

# 油茶间作不同绿肥对土壤养分流失的影响

丁怡飞<sup>1,2</sup>, 曹永庆<sup>1</sup>, 姚小华<sup>1</sup>, 傅松玲<sup>2</sup>, 张平安<sup>3</sup>, 楼新良<sup>4</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; 3. 青田县林业局, 浙江 青田 323900; 4. 磐安县林业局, 浙江 磐安 322300)

**摘要:** 为有效防治油茶林水土流失和面源污染, 在自然降雨条件下, 采用径流小区定位观测法研究间作黑麦草、鼠茅草对油茶林土壤养分流失的影响。结果表明: (1) 油茶间作黑麦草、鼠茅草可以提高土壤含水量与地表覆盖度, 降低土壤容重, 并显著提高表层土壤有机质及养分含量, 增加土壤肥力。 (2) 4—7月油茶间作绿肥作物黑麦草、鼠茅草径流量分别减少18.5%~58.9%和17.9%~70.3%。 (3) 油茶间作鼠茅草系统减少径流养分流失的效果最佳, 与对照组相比, 地表径流中总氮、可溶性总氮、总磷、可溶性总磷、总钾、可溶性总钾的总流失量分别减少62.48%, 56.17%, 59.72%, 57.97%, 62.97%和61.76%; 油茶间作黑麦草系统减少地表养分流失的效果较弱, 与对照组相比, 地表径流中总氮、可溶性总氮、总磷、可溶性总磷、总钾、可溶性总钾的总流失量分别减少30.95%, 24.42%, 25.03%, 28.22%, 32.97%和30.42%。各形态氮、磷、钾养分浓度较对照也有一定程度的降低。研究结果显示, 油茶林间作绿肥, 尤其是间作鼠茅草的水土保持效果显著。

**关键词:** 油茶; 间作; 地表径流; 养分流失

**中图分类号:** S153.6; S794.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-2242(2018)02-0179-05

**DOI:** 10.13870/j.cnki.stbcbx.2018.02.026

## Effects of Intercropping with Different Green Manures on Soil Nutrient Loss in *Camellia Oleifera* Field

DING Yifei<sup>1,2</sup>, CAO Yongqing<sup>1</sup>, YAO Xiaohua<sup>1</sup>, FU Songling<sup>2</sup>, ZHANG Pingan<sup>3</sup>, LOU Xinliang<sup>4</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang, Zhejiang

311400; 2. College of Forestry and Gardening, Anhui Agricultural University, Hefei 230036; 3. Qingtian

County Forestry Bureau, Qingtian, Zhejiang 323900; 4. Pan'an County Forestry Bureau, Pan'an, Zhejiang 322300)

**Abstract:** In order to effectively prevent and control the soil and water loss and pollution in *Camellia oleifera* field, by using the location observation of runoff plot under natural rainfall conditions, the effects of intercropping with *Lolium perenne* L. and *Vulpia myuros* C. Gmelin on soil nutrient loss in *C. oleifera* field were studied. The results showed that: (1) The intercropping of *L. perenne* and *V. myuros* with *C. oleifera* could improve soil water content and surface coverage, reduce soil bulk density, and increase soil fertility significantly through improving soil organic matter and nutrient contents in topsoil. (2) During April-July, the intercropping of *L. perenne* and *V. myuros* with *C. oleifera* could reduce surface runoff by 18.5%~58.9% and 17.9%~70.3%, respectively. (3) The reducing effect on surface runoff nutrient loss was best under intercropping with *V. myuros*, the total loss of total nitrogen, total soluble nitrogen, total phosphorus, total soluble phosphorus, total potassium and total soluble potassium decreased by 62.48%, 56.17%, 59.72%, 57.97%, 62.97% and 61.76%, respectively, compared with the control. The reducing effect on nutrient loss was least under the intercropping with *L. perenne*, but the reduced rates were even 30.95%, 24.42%, 25.03%, 28.22%, 32.97% and 30.42%, respectively for the indexes mentioned above. The nutrient concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in different forms were lower than those of the control. These findings showed that the effect of intercropping with green manures on soil and water conservation was remarkable in *C. oleifera* field, especially with *V. myuros*.

**Keywords:** *Camellia oleifera*; intercropping; surface runoff; nutrient loss

收稿日期: 2017-09-19

资助项目: 浙江省省院合作林业科技项目“浙江省油茶林地高效复合经营技术研究与示范”(2014SY03)

第一作者: 丁怡飞(1992—), 男, 安徽亳州人, 在读硕士, 主要从事经济林栽培研究。E-mail: 291791538@qq.com

通信作者: 曹永庆(1981—), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事经济林栽培研究。E-mail: caoyq1981@163.com

油茶(*Camellia oleifera* Abel.)是我国的乡土树种,适生于低山丘陵地带,广泛分布于我国南方亚热带地区,与油橄榄、油棕、椰子并称为世界四大木本油料树种<sup>[1]</sup>。近年来,由于传统的清耕制度使得油茶林地长时间裸露,加上肥料的大量施用导致油茶林地力退化,部分地区水土流失严重,同时进一步使得林地生物多样性丧失,病虫害严重,果实产量下降,品质变劣<sup>[2-3]</sup>。采取油茶林地复合经营方式,是当前油茶产业基地经常采用的林地管理方式<sup>[1]</sup>,如套作花生(*Arachis hypogaea* Linn.)、红薯(*Ipomoea batatas* (L.)Lam.)、大豆(*Glycine max* (Linn.)Merr.)等一年生经济作物<sup>[4-6]</sup>及牧草<sup>[7-8]</sup>等,可以有效抑制水土流失,增加林农收益。

随着人工成本增加,实现油茶林地省力化栽培变得越来越重要,其中以林地覆草的“以草抑草、土壤改良”模式的研究与利用效果显著。草本植物根系发达,根茎众多,生长迅速,能起到很好的水土保持效果<sup>[9]</sup>,地上部分可以拦蓄径流<sup>[10]</sup>,地下部分根系能够影响降雨在土壤中的再分布<sup>[11]</sup>,同时鼠茅草(*Vulpia myuros* C. Gmelin)一次播种,多年受益,降低了劳动量<sup>[12]</sup>,鼠茅草的腐解抑制其他杂草生长<sup>[13]</sup>,还能补充土壤中的有机物,改良土壤的物理化学性质<sup>[14-15]</sup>。黑麦草(*Lolium perenne* L.)不仅是一种优良的牧草,而且也具有很好的土壤改良效应,可以改善土壤有机质<sup>[16]</sup>和土壤团聚体<sup>[17]</sup>。目前,有关油茶林间作绿肥后的水土流失情形如何仍鲜有报道,因此本文选择草本植物多年生黑麦草与鼠茅草为研究对象,通过监测不同种植模式下油茶林地的水土流失情况,为油茶林下套种植物的选择与构建、防治水土流失提供重要的科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地位于浙江省丽水市青田县山口镇油茶种植基地(28°06′08″N,120°17′26″E),海拔 487 m,地处浙江省南部山区,瓯江中下游,属中亚热带季风性气候,温暖湿润,四季分明,雨量充沛,热量资源丰富,年平均气温 18.6 ℃,全年无霜期平均 294 d,全县年平均日照时间 1 663.9 h,≥10 ℃积温天数 261 d,历年平均降水量 1 697.7 mm,主要分布在 4—6 月。试验区土壤以花岗岩风化残坡积物母质白岩砂土为主,土层厚度 35~40 cm,pH 4.12~4.21,有机质含量 11.06~14.06 g/kg,全氮含量 0.45~0.61 g/kg,全磷含量 0.11~0.17 g/kg,全钾含量 10.43~12.30 g/kg,速效氮含量 38.03~49.83 mg/kg,速效磷含量 1.32~5.01 mg/kg,速效钾含量 45.8~70.3 mg/kg。

### 1.2 试验设计

试验设 3 个处理:A 为油茶林+黑麦草;B 为油茶+鼠茅草;C 为油茶对照组(不种植绿肥)。每个小

区坡度 13°,长 15 m,宽 5 m,小区面积 75 m<sup>2</sup>,其中长边与等高线垂直,短边沿等高线水平<sup>[18]</sup>。在每个径流场的上坡边与两长边用砖砌成挡水墙(高出地面 20 cm),下坡边筑集水沟,集水沟的内径尺寸:深 20 cm,顶宽 30 cm,底宽 20 cm,沟上覆盖水泥板,集水池容积 1.0 m<sup>3</sup>。于 2015 年 9 月中旬开始在果树行间种供试绿肥,其中多年生黑麦草、鼠茅草的播种量分别为 15,22.5 kg/hm<sup>2</sup>。田间管理按照当地常规措施进行,小区保持一致,试验小区有一个 DJ-32 型宏吸式雨量计用于观测降雨量。

### 1.3 试验方法

2017 年 4—7 月采用定位观测的方法,次降雨产生径流(4 月 27 日,5 月 17 日,6 月 11 日,6 月 12 日,6 月 13 日,7 月 3 日)后通过径流池内水文尺的刻度求得降雨产生的总径流量;搅匀池中的径流水后迅速取 500 mL 水样于塑料瓶中,放置于具有冰袋的保温箱中,尽快进行分析测定。水样全氮、全磷、全钾含量分别采用碱性过硫酸钾氧化—紫外分光光度法、过硫酸钾氧化—钼酸铵分光光度法和原子吸收光谱仪测定;取部分径流水过 0.45 μm 微孔滤膜后,测定可溶性养分。总养分流失量=养分浓度×径流量。取完水样后,用清水洗净径流桶,以备下一次采样。

2017 年 8 月 5 日进行土壤取样,采用随机定点取样法,去除表土,用环刀法采集土壤表层(0—20 cm)样品,每个样品由 3 个取样点混合而成,每个小区 3 次重复。将土样于 105 ℃的烘箱内烘干至恒重,由土壤水重量与干土重量的百分比计算土壤含水量(W)。土壤全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定;土壤水解氮含量采用碱解—扩散法测定;土壤全磷含量采用酸溶—钼锑抗比色法测定;土壤有效磷含量采用碳酸氢钠浸提法测定;土壤全钾和速效钾含量采用火焰光度法测定;土壤有机质含量采用重铬酸钾氧化—外加热法测定;地表覆盖度采用数码相机照相法测定。

### 1.4 数据处理

采用 Excel 软件对试验数据进行统计及图表处理,SPSS 22.0 对其差异(Duncan 多重比较法)显著性分析( $P<0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 油茶间作不同绿肥对土壤理化性质的影响

油茶多年间作黑麦草和鼠茅草,土壤物理性状对照有明显改善,土壤含水量明显提高,土壤容重有所下降(表 1)。其中鼠茅草处理的土壤含水量最大,达 22.14%,显著高于对照,对照组的含水量最低,为 17.21%。黑麦草和鼠茅草处理的土壤容重最低,均显著低于对照。油茶林地多年间作黑麦草、鼠茅草均能显著提高土壤表层有机质及养分含量。综合来看,鼠茅草处理提高土壤养分的能力较强,土壤有机质、

全氮、水解性氮、全磷、速效磷及速效钾含量均显著高于其他处理。

表1 间作不同绿肥对油茶林土壤理化性质的影响

处理	含水量/ %	容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	水解性氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g·kg <sup>-1</sup> )	有效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
CK	17.21b	1.32b	13.63c	0.56c	65.13b	0.10c	4.05c	10.09b	52.90c
黑麦草	20.90ab	1.23a	20.57a	0.79a	76.03b	0.23a	23.07a	14.60a	119.33a
鼠茅草	22.14a	1.19a	24.87b	0.98b	96.93a	0.46b	120.67b	13.83a	101.67b

注:表中数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),处理间字母相同表示差异不显著( $P > 0.05$ )。

## 2.2 油茶间作不同绿肥对地表覆盖度及地表径流量的影响

研究表明,油茶间作黑麦草、鼠茅草能够提高地表覆盖度(图1)。其中,5—6月鼠茅草处理的地表覆盖度最高,基本上接近全园覆盖(95.8%和97.1%),显著高于其他处理,并且鼠茅草干枯倒伏后较长时间不腐解,在7月份覆盖度仍高达91.6%;黑麦草处理5月份覆盖度最高为79.5%,但是随着黑麦草的干枯腐解,7月份覆盖度为70.2%,显著低于鼠茅草处理。

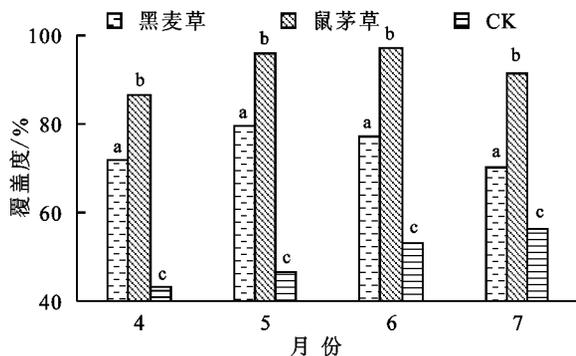


图1 油茶间作不同绿肥的覆盖度

根据试验区降雨的实际情况,选取降雨量较为充沛的4—7月作为径流观测期,共测定7次降雨量及径流量(图2)。由图2可知,各处理径流量与降雨量的变化存在相似趋势,径流量随着降雨量的增加而增加,黑麦草处理与鼠茅草处理的径流量较对照均有一定程度的减少。4月27日至6月15日鼠茅草和黑麦草处理减少径流量的效果较好,与对照组相比分别减少17.9%~70.3%和18.5%~58.9%;7月3日鼠茅草处理减少径流量的效果最佳,与对照组相比,减少60.2%,黑麦草处理的效果较差,减少26.6%。综合来看,鼠茅草处理减少地表径流的效果最佳。

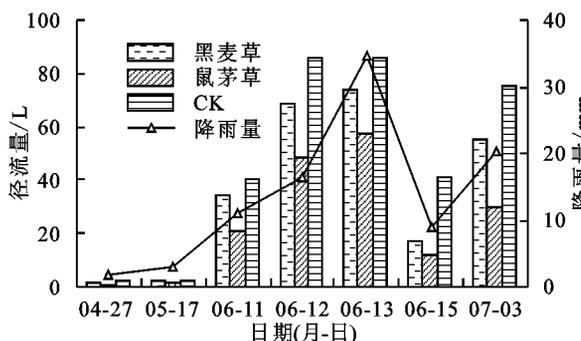


图2 油茶间作不同绿肥的地表径流量

## 2.3 油茶间作不同绿肥对地表径流中养分浓度的影响

从图3可以看出,在整个取样时期,鼠茅草处理的地表径流中总氮、总磷和总钾的浓度分别为3.25~4.02,0.24~0.73,8.40~17.02 mg/L,与对照组处理相比分别降低22.98%~35.55%,15.83%~41.83%和13.25%~40.73%;黑麦草处理效果较差,与对照组处理相比,7月3日径流中总氮、总磷及总钾的浓度有一定程度的提高。

油茶间作黑麦草、鼠茅草不同类型绿肥对地表径流中溶解态氮、磷养分浓度的影响规律与总氮、总磷浓度类似。与黑麦草处理相比,鼠茅草处理降低径流水中溶解态养分浓度的效果更明显,可溶性总氮、可溶性总磷和可溶性总钾浓度分别为0.41~0.76 mg/L,10.46~19.30 μg/L和2.02~5.58 mg/L,与对照组相比分别降低13.99%~38.02%,18.12%~40.23%和24.49%~53.52%;黑麦草处理降低径流水溶解态养分浓度的效果较弱,与对照组相比,黑麦草处理后期地表径流中溶解态养分浓度略高。

## 2.4 油茶间作绿肥对地表径流养分流失量的影响

从表2可以看出,各径流区地表径流中养分流失量表现为鼠茅草处理<黑麦草处理<对照。对照组处理的总氮、可溶性总氮、总磷、可溶性总磷、总钾、可溶性总钾的流失量最大,分别为224.29,33.55,30.41,0.88,908.86,293.83 g/hm<sup>2</sup>。油茶间作鼠茅草处理减少养分流失的效果最佳,与对照相比,地表径流中总氮、可溶性总氮、总磷、可溶性总磷、总钾、可溶性总钾的总流失量分别减少62.48%,56.17%,59.72%,57.97%,62.97%和61.76%;黑麦草处理减少地表养分流失的效果较弱,与对照组相比,地表径流中总氮、可溶性总氮、总磷、可溶性总磷、总钾、可溶性总钾的总流失量减少30.95%,24.42%,25.03%,28.22%,32.97%和30.42%。

不同时期测定不同形态的氮、磷、钾养分流失量基本符合上述规律,均表现为鼠茅草处理<黑麦草处理<对照。其径流养分流失量均以鼠茅草处理效果最好,表明种植鼠茅草能持久而明显地减少养分流失;而黑麦草处理前期(4月27日至6月15日)养分流失量小于对照,后期(7月3日)则略高于对照,表明种植鼠茅草可于前期(4—6月)减少地表养分流失,后期(7月3日)则会增加地表养分流失。

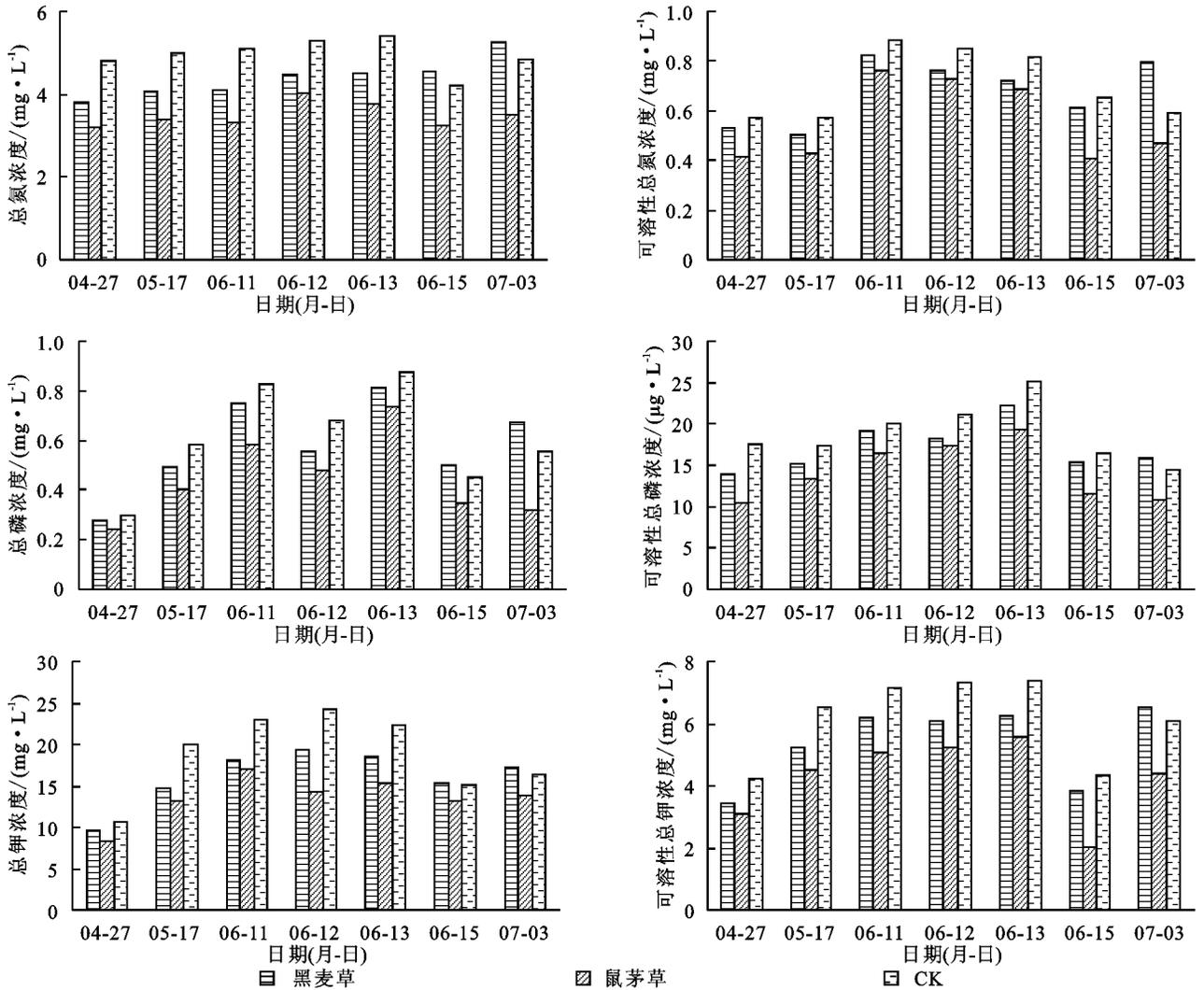


图 3 油茶间作不同绿肥地表径流中不同形态氮、磷、钾浓度

表 2 径流区养分流失量

单位:g/hm<sup>2</sup>

养分	处理	处理日期(月-日)							合计
		04-27	05-17	06-11	06-12	06-13	06-15	07-03	
总氮	黑麦草	0.804	1.112	18.859	41.205	44.147	10.265	38.470	154.862
	鼠茅草	0.426	0.832	9.085	25.824	28.755	5.317	13.918	84.157
	CK	1.245	1.490	27.238	60.736	61.736	23.236	48.608	224.288
可溶性总氮	黑麦草	0.113	0.138	3.776	7.020	7.077	1.386	5.846	25.357
	鼠茅草	0.055	0.105	2.092	4.657	5.261	0.664	1.869	14.705
	CK	0.149	0.170	4.701	9.745	9.277	3.607	5.901	33.550
总磷	黑麦草	0.059	0.134	3.446	5.121	7.939	1.137	4.963	22.799
	鼠茅草	0.032	0.098	1.602	3.058	5.613	0.567	1.279	12.249
	CK	0.078	0.173	4.394	7.812	9.951	2.472	5.531	30.411
可溶性总磷	黑麦草	0.003	0.004	0.088	0.168	0.218	0.035	0.116	0.633
	鼠茅草	0.001	0.003	0.045	0.111	0.148	0.019	0.043	0.370
	CK	0.005	0.005	0.107	0.242	0.288	0.090	0.145	0.881
总钾	黑麦草	2.037	4.050	82.708	178.263	181.416	34.412	126.364	609.249
	鼠茅草	1.117	3.246	46.861	92.010	116.892	21.414	54.990	336.529
	CK	2.781	5.961	122.466	276.411	254.817	83.089	163.336	908.861
可溶性总钾	黑麦草	0.732	1.436	28.357	56.071	61.082	8.682	48.087	204.448
	鼠茅草	0.412	1.101	13.903	33.533	42.673	3.315	17.418	112.356
	CK	1.097	1.939	38.038	83.612	84.330	24.007	60.810	293.833

### 3 结论与讨论

#### 3.1 油茶间作不同绿肥对土壤理化性质的影响

本研究表明,油茶林多年间作绿肥黑麦草、鼠茅草能够提高土壤含水量,降低土壤容重,还能一定程度地提高土壤中各养分的含量。栾好安等<sup>[19]</sup>研究发现三峡库区橘园种植鼠茅草,土壤有机质、全氮及速效磷含量分别提高 12.6%,3.3%和 11.8%;俞巧钢等<sup>[20]</sup>研究认为山地果园套种黑麦草,土壤碱解氮、速效磷、速效钾及有机质含量分别提高 18.3%,23.7%,16.4%和 14.0%,与本研究的结果类似。分析原因可能是绿肥干枯倒伏后覆盖地面,抑制了坡面水分漫流和蒸发,提高土壤墒情,促进自身腐解<sup>[21]</sup>,向土壤中提供大量有机质及养分。杨洪晓等<sup>[12]</sup>研究认为鼠茅草经过 80 天的腐解,氮素、磷素及钾素的累积释放率分别达到 15%~25%,28%~36%和 39.29%~47.17%。加上绿肥根系的穿插作用,有利于土壤团聚体的形成<sup>[22]</sup>,降低了土壤容重,又由于不同绿肥具有不同的生物学特征,导致其对土壤的改善效果各有不同。

#### 3.2 油茶间作不同绿肥对覆盖度及径流量的影响

本研究发现,油茶间作绿肥黑麦草、鼠茅草不仅可有效减轻油茶林地表径流量,而且可提高油茶林地表覆盖度,鼠茅草和黑麦草处理径流量分别减少 17.9%~70.3%和 18.5%~58.9%,5—6 月鼠茅草处理的地表覆盖度最高,基本上接近全园覆盖(95.8%和 97.1%),黑麦草处理 5 月份覆盖度最高达 79.5%,显著高于其他处理,2 种类型的绿肥以鼠茅草效果最佳,这与前人研究结论基本一致<sup>[23-24]</sup>。分析原因可能是在本地区主要降水期来临之前,茂盛的鼠茅草已经覆盖了油茶林的行间空地,阻挡了降水,减少了雨水对土壤的直接冲刷,部分雨水可以渗入土层<sup>[25]</sup>,减少地表径流量;而黑麦草可高达 90 cm,有明显的茎秆,不像鼠茅草匍匐于地表,因此效果较差。

#### 3.3 油茶间作不同绿肥对径流中养分浓度及流失量的影响

经定点连续观测,发现油茶间作绿肥黑麦草、鼠茅草的水土保持效果不同。在整个取样时期,与对照相比,鼠茅草处理均能一定程度降低地表径流中的养分浓度及流失量,而黑麦草处理降低径流水溶解态养分浓度的效果较弱,地表径流中溶解态养分浓度略高,这与前人的研究结论一致<sup>[5,19,26]</sup>。分析原因可能是两者的生物学特性不同,栾好安等<sup>[19]</sup>研究认为鼠茅草倒伏后,匍匐于地面且较长时间不腐解,向土壤提供的养分较少,能明显降低径流量及其养分浓度,减少养分流失。黑麦草有明显的茎秆,5 月份进入成熟期,6 月份开始干枯腐解,地表覆盖度降低,土壤直接遭受雨滴溅击的面积增大,腐解后向土壤中释

放一定的氮磷钾养分,导致其后期径流水中氮、磷、钾养分浓度及流失量略高于对照。综上所述,油茶林间作绿肥可以有效改善土壤理化性质,提高地表覆盖度,削减径流,蓄水保墒,减少林地养分流失,具有显著的水土保持效果,且种植绿肥中鼠茅草效果最优。

#### 参考文献:

- [1] 庄瑞林,周启仁,姚小华. 中国油茶[M]. 2 版. 北京:中国林业出版社,2008:1-13.
- [2] Greenham D W P. The environment of the fruit tree-managing fruit soils[J]. Scientific Horticulture,1995,12:25-31.
- [3] Mason J L. Effect of cultivation and nitrogen on fruit quality, yield and color of McIntosh apples grown in irrigated grass sod cover crop[J]. Canadian Journal of Plant Science,1969,49(2):149-154.
- [4] 王瑞,陈永忠,王玉娟,等. 油茶林地不同间种处理土壤养分及生长量的主成分分析[J]. 中国农学通报,2011,27(4):38-43.
- [5] 李纪元,肖青,李辛雷,等. 不同套种模式油茶幼林水土流失及养分损耗[J]. 林业科学,2008,44(4):167-172.
- [6] 滕维超,刘少轩,曹福亮,等. 油茶大豆间作对盆栽土壤化学和生物性质的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(2):30-33.
- [7] 郑灏,杨志坚,冯金玲,等. 不同林下套种模式对油茶幼林根区土壤化学特性及微生物的影响[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2015,44(2):147-153.
- [8] 周乃富,袁军,高超,等. 生草栽培对油茶林地土壤理化性质的影响[J]. 经济林研究,2014,32(3):76-80.
- [9] 刘窑军,王天巍,李朝霞,等. 不同植被防护措施对三峡库区土质道路边坡侵蚀的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(4):896-902.
- [10] 万师强,陈灵芝. 东灵山区大气降水特征及森林树干茎流[J]. 生态学报,2000,20(1):61-67.
- [11] 曾德慧,范志平. 樟子松林冠截留模拟实验研究[J]. 应用生态学报,1996,7(2):134-138.
- [12] 杨洪晓,周美华,李俊良,等. 温带果园护土生草鼠茅草的腐解和养分释放[J]. 草业学报,2015,24(4):208-213.
- [13] Meyer J R, Zehr E I, Meagher R L, et al. Survival and growth of peach trees and pest populations in orchard plots managed with experimental ground covers[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment,1992,41(3):353-363.
- [14] Cleland E E, Chiariello N R, Loarie S R, et al. Diverse responses of phenology to global changes in a grassland ecosystem[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences,2006,103(37):13740-13744.
- [15] Krahulec F, Nesvadbova J. Intergeneric hybrid *Festuca rubra* × *Vulpia myuros* in the Czech Republic[J]. Preslia Praha,2007,79(1):63-68.