



刘华,李明,田永强,等.化肥减量配施微生物肥对黄芪生长及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2022(1):67-70.

化肥减量配施微生物肥对黄芪生长及产量的影响

刘 华¹,李 明¹,田永强²,马 斌¹

(1.宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所,宁夏 银川 750002;2.隆德县葆易圣药业有限公司,宁夏 隆德 756300)

摘要:为促进黄芪的生态种植,本试验设空白对照(CK1)、常规施肥(CK2,N 90.75 kg·hm⁻²、P₂O₅ 74.10 kg·hm⁻²、K₂O 132.00 kg·hm⁻²)、常规施肥+EM(T1)、化肥减量 20%+EM(T2,化肥用量比 CK2 减少 20%)、化肥减量 40%+EM(T3,化肥用量比 CK2 减少 40%)、化肥减量 60%+EM(T4,化肥用量比 CK2 减少 60%)处理,通过化肥减量配施微生物肥的试验研究适宜黄芪种植的投入低、能增产、易操作、可推广的施肥技术措施。结果表明:减施化肥配施 EM 菌肥能显著促进黄芪的生长,与常规施肥相比,化肥减量 60%配施微生物肥投入小,能节约投入 45%,增产 17.4%,说明该处理投入小且能获得较高的产量。适宜黄芪的减施化肥配施微生物肥施肥方式为施 N 36.30 kg·hm⁻²、P₂O₅ 29.64 kg·hm⁻²、K₂O 52.80 kg·hm⁻²,配施 EM 微生物肥稀释 1 000 倍 7 500 mL·hm⁻²灌根处理。

关键词:化肥减量;微生物肥;黄芪

黄芪为豆科植物蒙古黄芪[Astragalus membranaceus (Fisch.) Bge. var. mongholicus (Bge.) Hsiao]或膜荚黄芪[Astragalus membranaceus (Fisch.) Bge.]的干燥根,味甘、性微温,具有补气升阳、固表止汗、生精养血、敛疮生肌等功效^[1]。

大量研究证明,适当施肥可以促进中药材的生长发育,提高中药材的产量^[2-5],开展施肥对药材产量影响的研究主要集中在益母草^[6]、黄芪^[7]、玄参^[8]、半夏^[9]、桔梗^[10]、甘草^[11]、党参^[12]、红花^[13]、桃儿七^[14]、蒺藜等^[15]药材中。但肥料施用过多,不仅会对药用植物的生长产生不利影响,而且易造成肥料的流失,引起环境污染,造成肥料的浪费;而在较低施肥量条件下药用作物表现营养不良,植株不健康,产量减少^[2-3]。微生物肥料是指一类含有活性微生物并在使用中能获得特定肥料效应,能增加植物产量或提高品质的生物制剂,其种类有农用微生物菌剂、根瘤菌肥料、固氮菌肥料、磷细菌肥料、硅酸盐细菌肥料、有机物料腐熟剂、复合微生物肥料^[16]。与施用化肥相比,微生物肥具有改良土壤、增加土壤的肥力、增加产量、提高品质、降低病虫害发生、保护环境等优

点^[17-18]。到目前为止,微生物肥料在中药材栽培中应用较少^[2]。饶君凤等^[19]研究了 4 种不同微生物肥料对西红花的影响,结果表明重茬净、微生物菌剂、锦能菌宝、自制活性生物肥料等 4 种微生物肥料均能提高西红花有效球比例,能缓解西红花连作障碍。叶冰竹等^[20]研究表明,采用 15 g 的深绿木霉菌肥能显著促进丹参苗的生长和有效成分积累。王明贵等^[21]研究了微生物菌肥水稻宝对薏苡产量的影响,结果表明施用不同浓度水稻宝对薏苡产量的影响不同,但均能提高单产及提升品质。梁华等^[22]研究了固氮菌肥对黄芪品质及产量的影响,结果表明黄芪固氮菌回接于根际土壤,能有效促进黄芪的生长和品质的提高。目前,还没有化肥配施微生物肥对黄芪影响的研究报道,因此,本研究主要开展化肥配施微生物肥对黄芪生长及产量的影响研究,提出适宜于黄芪种植的投入低、能增产、易操作、可推广的施肥技术措施,为宁夏六盘山区黄芪的合理施肥提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于宁夏隆德县沙塘镇。海拔 1 920 m。属中温带半湿润向半干旱过渡带。冬季长而寒冷,夏季短而温度低,昼夜温差大。太阳总辐射 5 001.26 MJ·m⁻²,年均日照时数 2 032.2 h,年平均气温 5.1℃,极端高温 31.4℃,极端低温 -25.7℃,

收稿日期:2021-09-07

基金项目:宁夏重点研发计划一般项目(2019BBF03006);宁夏农业科技自主创新资金(NGSB-2021-16);现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-21)。

第一作者:刘华(1978—),男,硕士,副研究员,从事中药材栽培相关研究。E-mail:nxhmsliu@163.com。

$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $1\,926.3^{\circ}\text{C}$, 无霜期 133 d, 年平均降水量 553.3 mm, 蒸发量 1 339.2 mm, 年平均相对湿度 66%, 年平均风速 $2.2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。试验地 pH8.21, 有机质 $10.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效氮 $46\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效磷 $12.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾 $138\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 材料

黄芪种苗为蒙古黄芪, 由隆德县葆易圣药业有限公司提供。微生物肥为种植专用型 EM 原露[微生物肥(2005)准字(0222)号, 江西天意生物技术开发有限公司]。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设空白对照(CK1)、常规施肥(CK2, $\text{N } 90.75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 74.10\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 132.00\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)、常规施肥+EM(T1)、化肥减量 20%+EM(T2, 化肥用量比 CK2 减少 20%)、化肥减量 40%+EM(T3, 化肥用量比 CK2 减少 40%)、化肥减量 60%+EM(T4, 化肥用量比 CK2 减少 60%) 共 6 个处理, EM 用量均为 $7\,500\text{ mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。每小区面积 20 m^2 , 3 次重复, 随机区组排列。黄芪按常规方式移栽。化肥在苗期追施, EM 在苗期灌根处理, 稀释 1 000 倍。

1.3.2 测定项目及方法 在 8 月黄芪生长旺季随机选取 10 株测定株高。SPAD 值采用 SPAD-502Plus 便携式叶绿素测定仪进行测定。在 10 月底每小区挖 6 m^2 测定单根鲜重、产量, 3 次重复。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2016 软件处理数据及作图, 使用 DPS 14.0 对各指标进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 化肥减量配施微生物肥对黄芪株高的影响

由图 1 可知, CK2 株高为 29.5 cm 低于 CK1, 说明常规施肥即只施化肥不利于黄芪的生长; T1、T2 和 T4 的株高分别为 31.7、30.2 和 30.3 cm, 均高于 CK1 和 CK2, T3 株高为 25.1 cm, 低于其他处理, 但仅与 T1 处理差异显著($P<0.05$)。由此说明常规施肥配施 EM 肥能促进黄芪的生长, 化肥减量 20% 配施 EM 肥、化肥减量 60% 配施 EM 肥也能促进黄芪的生长, 化肥减量 40% 配施 EM 肥不利于黄芪的生长。

2.2 化肥减量配施微生物肥对黄芪 SPAD 值的影响

由图 2 可知, CK1、CK2 黄芪的 SPAD 值为 38.88 和 37.47, CK2 黄芪的 SPAD 值低于 CK1,

说明只施用化肥对黄芪的光合作用有一定抑制作用, 不利于黄芪的生长; T1、T2、T3、T4 的 SPAD 值均高于 CK1 及 CK2, 表明化肥配施微生物肥及化肥减量配施微生物肥都能增加黄芪的叶绿素含量, 增强黄芪的光合作用, 促进黄芪的生长。但仅 T1 与 CK1 和 CK2 差异显著($P<0.05$)。

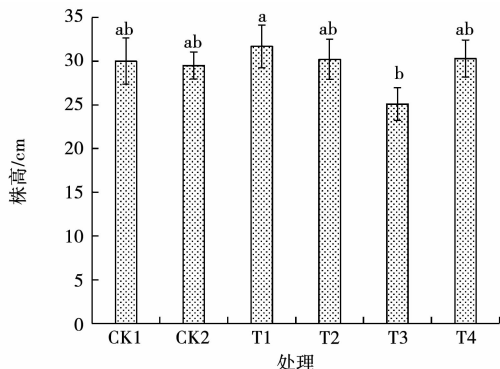


图 1 化肥减量配施微生物肥对黄芪株高的影响

注: 不同小写字母表示差异显著性($P<0.05$)。下同。

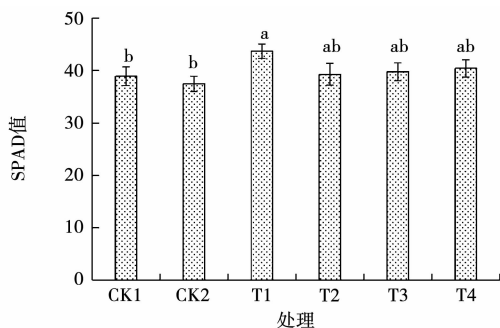


图 2 化肥减量配施微生物肥对黄芪 SPAD 值的影响

2.3 化肥减量配施微生物肥对黄芪单根重的影响

由图 3 可知, 不同处理对黄芪单根重的影响不同, CK2 黄芪的单根重为 37.3 g, 低于 CK1, 说明化肥施用过多不利于黄芪单根重的增加。T1、T2、T3、T4 各处理的单根重均高于 CK1 和 CK2, 说明化肥配施微生物肥能促进黄芪单根重的增加。T1 至 T4 各处理中, T4 处理黄芪的单根重最大, 为 53.1 g, 比 CK1 增加了 29.8%, 比 CK2 增加了 42.4%, T2 处理最小, 为 42.5 g。各处理间差异均不显著($P>0.05$)。

2.4 化肥减量配施微生物肥对黄芪产量的影响及效益分析

2.4.1 产量分析 由表 1 可知, 各处理的黄芪产量均高于 CK1, T2 和 T3 的产量低于 CK2, 分别为 $8\,283.3$ 和 $8\,191.6\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。T4 产量最高, 为 $9\,892.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比 CK1 增产 21.8%, 比 CK2

增产 17.4%。CK2 比 CK1 增产 3.7%,说明化肥减施 60%配施微生物肥最能促进黄芪产量的增加。各处理间差异不显著($P>0.05$)。

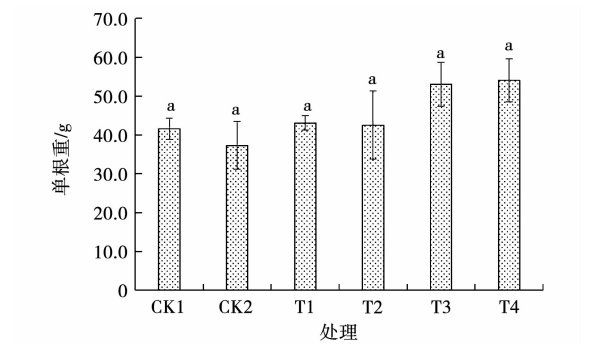


图 3 化肥减量配施微生物肥对黄芪单根重的影响

2.4.2 效益分析 氮肥(尿素)按照 2 元·kg⁻¹, 磷肥(过磷酸钙)按照 0.88 元·kg⁻¹,钾肥(硫酸钾)

按照 4 元·kg⁻¹,EM 菌肥按照 0.038 元·mL⁻¹,黄芪价格按照 5 元·kg⁻¹计算,对各处理肥料投入、增产率及效益进行了分析,结果表明与常规施肥相比,T4 投入最小,仅为 1 043 元·hm²,能节约肥料投入 45%,增产 17.4%,比 CK1 增产 21.8%,说明化肥减施 60%配施微生物肥能采用较低的投入获得较高的产量。经济效益分析表明,T1 和 T4 处理的效益均高于 CK1 和 CK2。T4 处理的效益能比不施肥(CK1)增加 19.2%,比常规施肥(CK2)增加20.4%。因此,在黄芪栽培中,可以采用化肥减施 60%配施微生物肥的施肥方法来减少投入增加产量。适宜黄芪的减施化肥配施微生物肥施肥方式为施 N 36.30 kg·hm⁻²,P₂O₅ 29.64 kg·hm⁻²,K₂O 52.80 kg·hm⁻²,配施 EM 微生物肥稀释1 000倍 7 500 mL·hm⁻²灌根处理。

表 1 化肥减量配施微生物肥对黄芪产量的影响及效益分析

处理	产量/ (kg·hm ²)	较 CK1 增 产率/%	较 CK2 增 产率/%	产值/ (元·hm ²)	肥料成本/ (元·hm ²)	效益/ (元·hm ²)	肥料成本 节约率/%	较 CK1 效益 增加率/%	较 CK2 效益 增加率/%
CK1	8124.9 a	-		40624.5		40624.5		-	
CK2	8425.0 a	3.7	-	42125.2	1895	40230.2	-	1.0	-
T1	8875.3 a	9.2	5.3	44376.3	2180	42196.3	-15	3.9	4.9
T2	8283.3 a	1.9	-1.7	41416.5	1801	39615.5	5	-2.5	-1.5
T3	8191.6 a	0.8	-2.8	40958.0	1422	39536.0	25	-2.7	-1.7
T4	9892.4 a	21.8	17.4	49462.2	1043	48419.2	45	19.2	20.4

注:相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 化肥减量配施微生物肥对黄芪生长的影响

EM 菌肥由 80 多种有益菌微生物复合而成,可促进土壤微生物的活动,改善土壤的物理性状^[23],能分泌多种维生素和生长激素,有效提高作物养分吸收能力和品质表现,增强抗性和代谢功能,进而促进植物生长发育^[24]。本试验结果表明,常规施肥配施 EM 肥、化肥减量 20%配施 EM 肥、化肥减量 60%配施 EM 肥都能促进黄芪的生长;化肥配施 EM 肥及化肥减量配施 EM 肥都能增加黄芪的叶绿素含量。方成等^[25]研究表明,减施 40%化肥和灌施加喷施 EM 菌剂液体肥能显著增加鲜食玉米的株高和 SPAD 值,与本研究的结论相似。这可能是 EM 菌肥含有光合菌群、乳酸菌群、酵母菌群、放线菌群、醋酸菌群等 80 多种有益微生物,改善了土壤的养分状况,提高了土壤有机质和速效态氮、磷、钾的含量^[23],提高了作物

叶片的叶绿素含量和表现光合速率^[25],从而促进了黄芪的生长。

3.2 化肥减量配施微生物肥对黄芪产量的影响

EM 能增加土壤肥力,有效地抑制病原菌,为植物提供营养和生理活性物质,提高作物的产量^[26]。方成等^[25]研究表明,减施化肥配施 EM 菌剂能提高鲜食玉米产量,并达到施用全量化肥的效果;岳明灿等^[27]研究表明,减施化肥配施 EM 菌剂,能显著增加樱桃番茄的产量;本试验研究也得出了相似的结论,减施化肥配施 EM 菌肥的产量均高于对照,其中化肥减施 60%配施 EM 肥对黄芪的增产效果最明显,比对照增产21.8%,比常规施肥增产 17.4%。这可能是配施 EM 菌肥后,改善土壤理化性质,促进了土壤速效养分和有机质含量的提升^[25],很大程度地改善了植株根系的生态环境,并促进其根系生长^[27],黄芪的产量因此得到了较大的提升。

4 结论

在本试验条件下,与常规施肥相比,减施化肥60%,施微生物肥,能促进黄芪的生长、增加黄芪叶绿素的含量,比对照增产21.8%,比常规施肥增产17.4%、节约投入45%、增加效益20.4%。因此,在黄芪的种植中可以采用减施化肥配施微生物肥的方式增加黄芪的产量、提高种植的效益。

参考文献:

- [1] 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,2015.
- [2] 王丹,侯俊玲,万春阳,等. 中药材施肥研究进展[J]. 土壤通报,2011,42(1):225-228.
- [3] 曾波,何忠俊,毛昆明,等. 药用植物施肥研究进展[J]. 云南农业大学学报,2007(4):587-592.
- [4] 聂金娥,郭庆梅,王真真,等. 施肥与中药材质量相关性研究概况[J]. 辽宁中医杂志,2014,41(1):186-188.
- [5] 于彩莲,刘元英,彭显龙. 中草药施肥研究状况及展望[J]. 东北农业大学学报,2003(4):478-481.
- [6] 李兴,马建强,陈太星,等. 氮磷钾配比施肥对益母草药材产量和质量的影响[J]. 现代农业科技,2019(6):32-33.
- [7] 赵亚兰,代立兰,王嵩德,等. 不同基肥及其施肥量对黄芪产量和质量的影响[J]. 中药材,2018,41(12):2741-2747.
- [8] 宋旭红,陈大霞,谭均,等. 不同配方肥对玄参产量及品质的影响研究[J]. 重庆中草药研究,2018(2):53-54.
- [9] 裴国平,裴建文. 施肥对半夏药材质量等级和出干率的影响[J]. 中国药事,2017,31(8):910-916.
- [10] 廖兴国,郭圣茂,陈兰兰,等. 不同施肥处理对桔梗生长特性与药材产量的影响[J]. 经济林研究,2014,32(2):110-113.
- [11] 李明,张清云,安钰,等. 宁夏中部干旱带扬黄灌区甘草优化施肥模型构建初步研究[J]. 宁夏农林科技,2013,54(5):60-62.
- [12] 彭锐,马鹏,孙年喜,等. 施肥对川党参产量和质量的影响研究[J]. 世界科学技术(中医药现代化),2010,12(2):

254-259.

- [13] 杨晓,童文,黄璐琳,等. 药用川红花高产优化配方施肥技术研究[J]. 现代农业科技,2010(18):92,94.
- [14] 魏有才. 桃儿七不同种植密度和施肥水平效益分析[J]. 青海农林科技,2010(4):4-6.
- [15] 韩梅,杨利民,韩大勇,等. 施肥对蒺藜药材产量的影响[J]. 吉林农业大学学报,2009,31(2):178-180,194.
- [16] 潘宇,朱明志,于双成,等. 肥料家族的生力军——微生物肥[J]. 吉林林业科技,2019,48(5):47-48.
- [17] 刘军辉,李利. 我国微生物肥的应用研究进展[J]. 河北果树,2018(5):5-6.
- [18] 郑茗月,李海梅,赵金山,等. 微生物肥料的研究现状及发展趋势[J]. 江西农业学报,2018,30(11):52-56.
- [19] 饶君凤,吕伟德,宋涛. 微生物肥料对西红花生长及代谢物的影响[J]. 浙江大学学报(理学版),2019,46(6):731-736.
- [20] 叶冰竹,翟欣,秦路平,等. 深绿木霉 D16 生物菌肥对丹参生长和次生代谢的影响[J]. 药学实践杂志,2019,37(3):216-221.
- [21] 王明贵,杨连坤. 水稻宝不同施用浓度对苻苕产量的影响试验总结[J]. 种子科技,2019,37(5):163,165.
- [22] 梁华,陈灿灿,陈家炜,等. 固氮菌肥对山西道地黄芪品质及产量的影响[J]. 山西农业科学,2019,47(5):841-844.
- [23] 梁彦兰,刘彦珍,武勇. 施肥技术对柚木生长的影响[J]. 北方园艺,2013(2):166-168.
- [24] 曾庆宾,张宇羽,蔡艳,等. 苗床添加微生物菌肥对烟草农艺性状和经济性状的影响[J]. 农学学报,2017,7(1):52-56.
- [25] 方成,岳明灿,王东升,等. 化肥减施配施微生物菌剂对鲜食玉米生长和土壤肥力的影响[J]. 土壤,2020,52(4):743-749.
- [26] 同小娟,李俊,李维炯. 长期施用有效微生物肥对冬小麦-夏玉米生长和产量的影响[J]. 华北农学报,2007(6):165-170.
- [27] 岳明灿,王治国,陈秋实,等. 减施化肥配施微生物菌剂对番茄产质量和土壤肥力的影响[J]. 土壤,2020,52(1):68-73.

Effects of Reducing Chemical Fertilizer Combined with Microbial Fertilizer on the Growth and Yield of *Astragalus membranaceus*

LIU Hua¹, LI Ming¹, TIAN Yong-qiang², MA Bin¹

(1. Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Longde Baoyisheng Pharmaceutical Limited Company, Longde 753600, China)

Abstract: In order to promote the ecological planting of *Astragalus membranaceus*, this experiment set control (CK1), conventional fertilization (CK2, N 90.75 kg · ha⁻¹, P₂O₅ 74.10 kg · ha⁻¹, K₂O 132.00 kg · ha⁻¹), conventional fertilization + EM (T1), chemical fertilizer reduction 20% + EM (T2, chemical fertilizer consumption 20% less than CK2), chemical fertilizer reduction 40% + EM (T3, chemical fertilizer consumption 40% less than CK2), chemical fertilizer reduction 60% + EM (T4, chemical fertilizer consumption 60% less than CK2) treatment, through the experiment of reducing chemical fertilizer combined with microbial fertilizer, the fertilization technical measures suitable for *Astragalus* planting with low investment, high yield, easy operation and popularization were studied. The results showed that the reduction of chemical fertilizer combined with EM bacterial fertilizer could significantly promote the growth of *Astragalus membranaceus*. Compared with conventional fertilization, the reduction of chemical fertilizer by 60% combined with microbial fertilizer could save 45% and increase 17.4%, indicating that the treatment had small investment and high yield. The suitable fertilization methods for *Astragalus membranaceus* were N 36.30 kg · ha⁻¹, P₂O₅ 29.64 kg · ha⁻¹, K₂O 52.80 kg · ha⁻¹, EM microbial fertilizer diluted 1 000 times and 7 500 mL · ha⁻¹.

Keywords: reduction of chemical fertilizer application; microbial fertilizer; *Astragalus membranaceus*