

亚热带低山丘陵区混播冬性 牧草-水稻短期草田轮作系统的研究*

周寿荣 毛 凯

(四川农业大学 雅安 625014)

乌韦·西蒙

(德国慕尼黑科技大学草地研究所 德国弗莱逊-乌外因斯特潘 D-85350)

蒲朝龙 王国权

(四川雅安地区芦山县畜牧局 芦山 625000)

摘 要 周寿荣,毛 凯,乌韦·西蒙,蒲朝龙,王国权. 亚热带低山丘陵区混播冬性牧草-水稻短期草田轮作系统的研究. 生态农业研究, 1996, 4(4): 17~20.

1991~1994年在亚热带低山丘陵区(四川芦山县)进行的混播冬性牧草-水稻短期草田轮作系统的研究表明,混播冬性禾草和豆草与水稻轮作,即意大利黑麦草+紫云英→水稻、意大利黑麦草+南苜蓿→水稻和意大利黑麦草+白三叶草→水稻3个轮作系统在水稻产量高于对照的情况下获得高饲料价值,较充分地利用了禾草和豆草的共生互补作用,改善了土壤肥力状况,提高了农田生态位的利用效率,从而获得了较高的总生产效率。

关键词 冬性牧草 水稻 短期轮作 低山丘陵区 农田生态位

Abstract Zhou Shourong, Mao Kai (Sichuan Agricultural University, Yaan 625014), U. Simon (Lehrstuhl für Grünland und Futterbau, Technische Universität, München, 85350 Freising, Deutsch. land), Pu Chaolong and Wang Guoquan (Animal Husbandary Bureau of Lushan County 625000): Short-term rotation systems of winter forage mixtures with rice in low mountainous and hilly areas of sub-tropical zone of China, *EAR*, 1996, 4(4): 17~20.

The experiments were carried out in Lushan county of Sichuan province during the period of 1991 to 1994. The results showed that the three kinds of rotation systems of mixtures of grasses and legumes with rice: *Lolium multiflorum* + *Astragalus sinicus* → rice, *Lolium multiflorum* + *Medicago hispida* → rice and *Lolium multiflorum* + *Trifolium repens* → rice, produced higher forage values and higher rice yield than the controlled plots. The utilization efficiency of cropland niche in those three rotation systems was increased through the improvement of soil structure and nutrition condition and the full utilization of symbiosis and mutual supplemental effects of winter grasses and legumes. Thus the field gross productivity in the rotation systems were increased.

Key words Winter forage crops, Rice, Short-term rotation, Low mountainous and hilly areas, Niche of cropland

* 中德合作研究项目部分内容。

本文于1996年6月20日收到。

我国亚热带低山丘陵区土地垦殖利用率高,天然草地很少且零星分散,牧草栽培也较少。随着人们生活水平的提高带来草食动物养殖业的发展,牧草和饲料甚为缺乏,另一方面农田长期单一种植耗肥谷类作物和施用化肥,导致土壤肥力下降。解决类似问题的途径,发达国家大多是走发展草地农业的道路,利用多年生豆、禾牧草与谷类和其他作物轮作,既解决了草食动物养殖业对牧草的需求,又改良了土壤结构。为了探索亚热带低海拔地区农业结构改革,变二元(粮、经)结构为三元(粮、经、饲)结构的农业,四川农业大学动物科技学院草学专业与德国慕尼黑科技大学草地研究所合作,于1991~1994年在德国国际合作研究协会(GTZ)和德意志研究联合会(DFG)的资助下,在四川盆地进行了“中国亚热带气候区豆、禾牧草与粮食作物间、套、轮作的生态经济效益的研究”。本文系该项目子课题的部分研究内容,目的在于探索高效的牧草种群组合与轮作系统,为在中国南方推行短期草田轮作制提供理论基础和应用技术。

1 材料与方 法

试验地位于东经102°15'、北纬30°04',海拔730m,全年平均气温15.2℃,1月平均气温5℃,7月平均气温24.2℃; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温4726.0℃,年平均降水量1210mm^[1]。土壤为紫色土,肥力较好。

试验材料包括冬性豆科牧草(简称豆草)紫云英(*Astragalus sinicus*)、南苜蓿(*Medicago hispida*)、白三叶草(*Trifolium repens*)(营养体);禾本科牧草(简称禾草)为意大利黑麦草(*Lolium multiflora*);后作为当地通用水稻(*Oryza sativa*)品种D优63。

田间试验设6个处理,其名称、牧草混播比例为:紫云英(50%)+南苜蓿(50%)→水稻(AM→R);紫云英(70%)+意大利黑麦草(30%)→水稻(AL→R);南苜蓿(70%)+意大利黑麦草(30%)→水稻(ML→R);白三叶草(50%)+紫云英(50%)→水稻(TA→R);白三叶草(80%)+意大利黑麦草(20%)→水稻(TL→R);冬季休闲(对照)→水稻(CK→R)。每个处理重复4次,小区面积3m²×5m²,随机区组排列,试验田周围设保护行,以减少边际效应导入的误差。牧草播种期为每年9~10月,播种次年1~5月刈草2~3次,每次测定鲜重和干物质重外,并按处理取样进行化学分析和营养评价。各类营养物质的产量,以每次刈草时各类营养物质的含量和单位面积干物质的产量按加权平均计算。

牧草最后一次测产后,挖土壤剖面观察其根系分布,测定单位面积土壤中根系生物量,以干物质计,取土样化验,测定不同种群组合牧草对土壤性质和肥力的影响,并分析牧草不同种群对后作水稻产量的影响。所获数据资料为3年试验平均值和共同趋势。

2 结果与分析

2.1 不同轮作系统的牧草产量、根系生物量及后作水稻产量的比较

研究结果(见表1)表明,不同轮作系统中,冬性牧草在约半年的时间内收获了2~3次,牧草干物质总产量以豆草和禾草混播与水稻轮作的三个轮作系统为高,而这些系统之间的差异不显著。不同种豆草组合与水稻轮作时,其干物质产量低于豆、禾混播组合的轮作系统,差异显著或极显著;牧草根系生物量以禾草和豆草混播的生物量最高,混播豆草根系生物量较少,与豆、禾混播相比,差异显著或极显著;后作水稻产量,有牧草的轮作系统均高于无牧草的对照,说明牧草对后作有较好的影响。

表1 不同轮作系统的牧草产量、根系生物量和水稻产量比较*

Tab.1 Comparision of the forage yield and root biomass and rice yield for different rotation systems

处 理 Treatments	牧草产量(DM t/hm ²) Yield of forages	牧草根系生物量(DM t/hm ²) Forage root biomass	水稻产量(DM t/hm ²) Rice yield
AM→R	4.20c	0.31d	8.67a
AL→R	8.59a	0.83c	8.33a
ML→R	9.18a	1.18b	8.44a
TA→R	5.61b	0.68c	8.52a
TL→R	8.65a	1.54a	8.56a
CK→R	—	—	8.21a

* 同一纵列后附不同字母者为差异显著或极显著(P<0.05或P<0.01)。

2.2 不同轮作系统的牧草营养价值比较

2.2.1 牧草各类营养物质的含量和产量

研究结果(见表2)表明,粗蛋白质的3年平均含量以不同种豆草混播为高,豆、禾混播草群稍低;而单位面积粗蛋白质的总产量以豆、禾混播草群为高,不同种豆草混播由于受干物质产量低的影响,其粗蛋白质产量也较低。冬性牧草实行豆、禾混播,由于共生互补的效应,使其能生产更多的粗蛋白质。

表2 不同轮作系统中牧草营养物质含量和产量比较

Tab.2 Comparision of the contents and yields of forage nutritive matter for different rotation systems

处 理 Treatments	含 量 Contents				产 量 Yields			
	粗蛋白质(%) Coarse protein	粗纤维(%) Coarse fibre	有机物消化率(%) Digestive rate of organic matter	代谢能(MJ/kg) Metabolic energy	粗蛋白质(t/hm ²) Coarse protein	粗纤维(t/hm ²) Coarse fibre	可消化有机物(t/hm ²) Digestive organic matter	代谢能(×10 ⁴ MJ/hm ²) Metabolic energy
AM→R	23.10	21.43	59.05	5.40	0.97	0.90	2.48	2.27
AL→R	19.21	24.91	72.53	5.69	1.65	2.14	6.23	4.89
ML→R	18.30	25.93	70.70	5.52	1.68	2.38	6.49	5.07
TA→R	24.96	18.87	73.98	5.78	1.40	1.06	4.15	3.24
TL→R	21.04	23.58	71.10	5.40	1.82	2.04	6.15	4.67
CK→R	—	—	—	—	—	—	—	—

牧草粗纤维的含量和产量均以有禾草的混播组合为高;冬性牧草混播草群有机物质的平均消化率以TA和AL相对较高,而以AM为低。可消化有机物质的总产量(TDOM),豆、禾混播组合显著高于不同种豆草混播,说明冬性豆、禾牧草混播可以提高单位面积可消化有机物质的产量;混播冬性牧草代谢能的平均含量,各种群组合差异不显著。单位面积代谢能的总产量,不同种豆草混播较低,而豆、禾混播较高。

2.2.2 不同轮作系统中牧草的矿物元素含量及贮存量

研究结果(见表3)还表明,Na、Mg、P的含量以TA→R为高,其余各处理差异不显著。K的含量,不同种豆草混播较低,禾草与豆草混播较高。Ca的含量以豆草混播为高,豆禾混播较低。Ca的贮量以含白三叶草的组合为高。单位面积牧草干物质中Na、Mg、P、K贮量均以豆禾混播为高,不同种豆草混播较低。

2.3 不同轮作系统对土壤性质和营养的影响

从观测和化验结果(见表4)可知,种植冬性牧草后的土壤全N和有机质含量均高于对照,速效氮以ML→R、TA→R和TL→R等处理为高,而AM→R和AL→R低于对照。

表3 不同轮作系统中牧草的矿物元素含量及贮存量

Tab. 3 Mineral contents and storage quantity for different rotation systems

处 理 Treatments	含 量(%) Contents					贮存量(kg/hm ²) Storage				
	Na	Mg	P	K	Ca	Na	Mg	P	K	Ca
AM→R	0.14	0.27	0.32	2.66	1.01	5.80	11.13	13.26	111.78	42.57
AL→R	0.15	0.21	0.22	3.75	0.64	12.47	18.00	18.80	321.92	55.31
ML→R	0.15	0.20	0.24	3.58	0.64	14.03	18.36	21.97	329.05	58.80
TA→R	0.22	0.30	0.34	2.64	1.23	12.55	16.99	19.28	148.00	68.73
TL→R	0.14	0.26	0.27	3.62	0.87	12.02	22.35	23.44	313.40	75.13
CK→R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

观察表明,种植豆、禾混播牧草的土壤质地疏松、结构有所改善。

表4 不同轮作系统中种冬性牧草后的土壤特性和营养状况

Tab. 4 Soil nutrition conditions and soil characters after growing annual winter forages for different rotation systems

处 理 Treatments	全 N(%) Total nitrogen	速效氮(mg/100g·土) Available nitrogen	pH	有机质(%) Organic matter	水 份(%) Water
AM→R	0.303	17.91	5.9	4.03	3.97
AL→R	0.309	17.87	6.0	3.95	3.94
ML→R	0.307	20.20	6.0	3.83	3.92
TA→R	0.313	20.65	6.1	3.78	3.95
TL→R	0.322	19.66	5.9	3.93	4.09
CK→R	0.286	19.61	5.9	3.71	3.93

3 结 论

混播冬性牧草与水稻轮作是亚热带低山丘陵区解决牲畜饲料的可行途径之一,可提高农田生态位利用率,获得较高的生产效益;有利于亚热带低山丘陵区农业结构改革,夏秋季利用良好的水热条件以生产粮食为主,冬春季把粮食、经济、饲料作物结合起来,以平衡人们生活和生产的多种需要;可改善土壤性质,提高土壤肥力。亚热带混播冬性牧草播种时间宜早(一般9~10月),今后通过牧草高效品种筛选及合理施肥,可进一步提高生产力。

参 考 文 献

- 1 刘清泉等. 四川经济地理, 成都: 四川科学技术出版社, 1985.
- 2 杨中艺等. “黑麦草→水稻”草田轮作系统的研究. 草业学报, 1995, 4(4): 46~57.
- 3 梁祖铎等. 饲料生产学, 北京: 农业出版社, 1982. 117~131.
- 4 焦 彬等. 中国绿肥, 北京: 农业出版社, 1986. 291~410. 456~469.
- 5 谢仁兴. 稻田紫云英和黑麦草混播的增粮效益的初步研究. 耕作与栽培, 1990, 6(6): 38~40.
- 6 Badawy AM and Habibmm. Further studies on the association between Italian ryegrass and berseem (*Trifolium alexandrinum*) in roughage production, Alexandria Journal of Agricultural Research, 1976, 24(1): 39~45.
- 7 Heichel G H and Henumk I. Dinitrogen fixation, nitrogen transfer and productivity of forage legume grass communities, Crop Science, 1991, 31: 202~208.
- 8 Kitamura Y and Nismura S. Studies on mixed cultivation of tropical legume and grass. 6. change in mixture effect on increasing dry matter production, Journal of Japanese Society of Grassland Science, 1978, 24(2): 123~127.
- 9 EL-Shahawy R M. Effects of interseeding berseem with ryegrass and nitrogen fertilizer on forage yield and rhizosphere microorganism, Journal of College of Agriculture, Kingsand University, 1983, 5: 69~85.