DOI:CNKI:61-1390/S. 20120109. 1219. 008　　网络出版时间:2012-01-09　12:19
网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120109.1219.008.html

关中地区紫花苜蓿生产性能和利用年限的研究

韩　博[1,2],张　攀[1],王卫栋[1],孙伟泽[1],呼天明[1]

(1 西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100;
2 旱区作物逆境生物学国家重点实验室,陕西 杨凌 712100)

[摘　要]　【目的】研究了关中地区 8 个紫花苜蓿品种连续 8 年的生产性能及其利用年限,旨在筛选出适合关中地区的紫花苜蓿新品种。【方法】2002－2009 年,以 8 个国内外紫花苜蓿品种为研究对象,对其株高、鲜干比、茎叶比和产量等进行了测定,运用隶属函数法综合评价了各苜蓿品种的适应性,并对其在关中地区的最佳利用年限进行了分析。【结果】平均株高较高的品种是维多利亚和中苜 1 号,分别为 71.67 和 70.89 cm;鲜干比较低的品种有放牧者、德宝和维多利亚;茎叶比较高的品种是三得利和关中;不同年份各个苜蓿品种平均产量具有明显差异,其中平均产量较高的品种分别是放牧者、中苜 1 号和三得利,分别比当地品种关中高 48.19%,39.16%和 38.55%。根据产量的二次回归方程可知,紫花苜蓿的干草产量高峰出现在第 4 年。【结论】中苜 1 号、三得利和放牧者的生产性能均较佳,适宜在关中地区推广应用,且最佳利用年限为 5～6 年。

[关键词]　紫花苜蓿;生产性能;利用年限;关中地区

[中图分类号]　S551^{+}.7　　[文献标识码]　A　　[文章编号]　1671-9387(2012)02-0051-06

Study on the production performance and utilization period of alfalfa in Guanzhong region

HAN Bo[1,2], ZHANG Pan[1], WANG Wei-dong[1],
SUN Wei-ze[1], HU Tian-ming[1]

(1 *College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*;
2 *State Key Laboratory of Crop Stress Biology in Arid Areas, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract:【Objective】Production performance and proper use age of 8 cultivars in continuous 8 years in Guanzhong area was investigated to selected the suitable alfalfa cultivars in Guanzhong region.【Method】In 2002－2009, 8 cultivars from abroad and home as subject were investigated, the characteristics including height, dry yield, the ratio of fresh/dry and stem/leaf were tested. And the adaptability and effective utilization period were evaluated comprehensively by the membership function and regressive function.【Result】8 years observation results showed that plant average height of Victoria and Zhongmu No. 1 reached 71.67 and 70.89 cm respectively and were higher than others; There were significant differences in dry matter yield among 8 cultivars in different years. Among these cultivars, the high average annual dry-matter-yield were Haygrazer, Zhongmu No. 1 and sandity, which were 48.19%, 39.16% and 38.55% higher than Guanzhong respectively, and the 4th year was the high-yield period.【Conclusion】Zhongmu No. 1, Haygrazer and Sandity were suitable to be cultivated and deserved extension in Guanzhong area, and the best

*　[收稿日期]　2011-08-16
[基金项目]　国家科技支撑计划项目(2011BAD17B05);农业部公益性行业专项(200903060)
[作者简介]　韩　博(1983－),女,陕西渭南人,在读博士,主要从事牧草遗传育种及其抗逆性研究。E-mail:hanbo1983@126.com
[通信作者]　呼天明(1958－),男,内蒙古鄂尔多斯人,教授,博士生导师,主要从事牧草繁育及草畜一体化研究。
E-mail:hutianming@126.com

period for economic use was 5 to 6 years.

Key words: alfalfa; production performance; use age; Guanzhong region

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是一种重要的多年生豆科牧草,素有"牧草之王"的美称,是我国北方粮草轮作和栽培草地建设的主要草种,在我国的生态治理及畜牧业生产中发挥着极其重要的作用[1-3]。伴随着苜蓿产业的迅猛发展,我国自主培育的优良苜蓿品种不能满足国内生产的需要,每年都要从国外引进很多草种,但是却未对这些草种进行全面的研究和评价,盲目引种给农民和当地企业造成了诸多损失。苜蓿的地上生物量主要受生长年限、品种特性的影响,因此生长年限对苜蓿生产力的影响一直是人们探讨的热点问题[4-5],尤其是连作苜蓿的产草量受生长年限的影响更大,而关于引进品种的利用年限及在当地的适应性却鲜有研究,这就给地方苜蓿产业的发展带来一定的风险。为此,本试验以陕西关中地区当地品种关中和国内育成的优良品种中苜1号为对照,在已有研究[6-10]基础之上,对引进的6个苜蓿品种的生产性能和利用年限进行了研究,旨在筛选出适宜关中地区生长利用的紫花苜蓿品种,同时确定苜蓿在关中地区的最佳利用年限,为当地畜牧业的快速发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在陕西杨凌国际会展中心以北,位于秦岭北麓的渭河平原,地处北纬34°21′,东经108°10′,海拔454.8 m,年均日照2 150 h,年均气温12~14 ℃,极端最高气温39~40 ℃,极端最低气温-21~-15 ℃,为暖温带半湿润气候,年均降水量621.6 mm,主要集中于7、8、9月份,春季降水偏少,气候干旱。试验地土层深厚,含有机质15.0 g/kg、全氮56 mg/kg、全磷≥3.4 mg/kg、速效钾165 mg/kg,pH为8.26。

1.2 供试材料

供试的8个苜蓿品种如表1所示,其中6个引进品种,1个育成品种(中苜1号)和1个当地品种(关中)。

1.3 试验设计及田间管理

于2002-2009年进行试验,参试品种采用随机区组排列,3次重复,小区面积2 m×5 m。2002-03-31人工开沟条播,播种量15 kg/hm^2,播深2 cm,行距30 cm,每小区7行。每年返青时灌溉1次,整个生育期不施肥,只进行简单的喷药防治病虫害,适时锄草。初花期进行刈割,除第1年(2002年)刈割3次外,其余年份均刈割4次。

表1 8个供试苜蓿品种及其产地

Table 1 8 tested alfalfa varieties and their origin

编号 Code	苜蓿品种 Alfalfa variety	原产地 Origin
1	放牧者 Haygrazer	加拿大 Canada
2	苜蓿54 Alfalfa 54	荷兰 Netherlands
3	德宝 Derby	荷兰 Netherlands
4	爱菲尼特 Affinity	美国 U.S.A
5	维多利亚 Victoria	美国 U.S.A
6	三得利 Sandity	荷兰 Netherlands
7	中苜1号 Zhongmu No.1	中国 China
8	关中 Guanzhong	中国 China

1.4 测定指标与方法

1.4.1 株 高 每次刈割前测定株高,每个品种3次重复,每个重复选取10株,测量每株的高度,求平均值得株高。

1.4.2 鲜干比和茎叶比 每年第1次刈割时各品种随机取样1 kg,将茎、叶分离后风干至质量恒定,测定其鲜干比和茎叶比。

1.4.3 干草产量 每次刈割时测量各个品种1 m^{2}样地的产量,重复3次,然后折算成每公顷鲜草产量,按鲜草产量/鲜干比计算出干草产量,干草产量为各茬次产量之和。

1.5 数据处理及分析

1.5.1 数据的标准化处理 不同品种各指标隶属函数值$\mu(X_j)$用公式(1)求出[11]:

$$\mu(X_j)=\frac{X_j-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}},j=1,2,\cdots,n。\quad(1)$$

式中:X_j为第j个综合指标值,$X_{\min}$为第j个综合指标的最小值,$X_{\max}$为第j个综合指标的最大值。

1.5.2 权重的确定 根据综合指标贡献率的大小,用公式(2)可求出各综合指标的权重W_j。

$$W_j=P_j\sum_{j=1}^{n}P_j,j=1,2,\cdots,n。\quad(2)$$

式中:P_j为各品种(系)第j个综合指标的贡献率。

1.5.3 综合评价值的计算 各品种的综合评价值D用公式(3)计算。

$$D=\sum_{j=1}^{n}[\mu(x_j)\cdot W_j],j=1,2,\cdots,n。\quad(3)$$

试验数据采用Excel 2003处理,用SAS软件进行统计分析。

2　结果与分析

2.1　不同生长年限苜蓿各品种株高的比较

株高是描述牧草生长状况，反映草地生产力较为理想的一个特征量[12]。对不同苜蓿品种在不同年份的株高变化进行比较分析，结果如表 2 所示。表 2 显示，2002－2009 年，随着生长年限的增加，同一苜蓿品种株高基本上均呈先增加后减少的趋势，而在同一年份下不同苜蓿品种的株高也有差异。8 年中，大部分引进品种株高与“中苜 1 号”之间差异不显著（2008 年除外），但均与当地品种“关中”之间差异显著（2008 和 2009 年除外）。

表 2　不同年份 8 个苜蓿品种株高的比较

Table 2　Height of eight cultivars in different years　　cm

品种 Variety	年份 Year								平均 Average
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
放牧者 Haygrazer	65.95 a	75.94 a	76.16 bc	81.60 a	75.94 b	78.10 a	50.58 d	52.37 ab	69.58
苜蓿 54 Alfalfa 54	67.39 a	69.54 c	76.82 bc	80.55 ab	76.74 b	68.73 c	56.39 bc	50.74 ab	68.36
德宝 Derby	67.98 a	73.23 ab	73.57 c	75.01 c	74.63 b	64.44 d	53.65 cd	51.27 ab	66.72
爱菲尼特 Affinity	65.03 a	70.14 bc	76.98 bc	78.59 abc	80.51 a	68.46 c	53.97 cd	49.86 ab	67.94
维多利亚 Victoria	66.59 a	75.11 a	79.58 ab	81.84 a	82.48 a	73.07 b	59.37 b	55.34 a	71.67
三得利 Sandity	60.36 a	70.79 bc	80.79 a	80.61 ab	80.28 a	70.40 bc	53.06 cd	52.24 ab	68.57
中苜 1 号 Zhongmu No.1	70.61 a	73.06 ab	79.95 ab	76.81 bc	82.26 a	69.76 bc	64.24 a	50.49 ab	70.89
关中 Guanzhong	51.08 b	59.37 d	61.74 d	63.38 d	65.49 c	60.94 e	49.57 d	46.87 b	57.31
平均 Average	64.37	70.90	75.70	77.30	77.29	69.24	55.10	51.15	

注：同列数据后标不同小写字母者表示差异显著（$P<0.05$）。

Note: Different lowercases indicate difference ($P<0.05$)

2.2　不同生长年限苜蓿各品种鲜干比和茎叶比的比较

2.2.1　鲜干比　鲜干比反映了牧草干物质的积累程度，直接影响牧草的产量和质量，既是评价牧草适口性的重要指标，也是制定晒制干草或青贮的理论依据之一。鲜干比值高的品种，则晒制干草的性能较差，宜于鲜喂；而鲜干比低的品种，晒制干草能力强，相同条件下可以获得较高的干草产量，营养物质含量也较高。

由表 3 可以看出，2002－2003 年，8 个品种第 1 和第 2 年的鲜干比均值比较高，这是因为生长前期植株整体比较幼嫩，干物质积累少，因此鲜干比高，适口性较好，宜于鲜喂；2004－2007 年，随着生长年限的增加，苜蓿干物质积累的越来越多，鲜干比值降低，可以得到较高的干草产量；之后随着生长年限的增加，各品种的鲜干比又升高。8 个品种中，“中苜 1 号”、“关中”和“苜蓿 54”的鲜干比平均值比较高，适口性好，宜于鲜喂；而“放牧者”、“德宝”和“维多利亚”鲜干比平均值比较低，说明这些品种适宜调制青干草，可作为家畜冬季储备的干草。

表 3　不同年份 8 个苜蓿品种鲜干比的比较

Table 3　Fresh-dry ratio of 8 alfalfa varieties in different years

品种 Variety	年份 Year								平均 Average
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
放牧者 Haygrazer	4.15	4.16	3.90	3.78	3.50	3.54	4.41	4.23	3.96
苜蓿 54 Alfalfa 54	4.21	4.44	4.00	3.86	3.63	3.27	5.92	4.68	4.25
德宝 Derby	4.06	4.99	3.57	3.85	3.78	3.53	4.86	4.06	4.09
爱菲尼特 Affinity	4.29	4.11	3.80	4.12	3.90	3.70	5.01	4.37	4.16
维多利亚 Victoria	4.14	4.65	3.90	3.78	3.59	3.64	4.24	4.73	4.08
三得利 Sandity	4.56	4.62	4.13	3.80	3.63	3.81	4.44	4.15	4.14
中苜 1 号 Zhongmu No.1	4.12	4.51	3.74	4.10	3.64	3.95	5.41	5.25	4.34
关中 Guanzhong	4.01	4.62	3.70	3.86	4.04	3.75	4.97	5.14	4.26
平均 Average	4.19	4.51	3.84	3.89	3.71	3.64	4.91	4.58	

2.2.2　茎叶比　对于苜蓿品质的评定，多以茎叶比为指标。因为与茎相比，叶中粗蛋白质含量高 1～2.5 倍，粗纤维的含量却低 50%～100%，故茎叶比低的品种其适口性及品质较好[13-14]。因此，牧草中叶量越丰富，其品质越好，茎叶比的高低直接决定牧草营养价值的高低与牧草品质的优劣。表 4 显示，各个苜蓿品种不同年份的茎叶比变化趋势与鲜干比相似，2002－2003 年，几乎所有品种的植株都是新生部分，草质较嫩，叶量丰富，故茎叶比较低；2004－2005 年，随着生长年限的增加，引进 6 个品种的茎

叶比均达到最高,则说明这 2 年可获得较高的干草产量,其中“苜蓿 54”和“放牧者”2004 年茎叶比均较高;之后随着生长年限的增加,各品种茎叶比有高有低,但总体上呈先降低后升高的趋势。纵观 8 个苜蓿品种,“苜蓿 54”、“维多利亚”和“中苜 1 号”茎叶比平均值较低,说明这 3 个品种草质较嫩,叶量丰富,蛋白质含量高,品质较好,适宜用于鲜喂;“三得利”和“关中”茎叶比平均值较高,则这 2 个品种容易获得高的干草产量。

表 4 不同年份 8 个苜蓿品种茎叶比的比较

Table 4 Stem-leaf ratio of 8 alfalfa varieties in different years

品种 Variety	年份 Year								平均 Average
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
放牧者 Haygrazer	0.69	1.11	1.60	1.02	1.26	1.17	1.24	1.28	1.17
苜蓿 54 Alfalfa 54	0.78	1.22	1.50	1.27	0.98	1.04	0.99	1.15	1.12
德宝 Derby	0.75	1.04	1.40	1.21	1.15	1.25	1.13	1.32	1.16
爱菲尼特 Affinity	0.66	1.11	1.28	1.45	1.29	1.21	1.25	1.37	1.20
维多利亚 Victoria	0.66	1.02	1.48	1.17	1.19	1.08	1.14	1.23	1.12
三得利 Sandity	0.68	1.27	1.35	1.42	1.31	1.25	1.55	1.69	1.32
中苜 1 号 Zhongmu No. 1	0.65	1.21	1.25	1.14	1.04	1.15	1.23	1.39	1.13
关中 Guanzhong	0.75	1.45	1.40	1.05	1.13	1.01	1.54	1.67	1.25
平均 Average	0.70	1.18	1.41	1.22	1.17	1.15	1.26	1.39	

2.3 不同生长年限苜蓿各品种干草产量的比较

产量是衡量草地生产性能和经济价值的主要指标,是牧草种植者最关心的问题,对不同苜蓿品种的产量进行研究,可以确定不同苜蓿品种的生产性能,对苜蓿的筛选评价及合理利用具有非常重要的意义[15]。8 个苜蓿品种中,“放牧者”、“中苜 1 号”和“三得利”的平均产量均较高,分别为 24.45,23.03 和 22.83 t/(hm^2 · 年),它们之间的差异不显著;“苜蓿 54”、“维多利亚”、“爱菲尼特”和“德宝”次之,其平均产量分别为 21.18,20.95,20.04 和 19.59 t/(hm^2 · 年);“关中”的平均产量最低,为 16.79 t/(hm^2 · 年)。

从图 1 可以看出,8 个苜蓿品种干草产量年际间变化表现出相似的规律性:生长第 1 年(2002 年)干草产量较低,第 2 年(2003 年)开始急剧升高,各个品种基本上在第 3～4 年(2004－2005 年)达到高峰,之后随着生长年限的延长,刈割次数的增加,干草产量随生长年份呈递减趋势;在生长的第 5～7 年(2006－2008 年),各品种干草产量均降低,尤其是第 6 年(2007 年)干草产量迅速下降,2007 年“爱菲尼特”干草产量最低,为 12.5 t/hm^2 左右;2007－2009 年,除了“爱菲尼特”,其他品种干草产量均缓慢下降。由此可以说明,各品种的高产期在第 3 或第 4 年,最佳利用年限为 5～6 年,之后应根据利用目的的不同考虑换茬,以便获得更大的经济效益。

本研究经过统计分析可知,在降水、温度、土壤等生态因子相同的情况下,8 个苜蓿品种平均干草产量(Y,t/hm^2)与生长年限(t)之间呈二次回归关系:$Y = -1.239\ 8t^2 + 10.285t + 6.434\ 3$,$R^2 = 0.839\ 8$。经计算当 $t = 4.15$ 时 Y 值最大,为27.76 t/hm^2。

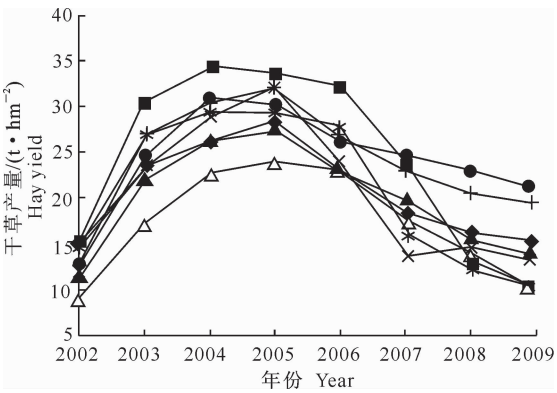

图 1 不同年份苜蓿各品种干草产量的变化

－■－.放牧者;－ ✳ －.苜蓿 54;－▲－.德宝;－×－.爱菲尼特;－◆－.维多利亚;－+－.三得利;－●－.中苜 1 号;－△－.关中

Fig. 1 Analysis on hay yield of different varieties in different years

－■－. Hay grazer;－ ✳ －. Alfalfa 54;－▲－. Derby;－×－. Alffinity;－◆－. Victoria;－+－. Sandity;－●－. Zhongmu No. 1;－△－. Guangzhong

2.4 不同苜蓿品种生产性能的综合评价结果

表 5 显示,8 个品种中,“中苜 1 号”的综合评价值最大,为 0.751 3,说明其综合生产性能最优,可以在关中地区大面积推广种植;其次为“三得利”、“放牧者”和“苜蓿 54”;当地品种关中最小,为 0.304 2。说明这些引进品种的生产性能优于当地品种,适宜在关中地区推广种植,尤其是“三得利”和“放牧者”,不但可以得到较高的干草产量,而且品质优良。

表 5　8 个苜蓿品种不同指标的隶属函数值及综合评价值

Table 5　Subordinate functions and comprehensive value of 8 alfalfa varieties

品种 Variety	隶属函数值 Subordinate function value				综合评价值 Evaluation	排序 Order
	株高 Plant height	鲜干比 Fresh-dry ratio	茎叶比 Stem-leaf ratio	干草产量 Dry matter yield		
放牧者 Haygrazer	0.854 5	0.000 0	0.304 3	0.977 1	0.514 2	3
苜蓿 54 Alfalfa 54	0.769 5	0.767 4	0.000 0	0.510 2	0.503 6	4
德宝 Derby	0.655 3	0.338 0	0.347 8	0.416 0	0.418 3	5
爱菲尼特 Affinity	0.740 3	0.534 6	0.434 8	0.447 8	0.399 2	6
维多利亚 Victoria	1.000 0	0.327 7	0.058 0	0.553 6	0.387 7	7
三得利 Sandity	0.781 4	0.482 2	1.000 0	0.959 4	0.654 3	2
中苜 1 号 Zhongmu No. 1	0.946 4	1.000 0	0.209 9	1.000 0	0.751 3	1
关中 Guanzhong	0.000 0	0.793 7	0.847 5	0.000 0	0.304 2	8

3　结论与讨论

本研究中，引进的紫花苜蓿品种在关中地区的生长表现普遍良好，生产性能优于当地品种关中，这与王成章等[16]的研究结果一致。有效筛选和综合评价苜蓿品种的生产性能，是苜蓿引种研究的重要内容[17]。苜蓿作为多年生可直接利用的饲料作物，其生产性能的评价不能只看单项指标，实际上单项指标突出的并不意味着是最适宜的品种，只有综合性状优异的品种才适宜推广种植。本试验采用隶属函数法，综合评价了 8 个国内外紫花苜蓿品种的生产性能，从中筛选出 3 个产量高、适应性强的苜蓿品种，分别是“中苜 1 号”、“三得利”和“放牧者”，其平均产量分别比当地品种关中高 48.19%，39.16%和 38.55%，适宜在关中地区大面积推广种植。

苜蓿的产量和利用年限是评价苜蓿品种优劣的关键特征。以往的研究认为，第 3～4 年为苜蓿的高产期[18-21]，利用年限可以达到 7 年，甚至更长。因此，本试验连续 8 年对引进的 6 个苜蓿品种及 1 个国内育成品种和 1 个当地品种进行了观测，结果表明，关中地区生长第 3 年和第 4 年为紫花苜蓿产量的高峰期，这与阎旭东等[18]、孙建华等[21]、康俊梅等[22]的研究结果一致，且最佳利用年限为 5～6 年，这与田间观测结果相一致。

本试验是在不追肥条件下进行的，如果追肥后再配合浇水，则利用年限可适当延长，但其效价比还有待进一步研究。

[参考文献]

[1]　耿华珠. 中国苜蓿 [M]. 北京：中国农业出版社，1995：1-8.
Geng H Z. Alfalfa of China [M]. Beijing: China Agriculture Publishing House, 1995: 1-8. (in Chinese)

[2]　杨恒山，黄善斌. 农田种草养畜可行性初步分析 [J]. 中国草地学报，2008，30(1)：108-110.
Yang H S. Huang S B. Feasibility analysis of cultivating forage for raising livestock [J]. Chinese Journal of Grassland, 2008, 30(1): 108-110. (in Chinese)

[3]　杨青川. 苜蓿生产与管理指南 [M]. 北京：中国林业出版社，2003：2-5.
Yang Q C. Alfalfa production and management guide [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2003: 2-5. (in Chinese)

[4]　Kalu B A, Fick G W. Morphological stage of development as a predictor of alfalfa herbage quality [J]. Crop Sci, 1983, 23: 1167-1172.

[5]　毕玉芬，车伟光. 几种苜蓿属植物植株热值研究 [J]. 草地学报，2002，10(4)：265-269.
Bi Y F, Che W G. Studies on the calorific value of *Medicago populations* [J]. Acta Agrestia Sinica, 2002, 10(4): 265-269. (in Chinese)

[6]　杨培志. 二十二个紫花苜蓿品种生长早期的比较 [D]. 陕西杨凌：西北农林科技大学，2003.
Yang P Z. Comparison study on early growing stage of 22 alfalfa cultivars [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2003. (in Chinese)

[7]　王 栋. 二十二个紫花苜蓿品种生长第二年比较研究 [D]. 陕西杨凌：西北农林科技大学，2005.
Wang D. Comparison study on second year growing stage of 22 alfalfa cultivars [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2005. (in Chinese)

[8]　郑红梅. 二十二个紫花苜蓿品种生长和品质特性研究及综合评价 [D]. 陕西杨凌：西北农林科技大学，2004.
Zheng H M. Analysis and evaluation on growing and neutrino characteristic of 22 alfalfa cultivars [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2004. (in Chinese)

[9]　牛小平，呼天明，杨培志，等. 22 个紫花苜蓿品种生产性能比较研究 [J]. 西北农林科技大学学报：自然科学版，2006，34(5)：45-49.
Niu X P, Hu T M, Yang P Z, et al. Comparative researches on the production performance of 22 alfalfa varieties from home and abroad [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2006, 34(5): 45-49. (in Chinese)

[10]　贾红勋，呼天明，景　艳，等. 关中地区高产紫花苜蓿产量研究 [J]. 安徽农业科学，2007，35(9)：2629-2630.
Jia H X, Hu T M, Jing Y, et al. Study on the yield of high-

yielding alfalfa variety in Guanzhong region [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(9): 2629-2630. (in Chinese)

[11] 周广生,梅方竹,周竹青,等. 小麦不同品种耐湿性生理指标综合评价及其预测 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1378-1382.
Zhou G S, Mei F Z, Zhou Z Q, et al. Comprehensive evaluation and forecast on physiological indices of waterlogging resistant of different wheat varieties [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2003, 36(11): 1378-1382. (in Chinese)

[12] 李凤霞,颜亮东. 青海环湖地区天然牧草群体生长动态数值模拟 [J]. 草业科学, 1997, 14(2): 44-46.
Li F X, Yan L D. A dynamic numerical simulation for colony growth of natural herbage around Qinghai lake shore [J]. Pratacultural Science, 1997, 4(2): 44-46. (in Chinese)

[13] 董宽虎. 饲草生产学 [M]. 北京:中国农业出版社, 2003.
Dong K H. Forage production science [M]. Beijing: China Agriculture Publishing House, 2003. (in Chinese)

[14] 田玉民,何丽涛. 刈割期对紫花苜蓿叶粉营养成分的影响 [J]. 草业科学, 2007, 24(1): 38-40.
Tian Y M, He L T. Effect of cutting time on the nutritional contents of alfalfa leaf meal [J]. Pratacultural Science, 2007, 24(1): 38-40. (in Chinese)

[15] 王 赞,李 源,孙桂枝,等. 国内外16个紫花苜蓿品种生产性能比较研究 [J]. 中国农学通报, 2008, 22(12): 4-10.
Wang Z, Li Y, Sun G Z, et al. Comparative study on production performance of 16 introduced alfalfa varieties [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 22(12): 4-10. (in Chinese)

[16] 王成章,徐向阳,杨雨鑫,等. 不同紫花苜蓿品种引种试验研究 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2002, 30(3): 29-31.
Wang C Z, Xu X Y, Yang Y X, et al. Study on the introduction of different alfalfa varieties [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2002, 30(3): 29-31. (in Chinese)

[17] 韩 路,贾志宽,韩清芳,等. 苜蓿种质资源特性的灰色关联度分析与评价 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2003, 31(3): 59-64.
Han L, Jia Z K, Han Q F, et al. Relational grade analysis of grey theory and evaluation of characteristics of alfalafa germplasm resources [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2003, 31(3): 59-64. (in Chinese)

[18] 阎旭东,朱志明,李桂荣,等. 六个苜蓿品种特性分析 [J]. 草地学报, 2001, 9(4): 302-306.
Yan X D, Zhu Z M, Li G R, et al. Analysis of characteristics for six alfalfa cultivars [J]. Acta Agrestia Sinica, 2001, 9(4): 302-306. (in Chinese)

[19] 曹致中. 优质苜蓿栽培与利用 [M]. 北京:中国农业出版社, 2002.
Cao Z Z. Cultivation and utilization of high quality alfalfa [M]. Beijing: China Agriculture Publishing House, 2002. (in Chinese)

[20] 乔海明. 苜蓿不同年份产量相关及通径分析 [J]. 中国草地, 1990(3): 43-44.
Qiao H M. Production related and path analyses of alfalfa in different years [J]. Grassland of China, 1990(3): 43-44. (in Chinese)

[21] 孙建华,王彦荣,余 玲. 紫花苜蓿生长特性及产量性状相关性研究 [J]. 草业学报, 2004(8): 80-86.
Sun J H, Wang Y R, Yu L. Growth characteristics and their correlation with the yield of Medicago sativa [J]. Acta Pratacultural Science, 2004(8): 80-86. (in Chinese)

[22] 康俊梅,杨青川,郭文山,等. 北京地区10个紫花苜蓿引进品种的生产性能研究 [J]. 中国草地学报, 2010, 32(6): 5-10.
Kang J M, Yang Q C, Guo W S, et al. Yield evaluation of ten introduced alfalfa cultivars in Beijing area of china [J]. Chinese Journal of Grassland, 2010, 32(6): 5-10. (in Chinese)