

高寒牧区苜蓿盖土越冬能力试验

李春喜 叶润蓉 周玉碧 孙 菁 杜岩功 张法伟 彭立新
(中国科学院西北高原生物研究所 中国科学院高原生物适应与
进化重点实验室 青海 西宁 810001)

摘要: 为了探索苜蓿品种在海拔 2700 m 高寒牧区盖土越冬能力,开展了 8 个品种比较试验,结果表明:入冬时盖土 5-10cm,来年成活率 12.61% - 42.29%,没有盖土(CK)成活率为 0。种植第 1 年不能进入开花期,株高 24.52cm - 31.03cm,鲜草产量 1875.2kg · hm⁻² - 4156.4kg · hm⁻²;盖土越冬成活的苜蓿能进入开花期,株高 46.87cm - 69.99cm,鲜草产量 6101kg · hm⁻² - 20536kg · hm⁻²,干草产量 1082kg · hm⁻² - 5348kg · hm⁻²,品种间差异极显著($P < 0.01$),其中德福 321Q、皇后和阿尔冈金 3 个品种表现突出。

关键词: 苜蓿; 盖土越冬; 成活率

中图分类号: S54

文献标识码: A

文章编号: 1004-9967(2014)03-0014-05

Comparative Research on Overwintering of Alfalfa by Recovering Soil in Alpine Pasture Region

LI Chun-xi, YE RUN-rong, ZHOU Yu-bi, SUN Jing, DU Yan-gong, ZHANG Fa-wei, PENG Li-xin
(Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences; Key laboratory of Adaptation Evolution of Plateau Biota, Chinese Academy of Sciences, Xining Qinghai 810001, China)

Abstract: Eight kinds of alfalfas were comparative studied on the overwintering ability at the altitude of 2700 m. It was revealed that the survival ratio was about 12.61 - 42.29% in the next year by recovering soil of 5 - 10 cm at the beginning of winter. However the survival ratio was 0 in the control plot(CK). The alfalfa could not flower in the first year, and the plant height reached at 24.52 - 31.03 cm, and the yield of fresh grass was about 1875.2 - 4156.4 kg · hm⁻². But the survival alfalfa may enter the blossom period by recovering soil, and the plant height reached at 46.87 - 69.99 cm, and the yield of fresh grass were measured at 6101 - 20536 kg · hm⁻², and the hay biomass was 1082 - 5348 kg · hm⁻². Thus there was significant difference among the alfalfa varieties. Three kinds of alfalfa appeared outstanding performance ie. *Medicago sativa* cv. *Defy 321Q*, *M. sativa* cv. *Queen* and *M. sativa* cv. *Algonquin*.

Key words: Alfalfa; Overwintering by recovering soil; Survival ratio

苜蓿(*Medicago sativa*)是一种世界上最重要的豆科牧草和饲料作物^[1]。产量高、草质优、再生快、长势好,在生产中利用最广泛^[2]。素有“牧草之王”的美誉,在我国草产业中占有重要地位,相关研究已有大量报道^[3-5]。青海省是我国五大牧区之一,畜牧业经济具有重要地位,苜蓿也用于牧草产业^[6-7]。而我国北方大部分地区早春冻害(春冻)时有发生,尤其是每年3月底至5月初

气温剧烈变化(又称“倒春寒”)或寒流的侵袭极易造成苜蓿大面积死亡,因此,如何提高苜蓿的抗寒性具有重要的理论和实践意义^[8]。据了解在青海省海拔 2700m 的高寒牧区当地曾试种过苜蓿,因无法越冬,来年全部死亡,限制了苜蓿产业在该地区的发展。为了探索苜蓿在高寒牧区的适应性和提高越冬能力,2012 年引进 8 个苜蓿品种,在祁连县扎麻什乡河西村进行了品种比较

基金项目: 国家科技支撑计划“干旱沟壑型小流域综合治理技术集成与示范课题”(2012BAC08B06); 青海省作物分子育种重点实验室; 青海省青藏高原特色生物资源研究重点实验室资助

收稿日期: 2014-05-26

作者简介: 李春喜(1959-),男,河南新乡人,副研究员,主要从事农作物遗传育种与栽培学研究, E-mail: cxli@nwipb.cas.cn

和盖土越冬试验研究,为能在该区域种植和推广这一优质牧草提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 祁连县扎麻什乡河西村,地理位置 E100° 7', N38° 6', 海拔 2700 m, 海拔 2700 m, 年均温 1.0℃, 极端最低气温 -31℃, 最高气温 26.0℃, 年≥0℃积温 1400℃·d, 年≥5℃积温 900℃·d, 年降水量 470~600 mm, 终霜期

为 5 月初, 初霜期为 9 月初, 无霜期 110~120 d。试验地土壤栗钙土, 有机质 4.06gkg⁻¹, 全氮 0.5gkg⁻¹, 全磷 0.7gkg⁻¹, 全钾 9.1gkg⁻¹, 速效氮 131.41mg·kg⁻¹, 速效磷 6.07 mg·kg⁻¹, 速效钾 87.40 mg·kg⁻¹; 前茬燕麦(*Avena sativa*)。

1.2 供试材料 供试品种 8 份, 播前对种子千粒重、发芽率进行测定, 3 次重复, 品种产地、来源见表 1。

表 1 供试材料

Table 1 The tested materials

品种	产地	千粒重(g)	发芽率(%)
金皇后	美国	1.88±0.02	91.50±0.71
苜蓿王	加拿大	1.92±0.01	92.50±2.12
皇后(包衣)	加拿大	4.08±0.04	79.00±2.83
甘农大 1 号	中国甘肃	2.02±0.16	86.00±2.83
甘农大 3 号	中国甘肃	2.29±0.02	69.00±1.41
陇东	中国甘肃	2.06±0.06	62.50±4.95
德福 32IQ	美国	2.20±0.03	87.00±4.24
阿尔冈金	加拿大	1.97±0.07	70.00±1.41

1.3 试验设计

1.3.1 品种适应性试验 2012 年 4 月 28 日浇水, 5 月 8 日整地, 施底肥每公顷磷酸二铵 150kg, 尿素 150kg, 5 月 9 日播种, 试验小区 3m×4m=12m², 行距 20cm, 行长 4m, 每小区种 15 行, 人工开沟, 手溜条播, 播深 3cm~4cm, 播后覆土, 播种量每公顷 600 万粒(12kg~13kg), 每小区 7200 粒(15g~23g), 小区间隔 30cm, 随机排列, 3 次重复。6 月 15 日~18 日除头草, 7 月 5 日~7 日除二草, 没有追肥, 7 月 10 日浇水 1 次。

1.3.2 品种越冬试验 苜蓿收获后, 10 月 15 日在试验小区中从东起第 3~8 行, 共 6 行盖土 5~10 cm, 没有盖土为 CK, 开展越冬试验。来年观察返青出苗及生长情况。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 生育期 分播种、出苗、开花、收割等记载。

1.4.2 田间出苗率、密度 出苗 10d 后, 每小区在第 3 行调查出苗数, 计算出田间出苗率和每公顷的密度(实有株数)。

1.4.3 越冬成活率 2013 年 5 月 12 日盖土出苗 15d, 挖出盖土处理 3~5 行, 共 3 行, 共 3 行调

查成活株数, 与上年的出苗数比较, 统计出返青成活率。6~8 行为生长性状观察及测量产量。没有盖土(CK)全部死亡。

1.4.4 株高、分枝数、单株鲜质量、单株干质量、干鲜比 2012 年 8 月 28 日收获时在每小区第 3 行中间连续挖取 20 株, 用钢卷尺测单株株高、测单株一级分枝数、在 DT-502 电子天平上称单株鲜质量, 置于烘箱 75℃、24h 后, 称单株干质量, 计算出干鲜比。2013 年 8 月 25 日收获时在保留的中间行连续挖取 20 株, 按 2012 年方法测量数据。

1.4.5 鲜重产量、干重产量 2012 年收获时割取小区全部地上部分, 在电子称上称鲜重, 计算出小区和每公顷鲜重产量; 2013 年割取小区保留的 3 行称鲜重, 计算出鲜草产量; 2 年均用干鲜比计算出每公顷干草产量。

1.5 数据分析 试验数据均用农作物区域试验专用 RCT99 统计软件进行分析, 计算出平均值和标准差, 差异显著性分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 田间出苗率和盖土越冬成活率

从表 2 看出: 苜蓿田间出苗率平均出苗率

41.24% 除甘农大3号、德福321Q品种田间出苗率分别达到65.20%、51.88%，其它品种仅在26.88% - 43.87%，品种间差异极显著 ($P < 0.01$)。入冬时盖土5 - 10 cm 越冬，来年盖土厚度保留3 - 5 cm，成活率12.61% - 42.29%，平均

32.26%，品种间差异极显著 ($P < 0.01$)，其中皇后、苜蓿王最高达42.29%和39.02%，陇东最低，只有12.61%，其它品种为31.13% - 35.88%。没有盖土处理(CK)没有1株出苗、成活。

表2 田间出苗率和盖土越冬成活率
Table 2 The field emergence and winter survival rate by recovering soil(%)

品种	播种量 (万粒/hm ²)	苗数 (万苗/hm ²)	田间出苗率 (%)	盖土返青株数 (万株/hm ²)	盖土成活率 (%)
金皇后	600	161.25 ± 5.25e	26.88 ± 0.88d	56.67 ± 10.63e	35.14 ± 5.77bc
苜蓿王	600	208.20 ± 14.85d	34.69 ± 2.49cd	81.25 ± 13.75cd	39.02 ± 4.63ab
皇后(包衣)	600	227.55 ± 53.10cd	37.93 ± 8.84cd	96.25 ± 26.25bc	42.29 ± 4.72a
甘农大1号	600	208.80 ± 8.85d	34.79 ± 1.47cd	65.00 ± 13.75de	31.13 ± 5.66c
甘农大3号	600	391.20 ± 10.65a	65.20 ± 1.77a	120.01 ± 11.25a	30.68 ± 3.47c
陇东	600	208.20 ± 69.90d	34.69 ± 11.65cd	26.25 ± 7.50f	12.61 ± 7.06d
德福321Q	600	311.25 ± 7.05b	51.88 ± 1.17ab	111.67 ± 15.63ab	35.88 ± 4.45abc
阿尔冈金	600	263.25 ± 7.95c	43.87 ± 1.32bc	82.50 ± 8.75cd	31.34 ± 4.00c
F 检验		27.55**	9.18**	22.18**	16.60**

注: (1) 没有盖土处理,成活率为“0”。

(2) 同列数据比较小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); * 表示差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下表同。

2.2 生育期

参试的8个苜蓿品种在青海海拔2700m高寒牧区晚霜过后,5月8日播种到出苗需要20d以上的时间,9月初初霜到来前收获,出苗到收获生长时间88d,生育期不能进入到开花期。盖土后第2年4月25日 - 28日返青出苗,7月20日 - 27日进入开花期,因品种特性不同,时间上有差异。8月25日收获,生长天数比第1年多35d,不能结籽成熟。2年均不能完成一个生长周期。

2.3 性状表现

从表3看出:由于高寒地区海拔高、气温低,对苜蓿影响极大。当年9月初终霜来临前,植株高度只有24.52 - 31.03cm,平均27.52 ± 2.37cm,单株分枝数1.40 - 2.30个,平均1.88 ± 0.31个,单株鲜质量1.47 - 2.98g,平均2.19 ± 0.62g,单株干质量0.27 - 0.66g,平均0.44 ± 0.15g,品种间差异不显著 ($P > 0.05$)。盖土后第

2年植株性状品种间差异极显著 ($P < 0.01$),株高德福321Q、皇后和苜蓿王最高,为62.06 - 69.99cm,显著高于其它品种,甘农大1号最低,为46.87cm;分枝数陇东、阿尔冈金和金皇后显著多于其它品种,为3.40 - 3.90个,甘农大3号最少,为2.34个;单株鲜质量皇后、德福321Q和金皇后显著高于其它品种,为20.15 - 21.23g,甘农大3号最低,为9.24g;单株干质量德福321Q、皇后和金皇后显著高于其它品种,为5.39 - 5.61g,甘农大3号最低,为2.11g;干鲜比品种间差异不显著 ($P > 0.05$)。

盖土后来年成活植株生长比第1年有极显著增长 ($P < 0.01$)。植株高度46.87 - 69.99cm,平均58.14cm,增长1.11倍,单株分枝数2.34 - 3.90个,平均3.23个,增加71.81%,单株鲜质量9.24 - 21.23g,平均16.16g,增加6.38倍,单株干质量2.11 - 5.61g,平均4.22g,增长8.59倍,干鲜比0.26 - 0.29,平均0.27,增长28.57%。

表3 收获时植株性状
Table 3 The characteristics of harvesting

品种	2012 年				
	株高(Cm)	单株分枝数(个)	单株鲜质量(g)	单株干质量(g)	干鲜比
金皇后	24.52 ± 3.29	1.85 ± 0.35	1.60 ± 0.14	0.31 ± 0.03	0.20 ± 0.01
苜蓿王	25.19 ± 0.39	2.00 ± 0.28	2.03 ± 0.50	0.41 ± 0.10	0.20 ± 0.01
皇后(包衣)	29.25 ± 5.75	1.95 ± 0.49	2.67 ± 0.74	0.55 ± 0.17	0.21 ± 0.00
甘农大1号	25.68 ± 0.97	1.55 ± 0.21	1.47 ± 0.17	0.27 ± 0.06	0.20 ± 0.01
甘农大3号	31.03 ± 5.61	1.75 ± 0.35	2.91 ± 2.31	0.66 ± 0.51	0.22 ± 0.01
陇东	28.42 ± 0.35	1.40 ± 0.00	1.58 ± 0.04	0.29 ± 0.02	0.20 ± 0.00
德福321Q	29.59 ± 1.93	2.20 ± 0.99	2.98 ± 0.35	0.61 ± 0.13	0.20 ± 0.01
阿尔冈金	26.47 ± 0.07	2.30 ± 1.13	2.33 ± 0.71	0.43 ± 0.10	0.21 ± 0.02
F 检验	1.25	0.47	1.02	1.16	2.08
平均	27.52 ± 2.37b	1.88 ± 0.31b	2.19 ± 0.62b	0.44 ± 0.15b	0.21 ± 0.01b
2013 年 盖土					
金皇后	59.74 ± 0.94bc	3.40 ± 0.36abc	20.15 ± 1.48a	5.39 ± 0.16a	0.27 ± 0.02
苜蓿王	62.06 ± 6.98ab	3.17 ± 0.25bc	15.91 ± 2.18bc	4.13 ± 0.51bc	0.27 ± 0.00
皇后(包衣)	63.04 ± 2.36ab	3.33 ± 0.06abc	21.23 ± 2.29a	5.49 ± 0.56a	0.26 ± 0.01
甘农大1号	46.87 ± 9.03d	3.23 ± 0.64bc	10.26 ± 1.46d	2.79 ± 0.17de	0.29 ± 0.01
甘农大3号	53.08 ± 2.19cd	2.34 ± 0.32d	9.24 ± 1.69d	2.11 ± 0.16e	0.27 ± 0.00
陇东	51.91 ± 8.16cd	3.90 ± 0.20a	13.26 ± 2.51cd	3.22 ± 1.09cd	0.28 ± 0.01
德福321Q	69.99 ± 0.98a	2.83 ± 0.06cd	20.88 ± 3.54a	5.61 ± 0.77a	0.26 ± 0.01
阿尔冈金	58.41 ± 7.69bc	3.67 ± 0.42ab	18.32 ± 2.17ab	5.04 ± 0.62ab	0.28 ± 0.01
F 检验	6.28 **	6.46 **	11.94 **	14.54 **	1.00
平均	58.14 ± 7.31a	3.23 ± 0.48a	16.16 ± 4.78a	4.22 ± 1.37a	0.27 ± 0.01a
年间 F 检验	137.85 **	39.76 **	71.79 **	61.80 **	189.04 **

2.4 鲜草产量和干草产量

从表4看出,种植第1年品种间鲜草产量和干草产量差异显著($P < 0.05$),德福321Q显著高于其它品种,每公顷分别达4156.4kg和841.7kg,其次为甘农大3号,每公顷分别达3500.3kg和765.9kg,最低为陇东,每公顷只有

1875.2kg和380.5kg。盖土后第2年鲜草产量和干草产量品种间差异极显著($P < 0.01$),德福321Q显著高于其它品种,每公顷分别达20536kg和5348kg,其次为皇后和阿尔冈金,每公顷分别达18038kg和4578kg、15184kg和4272kg,最低为陇东,每公顷只有4342kg和1082kg。

表4 鲜草产量和干草产量
Table 4 The fresh yield and dry yield

品种	2012 年		2013 年 盖土	
	鲜草产量 (kg/hm ²)	干草产量 (kg/hm ²)	鲜草产量 (kg/hm ²)	干草产量 (kg/hm ²)
金皇后	2468.9 ± 220.95bc	503.4 ± 44.70cd	10168 ± 986.85c	2758 ± 301.86c
苜蓿王	2843.9 ± 44.25bc	557.9 ± 18.60cd	12222 ± 381.60c	3285 ± 128.57c
皇后(包衣)	2687.7 ± 176.85bc	560.1 ± 26.55cd	18038 ± 1731.51ab	4578 ± 523.79b
甘农大1号	2656.4 ± 574.50bc	542.1 ± 98.70cd	6101 ± 806.18d	1771 ± 288.23d
甘农大3号	3500.3 ± 707.10ab	765.9 ± 181.80ab	10512 ± 2561.55c	2842 ± 270.69c
陇东	1875.2 ± 530.40c	380.5 ± 83.55d	4342 ± 869.33d	1082 ± 95.10d
德福32IQ	4156.4 ± 662.85a	841.7 ± 135.9a	20536 ± 3423.39a	5348 ± 903.17a
阿尔冈金	2718.9 ± 220.95bc	607.5 ± 50.55c	15184 ± 368.33b	4272 ± 251.71b
F 检验	4.75*	4.66*	34.30**	37.38**

3 讨论与结论

据王运涛等^[8]研究,苜蓿在春季处于萌发状态,抗寒性极弱,很容易受冻,寒流过后气温又急剧上升,紫花苜蓿在很短时间内经历了气温“回升—急剧下降—急剧升高”的过程,原本受冻的细胞由于气温回升过快导致受损程度进一步加重,有时会造成苜蓿的死亡。在青海高寒牧区种植苜蓿,当年不能越冬,越冬成活率为0,气温低,寒冷、干旱是影响苜蓿越冬的主要因素。而盖土5-10cm,有12.61%-42.29%植株越冬成活,因品种特性不同而有大的差异,表明青海高寒牧区种植苜蓿需要在越冬期在土壤表面加盖覆盖物,起到保持土壤温度和水分的作用,维持苜蓿根系生长,是一条有效措施。如大面积种植苜蓿盖土越冬困难很大,也难以实现。刘文序等^[9]采用果岭棉被、草帘、树叶和塑料四种材料覆盖北京地区翦股草坪越冬效果的研究,草帘和树叶保温效果最好,树叶和薄膜保水性最好。在青海高寒牧区还需研究出省时、省力、返青率高办法,如用秸秆回田覆盖土壤是否可行,有待进一步的试验研究。

青海高寒牧区气候条件不能满足苜蓿一个生长周期所需的气候条件,比青海东部农业区^[7]种植苜蓿第1茬刈割时株高降低38.55cm,单株分枝数减少3.63个,每公顷鲜重产量减少17447.15kg,减少7.09倍,每公顷干重产量减少6503.72kg,减少11.93倍。经盖土处理能越冬成活的植株,来年生育期可达开花期,但不能结籽,生长天数、单株性状比第1年都有极大增长,鲜草和干草产量接近青海东部农业区^[7]1次刈割的

产量,其中德福32IQ、皇后和阿尔冈金3个品种表现突出。

另据观察,经过盖土处理生长的植株,在自然状况下(没有盖土)2014年春季能发芽、出苗。表明在高寒牧区种植苜蓿采取一定措施,解决第一年越冬难题,以后就有能正常生长的可能性,但需要进一步研究。

参考文献:

- (1) 王晓娟, 孙月华, 杨晓莉, 等. 苜蓿遗传图谱构建及其应用(J). 草业学报, 2008, 17(3): 119-128.
- (2) 张丽妍, 杨恒山, 张宏宇, 等. 灌溉条件下不同生长年限紫花苜蓿生长及生产能力的研究(J). 草业科学, 2010, 27(1): 85-91.
- (3) 杨红善, 常根柱, 周学辉, 等. 美国引进苜蓿品种半湿润区栽培试验(J). 草业学报, 2010, 19(1): 121-127.
- (4) 陈积山, 张月学, 高超, 等. 20个紫花苜蓿品种的引种试验及生产性能评价(J). 中国草地学报, 2013, 35(2): 37-47.
- (5) 常春, 尹强, 刘洪林. 苜蓿适宜刈割及刈割次数的研究(J). 中国草地学报, 2013, 35(5): 53-56.
- (6) 罗红军, 胡玉婷. 种植紫花苜蓿, 促进柴达木盆地种植业结构调整(J). 青海科技, 2010, 8(4): 21-22.
- (7) 李春喜. 18个苜蓿品种在青海高原的比较试验(J). 草业科学, 2011, 28(11): 1998-2002.
- (8) 王运涛, 于林清, 王富贵, 等. 11份苜蓿材料的抗倒春寒性及生产性能比较(J). 中国草地学报, 2013, 35(5): 34-39.
- (9) 刘文序, 孙吉雄, 刘存琦, 等. 北京地区冬季四种覆盖材料对翦股草坪生长的影响(J). 中国草地学报, 2010, 32(4): 86-91.