

高寒牧区无芒雀麦和扁蓿豆混播人工草地栽培措施初探

丁生祥¹, 郭连云², 公保才让³, 金元锋³, 张富翔³

(1. 青海省同德县气象局, 青海同德 813200; 2. 青海省海南州气象局, 青海共和 813000; 3. 青海省海南州草原工作站, 青海共和 813000)

摘要 采用3因素饱和D最优设计方法, 研究高寒牧区无芒雀麦和扁蓿豆的混播技术。结果表明, 混播中扁蓿豆比例是影响牧草产量的主要因子, 牧草产量与混播中扁蓿豆比例呈显著正相关($r=0.93004$); 播种行距是影响牧草产量的次要因子, 牧草产量与播种行距也呈显著正相关($r=0.91027$)。无芒雀麦和扁蓿豆混播人工草地的最佳扁蓿豆混播比例、EM微肥拌种浓度和播种行距分别为18%~22%、0.8%~1%和30~34cm。

关键词 饱和D最优设计; 混播比例; 播种行距; 无芒雀麦; 扁蓿豆; EM肥

中图分类号 S543+.8; S541+.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-01019-02

青藏高原牧区属于气候寒冷、牧草生长季短、枯草期长的牧业区, 天然草地缺少豆科牧草, 草群蛋白质含量低。生产实践证明, 多年生人工草地适宜于高寒地区“黑土滩”生境, 草皮建植快, 能长期利用不同禾豆混播组合的人工群落。扁蓿豆^[1-4]是一种生态适应性广、抗旱抗寒、耐瘠薄、营养价值较高的野生豆科牧草, 对改良天然草场、建立人工草地、增加草原生态系统中的氮素水平有重要意义。研究表明, 牧草混播优于单播, 混播的种类组成和比例随地理环境不同而异。笔者探索高寒地区无芒雀麦和扁蓿豆人工混播栽培技术, 以期“黑土滩”建立高产、高效、优质的人工草地, 解决高寒地区草畜供求季节不平衡, 保护草地资源和促进畜牧业持续发展提供科学依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验概况 试验地设在青海省同德县巴滩地区, 该区属典型的高原大陆性气候, 海拔3300m, 气候冷凉干燥, 年平均气温0.2℃左右, 牧草生长期内0℃积温1523.8℃, 年均降水量440.4mm, 全年日照时数2720~2760h, 年太阳总辐射量 1.07×10^5 kW·m², 无绝对无霜期, 土壤为栗钙土。供试无芒雀麦 *Bromus inermis* 引自青海省同德牧草良种繁殖场; 扁蓿豆 *Milctoides ruthenica* 引自内蒙古。

1.2 试验设计 采用3因素饱和D最优设计方案^[1], 选择混播中扁蓿豆比例(X_1)、EM微肥^[5-6]不同浓度拌种(X_2)、播种行距(X_3)3个因素为决策变量, 试验因素的设计水平及编

码见表1。最终以产量为目标函数进行综合分析, 将3因素分别安排在结构矩阵的 X_1 、 X_2 、 X_3 列上, 该列括号内的数字为编码值对应的自然变量, 进行试验时, 以括号内的数字实施, 具体组合方案见表2。试验共设11个处理, 随机排列, 3次重复, 小区面积为10.4m²。

1.3 项目调查及数据分析 2004年3月份对无芒雀麦和扁蓿豆进行发芽试验, 计算播种量和扁蓿豆的混播比例。5月2日播种, 当年不刈割不放牧, 翌年8月25日进行取样测产、称鲜草重量, 取样面积为1m×2m=2m², 3次重复。试验所得数据按饱和D最优设计的数据处理方法, 建立二次多项式回归数学模型, 进行全因子模拟试验, 对目标函数进行分析。共模拟出11个试验结果的预测值Y, 因饱和D最优设计的总自由度与回归自由度相等, 故不能预计误差和进行方差分析。对试验结果的精确度只能用测定值和预测值间的相关系数来验证。

表1 3因素试验设计编码水平

水平编码	因素		
	X_1 混播中扁蓿豆比例 %	X_2 EM微肥不同浓度拌种 %	X_3 播种行距 cm
-2.106	10	0.4	20
-0.751	16.43	0.52	26.43
0	20	0.8	30
0.751	23.57	1.1	33.57
2.106	30	1.2	40

表2 最优设计结构矩阵及试验结果

试验号	结构矩阵			试验结果	
	X_1	X_2	X_3	实测值 y g/m ²	预测值 Y g/m ²
1	0(20)	0(0.8)	2.106(40)	1848.17	1755.34
2	0(20)	0(0.8)	-2.106(20)	1410.96	1635.63
3	-0.751(16.43)	2.106(1.2)	0.751(33.57)	1443.71	1513.85
4	2.106(30)	0.751(1.1)	0.751(33.57)	2129.49	2173.29
5	0.751(23.57)	-2.106(0.4)	0.751(33.57)	1708.77	1769.24
6	-2.106(10)	-0.751(0.52)	0.751(33.57)	1142.22	1241.37
7	0.751(23.57)	2.106(1.2)	-0.751(26.43)	1892.62	1741.37
8	2.106(30)	-0.751(0.52)	-0.751(26.43)	1701.16	1725.54
9	-0.751(16.43)	-2.106(0.4)	-0.751(26.43)	1631.73	1626.56
10	-2.106(10)	0.751(1.1)	-0.751(26.43)	1085.27	1070.28
11	0(20)	0(0.8)	0(30)	2111.24	2111.4

2 结果与分析

2.1 模型的建立和检验 试验选用混播中扁蓿豆比例(X_1)、EM微肥不同浓度拌种(X_2)、播种行距(X_3)3个因素下

作者简介 丁生祥(1972-), 男, 青海湟中人, 助理工程师, 从事牧草种植及利用方面的研究。

收稿日期 2006-10-31

地上部分牧草产量 y 为考查指标建立了数学模型:

$$y = 4\,222.48 + 377.18 X_1 + 27.02 X_2 + 118.43 X_3 + 135.49 X_1 X_2 + 78.54 X_1 X_3 + 9.63 X_2 X_3 - 215.63 X_1^2 - 135.72 X_2^2 - 160.49 X_3^2$$

根据各水平的取值,得到牧草产量的理论值 Y 及相关系数 R 。该试验中,牧草实测产量与理论值的相关系数 R 为 0.9617,达到极显著水平,说明数学模型能准确反映客观规律,具有一定的实用价值。

2.2 因子的主次分析 因偏回归导数已经标准化,所以模型中一次项和二次项系数的绝对值大小能够决定各因素的重要程度。试验发现,在3个决策变量中,混播中扁蓿豆比例对多年生禾豆混播人工草地地上生物量的影响最大,播种行距影响次之;EM微肥不同浓度拌种的影响最小。

2.3 各单因子效应分析 由数学模型方程求得混播中扁蓿豆比例、EM微肥不同浓度拌种、播种行距对牧草产量影响的独立效应降解式分别为:

$$y_1 = 4\,222.48 + 377.18 X_1 - 215.63 X_1^2$$

$$y_2 = 4\,222.48 + 27.02 X_2 - 135.72 X_2^2$$

$$y_3 = 4\,222.48 + 118.43 X_3 - 160.49 X_3^2$$

用降维法可求得各单因子对地上部分生物量的影响(表2)。分别用不同水平的编码值代入各因素的降解式得单因子效应分析结果(表3)。由表3可知,地上部分生物量与 X_1 、 X_3 2个因素之间呈显著正相关,与 X_2 之间呈正相关,但相关性不显著。

表3 3因素取不同编码值的地上部分生物量

因素	编码值(X_i)					相关系数 R
	-2.106	-0.751	0	0.751	2.106	
X_1	1235.89	1908.8	2111.24	2050.43	1633.06	0.93004
X_2	1781.82	2062.82	2111.24	2072.97	1810.27	0.54910
X_3	1630.63	2006.5	2111.24	2050.97	1755.34	0.91027

注:表中地上部分生物量单位为 g/m^2 ;自由度为3; $R_{0.05}$ 为 0.878; $R_{0.01}$ 为 0.959。

2.3.1 混播中扁蓿豆比例对地上部分生物量的影响。产草量随扁蓿豆比例增加而增大,当混播中扁蓿豆比例达到20%时产草量最高,以后产草量随扁蓿豆混播比例增加而减少。

2.3.2 EM微肥不同浓度拌种对地上部分生物量的影响。试验发现,EM微肥拌种浓度逐渐增大时,地上部分生物量也随之增加,当EM微肥浓度拌种达到0.8%时产草量最高,以后产草量随EM微肥拌种浓度的增加而减少。

2.3.3 播种行距对地上部分生物量的影响。试验发现,当播种行距逐渐加大时,地上部分生物量也逐渐增大,播种行距至30cm时牧草产量达到最大,以后牧草产量随播种行距的增加而减少。这是由于单子叶植物密度大时,叶片致密个体间互相遮阴,致使一部分植株光照不足,节间不能得到充分发育所致。

2.4 优良组合方案的选择 采用频数区间估计对优良的农艺措施组合进行统筹安排,根据多指标主分量择优的方法,

筛选出不同条件下的10套优良组合方案,进行综合分析(表4)。由表4可知,多年生禾豆混播种草最优农艺措施为 X_1 18%~22%、 X_2 0.7%~1%、 X_3 30~34cm。

3 小结与讨论

(1) 3因素饱和D最优设计是试验设计中精确度较高的试验设计之一,其理论值与实测值之间具有极高的相关性。

表4 最佳组合频数分析自由度

编码值及统计项	混播中扁蓿豆		EM微肥不同		播种行距	
	比例	%	浓度拌种	%	cm	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率
-2.106	0	0	0	0	0	0
-0.751	3	0.3	2	0.2	2	0.2
0	4	0.4	4	0.4	3	0.3
0.751	2	0.2	4	0.4	4	0.4
2.106	1	0.1	0	0	1	0.1
合计	10	1	10	1	10	1
平均值	0.1355		0.1502		0.3608	
标准差	0.614022		0.414932		0.614233	
标准误	0.194171		0.131213		0.1942375	
95%置信度	-0.303715 ~ 0.574715		-0.1466 ~ 0.447		-0.055945 ~ 0.777545	
最优农艺措施	18%~22%		0.7%~1%		30~34cm	

注:自由度为9, $t_{0.05}$ 为 2.262。

该试验中理论值与实测值之间相关系数达到0.9617,说明建立的数学模型具有较强的实用性,可以用来指导生产实践。

(2) 无芒雀麦是受光结构较为有利的作物,扁蓿豆则不利,两者合理的混播群落中,无芒雀麦的支撑作用,减少了扁蓿豆茎的匍匐,无芒雀麦与扁蓿豆高度错落有致,使草丛中上层部位叶量密集分布。周青平研究表明,叶面积指数与相对照度之间的相关系数 $r = 0.96^{[7]}$,说明两者合理的混播提高了光能利用率,有利于扁蓿豆株高的增长,且草丛中保持高叶面积指数的时间越长获得的产量越高。该试验表明,混播时应严格控制无芒雀麦与扁蓿豆合理的混播比例,当扁蓿豆比例过大时,扁蓿豆匍匐明显,其在无芒雀麦下部有匍匐,叶枝变黄,有腐烂现象,影响收割和饲草品质。该试验结果表明,扁蓿豆的最佳混播比例为20%。

(3) 试验发现,在高寒牧区无芒雀麦与扁蓿豆混播种草中最佳农艺措施为扁蓿豆播种比例18%~22%、EM微肥拌种浓度0.7%~1%、播种行距30~34cm。

参考文献

- [1] 德科加,徐成体.扁蓿豆在高寒地区适应性试验[J].青海草业,1998(3):8-9.
- [2] 徐成体.用不同方法处理后扁蓿豆种子的发芽效果[J].青海畜牧兽医杂志,1996(6):4-6.
- [3] 乌日娅,雍世鹏,包贵平.扁蓿豆生态生物学特性的比较研究[J].中国草地,1994(2):1-7.
- [4] 袁有福,王玉林,罗新义,等.扁蓿豆的主要经济性状及栽培技术的研究[J].中国草原,1986(2):38-41.
- [5] 冷祥学.EM在燕麦种植上的应用[J].青海草业,2002(3):13-14.
- [6] 林元哲,李维炯,隗永珍.有效微生物群(EM)对柠条出苗期生长的影响[J].草与畜杂志,1998(3):20-21.
- [7] 周青平.箭舌豌豆与燕麦混播的产量与草层结构的初步研究[J].青海草业,1992(4):37-43.