度处理下,黄芩样品的水分、灰分、浸出物含量均符合2020年版《中国药典》规定,种植深度不同,黄芩药材中含水量有所不同,主要分布在3.93~5.4%,其中SD1和SD3

种植深度含水量无统计学差异,但SD1和SD3均与SD2种植深度含水量有统计学差异,这表明,当种植深度为20 cm时,黄芩药材含水量最低。6个种植密度水平下黄芩样品的含水量在3.9~5.5%之间,差异无统计学上的显著性。三个不同种植深

度中 SD2(即 20 cm)总灰分含量最低,为 4.55%;6 个不同种植密度中,MD4(即 20 cm×20 cm)总灰分含量最低,为 4.69%。不同处理条件下黄芩样

品醇溶性浸出物含量具有一定差异性($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 不同因素处理下黄芩药典指标测定结果

项目	含水量	总灰分含量	醇浸出物含量
	/%	/%	/%
SD1	5.93	5.47	47.32
SD2	3.85	4.55	46.37
SD3	5.34	5.38	55.11
MD1	5.39	5.98	49.67
MD2	4.85	5.63	54.68
MD3	3.93	5.01	49.36
MD4	5.39	4.69	49.00
MD5	5.45	6.32	50.21
MD6	4.60	6.98	49.67

3.3 含量测定结果

3.3.1 种植深度对黄芩活性成分的影响 不同种植深度对黄芩活性成分的影响主要体现在黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、野黄芩素、野黄芩苷和白杨素的含量上。结果见表 3。主要规律为,种植深度 SD2

的黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、野黄芩素的含量显著高于种植深度 SD1 和 SD3,其余活性成分虽大小有所差异,但无统计学意义。综上可得,黄芩最佳种植深度优选 SD2,即深度为 20 cm。

表 3 不同种植深度黄芩样品含量

项目	质量分数(mg/g)								
	黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	野黄芩素	芹菜素	汉黄芩素	野黄芩苷	白杨素	千层纸素 A
SD1	108.52	39.46	6.031 9	0.557 6	4.661 9	2.201 7	4.663 2	0.315 8	0.994 1
SD2	113.01	43.65	7.635 4	0.796 2	4.598 4	2.375 9	6.332 7	0.463 7	1.111 6
SD3	109.34	42.35	6.596 1	0.431 9	3.791 0	2.347 5	4.497 5	0.324 8	0.987 3

3.3.2 种植密度对黄芩活性成分的影响 不同种植密度对黄芩药材中主要活性成分的含量大小具有一定的影响,主要体现在黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、芹菜素、白杨素和千层纸素 A 等 6 种成分的积累上。结果如图 2 所示。其中,在种植密度为 10 cm×20 cm 时,各类成分含量水平均达到最高,证明在这个密度种植下,所得黄芩药材品质较好。不同种植密度间黄芩苷含量可分为两个水平,10 cm×10 cm、10 cm×30 cm、20 cm×30 cm、30 cm×30 cm 处于同一水平,而 20 cm×20 cm、10 cm×20 cm 密度下黄芩苷的含量显著高于其余水平,且差异有统计学上的显著性。图 2(B)中,种植密度对黄芩根部汉黄芩苷水平的影响为除 10 cm×10 cm 和 30 cm×30 cm 水平外,其余分组汉黄芩苷的含量之间无显著性差异,而 10 cm×10 cm 和 30 cm×30 cm 的水平显著低于其余密度。图 2(C)和图 2(D)中,各个密度水平间黄芩素和野黄芩含量

无统计学差异,可视为试验设置密度对汉黄芩素和野黄芩积累无明显影响。图 2(E)中,10 cm×10 cm 水平下黄芩样品的芹菜素含量显著低于其余各密度水平,其余水平彼此间无显著性差异。图 2(F)、图 2(G)和图 2(I)中,不同种植密度下黄芩样品中汉黄芩素、野黄芩苷和千层纸素 A 的含量无统计学差异,可视为对这三种成分影响较小。种植密度对黄芩中白杨素含量的影响如图 2(H),10 cm×20 cm 种植密度下黄芩中白杨素的含量达到最高。

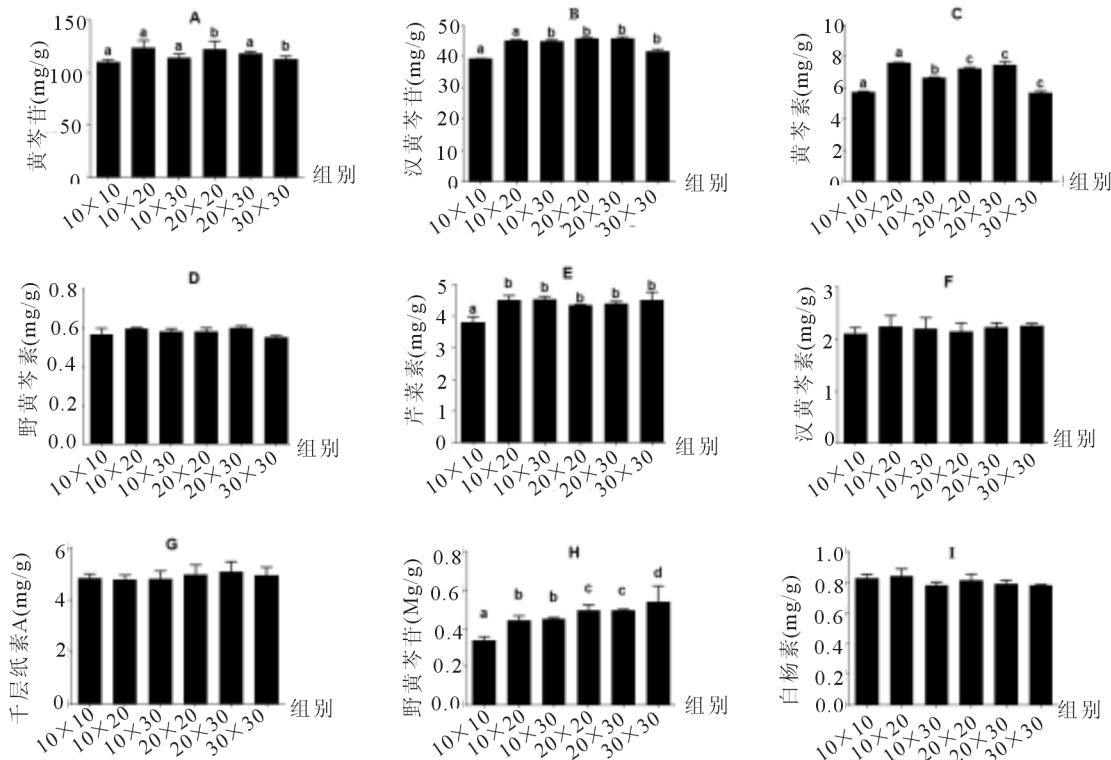
3.4 主成分分析

3.4.1 种植深度对黄芩质量影响的主成分分析

本研究采用 SPSS 对黄芩根长、根冠直径、折干率、浸出物、主要活性成分总含量 5 个指标进行主成分分析,提取特征值 ≥ 1 的前一个主成分,累计贡献率达 86.85%,基本可以代表原始数据信息,结果见表 4。

根据特征向量,得到根据特征向量,得到五个主成分的线性组合表达式为: $Z_1 = 0.23X_1 + 0.23X_2 + 0.23X_3 - 0.21X_4 + 0.17X_5$,再以每个主成分的贡献率作为权数,构建综合评价函数: $F = 86.85\%Z_1$,将每个种植深度主成分得分计算出

后,代入综合评价函数,计算 F 值,F 值越大,说明该种植深度下黄芩的综合品质越高,最后得到不同种植深度的 F 值排名,见表 5。SD2 时,F 值最大,因此,最佳栽培种植为条沟深度 20 cm(覆土厚度 2 cm)。



注:图中相同字母表示在该水平上无统计学差异,不同字母表示含量水平间有统计学上的显著性($P < 0.05$)。

图 2 不同种植密度黄芩样品活性成分含量

A 黄芩苷含量, B 汉黄芩苷, C 黄芩素, D 野黄芩素, E 芹菜素,

F 汉黄芩素, G 野黄芩苷, H 白杨素, I 千层纸素 A

表 4 不同种植深度主成分矩阵

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征向量				
				X_5	X_1	X_2	X_3	X_4
1	4.342	86.85	86.85	0.23	0.23	0.23	-0.21	0.17

注: X_1 :根长; X_2 :根冠直径; X_3 :折干率; X_4 :浸出物; X_5 :主要活性成分含量。

表 5 不同种植深度综合排名

项目	F 值	F 值排名
SD1	22.41	3
SD2	24.83	1
SD3	20.66	2

3.4.2 种植密度对黄芩质量影响的主成分分析
研究采用 SPSS 对黄芩根长、根冠直径、折干率、浸出物、主要活性成分总含量 5 个指标进行主成分分析,提取特征值 ≥ 1 的前两个主成分,累计贡献率达 84.78%,基本可以代表原始数据信息,结果见表 6。

根据特征向量,得到根据特征向量,得到五个

主成分的线性组合表达式为: $Z_1 = 0.38X_1 + 0.40X_2 - 0.04X_3 + 0.25X_4 + 0.22X_5$; $Z_2 = 0.04X_1 + 0.05X_2 + 0.44X_3 + 0.52X_4 - 0.34X_5$;再以每个主成分的贡献率作为权数,构建综合评价函数: $F = 51.87\%Z_1 + 32.90\%Z_2$,将每个种植密度的主成分得分计算出后,代入综合评价函数,计算 F 值,F 值越大,说明该种植密度下黄芩的综合品质越高,最后得到不同种植密度的 F 值排名,见表 7。从不同种植密度的综合评价来看,MD2 时 F 值最大,综合排名最高。因此,最佳种植密度为 10 cm \times 20 cm。

表 6 不同种植密度主成分矩阵

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征向量				
				X ₅	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	2.583	51.87	84.78	0.38	0.40	-0.04	0.25	0.22
2	1.671	32.90		0.04	0.05	0.44	0.52	-0.34

注: X₁:根长; X₂:根冠直径; X₃:折干率; X₄:浸出物; X₅:主要活性成分含量。

表 7 不同栽培密度综合排名

指标	F 值	F 值排名
MD1	19.33	6
MD2	22.39	1
MD3	20.05	5
MD4	20.68	3
MD5	20.19	4
MD6	21.07	2

4 讨论

黄芩主要以根入药,黄酮类主要活性成分主要集中在根部,因此以根部外观性状评价黄芩的品质差异具有一定合理性^[12,13]。在对药材进行质量评价时,按照 2020 年版《中国药典》规定,对水分、灰分、浸出物进行测定,可判断黄芩品质是否达到药用标准,并分析其差异,课题组建立的 HPLC 法同时测定黄芩药材 9 种活性成分的方法,该方法稳定可靠,可行性高。近年来研究发现除黄芩苷外,其余成分也显示出了较大生理活性,单一成分的含量已不能简单表征药材质量或者品质的优劣,因此以活性成分总量来代替黄芩苷评价黄芩的质量具有一定的合理性。

合理种植密度和种植深度是调控黄芩品质的重要种植措施之一^[14],不同种植深度与密度对黄芩所处的生活环境有一定影响。深度与密度不同,黄芩所处的生活环境如光照、温度、湿度、通气情况以及土壤的营养程度都会发生极大变化,进而影响黄芩个体的生长。深度太深,密度过大会使黄芩地上部分覆盖紧密,植株的光合作用受到影响,单位面积营养空间不足,植株生长发育受阻,有效成分含量降低,影响药材质量^[15,16];而密度太小会对黄芩产量以及土地利用产生较大的影响。

试验也证明了这个结论,在对黄芩种植深度和密度的考察过程中,深度为 20 cm,样品各类指数较好,说明种植深度为 20 cm 有利于黄芩品质的提高;而种植密度为 20 cm×10 cm 时,黄芩总体品质较好,故建议实地种植密度为 20 cm×10 cm。笔者试验避免了单一指标,或者唯成分论来决定药材品质,多指标反映更全面,结论相对客观,完善了更为适宜

的渭北旱塬地区黄芩栽培技术,为黄芩药材规范化种植技术的示范与推广提供了一定的理论基础。当然,影响黄芩药材品质的因素涉及到其生产过程中的各个环节,故后续实验将在采收加工等多方面进行分析,进一步完善黄芩种植,管理操作相关规程。

参 考 文 献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [2] 阳昌锰. 全国中成药产品目录(第一部)的简评[J]. 中成药研究, 1986(05):45.
- [3] 朱芳, 陈晓靓, 邓红军, 等. 黄芩的研究进展[J]. 广东化工, 2020, 47(12):135-136.
- [4] 王伟. 黄芩栽培技术[J]. 现代化农业, 2020(04):36-37.
- [5] 黄燕, 付景丽. 黄芩素通过激活 Caspases 和 Bcl-2 家族蛋白诱导卵巢癌 HO-8910 细胞凋亡[J]. 中草药, 2019, 50(11):2 620-2 624.
- [6] 马天星, 邱莎, 朱向东. 黄芩临床应用及其用量[J]. 吉林中医药, 2019, 39(11):1 444-1 447.
- [7] 龙宇, 向燕, 谭裕君, 等. 黄芩苷药理作用及新剂型的研究进展[J]. 中草药, 2019, 50(24):6 142-6 148.
- [8] 王立学. 北药黄芩概况及栽培技术要点浅析[J]. 园艺与种苗, 2017(10):46-49.
- [9] 王玉莲. 黄芩种植新技术[J]. 农民致富之友, 2017(24):114.
- [10] 郭玲玲, 刘毅, 禄梦杰, 等. HPLC 法同时测定陕西产不同生长年限野生和栽培黄芩中 9 种化学成分的含量[J]. 中草药, 2018, 49(04):935-940.
- [11] 卫昊, 郭玲玲, 李柳柳, 等. 不同海拔和光照对黄芩中 7 种黄酮类有效成分含量的影响[J]. 中草药, 2019, 50(06):1 472-1 476.
- [12] 王婧, 盛晋华, 张雄杰, 等. 不同种植密度下施肥量对黄芩根系生长的影响[J]. 北方农业学报, 2019, 47(03):41-45.
- [13] 李树娜. 栽植密度与播种时期对蒙古黄芪生长发育及次生代谢产物积累的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [14] 韩立军, 崔爱辉, 邵玺文. 种植密度对黄芩生育性状和产量的影响[J]. 北方园艺, 2015(02):141-144.
- [15] 王玲玲, 杨路存, 熊丰, 等. 不同栽培密度和采收期对蒙古黄芪生长发育和产量的影响[J]. 分子植物育种, 2019, 17(23):7 962-7 968.
- [16] 徐博琼, 陈垣, 郭凤霞, 等. 移栽密度对蒙古黄芪生长发育及产量质量的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(02):135-143.