

混播比例对冰草-黄花苜蓿混播当年产量的影响

刘德鹏, 张淑艳*, 张振涛, 王亚娟, 杨若琪, 周佳铭 (内蒙古民族大学农学院, 内蒙古通辽 028000)

摘要 在科尔沁沙地将沙生冰草、扁穗冰草、蒙古冰草分别与黄花苜蓿间行混播, 设 1:0、3:1、5:1 和 7:1 共 4 个混播比例建植混播草地, 研究混播比例对混播当年产量的影响。结果表明, 混播比例和草种组合对播种当年冰草-黄花苜蓿各草种产量和草地群体总产量影响显著, 其中混播比例 5:1 的沙生冰草与黄花苜蓿混播组合总产量最高, 为 144.33 g/m², 显著高于各处理组合群体总产量。

关键词 混播; 产量; 黄花苜蓿

中图分类号 S54 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)15-0034-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.15.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Mixed Sowing on the Current Year Yield of *A. desertorum*-*M. falcata*

LIU De-peng, ZHANG Shu-yan, ZHANG Zhen-tao et al (College of Agronomy, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028000)

Abstract In Horqin sandy land, *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schult., *A. cristatum* (L.) Gaertn. and *A. mongolicum* Keng were separated from alfalfa (*Medicago falcata* L.) inter-row mixed sowing. We set up four mixed sowing ratios of 1:0, 3:1, 5:1 and 7:1 to establish mixed grassland, and studied the effects of mixed sowing ratio on the yield of the current year. The results showed that the mixed sowing ratio and the combination of grass seeds had significant effects on the yield of each grass species and the total yield of grassland populations of *A. cristatum*-*M. falcata* in the year of sowing. Among them, the mixed sowing combination of *A. cristatum* and *M. falcata* with a mixed sowing ratio of 5:1. The total yield was the highest (144.33 g/m²), which was significantly higher than the total yield of each treatment combination group.

Key words Mixed sowing; Yield; *Medicago falcata* L.

豆禾混播所具有的独特优势往往使其成为混播草地的首选类型, 由于地域气候、土壤条件等环境因素影响, 不同地区的适宜比例和组合也不尽相同^[1-4], 组合不当会影响牧草产量及品质^[5-7], 因此合理的混播比例和组合以及建植方式是混播人工草地高质高产的重要途径^[8]。科尔沁沙地主要土壤是风沙土, 土壤养分贫瘠, 培草地种类及建植模式相对单一, 以青贮玉米和苜蓿为主^[9], 建植豆禾混播草地对方特色经济与可持续发展具有重要意义。鉴于此, 笔者以 3 种冰草与黄花苜蓿按不同比例组合间行混播, 研究混播比例和草种组合对产量的影响, 以期筛选出适宜科尔沁地区区域特点的混播种类组合与比例。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验在内蒙古民族大学农牧业科技示范园区(43°36'N, 122°02'E)进行。海拔 182 m, 属于典型的温带大陆性季风气候, 活动积温 3 184 °C, 年平均气温 6.4 °C, 无霜期 150 d, 生长季降雨量占全年降水量的 89%左右, 年均降水量为 399.1 mm。土壤主要为风沙土, 土壤有机质含量 6.94 g/kg, 碱解氮 18.2 mg/kg, 速效钾 58.7 mg/kg, 速效磷 11.3 mg/kg, pH 8.2, 具有喷灌条件。

1.2 试验材料 供试 3 种冰草分别为沙生冰草、扁穗冰草、蒙古冰草。

1.3 试验设计 试验设冰草:黄花苜蓿为 1:0、3:1、5:1 和

7:1 共 4 个混播比例, 其中 SH 3:1 代表沙生冰草与黄花苜蓿混播比例 3:1, BH 3:1 代表扁穗冰草与黄花苜蓿混播比例 3:1, S 1:0 代表单播沙生冰草, 以此类推。将 3 种冰草与黄花苜蓿按间行混播方式播种, 小区采用随机区组排列, 小区面积为 2 m×4 m=8 m², 行距为 20 cm, 3 次重复。肥料按年施肥量纯氮 105 kg/hm²、磷 (P₂O₅) 84 kg/hm²、钾 (K₂O) 84 kg/hm² 进行施肥, 按底肥 40%、追肥 60% 的比例分配。春季播种, 测产面积为 1 m², 每小区 2 次重复。

2 结果与分析

2.1 混播比例和组合对产量影响的方差分析 表 1 是混播比例和草种组合对混播当年产量的影响的方差分析。由表 1 可知, 混播比例对冰草产量、黄花苜蓿产量和冰草-黄花苜蓿群体产量都有极显著影响; 草种组合对冰草产量、黄花苜蓿产量和冰草-黄花苜蓿群体产量有极显著影响; 混播比例和草种组合 2 因素互作对冰草产量、黄花苜蓿产量和冰草-黄花苜蓿群体产量有极显著影响。

2.2 混播比例和组合对冰草产量的影响 图 1 是混播比例和组合对冰草产量的影响。方差分析表明, SH 1:0 的冰草产量最高, 为 98.6 g/m², 显著高于所有处理组合冰草的产量 ($P<0.05$), B 1:0 的冰草产量次之, 为 90.1 g/m², 两者均显著高于所有处理组合冰草的产量 ($P<0.05$); SH 5:1 处理在混播组合中冰草产量最高, SH 3:1、SH 7:1 和 M 1:0 仅次于 SH 5:1, 并且 4 者间无显著差异, 但显著高于 BH 和 MH 的所有混播组合 ($P<0.05$)。BH 组合的 5:1 和 7:1 低于 SH 组合但高于 MH 组合, MH 组合在所有组合中产量最低, 并且显著低于除 BH 3:1 以外的所有处理组合冰草的产量 ($P<0.05$)。SH 5:1 处理分别比 S 1:0、B 1:0 处理低 25.86% 和 18.87%, 分别比 SH 3:1、SH 7:1 处理高 4.92% 和 7.66%, 分别比 MH 5:1

基金项目 荒漠草原区草畜一体化关键技术集成与示范项目“优质牧草生产加工调制技术集成与示范”(2019CG245); 内蒙古自治区科技计划项目。

作者简介 刘德鹏(1996—), 男, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 研究方向: 草地生态与环境。* 通信作者, 教授, 硕士, 硕士生导师, 从事草地生态与环境研究。

收稿日期 2021-04-15

和 MH 7:1 处理低 58.00% 和 55.68%。

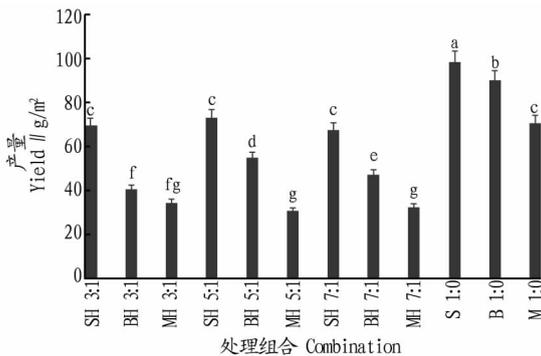
表 1 混播比例和草种组合对混播当年产量的影响

Table 1 Effects of mixed-planting ratio and grass species combination on the yield of mixed-planting year

草种 Grass	因素编号 Factor code	因素 Factor	F 值 F value
冰草 <i>Agropyron desertorum</i> (Fisch.) Schult.	A	混播比例	223.0**
	B	草种组合	273.1**
	A×B	比例×组合	6.2**
黄花苜蓿 <i>Medicago falcata</i> L.	A	混播比例	310.1**
	B	草种组合	36.4**
	A×B	比例×组合	145.9**
冰草-黄花苜蓿 <i>Agropyron deser-</i> <i>torum</i> (Fisch.) Schult. - <i>Medica-</i> <i>go falcata</i> L.	A	混播比例	146.8**
	B	草种组合	128.0**
	A×B	比例×组合	37.7**

注: ** 表示在 0.01 水平差异极显著; * 表示在 0.05 水平差异显著
Note: ** indicated extremely significant differences at 0.01 level; * indicated significant differences at 0.05 level

由以上分析可知,混播组合中各种冰草的产量均低于其单播的产量,而且混播组合对各种冰草的影响不同,其中沙生冰草各组合的产量显著高于相同比例的扁穗冰草和蒙古冰草的产量。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

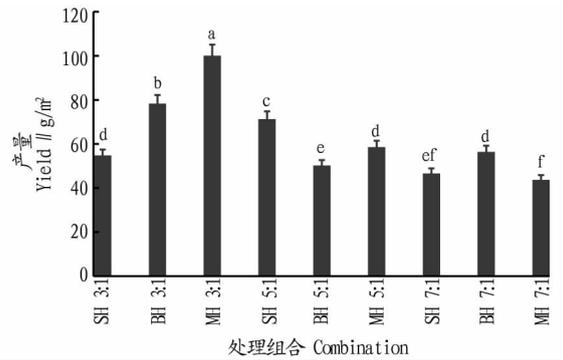
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 1 混播比例和草种组合对冰草产量的影响

Fig. 1 Effects of mixed planting ratio and grass species combination on yield of *A. desertorum*

2.3 混播比例和组合对黄花苜蓿产量的影响 图 2 是混播比例和组合对黄花苜蓿产量的影响。由图 2 可知, MH 3:1 的黄花苜蓿产量最高, 为 100.1 g/m², 显著高于所有处理组合的黄花苜蓿产量 ($P < 0.05$), BH 3:1 的黄花苜蓿产量次之, 为 78.3 g/m², 显著高于除 MH 3:1 外的所有处理组合的黄花苜蓿产量 ($P < 0.05$)。SH 5:1 的黄花苜蓿产量第 3, 显著高于除 MH 3:1, BH 3:1 外的其他处理组合的黄花苜蓿产量 ($P < 0.05$); SH 7:1 和 MH 7:1 的黄花苜蓿产量最低, 显著低于除 BH 5:1 外的所有组合 ($P < 0.05$)。SH 5:1 的黄花苜蓿产量分别比 MH 3:1 和 BH 3:1 低 28.77% 和 8.94%, 分别比 SH 7:1 和 MH 7:1 低 34.64% 和 38.71%。

由以上分析可知,总体上 3:1 比例各处理的黄花苜蓿的产量高于 5:1 和 7:1 比例的产量。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

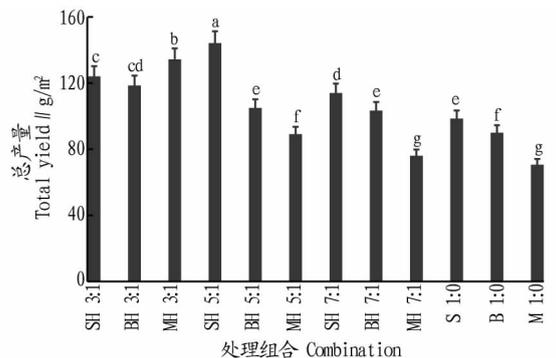
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 2 混播比例和草种组合对黄花苜蓿产量的影响

Fig. 2 Effects of mixed planting ratio and grass species combination on yield of *M. falcata*

2.4 混播比例和组合对混播群体产量的影响 图 3 是混播比例和组合对冰草-黄花苜蓿群体产量的影响。由图 3 可知, SH 5:1 处理的冰草-黄花苜蓿产量最高, 为 144.3 g/m², 显著高于所有处理组合的冰草-黄花苜蓿产量 ($P < 0.05$), MH 3:1 处理的冰草-黄花苜蓿产量次之, 为 134.4 g/m², 显著高于除 SH 5:1 处理外的其他处理组合的冰草-黄花苜蓿产量 ($P < 0.05$); SH 3:1 处理比 BH 3:1、SH 7:1 处理略高, 三者无显著差异, 但显著高于除 SH 5:1、SH 7:1 处理之外的所有 5:1 和 7:1 的混播组合 ($P < 0.05$); 各单播冰草平均低于混播, MH 7:1 和 MH 5:1 处理是除单播外混播组合中产量最低的, 并显著低于其他混播处理组合。

综合以上分析,混播提高了产量,各种冰草混播组合的产量均高于其相应单播的产量,并且 3:1 的混播处理产量高于 5:1 和 7:1 混播比例的产量,说明混播中黄花苜蓿的比例对总产量具有重要意义。但是,在所有混播组合中,SH 5:1 处理显著高于包括 3:1 混播比例的所有处理组合,说明沙生冰草-黄花苜蓿混播有显著的增产效应。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 3 混播比例和草种组合对冰草-黄花苜蓿群体产量的影响

Fig. 3 Effects of mixed-planting ratio and grass species combination on the population yield of *A. desertorum* - *M. falcata*

3 讨论

产量高低是衡量牧草生产力水平关键的指标,也是评价牧草适应性强弱的主要指标^[10],豆禾混播较单播牧草具有生态位不同、减弱种间竞争、豆科互利共生固氮为禾本科牧草提供氮素等优势,有利于提高草地的产量。但是,混播牧草的生育期内,竞争与互利作用同时存在,两者之间的作用大小与建植年限和空间结构有关。当互利作用大于竞争作用时,混播体系对各资源的利用率提高,混播优势体现^[11-13]。有学者认为,在豆禾播种比例1:2、1:3或4:6的情况下,牧草生长比较协调,在一定程度上避免了种间竞争^[14-16],也有学者认为,由于种间竞争力的不同,牧草表现出相互拮抗作用^[17-18],因此如何调控利用好种间关系对混播牧草产量的提高有重要意义。该试验对3种冰草与黄花苜蓿的混播比例和草种组合的当年生产量研究发现,黄花苜蓿的产量随其比例增加而增加,并且在草群中占据优势。有研究表明,豆禾牧草混播草地,调整种间竞争强度,有利于豆禾牧草共存^[19]。该研究结果显示,5:1的混播比例取得了当年较高的产量,提高冰草比例,能够增加混播产量。

张永亮等^[20]研究表明,在建植第1年苜蓿-垂穗披碱草混播种群相对产量较高,第2、3年垂穗披碱草再生性和竞争力减弱,产量下降,苜蓿-藜草混播系统生产力超越其他组合,产量较高。谢开云等^[21]研究结果表明,无芒雀麦与紫花苜蓿在1:1混播中,无芒雀麦竞争力先大于紫花苜蓿,影响了紫花苜蓿生长,随着生长发育过程紫花苜蓿竞争力逐渐增强。因此可以看出,随着混播草地年龄增长,各草种组合种间的关系也随之变化。该试验结果显示,在播种当年沙生冰草与黄花苜蓿组合产量最高,扁穗冰草与黄花苜蓿产量次之,但其后的变化还有待研究。

4 结论

混播比例和草种组合对冰草-黄花苜蓿混播当年草地的产量均具有显著影响,并且混播比例和草种组合间具有显著的交互作用。混播中各种冰草产量与单播相比有一定幅度下降,其中沙生冰草下降幅度较小,黄花苜蓿的产量随其比例增加而增加。在混播当年,3种冰草与黄花苜蓿的

混播比例与草种组合中,SH 5:1处理的总产量最高,为144.33 g/m²,显著高于其他处理组合的冰草-黄花苜蓿群体总产量($P < 0.05$)。

参考文献

- [1] 关正翮,娜尔克孜,朱亚琼,等.不同混播方式下燕麦+箭筈豌豆混播草地的生产性能及土壤养分特征[J]. 草业科学,2019,36(3):772-784.
- [2] 兰吉勇,张学洲,张丽萍,等.混播紫花苜蓿与无芒雀麦群落种间竞争分析[J]. 江西农业学报,2016,28(8):13-17.
- [3] 祁军,郑伟,张鲜花,等.不同豆禾混播模式的草地生产性能[J]. 草业科学,2016,33(1):116-128.
- [4] 陈积山,朱瑞芬,高超,等.苜蓿和无芒雀麦混播草地种间竞争研究[J]. 草地学报,2013,21(6):1157-1161.
- [5] 张英俊,任继周,王明利,等.论牧草产业在我国农业产业结构中的地位和发展布局[J]. 中国农业科技导报,2013,15(4):61-71.
- [6] 王丹,王俊杰,李凌浩,等.旱作条件下苜蓿与冰草不同混播方式的产草量及种间竞争关系[J]. 中国草地学报,2014,36(5):27-31.
- [7] 吴姝菊.紫花苜蓿与无芒雀麦、扁穗冰草混播效果研究[J]. 中国草地学报,2010,32(2):15-18,46.
- [8] 张翊碧,何静,韩永芳.混播草种及其比例对黔草4号鸭茅草地产量的影响[J]. 安徽农业科学,2017,45(9):34-35,120.
- [9] 张永亮,骆秀梅,吴明浩,等.科尔沁沙地苜蓿-禾草混播组合对播种当年牧草生产性能的影响[J]. 草业科学,2018,35(4):882-890.
- [10] 刘大林,马晶晶,邱伟伟,等.不同品种多花黑麦草在扬州的适应性比较[J]. 草业科学,2011,28(12):2157-2161.
- [11] CONNOLLY J, WAYNE P, BAZZAZ F A. Interspecific competition in plants: How well do current methods answer fundamental questions? [J]. American naturalist, 2001, 157(2): 107-125.
- [12] ZHANG F S, LI L. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency [J]. Plant soil, 2003, 248(1/2): 305-312.
- [13] 张鲜花,朱进忠,穆肖芸,等.豆科、禾本科两种牧草异行混播草地当年建植效果的研究[J]. 新疆农业科学,2012,49(4):765-770.
- [14] 刘敏,龚吉蕊,王忆慧,等.豆禾混播建植人工草地对牧草产量和草质的影响[J]. 干旱区研究,2016,33(1):179-185.
- [15] 刘美玲,宝音陶格涛.老芒麦与草原2号苜蓿混播试验[J]. 中国草地,2004,26(1):22-27.
- [16] 张鲜花,朱进忠,丁红领.豆禾混播草地不同建植方式对草地生产性能的影响[J]. 草原与草坪,2014,34(1):44-48,54.
- [17] 张静,赵成章,盛亚萍,等.高寒山区混播草地燕麦和毛苕子种间竞争对密度的响应[J]. 生态学杂志,2012,31(7):1605-1611.
- [18] 齐都吉雅,郭晓利,海棠.不同种牧草混播对人工草地生物量及种间竞争的影响[J]. 内蒙古草业,2012,24(4):30-35.
- [19] 于辉,郑伟,张鲜花,等.群落空间结构对豆禾混播草地种间竞争关系的影响[J]. 新疆农业大学学报,2015,38(2):87-92.
- [20] 张永亮,高凯,于铁峰,等.禾草种类与混播比例对苜蓿-禾草混播系统生产力及种间关系的影响[J]. 中国草地学报,2020,42(2):47-57.
- [21] 谢开云,张英俊,李向林,等.无芒雀麦和紫花苜蓿在(1:1)混播中的竞争与共存[J]. 中国农业科学,2015,48(18):3767-3778.
- [22] 徐兴阳,罗华元,饶智,等.应用隶属函数模型评价烟叶常规化学成分的方法[J]. 山地农业生物学报,2015,34(3):19-23.
- [23] 杨天旭,左安建,魏秋兰,等.遵义烟区烤烟气候因子的适生性评价及其与化学成分间的关联分析[J]. 中国农学通报,2016,32(36):163-169.
- [24] 蔡寒玉,廖文程,李兰周,等.云南丽江植烟土壤养分状况综合评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2016,31(2):341-347.
- [25] 邵红英,王宁,何淑平,等.不同烤烟品种在黑龙江烟区的生长特性及产质量[J]. 湖南农业科学,2020(10):28-30,41.
- [26] 阿敏兰,魏小星,贾志锋,等.14份小黑麦资源在青海民和地区的适应性试验[J]. 中国农学通报,2019,35(18):154-159.
- [27] 张吉立.旅游景观园林早熟不合理施肥试验研究[J]. 中国土壤与肥料,2012(4):65-69.
- [28] 张吉立,刘振平,张金安,等.不同重茬肥配方对重茬烤烟生长前期农艺性状的影响[J]. 天津农业科学,2011,17(2):103-106.
- [29] 黄建,马占峰,杨新士,等.不同氮水平下镁肥用量对烤烟生长及产质量的影响[J]. 江西农业学报,2020,32(11):46-52.

(上接第33页)

- [7] 贾兴华,冯全福,王元英,等.烤烟新品种中烟202(CF202)的选育及其主要性状鉴定[J]. 中国烟草科学,2012,33(1):1-6.
- [8] 王建民,袁红星,李晓,等.烟叶配伍性评价方法及规律性[J]. 烟草科技,2007,40(6):8-11.
- [9] 阮杰崇,徐程意,赵成坤.烤烟新品种引种试验初报[J]. 福建农业科技,2011(4):28-31.
- [10] 罗华元,杨应明,徐兴阳,等.津巴布韦烤烟品种引种比较试验研究初报[J]. 昆明学院学报,2009,31(3):28-30.
- [11] 常寿荣,吴涛,罗华元,等.烤烟品种、部位及生态环境对烟叶致香物质的影响[J]. 云南农业大学学报,2010,25(1):58-62.
- [12] 杜传印,王大海,高凯,等.诸城烟区5个烤烟新品种(系)的对比研究[J]. 安徽农业科学,2020,48(3):29-31,35.
- [13] 肖和友,朱伟,胡建华,等.邵阳烤烟新品种(系)区域试验初报[J]. 湖南农业科学,2020(2):11-14.
- [14] 孟静杨,杨宜艳,杨纪明.2019年保山市气候条件对玉米种植生长的影响及对策分析[J]. 中国种业,2019(11):25-27.
- [15] 何萍,茶文彦,番丽明,等.云南高原保山市城市气候分析[J]. 热带地