

# 甘草黄芪党参在甘肃的气候适应性及种植区域评述

张 玲

(甘肃省气象信息与装备中心, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:** 确定了甘肃省甘草、黄芪、党参 3 种中药材适宜生长的生态气候指标, 分析了气候变化对几种中药材生育和产量的影响, 确定了上述中药材在甘肃省的适宜种植气候区。

**关键词:** 中药材; 生态气候指标; 适宜气候区; 气候变化; 甘肃省

**中图分类号:** S567 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)05-0050-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.014

甘肃省由于特殊的地理位置和地形地貌特征, 具有经纬度跨度大, 海拔高度相差悬殊的特点, 气候类型多样, 气候资源丰富, 为多种名特优中药材生长发育提供了良好的生态环境条件。2018 年全省中药材种植面积 30.7 万  $\text{hm}^2$ , 中药材产量  $1.2 \times 10^5$  万 kg。

甘草、黄芪、党参等种植面积已具有一定规模, 成为地方发展经济、农民增收致富的支柱产业。以往的研究侧重于栽培、管理技术等方面<sup>[1-3]</sup>, 近年来对气候变化带来的生态环境变化、生产方式转变及农业种植结构优化调整需要, 对中药材气候生态适应性方面

收稿日期: 2020-03-23

基金项目: 国家自然科学基金(41775107)。

作者简介: 张 玲(1967—), 女, 甘肃临洮人, 工程师, 主要从事气象科技档案管理工作。联系电话: (0)13919381939。

甘肃农业科技, 2016(5): 41-43.

- [2] 赵国宁, 孙丽娜, 严焕兰, 等. 凉州区日光温室秋冬茬番茄引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2017(6): 3-7.
- [3] 杨生宝, 唐亚萍, 杨 涛, 等. 加工型番茄果实硬度特异材料的果实特性及果肉组织特征[J]. 农业工程学报, 2017, 33(18): 285-289.
- [4] 王华新. 加工番茄果实机械损伤抗性及其相关性状的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2002.
- [5] 韩泽群, 姜 波. 加工番茄品质性状的鉴定指标和筛选方法[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(16): 3812-3816.
- [6] 熊美兰. 国内外番茄育种动态及发展趋势[J]. 长江蔬菜, 1991(5): 7-8.
- [7] 李玉巧, 李 文, 田丽萍, 等. 加工番茄光合特性研究综述[J]. 吉林蔬菜, 2006(3):

52-53.

- [8] 闫志红. 红色产业的近忧和远虑[J]. 兵团建设, 2005(7): 25.
- [9] 杜永臣, 李锡香. 番茄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [10] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 保健食品中番茄红素的测定: GB/T 22249—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [11] 叶兴乾. 果品蔬菜加工工艺学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [12] 于 威. 关于加工番茄综合评价体系的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [13] 于 威, 屈 星, 段金辉, 等. 加工番茄采后果实加工品质差异分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44(6): 137-141.

(本文责编: 郑立龙)

的研究逐渐增多<sup>[4-10]</sup>。为了满足农业产业发展需求,我们依据研究成果对甘草、黄芪、党参的生态气候特性和气候适宜区进行简要分析,为种植户进一步了解甘肃省中药材优质气候资源和区域,扩大种植规模、增加产量、提高品质提供参考。

## 1 甘草

### 1.1 属性及生理生态特性

甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)为多年生草本豆科植物,为常用大宗药材,根茎能治疗各种疾病,有“十方九草”之美誉,被大量用于临床配方。不仅具有抗消化道溃疡、保肝、抗艾滋病毒、止咳化痰、抗肿瘤、抗衰老、解毒、利尿和双向调节等作用,还具有补脾益气、调和药性等功效<sup>[11-13]</sup>。

甘草具有耐盐碱、耐干旱、抗风沙、抗逆性强、适应性广、生命力强的特性。根系发达,入土深达1.5 m以下,茎部不定芽平伸四周成群落分布,形成很强的防风固沙能力,主要分布在温带荒漠区和草原区的干旱、半干旱地带,是优良的防风固沙植物,经济、生态效益俱佳<sup>[1]</sup>。在甘肃主要分布在河西走廊,由于光照丰富、日照时间长、土质肥沃、昼夜温差大,加之有灌溉条件,为甘肃甘草生长最适宜区。

### 1.2 气候生态适应性

甘草气候适应性广,要求平均温度4~12℃,≥10℃活动积温2 500℃以上,无霜期150 d以上,年降水量在400 mm以下,年日照时数在2 500 h以上。河西走廊海拔2 000 m以下地带年日照时数和降水量均能满足要求,而且均处在最佳范围内<sup>[14]</sup>。

据甘草分期播种试验统计<sup>[15]</sup>,播种至出苗需有效积温70.1℃,生物学下限温度11.0℃,气温稳定通过10℃初日为适播期指标。越冬植株气温达10℃时芽开始萌动,

15℃时进入返青期,需≥10℃积温250℃;返青至开花始期需要35~40 d,≥15℃积温700℃;开花始期至种子成熟期需65~70 d,≥15℃积温1 500~1 600℃。返青至种子成熟期需要≥15℃积温2 200~2 300℃。气温稳定通过5℃终日植株下部叶片开始枯黄,气温稳定通过0℃终日茎叶进入黄枯末期。根在极端最低气温-36.4℃下也能安全越冬<sup>[8]</sup>。

甘草生长期的热量条件越好,积温越高,产量越高。经统计,播种至采挖≥15℃积温( $\sum T_{15}$ )与鲜根重W(g/株)呈显著正相关<sup>[1]</sup>。

### 1.3 气候变化对甘草生育的影响

1.3.1 气温变化 统计甘肃河西地区21个气象台站1961—2010年气象资料得出,1986年是气候发生明显转折的年份;1987—2010年年平均气温比1961—1986年升高了0.8℃,以冬季增幅最大,为1.4℃。最低气温和最高气温分别平均升高0.9、0.8℃,夜间增温大于白天。北部沿沙漠边缘地带增温幅度最大,为1.0~1.2℃;南部祁连山地带以及最西端的安敦盆地增幅最小,为0.6~0.8℃;中部地带增幅为0.8~1.0℃。≥0℃积温1987—2010年比1961—1986年平均增加145℃,北部增幅最大,为150~200℃;南部以及西部安敦盆地增幅最小,为100℃;中部为100~150℃。≥0℃开始日期20世纪90年代比60年代提前4 d左右,结束日期推迟3 d左右,生长季延长7~10 d。

1.3.2 降水量变化 河西地区年降水量1987—2010年比1961—1986年平均增加7.5 mm。其中中、东部降水量增幅大,为5~35 mm;西部增幅小,局部地方是负增长,为-10~5 mm。沿祁连山地带增幅为

15~35 mm, 民乐增幅最大, 为 34.4 mm。靠沙漠边缘地带增幅较小, 为 2~10 mm; 民勤增幅最小, 为 2.1 mm。

受气候变化影响, 河西地区甘草生产的主产区自 20 世纪 90 年代以来气候明显变暖变干, 使得甘草生产环境气候更为有利。尤其北部沿沙漠边缘地带随着气温升高、热量条件改善更有利于甘草生长, 积温增加产量提高 10% 左右。甘草种植时间和发芽生长时间提前 10 d 左右, 生长季节延长近 15 d。种植海拔升高 100~200 m, 适宜种植区域扩大, 降水和光照的变化均在适宜范围之内, 对其生产没有影响。不利影响主要是春季多伴随着强降温天气的出现, 晚霜冻和低温冻害对苗期生长非常不利, 需加强防范。

#### 1.4 气候生态适生种植区域

通过以上分析, 选取  $\geq 15$  °C 积温为主导指标, 海拔高度为辅助指标, 投入产出比为参考指标, 将主产地河西地区人工甘草气候生态种植区划分为 4 个区域。

1.4.1 最适宜种植区 包括敦煌(除南湖乡)、瓜州西部海拔低于 1 200 m 的地区。该区气候温热, 热量丰富, 光照充足, 降水稀少, 年降水量  $< 50$  mm。安全播种期 4 月中旬至 8 月上旬, 根龄 3 a 采挖, 累积产鲜甘草 37 t/hm<sup>2</sup> 左右。种子成熟度好, 产量高。

1.4.2 适宜种植区 包括敦煌的南湖乡, 瓜州东部、金塔、张掖、临泽、民勤、武威东北部沙漠沿线等海拔 1 200~1 500 m 的地区。该区气候温暖, 热量富裕, 光照充足, 降水很少, 年降水量 50~150 mm。安全播种期 4 月下旬至 7 月下旬, 根龄 3 a 采挖, 累积产鲜甘草 27~37 t/hm<sup>2</sup>。种子成熟度较好, 产量较高。

1.4.3 次适宜种植区 包括玉门、嘉峪关、酒泉、张掖、高台、临泽、武威等县市。分

东段(海拔 1 500~1 700 m)和西段(1 500~1 800 m)2 个区域。该区气候温和, 热量较好, 光照充足, 降水较少, 年降水量 70~190 mm。安全播种期 5 月上旬至 7 月中旬, 大多年份种子不能成熟, 根龄 4 a 采挖, 累积产鲜甘草 28~37 t/hm<sup>2</sup>, 产量较低。

1.4.4 可种植区 包括玉门、酒泉、张掖、高台、山丹、永昌、武威等县市。分东段(海拔 1 700~1 800 m)和西段(1 800~2 000 m)2 个区域。该区气候温凉, 热量不足, 年降水量 80~220 mm。春播以 5 月中旬为宜, 根龄 4 a 或以上才能采挖, 累积产鲜甘草 23~28 t/hm<sup>2</sup>, 产量低。

## 2 黄芪

### 2.1 属性及生理生态特性

黄芪(*Astragalus membranaceus*)属豆科多年生草本植物, 具有补气固表、利水退肿、托毒排脓、生肌等功效, 常服黄芪可以避免经常性的感冒。甘肃陇西因所产黄芪质优量大, 被中国农学会特产专业委员会命名为“中国黄芪之乡”。目前普遍种植的品种有内蒙古黄芪、甘肃红芪、膜荚黄芪等, 其中红芪为甘肃特产, 久负盛名<sup>[16-18]</sup>。

### 2.2 气候生态适应性

黄芪喜凉爽气候, 具有耐寒、怕热、耐旱、忌水涝, 喜温和温凉半干旱气候生态类型的特点。黄芪适宜生态环境为海拔 1 500~2 200 m 的山区或半山区的旱生向阳山坡草地和草甸中, 或向阳林缘、灌丛或疏林下, 植被为针阔混交林或山地杂木地带<sup>[10]</sup>。

春季气温稳定通过 10 °C 初日进入移栽至返青期, 返青至现蕾期适宜气温 12~18 °C, 现蕾至开花期 16~20 °C, 开花至结果期 17~19 °C, 10 月中旬气温在 10~11 °C 时采挖。从移栽返青至停止生长全生育期 200 d 左右,  $\geq 10$  °C 积温 2 300~2 800 °C。

开花结果和根生长期对热量要求比较严格, 气温过高光合物质消耗大, 向主根输送转化积累减少, 芪根疏松, 品质下降; 气温过低则生长期短, 主根不能下扎, 品相短矮, 品质差。

### 2.3 气候变化对黄芪生育的影响

以甘肃陇西为例,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  活动积温平均值为  $2\ 444\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 近 30 年增幅为  $167.4\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ , 增加趋势明显。随着气候变暖, 主产区热量资源增加, 对于喜凉爽气候的黄芪生长不利, 高温易促使生育期缩短, 不利于生长和高产形成。气候变暖可使适宜种植区上限提高  $100\sim 200\text{ m}$ , 有利于扩大适种范围。日平均气温稳定通过  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的多年平均日期为 5 月 11 日, 回归分析显示, 稳定通过  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  适宜播种日期倾向率为  $-6.6\text{ d}/10\text{ a}$ , 即随着气候变暖主产区春季回暖明显, 适宜播种期、移栽期至返青期在不断提前, 有利于提早播种和利用早春的气候资源促进早生长早发育<sup>[8]</sup>。

陇西县多年平均降水量  $420\text{ mm}$ 。分析发现, 20 世纪 80 年代至 90 年代中后期降水量呈减少趋势, 其中 1997 年降水量仅为历年平均值的  $56\%$ 。2000—2010 年降水量呈凸峰型, 且年际分布差异较大, 2002 年降水量仅占历年平均值的  $66\%$ , 2003 年却高达  $594.6\text{ mm}$ , 超过历年平均值的  $40\%$  而成为主产区最湿润的年份, 前后两个时段降水均较少。主产区 7—8 月正值黄芪现蕾~结果期, 该时段降水平均占全年的  $36\%$ , 其变化特征与年降水量变化相一致, 可见降水的明显波动使黄芪生长具有不确定性。虽然黄芪比较耐旱, 但在生长关键期仍然要保障水分的供给, 加强田间管理, 增加灌溉, 是提升黄芪产量与品质的主要措施<sup>[18-19]</sup>。

### 2.4 气候生态适生种植区域

选取  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温和年降水量为主导指

标, 海拔高度为辅助指标, 单产和品质为参考指标, 将主产地黄芪划分出气候生态适生种植区域。

2.4.1 最适宜种植区  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温  $2\ 500\sim 2\ 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 茎叶生长期气温  $8\sim 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 开花结果气温  $18\sim 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 年降水量  $450\sim 500\text{ mm}$ , 全生育期降水量  $400\text{ mm}$  左右。该区包括武都区安化米仓山一带, 以及陇西、渭源县海拔高度  $1\ 700\sim 2\ 000\text{ m}$  的乡镇。该区域属温凉半干旱气候类型, 为半高山地带, 热量和水分以及土壤等气候生态条件最优, 产量最高, 品质最好, 单产干货达  $3\ 000\sim 3\ 750\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 特等品和一等品成品率占  $80\%$  以上。

2.4.2 适宜种植区 可分两个种植地带。一是海拔  $1\ 500\sim 1\ 700\text{ m}$  的河谷沿岸的半山地, 属温和半湿润气候区,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温  $2\ 700\sim 2\ 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 茎叶生长期气温  $9\sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 开花结果气温  $18\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 年降水量  $450\sim 600\text{ mm}$ , 全生育期降水量  $400\sim 500\text{ mm}$ 。该地带的主要问题是生育关键期气温偏高。另一个地带为海拔  $2\ 000\sim 2\ 200\text{ m}$  的二阴山地, 属温凉湿润气候区,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温  $2\ 300\sim 2\ 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 茎叶生长期气温  $7\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 开花结果气温  $16\sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 年降水量  $550\sim 650\text{ mm}$ , 全生育期降水量  $500\sim 550\text{ mm}$ 。该地带生产的主要问题是关键生育期降水偏多。该区包括武都、西和、宕昌、渭源和陇西等县区的部分乡镇, 热量和水分等气候生态条件比较好, 产量较高, 品质较好, 单产干货达  $2\ 500\sim 3\ 000\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 特等品和一等品成品率占  $60\%\sim 70\%$ 。

## 3 党参

### 3.1 属性及生理生态特性

党参(*Codonopsis pilosula*)属桔梗科多年生草本植物, 以根入药。有补中益气、止

渴、健脾益肺、养血生津的功效。“白条党”、“纹党”具有根条粗直、肉实纹细、体质柔韧、断面微黄，呈菊花心，糖足味甜，药效显著而闻名全国，为甘肃传统名特产品。主要分布在陇西、岷县和渭源等县。2013年，全省党参种植面积达 4.22 万  $\text{hm}^2$ ，单产为 2 428  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ，总产达 10 250 万  $\text{kg}$ <sup>[20-21]</sup>。

### 3.2 气候生态适应性

党参适宜在海拔 1 600 ~ 2 000 m，土壤湿度在 13% ~ 17%，年平均气温 6.5 ~ 7.0  $^{\circ}\text{C}$ ，年日照时数在 1 800 ~ 1 900 h 的温凉半湿润、半干旱气候区生长。第 1 年育苗，第 2 年移栽，移栽后生长 2 ~ 3 a 采挖入药。据文县 1998—2000 年分期移栽试验分析，以 4 月中旬气温稳定通过 10  $^{\circ}\text{C}$  时移栽的产量性状最好、产量最高<sup>[22]</sup>。移栽至返青期适宜气温为 10 ~ 13  $^{\circ}\text{C}$ ，展叶期为 12 ~ 16  $^{\circ}\text{C}$ ，开花期为 15 ~ 20  $^{\circ}\text{C}$ ，根生长期为 20 ~ 16  $^{\circ}\text{C}$ ，10 月下旬气温低于 8  $^{\circ}\text{C}$  停止生长进入枯萎期。从返青至枯萎全生长期 150 ~ 190 d， $\geq 10$   $^{\circ}\text{C}$  积温 2 000 ~ 2 800  $^{\circ}\text{C}$ 。参根生长量与  $\geq 10$   $^{\circ}\text{C}$  积温相关系数为 0.786，经检验为极显著相关。当日平均温度升至 14  $^{\circ}\text{C}$  以上时，参根进入生长期；日平均温度升至 16  $^{\circ}\text{C}$  以上时，生长较快；日平均温度 18  $^{\circ}\text{C}$  以上时，生长迅速，日长量周长平均在 0.2 ~ 0.3 cm，周长达 4.5 ~ 5.2 cm。初步认为参根生长下限温度为 14  $^{\circ}\text{C}$ ，适宜温度为 16 ~ 20  $^{\circ}\text{C}$ 。

从试验资料分析，获得正常年景产量，需年降水量 500 ~ 600 mm。据主产地渭源县统计不同生育期降水量与产量相关关系得出，移栽至返青期 4 月中旬至 5 月中旬， $\geq 10$  mm 以上降水有利于移苗成活。7—8 月是党参根迅速膨大期，也是需水关键期，降水量与产量呈显著正相关。7—8 月降水量小于 150 mm 时，产量下降 20% 以上；降水

量在 150 ~ 250 mm 时，产量达到正常年景；降水量大于 250 mm 时，产量增加 20% 以上。

### 3.3 气候变化对党参生育的影响

随着全球气候变暖，党参种植区的气候背景也发生了很大的变化。以“纹党”主产区的文县为例，多年平均温度 15.1  $^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 437 mm。1980—2010 年降水量减少趋势显著，减幅为 53.8 mm/10 a，其中 2004 年最为干旱(290.9 mm)，降水量仅为历年平均值的 67%，2006—2010 年降水明显减少。与此同时，7—8 月降水变化也非常显著，变幅为 50 ~ 270 mm，若以历年平均值 20% 为干旱指数，则干旱年份接近 30%，其中有 4 a 降水量少于历年平均值的 50%。降水是党参产量与品质的决定性因素，在需水关键期，干旱限制了党参对水分的敏感性要求。通过累计距平分析发现，主产区在 1995 年为降水突变年，1996—2010 年降水比 1980—1995 年偏少 21%，干旱特征明显。与此同时，播种至出苗期间的降水量也明显减少，减幅为 26 mm/10 a，水分胁迫严重。春季  $\geq 10$  mm 降水平均出现在 5 月 4 日，21 世纪以来降水出现时间提前约 8 d，说明春雨对党参出苗十分有利<sup>[8]</sup>。

主产区升温非常明显，增幅为 0.65  $^{\circ}\text{C}/10$  a，突变点出现在 1996 年。其中后期比前期增温 1.00  $^{\circ}\text{C}$ ，3—6 月增温 0.75  $^{\circ}\text{C}/10$  a，生育期  $\geq 10$   $^{\circ}\text{C}$  积温增幅为 245  $^{\circ}\text{C}/10$  a。稳定通过  $\geq 10$   $^{\circ}\text{C}$  日期在 1997—2010 年间平均为 3 月 26 日，比前期提前 9 d，党参移栽期提前，生长期延长，生育时段热量充裕。

### 3.4 气候生态适生种植区域

通过以上分析，选取  $\geq 0$   $^{\circ}\text{C}$  积温和年降水量为主导指标，海拔高度为辅助指标，单产为参考指标，将主产地党参划分出不同品种气候生态适生种植区域。

3.4.1 白条党参最适宜和适宜种植区域 该区包括临洮、渭源、陇西三县的大部分及漳县、通渭县、安定区的少部分海拔在2 000 ~ 2 400 m 的乡镇,属温凉半湿润气候类型,为洮岷的浅山或半山地带。由于气温和降水适宜白条党参生长的气候生态条件,单产达到 2 000 ~ 2 500 kg/hm<sup>2</sup>。生产上主要问题是少数年份有春末夏初旱和伏旱的危害。

3.4.2 纹党最适宜和适宜种植区域 包括文县、宕昌县大部、礼县、西和县、武都区、成县少部分海拔在 1 600 ~ 2 000 m 的乡镇。该区域属温和半湿润气候类型,为山地二阴区或河谷沿岸的半山地带。热量和水分条件适宜“纹党”生长的气候生态条件,单产达 2 000 ~ 2 500 kg/hm<sup>2</sup>。该区域育苗时间分春、秋两季,海拔较低的地方可在 9 月下旬至 10 月中旬播种;海拔较高地方可在 4 月下旬至 5 月中旬第一场好雨后春播。生产上的主要问题是海拔较低的地方常有干旱危害,影响较重,要注意保湿增水。

#### 参考文献:

[1] 丁万隆,陈尹,魏建和.甘草、黄芩、麻黄人工栽培技术[M].北京:中国农业出版社,2002.

[2] 王林安,高占彪.甘肃省高寒阴湿区农业技术研究推广[M].兰州:甘肃人民出版社,1996.

[3] 麻艳茹,王洪英.黄芪栽培管理技术[J].中国园艺文摘,2011(8):180-182.

[4] 吴志刚,陶正明,冷春鸿,等.基于生态环境因子的温郁金道地性研究[J].中药材,2010,6(6):863-866.

[5] 潘永地,陶正明,吴志刚.基于GIS的温郁金适宜种植区分析[J].中药材,2010,33(4):511-514.

[6] 余优森,葛秉钧.甘肃陇南山区农业气候资源与利用[M].北京:气象出版社,1997:111.

[7] 邓振镛.干旱地区农业气象研究[M].北京:

气象出版社,1999:202-203.

- [8] 邓振镛,李栋梁,尹宪志,等.高原地区主产地三种中药材气候生态适应性研究[J].中草药,2005,36(增刊):208-211.
- [9] 彭国照,彭骏,熊志强.四川道地中药材川芎气候生态适应性区划[J].中国农业气象,2007,26(2):178-182.
- [10] 邸瑞琦.内蒙古地区黄芪生长的农业气候条件分析[J].内蒙古气象,2001(2):36-39.
- [11] 高海泉.甘草[M].北京:中国中医药出版社,2001:36-48.
- [12] 张国荣,赵辉.甘草麻黄开发应用技术[M].银川:宁夏人民出版社,2001:1-61.
- [13] 李建军,王仕元,徐生军,等.甘肃省药用甘草主要病虫害种类调查[J].甘肃农业科技,2018(7):55-59.
- [14] 羊小琴,郑建礼,郭小俊,等.兰州市干旱山区甘草栽培关键技术[J].甘肃农业科技,2017(2):65-67.
- [15] 李琳,田庆明,魏可新,等.河西走廊气候条件对甘草生长发育的影响及种植区划[J].中国农业气象,2003,24(3):54-57.
- [16] 龚成文,米永伟,谢志军,等.甘肃中药材产业发展现状、问题及对策[J].甘肃农业科技,2017(11):1-4.
- [17] 王国祥,武伟国,蔡子平,等.氮钾耦合对黄芪种子产量和质量的影响[J].甘肃农业科技,2016(11):9-14.
- [18] 王琳.陇西县黄芪地膜育苗密度试验初报[J].甘肃农业科技,2017(8):59-61.
- [19] 张爱民,张双定.甘肃陇西黄芪种苗培育技术规程[J].甘肃农业科技,2014(7):72-73.
- [20] 张立军,王宏霞,王国祥,等.甘肃党参搭架采种技术规程[J].甘肃农业科技,2018(6):92-94.
- [21] 王琳.白条党参幅宽50cm白膜覆盖露头栽培密度试验[J].甘肃农业科技,2017(9):39-41.
- [22] 王润元,邓振镛,姚玉璧,等.旱区名特优作物气候生态适应性与资源利用[M].北京:气象出版社,2015:152-155.

(本文责编:陈伟)