

刈割对白三叶草生长状况及土壤养分的影响

胡宗达¹, 叶充², 胡庭兴³, 郝玉娥⁴

(1. 四川农业大学 资源环境学院, 四川 雅安 625014; 2. 四川农业大学 图书馆, 四川 雅安 625014;
3. 四川农业大学 林学院园艺学院, 四川 雅安 625014; 4. 南华大学 公共卫生学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 在连续 2 a 内不施肥, 每次刈割并全部取走地上部分的条件下, 通过测定白三叶的生物量、生长因子及土壤有机质、全量养分、水解 N、有效 P 和速效 K 等指标, 了解生长状况及其对土壤养分的影响。结果表明, 随刈割次数的增加, 白三叶鲜重、干重、平均高度和径粗均呈下降趋势, 年均降幅分别为 14.34%, 13.12%, 5.20% 和 3.38%; 表层土壤有机质下降最大为 24.37%, 最小为 8.75%, 白三叶草对表层土壤全量养分影响不明显, 但对土壤速效养分影响显著, 2 a 间最大降幅分别为 46.56%, 43.63%, 16.69%; 底层土中的有机质和全量养分相似于表层土, 速效养分中有效磷受到的影响最大, 而水解氮和速效钾较小。经综合分析, 增加刈割次数会导致土壤整体供肥能力下降, 生产力降低。因此, 为了草地的可持续经营, 刈割后须施入适量的复合肥、钾肥和磷肥。

关键词: 白三叶; 生长状况; 土壤养分

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)03-0034-05

中图分类号: S541.2, S158.3

Effects of Different Cutting Intensities on the Growth Status of *Trifolium Repens* and Soil Nutrients

HU Zong-da¹, YE Chong², HU Ting-xing³, HAO Yü-e⁴

(1. College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China;
2. Library of Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China;
3. College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China;
4. School of Public Health, South China University, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: A research on the growth status of *Trifolium repens* and its influences on soil nutrients was performed through measuring its biomass and growth factor, as well as soil organic matter, total N, total P, total K, hydrolytic N, available P, and available K. The land without fertilizer application and with successive cutting within two years was selected, and each time, all *Trifolium repens* above soil was harvested for the experiment. The research indicates that with the increasing harvesting time, the fresh and dry weight of *Trifolium repens*, its average length, and its stem diameter were decreased by 14.34%, 13.12%, 5.20%, and 3.38% per year, respectively. As for the upper layer soil, its organic matter varied from 24.37% to 8.75%. Its total N, total P, and total K were not apparently affected, but its available P, available K, and hydrolytic N were greatly affected, which were decreased by 46.56%, 43.63%, and 16.69% in the two years, respectively. As for the bottom soil, changes in organic matter, total N, total P, and total K were like those in the upper layer soil, but its available P was greatly decreased compared with hydrolytic N and available K. Comprehensive analysis demonstrates that increasing harvesting time may lead to the decreases of soil fertility and productivity. Therefore, for a sustainable development, it is necessary to apply a certain amount of compound fertilizer, phosphorus fertilizer, and potassium fertilizer to the soil after successive cutting.

Keywords: *Trifolium repens*; growth status; soil nutrient

收稿日期: 2007-04-04 修回日期: 2007-10-03

资助项目: 科技部“十五”重大科技攻关项目(2001BA606A-06); “十一五”科技支撑计划项目(2006BAC01A1F03)

作者简介: 胡宗达(1969-), 男(汉族), 云南省镇雄县人, 讲师, 主要从事植物生态学、污染生态和景观生态及规划的教学和研究。E-mail: huzd98@163.com。

白三叶(*Trifolium repens* Linn.)系豆科车轴草属多年生牧草,又名百花苜蓿、金花草、荷兰翘摇等,茎匍匐生长,主根短,侧根发达,有根瘤固氮,可大量固定空气中的氮素,喜温凉湿润气候,耐荫耐湿,对土壤要求不严,在pH为4.5~8.5的土壤上均可生长,最适在肥沃、湿润、排水性较好的土壤种植,是进行牧草补播、改良及建植草地的理想草种之一,也可作空气污染监测植物^[1];其次白三叶草质柔嫩,富营养,可做多种用途饲料^[2]。目前已被农业部列为向全国推广果园生草覆盖技术的首选草种。近来,人们对白三叶在转基因^[3]、生理生态效应^[4-7]、间种生长状况和行为^[8-10]、再生能力^[11]以及生物学机理^[12-13]等方面进行了许多研究,也有学者探讨了刈割对白三叶种子及产草量的影响^[14],但为更好地了解在川西丘陵区单种白三叶草并取走地上全部生物量的条件下,白三叶草生长对地力的影响,达到合理构建林草复合经营模式的目的。本研究主要探讨在不施肥条件下,通过种植优质牧草白三叶,研究其生长对土壤地力的影

响,为合理构建丘陵山区坡地林草复合种植模式及其地力管理提供参考。

1 材料与方

1.1 试验地概况

试验地位于四川省雅安市青衣江流域二级阶地后缘的四川农业大学张家坪教学实验基地内(北纬38°08′、东经103°14′),该区隶属四川盆地与川西高山高原的过渡地带,处于“华西雨屏”的中心地带,是四川省多雨中心区之一,海拔580 m,阴雨日较多,光照不足,属中亚热带湿润气候,年均温16.2℃,最热月(7月)均温25.3℃,最冷月(1月)均温6.1℃,极端最高气温37.7℃,年降水量1774.3 mm,年蒸发量1011.2 mm,相对湿度79%,日照时数1039.6 h,无霜期298 d,≥10℃积温5231℃。土壤系紫色沙页岩风化的堆积物形成的紫色重壤土。试验前,选取3个试验小区(0—20 cm和20—40 cm)的土壤养分状况见表1。

表1 试验前3个试验小区土壤养分状况

土层	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	水解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)
0—20 cm	26.302	1.366	2.057	14.337	144.160	21.070	46.788
20—40 cm	18.458	0.870	1.926	12.630	95.879	12.780	33.952

1.2 试验设计与测定方法

2003年10月在试验地选取3个面积为2 m×2 m试验小区,播种前统一翻耕不施肥,以6 g/m²的白三叶种子和细砂拌匀撒播。试验期间,各小区按年生长期时间间隔2个月对白三叶刈割并全部取走(2004年和2005年的4、6、8、10月共进行8次刈割),同时对各小区随机设置20 cm×20 cm样方作为取土样点,将其白三叶草层移开,挖掘土壤剖面,分0—20 cm(表层土)和20—40(底层土)上下两层,用环刀采集土样(3次重复),取样结束时,在试验地附近取其相应土层的土壤回填并移回草层,然后将采集的土样带回实验室,土样按常规进行处理后,用pH计测定pH值,重铬酸钾法测定有机质,凯氏法测定全氮,钼—锑抗比色法测定全磷,火焰光度法测定全钾和速效钾,碱解扩散法测定水解氮、分光光度法测定有效磷。

生物量(鲜重、干重)测定方法,每次刈割时,用称量法称量地上部分的鲜重,取样烘干测算干重(以刚

刈割时的500 g鲜样的干重推算);高度和茎粗分别用直尺和游标卡尺测定。

2 结果与分析

2.1 白三叶生长状况

通过对白三叶生物量、高度和茎粗等生长因子(图1)进行统计可知,2004年和2005年各月份之间均与8月差异显著。白三叶生长状况2004和2005年变化趋势相似,均在8月降到最低,与同年4月相比,平均鲜重分别下降58.08%和65.43%,平均干重下降59.61%和66.68%,平均高度下降39.32%和48.36%,平均茎粗下降11.76%和26.78%,原因可能与白三叶草的生物学特性(白三叶草在4—7月份进入生殖生长期,种子成熟集中于6月,尔后生长减缓,地上部出现部分枯死等)以及试验所在地在2004—2005年间6—8月的地面均温相对较高(26.3℃,24.8℃,26.3℃),进而影响白三叶草的根系生长等有关。

从图 1A, 1B 可知, 白三叶平均生物量 2005 年低于 2004 年, 年均鲜重和干重分别下降了 14.34% 和 13.12%, 同比降幅最大在 6 月, 达 20.59%, 最小在 4 月, 仅有 0.61%; 平均高度(图 1C) 年均下降 5.20%, 同比在 6, 8, 10 月降幅分别为 3.18%,

12.49%, 10.53%; 平均径粗变化(图 1D) 趋势和平均高度相似。说明在不施肥条件下, 每年刈割 4 次并全部取走地上部分, 较多地带走土壤养分, 导致白三叶生长状况有所降低。为此, 要可持续经营, 应适当减少收割量。

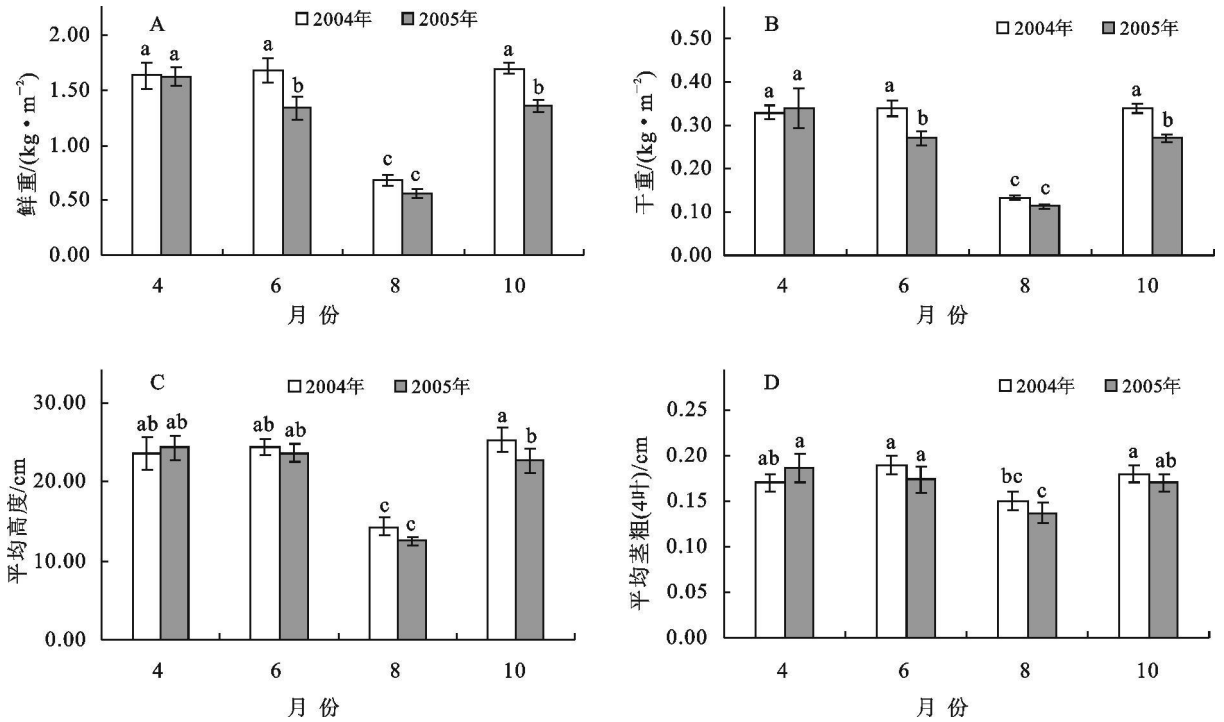


图 1 白三叶生长因子状况

2.2 白三叶对土壤有机质的影响

土壤有机质含量变化易受生物生长和营草措施的影响。从表 2 看出, 随生长时间的增加, 表层土壤有机质含量总体呈下降趋势, 多重分析说明, 随着刈割次数的增加及时间延长, 表现在 2004 年 4 月和其它月份之间差异显著。

2005 年与 2004 年比, 土壤有机质含量年均下降 9.56%; 2 a 间, 其它月份同 2004 年 4 月相比均有下降, 降幅最大出现在 2005 年 10 月, 达 24.37%, 可见随着刈割次数的增加, 土壤有机质含量明显减少, 且达到显著水平, 这与在不施肥条件下, 刈割并全部取走地上部生物量有关; 但 2005 年 4 月同 2004 年的 10 月相比, 土壤有机质含量出现回升现象, 增幅为 2.51%, 其变化不显著。如刈割时间间隔延长, 可增加土壤有机质含量, 这与齐鑫山等人^[9] 研究果园种植白三叶的研究结果相符。底层土壤有机质含量随刈割次数的增加, 其总体变化趋势同样呈下降态势, 但其间出现有升有降的过程, 变幅在 3.64% ~ 12.17%, 经多重比较表明, 白三叶草生长对底层土壤中的有机质虽有一定影响, 但不显著。

表 2 白三叶对土壤有机质影响

年份	刈割时间	有机质/(g·kg ⁻¹)	
		0—20 cm 土层	20—40 cm 土层
2004	4 月	25.241±1.719a	17.165±1.421a
	6 月	23.033±0.604b	14.751±0.749d
	8 月	22.987±0.258b	16.840±0.094ab
	10 月	22.688±0.092b	15.589±0.276cd
2005	4 月	23.257±0.017b	15.694±0.181cd
	6 月	22.343±0.282b	15.894±0.142bc
	8 月	20.274±0.934c	16.321±0.089abc
	10 月	19.090±0.791c	15.376±0.109cd

2.3 白三叶对土壤氮素含量的影响

统计发现(表 3), 表层土中全氮含量随刈割次数的增加呈下降趋势但不明显, 变幅在 0.58% ~ 3.26% 之间。在 2004 年和 2005 年的 10 月均比 8 月略有上升, 分别提高了 0.18% 和 0.88%; 2 a 间其它月份与 2004 年 4 月相比, 降幅最小在同年 6 月, 为 0.79%, 最大出现在 2005 年 8 月, 降幅达 4.05%。底层土全氮含量 2 a 间变化其它月份与 2004 年 4 月

相比, 降幅分别为 11.38%, 2.32%, 1.00%, 0.98%, 1.14%, 0.88%, -2.90%, 可见降幅最大, 出现在 2004 年 6 月, 说明此期白三叶生长需要大量氮素, 以

后增加刈割次数对土壤中全氮含量虽有影响但不明显, 这与白三叶具发达的根瘤菌, 可大量固定空气中的氮素有关。

表 3 白三叶对土壤氮素的影响

年份	刈割时间	全氮/(g·kg ⁻¹)		水解氮/(mg·kg ⁻¹)	
		0—20 cm 土层	20—40 cm 土层	0—20 cm 土层	20—40 cm 土层
2004	4 月	1.265±0.028a	0.874±0.070a	134.613±1.382a	117.580±0.162e
	6 月	1.255±0.003ab	0.774±0.072b	129.439±1.940b	117.551±0.072e
	8 月	1.246±0.002abc	0.754±0.006b	123.852±1.528c	117.809±0.111de
	10 月	1.248±0.004ab	0.745±0.005b	128.362±1.000b	118.030±0.109d
2005	4 月	1.237±0.005bcd	0.737±0.010b	121.882±0.983c	117.785±0.162de
	6 月	1.226±0.002cde	0.727±0.005b	119.322±1.492d	118.488±0.577c
	8 月	1.214±0.016e	0.719±0.001b	115.358±0.649e	119.009±0.118b
	10 月	1.225±0.001de	0.744±0.009b	118.954±1.712d	119.422±0.066a

从表 3 中可看出, 表层土的水解氮呈明显下降趋势, 同比年均下降 7.89%, 其年内降幅度最大均在同年 8 月, 分别为同年 4 月的 7.99% 和 5.35%; 而同年的 10 月与 8 月相比, 均出现反弹现象, 同比上升 3.12% 和 3.64%, 这可能与老植株中蛋白质降解大于合成, 生成氨基酸后经氧化脱氨产生的游离氨^[15] 释放到土壤环境有关。2005 年的 8 月与 2004 年的 4 月相比, 下降最大, 达 14.30%; 从整体看, 水解氮下降趋势比较明显, 表明白三叶在生长期对水解氮有一定的需求量。对底层土而言, 变化不明显, 随时间增加呈升降状态, 变幅为 0.029~1.871 mg/kg。由上述分析可知, 增加刈割白三叶草的次数, 对土层中氮素的影响主要在表层土, 这可能与白三叶根系分布较浅有关。

2.4 白三叶对土壤磷素含量的影响

从表 4 可以看出, 表层土中, 全磷含量在生长年

内出现变幅不明显的波动过程, 其波动幅度在 2004 年和 2005 年分别为 0.018~0.055 g/kg 和 0.067~0.097 g/kg 之间, 但年间平均下降了 1.37%, 说明刈割白三叶的次数多少对土壤全磷影响不大。在底层土中全磷含量上下波动, 其幅度在 0.106~0.172 g/kg 之间。

有效磷含量在表层土中的变化趋势似水解氮, 年均下降 17.67%; 同 2004 年 4 月相比, 降幅最大为 30.38%, 最小为 6.34%, 各月份间差异显著。底层土中有效磷的变化规律似表层土, 但降幅明显, 年间下降 59.15%, 这可能与表层土中有效磷含量变化有关。综合分析说明, 一方面随刈割次数的增加, 带走了土中大量的有效磷; 另一方面白三叶在固氮过程中, 大量消耗了不同形态的磷养分, 全磷虽降幅不大, 但速效磷下降明显。因此, 在实施中要做好磷肥的增施工作。

表 4 白三叶对土壤磷素的影响

年份	刈割时间	全磷/(g·kg ⁻¹)		有效磷/(mg·kg ⁻¹)	
		0—20 cm 土层	20—40 cm 土层	0—20 cm 土层	20—40 cm 土层
2004	4 月	1.888±0.077abc	1.653±0.071c	19.159±0.567a	10.138±0.790a
	6 月	1.907±0.017abc	0.809±0.055ab	17.945±0.179b	4.861±0.317c
	8 月	1.910±0.025abc	0.760±0.002b	16.902±0.046c	6.370±0.397b
	10 月	1.943±0.007a	0.803±0.009ab	16.956±0.035c	3.983±0.209d
2005	4 月	1.915±0.005ab	0.824±0.016a	17.096±0.093c	2.549±0.262e
	6 月	1.913±0.004abc	0.826±0.003a	14.357±0.199d	2.787±0.012e
	8 月	1.874±0.057c	0.805±0.010ab	13.339±0.108e	2.756±0.015e
	10 月	1.868±0.044bc	0.783±0.005ab	13.628±0.077e	2.264±0.109e

2.5 白三叶对土壤钾素含量的影响

随刈割次数的增加, 表层土壤全钾总体呈下降趋势且伴随有升有降过程, 但变化不明显, 年均下降 3.58%; 2005 年 8 月同 2004 年 4 月相比, 下降最明显, 为 18.16%。但在 2004 和 2005 年 10 月均比同年 8 月份有所增加, 分别提升 6.55% 和 7.36%。底层土中全钾含量变化出现先升后降再升再降的过程, 其变幅在 0.019~2.080 g/kg。

速效钾在表层中的变化总体呈直线下降趋势, 年均下降 21.69%; 2005 年 8 月和 2004 年 4 月对比, 下降幅度最大, 达 24.53%, 说明白三叶生长需要较多的速效钾, 提高酶活性, 增强体内碳水化合物的合成和转运来改善自身品质, 另一方面同样是由于随刈割次数的增加带走大量钾。底层土中速效钾的变化与同层土壤中的全钾变化相似, 但年间出现上升现象, 增幅为 0.08%, 2 a 间变幅在 0.43%~3.26%。

3 结论

(1) 随着刈割次数的增加, 生物量、平均高度和径粗均有所下降, 其中平均高度和径粗的降幅不明显, 年均降幅分别仅为 5.20% 和 3.38%。

(2) 刈割并全部取走白三叶地上部分对表层土壤有机质和全氮可产生或多或少的降低作用, 而对全磷和全钾含量影响甚微, 但水解氮、有效磷和速效钾等养分影响显著, 顺序为速效钾 > 有效磷 > 水解氮, 年均降幅分别为 21.69%, 17.67% 和 7.84%, 2 a 内最大降幅分别为 46.56%, 43.63%, 16.69%。

(3) 刈割次数对底层土中的有机质和全量养分虽受到一定程度的影响但显著; 而速效养分中对有效磷的影响最大, 年均下降 59.15%, 而水解氮和速效钾受到的影响不明显, 二者均略微上升, 年均增幅分别为 0.79% 和 0.08%。经综合分析, 随刈割白三叶次数的增加和栽植时间的延长, 土壤整体供肥能力下降, 生产力降低。因此, 在构建丘陵山区林草复合模式时, 物种配置应适宜, 并坚持合理施肥, 在农户较远的坡地种植, 刈割后必须施入适量的复合肥并添加一定量的钾肥和磷肥。

[参 考 文 献]

[1] Piraino F, Aina R, Palin L, et al. Air quality biomonitoring: Assessment of air pollution genotoxicity in the

Province of Novara (North Italy) by using *Trifolium repens* L. and molecular markers[J]. *Science of the Total Environment*. 2006, 372: 350—359.

- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 42(2) [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 334—335.
- [3] 赵桂琴, 王锁民, 任继周. 白三叶转基因及其生态适应性研究进展[J]. *生态学报*, 2004, 24(3): 592—598.
- [4] Francini A, Nali C, Picchi V, et al. Metabolic changes in white clover clones exposed to ozone[J]. *Environmental and Experimental Botany*. 2007, 60: 11—19.
- [5] Michael T McManus, William A Laing, Lyn M. Watson. et al. Expression of the soybean (Kunitz) trypsin inhibitor in leaves of white clover (*Trifolium repens* L.) [J]. *Plant Science*, 2005, 168: 1211—1220.
- [6] Kristine Y Crous, Karine Vandermeiren, Reinhart Ceulemans. Physiological responses to cumulative ozone uptake in two white clover (*Trifolium repens* L. cv. Regal) clones with different ozone sensitivity[J]. *Environmental and Experimental Botany*. 2006, 58: 169—179.
- [7] 宋同清, 王克林, 彭晚霞, 等. 亚热带丘陵茶园间作白三叶草的生态效应[J]. *生态学报*, 2006, 26(11): 3647—3655.
- [8] Bidar G, Garc G, Pruvot C, et al. Behavior of *Trifolium repens* and *Lolium perenne* growing in a heavy metal contaminated field: Plant metal concentration and phytotoxicity[J]. *Environmental Pollution*, 2007, 147: 546—553.
- [9] 齐鑫山, 丁卫建, 王仁卿, 等. 果园间种白三叶草对土壤生态及果树生产的影响[J]. *农村生态环境*, 2005, 21(2): 13—17.
- [10] 于应文, 蒋文兰, 冉繁军, 等. 混播草地不同种群再生性的研究[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(8): 930—934.
- [11] 杨丽莉, 贾炜珑, 张彦芹. 影响白三叶草高频率植株再生因素的研究[J]. *华北农学报*, 2003, 18(4): 66—68.
- [12] 何忠俊, 华珞. 氮锌交互作用对白三草叶片活性氧代谢和叶绿体超微结构的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2005, 24(6): 1048—1053.
- [13] 华珞, 何忠俊, 韦东普, 等. 氮锌复合作用对混播系统白三叶生长与固氮及氮转移的影响[J]. *生态学报*, 2003, 23(2): 264—270.
- [14] 耿文诚, 张英俊, 邵学芬, 等. 刈割对白三叶种子及草产量的影响[J]. *草地学报*, 2007, 15(3): 248—253.
- [15] 黄建国. 植物营养学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.