

五个紫花苜蓿品种在陇东地区的引进筛选试验研究

曹 宏, 马生发, 陈正武

(陇东学院农林科技学院, 甘肃 庆阳 745000)

摘 要 在甘肃陇东地区对新引进的 WL343hq、WL903hq、惊喜、先行者、标杆等 5 个紫花苜蓿品种进行了三年的比较试验和抗旱性初步研究。结果表明: 5 个紫花苜蓿新品种均能在当地安全越冬, 除 WL343hq 越冬率为 84.7% 外, 其余品种越冬率都在 90% 以上。其中, 先行者产草量最高, 平均干草产量达 8789.4 kg/hm², 依次为 WL343hq、惊喜、标杆、WL903hq。同时, 先行者的鲜干比最高, 茎叶比最低, 失水率和丙二醛含量最低, 脯氨酸含量最高, 表明其品质较好, 抗旱性较强。综合分析, 先行者苜蓿表现最优, 适宜作为陇东地区推广的首选品种。

关键词 紫花苜蓿 品种 产量 抗旱性 陇东地区

紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 是多年生优良的豆科牧草, 因其高产稳产, 营养价值高, 适口性好, 具有抗旱、耐盐碱、固氮改土、保持水土等作用, 素有“牧草之王”和“饲料皇后”等美称, 是我国北方地区最重要的豆科牧草。目前我国种植面积约为 135 万 hm², 居世界第五位, 其中甘肃省苜蓿种植面积达 51.9 万 hm², 占全国种植面积的 38%, 始终位居全国之首^[1,2]。陇东地区位于甘肃省东部, 属干旱半干旱的黄土高原丘陵区, 是一个传统的半农半牧区, 当地牧草种植主要以苜蓿为主。大力发展以紫花苜蓿种植为基础的草食畜产业, 是当地近年来农业产业结构调整 and 农民增收的“十大工程”之一, 并且苜蓿的产业化也得到了迅速发展^[3, 4]。2011 年, 仅庆阳市完成种植紫花苜蓿 1572 hm², 苜蓿留存面积达到 6120 hm², 种植面积占到牧草总面积的 90% 以上, 成为甘肃紫花苜蓿留存面积最大的地区^[5]。

不断开展苜蓿新品种的引种试验和筛选评价, 是各地建立优质苜蓿基地、促进苜蓿产业化发展的关键和前提条件。近年来, 李春喜^[6]、吕林有等^[7]、赵海明等^[8]在我国北方干(半)旱和寒冷地区, 马维国^[9]、杨红善等^[10]、曹果顺等^[11]在甘肃中部、河西走廊、夏河高寒等地分别进行了苜蓿品种引种筛选研究; 在陇东当地曹宏^[12,13]等也进行了苜蓿品种的引种和区域试验研究。这些研究对各地优质品种的筛选、区域布局和推广起到了重要的指导作用, 但其引种试验研究的时间均在 7-10 年前, 对近几年引进的苜蓿品种试验研究报道较少。因此, 我们以 2010 年引进的 5 个国外紫花苜蓿为材料, 通过 3 年的比较试验和抗旱性初步研究, 期望从中选出稳产、高产、优质和适应性强的苜蓿新品种, 为陇东地区的紫花苜蓿栽培和产业化开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在西峰区八里庙陇东学院农场, 土壤为黑垆土。位于东经 $108^{\circ} 35'$, 北纬 $38^{\circ} 44'$, 海拔 1421.0m^2 , 年降水量 527.1mm , 多集中在 7、8、9 三个月。年均气温 8.7°C , 有机质为 11.10g/kg , 全氮为 0.81g/kg , 速溶磷 0.73g/kg , 速溶钾 194.0g/kg 。属于中部半干旱塬区生态类型。牧草全年生长期 $183\sim 235\text{d}$, 有效积温 $3000\sim 3200^{\circ}\text{C/y}$, 日照时间 $1300\sim 1500\text{h/y}$, 无灌溉条件。

1.2 试验方法

1.2.1 试验材料

供试 5 个苜蓿品种是 2010 年 5 月从百绿国际草业有限公司引入, 其名称、原产地、休眠级数和种子质量指标详见表 1。试验播种前, 取 100 粒种子, 重复 3 次, 用滤纸做苗床在 20°C 的培养箱中培养, 在第 4d 是统计平均发芽势, 第 8 天统计平均发芽率。

1.2.2 试验设计与种植

试验小区面积 $12\text{m}^2(4\text{m}\times 3\text{m})$, 3 次重复, 为随机区组排列。2010 年 5 月 28 日雨后趁墒开沟条播, 小区间距 50cm , 行距 30cm , 播深 $1\sim 2\text{cm}$, 覆土 $1\sim 1.5\text{cm}$, 播后镇压。理论播种量按 15kg/hm^2 计算^[5], 再根据种子千粒重和测得的发芽率计算实际播种量。播种前施尿素 150kg/hm^2 , 过磷酸钙 450kg/hm^2 , 苜蓿苗期进行人工中耕除草。每年第一茬刈割后追施磷酸二铵 150kg/hm^2 。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 生育期和越冬率

参考韩清芳^[14]的方法, 参试品种每个小区留 2 行进行生育期观测, 鉴别标准是: 50% 的植株达到某一生育阶段即为到达该生育期, 10%-20% 的植株达到为初期, 70%-80% 的植株达到为盛期。2010 年越冬前, 每小区选中间 2 行, 查明 1m^2 的株数, 翌年返青后再数植株存活数, 取 3 个重复平均值为越冬率。

1.3.2 株高和再长速度

每年第 1 茬现蕾期, 每小区随机取 10 株, 观测每株自地面到顶端生长点高度, 取其平均值为株高值。每年第 2 茬现蕾至初花期, 每小区标识 10 株植株, 每隔 10 d 测定株高, 连续测 3 次, 后一时期的株高差值为每次的生长速度, 求两次的平均值为不同品种的再生速度。

1.3.3 茎叶比和鲜干比

在苜蓿测产时, 每品种混合后称取鲜草 500g , 自然风干后将茎叶分离, 测定鲜干比 (植株鲜重 / 茎叶干重) 和茎叶比 (茎干重 / 叶干重)。取各茬的平均值为年度茎叶比和鲜干比的值。

1.3.4 产草量

2010 年 8 月 30 日 (只测 1 茬)、2011 年 5 月 30 日和 7 月 20 日、2012 年 5 月 20 日和 7 月 30 日, 在苜蓿第 1 茬和第 2 茬的初花期, 每小区随机取 1m^2 样点 3 个, 每点留茬 $3\sim 5\text{cm}$ 刈割后称重量, 取平均值为小区鲜草产量。年度鲜草产量为两茬产量之和, 再根据鲜干比计算年度干草产量。

1.3.5 叶片失水率

2011 年苜蓿第 2 茬生长期 (6 月 2 日), 参照龚富生^[15]的方法, 每小区随机取少量植株带回室内, 迅速摘下植株上部叶片 10g 放到培养皿中, 置于 40°C 烘箱内萎蔫失水。用称量法分别测定叶片萎蔫 2、3、4、5、6h 的失水率。失水率 = (最初叶片重 - 某测定时间叶重) $\times 100\%$ / 最初叶片鲜重。

1.3.6 脯氨酸和丙二醛含量

植株取样时间同前，然后在室温下整株萎蔫 24 h，参考张志良^[16]的方法，脯氨酸采用磺基水杨酸法测定，丙二醛（MDA）采用硫代巴比妥酸法测定。

1.4 数据处理

试验数据在 Excel 中作基本处理，获得各项目性状参数后，分别作性状间差异显著性分析，所有分析均在 SPSS15.0 专业统计软件中进行。

2 结果与分析

2.1 种子质量

发芽势和发芽率表示种子生活力的强弱和种子出苗的快慢，也是检验种子质量重要的指标之一。测定结果表明（表 1），参试苜蓿品种的种子质量较好，发芽势都达到了 80%以上，符合国家三级标准；标杆、w1903hq、惊喜苜蓿的发芽率都达到了 90%以上，符合国家二级标准（GB6141-85）。但品种之间发芽力有显著差异，其中，WL903hq、标杆的发芽势和发芽率较高，WL343hq 的发芽势和发芽率最低。

表 1 供试紫花苜蓿品种来源及发芽试验结果

编号 Code	品种 Variety	品种来源 Variety Source	秋眠级数 FD.class	净度 Purity (%)	千粒重 Thousand-seed Weight (g)	发芽势 Germination Energy (%)	发芽率 Germination Rate (%)
1	WL903hq	美国	9	99	2.71	96.0 a	96.7 a
2	惊喜 Surprise	加拿大	4	98	2.65	88.7 ab	90.0 ab
3	WL343hq	美国	4	99	2.70	81.3 b	84.7 b
4	先行者 Pioneer	加拿大	3	98	2.60	84.0 b	88.0 ab
5	标杆 Post Mark	澳大利亚	6	99	2.60	94.0 a	98.0 a

注：不同小写字母和大写字母分别表示 LSD 差异达到 0.05 和 0.01 显著水平（下同）。

2.2 物候期和越冬率

表 2 引种苜蓿品种的物候期和越冬率(2010 年)

品种 Variety	播种期 Sowing Time	出苗期 Seedling Stage	分枝期 Branching Period	现蕾期 Budding Period	初花期 Blooming Period	枯黄期 Withering Period	越冬率 Overwintering Rate (%)
WL903hq	5. 28	6. 11	7. 16	8. 13	8. 30	11. 12	89 b
惊喜 Surprise	5. 28	6. 4	7. 8	8. 6	8. 22	11. 15	93 a
WL343hq	5. 28	6. 9	7. 19	8. 16	9. 1	11. 17	86 b
先行者 Pioneer	5. 28	6. 7	7. 10	8. 9	8. 26	11. 15	96 a
标杆 Post Mark	5. 28	6. 5	7. 6	8. 5	8. 24	11. 10	91 ab

观测和调查结果表明,引进的5个苜蓿品种其当年的物候期差异不显著(表2)。不同苜蓿品种播后7~14 d出苗,7月上中旬进入分枝期,8月上中旬进入现蕾枝期,8月底进入开花期。其中,惊喜比其它品种各生育期较早些,而WL343hq较其余品种生育期稍迟。各品种在不同物候期的差异在10 d之内,但从出苗到初花期所用的天数比较整齐,WL343hq为85 d,其余品种为80 d,品种间的差异不大。引种的当年,先行者、惊喜、标杆的越冬率均超过90%,品种之间无显著差异;WL903hq、WL343hq越冬率较低,并与前者差异显著,但也达到了预期的越冬率指标。从物候期和越冬率来看,在陇东地区夏播条件下,5个品种均可以安全越冬。

表3 不同苜蓿品种株高及再生速度(2010-2012年)

品种 Variety	株高 Plant height (cm)				再生速度 Re-growth Rate (cm/10d)			
	2010	2011	2012	平均 Average	2010	2011	2012	平均 Average
WL903hq	35.9ab	71.5a	93.7b	67.0	5.3b	6.2a	5.0d	5.5
惊喜 Surprise	33.1b	66.0b	83.7d	60.9	4.5b	2.2c	7.5b	4.7
WL343hq	36.1a	67.2b	89.0c	64.1	1.8c	4.5b	6.5c	4.3
先行者 Pioneer	37.5a	72.5a	95.7a	68.6	7.6a	6.6a	8.0a	7.4
标杆 Post Mark	34.6b	69.6ab	92.3bc	65.5	7.6a	6.5a	5.0d	6.4

越冬后各物候期变化以返青期差异最大,其中,2011年在3月28日前后,2012年在3月15日前后,其中先行者返青最早、WL343HQ次之, WL903hq最迟,不同年份品种间相差5~15 d。但不同品种从播种或返青到第一茬初花的生长天数基本一样。其中,2011年初花期在6月15至21日,到开花的生长天数与2010年几乎一样;2012年由于春夏雨水充足等原因,初花期在5月30日至6月2日,比2011提早16~23d,开花生长天数比2011年少3~4 d。

2.3 株高和再生速度

测定结果表明(表3),三年试验中,先行者的株高均最高,WL903hq、WL343hq、标杆次之,惊喜最低,而且随着生长年限的增加,其株高几乎是成倍显著增加。从第二茬的生长速度来看,也是先行者最快,其次是标杆、WL903hq,惊喜、WL343hq依次较慢。但在雨水充足的2012年春夏之际,惊喜的再生速度仅次于先行者。总体来看,先行者苜蓿在不同年份的长势和再生能力最强,具有稳定的生产潜力。

2.4 茎叶比鲜干比

表4 不同苜蓿品种鲜干比及茎叶比(2010-2012年)

品种 Variety	鲜干比 FW/DW Ratio				茎叶比 Stem-leaf Ratio			
	2010	2011	2012	平均 Average	2010	2011	2012	平均 Average
WL903hq	4.53 a	2.73 b	3.76 a	3.67	0.81 a	1.45 a	1.33 b	1.20
惊喜 Surprise	4.37 b	2.82 b	3.71 a	3.63	0.74 b	1.44 a	1.31 b	1.16
WL343hq	4.28 b	3.11 a	3.44 a	3.61	0.61 b	1.35 ab	1.29 bc	1.08
先行者 Pioneer	4.49 ab	3.14 a	3.78 a	3.80	0.59 b	1.25 b	1.23 c	1.02
标杆 Post Mark	4.54 a	2.83 b	3.74 a	3.70	0.88 a	1.49 a	1.41 a	1.26

测定结果表明（表 4），鲜干比中，不同品种在 2010 年和 2011 年间的差异较显著，2012 年差异不显著。其中，先行者的平均鲜干比最高，标杆次之，其余差别不大。但茎叶比中，三年试验不同品种间的差异都达到显著水平，其中，先行者的平均茎叶比最低，WL343hq 次之，标杆最高。

2.5 产草量

三年产量结果表明（表 5），2010 年不同品种的产草量（1 茬产量）较低，品种间差异极显著，其中惊喜最高，先行者次之，WL903hq 最低，只有其他品种 50%左右。随后随生长年限的增加其产草量显著增加，其中，2011 年，先行者产草量最高，WL343hq 次之，标杆最低；2012 年，先行者仍最高，WL343hq 次之，WL903hq 苜蓿最低。三年总体来看，先行者的产量最高，WL343hq 次之，依次为惊喜、标杆，WL903hq 的产量最低。

表 5 不同苜蓿品种年度总产草量（2010-2012 年）

品种 Varity	鲜草产量 Fresh Grass Yield (kg/m ²)					干草产量 Hay Yield (kg/m ²)				
	2010	2011	2012	平均 Average	折合公顷 (kg/hm ²)	2010	2011	2012	平均 Average	折合公顷 (kg/hm ²)
WL903hq	0.75 d C	1.95 b B	4.40 b B	2.37	23666.7	0.17 c C	0.71 b B	1.17 b B	0.68	6833.5
惊喜 Surprise	1.60 a A	2.31 abA	4.47 b B	2.79	27933.3	0.37 a A	0.82 a A	1.20 b B	0.80	7967.1
WL343hq	1.25 c B	2.63 a A	4.67 b AB	2.85	28500.0	0.29 b AB	0.85 a A	1.36 a A	0.83	8317.6
先行者 Pioneer	1.50 b A	2.72 a A	5.43 a A	3.22	32166.7	0.33 ab AB	0.87 a A	1.44 a A	0.88	8789.4
标杆 Post Mark	1.21 c B	1.85 b B	4.47 b B	2.51	25100.0	0.27 b B	0.65 c B	1.20 b B	0.71	7051.4

2.6 抗性生理指标

对苜蓿品种进行高温胁迫，测定离体叶片的失水率，结果表明（图 1），不同苜蓿品种的失水率是不同的，其中，失水率由低到高依次为：先行者<WL343hq<惊喜<WL903hq<标杆，而且，先行者与其它品种间差异显著，说明先行者苜蓿保水力好。对苜蓿品种进行干旱胁迫，测定植株体内的脯氨酸和丙二醛含量，结果表明（图 2 和图 3），脯氨酸含量是先行者、WL343hq 较高，标杆居中，WL903hq、惊喜较低；而丙二醛含量正好相反，先行者、WL343hq 较低，标杆居中，WL903hq、惊喜较高。

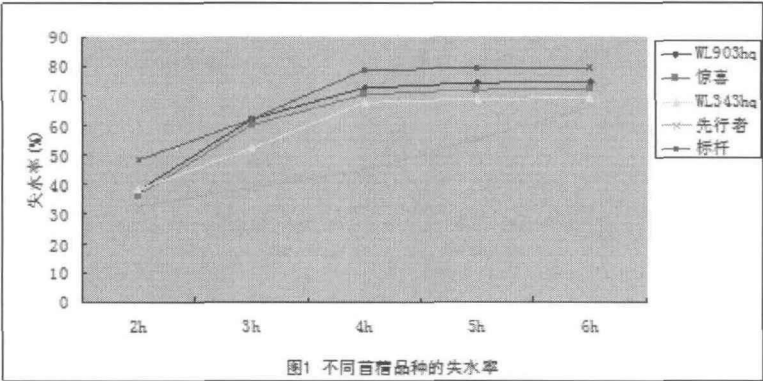


Fig.1 Water Loss Rate of Different Alfalfa Varieties

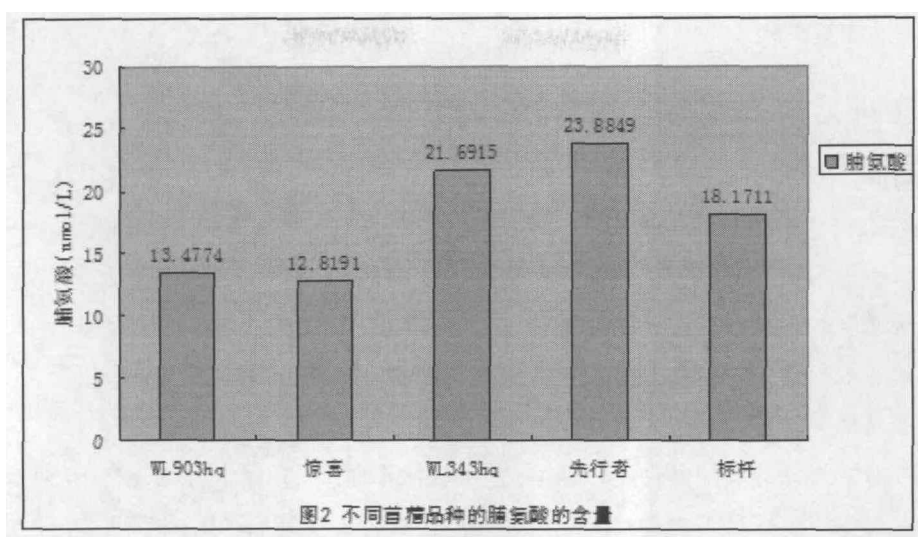


Fig.2 Proline Content of Different Alfalfa Varieties

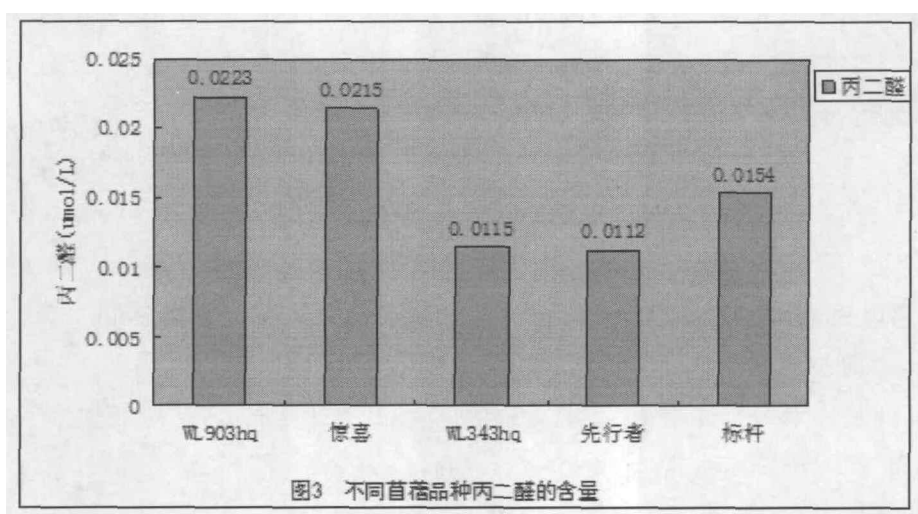


Fig.3 MDA Content of Different Alfalfa Varieties

3 讨论与结论

不同苜蓿品种对低温和短日照的反应表现出一定的差异性,这种差异就是苜蓿的秋眠性^[17]。本研究引进的苜蓿品种,其休眠级数差异较大(试验结束总结时才查知)。从各品种的物候期和越冬率来看,在陇东中部地区夏播条件下,5个品种在当年均能安全越冬,但当年的越冬率和翌年的返青率都存在显著差异,然后随着生长年限的增加其显著性逐渐缩小,这反映出牧草在生育期内生长发育的进程动态是植物自身对外界生态环境的适应性^[14]。同时,各品种三年平均产量顺序(先行者>WL343hq>惊喜>标杆>WL903hq)与其秋眠级数顺序(3、4、4、6、9)正好相反,是十分吻合的。这充分说明,苜蓿的秋眠性与品种自身的生产力、再生性和耐寒性等有高度的正相关,不同秋眠型苜蓿品种在产量上存在显著差异^[17、18],在北方低纬度地区,秋眠级数越低,越有利于增产,这也与李明凤^[19]、

徐大伟^[20] 等研究结果基本一致。显然, 在半干旱寒温带的陇东地区, L903hq 苜蓿不适合陇东地区种植。

牧草株高是决定产草量的主要生物性状指标, 特别是在旱作条件下与株高呈显著正相关, 再生速度也反映了苜蓿的再生能力和全年的生长潜力^[7,21,22]。鲜干比和茎叶比是制定晒制干草或青贮饲草等供应量的理论依据之一。由于苜蓿蛋白主要在叶片中, 因此, 苜蓿茎叶比越低、鲜干比越高, 苜蓿的粗蛋白质就越丰富、饲料适口性越好, 单位青草晒制的干草就越多^[23,24]。三年试验结果表明, 先行者苜蓿在株高、生长速度、总产量、鲜干比和茎叶比上, 都表现出高度的一致而且特别优异, 尤其是产量与其它品种间差异极显著。说明先行者苜蓿不但增产潜力大、稳产性强, 而且营养品质高、适口性好, 晒制的干草的商品率也较高。

植物在水分亏缺或易散失的条件下, 离体叶片的失水率越低, 其保水力就越高, 抗性就越强^[14, 25]; 渗透调节是植物对干旱的一种重要调节机制, 脯氨酸是其种最重要的渗透调节物质。在水分胁迫下, 植物体内脯氨酸的积累量与抗旱性呈正相关^[26,27,28]。丙二醛是一种易导致膜结构完整性及生理功能的破坏, 植株体内丙二醛积累越多, 表明膜组织的保护能力越弱^[17,29]。试验结果表明, 在干旱或高温胁迫下, 先行者苜蓿的脯氨酸含量最高, 失水率和丙二醛含量最低, 说明其组织的对膜结构的渗透调节能力强, 抗旱性最好, 这也与该品种的越冬率和三年的产量高度一致。

牧草株高和产量之间存在一定的正相关, 株高越高, 产量就较高。但本研究中, 惊喜苜蓿就表现出一定的特异性, 特别是引种当年, 其株高最低, 但产量仅次于先行者和 WL343hq, 并与其它品种存在显著或极显著差异。分析原因, 可能与它的再生速度有关, 其中 2010 年居中, 2012 年第二, 2011 年倒数第一。考虑到陇东中部旱地第 1、2 茬产量占到年产量 80% 以上, 第 3 茬产量低, 正逢雨季, 加工价值不大, 本研究只测定前 2 茬的产量作为年总产量, 可能对一些品种的再生性和产量有影响。同时, 对于品种的抗逆性和营养成分, 这只是一个初步的结论。所有这些, 还需要结合各年度降雨等气候因素^[30]做进一步的研究和分析。

三年试验表明, 先行者平均干草产量达 8789.4 kg/hm^2 , 产草量最高, 与其它 4 个引进品种差异显著或极显著; 同时其鲜干比最高, 茎叶比最低, 品质较好; 而且其叶片失水率和丙二醛含量最低, 脯氨酸含量最高, 抗旱性较强。总体来看, 先行者在产量、品质和抗旱性等方面综合表现最优, 适宜作为陇东地区推广的首选品种。

参考文献 (略)