

冯树林,黄 优,王进鑫,等. 刈割对贵州安顺石漠化地区紫花苜蓿生产性能的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(20):199-203.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.20.038

# 刈割对贵州安顺石漠化地区紫花苜蓿生产性能的影响

冯树林<sup>1,2,5</sup>, 黄 优<sup>2</sup>, 王进鑫<sup>3</sup>, 周 婷<sup>4</sup>, 覃宗泉<sup>5</sup>

(1. 咸阳职业技术学院, 陕西咸阳 712000; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨凌 712100;  
3. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100; 4. 咸阳市农业科学研究院, 陕西咸阳 712000;  
5. 贵州省安顺市草地工作站, 贵州安顺 561000)

**摘要:**为揭示贵州安顺地区栽培紫花苜蓿的生产性能,以西部之星、三得利和维多利亚紫花苜蓿为材料,对不同品种在孕蕾期的株高、茎粗、干鲜比、茎叶比等生长性状以及刈割后紫花苜蓿的生长高度、生长速率和牧草产量进行测定。结果表明,不同品种在孕蕾期的生长性状无显著差异,刈割显著增加了3个品种的生长高度、生长速率、牧草产量;不同品种刈割2~3次均可获得较高牧草产量,呈现三得利紫花苜蓿干草产量>西部之星紫花苜蓿干草产量>维多利亚紫花苜蓿干草产量的变化趋势。综合分析认为,3个供试紫花苜蓿品种较适宜在安顺地区推广和种植利用的是三得利紫花苜蓿,其次是西部之星和维多利亚紫花苜蓿。

**关键词:**紫花苜蓿;生产性能;孕蕾期;生长性状;再生性能;生长高度;生长速率;产量;刈割次数;安顺;影响

**中图分类号:**S541+.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)20-0199-05

安顺市地处长江水系乌江流域和珠江水系北盘江流域分水岭地带,属于典型的喀斯特地貌集中地区,生态环境十分脆弱,天然草地严重退化,现存天然牧草营养价值低,品种单一,优质多年生豆科

牧草缺乏<sup>[1-2]</sup>。紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是一种家畜喜食的深根性多年生优质豆科牧草,素有“牧草之王”和“饲草之后”的美誉。因其具有适应性强、产量高、品质好、耐刈割持久性好、抗旱耐盐碱及保持水土等特点在世界上得到了大面积推广和种植利用<sup>[3-13]</sup>。随着安顺地区山地生态畜牧业的发展,大量生产优质豆科牧草已成为客观需求,人工草地在饲草供应中的重要作用越来越受到重视,因此优质牧草和饲料作物在该地区种植面积也大幅增加。作为人工草地发展中的优质牧草——紫花苜蓿,其种植面积也逐渐增加,但由于安顺地区

收稿日期:2019-11-27

基金项目:国家自然科学基金(编号:31670713);陕西省科技统筹计划(编号:2016KTCL03-18)。

作者简介:冯树林(1987—),男,贵州兴仁人,博士研究生,畜牧师,主要从事林草生态工程研究。E-mail:shulinfeng06@163.com。

通信作者:王进鑫,教授,博士生导师,主要从事旱区人工植被生态恢复与环境生态学理论研究。E-mail:jwang118@126.com。

[6]高绪生,刘永峰,刘永襄,等. 温度对皱纹盘鲍稚鲍摄食与生长的影响[J]. 海洋与湖沼,1990(1):20-26.

[7]姚 托,贾艳丽,何 健,等. 皱纹盘鲍南北方群体的高温应激和生长差异[J]. 中国水产科学,2017,24(2):258-267.

[8]罗建蓉,康小丽,钱金楸. 澳洲大蠔与美洲大蠔总糖含量的比较研究[J]. 大理学院学报,2014,13(2):26-29.

[9]刘宗柱,朱凤华,徐永立,等. 凯氏定氮法测定牙鲆肌肉粗蛋白含量方法的改进[J]. 海洋科学,1999,6(1):1-3.

[10]张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003.

[11]Qing N Z, Fang J M, Ping Y J. Preliminary studies on increased survival and accelerated growth of overwintering juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino [J]. Aquaculture, 1996, 140 (1/2): 177-186.

[12]杨东敏,王化敏,丁鉴锋,等. 越冬期前后菲律宾蛤仔体成分变

化研究[J]. 大连海洋大学学报,2017,32(6):694-699.

[13]王际英,宋志东,李培玉,等. 低温条件下饲料的脂肪含量对石斑鱼生长的影响[J]. 海洋湖沼通报,2010(1):7-14.

[14]周 萌,王安利,苗玉涛,等. 虾蟹低温应激研究进展[J]. 饲料工业,2011,32(22):45-48.

[15]许友卿,郑一民,丁兆坤. 冷应激对水生动物代谢的影响及调控研究进展[J]. 中国水产科学,2017,24(5):1149-1159.

[16]徐 东,张继红,王文琪,等. 温度变化对虾夷扇贝耗氧率和排氨率的影响. 中国水产科学,2010,17(5):1101-1106.

[17]张继红,方建光,梁翻鹏. 低温对栉孔扇贝能量收支的影响. 中国水产科学,2002(1):48-51.

[18]石 军,陈国安,洪奇华. 皱纹盘鲍的养殖生物学研究进展[J]. 齐鲁渔业,2012,19(7):7-10

[19]童圣英. 四种鲤科鱼类越冬时脂肪酸组成的变化[J]. 水产学报,1997,21(4):373-379.

栽培牧草品种繁多、刈割管理利用方式单一,未能充分发挥优质豆科牧草在该地区畜牧业发展中的重要作用,须筛选出安顺地区当前栽培利用牧草品种适宜的刈割管理利用模式,以期为该地区科学高效开展紫花苜蓿的栽培利用提供指导。

刈割不仅是紫花苜蓿人工草地生产的重要环节,也是影响紫花苜蓿产量和营养品质的关键因素。不同的刈割管理利用方式不仅对紫花苜蓿的产量、品质和再生性有重要影响,而且对其持久利用和安全越冬也有影响。迄今为止,关于紫花苜蓿品种的种植利用,前人做了大量研究<sup>[14-19]</sup>,研究结果揭示紫花苜蓿的刈割管理利用模式因种植地域、管理水平及紫花苜蓿品种的差异导致其在刈割茬次和刈割时期上有所不同<sup>[20]</sup>,所取得的试验结果也有差异。孙智德等研究发现,内蒙古西辽河平原地区灌溉条件下种植的紫花苜蓿在年生长期内刈割 3~4 次可获得较高干草产量<sup>[21]</sup>,余成群等在西藏拉萨河谷地区对紫花苜蓿进行试验,结果表明,在该地区采用分枝期 1 年 3 次的刈割方案可获得最大干草产量<sup>[22]</sup>;常春等在银川地区(黄灌区)对苜蓿的试验结果揭示,初花期苜蓿刈割 4 次可获得较高牧草产量<sup>[23]</sup>;刘杰淋等对紫花苜蓿的研究报道,苜蓿鲜质量优化组合第 1 次刈割最佳时期为现蕾末期,第 2 次刈割最佳时间为中花期,第 3 次刈割最佳时间为初蕾期<sup>[24]</sup>;胡安等对黄土高原紫花苜蓿产量与营养品质进行了研究,揭示了紫花苜蓿第 1 次适宜的刈割时间为 6 月中旬,第 2 次刈割时间为 8 月下旬<sup>[25]</sup>;宋书红等研究发现,紫花苜蓿现蕾期刈割的产量和营养价值优于营养期、开花期、盛花期和结荚期<sup>[26]</sup>;高婷等的研究表明,在宁夏不同生态区(吴忠市、盐池县、彭阳县)针对相同苜蓿品种在相同秋季刈割制度下,株高、茎粗、分枝数、单株鲜质量和干草产量在三地呈现吴忠市>盐池县>彭阳县的变化,且均存在极显著差异<sup>[27]</sup>。研究结果阐明了苜蓿因种植地域、气候、水肥管理及苜蓿品种不同而导致其不同地域刈割管理利用模式不尽相同,即便是同一苜蓿品种也并非完全相同,须根据苜蓿栽培地域的实际情况进行刈割管理模式调整<sup>[16]</sup>。现阶段关于贵州特殊地貌环境下安顺石漠化地区苜蓿的栽培管理利用模式尚不十分明确,很大程度限制了该地区高产优质豆科牧草的高效利用。本研究从该地区众多栽培牧草品种中选取 3 个具有优良特性的三得利、西部之星和维多利亚

紫花苜蓿品种作为试验材料,开展紫花苜蓿的生长性状观测及刈割试验,探讨 3 个紫花苜蓿品种在该地区的生长性状及刈割对紫花苜蓿的再生性能的影响,以期为该地区多年生优质豆科牧草的精细化管理利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

紫花苜蓿试验地位于安顺农业科学院(105°50' E、26°18' N),地处丘陵盆地边沿,土壤为石灰性黄壤土,属典型的高原型湿润亚热带季风气候,平均海拔 1 380 m,年平均气温 14 ℃,无霜期 270 d。

### 1.2 试验材料

供试紫花苜蓿品种为西部之星紫花苜蓿、三得利紫花苜蓿(*M. sativa* cv. Sanditi)和维多利亚(*M. sativa* cv. Victoria)紫花苜蓿,均由贵州省农业科学院提供。

### 1.3 试验设计

以西部之星、三得利和维多利亚为试验材料开展试验,每个品种 3 次重复,随机排列。每个试验小区面积为 15 m<sup>2</sup>(3 m×5 m),重复小区间间隔 1 m,处理小区间间距 2 m。2013 年 4 月下旬播种,播种方式为条播,播种量 30 kg/hm<sup>2</sup>,南北向排列,行距 10 cm,覆土厚度约 3 cm。播种前施优质磷肥 1 500 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥,出苗后及时施提苗肥(氮肥) 90 kg/hm<sup>2</sup>,杂草防治采用人工除杂的方法。

### 1.4 测定指标及方法

1.4.1 紫花苜蓿生长性状观测 2013 年在紫花苜蓿的孕蕾期开展紫花苜蓿生长性状(株高、茎粗、鲜草产量、干草产量、茎叶比和干鲜比)的观测。(1)紫花苜蓿株高的测定。刈割前在试验小区内随机选取 10 株无病害紫花苜蓿,用直尺测量基部至顶端的距离,取其平均值计为紫花苜蓿株高。(2)紫花苜蓿茎粗的测定。刈割前在试验小区随机选取 10 株无病害紫花苜蓿,用游标卡尺测量距离地面约 5 cm 处的茎粗,取其平均值计为紫花苜蓿茎粗。(3)茎叶比、干鲜比和干草产量的测定。每个小区随机选取 1 m<sup>2</sup>(1 m×1 m)的样方进行刈割,样方内牧草刈割留茬高度 5 cm 左右,刈割后立即称鲜质量,并在每个处理鲜草样中随机取约 500 g 样品带回实验室,分离茎叶。鲜草样品在 105 ℃烘箱中杀青 15 min,然后在 65 ℃下烘干至恒质量,记录其干

质量。茎叶比 = 茎干质量/叶干质量, 干鲜比 = 干样质量/鲜样质量, 并根据干鲜比折算孕蕾期紫花苜蓿干草产量。

**1.4.2 紫花苜蓿再生性能观测** 2015 年在紫花苜蓿生长期内进行刈割试验, 紫花苜蓿刈割试验设刈割 0 次(对照)、刈割 1 次(T1)、刈割 2 次(T2)和刈割 3 次(T3)4 个处理, 每个处理 3 次重复(表 1), 定期测定牧草的生长高度、生长速率、鲜草产量和干草产量, 测定方法与紫花苜蓿生长性状观测时的测定方法相同。紫花苜蓿生长速率即为单位时间内每个处理测定的牧草生长高度的平均值。紫花苜蓿鲜草产量是各刈割茬次紫花苜蓿鲜草质量相加的总和。根据紫花苜蓿鲜草产量和干鲜比, 将紫花苜蓿鲜草产量换算为干草产量。

表 1 紫花苜蓿刈割管理

| 处理 | 刈割次数 | 刈割时间<br>(年-月-日)                             |
|----|------|---|
| CK | 0    | 2015-08-16                                  |
| T1 | 1    | 2015-06-16、2015-08-16                       |
| T2 | 2    | 2015-05-26、2015-07-06、2015-08-16            |
| T3 | 3    | 2015-05-16、2015-06-16、2015-07-16、2015-08-16 |

表 2 不同紫花苜蓿品种孕蕾期生长性状

| 品种   | 产量(t/hm <sup>2</sup> ) |              | 茎粗<br>(mm)   | 株高<br>(cm)    | 干鲜比          | 茎叶比          |
|------|------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|      | 干草                     | 鲜草           |              |               |              |              |
| 西部之星 | 1.77 ± 0.41a           | 6.54 ± 1.52a | 1.47 ± 0.02a | 47.38 ± 1.22a | 0.27 ± 0.02a | 0.78 ± 0.11a |
| 三得利  | 1.45 ± 0.43a           | 6.36 ± 1.89a | 1.45 ± 0.05a | 48.24 ± 1.74a | 0.23 ± 0.02a | 0.79 ± 0.13a |
| 维多利亚 | 1.27 ± 0.22a           | 5.06 ± 0.87a | 1.50 ± 0.04a | 46.24 ± 0.32a | 0.25 ± 0.01a | 0.65 ± 0.04a |

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

## 2.2 刈割对不同紫花苜蓿品种再生性能的影响

**2.2.1 刈割对紫花苜蓿生长高度的影响** 从图 1 可以看出, 随着刈割次数的增加, 西部之星和三得利生长高度呈现先增加后略有下降的变化趋势, 而维多利亚的生长高度则呈逐渐增加的变化趋势。刈割处理显著增加了不同紫花苜蓿品种的生长高度, 且刈割 2~3 次处理的牧草生长高度较刈割 1 次处理的牧草生长高度显著增加, 刈割 2 次和刈割 3 次处理间牧草生长高度差异不显著。不同紫花苜蓿品种间相比较, 维多利亚对照的生长高度显著高于西部之星对照的生长高度, 刈割 1 次处理三得利生长高度显著高于维多利亚生长高度, 刈割 2 次或 3 次 3 个紫花苜蓿品种间生长高度差异不显著。

**2.2.2 刈割对不同紫花苜蓿品种生长速率的影响**

由图 2 可见, 在紫花苜蓿生长期随着刈割次数

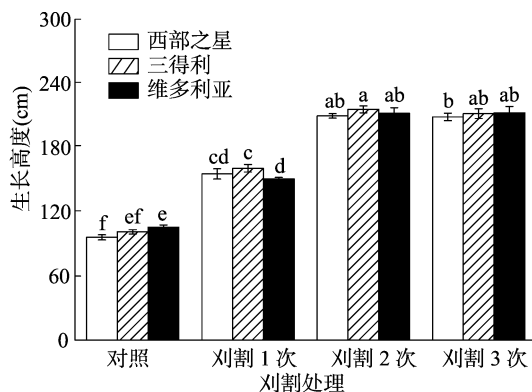
## 1.5 数据处理

用 Excel 2003 进行数据统计, 用 SPSS 17.0 进行处理间方差分析, 用 Origin 8.0 作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 紫花苜蓿的生长性状

从表 2 可以看出, 3 个紫花苜蓿品种在孕蕾期的鲜草产量、干草产量、株高和茎叶比呈现西部之星和三得利紫花苜蓿稍高于维多利亚紫花苜蓿的变化趋势, 其中西部之星、三得利紫花苜蓿的干草产量分别是维多利亚紫花苜蓿干草产量的 1.39、1.14 倍。3 个紫花苜蓿品种间茎粗和干鲜比呈现西部之星紫花苜蓿和维多利亚紫花苜蓿大于三得利紫花苜蓿的变化趋势, 其中西部之星、维多利亚的干鲜比分别是三得利的 1.17、1.09 倍。西部之星、三得利和维多利亚紫花苜蓿生长性状的方差分析结果表明, 紫花苜蓿品种观测指标间的变化趋势虽稍有不同, 但 3 个紫花苜蓿品种在孕蕾期的生长性状无显著差异, 说明 3 个紫花苜蓿品种均可在贵州安顺地区推广和种植利用。



图中数据为“平均值±标准差”; 不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。图 2、图 3 同

图 1 刈割对紫花苜蓿生长高度的影响

的增加, 维多利亚的生长速率呈现逐渐增加的趋势; 而西部之星和三得利紫花苜蓿的生长速率则随着刈割次数增加呈现先增加后下降的变化趋势, 这

2 个紫花苜蓿品种刈割 3 次的生长速率虽较刈割 2 次的生长速率有所下降,但差异不显著。与对照相比,刈割处理显著增加了各品种的生长速率。3 个紫花苜蓿品种间相比较,对照的生长速率差异不显著,刈割 1 次三得利紫花苜蓿的生长速率显著高于西部之星和维多利亚紫花苜蓿的生长速率,刈割 2 次三得利紫花苜蓿的生长速率显著高于维多利亚紫花苜蓿生长速率,刈割 3 次 3 个紫花苜蓿品种间的生长速率差异不显著。刈割处理条件下,3 个紫花苜蓿品种间的生长速率呈现出三得利紫花苜蓿的生长速率高于西部之星和维多利亚紫花苜蓿生长速率的变化趋势。

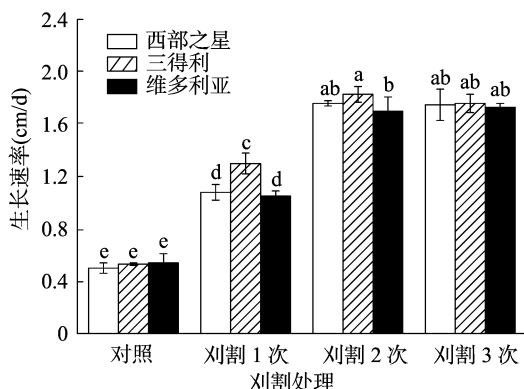


图2 刈割对紫花苜蓿生长速率的影响

**2.2.3 刈割对不同紫花苜蓿品种产量的影响** 牧草产量是衡量牧草种植效益、生产性能和经济性能的重要指标。从图 3 - A 可知,随着刈割次数的增加,西部之星和三得利紫花苜蓿鲜草产量呈显著增加的趋势;而维多利亚紫花苜蓿除刈割 1 次的鲜草产量外,刈割 2、3 次的鲜草产量较对照显著增加。由图 3 - B 可知,随着刈割次数的增加,西部之星和三得利紫花苜蓿干草产量呈逐渐增加的趋势,而维多利亚紫花苜蓿除刈割 1 次的干草产量与对照相比略有下降外,其余处理则呈增加的变化趋势。不同紫花苜蓿品种间刈割 2、3 次的干草产量较对照和刈割 1 次干草产量显著增加,刈割 2 次与刈割 3 次处理间紫花苜蓿干草产量差异不显著。与对照比较,不同紫花苜蓿品种刈割 3 次均可获得较高的产量,西部之星、三得利、维多利亚紫花苜蓿干草产量分别是各自对照的 2.44、2.99、1.82 倍,3 个紫花苜蓿品种刈割 3 次的干草产量表现为三得利 > 西部之星 > 维多利亚。

### 3 讨论与结论

牧草的株高、茎粗在一定程度上反映了牧草的

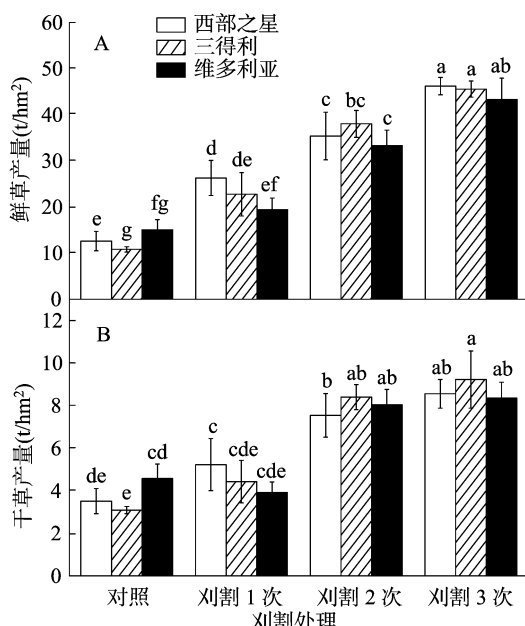


图3 刈割对紫花苜蓿产量的影响

生长能力,是衡量牧草生长状况及产量水平的主要指标<sup>[17]</sup>。牧草株高越高,茎粗越粗,生长速率越快,对牧草生物量的积累贡献就越大。干鲜比、茎叶比及牧草产量是衡量牧草品种质量、生产性能、种植效益和经济价值的重要指标,能够反映牧草利用价值和干物质的积累程度<sup>[28-29]</sup>。本试验发现,3 个紫花苜蓿品种在孕蕾期的生长发育特性无显著差异,其中对三得利和维多利亚紫花苜蓿干草产量的观测结果与马海轮等对 2 个品种的研究结果<sup>[7]</sup>大体一致,呈现三得利紫花苜蓿干草产量高于维多利亚紫花苜蓿干草产量的变化趋势。

紫花苜蓿再生能力强,生长期可多次刈割利用,但也往往因种植地域土壤、气候和水肥管理水平不同而导致刈割管理利用模式不同,即使是同一紫花苜蓿品种的刈割次数和刈割时期也不尽相同,因此合理刈割利用紫花苜蓿一直都是紫花苜蓿生产中的关键问题。刈割过多往往会导致紫花苜蓿再生性能下降,甚至不能安全越冬,刈割过少不仅会造成紫花苜蓿产量和品质的下降,还会造成优质饲草资源的浪费。适宜的刈割次数和刈割时期不但可以促进紫花苜蓿的再生生长,还可以提高苜蓿的再生能力和生物产量。本试验选取种植第 3 年的紫花苜蓿进行刈割试验,因其在该种植年限表现相对稳定,整个生长过程中受外界因素干扰较小,所观测的数据在一定水平上基本能够代表紫花苜蓿品种在试验区域的性状表现,同时在选择紫花苜蓿生长年限上与余辉等研究其生产性能时的选择<sup>[30]</sup>

趋于一致,对紫花苜蓿的栽培管理利用具有一定指导意义。干草产量反映了单位面积上紫花苜蓿通过光合作用产生的地上部分各器官的生物量之和<sup>[31]</sup>。本试验研究发现,生长第 3 年的紫花苜蓿随着刈割次数的增加,其产量呈增加趋势,其中三得利和西部之星紫花苜蓿刈割处理的干草产量表现为刈割 3 次 > 刈割 2 次 > 刈割 1 次 > 对照。不同品种刈割 3 次均有利于牧草产量的积累,与相关研究报道<sup>[14,22-23,32]</sup>大致相近。

综合 3 个供试紫花苜蓿品种在孕蕾期的牧草产量、株高、茎粗、干鲜比等生长性状以及刈割处理后各紫花苜蓿品种的生长高度、生长速率和牧草产量来看,3 个供试紫花苜蓿品种在安顺地区均具有一定的推广和种植利用潜力,不同紫花苜蓿品种刈割 2~3 次可获得较高牧草产量,其中三得利紫花苜蓿刈割 3 次干草产量分别是西部之星、维多利亚紫花苜蓿干草产量的 1.08、1.10 倍。3 个供试紫花苜蓿品种最适合在安顺地区推广和种植利用的是三得利紫花苜蓿,其次是西部之星和维多利亚紫花苜蓿。

#### 参考文献:

- [1] 冯树林,覃宗泉. 贵州省安顺地区农作物秸秆综合利用现状及对策[J]. 畜牧与饲料科学,2016,37(3):75-77.
- [2] 娄秀伟,雷会义,覃宗泉. 安顺市农作物秸秆饲料化综合利用[J]. 安徽农业科学,2013,41(16):7165-7167.
- [3] 焦亮,李阳春,魏臻武,等. 10 个紫花苜蓿品种比较试验[J]. 草原与草坪,2006,118(5):21-25.
- [4] 蒋齐仕,谢家云,党志强. VL600 紫花苜蓿在湖北地区的品种比较试验[J]. 湖北畜牧兽医,2017,38(8):5-7.
- [5] 明炜,陈超,莫本田,等. 12 个国外引进紫花苜蓿品种的比较试验[J]. 贵州农业科学,2014(5):176-179.
- [6] 高立杰,李运起,张洪杰,等. 14 种紫花苜蓿萌发期抗旱性比较试验[J]. 黑龙江畜牧兽医,2017,8(15):6-11.
- [7] 马海轮,熊景发,马红,等. 紫花苜蓿品比试验[J]. 中国草食动物科学,2013,35(3):45-47.
- [8] Ventroni L M,Jeffrey J V,Cangiano C A. Fall dormancy and cutting frequency impact on alfalfa yield and yield components[J]. Field Crops Research,2010,119(2/3):252-259.
- [9] Russelle M P. Alfalfa: after an 8 000-year journey, the “Queen of Forages” stands poised to enjoy renewed popularity[J]. American Scientist,2001,89(3):252-261.
- [10] Brink G E,Sanderson M A,Casler M D. Grass and legume effects on nutritive value of complex forage mixtures[J]. Crop Science,2015,55(3):1329-1337.
- [11] Lamm F R,Harmony K R,Aboukheira A A, et al. Alfalfa production with subsurface drip irrigation in the central Great Plains[J]. Transactions of the ASABE,2012,55(4):1203-1212.
- [12] Jiang J P,Xiong Y C,Jia Y, et al. Soil quality dynamics under successional alfalfa field in the semi-arid Loess Plateau of northwestern China[J]. Arid Land Research and Management,2007,21(4):287-303.
- [13] Zhao C Y,Feng Z D,Chen G D. Soil water balance simulation of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in the semiarid Chinese Loess Plateau[J]. Agricultural Water Management,2004,69(2):101-114.
- [14] 斯达,穆麟,赵红凯,等. 高温刈割时期对非秋眠紫花苜蓿再生的影响[J]. 中国农学通报,2018,34(2):89-94.
- [15] 王丽学,冯婧,马强,等. 不同刈割时期和留茬高度紫花苜蓿品质动态研究[J]. 中国饲料,2018(3):40-44.
- [16] 伏兵哲,高雪芹,张蓉,等. 宁夏引黄灌区不同紫花苜蓿品种比较[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45(2):71-78.
- [17] 吴佳. 紫花苜蓿叶片生长动态特征及影响环境因素分析[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008:3-6.
- [18] 刘志英,李西良,李峰,等. 越冬紫花苜蓿根系性状与秋眠性的关系及其抗寒效应[J]. 中国农业科学,2015,48(9):1689-1701.
- [19] 刘希强,张涵,王学敏,等. 紫花苜蓿秋眠性的 SSR 标记关联分析[J]. 中国农业科学,2018,51(2):226-232.
- [20] 刘晓静,张进霞,李文卿,等. 施肥及刈割对干旱地区紫花苜蓿产量和品质的影响[J]. 中国沙漠,2014,34(6):1516-1526.
- [21] 孙德智,李凤山,杨恒山,等. 刈割次数对紫花苜蓿翌年生长及草产量的影响[J]. 中国草地,2005,27(5):33-37.
- [22] 余成群,钟华平,邵小明,等. 西藏拉萨河谷地区紫花苜蓿的刈割管理[J]. 草业学报,2011,20(1):38-45.
- [23] 常春,尹强,刘洪林. 苜蓿适宜刈割期及刈割次数的研究[J]. 中国草地学报,2013,35(5):53-56.
- [24] 刘杰淋,唐凤兰,朱瑞芬,等. 不同时期刈割对苜蓿生长发育动态的影响[J]. 黑龙江农业科学,2017(3):108-110.
- [25] 胡安,康颖,陈先江,等. 刈割时间对黄土高原紫花苜蓿产量与营养品质的影响[J]. 草业学报,2017,26(9):57-65.
- [26] 宋书红,杨云贵,张晓娜,等. 不同刈割时期对紫花苜蓿和红豆草产量及营养价值的影响[J]. 家畜生态学报,2017,38(2):44-51.
- [27] 高婷,孙启忠,王川,等. 秋季刈割时期对不同秋眠性苜蓿品种生产性能的影响[J]. 中国草地学报,2017,39(1):27-34.
- [28] 尹俊,孙振中,邓菊芬,等. 昆明地区紫花苜蓿品种比较试验[J]. 草业科学,2008,25(1):66-68.
- [29] 徐春明. 不同苜蓿 (*Medicago Sativa*) 品种生长特性分析及评价[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2003:4-5.
- [30] 于辉,刘荣,刘惠青,等. 刈割次数对肇东苜蓿生产能力影响的综合评估[J]. 草业科学,2010,27(4):144-148.
- [31] 张瑜,严琳玲,罗小燕,等. 大翼豆种子保存方法对发芽及幼苗生长的影响[J]. 热带农业科学,2013,33(2):1-3,12.
- [32] 杨恒山,曹敏建,郑庆福,等. 刈割次数对紫花苜蓿草产量、品质及根的影响[J]. 作物杂志,2004(2):33-34.