

航天诱变紫花苜蓿新品系比较试验研究

耿慧, 刘建, 于博洋, 郭兴玉, 高山, 姜婷婷, 李忠和*

(吉林省农业科学院草地与生态研究所, 吉林公主岭 136100)

摘要:针对目前中国苜蓿品种中缺少适宜高寒地区种植的丰产品种问题,以选育高产抗寒紫花苜蓿新品种为目标,2006年搭载实践8号育种专用卫星将3个品种的苜蓿种子进行太空诱变,选育出2个苜蓿新品系。于2017-2020年开展品系(种)比较试验,对参试品系(种)生态适应性、生育期、鲜干草产量、叶茎比、植株高度、种子产量、营养成分等进行研究。结果表明,综合品系1抗寒、高产,平均年干草产量17 038 kg/hm²,种子产量312 kg/hm²,符合育种目标。

关键词:太空诱变;苜蓿;比较试验;产量;营养成分

中图分类号:S541*.103.52

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2024)03-0053-05

Comparative Study on New Alfalfa Strains Induced by Space Mutation

GENG Hui, LIU Jian, YU Boyang, GUO Xingyu, GAO Shan, JIANG Tingting, LI Zhonghe*

(Institute of Grassland and Ecology Sciences, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: For the deficiency of productive alfalfa varieties which can adapt to the cold regions, some original materials were loaded in Shijian 8 breeding satellite and transported into space to select and breed a new high-yield and cold-resistant alfalfa variety in 2006. Two new strains were bred based space mutation breeding. Ecological adaptability, growth period, fresh and dry forage yield, leaf/stem, plant height of all the strains (varieties). Seed yield and nutrition composition were measured by the strains(varieties) comparison experiment from 2017 to 2020. The result showed that Synthetical Strain 1 is cold resistant and high yield, with an average annual hay yield of 17,038 kg/ha and seed yield of 312 kg/ha, which is in line with breeding objectives.

Key words: Space mutation; Alfalfa; Strains (varieties) comparison experiment; Yield; Nutrition composition

随着我国畜牧业的快速发展,对苜蓿的需求量逐年增加,而现阶段我国苜蓿无论在数量上还是质量上均无法满足畜牧业生产的需要^[1]。其根本原因,一是优良品种的缺乏。我国审定通过的604个牧草品种中,大部分为抗逆不丰产的品种,缺少适应干旱、半干旱或高寒、高纬度地区种植的丰产优质牧草品种^[2]。二是育种方法和手段有待提高。紫花苜蓿为多年生异花授粉植物,遗传背景复杂,遗传改良有很大难度,传统的育种方法周期长、转基因育种难度大。采用高端的空间诱变技术与常规农业育种技术相结合,进行航天诱变育种是一种快捷可行的方法^[3]。航天诱变育种因具有变异频率高、变异幅度大、有益变异多、

稳定性强、生理损伤轻、育种周期短等优点已被广泛应用于作物、蔬菜、花卉等植物新品种和新材料的选育中。我国牧草航天育种研究始于1994年,先后搭载了紫花苜蓿、红豆草、沙打旺、二色胡枝子、多年生黑麦草等多种牧草^[4],研究了搭载牧草的航天诱变效应,突变体鉴定、筛选及有益遗传材料决选等,极大地丰富了我国牧草种质资源和育种材料。

2006-2010年吉林省农业科学院草地与生态研究所主持研究了农业农村部国家航天育种工程项目,2006年将公农1号、公农2号、公农3号3个苜蓿品种的种子搭载于实践8号育种专用卫星送入太空,进行太空诱变育种,2007-2016年开始利用返回的苜蓿太空诱变群体为亲本,按照苜蓿综合品种的选育程序,通过原始材料选择评价,筛选优良无性系、多元杂交、配合力测定、组配综合品系等程序选育出苜蓿新品系2个,2017-2020年开展品系(种)比较试验。

收稿日期:2023-10-23

基金项目:吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2021ZY109)

作者简介:耿慧(1980-),男,副研究员,硕士,主要从事牧草资源与育种研究。

通信作者:李忠和,男,博士,研究员,E-mail: lizhonghe@126.com

1 材料与方 法

1.1 试验材料

参试苜蓿新品系为:综合品系1、综合品系2,均由吉林省农业科学院草地与生态研究所自行组配。对照品种为公农1号紫花苜蓿(来源:吉林省农业科学院草地与生态研究所),同时播种龙牧803苜蓿(来源:黑龙江省畜牧研究所)作为比较参考。

1.2 试验地概况

试验区设在吉林省公主岭市吉林省农业科学院草地与生态研究所试验地。位于北纬43°31',东经124°58',海拔203 m。地处寒温带半湿润区,大陆性季风气候。年平均气温5.6℃,温度最高月(7月)平均气温23.3℃,温度最低月(1月)平均气温-15℃。极端最高温度36.8℃,极端最低温度-35℃。年平均日照时数2 688 h,积温2 700~3 000℃·d。无霜期145~150 d。年降水量450~650 mm,雨量集中于6、7、8月,占年总降雨量的60%~80%。试验区土壤为退化黑钙土,肥力中等。多年未施用农药化肥。耕作层30 cm。

1.3 试验设计

2017年5月20日播种,试验小区面积15 m²,南北长5 m,东西宽3 m。试验区周边留宽度1 m的保护行,小区间留1 m过道。随机区组排列,3次重复。播种前精细整地。南北向人工条播,行距30 cm,每小区11行。播量1.5 g/m²。播深2~3 cm,播后人工覆土,踩格子。出苗后,人工中耕除草。试验期间试验区未施用任何化学肥料、农药,未进行灌溉。每个品系和对照另种植15 m²(5 m×3 m)小区,不刈割,用于观察物候期及生育期,成熟期人工收种测定种子产量,3次重复。

1.4 测定项目及方法

2018年观测所有参试品系(种)生态适应性及生育期。2018~2020年每次刈割时测量株高。每小区随机抽取非边行的10个植株,用直尺测量绝对高度,取平均值为植株高度,3次重复。2018~2020年每次产量测定时随机抽取鲜草草样1 000 g,人工分离茎、叶,自然风干。以风干叶片重量与风干茎秆重量的比值来表示叶茎比。

播种当年不测产,2018~2020年全小区(除去两侧边行及每行两头各50 cm)刈割测产。首茬草刈割选择初花期,再次割草间隔一般4~6周,每次刈割时间见表1,留茬高度5 cm。称取鲜草重量,折算单位面积鲜草产量。随机抽取鲜草草样

表1 每年度刈割时间

年度	第1次刈割	第2次刈割	第3次刈割
2018	6月22日	7月30日	9月1日
2019	6月7日	7月11日	8月31日
2020	6月15日	7月25日	9月25日

500 g,自然风干至恒重,计算初水分含量,根据鲜草重量、初水分含量,计算小区干草产量,折算单位面积产量,3次重复。种子成熟期按小区(除去两侧边行及每行两头各50 cm)进行人工收种并称重,折算单位面积种子产量。

2018年在第1茬草的初花期,每个小区随机采集500 g鲜样,65℃烘干至恒重,粉碎后过筛,密封干燥保存,用来进行营养成分测定。粗蛋白(CP)含量采用海能全自动凯氏定氮仪测定,中性洗涤纤维(NDF)含量和酸性洗涤纤维(ADF)含量采用范氏测定法测定。

1.5 数据的统计分析

采用Excel 2013进行统计分析,计算各指标的平均值和标准差,用邓肯新复极差法进行多重比较及显著性检验^[5-7]。

2 结果与分析

2.1 生育期调查

所有参试品系(种)播种后10~15 d齐苗。生长发育正常,表现出良好的生态适应性。2018年所有试验材料于4月6~12日间返青,7月25~31日完成整个发育期(表2)。

表2 各品系(种)生育期 月/日

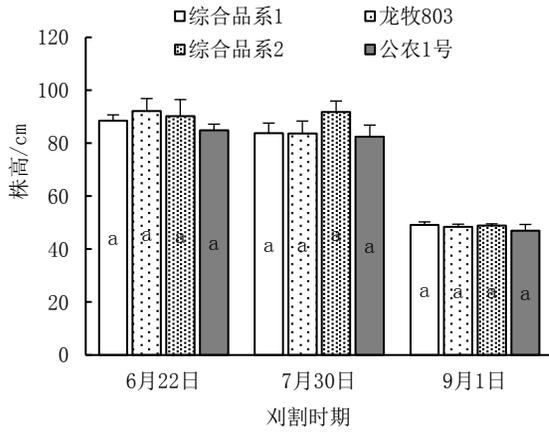
品系(种)	返青期	分枝期	现蕾期	结荚期	成熟期
综合品系1	4/12	5/17	6/6	6/27	7/31
综合品系2	4/6	5/18	6/8	6/28	7/25
公农1号苜蓿	4/10	5/17	6/7	6/27	7/30
龙牧803苜蓿	4/8	5/17	6/7	6/27	7/25

2.2 植株高度调查

3个年度的株高数据(图1、图2、图3)表明,各参试品系(种)初花期株高在年度间以综合品系1、综合品系2表现较为优异,由于株高与产草量呈正相关^[8],所以2个综合品系表现出良好的生产性能。

2.3 鲜草产量、干草产量

产草量是衡量紫花苜蓿经济性状最重要的指标之一,是多个农艺性状的综合表现。鲜干比是衡量牧草产量的一个基本指标,是牧草干物质积



注:小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),下同

图1 2018年不同刈割时期株高

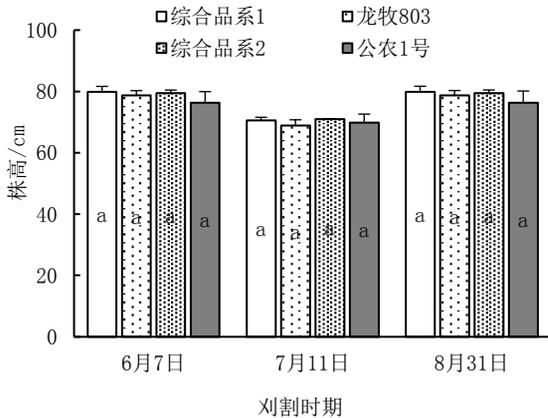


图2 2019年不同刈割时期株高

累性能的表现。鲜干比较低的品种晾晒干草能力强,干物质含量和营养物质含量高。2018-2020年各参试品系(种)不同茬次鲜、干草产量见表3。

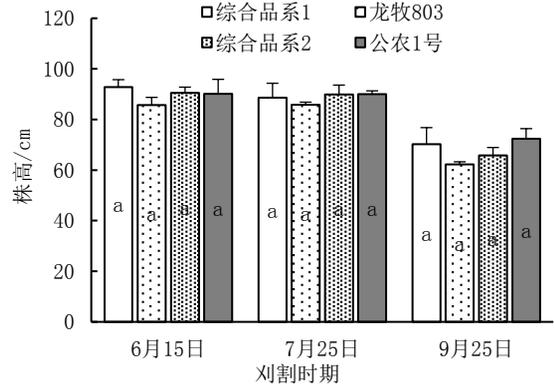


图3 2020年不同刈割时期株高

各品系(种)鲜草产量除2018年第3次刈割及2020年第2次刈割外,2018-2020年其余年度间、不同茬次间综合品系1的产量均高于对照公农1号苜蓿,尤其是每年度综合品系1的头茬鲜草产量最高。各参试品系(种)不同年度、不同茬次干草产量变化情况与鲜草产量变化规律相仿,综合品系1在2019年第2次刈割的干草产量显著高于对照品种(表3)。除2019年干草产量综合品系1低于龙牧803以外,各参试品系(种)2018-2020年3个年度的全年鲜、干草产量变化规律基本相一致(图4、图5)。各年度干草产量综合品系1、综合品系2均高于对照公农1号苜蓿,其中2018年、2020年及年平均干草产量上,综合品系1同时超过了公农1号与龙牧803苜蓿。综合分析3年的平均干草产量,综合品系1相比于对照品种公农1号苜蓿产量显著提升^[9-11]。

表3 各个年度不同茬次产草量差异分析

kg/hm²

年度	品系(种)	鲜草产量			干草产量		
		第1次刈割	第2次刈割	第3次刈割	第1次刈割	第2次刈割	第3次刈割
2018	综合品系1	37 500.00a	27 850.00b	6 750.00ab	7 936.82a	5 756.33a	1 250.00a
	龙牧803	33 166.67a	28 566.67b	4 566.67b	7 651.52a	5 629.67a	883.33a
	综合品系2	29 166.67a	31 133.33a	5 766.67ab	7 001.06a	6 235.33a	1 066.67a
	公农1号	26 166.67a	26 783.33b	8 516.67a	6 448.48a	5 354.17a	1 500.00a
2019	综合品系1	35 866.67a	23 266.67a	13 700.00a	7 056.05a	5 647.60a	3 942.27a
	龙牧803	36 933.33a	20 233.33b	11 833.33a	7 850.86a	5 472.92a	3 982.27a
	综合品系2	34 026.67a	22 500.00ab	13 800.00a	6 739.74a	5 448.69a	3 946.00a
	公农1号	33 243.33a	21 400.00ab	12 933.33a	6 832.32a	3 485.33b	3 485.33a
2020	综合品系1	29 900.00a	19 085.00a	16 993.29a	8 536.87a	5 914.75a	5 072.20a
	龙牧803	23 933.33a	22 946.67a	16 263.05a	6 895.33a	6 652.32a	4 698.83a
	综合品系2	25 466.67a	20 393.33a	15 909.20a	7 318.53a	6 224.37a	4 714.57a
	公农1号	23 966.67a	21 960.00a	16 245.70a	6 561.07a	6 779.65a	4 734.88a

注:小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

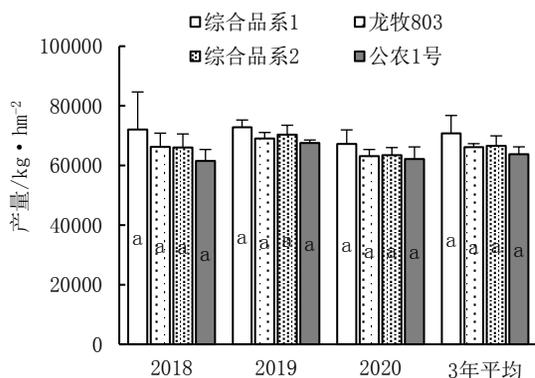


图4 鲜草年度产量

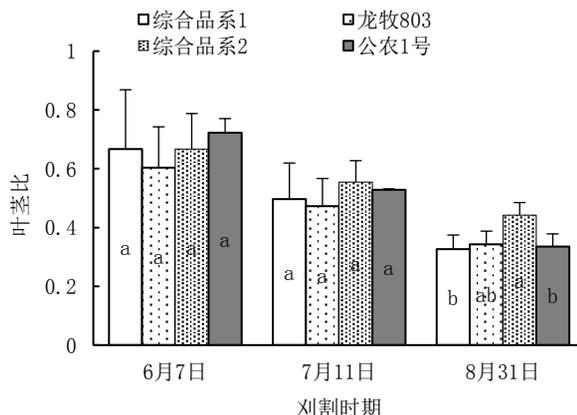


图7 2019年3茬草叶茎比

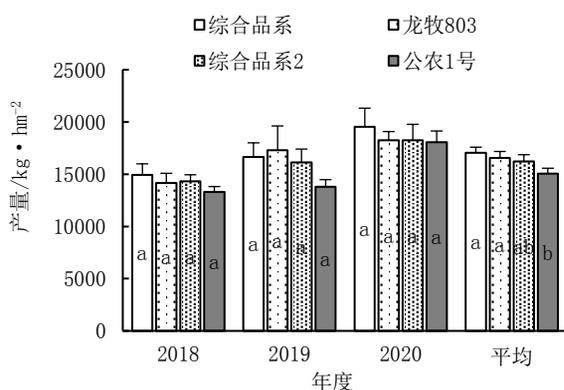


图5 干草年度产量

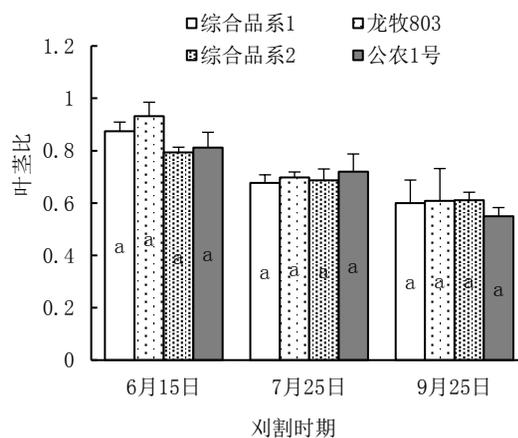


图8 2020年3茬草叶茎比

2.4 叶茎比

叶茎比能够较好地反映牧草的适口性和牧草的品质,是牧草品质评价中的重要指标。一般叶中粗蛋白含量比茎中高1~2.5倍,粗纤维含量比茎少50%~100%,可消化营养物质叶比茎中高40%,因此牧草叶茎比的高低直接决定牧草营养价值的高低与牧草品质的好坏。2018年、2020年各参试品系(种)叶茎比与对照品种公农1号相比没有显著差异(图6、图7、图8)。

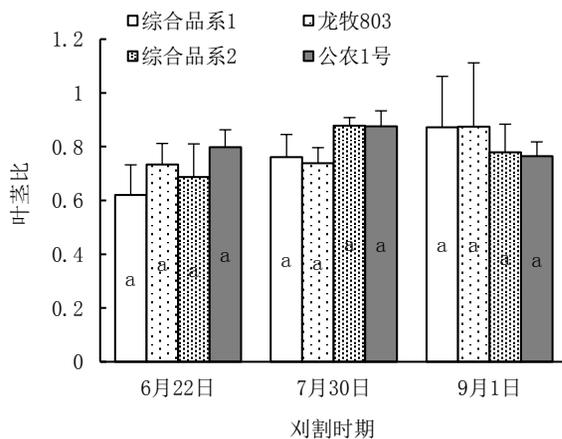


图6 2018年3茬草叶茎比

2.5 种子产量

综合品系1、综合品系2在2018-2020年度的种子产量均高于对照品种公农1号,从3年平均产量上看,2个综合品系种子产量均高于对照品种^[12](图9)。

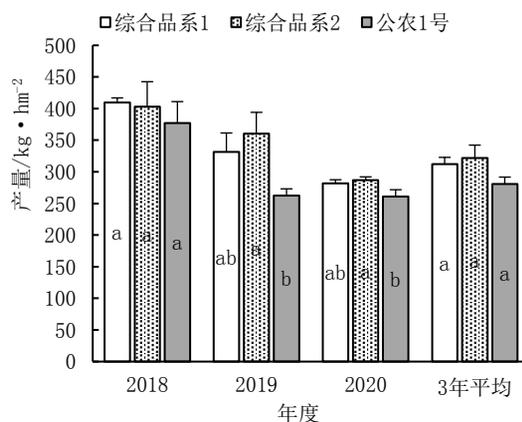


图9 各年度种子产量

2.6 营养成分

牧草经济价值通常取决于饲草产量和饲用价值,饲用价值又取决于营养成分。粗蛋白含量

(CP)是苜蓿饲草品质评价的重要指标,粗蛋白越高,牧草品质越好。而中性洗涤纤维(NDF)常用来估计家畜的采食量,酸性洗涤纤维(ADF)则用来测算牧草的消化率。由图10可知,综合品系1粗蛋白含量为19.84%,高于其他2个品系(种),而酸性洗涤纤维显著低于对照。2个综合品系中性洗涤纤维均低于对照,但综合品系1与对照差异不显著。

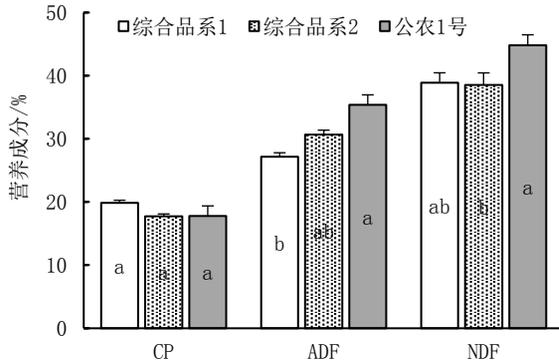


图10 各品系(种)营养成分

3 结论与讨论

所有参试品系(种)在试验区生态适应性良好,均可忍受低温,完成正常的生长发育,生育期110 d。株高在整个生长过程中呈S形曲线^[8],这是由紫花苜蓿的生长规律决定的。分枝期前生长迟缓,分枝期后生长加快,开花期基本停止生长^[13-14],各参试品系(种)首茬草、再生草株高均以综合品系1、综合品系2表现最优,明显高于对照品种公农1号苜蓿,并且高于龙牧803。同一品系(种)植株高度在不同年度、不同刈割茬次间均存在一定差异,这与生长年限、水分供应状况密切相关。

在本试验中各参试品系(种)叶量与对照品种公农1号相比难分伯仲,但该结果具有较大的随机性,尚需进一步研究确认。综合品系1头茬草

的鲜、干产量在不同年度均位列第一,由于头茬草的产量占苜蓿全年产量的比重最大,所以尽管后两茬草的产量品系(种)间互有高低,但全年的鲜、干草产量综合品系1均为最高,尤其是干草产量显著高于对照品种公农1号,同时综合品系1表现出良好的结实性能及营养成分,符合预定的高产目标。根据测定结果进行综合评价,综合品系2予以淘汰。综合品系1生产性能基本符合育种目标要求,准备参加区域试验。

参考文献:

- [1] 孙启忠,王宗礼,徐丽君.旱区苜蓿[M].北京:科学出版社,2014:14-15.
- [2] 杨青川,康俊梅,张铁军,等.苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J].科学通报,2016,61(2):261-270.
- [3] 杨红善,常根柱,包文生,等.紫花苜蓿的航天诱变[J].草业科学,2013,30(2):253-258.
- [4] 潘多锋,张月学,王建丽,等.“实践八号”卫星搭载羊草的诱变效应及变异研究[J].核农学报,2015,29(7):1233-1238.
- [5] 刘来福.作物数量遗传[M].北京:农业出版社,1984:25-35.
- [6] 马育华.植物育种的量遗传学基础[M].南京:江苏科学技术出版社,1980:60-72.
- [7] 盖钧镒.试验统计方法[M].北京:中国农业出版社,2000:75-90.
- [8] 洪绂曾.苜蓿科学[M].北京:中国农业出版社,2009:166-176.
- [9] 武瑞鑫,孙洪仁,孙雅源,等.北京平原地区紫花苜蓿最佳秋季刈割时期研究[J].草业科学,2009,26(9):113-118.
- [10] 耿慧,李晓秋,李鸿祥,等.吉林省中西部地区引进苜蓿品种生态适应性研究[J].东北农业科学,2021,46(5):67-69.
- [11] 孙宁,孟祥盟,边少锋,等.吉林省湿润区不同玉米品种产量及农艺性状比较研究[J].东北农业科学,2017,42(1):5-7.
- [12] 王新风,董岭超,董宝池,等.吉林省高油高产大豆品系吉育507的选育[J].东北农业科学,2017,42(4):20-22.
- [13] 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):45-47.
- [14] 莫本田,罗天琼,谢继石,等.美国紫花苜蓿引种试验[J].贵州农业科学,1996(2):6-13.

(责任编辑:范杰英)