

播种方式对紫花苜蓿+无芒雀麦草地 土壤碳密度和组分的影响

郇继承, 杨恒山, 范富, 范辰, 聂立强, 周祥武

(内蒙古民族大学农学院, 内蒙古 通辽 028042)

摘要:2007年在内蒙古民族大学农学院试验农场以种植2年的单播紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、单播无芒雀麦(*Bromus inermis*)、隔行混播和同行混播人工草地为研究对象,采用分层取样法研究了不同播种方式对土壤有机碳密度及氧化稳定性的影响。结果表明:在牧草生长期,土壤有机碳密度以隔行混播草地最大,为11.59 t/hm²,其次为单播紫花苜蓿草地,二者显著高于单播无芒雀麦草地、同行混播草地($P < 0.01$);氧化稳定系数,隔行混播草地最大(1.28),同行混播草地次之(1.16),二者亦显著($P < 0.05$)高于单播紫花苜蓿草地(1.00)、单播无芒雀麦草地(0.85);表明混播有利于土壤有机碳的稳定,且隔行混播较之同行混播更有利于土壤有机碳的积累。

关键词:紫花苜蓿;无芒雀麦;隔行混播;同行混播

中图分类号:S352;S153.6⁺21

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2010)06-0102-06

*1 科尔沁地区是典型农牧交错区,长期以来,不合理地利用草地资源造成该区生态环境严重恶化,农牧业生产受到严重影响^[1]。人工草地是草地畜牧业集约化经营的基础^[2-3]。建立高产、优质的人工草地是解决该区草畜供求矛盾、促进草地畜牧业持续发展的关键措施之一^[4]。建立豆科+禾本科混播草地是提高草地生产力的基本方法,苜蓿(*Medicago sativa*)与无芒雀麦(*Bromus inermis*)是建植人工草地的理想组合^[5]。

土壤有机质(SOM)是土壤品质的一个极其重要的属性,它不但是土壤肥力的重要物质基础^[6-10],更重要的是它在全球气候变化和生物多样性保育上的服务功能^[11-12]。有机质含量和品质是评价草地管理措施可持续性的重要因子^[13]。土壤有机质的氧化稳定性关系到有机质分解的难易,是土壤有机质的一个重要性质,影响养分(特别是氮素)供应的容量和强度,是评价土壤有机质的动态品质指标^[14]。它用氧化稳定系数(Kos)来衡量,Kos值越大,氧化稳定性越大,反之越小。关于土壤有机质(碳)的研究,前人已进行了大量工作,但其研究内容主要针对农田肥料试验或自然草地、林地退化及土地利用方式改变对有机碳的影响等^[15-21]。本研究以科尔沁地区不同播种方

式下紫花苜蓿+无芒雀麦人工草地为对象,分析了在精细管理、高频刈割条件下牧草生长期土壤有机碳密度及氧化稳定性的变化,以期为指导建立理想人工草地和科学培肥提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况 试验于2007年9月在内蒙古民族大学农学院试验农场进行,试验点近50年平均气温6.8℃,≥10℃活动积温为3220℃·d,无霜冻期154d;年平均降水量398mm,生长季内(4-9月)降水量占全年降水量的89%。试验地位于43°36'N,122°22'E,海拔高度178m。试验田为灰色草甸土,有机质含量15.50g/kg,碱解氮58.45mg/kg,速效磷48.32mg/kg,速效钾163.67mg/kg,pH值8.20,有灌溉条件。

1.2 试验材料 试验材料紫花苜蓿阿尔冈金(Algonquin)从美国引进,无芒雀麦(Carton)由中国农业科学院提供。

收稿日期:2009-10-27

基金项目:内蒙古民族大学科研创新团队建设项目(NMD10-03)

作者简介:郇继承(1977-),男(蒙古族),内蒙古阿荣旗人,讲师,硕士,主要从事农业资源利用方面的教学与科研工作。

E-mail:taijicheng19771013@126.com

1.3 试验设计 试验设单播紫花苜蓿、单播无芒雀麦、同行混播和隔行混播4个处理,单播紫花苜蓿播量为 15 kg/hm^2 ,单播无芒雀麦播量为 22.5 kg/hm^2 ,混播播量均为对应单播播量的一半。小区面积为 32.4 m^2 ,行距 30 cm 。2006年5月6日播种,基肥施磷酸二铵 150 kg/hm^2 ,尿素 75 kg/hm^2 ,硫酸钾 150 kg/hm^2 ;翌年返青后不施任何肥料。第1年刈割2次,翌年刈割4次,留茬高度均为 $5\sim 6\text{ cm}$,栽培管理条件一致。2007年秋季最后一次刈割后取样测定,采用环刀法按 $0\sim 10$ 、 $10\sim 20$ 、 $20\sim 30$ 、 $30\sim 40$ 、 $40\sim 50\text{ cm}$ 分层采集原状土壤,3次重复,用于测定土壤容重;以S形取样法在垄间10个采样点用土钻分层(按 $0\sim 10$ 、 $10\sim 20$ 、 $20\sim 30$ 、 $30\sim 40$ 、 $40\sim 50\text{ cm}$)采集然后混合,用于测定土壤有机碳、易氧化有机碳等指标。

1.4 测定项目与方法 容重采用环刀法^[22];土壤有机碳氧化稳定性采用袁可能和张友全^[23]的方法,即用 $0.4\text{ mol/L } 1/6\text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{SO}_4$ ($1:1$) $170\sim 180\text{ }^\circ\text{C}$ 煮沸 5 min 测定土壤有机碳(b),用 $0.2\text{ mol/L } 1/6\text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{SO}_4$ ($1:3$) $130\sim 140\text{ }^\circ\text{C}$ 煮沸 5 min 测定易氧化有机碳(a)含量,氧化稳定系数 $K_{os}=(b-a)/a$,其中(b-a)为难氧化有机碳,a/b为有机碳活化度。

土壤碳密度(D_{oc})由下列公式求得^[24]:

$$D_{oc} = S_{oc} \times \gamma \times H_i \times 10^{-1}$$

式中, D_{oc} —碳密度(t/hm^2); S_{oc} —有机碳含量(g/kg); γ —平均容重(g/cm^3); H_i —土层厚度(cm)。

1.5 数据处理与统计分析 数据处理与统计分析采用Excel软件和JMP 5.01软件。

2 结果与分析

2.1 播种方式对土壤容重的影响 从 $0\sim 50\text{ cm}$ 土层的平均值来看,单播紫花苜蓿地土壤容重最大,其次为同行混播草地、隔行混播草地,单播无芒雀麦草地土壤容重最小(表1)。单播紫花苜蓿地土壤容重随土层深度的增加而先增后降,土层间差异不显著。隔行混播、同行混播和单播无芒雀麦草地土壤容重随土层深度增加而呈现先降后增的趋势,均为 $10\sim 20\text{ cm}$ 土层最低;隔行混播、同行混播和单播无芒雀麦草地 $0\sim 10\text{ cm}$ 土层土壤容重高于 $10\sim 20\text{ cm}$ 土层的原因可能与无芒雀麦部分须根腐烂相对降低 $10\sim 20\text{ cm}$ 土层土壤容重及表层土壤受人为踩踏相对较重有关。

2.2 播种方式对土壤有机碳密度的影响

由表2可见,单播紫花苜蓿土壤有机碳密度在 $0\sim 50\text{ cm}$ 各土层内呈现随深度增加而降低的趋势($20\sim 30\text{ cm}$ 土层例外),而单播无芒雀麦、同行混播和隔行混播则先降后升,各处理均以 $0\sim 10\text{ cm}$ 土层土壤有机碳密度为最大。 $0\sim 50\text{ cm}$ 土层土壤有机碳密度的平均值以隔行混播草地最高,其次为单播紫花苜蓿,二者与同行混播和单播无芒雀麦处理间均达极显著水平($P<0.01$)。说明隔行混播对土壤有机碳含量的影响作用较大,而同行混播则相对不利于土壤有机碳的累积。 $0\sim 10$ 和 $10\sim 20\text{ cm}$ 土层内,混播草地有机碳密度显著

表1 不同播种方式下土壤容重比较

土层深度 (cm)	土壤容重(g/cm^3)			
	单播紫花苜蓿	单播无芒雀麦	同行混播	隔行混播
0~10	1.27±0.22aA	1.15±0.32bB	1.25±0.12aA	1.24±0.18aA
10~20	1.29±0.31aA	1.09±0.29cC	1.21±0.26bB	1.19±0.15bB
20~30	1.31±0.27aA	1.25±0.17aA	1.28±0.16aA	1.26±0.22aA
30~40	1.33±0.18aA	1.31±0.13aA	1.32±0.23aA	1.28±0.19aA
40~50	1.31±0.20aA	1.30±0.18aA	1.32±0.27aA	1.29±0.25aA
平均	1.30±0.23aA	1.20±0.21bB	1.27±0.19aA	1.24±0.19abA

注:同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);同行不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

表2 不同播种方式下土壤有机碳密度比较

土层深度 (cm)	土壤有机碳密度(t/hm ²)			
	单播紫花苜蓿	单播无芒雀麦	同行混播	隔行混播
0~10	13.02±0.13bA	12.80±0.19bA	13.93±0.22aA	14.22±0.10aA
10~20	11.10±0.36aA	9.97±0.34bA	11.78±0.53aA	11.48±0.35aA
20~30	12.53±0.57aA	8.29±0.02cC	7.96±0.40cC	10.55±0.05bB
30~40	10.35±0.57aA	5.32±0.01cC	5.10±0.01cC	8.54±0.13bB
40~50	9.63±0.11bB	9.71±0.12bB	9.55±0.10bB	13.18±0.09aA
平均	11.32±0.30aA	9.22±0.05bB	9.66±0.16bB	11.59±0.03aA

高于单播无芒雀麦草地;0~10 cm 土层内,混播草地有机碳密度显著高于单播草地;而在20~30和30~40 cm 土层单播紫花苜蓿草地有机碳密度明显高于其他播种方式,其中20~30 cm 土层单播紫花苜蓿草地有机碳密度分别是隔行混播、同行混播和单播无芒雀麦草地的1.19、1.57和1.51倍;30~40 cm 土层单播紫花苜蓿草地有机碳密度分别是隔行混播、同行混播和单播无芒雀麦草地的1.21、2.03和1.95倍,这也说明了植物根系的分布是影响土壤中有机碳垂直分布的重要因素,因为大量死根的分解归还为土壤提供了丰富的碳源;40~50 cm 土层内,隔行混播草地碳密度最大,并与其他处理间达极显著水平($P<0.01$),可能是由于上层有机碳淋溶相对较大。0~20 cm 土层内,虽然单播无芒雀麦草地也有较高的有机碳含量,但有机碳密度却最低,这与此层次较小的土壤容重有直接关系。

2.3 播种方式对土壤易氧化有机碳的影响

由表3可见,各处理土壤易氧化有机碳在0~

50 cm 各土层内随深度增加变化的趋势与土壤有机碳密度变化趋势相同,以0~10 cm 土层最大。0~10 cm 土层,单播无芒雀麦草地易氧化有机碳含量最高,且与其他处理间差异达极显著水平($P<0.01$);10~20 cm 土层各处理间差异不显著($P>0.05$);20~30和30~40 cm 土层则单播紫花苜蓿草地土壤易氧化有机碳含量最高,并与其他处理间达极显著水平($P<0.01$);40~50 cm 土层则单播无芒雀麦最高,隔行混播次之,二者与单播紫花苜蓿、同行混播处理间差异达显著水平。0~50 cm 土层土壤易氧化有机碳的平均值以单播紫花苜蓿草地最高,其次为单播无芒雀麦,二者与同行混播和隔行混播处理间差异均达显著水平($P<0.05$)。

2.4 播种方式对土壤难氧化有机碳的影响

难氧化有机碳含量为总有机碳与易氧化有机碳的差值。由表4可见,各处理土壤难氧化有机碳在0~50cm各土层内随深度增加变化的趋势与

表3 不同播种方式下土壤易氧化有机碳比较

土层深度 (cm)	土壤易氧化有机碳(g/kg)			
	单播紫花苜蓿	单播无芒雀麦	同行混播	隔行混播
0~10	5.20±0.11cB	6.11±0.11aA	5.49±0.17bcB	5.56±0.02bB
10~20	4.51±0.13aA	5.15±0.18aA	5.09±0.46aA	4.44±0.38aA
20~30	4.44±0.01aA	2.92±0.14cB	2.87±0.08cB	3.33±0.19bB
30~40	4.02±0.28aA	2.16±0.11cBC	1.52±0.04dC	2.87±0.14bB
40~50	3.70±0.42bB	5.10±0.03aA	3.43±0.09bB	4.47±0.25aAB
平均	4.37±0.03aA	4.29±0.01aAB	3.68±0.08cC	4.13±0.03bB

表4 不同播种方式下土壤难氧化有机碳比较

土层深度 (cm)	土壤难氧化有机碳(g/kg)			
	单播紫花苜蓿	单播无芒雀麦	同行混播	隔行混播
0~10	5.05±0.01bB	5.03±0.28bB	5.66±0.01aAB	5.91±0.10aA
10~20	4.10±0.15bAB	4.00±0.49bB	4.65±0.02abAB	5.20±0.08aA
20~30	5.13±0.45aA	3.71±0.16bB	3.35±0.23bB	5.05±0.23aA
30~40	3.77±0.16aA	1.91±0.11cB	2.35±0.04bB	3.80±0.04aA
40~50	3.66±0.50bB	2.37±0.07cC	3.82±0.02bB	5.76±0.18aA
平均	4.34±0.25bB	3.40±0.04dC	3.96±0.04cBC	5.14±0.01aA

有机碳密度和易氧化有机碳相同,也以表层最高。0~10和10~20 cm土层,混播草地难氧化有机碳含量大于单播草地,且与其差异达显著水平($P<0.05$),含量最高的隔行混播草地与单播草地土壤难氧化有机碳间差更是达极显著异水平($P<0.01$);20~30和30~40 cm土层则单播紫花苜蓿草地土壤难氧化有机碳含量较单播无芒雀麦和同行混播草地有大幅提高,并与其处理差异达极显著水平;40~50 cm土层则隔行混播最高,与其他处理间差异达显著水平,这与隔行混播草地该土层较高的有机碳密度有关。0~50 cm土层土壤难氧化有机碳的平均值以隔行混播草地最高,其次为单播紫花苜蓿草地,而单播无芒雀麦草地在各层次均最低。

2.5 播种方式对土壤有机碳氧化稳定系数的影响 土壤有机碳的氧化稳定性关系其分解的难易,从植物营养的角度来说对养分供应有较大影响。而在全球变化和可持续发展的大背景下,从2001年美国学者首先提出固碳科学的概念

到现在,土壤碳固定已成为当前有关陆地生态系统碳循环与全球变化的地球表层过程研究的重要领域^[25]。从这个意义上说有机碳的氧化稳定性越大则越有利于土壤固碳。由表5可见,0~50 cm土层土壤有机碳氧化稳定性的平均值以隔行混播草地最高,其次为同行混播草地,二者与单播草地点间差异均达显著水平($P<0.05$),隔行混播草地更是达到极显著差异水平($P<0.01$),这说明混播条件有利于土壤有机碳的稳定。各处理土壤有机碳氧化稳定性在0~50 cm各土层内随深度增加变化的趋势不一,但除同行混播草地30~40 cm土层最高外,其他均以20~30 cm土层最高。同层不同处理间,除20~30 cm土层差异不显著($P>0.05$)外,其他均为单播无芒雀麦最低,且达到差异显著水平,这说明来源于无芒雀麦的有机碳相对紫花苜蓿更易于分解;从各处理有机碳活化度间的比较也可以看出,单播无芒雀麦草地最高,为0.56,并与其他处理间差异达极显著水平,而单播紫花苜蓿草地、同行混播草地和隔行

表5 不同播种方式下土壤有机碳氧化稳定系数比较

土层深度 (cm)	土壤有机碳氧化稳定系数			
	单播紫花苜蓿	单播无芒雀麦	同行混播	隔行混播
0~10	0.98±0.02aAB	0.83±0.06bB	1.03±0.03aA	1.07±0.02aA
10~20	0.91±0.01bA	0.78±0.12bA	0.92±0.08abA	1.18±0.12aA
20~30	1.16±0.11bA	1.28±0.12abA	1.17±0.04bA	1.52±0.16aA
30~40	0.94±0.03cB	0.89±0.09cB	1.54±0.07aA	1.33±0.08bA
40~50	1.01±0.25aAB	0.47±0.01bB	1.12±0.04aA	1.29±0.11aA
平均	1.00±0.07cBC	0.85±0.01dC	1.16±0.01bAB	1.28±0.01aA

混播草地则有机碳活化度分别为 0.50、0.47、0.44。

3 小结

3.1 单播无芒雀麦草地土壤容重最小,单播紫花苜蓿草地土壤容重最大,且以 0~20 cm 最显著。这是因为测试期间正值紫花苜蓿(2 龄)旺盛生长期,土壤中大量活体根系挤压土壤,相对增加土壤容重;而无芒雀麦草地 0~20 cm 土壤中大量须根相对容易腐烂降低了土壤容重。

3.2 土壤有机碳含量是多因素影响下土壤有机碳输入与输出之间平衡的结果。牧草地上部分由于收割而移出土壤系统,凋落物及地下部分进入土壤的量和分布深度则可能成为影响土壤有机碳含量的主要因素。单播无芒雀麦草地、同行混播草地和隔行混播草地 0~20 cm 土层有机碳均大于单播紫花苜蓿草地,20~40 cm 单播紫花苜蓿草地则显著增加。各处理有机碳密度在 0~50 cm 土层内平均值以隔行混播草地最大,单播紫花苜蓿草地次之,二者与单播无芒雀麦草地和同行混播草地间差异达极显著水平。混播方式对碳密度有较大影响,隔行混播有利于碳密度的增加,而同行混播则不利于碳密度的增加。有机碳密度、易氧化碳、难氧化碳在剖面的分布则表现为相似趋势,均为 0~10 cm 土层最大,这是该层植物枯枝落叶和根系分布相对较多所致。单播无芒雀麦草地土壤有机质活化度最大并与其他处理间差异达极显著水平,说明来源于无芒雀麦的有机质部分相对较易分解。氧化稳定系数则是隔行混播草地最大,其次为同行混播草地,二者与单播草地间差异也达到了显著水平,说明混播条件有利于土壤有机质的稳定。

3.3 本研究还发现有机碳含量在 0~40 cm 土层上有随着深度的增加而下降的趋势,但在 40~50 cm 土层上则明显大于上层含量,且大多达显著差异水平。这可能是由于科尔沁地区作为我国主要的商品粮基地,多年的开发利用导致耕作层(0~40 cm)有机碳相对消耗过大,而 40~50 cm 土层的利用则相对较少,有机碳含量保持较好。

参考文献

- [1] 张淑艳,张永亮. 科尔沁地区禾豆混播人工草地生产特性分析[J]. 中国草地,2003(9):32-36.
- [2] 山仑,徐炳成. 黄土高原半干旱地区建设稳定人工草地的探讨[J]. 草业学报,2009,18(2):1-2.
- [3] 陈敏. 改良退化草地与建立人工草地的研究[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1998.
- [4] 霍成君,韩建国,戎郁萍. 刈割期和留茬高度对混播草地产量及品质的影响[J]. 草地学报,2001,9(4):257-264.
- [5] 张永亮,张丽娟. 苜蓿、无芒雀麦混播及单播草地产量动态研究[J]. 中国草地学报,2006,28(5):23-28.
- [6] 马成泽. 有机质含量对土壤几项物理性质的影响[J]. 土壤通报,1994,25(2):65-67.
- [7] 许白皋,杜孟庸,周建学. 有机物料对土壤酶活性影响的关连度分析[J]. 土壤通报,1994,25(2):62-64.
- [8] Powlson D S, Brookes P C. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1987, 19(2):159-164.
- [9] Haynes R J. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview[J]. Advances in Agronomy, 2005, 85: 221-268.
- [10] 王发刚,王启基,王文颖,等. 土壤有机碳研究进展[J]. 草业科学,2008,25(2):48-54.
- [11] 金峰,杨浩,赵其国,等. 土壤有机碳储量及影响因素研究进展[J]. 土壤,2000(1):11-17.
- [12] Manlay R, Fellner C, Swift M J. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility a sustainability of cropping systems[J]. Agriculture, Ecosystem & Environment, 2007, 119:217-233.
- [13] Gregorich E G, Carter M R, Angers D A. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils[J]. Canadian Journal of Soil Science, 1994, 74:367-385.
- [14] 袁可能. 土壤有机矿质复合体中腐殖质氧化稳定性的初步研究[J]. 土壤学报,1963,11(3):286-292.
- [15] 张春霞,郝明德,魏孝荣,等. 黑垆土长期轮作培肥土壤有机质氧化稳定性的研究[J]. 土壤肥料,2004(3):10-12.
- [16] 张爱君,张明普. 长期施用有机和无机肥料对黄潮

- 土有机质含量及组成的影响[J]. 江苏农业研究, 2001, 22(3): 30-33.
- [17] 郭菊花, 陈小云, 刘满强, 等. 不同施肥处理对红壤性水稻土团聚体的分布及有机碳、氮含量的影响[J]. 土壤, 2007, 39(5): 787-793.
- [18] 徐江兵, 何园球, 李成亮, 等. 不同施肥处理红壤生物活性有机碳变化及与有机碳组分的关系[J]. 土壤, 2007, 39(4): 633-632.
- [19] 王明君, 韩国栋, 赵萌莉, 等. 草甸草原不同放牧强度对土壤有机碳含量的影响[J]. 草业科学, 2007, 24(10): 6-10.
- [20] 李月梅, 曹广民, 徐仁海, 等. 植物群落生物量和有机碳对高寒草甸土地利用变化的响应[J]. 草业科学, 2007, 24(6): 4-8.
- [21] 杨晓梅, 程积民, 孟蕾, 等. 黄土高原森林草原区土壤有机碳库研究[J]. 草业科学, 2010, 27(2): 18-28.
- [22] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- [23] 袁可能, 张友全. 土壤腐殖质氧化稳定性的研究[J]. 浙江农业科学, 1964(7): 345-349.
- [24] 许信旺, 潘根兴, 侯鹏程. 不同土地利用对表层土壤有机碳密度的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 193-196.
- [25] 潘根兴, 周萍, 李恋卿, 等. 固碳土壤学的核心科学问题与研究进展[J]. 土壤学报, 2007, 44(2): 327-337.

Effects of sowing methods on soil carbon density and composition in the alfalfa and *Bromus inermis* pasture

TAI Ji-cheng, YANG Heng-shan, FAN Fu, FAN Chen,
NIE Li-qiang, ZHOU Xiang-wu

(College of Agriculture, Inner Mongolia University for Nationalities,
Inner Mongolia Tongliao 028042, China)

Abstract: A experiment was conducted to investigate the soil organic carbon density and oxidative stability coefficient among four grasslands by multi-layer sampling method, including two-year alfalfa single pasture, *Bromus inermis* single pasture, interlacing mixture pasture of alfalfa and *B. inermis*, and inline mixture pasture of alfalfa and *B. inermis*. This study indicated that the soil organic carbon density was the biggest with the 11.59 t/hm² in the interlacing mixture pasture of alfalfa and *B. inermis*, and was the second in the alfalfa single pasture during the growth season. The soil organic carbon density in the interlacing mixture pasture of alfalfa and *B. inermis* and alfalfa single pasture was significantly greater than that in the *B. inermis* single pasture and inline mixture pasture of alfalfa and *B. inermis* ($P < 0.01$). The highest oxidative stability coefficient was found in the interlaced mixture pasture of alfalfa and *B. inermis* with 1.28 and the oxidative stability coefficient was 1.16 in the inline mixture pasture of alfalfa and *B. inermis*. The oxidative stability coefficient of alfalfa single pasture and *B. inermis* single pasture were 1.00 and 0.85, respectively. This study implied that Mixed sowing was the better for the stabilization of soil organic matter and interlacing mixture method was better than inline mixture method.

Key words: alfalfa; *Bromus inermis*; interlaced mixture; inline mixture