

增施有机肥对蒙古黄芪产量、根腐病及品质的影响

姬丽君¹, 席旭东^{2*}, 王鸿雁², 梁平², 李娟²

(1. 甘肃省定西市安定区农业技术推广服务中心, 甘肃 定西 743000;

2. 甘肃省定西市种子站, 甘肃 定西 743000)

摘要:为探讨增施有机肥对蒙古黄芪产量构成、品质及根腐病的影响,通过设置减量化肥增加有机肥不同配比试验,比较研究了不同施用量对蒙古黄芪根茎生长指标、产量、发病率及关键品质指标的影响。结果表明,纯施有机肥处理(O)根分枝数和侧根粗分别较纯施配方化肥处理(C)平均增加0.5个和0.1 mm,且根分支与处理C成显著差异水平。黄芪鲜产量则以处理C最高,为7557.3 kg/hm²,分别较对照(CK)、1/2C+2O和O处理增产45.4%、24.7%和13.9%,且与这3个处理间呈极显著差异水平,但与3/4C+3/2O处理间未达到显著差异水平。处理O发病率和病情指数均最小,分别为34.1%和15.0%,分别较处理C降低17.9和18.1个百分点,且与处理C呈显著差异水平。对照和处理O的黄芪甲苷含量最高,分别较最低的处理C的含量(0.075%)提高了27.9%和18.5%。综合来看,合理减少化肥用量,适量增加有机肥用量,将有助于高品质黄芪的生产。

关键词:蒙古黄芪;有机肥;产量;品质

定西市地处甘肃中部,是青藏高原、黄土高原和西秦岭交汇地区,其独特的气候条件和土壤环境,是多种中药材的最佳道地适种区,自古就有“千年药乡”之美誉。定西市的陇西县被中国农学会特产经济专业委员会命名为“中国黄芪之乡”。近年来,全市中药材面积稳定在12万hm²以上,黄芪种植面积常年稳定在3万hm²左右,其产量和品质均居全国地级市前列。但在多年种植中,在药农一味的追求产量的前提下,化肥施用量连年增加,加之连茬多茬种植等原因,导致黄芪品质不稳定,甚至个别区域生产的黄芪出现品质不达标现象。尤其是《中华人民共和国药典(2020年版)》(以下简称《药典》)^[1]提高了黄芪甲苷含量标准之后,其品质更加令人担忧。

近年来,人们将施用有机肥作为提高耕地质量,改善农产品品质,减少农业面源污染^[2-14]的关键措施来实施。贺连珍等^[15]研究表明,有机肥

全部替代化肥后施用量在7500 kg/hm²时黄芪产量最佳,达到12730.8 kg/hm²。肖婉君等^[16]研究了施用有机肥对当归药材产量及抗病性的影响,结果表明,纯施有机肥能够有效降低当归早衰率、根病率和发病程度,促进当归主侧根生长,改善药材性状。王梦茹^[17]、李文倩等^[18]、秦梦^[19]、邱黛玉等^[20]在专用肥和不同肥料配比对黄芪产量和品质的影响等方面也进行了相关研究,结果显示,施用专用肥及配方施肥均能有效提高黄芪的产量和品质。近年来,关于有机肥相对化肥减量施用对黄芪产量品质影响方面的报道还较为少见。

本研究在黄芪道地产区设置有机肥及其减量化肥增加有机肥不同配比试验,通过观测统计其产量形成指标及相关性、分析比较根腐病发病率、发病指数、经济效益及其品质指标等,旨在探讨有机肥施用对蒙古黄芪产量品质及效益的影响,为绿色有机中药材的生产提供理论依据,为促进当地乃至全国中药材产业持续健康发展和实现乡村振兴探求新的模式和措施。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2021年4月15日至11月15日在甘肃省定西市安定区香泉镇西寨村进行。试验地海拔2050 m,2021年降水量362.3 mm,平均气温

收稿日期:2022-02-25;录用日期:2022-05-08

基金项目:陇原青年创新创业人才项目“半干旱区秸秆覆盖对黄芪土壤水热效应及抗旱增产研究”;甘肃省省级重点研发计划项目“黄芪种苗繁育全程机械化关键技术研究示范”;定西市2023年重点技术攻关专项“定西三大道地药材种苗繁育关键技术研究示范”(DX2023AZ04)。

作者简介:姬丽君(1984-),高级农艺师,硕士,主要从事农业技术与土壤肥料方面应用研究及推广。E-mail:jilijun2@126.com。

通讯作者:席旭东,E-mail:xixudong@126.com。

7.7℃, 无霜期 128 d。土壤肥力较好, 0 ~ 30 cm 耕层有机质 9.8 g/kg, 全氮 0.75 g/kg, 碱解氮 62 mg/kg, 有效磷 13 mg/kg, 速效钾 162 mg/kg, pH 7.8。上茬种植马铃薯, 上上茬种植玉米。

1.2 试验材料

试验用种苗为陇西县菜子镇二十里铺村一年生种苗, 经陇西县中医药研究院鉴定为蒙古黄芪种苗。试验用有机肥由定西甲天下农业科技有限公司生产, 有机质含量 $\geq 45\%$, $N+P_2O_5+K_2O \geq 5\%$; 尿素 (N 46%) 和磷酸二铵 (总养分 $>64\%$, N 18%, P_2O_5 46%) 均由中化化肥有限公司生产; 硫酸钾

(K_2O 50%) 由甘肃新川肥料有限公司生产。

1.3 试验处理设计

试验采用单因素随机区组设计, 3 次重复。小区面积 $3 m \times 5 m = 15 m^2$ 。具体试验处理设计见表 1。施肥在移栽时均按照开沟撒施方式一次性施入。种苗于 2021 年 4 月 15 日移栽定植。移栽前将弱苗、病苗、盆苗等剔除, 使种苗均匀一致。按照株行距 $10 cm \times 25 cm$ 斜栽。20 ~ 25 cm 深, 覆土 2 ~ 3 cm。生长期人工除草 3 次, 未追施其他肥料, 未使用任何农药防治病虫害。于 2021 年 11 月 15 日统一采收测产。

表 1 试验处理设计

施肥处理	有机肥施用量 (kg/hm ²)	配方肥施用量 (kg/hm ²)			备注
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
CK	0	0	0	0	空白不施肥, 作对照
O	2250	0	0	0	纯施有机肥
C	0	152.1	124.2	150.0	纯施配方肥
3/4C+3/2O	3375	114.0	93.2	112.5	减 25% 配方肥, 增 50% 有机肥
1/2C+2O	4500	76.1	62.1	75.0	减 50% 配方肥, 增 100% 有机肥

1.4 测定项目与方法

黄芪采挖时, 挖取 60 cm 以内的根长为主根。每小区全部采挖后抖净根部泥土, 剪掉残枝茎叶后称量鲜重, 统计根腐病发病情况。根腐病按照陈垣等^[21]的方法和标准统计, 并计算发病率和病情指数。

发病率 (%) = 病根数 / 调查总数 × 100

病情指数 = \sum (各级根数 × 各级病级数) × 100 / (调查总数 × 最高级数)

每个重复随机挑选 25 根进行测量根分支、主根长、主根粗、侧根长、侧根粗, 单株鲜重等指标。主、侧根长均按根粗大于 5 mm 计, 根粗在距离芦头或侧切口下 1 cm 处采用游标卡尺测量。采用电子天平称量单根鲜重。60℃ 恒温烘干后称量干重。

品质指标由甘肃数字本草检验中心有限公司按照《药典》^[1] 规定进行检测。

根据 2021 年当地平均市场价计算投入成本及药材效益。

1.5 数据处理方法

试验数据采用 Excel 2010、SPSS 19.0 进行分析, 方差分析用 LSD 法, 选用随机模型。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对黄芪产量形成指标的影响

各施肥处理对黄芪产量形成指标均有不同程度的影响。如表 2 所示, 配方化肥施用对黄芪的主根长、主根粗和根鲜重影响较为明显, 纯施配方肥处理 C 的主根长与 CK 间存在显著性差异, 较纯施有机肥处理 O 平均增长 5.8 cm, 增幅达 16.9%, 主根粗与 CK 和处理 O 均成显著差异水平, 分别增粗 22.5% 和 15.7%。单株鲜重由高到低依次为 C>3/4C+3/2O>O>1/2C+2O>CK, 且仅 CK 与其他处理成显著差异水平, 其余处理间均不显著。有机肥施用对黄芪的根分支和侧根粗有显著影响, 根分支和侧根粗均以处理 O 为最大, 平均分别为 1.1 个和 7.4 mm, 分别较纯施化肥处理 C 增加 0.5 个和 0.1 mm, 且根分支与处理 C 成显著差异水平。单株干重处理间差异不显著, 这可能与化肥施用处理的黄芪药材含水率较高有关。在各施肥处理中, 药材鲜产量由高到低依次为 C>3/4C+3/2O>O>1/2C+2O>CK, 纯配方肥处理鲜产量最高, 为 7557.3 kg/hm², 分别较对 CK、1/2C+2O 和处理 O 增产 45.4%、24.7% 和 13.9%, 且与这 3

个处理间产量呈极显著差异水平。处理 3/4C+3/2O 产量次之, 为 7317.3 kg/hm², 但与处理 C 差异不显著。处理 1/2C+2O 的产量仅高于 CK, 甚至较纯施有机肥处理 O 减产 12.6%。

表 2 不同施肥处理对黄芪产量构成指标的影响

施肥处理	根分支 (个)	主根长 (cm)	侧根长 (cm)	主根粗 (mm)	侧根粗 (mm)	单根鲜重 (g)	单根干重 (g)	产量 (kg/hm ²)
CK	0.7 ± 0.1Abc	28.5 ± 0.3Aa	16.4 ± 0.7Aa	10.1 ± 0.3Cc	6.6 ± 0.1Ab	35.8 ± 0.2Ab	19.9 ± 2.2Aa	5197.3Dc
O	1.1 ± 0.0Aa	33.4 ± 2.1Aa	18.3 ± 1.3Aa	11.0 ± 0.2BCc	7.4 ± 0.1Aa	44.9 ± 1.3Aab	22.1 ± 0.9Aa	6508.9BCb
C	0.6 ± 0.1Ac	34.3 ± 1.2Aa	19.7 ± 1.1Aa	11.2 ± 0.7Aa	7.3 ± 0.3Aa	52.1 ± 1.5Aa	26.0 ± 0.8Aa	7557.3Aa
3/4C+3/2O	0.8 ± 0.1Aabc	32.8 ± 2.8Aa	17.1 ± 0.8Aa	12.3 ± 0.2ABab	7.4 ± 0.1Aa	50.2 ± 6.6Aa	23.6 ± 2.7Aa	7317.3ABa
1/2C+2O	0.9 ± 0.2Aab	31.7 ± 1.0Aa	16.9 ± 1.5Aa	13.1 ± 0.3BCbc	6.6 ± 0.2Ab	40.4 ± 3.6Aab	21.2 ± 1.8Aa	5691.2CDc

注: 大写字母表示极显著差异水平 ($P < 0.01$), 小写字母表示显著差异水平 ($P < 0.05$)。

2.2 不同施肥处理对黄芪药材根腐病发病情况的影响

在黄芪采挖时通过小区逐根观测统计, 汇总分析见图 1。总体来看, 纯施配方化肥处理 C 的黄芪药材根腐病发病率和病情指数均最大, 分别为 52% 和 33.1%, 纯施有机肥处理 O 的发病率和

病情指数均最小, 分别为 34.1% 和 15.0%, 较处理 C 分别降低 17.9 和 18.1 个百分点, 且施用配方化肥的处理与 CK 和纯施有机肥处理间发病率呈显著差异水平, 病情指数呈极显著差异水平。这说明有机肥施用可以有效降低黄芪根腐病的发生率和危害程度。

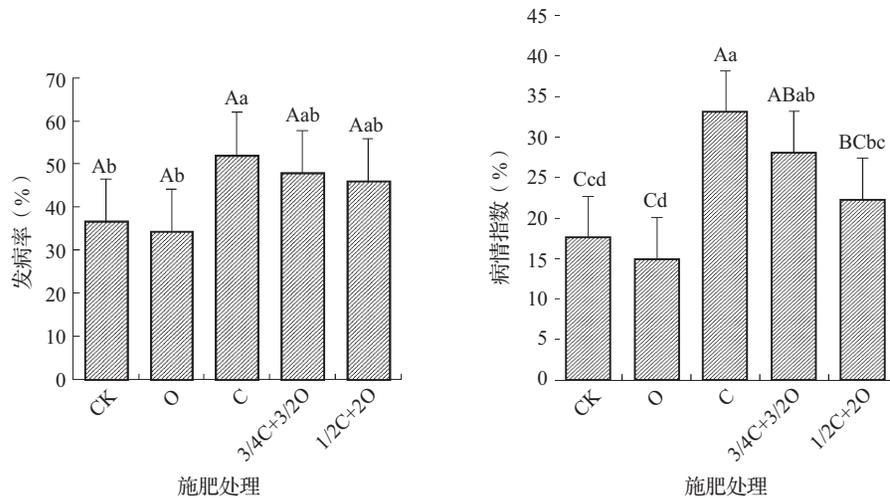


图 1 不同施肥处理黄芪发病率和病情指数

注: 小写字母表示显著差异水平 ($P < 0.05$), 大写字母表示极显著差异水平 ($P < 0.01$)。

2.3 不同施肥处理对黄芪品质的影响

按照《药典》^[1] 规定将黄芪的关键品质指标测定统计如表 3 所示。从表 3 可以看出, 纯施配方化肥处理 C 中黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量均未达到《药典》^[1] 规定, 有机肥配施化肥处理 3/4C+3/2O 中毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量也未达到《药典》^[1] 规定。其余各处理所测指标均符合《药典》^[1] 规定, 其中 CK 和纯施有机肥处理 O 的黄

芪甲苷含量最高, 分别为 0.104% 和 0.092%, 分别较最低的处理 C 含量 (0.075%) 提高了 27.9% 和 18.5%。毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量以处理 1/2C+2O 最高, 为 0.027%; 其次为 CK, 0.023%; 再次为处理 O, 0.022%。水分和总灰分含量均以处理 O 为最高, 分别为 4.7% 和 4.9%。水溶性浸出物含量相差不大, 以 3/4C+3/2O 处理最高, 为 37.3%。

表 3 不同施肥处理对黄芪主要品质的影响

施肥处理及标准	检验项目					备注
	水分 (%)	总灰分 (%)	水溶性浸出物 (%)	黄芪甲苷 (%)	毛蕊异黄酮葡萄糖苷 (%)	
CK	4.0	4.2	35.3	0.104	0.023	均达《药典》 ^[1] 规定
O	4.7	4.9	34.4	0.092	0.022	均达《药典》 ^[1] 规定
C	3.5	4.4	36.0	0.075	0.018	黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量均不达标
3/4C+3/2O	4.5	3.8	37.3	0.090	0.017	毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量不达标
1/2C+2O	4.7	3.8	36.2	0.092	0.027	均达《药典》 ^[1] 规定
标准规定	≤10.0	5.0	≥17.0	≥0.080	≥0.020	

2.4 不同施肥处理黄芪药材的种植效益

以黄芪产地鲜药材为销售对象,按照当年当地市场价进行成本及药材的产值计算,分析对比不同施肥处理黄芪的药材效益(表4)。不同施肥处理产地初级产品鲜黄芪种植收益差异较大,纯收益从高到低依次为 C>3/4C+3/2O>O>CK>1/2C+2O。本研究结果显示,纯施化肥处理 C 的纯收益最

高,达 43039.8 元/hm²,较 CK 和处理 O 分别增收 11856.0 和 6069.9 元/hm²,但因处理 1/2C+2O 中肥料投入成本最高,达 9180.0 元/hm²,因此,较 CK 表现为减收 6216.1 元/hm²。总体来看,纯施化肥处理 C 肥料投入成本相对较低,黄芪鲜药材产量较高,单从经济收益方面考虑,效益最佳。

表 4 不同施肥处理黄芪药材种植效益

施肥处理	黄芪产量 (kg/hm ²)	肥料成本 (元/hm ²)	总收益 (元/hm ²)	纯收益 (元/hm ²)	较 CK 增减 (元/hm ²)
CK	5197.3	0.0	31183.8	31183.8	—
O	6508.9	1800.0	39053.7	37253.7	6069.9
C	7557.3	2304.0	45343.8	43039.8	11856.0
3/4C+3/2O	7317.4	4428.0	43904.2	39476.2	8292.4
1/2C+2O	5691.3	9180.0	34147.7	24967.7	-6216.1

注:黄芪价格按照当年鲜黄芪市场收购价 6 元/kg;肥料价格按照 2021 年 3 月当地平均市场价,有机肥 800 元/t,尿素 2400 元/t,磷酸二铵 3200 元/t,硫酸钾 3000 元/t。

3 讨论

3.1 不同施肥配比对黄芪产量及其构成指标影响较大

本研究结果显示,纯施配方肥对黄芪的主根长、主根粗和根鲜重影响较为明显。其中,主根长较纯施有机肥处理 O 平均每根增长 5.8 cm,平均增长率 16.9%,主根粗与 CK 和纯施有机肥处理 O 均成显著差异水平,分别增粗 22.6% 和 15.7%;有机肥施用对黄芪的根分支和侧根粗有显著影响。分别较纯施配方化肥处理 C 增加 0.5 个和 0.1 mm,且根分支与处理 C 成显著差异水平。纯施配方肥 C 处理黄芪鲜产量达最高,为 7557.3 kg/hm²,分别

较 CK、1/2C+2O 和纯施有机肥处理 O 增产 45.4%、24.7% 和 13.9%,且与这 3 个处理间产量呈极显著差异水平,但与减 25% 化肥、增施 100% 有机肥的 3/4C+3/2O 处理间产量未达到显著差异水平。这说明在黄芪栽培中适量减少化肥,增施一定量有机肥,对其鲜产量的影响不大,可能是由于增施有机肥对土壤的改良作用过程缓慢,肥料中氮素的当季利用较低,还需进行长期进一步的研究^[22]。

3.2 有机肥施用可以有效降低黄芪根腐病的发生率和危害程度

根腐病是黄芪药材最为常见的病害,也是影响黄芪产量和品质的关键因素。本研究结果显示,纯施配方肥处理 C 的黄芪药材根腐病发病率和病情指

数均最大, 纯施有机肥处理 O 发病率和病情指数均最小, 分别较处理 C 降低 17.9 和 18.1 个百分点。且纯施配方化肥处理 C 与 CK、纯施有机肥处理 O 间发病率呈显著差异水平, 病情指数呈极显著差异水平。这说明有机肥施用可以有效降低黄芪根腐病的发生率和危害程度。肖婉君等^[16]和张广臣等^[23]分别在当归和茄子中进行了有机肥栽培研究, 结果表明, 纯施有机肥栽培发病率最低, 发病程度最轻, 较纯施化肥和不施肥有显著降低。本文黄芪根腐病研究结果与该结论有相同之处。

3.3 化肥和有机肥施用对黄芪关键品质指标影响较大

大量研究表明, 有机肥和化肥合理配施能够提高作物的品质, 如增加茶叶氨基酸、茶多酚含量, 增加黄瓜维生素 C 含量, 提高苹果可溶性糖和维生素 C 含量及糖酸比, 提高丹参酚酸类水溶性成分和有效成分含量^[24], 但过多的氮肥会造成黄芩、人参、柴胡、丹参等药材质量下降^[25-28]。按照《药典》^[1]标准测定, 结果显示, 纯施配方肥处理 C 中黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量均未达到《药典》^[1]规定, 有机肥配施化肥处理 3/4C+3/2O 中毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量也未达到《药典》^[1]规定。而不施肥处理 CK 和纯施有机肥处理 O 的黄芪甲苷含量最高, 分别为 0.104% 和 0.092%, 分别较最低的处理 C (0.075%) 提高了 27.9% 和 18.5%。由此可见, 大量施用化肥易造成土壤酸化、营养比例失调, 可能会影响黄芪药材中黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量的积累, 不施肥和纯施有机肥处理将有利于黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量的积累, 这可能是因为试验田常年施用化肥的影响比较深远, 且纯施有机肥的土壤环境含有利药材苷类等成分形成与积累的营养物质及元素。

4 结论

综上所述, 增施有机肥能够有效增加黄芪的根分支和侧根粗, 可显著降低黄芪药材根腐病的发病率和发病程度, 提高黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量, 改善黄芪药材品质。适量减少化肥, 增施一定量有机肥, 对黄芪鲜产量影响不大。单从比较效益来看, 纯施化肥处理投入成本相对较低, 黄芪鲜药材产量较高, 比较效益最佳, 但所生产黄芪药材品质极有可能达不到《药典》^[1]标准, 若按质论价, 就会减少药农实际收益。因此, 建议在道地药

材产区, 合理减少化肥, 适量增加有机肥, 将有助于高品质、绿色、有机黄芪的生产。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 (2020 年版): 一部 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 315-316.
- [2] 丁英, 王飞, 贾登泉, 等. 有机肥对土壤培肥作用长期定位研究 [J]. 新疆农业科学, 2014 (10): 1857-1861.
- [3] 沈德龙, 曹凤明, 李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望 [J]. 中国土壤与肥料, 2007 (6): 1-5.
- [4] 董春华, 高菊生, 曾希柏, 等. 长期有机无机肥配施下红壤性稻田水稻产量及土壤有机碳变化特征 [J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20 (2): 336-345.
- [5] 徐明岗, 李冬初, 李菊梅, 等. 化肥有机肥配施对水稻养分吸收和产量的影响 [J]. 中国农业科学, 2008, 41 (10): 3133-3139.
- [6] 罗佳, 赵爽, 袁玉娟, 等. 施用微生物有机肥对棉花抗病性相关酶活性的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2011, 34 (3): 89-93.
- [7] 张旭东. 覆膜种植和施肥对半干旱地区资源高效利用及玉米生产持续性的影响机制 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [8] 李胜华, 谷丽萍, 刘可星, 等. 有机肥配施对番茄土传病害的防治及土壤微生物多样性的调控 [J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15 (4): 965-969.
- [9] 白雪纯, 张君红, 冯魁亮, 等. 化肥减量配施有机肥对青贮玉米产量、营养价值及土壤微生物活性的影响 [J]. 草业科学, 2020, 37 (2): 348-354.
- [10] 席旭东, 姬丽君, 李海东. 硒营养剂不同施用水平和施用方式对当归产量及品质的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34 (2): 125-129.
- [11] 李佳进, 肖丽霞, 刘银芬. 增施有机肥对土壤理化性状及水稻产量的影响 [J]. 上海农业科技, 2020 (1): 107-108.
- [12] 谢安乾, 王恩尧. 有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展 [J]. 乡村科技, 2017 (2): 87.
- [13] 王德贵. 增施有机肥对全膜覆土穴播春小麦水分利用和产量的影响 [J]. 麦类作物学报, 2019, 39 (2): 179-185.
- [14] Gu X, Sun Q, Wang R, et al. Microbial fertilizer and organic fertilizer on soil improvement effect of plastic shed watermelon [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2017, 35 (3): 219-225.
- [15] 贺连珍, 蔡有华, 胡生隆, 等. 有机肥不同施用量对黄芪产量的影响 [J]. 现代农业科技, 2020 (12): 2.
- [16] 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.
- [17] 王梦茹. 专用肥对黄芪产量及品质的影响 [D]. 晋中: 山西农业大学, 2019. 34-36.
- [18] 李文倩, 张莹, 王梦茹, 等. 不同施肥配比对蒙古黄芪产量

- 及品质的影响[J]. 草地科学, 2020 (1): 221-229.
- [19] 秦梦, 田伟, 张益铭, 等. 不同施肥配比对黄芪产量和多糖含量的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2015, 42 (1): 148-151.
- [20] 邱黛玉, 彭宁刚, 陈小娜. 不同施肥量对黄芪生长发育、药材产量及种子产量和质量影响的研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32 (10): 75-101.
- [21] 陈垣, 朱蕾, 郭凤霞, 等. 甘肃渭源蒙古黄芪根腐病原菌的分离与鉴定[J]. 植物病理学报, 2011, 41 (4): 428-431.
- [22] 苏智, 王振坤, 刘铁欣, 等. 增施有机肥对黄芪产量的影响[J]. 现代农业科技, 2019 (6): 28-30.
- [23] 张广臣, 叶景学, 张晓明. 有机肥对茄子生长发育及抗病性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25 (1): 66-70.
- [24] 万修福, 王升, 张燕, 等. 有机肥和化肥配施对丹参生长和品质的影响[J]. 中国中药杂志, 2021, 46 (8): 1-10.
- [25] 张燕, 刘勇, 王文全, 等. 氮磷钾肥对黄芩产量及黄芩苷含量的影响[J]. 中药材, 2007, 30 (4): 386-388.
- [26] 张平, 索滨华. 基肥氮素水平与人参碳氮代谢[J]. 吉林农业大学学报, 1995, 17 (2): 5.
- [27] 朱再标, 梁宗锁, 卫新荣, 等. 柴胡氮、磷和有机肥施肥效应分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13 (1): 167-170.
- [28] 韩建萍, 梁宗锁. 氮、磷对丹参生长及丹参素和丹参酮Ⅱ_A积累规律研究[J]. 中草药, 2005, 36 (5): 756-759.

Effects of increasing organic fertilizer on yield, root rot and quality of *Astragalus membranaceus*

JI Li-jun¹, XI Xu-dong^{2*}, WANG Hong-yan², LIANG Ping², BO Juan² (1. Agricultural Technology Extension and Service Center of Anding District in Dingxi City of Gansu, Dingxi Gansu 743000; 2. Seed Station in Dingxi City of Gansu, Dingxi Gansu 743000)

Abstract: In order to explore the effects of increasing organic fertilizer on the yield composition, quality and root rot of *Astragalus membranaceus*, the study designed different application amounts of reduced chemical fertilizer and increasing organic fertilizer in a field experiment, and measured the growth index, yield, incidence and key quality indexes of *Astragalus membranaceus*. The results showed that the number of root branches and lateral root diameter of pure organic fertilizer treatment (O) increased by 0.5 and 0.1 mm, respectively, compared with pure formula chemical fertilizer treatment (C), and the root branch was significantly different between two treatment. The maximum value of fresh yield of *Astragalus membranaceus* was 7557.3 kg/hm² under C treatment, which increased by 45.4%, 24.7% and 13.9% compared with control check (CK), 1/2C+2O and O, respectively. The yields among the three treatments showed significantly different, but did not reach significant difference with 3/4C and 3/2 O treatment. The incidence and disease index of treatment O were the lowest, and showed significant different with treatment C, which were 34.1% and 15.0%, respectively. The content of astragaloside IV in CK and treatment O was the highest, which was increased by 27.9% and 18.5% compared with the lowest treatment C (0.075%). In summary, reducing the amount of chemical fertilizer reasonably and increasing the amount of organic fertilizer appropriately will contribute to the production of high-quality *Astragalus membranaceus*.

Key words: *Astragalus membranaceus*; organic fertilizer; yield; quality