

· 中药农业 ·

## 轮作周期及新型肥料对蒙古黄芪主要农艺性状 及生产效应研究<sup>△</sup>

马中森<sup>1</sup>, 洪建雄<sup>1</sup>, 刘效瑞<sup>2\*</sup>, 赵鹏元<sup>1</sup>, 卢磊<sup>1</sup>, 霍海军<sup>1</sup>, 徐永强<sup>3</sup>

- (1. 甘肃省陇西保和堂药业有限责任公司, 甘肃 陇西 748100;
2. 甘肃省定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000;
3. 甘肃省陇西县农业技术推广中心, 甘肃 陇西 748100)

**[摘要]** **目的:** 通过试验获得轮作周期及新型肥料对蒙古黄芪主要农艺性状<sup>[1]</sup>及生产效应<sup>[2]</sup>之影响。**方法:** 采用单因素随机区组一年多点法设计, 处理内容6个, 重复次数3次, 小区面积3 m×7 m。**结果:** 新型肥料在不同轮作制条件下黄芪鲜根平均产量分别为6765 kg·hm<sup>-2</sup>和4431 kg·hm<sup>-2</sup>, 在3a轮作制土壤条件下施用新型肥料较重茬土壤条件下施用新型肥料可增产52.7%。在3a轮作制土壤条件下建议选择25%凹凸棒矿化复合肥3000 kg·hm<sup>-2</sup>, 在重茬土壤栽培条件下选择25%凹凸棒矿化复混肥3000 kg·hm<sup>-2</sup>为宜。施30%凹凸棒矿化复合肥3000 kg·hm<sup>-2</sup>的处理其经济纯收益最高, 收益率为9.99元/元, 且黄芪甲苷含量最高0.118%, 较对对照常规化肥0.076%提高了55.3%。**结论:** 蒙古黄芪高产、优质、高效及抗病性好的技术方案是, 在3a轮作制土壤条件下选择凹凸棒矿化复合肥25%, 在重茬土壤栽培条件下选择凹凸棒矿化复混肥25%为宜。

**[关键词]** 茬口及肥料; 蒙古黄芪栽培; 产量质量收益; 抗病性效应

### Effects of Rotation Cycle and New Fertilizers on Main Agronomic Traits and Production of *Astragalus membranaceus* var. *mongolicus*

MA Zhong-sen<sup>1</sup>, HONG Jian-xiong<sup>1</sup>, LIU Xiao-rui<sup>2\*</sup>, ZHAO Peng-yuan<sup>1</sup>, LU Lei<sup>1</sup>, HUO Hai-jun<sup>1</sup>, XU Yong-qiang<sup>3</sup>

- (1. Longxi Baohetang Pharmaceutical Co., Ltd., Longxi 748100, China;
2. Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi 743000, China;
3. Longxi Agricultural Technology Promotion Center, Longxi 748100, China)

**[Abstract]** **Objective:** To obtain the effects of rotation cycle and new fertilizers on the main agronomic traits and production of *Astragalus membranaceus* var. *mongolicus*. **Methods:** Single factor, randomized block with 6 contents and 3 repetitions and multi-point design method was used in one year. The plot area was 3 m×7 m. **Results:** the average yield of fresh root of *A. membranaceus* var. *mongolicus* was 6765 kg·hm<sup>-2</sup> and 4431 kg·hm<sup>-2</sup> under different rotation conditions. Under the soil condition of 3a rotation, the application of new fertilizer to continuous cropping soil could increase the yield by 52.7%. Under the soil condition of 3a rotation or continuous cropping soil, it is suggested to choose 25% attapulgite mineralized compound fertilizer 3000 kg·hm<sup>-2</sup>. The treatment of 3000 kg·hm<sup>-2</sup> with 30% attapulgite mineralization compound fertilizer had the highest economic yield of 9.99 yuan/yuan, and the content of astragaloside was 0.118%, which was 55.3% higher than that of the control using conventional chemical fertilizer 0.076%. **Conclusion:** The practical scheme of high yield, high quality, high efficiency and good disease resistance of *A. membranaceus* var. *mongolicus* were obtained. Under the soil condition of 3a rotation, the attapulgite mineralization compound fertilizer of 25% was selected. It was suitable to choose the attapulgite mineralized compound fertilizer of 25% under the condition of continuous cropping soil.

**[Keywords]** crops for rotation and fertilizer; *Astragalus membranaceus* var. *mongolicus* cultivation; yield, quality gain; disease-resistance effect

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20180226002

<sup>△</sup> [基金项目] 甘肃中药材产业科技攻关“当归、党参、黄芪新品种繁育及推广”项目(GYC14-02)

\* [通信作者] 刘效瑞, 研究员, 研究方向: 中药材新品种选育; E-mail: 281984956@qq.com

黄芪是著名常用中药材,具有较高的医疗保健价值,素有“药中珍品”之殊荣。可用于治疗气虚乏力、慢性肾炎、糖尿病等。具有增强免疫功能、增强血糖、抗菌及抑制病毒等作用。随着国家实施中药现代化、国际化、标准化发展战略与产业化研发的进步<sup>[3]</sup>,对定西市黄芪产业的进一步发展和区域经济的腾飞具有重要作用。《中华人民共和国药典》2015版规定,药用黄芪主要为豆科植物的蒙古黄芪和膜荚黄芪。鉴于特定的自然资源优势和悠久的栽培历史,造就了“中国黄芪之乡”甘肃省陇西县。甘肃省陇西、渭源、岷县、漳县、宕昌一带生产的蒙古黄芪因富含医疗保健的化学成分,被誉为“陇芪”。近年来,甘肃省黄芪药材种植面积约45万亩(1亩 $\approx$ 666.7 m<sup>2</sup>),年总生产量约8万吨,占全国黄芪生产总量的60%以上。黄芪生产不仅是我省发展经济的一项高效农业,也是国家出口创汇的优势产业。自2010年以来,随着国家中医药发展战略与产业化发展步伐的加快,对定西市黄芪产业的持续发展与区域经济的迅速增长起着十分重要的促进作用。但目前该区域在黄芪生产中规范化栽培技术水平有待进一步提升,科研新成果新技术的应用与推广尚待进一步增强。黄芪是甘肃省定西市主要道地药材之一。由于种植效益逐年提高,导致了黄芪栽培面积的逐年递增,但黄芪适宜种植范围有限。目前已造成连作重茬种植现象非常严重,随之成为当地黄芪生产再发展的最大瓶颈之一。鉴于这一原因,于2017年我们分别在甘肃省陇西县首阳镇樵家湾村、碧岩镇珠联村等地,开展了“轮作周期及新型肥料对蒙古黄芪主要农艺性状及生产效应研究”试验,目的在于为黄芪合理轮作倒茬及优选应用新型高效肥料,较好地解决生产难题、进一步提高黄芪产量、质量、纯收益及抗根腐病能力提供科学依据。

## 1 材料及方法

### 1.1 材料

供试蒙古黄芪品种为陇芪1号,种苗单株平均重7.3 g,主根长31.5 cm,芦径粗4.1 mm,侧根数平均0.27枚/株,种苗品相健壮,均为1级优良苗,种苗由宕昌县厘川乡农户提供。供试肥料:绿能有机活性肥、绿能有机复混肥,均由甘肃绿能农业科技股份有限责任公司提供;25%凹凸棒矿化复合肥、

30%凹凸棒矿化复合肥、25%凹凸棒矿化复混肥,由甘肃翠华生态农业科技有限责任公司提供;对照(CK)/常规化肥。新型肥料的特点是:绿能有机活性肥和绿能有机复混肥是含有大量有机质、有益活性菌及N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O等多元成分的复合、复混肥料;25%凹凸棒矿化复合肥含N12%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>13%,其余为凹凸棒黏土矿物的一种复合肥;30%凹凸棒矿化复合肥含N12%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>13%、K<sub>2</sub>O5%其余为凹凸棒黏土矿物的一种复合肥;25%凹凸棒矿化复混肥含N12%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>13%、其余为大量有益活性菌、有机质及凹凸棒黏土矿物的一种新型复混肥。

### 1.2 方法

1.2.1 设置 试验分别设在陇西县首阳镇樵家湾村、碧岩镇珠联村等两处的旱川地上,每个试验点分别设置3a轮作正常茬口与重茬栽培两项试验,共设四个试验,每个试验有6个处理,每个处理有3次重复试验地气候条件:海拔1820 m/1960 m,均属半干旱生态区,年均降水量475 mm/492 mm,日照时数2280 h/2120 h,年均气温为6.9℃/6.6℃。土壤均为耕种黄绵土,质地中壤,肥力均匀一致。0~20 cm耕层土壤含有机质11.60和12.31 g·kg<sup>-1</sup>、全氮0.703和0.775 g·kg<sup>-1</sup>、全磷1.224和1.262 g·kg<sup>-1</sup>、水解氮0.065和0.068 g·kg<sup>-1</sup>、速效磷0.062和0.069 g·kg<sup>-1</sup>、速效钾0.241和0.285 g·kg<sup>-1</sup>,pH值8.2和8.1。试验地附近无大树及高秆植物和其它障碍物遮光影响,地势开阔且光照条件好,试验地四周环境条件良好。

试验采用单因素随机区组两点对比法设计,设处理6个:T1.绿能瑞奇复合肥4950 kg·hm<sup>-2</sup>;T2.绿能复混肥1950 kg·hm<sup>-2</sup>;T3.25%凹凸棒矿化复合肥1950 kg·hm<sup>-2</sup>;T4.30%凹凸棒矿化复合肥2100 kg·hm<sup>-2</sup>;T5.25%凹凸棒矿化复混肥2100 kg·hm<sup>-2</sup>;T6.CK(常规化肥 kg·hm<sup>-2</sup>:复合肥600+尿素300+普通过磷酸钙195),试验分别设置在3a轮作制茬口地和重茬地上同时进行。

小区面积21 m<sup>2</sup>,长宽比3/7,排间距/小区间距均为50 cm,便于观测记载及田间操作。采用全生育期覆黑膜平作栽培方式,垄宽60 cm,沟宽40 cm,每小区3垄,每垄植3行,平均行距33 cm,株距10 cm。每小区植630株,每hm<sup>2</sup>保苗30万株。每hm<sup>2</sup>施5%毒死蜱22.5 kg+50%多菌灵22.5 kg,拌细干土1500 kg均匀施于种沟进行土壤消毒处

理。各小区在全程管理过程中生产条件和管理标准均相同。供试肥料按小区称量,于栽植前作为底肥一次性全部施入土壤。收获时,各小区去掉两边行、两端除去50 cm,以避免边际效应对试验准确性的干扰,按实际收获面积计产,然后再换算成21 m<sup>2</sup>小区产量。

1.2.2 观测记载 试验在全生育期按生长发育进程进行观测记载,按试验要求记载移栽期、返青期、返青率、生长状况等,于8月10日测定植株地上部主要农艺性状:株高、冠幅、叶片数、叶长/叶宽、主茎粗度及霜霉病和白粉病发病率;于采挖期10月26日在田间分小区取样30株,观测其地下部根系鲜根重、主根长度、芦径粗、侧根数、各等级出成率、根腐病发病率及病情指数等。产量为各小区实际收获的鲜根量。同时各处理取典型鲜根样品1.5 kg,

置自然条件下风干后分别测定其内在质量<sup>[4]</sup>,以评价不同茬口及不同肥料对黄芪内在品质的影响。

1.2.3 数据分析 对小区根系产量运用DPS9.50软件<sup>[5]</sup>单因素随机区组一年多点设计分析法进行不同茬口及施肥效应显著性检验与施肥收益比较分析,其余各因子按设计要求进行相应分析。

1.2.4 质量检测 由陇西保和堂药业有限责任公司质量检验部按2015版《中华人民共和国药典》规定方法进行检验。

## 2 结果及分析

### 2.1 对蒙古黄芪主要农艺性状效应

结果列于表1。由表1可见,不同处理其地上部主要农艺性状表现则不同。在移栽期、移栽密度、田间管理基本一致条件下:

表1 3a轮作茬口与重茬及不同肥料对蒙古黄芪主要农艺性状效应( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=30$ )

处理内容	株高/cm	冠幅/cm	叶片数 (枚/株)	叶片大小/mm		分枝数 (枚/株)	主茎粗度/ mm	发病情况(%)	
				叶宽	叶长			发病率	病情指数
T1 绿能有机活性肥	46.8*	58.2	149.4	6.4	9.6	15.7	3.9	16.6	8.2
	44.3 <sup>#</sup>	56.1	138.3	5.1	8.4	13.1	3.2	17.0	9.5
	2.5 <sup>**</sup>	2.1	11.1	1.3	1.2	2.6	0.7	-0.4	-1.3
T2 绿能有机复混肥	57.0	53.6	144.1	5.5	8.6	15.7	3.7	12.3	7.6
	48.5	50.0	122.6	5.4	8.5	14.3	3.6	13.5	8.1
	8.5	3.6	21.5	0.1	0.1	1.4	0.1	-0.8	-0.5
T3 凹凸棒矿化复合肥25%	54.1	44.6	233.8	6.6	10.7	14.3	4.5	23.9	21.9
	42.8	29.5	205.8	5.2	8.3	10.9	2.9	24.0	29.5
	11.3	15.1	28.0	1.4	2.4	3.4	1.6	-0.1	-7.6
T4 凹凸棒矿化复合肥30%	61.1	41.5	322.5	7.4	11.3	16.8	4.9	22.9	6.1
	60.7	38.5	264.2	6.3	10.4	15.1	4.0	21.0	6.3
	0.4	3.0	58.3	1.1	0.9	1.7	0.9	-1.9	-0.2
T5 凹凸棒矿化复混肥25%	57.8	35.9	276.1	5.9	9.3	15.7	4.4	13.2	8.1
	48.5	32.5	270.7	5.3	9.0	14.1	3.4	8.0	5.1
	9.3	3.4	5.4	0.6	0.3	0.4	1.0	5.2	3.0
T6 CK(对照化肥)	48.5	36.3	217.6	6.0	10.2	19.2	3.8	11.3	7.5.0
	41.5	25.9	182.9	4.6	7.4	13.6	3.3	12.5	8.5
	7.0	0.4	34.7	1.4	2.8	5.6	0.5	-0.8	-1
平均	52.4	43.4	253.9	6.0	9.5	14.7	3.5	10.7	7.5
	49.0	32.1	234.5	5.3	8.8	14.7	3.4	12.2	7.8
	3.4	11.3	19.4	0.7	0.7	0	0.1	-1.5	-0.3
极差平均数间t检验, $t_{0.05}(6)=2.447$ ; $t_{0.01}(6)=3.707$	3.994 4 <sup>**</sup>	2.702 3 <sup>**</sup>	3.659 6 <sup>**</sup>	5.062 0 <sup>**</sup>	3.083 7 <sup>**</sup>	2.972 6 <sup>**</sup>	3.479 4 <sup>**</sup>	2.335 3	1.980 3

注:测定时间2017年8月10日;\*3年轮作制数据,<sup>#</sup>重茬制数据,<sup>\*\*</sup>差值。

2.1.1 株高 3a轮作茬口及不同肥料与重茬及不同肥料的处理平均株高分别为52.4 cm和49.0 cm,相差3.4 cm。组合方案不同对其株高的影响程度也各不相同,其中在3a轮作制条件下施用25%凹凸棒矿化复混肥的处理株高最大,在重茬土壤条件下施用30%凹凸棒矿化复合肥的株高最大,分别为57.8和60.7 cm,较CK(常规化肥)分别增大了9.3和19.2 cm。为了进一步验证不同栽培条件对蒙古黄芪主要农艺性状的真实影响,按检验对象,应用单样本极差平均数 $t$ 检验法(下同), $t_{0.05}(6) = 2.447$ ;  $t_{0.01}(6) = 3.707$ 。检验结果表明,栽培条件对株高的影响达极显著水平。

2.1.2 冠幅 3a轮作茬口及不同肥料的试验与重茬及不同肥料的试验,冠幅平均分别为43.4和32.1 cm,相差11.3 cm。不同组合方案对其冠幅的影响程度各不相同,其中在3a轮作土壤条件下施用绿能有机活性肥的处理其冠幅最大,在重茬土壤条件下施用30%凹凸棒矿化复合肥的处理冠幅最大,分别为58.2和38.2 cm,较对照分别增加了21.9和12.3 cm。检验结果表明,栽培条件对冠幅的影响达显著水平。

2.1.3 叶片多少 3a轮作制土壤条件下及不同肥料的试验与重茬及不同肥料的试验平均叶片数分别为223.9枚/株和234.5枚/株,相差-10.6枚/株。不同组合方案对其叶片数多少的影响程度亦不尽相同,其中在3a轮作制土壤茬口条件下施用30%凹凸棒矿化复合肥的处理其单株叶片数最多,在重茬土壤条件下施用绿能有机活性肥的处理单株叶片数最多,分别为322.5枚/株和280.6枚/株,分别较相对应增加了104.9枚/株和97.7枚/株。检验结果表明,栽培条件对叶片数的影响达显著水平。

2.1.4 叶片大小 3a轮作制土壤条件下及不同肥料的试验与重茬及不同肥料的试验平均叶片长与宽分别为9.5、6.0 mm和8.8、5.3 mm,相差0.7、0.7 mm。不同组合方案对其叶片大小的影响程度各不相同。其中在3a轮作土壤条件下施用25%凹凸棒矿化复合肥的处理其叶片面积最大,在重茬土壤条件下施用30%凹凸棒矿化复合肥的处理叶片面积最大,叶长与叶宽分别为10.7、6.6 cm和10.4、6.3 cm,分别较对照处理增大了0.5、0.6 cm和3.0、1.7 cm。检验结果表明,栽培条件对叶片大小的影响达显著水平。

2.1.5 主茎粗度 3a轮作制土壤条件下及不同肥料

的试验与重茬及不同肥料的试验平均主茎粗度分别为3.5和3.4 mm,相差0.1 mm。不同组合方案对其主茎粗度的影响程度各不相同。其中在3a轮作土壤茬口条件下施用绿能有机活性肥和30%凹凸棒矿化复合肥的处理其主茎粗度最大,在重茬土壤条件下施用30%凹凸棒矿化复合肥的处理其主茎粗度最大,分别为3.9和4.0 mm,分别较对照增大了1.1和0.7 mm。检验结果表明,栽培条件对主茎粗度的影响达显著水平。

2.1.6 抗病性 霜霉病和白粉病是蒙古黄芪叶片的主要病害。一旦在生长期发生了霜霉病和白粉病,光合作用将会大大减弱,其根系产量和质量将会大大降低。结果表明,其方案不同则霜霉病和白粉病发病程度也截然不同。3a轮作茬口土壤条件下及不同肥料的试验与重茬及不同肥料的试验平均发病率/病情指数分别为20.7%、14.5%和12.2%、7.8%,相差-8.5和-6.7个百分点。不同组合方案对其霜霉病和白粉病的影响程度亦不相同。其中在3a轮作土壤制条件下施用25%凹凸棒矿化复混肥的处理其发病率最轻,在重茬土壤条件下施用25%凹凸棒矿化复合肥的处理发病率最轻,发病率与病情指数分别为13.2%、8.1%和8.0%、5.1%,分别较对照降低了-8.1、-4.9和-4.5、3.4个百分点。由此可知,新型肥料25%凹凸棒矿化复混肥和25%凹凸棒矿化复合肥对蒙古黄芪的霜霉病和白粉病具有一定防效,可以较好的抑制或减轻黄芪叶片病害。检验结果表明,栽培条件对蒙古黄芪叶片病害无显著影响。

## 2.2 对根系综合性状影响

试验结果列于表2。从表2可见,在不同茬口土壤条件下,施用不同肥料对蒙古黄芪地下部根系综合性状具有不同影响。

2.2.1 单株根鲜重 3a轮作茬口土壤及不同肥料试验与重茬及不同肥料试验单株平均根鲜重分别为19.2、17.7 g,相差1.5 g。不同组合方案对其单株根鲜重的影响水平亦不相同,其中在3a轮作茬口土壤条件下施用凹凸棒矿化复合肥25%的处理单株平均鲜根重最大,在重茬土壤条件下施用凹凸棒矿化复混肥25%的处理单株鲜根重最大,分别为26.9、22.7 g,较对照(常规化肥)分别增加了11.7、5.4 g。检验结果表明, $t = 2.4719^*$ (\*表示性状差异显著),栽培条件对单株鲜根重的影响达显著水平。

**表2 3a轮作制茬口与重茬茬口及不同肥料对蒙古黄芪根系综合性状影响**

处理内容	单株鲜根重/g	芦头径粗/cm	主根长/cm
T1 绿能有机活性肥	20.5	1.1	41.0
	16.7	1.1	40.9
	3.8	0	0.1
T2 绿能有机复混肥	16.6	0.9	36.1
	18.7	0.9	36.1
	-2.1	0	0
T3 凹凸棒矿化复合肥 25%	26.9	1.0	39.5
	15.3	1.0	38.6
	11.6	0	0.9
T4 凹凸棒矿化复合肥 30%	16.1	0.9	35.5
	15.3	1.0	35.6
	0.8	-0.1	-0.1
T5 凹凸棒矿化复混肥 25%	20.0	1.1	40.3
	22.7	1.1	40.8
	-2.7	0	-0.5
T6. CK (常规化肥)	15.2	0.9	39.5
	17.3	0.9	39.4
	-2.1	0	0.1
平均	19.2	1.0	38.5
	17.7	1.0	38.4
	1.5	0	0.1
极差平均数间t检验	2.471 9*	1.000 0	2.087 8

注: \*测定时间2017年10月26日。

2.2.2 芦头径粗 在3a轮作制土壤条件下与重茬及

不同肥料的试验芦头径粗均为1.0 cm。不同栽培方案其芦头径粗的效应基本相同,在3a轮作制茬口条件与重茬土壤条件下施用绿能有机活性肥和凹凸棒矿化复混肥25%的处理其芦头径粗最大,均为1.1 cm,较对照均增加0.2 cm。检验结果  $t = 1.000 0$ ,表明栽培条件对芦头径粗的影响不显著。

2.2.3 主根长 3a轮作制土壤条件下及新型肥料与重茬及新型肥料的试验主根长分别平均为38.5、38.4 cm,相差0.1 cm。在两项试验中施用25%凹凸棒矿化复混肥的处理主根长最大,分别为40.3、40.8 cm,较对照(常规化肥)分别增加了0.8、1.4 cm。检验结果  $t = 2.087 8$ ,表明栽培条件对主根长度的影响不显著。

2.3 不同栽培方案对蒙古黄芪产量影响

试验结果列于表3。由表3可见,各个试验方案对蒙古黄芪产量具有不同影响。在两种不同茬口且相同施肥栽培条件下,鲜根平均产量分别为  $6765 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $4431 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,在3a轮作制土壤条件下施用新型肥料较重茬土壤条件下施用新型肥料可增产52.7%。不同栽培方案对其蒙古黄芪产量的效应大小亦有所不同,其中在3a轮作制土壤条件下施用25%凹凸棒矿化复合肥的产量最高,在重茬土壤条件下施用25%凹凸棒矿化复混肥的处理产量最高,分别为  $9481.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $5670.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,较对照分别提高了63.1%和30.8%。由此可知,在蒙古黄芪丰产栽培中推广轮作倒茬技术,再配施25%凹凸棒矿化复合肥可显著提高产量。

**表3 三年轮作制与重茬及不同肥料对蒙古黄芪产量影响**

处理内容	小区产量(kg/3 m×7 m)			平均(kg/3 m×7 m)	三年轮作制较重茬增产(%)
	I	II	III		
A. T1 绿能有机活性肥	15.1*	13.4	15.7	14.7	70.9
	8.9#	8.4	8.4	8.6	
	6.2**	5.0	7.3	6.1**/a, A	
A. T2 绿能有机复混肥	11.6	12.3	12.3	12.1	23.5
	7.4	13.1	8.9	9.8	
	4.2	-0.8	3.4	2.3/c, C	
A. T3 凹凸棒矿化复合肥 25%	20.0	19.3	20.3	19.9	145.6
	8.4	7.9	7.9	8.1	
	11.6	11.4	12.4	11.8***/a, A	
A. T4 凹凸棒矿化复合肥 30%	10.9	12.3	11.6	11.6	43.2
	8.3	7.9	8.0	8.1	
	2.6	4.4	3.6	3.5/c, BC	

续表 3

处理内容	小区产量(kg/3 m×7 m)			平均 (kg/3 m×7 m)	三年轮作制较重茬 增产(%)
	I	II	III		
A. T5 凹凸棒矿化复混肥 25%	14.4	15.1	14.4	14.6	22.7
	12.6	11.6	11.6	11.9	
	1.8	3.5	2.8	2.7/c, C	
A. T6. CK (对照化肥)	12.2	11.9	12.6	12.2	34.1
	10.5	8.9	7.9	9.1	
	1.7	3.0	4.7	3.1/c, BC	
平均产量/kg·hm <sup>-2</sup>	14.0	14.1	14.5	14.2	52.7
	9.4	9.6	8.9	9.3	
	4.6	4.5	5.6	4.9	

$F_{0.05}(5, 10) = 3.33; F_{0.01}(5, 10) = 5.64$

$F = 29.232 0^{***}$

注: \*3年轮作制数据; #重茬制数据; \*\*3年轮作制数据与重茬制数据之差; \*表示增产性显著; \*\*\*表示增产性极显著。

为了检验不同轮作制及不同肥料在不同轮作制条件下对蒙古黄芪产量的真实效果,应用一年两点设计法进行检验分析,轮作周期之间  $F = 534.698^{**}$ , 检验值  $F_{0.01}(1, 20) = 8.10, F > F_{0.01}(1, 20)$ , 表明轮作周期对黄芪产量具有极显著影响;不同肥料种类之间对黄芪产量  $F = 38.993^{**}$ , 检验值  $F_{0.01}(5, 20) = 4.10, F > F_{0.01}(5, 20)$ , 表明不同肥料对黄芪产量亦有极显著影响;轮作周期及不同肥料种类对黄芪产量

$F = 39.2075^{**}, F > F_{0.01}(5, 20)$ , 表明轮作周期及不同肥料种类间存在极显著互作效应。

2.4 不同方案对蒙古黄芪经济收益的影响

$$\text{经济纯收益} = (\text{统货产量} \times \text{统货单价}) - \text{投资成本} \quad (1)$$

$$\text{投资收益率} = \frac{\text{经济纯效益}}{\text{投资成本}} \quad (2)$$

计算结果列于表4。

表4 三年轮作制与重茬及不同肥料对蒙古黄芪经济效益影响<sup>§</sup>

处理内容	平均产量/ kg·hm <sup>-2</sup>	产值(元/hm <sup>2</sup> )	投资(元/hm <sup>2</sup> )	经济纯收益 (元/hm <sup>2</sup> )	投资收益率
凹凸棒矿化复合肥 25%	6 667.5	46 672.5	5400	41 272.5	7.6
	4 095.0	28 665.0		23 265.0	4.3
	2 572.5	18 007.5		18 007.5	
凹凸棒矿化复混肥 25%	6 333.0	44 331.0	5400	38 931.0	7.2
	4 666.5	32 665.5		27 261.0	5.0
	1 666.5	11 665.5		11 665.5	
绿能有机活性肥	5 571.0	38 997.0	4980	34 017.0	6.8
	3 858.0	27 006.0		22 026.0	4.4
	1 713.0	11 991.0		11 991.0	
CK(对照化肥)	5 095.5	35 668.5	2970	32 698.5	11.0
	3 858.0	27 006.0		24 039.0	8.1
	1 237.5	8 659.5		8 659.5	
绿能有机复混肥	4 810.5	33 673.5	5475	28 198.5	5.2
	5 667.0	39 669.0		34 194.0	6.2
	-856.5	-5 995.5		-5 995.5	
凹凸棒矿化复合肥 30%	4 666.5	32 665.5	5775	26 890.5	4.7
	4333.5	30334.5		24559.5	4.3
	333.0	2 331.0		2 331.0	

极差平均数间  $t$  检验,  $t_{0.05}(6) = 2.447;$   
 $t_{0.01}(6) = 3.707$

$t = 4.414^{***}$

注: <sup>§</sup>计算参数: 鲜蒙古黄芪统货价格 7 元/kg; CK(对照化肥)2970; \*\*\*表示性状差异极显著。

由表4可见,不同组合方案对其蒙古黄芪种植效益的影响各不相同,。亩经济纯收益极差平均数 $t=4.414^{***}$ ( $^{***}$ 表示性状差异极显著),表明栽培条件对蒙古黄芪经济收益具有极显著影响,。其中施25%凹凸棒矿化复合肥的处理较重茬栽培条件下的经济纯收益提高18 007.5元,其收益率提高4.3元/元。

### 2.5 不同栽培方案对蒙古黄芪品质的影响

结果列于表5、图1。

表5 3a轮作制及重茬栽培对蒙古黄芪品质的影响

处理内容	3a轮作制土壤条件黄芪甲苷/%	重茬制土壤条件黄芪甲苷/%	增(+) 减(-)/ 百分点
T1 绿能有机活性肥	0.040	0.042	-0.002
T2 绿能有机复混肥	0.092	0.073	0.019
T3 凹凸棒矿化复合肥25%	0.072	0.059	0.013
T4 凹凸棒矿化复合肥30%	0.118	0.039	0.079
T5 凹凸棒矿化复混肥25%	0.026	0.034	-0.008
T6 CK(常规化肥)	0.076	0.085	-0.009
平均(%)	0.071	0.055	0.016

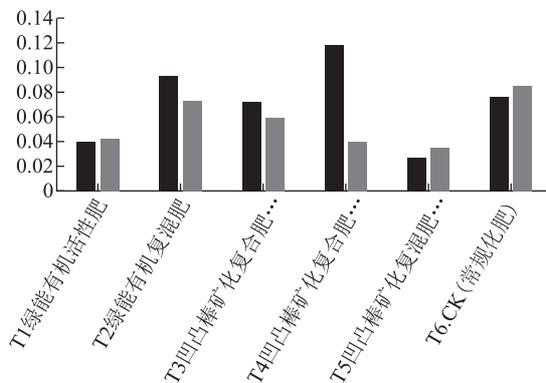


图1 不同轮作制土壤条件下施用新型肥料对黄芪甲苷含量的影响

目前评价黄芪品质的主要指标是黄芪甲苷含量高低,黄芪甲苷含量愈高其品质愈好。《中华人民共和国药典》2015版规定,按干燥品计算,黄芪甲苷含量不得少于0.040%,由表5、图1可见:在3a轮作制土壤条件下与重茬土壤条件下施用同一类肥料的处理,其黄芪甲苷含量分别平均为0.071%和0.055%,其中3a轮作制土壤条件下较重茬土壤条件下施用同一类肥料的处理,黄芪甲苷含量提高了29.1%。在3a轮作制土壤条件下施用30%凹凸棒矿化复合肥的处理,黄芪甲苷含量最高0.118%,较对经常规化肥0.076%提高55.3%;在重茬土壤条件

下施用绿能有机复混肥.的处理,黄芪甲苷含量较高。从总体来看,施用绿能有机复混肥对黄芪甲苷含量影响最大,在两种轮作制土壤上施用绿能有机复混肥的处理,黄芪甲苷含量最高,平均为0.083%,较施用化肥的对照提高了2.5%。

### 3 讨论

凹凸棒菌肥是一种新型肥料,它可吸附重金属、释放对作物生长有益的20多种微量元素、缓慢释放养分,有显著的土壤改良作用,尤其对重茬土壤具有一定的解毒功能,可促进作物快速生根,提高作物产量,改善作物品质。

蒙古黄芪是甘肃省定西市的道地药材之一。由于种植效益高,栽培面积逐年扩大,但适宜种植区的土地面积有限,目前造成连作重茬种植现象十分严重,已成为当地蒙古黄芪产业持续发展中的最大瓶颈。我们通过开展“轮作周期及新型肥料对蒙古黄芪主要农艺性状及生产效应研究”试验,取得的试验成果可应对或解决蒙古黄芪重茬种植造成的弊端<sup>[6]</sup>,为蒙古黄芪产业的持续发展提供技术支撑。

通过田间观测与室内检验分析,不同技术方案对蒙古黄芪主要农艺性状、内在质量及经济效益均有不同影响。在3a轮作土壤条件下与重茬土壤条件下施用相同肥料的处理中,其主要农艺综合性状和经济收益等诸多方面均有较大差异。其中3a轮作土壤条件下栽培蒙古黄芪较重茬土壤条件下栽培蒙古黄芪的正效应大,推广3a轮作倒茬栽培制是提高蒙古黄芪产量和品质的最佳技术选择。

选择应用新型肥料时,在3a轮作制土壤条件下建议选择25%凹凸棒矿化复合肥,在重茬土壤栽培条件下选择25%凹凸棒矿化复混肥为宜。

确定黄芪最佳栽培方案时,应根据自然条件因素、当年气候预测预报、具有的经济能力和投资水平确定。试验结果表明,施30%凹凸棒矿化复合肥 $3000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的处理经济纯收益最高,收益率为9.99元/元,且黄芪甲苷含量最高0.118%,较对经常规化肥0.076%提高了55.3%。

### 参考文献

- [1] 程虎印,刘亮亮,李卫中.关于《全国中药资源普查技术规范》的几点思考与建议[J].中国现代中药,2016,18(8):1001-1005.

(下转第1002页)

羊藿的采收期,潘丕克<sup>[5]</sup>发现不同品种、不同栽培地的淫羊藿采收期也不相同。于俊林<sup>[6]</sup>通过测定朝鲜淫羊藿不同采收期的淫羊藿苷和总黄酮含量,表明8月份采收最好;张崇禧<sup>[7]</sup>研究朝鲜淫羊藿,综合考虑淫羊藿苷和黄酮含量,选择9月中旬为最佳采收期;何顺志<sup>[8]</sup>研究不同生长期黔产天平山淫羊藿和粗毛淫羊藿叶片中淫羊藿苷和总黄酮的含量,确定4~5月的果期为最佳采收期,文中虽然提到结合产量和质量综合考虑确定采收期,但未见其产量数据。结合黄酮含量和产量,对各个采收期的箭叶淫羊藿进行综合评价,筛选出适宜采收时期为8月31日前后。但是关于箭叶淫羊藿适宜采收量,还有待进一步研究,因为在基地中发现,采收量的多少会影响下一年的分枝数。

### 参考文献

[1] 吴普. 神农本草经[M]. 孙星衍,孙冯驥·辑. 北京:人

民卫生出版社,1982.

- [2] 龚黎明,甘我挺,郭宝林,等. 薄荷款冬花等9种全草叶及花类药材商品电子交易规格等级标准[J]. 中国现代中药,2016,18(11):1422-1427.
- [3] 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,2015:327.
- [4] 张祖荣,冉烈. 环境条件对重庆垫江药用牡丹皮产量与品质的影响[J]. 北方园艺,2010(18):205-208.
- [5] 潘丕克. 淫羊藿繁殖及栽培技术研究进展[J]. 林业实用技术,2016(4):45-49.
- [6] 于俊林,姜启娟,孙仁爽,等. 朝鲜淫羊藿不同部位不同采收期有效成分的含量测定[J]. 中国实验方剂学,2012,18(7):92-95.
- [7] 张崇禧,马晓静,张莹莹,等. 朝鲜淫羊藿最佳采收期的研究[J]. 中成药,2009,31(4):576-579.
- [8] 何顺志,王悦云,徐文芬,等. 不同生长期黔产天平山淫羊藿和粗毛淫羊藿叶中黄酮类成分的含量变化研究[J]. 贵州科学,2008,26(3):34-37.

(收稿日期 2018-02-27)

(上接第998页)

- [2] 蔺海明,陈健,武延安,等. 西北地区中药材种植与加工技术研究[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2006:33-41.
- [3] 黄璐琦,彭华胜,肖培根. 中药资源发展的趋势探讨[J]. 中国中药杂志. 2011;36(1):1-3.
- [4] 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,2015:191

- [5] 唐启义. DPS数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [6] 韩宇,史娟,谢应忠,等. 宁夏隆德县黄芪根瘤菌田间调查[J]. 中药材,2016,39(2):262-264.

(收稿日期 2018-02-26)