

绿色高效施肥技术在当归上的应用研究

冯守疆^{1,2}, 顿志恒³, 张美兰³, 张立志⁴, 张丽³, 赵欣楠^{1,2}, 张旭临^{1,2}, 杨君林^{1,2}, 贾蕊鸿³, 崔增团³

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省新型肥料创制工程实验室, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省耕地质量建设保护总站, 甘肃 兰州 730000; 4. 史丹利化肥定西有限公司, 甘肃 定西 743000)

摘要: 为了展示当归绿色高效施肥技术, 2021年在岷县中药材绿色种植基地开展示范性试验。试验设7个不同施肥处理, 研究不同施肥模式对当归形态特征、产量、收益及有效成分的影响。结果表明, 较常规施肥[复混肥料(总养分 $\geq 45\%$, N-P₂O₅-K₂O为20-15-10)750 kg/hm²、磷酸二铵300 kg/hm²、有机肥(有机质 $\geq 45\%$, N+P₂O₅+K₂O $\geq 5\%$)1200 kg/hm²]而言, 6种施肥模式当归芦头径增加0.14~0.40 cm、根长增长0.16~3.03 cm、主根径增加0.15~0.34 cm、单根鲜重增加10.67~26.16 g/株; 当归产量增加333.90~1740.90 kg/hm², 产量增幅为2.69%~14.03%, 较常规施肥增收3665~15159元/hm²。阿魏酸含量增加了0.014~0.020百分点, 挥发油含量增加了0.07~0.14百分点, 醇浸出物含量增加了0.8~2.9百分点。6种模式对当归根部形态特征、产量、收益、有效成分等均有正效应。

关键词: 绿色; 施肥技术; 肥料模式; 当归; 产量; 有效成分

中图分类号: S567.239

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)05-0051-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.05.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.05.013)

Application Study of Green and Efficient Fertilization Technology on Chinese Angelica Root

FENG Shoujiang^{1,2}, DUN Zhiheng³, ZHANG Meilan³, ZHANG Lizhi⁴, ZHANG Li³, ZHAO Xinnan^{1,2}, ZHANG Xulin^{1,2}, YANG Junlin^{1,2}, JIA Ruihong³, CUI Zengtuan³

(1. Institute of Soil, Fertilizer and Water-Saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu New Fertilizer Creation Engineering Laboratory, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. General Station of Gansu Cultivated Land Quality Construction and Protection, Lanzhou Gansu 730000, China; 4. Stanley Fertilizer Dingxi Co., Ltd., Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: In order to further strengthen the application of green and efficient fertilization technology for Chinese angelica root, demonstration experiment was carried out at the Green Planting Base of Chinese Medicinal Materials at Min county in 2021, 7 different fertilization treatments were conducted to study the effects of different fertilization modes on the morphological characteristics, yield, economic return and contents of active ingredients of Chinese angelica root. Results showed that compared with conventional fertilization mode, which was compound fertilizer 750 kg/ha (total nutrients $\geq 45\%$, N-P₂O₅-K₂O, 20-15-10) plus diammonium phosphate 300 kg/ha plus organic fertilizer 1200 kg/ha (organic content $\geq 45\%$, N-P₂O₅-K₂O $\geq 5\%$), the diameter of

收稿日期: 2022-04-18

基金项目: 省级财政农业新品种新技术引进推广项目(GSSG02)部分内容。

作者简介: 冯守疆(1979—), 男, 内蒙古乌兰察布人, 研究员, 主要从事植物营养与新型肥料研发工作。Email: 82630217@qq.com。

通信作者: 崔增团(1961—), 男, 陕西华阴人, 推广研究员, 主要从事土肥水技术研究与示范推广工作。Email: gssggz0931@163.com。

32(8): 79-81.

[13] 焦浩, 范艳云, 高小宁, 等. 8种药剂对苹果树腐烂病的田间防效评价[J]. 河南农业科学, 2015, 44(10): 95-99.

[14] 翟慧者, 胡同乐, 陈曲, 等. 10种化学杀菌剂对

苹果树腐烂病的防效评价[J]. 植物保护, 2012, 38(3): 151-154.

[15] 王帅, 刘召阳, 高小宁, 等. 10种生物源杀菌剂对苹果树腐烂病菌的室内活性评价[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(1): 150-156.

Lutou was increased by 0.14 to 0.40 cm, the root length was increased by 0.16 to 3.03 cm, the main root diameter was increased by 0.15 to 0.34 cm, and the fresh weight of a single root was increased by 10.67 to 26.16 g/plantin other 6 fertilization modes. The yield was increased by 333.90 to 1 740.90 kg/ha, the yield increasing was 2.69% to 14.03% and income increasing in other 6 modes was 3 665 to 15 159 RMB/ha compared with that of the conventional fertilization mode. Furthermore, the ferulic acid content was increased by 0.014 to 0.020 percentage points, the volatile oil content was increased by 0.07 to 0.14 percentage points, the alcohol extract content was increased by 0.8 to 2.9 percentage points. Overall, other 6 fertilization showed positive effects on morphological characteristics, yield, economic return and contents of active ingredients of Chinese angelica root.

Key words: Green; Fertilization technique; Fertilizer mode; Angelica; Yield; Active ingredient

当归为多年生草本植物,根圆柱状,下部有支根,并有多数肉质须根,黄棕色^[1]。当归以根入药,药性甘、辛、温,具有补血活血、调经止痛、润燥滑肠等功效^[2]。甘肃自古为当归的道地产区,早在1 800年前,当归就在甘肃岷县、宕昌县、漳县及渭源县一带栽培^[3]。1975年甘肃省形成了以岷县、宕昌县、漳县、渭源县为主体的生产基地,是当归的道地产区,年产量占全国的80%以上^[4]。

由于道地中药材主产地岷县等地处于贫困地区和山区,长期科技投入的严重不足以及贫困地区农民科技意识的薄弱和文化知识的欠缺,导致农民长期依赖于自己积累的种植经验。目前在施肥方面主要存在以下问题,一是施肥技术落后,药材质量不稳。种植区的农户凭经验和习惯施肥,不能以需肥规律和对养分的需求进行科学施肥,致使药材质量不稳,达不到控制标准,造成销路不畅,市场波动不定。二是滥用化肥现象严重,致使中药材农田生长环境不断恶化,药材质量受到严重影响。三是中药材种植过程中追肥困难。甘肃省中药材种植区都属雨养区,降雨时期不确定,不能按时按期追肥,造成产量不稳。农户为了保墒增产,在当归生产中大面积采用地膜种植技术,造成后期追肥困难和追肥效果不佳。因此,开展道地药材绿色高效施肥技术的深入研究,已成为甘肃省中药材发展的一个重要方向,对提高中药材综合生产效益,增加农民收入有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

本试验于2021年3—11月在甘肃省岷县麻子川镇麻子川村进行。试验区属高原性大陆气候,境内山岭起伏,地形由东南向西北倾斜,海拔

2 490 m,气候高寒阴湿。昼夜温差大,年平均气温5.1℃,无霜期110 d左右,年平均日照时数2214.9 h。年平均降水量589.5 mm,降水主要集中在5—9月,占年降水量的82.6%。试验地土壤类型为黑垆土^[5],pH 8.15,耕层土壤含有机质26.73 g/kg、全氮1.89 g/kg、速效磷50.2 mg/kg、速效钾265.4 mg/kg。

1.2 供试材料

供试当归种苗来源于农户自繁。供试肥料有复混肥料(总养分 $\geq 45\%$, N-P₂O₅-K₂O为20-15-10,中石化肥业有限公司)、有机肥(有机质 $\geq 45\%$, N+P₂O₅+K₂O $\geq 5\%$,夏河县达哇央宗有机肥有限公司)、生物有机肥(有益活菌数 ≥ 5.0 亿个/g,有机质 $\geq 40\%$,徽县金牛有限责任公司)、复合微生物肥料(有效活菌数 ≥ 0.2 亿/g, N+P₂O₅+K₂O $\geq 15\%$,有机质 $\geq 20\%$,甘肃绿能农业科技股份有限公司)、配方肥(N-P₂O₅-K₂O为18-23-10,史丹利化肥定西有限公司)、磷酸二铵(N 18%、P₂O₅ 46%,甘肃瓮福集团)。

1.3 试验方法

采用大区试验设计,设7个处理。处理T1(CK),常规施肥,即复混肥料750 kg/hm²+磷酸二铵300 kg/hm²+有机肥1 200 kg/hm²;处理T2,配方肥600 kg/hm²+有机肥2 400 kg/hm²;处理T3,配方肥600 kg/hm²+生物有机肥1 200 kg/hm²;处理T4,配方肥600 kg/hm²+有机肥1 200 kg/hm²+生物有机肥600 kg/hm²;处理T5,配方肥600 kg/hm²+有机肥1 200 kg/hm²+生物有机肥1 200 kg/hm²;处理T6,复合微生物肥料1 800 kg/hm²;处理T7,复合微生物肥料2 400 kg/hm²。采用起垄覆膜栽培技术,垄面宽120 cm,垄沟宽30 cm,株行距30 cm×25 cm,大区面积200 m²,试验于3月25日播

种, 10月28日收获。

1.4 样品采集

收获时每处理随机选取5个样方, 样方面积6 m²(1.5 m × 4.0 m), 去除杂质后称重测产, 并随机抽取完整当归药材20根考种并测定有效成分。

1.5 项目测定及方法

分别测定芦头径、根长、主根径、单根鲜重。样品自然风干后按《中国药典》(2020年版)要求进行有效药用成分测定, 阿魏酸、浸出物、挥发油含量均按《中国药典》当归项测定^[6]。

1.6 数据分析方法

试验数据经 Microsoft Excel 365 软件整理, 采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析, 并对各处理下各指标进行显著性检验, 显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对当归根部形态特征的影响

由表1可知, 6种当归施肥模式较对照均可提高当归的芦头径、根长、主根径、单根鲜重等根部形态特征指标。具体表现为芦头径增加0.14~0.40 cm、根长增加0.16~3.03 cm、主根径增加0.15~0.34 cm、单根鲜重增加9.67~26.16 g。经方

表1 不同处理的当归根部形态特征

处理	芦头径 /cm	根长 /cm	主根径 /cm	单根鲜重 /g
T1(CK)	2.78 b	32.16 a	1.81 b	136.58 b
T2	2.92 b	32.58 a	1.96 a	146.25 ab
T3	3.13 a	34.56 a	2.11 a	154.15 a
T4	3.05 a	34.76 a	2.09 a	151.24 a
T5	3.18 a	35.19 a	2.15 a	162.74 a
T6	2.94 a	32.32 a	2.01 a	149.54 a
T7	3.12 a	33.56 a	2.11 a	153.21 a

差分析, 根长6种施肥模式与对照差异不显著; 芦头径和单根鲜重除T2与对照差异不显著外, 其余处理均与对照差异显著; 主根径6种施肥模式均与对照差异显著。说明与常规施肥相比较, 6种施肥模式对当归根部形态特征均有显著的正效应。

2.2 不同处理对当归产量和经济效益的影响

由表2可知, 较对照而言, 6种施肥模式下当归产量均有所增加, 增产333.90~1740.90 kg/hm², 增幅为2.69%~14.03%。其中处理T5产量最高, 为14148.30 kg/hm²。统计分析结果显示, 除T6处理与对照表现为差异不显著外, 其余施肥模式与常规施肥均表现为差异显著, 说明该模式对产量提升效果显著。6种施肥模式较对照净产值都有所增加, 较对照增收3665~15159元/hm², 净产值和新增收益以处理T3最高, 处理T6最低。综合增收从大到小依次为T3、T5、T4、T7、T2、T6。可见, 6种施肥模式均可增加当归产量和收益。

2.3 不同处理对当归有效成分的影响

由表3可知, 与对照相比, 6种施肥模式均可提高当归阿魏酸、挥发油及醇浸出物的含量。其

表3 不同处理的当归有效成分 %

处理	阿魏酸含量	挥发油含量	醇浸出物含量
T1(CK)	0.065	0.47	46.5
T2	0.079	0.55	47.3
T3	0.083	0.58	49.1
T4	0.085	0.61	48.8
T5	0.086	0.63	49.4
T6	0.079	0.54	47.9
T7	0.082	0.56	48.5

表2 不同处理的当归产量和经济效益^①

处理	产量 /(kg/hm ²)	产量增幅 /%	产值 /(元/hm ²)	投入/(元/hm ²)		净产值 /(元/hm ²)	增收 /(元/hm ²)
				肥料投入	其他投入		
T1(CK)	12407.40 c		111667	6060	28350	77257	
T2	12982.35 b	4.63	116841	6600	28350	81891	4634
T3	14018.40 a	12.98	126166	5400	28350	92416	15159
T4	13748.10 a	10.81	123733	6000	28350	89383	12126
T5	14148.30 a	14.03	127335	7200	28350	91785	14528
T6	12741.30 bc	2.69	114672	5400	28350	80922	3665
T7	13296.75 ab	7.17	119671	7200	28350	84121	6864

①配方肥5.0元/kg, 有机肥1.5元/kg, 生物有机肥2.0元/kg, 复合微生物肥料3.0元/kg, 复混肥料4.0元/kg, 磷酸二铵4.2元/kg, 当归苗18元/kg, 当归苗用量为600 kg/hm², 劳力费用80元/个工, 农药费450元/hm², 其他1500元/hm²。鲜归按市场价9.0元/kg计。

中阿魏酸含量增加了 0.014 ~ 0.020 百分点, 挥发油含量增加了 0.07 ~ 0.16 百分点, 醇浸出物含量增加了 0.8 ~ 2.9 百分点。表明 6 种施肥模式均可有效地增加当归有效成分的含量, 综合效应表现为: T3、T5、T4 优于 T6、T7、T2。

3 结论与讨论

试验表明, 不同施肥处理下, 当归的芦头径、根长, 主根径、单根鲜重相较于常规施肥[复混肥料(N-P₂O₅-K₂O 为 18-23-10)750 kg/hm², 磷酸二铵 300 kg/hm², 有机肥(有机质≥45%, N+P₂O₅+K₂O≥5%)1 200 kg/hm²]均有所提高。较常规施肥而言, 6 种施肥模式当归的芦头径增加 0.14 ~ 0.40 cm、根长增长 0.16 ~ 3.03 cm、主根径增加 0.15 ~ 0.34 cm、单根鲜重增加 9.67 ~ 26.16 g/株。当归产量增加 333.90 ~ 17 40.90 kg/hm², 产量增幅为 2.69 % ~ 14.03%; 较常规施肥增收 3 665 ~ 15 159 元/hm²。阿魏酸含量增加 0.014 ~ 0.021 百分点, 挥发油含量增加 0.07 ~ 0.14 百分点, 醇浸出物含量增加 0.8 ~ 2.9 百分点。说明与常规施肥相比较, 6 种模式对当归根部形态特征、产量、收益、有效成分有正效应。

肖婉君等^[7]研究表明, 有机肥在当归栽培中有增产增效作用, 增施适当的有机肥可以提高当归药材根长, 增加单根产量, 纯施化肥的处理单根产量最低。本试验所有处理均采用复配肥, 其中施配方肥(总养分≥45%, N+P₂O₅+K₂O 为 20-15-10)600 kg/hm²+ 有机肥(有机质≥45%, N+P₂O₅+K₂O≥5%)1 200 kg/hm²+ 生物有机肥(有益活菌数≥5.0 亿个/g, 有机质≥40%)1 200 kg/hm²的处理对当归产量的提升最为显著, 当归的阿魏酸、挥发油、醇浸出物含量的提升最为明显。施肥是改善土壤营养、维持土壤持续生产力和稳定增产的有效措施, 合理施肥能有效促进药用植物有效成分的累积和药材产量的提高, 但过量施用不仅会导致土壤环境污染, 还会增加生产成本, 而且产量和品质反而会降低。龚成文^[8]的研究表明, 适宜的氮磷钾配比和施肥量不仅可以促进直播当归生长, 增加药材产量, 还能有效促进醇溶性浸出物、阿魏酸和挥发油的积累, 这与本试验结果相符。

阿魏酸在诸多方面均具有良好的药理活性^[9], 也是 2020 年版《中华人民共和国药典》中当归的指标性成分。有研究表明, 适宜的氮磷钾配方施肥能促进旋覆花生物量的积累和抗逆能力的提高, 同时还有利于浸出物的积累^[10]。当归挥发油的主要成分为藁本内酯, 对脑神经系统有广泛抑制作用, 具有改善心血管系统、镇痛、解痉、抗休克、抗炎、保肝、保肾等作用^[11]。李钦^[12]研究表明, 单施有机肥的当归药材质量显著优于其他肥料处理, 这与本试验结果相符。

本试验在原有配方施肥的基础上, 通过开展化肥与有机肥料配合施用技术研究, 提出适合当归种植过程中使用的 6 种绿色高效施肥技术模式。通过化肥与有机肥料的合理配合施用, 可实现当归的增产增收及有效药用成分的提升, 可为甘肃省中药材种植业的绿色健康发展提供了技术支持。

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]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [3] 刘润萍, 王兴政, 杨薇靖, 等. 海拔对秋直播当归生长动态及品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(7): 50-55.
- [4] 李应东, 蔺海明, 封士兰, 等. 甘肃道地药材当归研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2012.
- [5] 中华人民共和国民政部编. 中华人民共和国政区大典[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2013.
- [6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [7] 肖婉君, 郭凤霞, 陈垣, 等. 施用有机肥对当归药材性状、产量及抗病性的影响[J]. 草业学报, 2021, 30(3): 189-199.
- [8] 龚成文, 米永伟, 邵武平, 等. 氮磷钾配施对直播当归物质积累与药材质量的影响[J]. 河南农业科学, 2021, 50(8): 51-56.
- [9] 左爱华, 王莉, 肖红斌. 藁本内酯药理学和药代动力学研究进展[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(22): 3350-3353.
- [10] 张艳花. 欧当归内酯 A 诱导结肠癌细胞凋亡的作用及机制研究[D]. 太原: 山西大学, 2019.

玉米秸秆降解真菌的筛选鉴定

张艳萍, 赵 瑛, 张运晖

(甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为筛选适宜的玉米秸秆纤维素降解菌株作为玉米秸秆腐熟菌剂菌株资源储备, 通过采用腐殖玉米秸秆土壤微生物培养筛选、刚果红水解圈测试及酶活测定等多种方法的应用, 筛选得到2株具有纤维降解能力的真菌1[#]菌株和2[#]菌株。经形态学和分子生物学鉴定, 初步确定1[#]菌株为长枝木霉, 2[#]菌株为聚多曲霉。真菌1[#]菌株和2[#]菌株在刚果红培养基上均呈现比生长圈大2倍的水解圈。2个菌株在液体、固体2种酶液发酵情况下均表现内切酶活较强(65.202~217.614 U/mL), 均高于外切酶活(55.398~85.322 U/mL)和滤纸酶活(46.074~141.366 U/mL), 认为这2个菌株可作为玉米秸秆专用腐熟菌剂研发的储备菌株。

关键词: 玉米秸秆; 降解; 真菌; 菌株; 纤维素; 筛选; 鉴定

中图分类号: S513; X172

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)05-0055-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.05.014

Screening and Identification of Fungi for Maize Straw Degradation

ZHANG Yanping, ZHAO Ying, ZHANG Yunhui

(Institute of Biotechnology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to screen cellulose-degrading strains for maize straw as the reserve of decomposing agents, in this study, a variety of methods such as screening medium with only corn stalk powder, congo red hydrolytic circle test and enzyme activity determination were used to screen out two strains 1[#] and 2[#] with fiber degradation ability. After morphological and molecular identification, strain 1[#] was *Trichoderma longibrachiatum* and strain 2[#] was *Aspergillus sydowii*. Two fungi showed hydrolytic circles twice larger than growth circles on congo red medium. Through liquid and solid fermentation, two fungi showed stronger endonuclease activity (65.202 to 217.614 U/mL) than exonuclease activity (55.398 to 85.322 U/mL) and filter paper activity (46.074~141.366 U/mL), two fungi could be used as reserve strains for developing special decomposing agent of maize straw.

Key words: Maize straw; Degrade; Fungus; Strain; Cellulose; Screening; Identification

作物的秸秆是一种有利于土壤改良的有机肥源, 是直接有效的可再生资源, 主要由木质素和纤维素组成, 含有非常丰富的有机质、微量元素、氮、磷、钾, 可以提供农作物生长所需的多种营养元素, 对作物增产起到一定作用^[1-2]。我国每年产生的玉米秸秆可超过2亿t^[3]。目前对秸秆较广泛且有效的利用方式为直接机械破碎还田^[4-5]。秸

秆因其主要成分为纤维素、木质素和半纤维素^[6], 还田后普遍存在降解所需时间长问题, 有时会影响种植需求^[7]。能降解秸秆纤维素的微生物得到诸多学者的关注和研究^[8-13], 这些微生物将是解决秸秆问题的重要资源。目前报道的秸秆降解菌虽然已经很丰富, 但菌株也会有衰退发生, 筛选更多的秸秆降解菌作为资源库储备, 对秸秆还田

收稿日期: 2022-01-24; 修订日期: 2022-03-20

基金项目: 甘肃省农业科学院重点研发计划项目(2020GAAS29)。

作者简介: 张艳萍(1978—), 女, 甘肃武威人, 副研究员, 主要从事土壤微生物研究工作。Email: 64929217@qq.com。

通信作者: 赵 瑛(1967—), 女, 湖南益阳人, 副研究员, 主要从事微生物资源与利用研究工作。Email: 1020922137@qq.com。

[11] 张来宾, 吕洁丽, 陈红丽, 等. 当归中苯酞类成分及其药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(2): 167-176.

[12] 李 钦, 王引权, 彭 桐, 等. 施用复合微生物肥对当归药材品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(9): 117-122.