

# 红壤丘陵旱地作物覆盖保水效应研究

古汉虎 李 玲 肖润林 张满堂

(中国科学院长沙农业现代化研究所·湖南长沙·410125)

**摘 要** 红壤丘陵旱地作物采用覆盖技术,研究表明,能有效地提高土壤含水率,降低土壤水分吸力,降低土壤温度,减少土壤蒸发,保持土壤水分,提高土壤抗旱能力,使作物生长发育良好,增加作物产量。

**关键词** 红壤丘陵 旱地作物 覆盖技术 土壤含水率 土壤水分吸力 保持土壤水分

## The Effect of Mulching on Dry Crop in Red Soil Hilly Region

Gu Hanhu Li Ling Xiao Runlin Zhang Mantang

(Changsha Institute of Agricultural Modernization, the Chinese  
Academy of Sciences, Changsha, Hunan. 410125)

**Abstract** In the soil with mulching, the moisture content is increased significantly, the soil moisture suction, soil temperature and evaporation is reduced respectively, the drought resistance is improved, the growth and development of the crop is promoted, the yield is increased, in comparison with control.

**Key words** red soil hilly region dry crop mulch technique soil moisture suction soil moisture content moisture conservation

我国亚热带红壤丘陵旱地分布广、面积大,水、热、光资源丰富,为发展农、林、牧、渔业具备了良好条件<sup>[1]</sup>。但由于东南季风影响,降水时空分布极不均匀。据湖南气候资料<sup>[2]</sup>,红壤丘陵区年降水量达1 200~1 600mm之间,但降雨量集中于4,5,6三个月,约占全年降水量的45%。7,8,9三个月共占20%,这三个月不仅降雨量少,而且时值高温季节,风大,蒸发量大,约占全年蒸发量的45%,并持续无雨期经常在15天以上,长的可达30天以上,因此夏秋干旱频繁,加之红壤粘粒含量高,土质粘重,结构不良,保水性能差<sup>[3~6]</sup>。同时大部分旱地缺乏水源,无灌溉或灌溉条件差,但此时作物进入生长旺盛的多需水时期,土壤水分供需失调,使作物遭受旱害<sup>[7]</sup>。所以干旱缺水成为红壤丘陵旱地开发利用的主要障碍因素。为解决红壤丘陵旱地作物干旱问题,探讨采用地膜、稻草覆盖条件下的土壤水分变化规律及作物生长发育和产量,我们从1991年以来进行了红壤丘陵旱地作物覆盖保水效应研究。

2 材料和方法

本项研究田间试验主要在湖南桃源(花生、玉米覆盖试验)和江西泰和(桔园覆盖试验)两地的红壤丘陵旱地进行,试验地海拔高度30~50m,坡度5~10°的梯土,土壤均为第四纪红色粘土发育而成的硅铁质红壤,无灌溉条件,种植作物(品种)为花生(大果)、玉米(掖单13号)及柑桔(温州蜜柑宫川)。试验设地膜覆盖、稻草覆盖、草加膜覆盖和无覆盖(清耕 CK)等四个处理,随机排列,重复三次,小区面积20~120m<sup>2</sup>(前者为花生、玉米覆盖试验,后者为桔园覆盖试验),各处理全年均不灌溉,其它田间管理措施相同。试验采用土壤水分吸力计定观点测土壤水势变化及取样烘干法测定土壤含水率,同时试验期间观测作物生育、开花、结果和产量等情况。

2 结果与分析

2.1 提高土壤含水率

红壤旱地土质粘,土壤通气透水性差,土壤保水能力差,特别是表层(0~20cm)土壤水分变化大,易缺水干旱。采用地膜、稻草等保水物质进行覆盖,降雨时土壤能接纳、截留、积蓄较多雨水,干旱时又可减少土壤水分蒸发,使土壤含水量增加,土壤含水率普通呈上升趋势(表1,2)。从表1可见,花生和玉米的覆盖试验,覆盖区的土壤含水率比清耕区高。如在大雨后连续晴5天,取

表1 花生和玉米的覆盖土壤含水率(%)

作物	日 期		处 理			
	月·日	雨后晴天数(d)	地膜覆盖	稻草覆盖	草加膜覆盖	清耕(CK)
花	07·08	3	15.6	14.8	16.8	14.3
	07·10	5	15.0	14.5	16.2	13.5
	07·15	10	14.7	13.8	15.8	12.5
	07·18	13	13.5	12.7	14.8	11.5
	07·25	5	15.2	15.1	16.5	13.4
	07·30	10	14.8	14.0	15.8	12.4
	08·04	15	14.0	13.5	15.1	11.2
	08·09	20	13.6	12.4	14.5	10.1
	08·14	25	12.5	11.6	14.0	9.3
	08·17	28	12.0	10.5	13.6	8.4
玉	07·23	3	16.0	15.1	16.7	13.8
	07·25	5	15.6	14.3	16.5	13.0
	07·30	10	14.5	13.5	15.2	12.1
	08·04	15	13.5	12.6	14.0	10.2
	08·24	5	15.0	14.0	16.1	12.8
	08·29	10	14.0	13.8	14.8	12.0
	09·03	15	13.0	12.4	13.8	9.8
	09.11	5	15·3	14.2	16.2	13.1
	09.14	8	14.7	13.5	15.8	12.6
	09·21	5	15.9	14.9	16.8	13.5
	09·26	10	15.1	14.0	18.1	12.6
	10·01	15	13.8	12.8	15.2	10.6
	10·08	20	12.7	11.3	14.5	9.2
	10·11	25	11.8	10.6	13.1	8.1
	10.16	30	10.8	9.0	12.5	7.5

0~20cm 耕层测定土壤含水率,结果花生的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区分别比清耕

区(CK)高出1.5%,1.0%和2.7%;玉米的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区分别比清耕区(CK)高出2.6%,1.3%和3.5%。同时花生的草加膜覆盖区土壤含水率比地膜覆盖区和稻草覆盖区分别高出1.2%和1.7%;玉米的草加膜覆盖区土壤含水率比地膜覆盖区和稻草覆盖区分别高出0.9%和2.2%。随着连续晴天的高温、干旱、蒸发、覆盖区的土壤含水率高于清耕区表现出更加显著。由于覆盖物质不同,其保水性能各异,采用覆盖技术的土壤含水率总的趋势依次是:草加膜覆盖>地膜覆盖>稻草覆盖。桔园覆盖试验,从表3可见,在伏秋旱季(7、8、9、10月)10~20cm深土层地膜覆盖区的土壤含水率比清耕区(CK)高出1.8%~3.2%;稻草覆盖区高出0.4%~0.8%;草加膜覆盖区高出1.6%~3.4%,在40~50cm深土层的覆盖区土壤含水率同样高于清耕区(CK)。上述试验结果充分显示出覆盖技术保水抗旱作用。

表2 桔园覆盖土壤含水率(%) (江西泰和,1992~1993)

深度(cm)	处 理	月 份									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10~20	地膜覆盖	16.2	16.4	17.5	18.0	19.4	19.4	15.0	16.2	15.3	16.2
	稻草覆盖	15.7	16.1	18.4	19.3	21.5	23.0	13.7	13.4	13.0	13.0
	草加膜覆盖	16.4	16.7	18.3	17.6	20.1	21.7	15.4	16.4	14.9	16.0
	清耕(CK)	14.6	14.9	17.2	18.2	20.4	19.8	13.1	13.0	12.2	14.4
40~50	地膜覆盖	16.4	17.8	18.0	17.5	18.6	19.6	15.3	14.7	17.2	16.2
	稻草覆盖	15.8	18.5	17.8	17.3	18.8	20.4	14.1	13.8	16.8	14.9
	草加膜覆盖	16.4	18.4	18.0	17.0	17.9	19.6	14.4	14.9	17.1	16.6
	清耕(CK)	15.1	18.3	17.3	17.0	17.5	19.0	13.3	13.4	16.0	14.4

注:1992~1993年两年观测结果的平均值。

## 2.2 降低土壤水分吸力

由于红壤旱地作物实行覆盖技术,能防止土壤水分蒸发,保蓄土壤水分,特别是大雨过后能普遍增加土壤含水量,因而土壤水分吸力下降。花生和玉米的覆盖试验土壤水分吸力所示(表3),无论是连续晴天还是雨后测定,各覆盖区土壤水分吸力值均低于清耕区。如大雨过后连续晴5天测定土壤水分吸力:花生地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区分别比清耕区低3.5kPa、3kPa和4kPa;玉米的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区分别比清耕区低5kPa、4kPa和

表3 花生和玉米的覆盖土壤水分吸力(kPa) (湖南桃源,1992年)

作物	日 期		处 理			
	月·日	雨后晴天数	地膜覆盖	稻草覆盖	草加膜覆盖	清耕(CK)
花	07.20	大雨	6.0	7.0	6.0	7.0
	07.21	1	6.5	8.0	6.5	9.0
	07.25	5	8.5	9.0	8.0	12.0
	07.30	10	11.5	12.5	11.0	26.0
	08.04	15	34.0	36.0	33.0	40.0
生	08.09	20	51.0	52.0	50.0	55.0
	08.19	大雨	7.0	8.0	7.0	8.0
	08.20	1	8.0	9.0	8.0	10.0
	08.24	5	10.0	11.0	9.0	15.0
	08.29	10	18.0	17.0	15.0	31.0
玉	09.03	15	32.0	34.0	30.0	46.0
	09.05	17	48.0	50.0	48.0	52.0

注:用土壤水分吸力计测定,深度20cm。

6kPa。随着连续高温晴天天数增加,土壤深层水分消耗,表层土壤得不到毛管水补充,致使各处理土壤水分吸力值大幅度上升,覆盖区比清耕区的土壤水吸力降低值也迅速增大。如到雨后10天

测定土壤水分吸力结果:花生的地膜覆盖、稻草覆盖区和草加膜覆盖区分别比清耕区低14.5kPa、13.5kPa和15.0kPa;玉米的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区分别比清耕区低15kPa、14kPa和16kPa。桔园覆盖的土壤水分吸力变化。研究结果(表4)表明,桔园在雨后连续晴7天清耕区的土壤水分吸力上升到了柑桔还能适宜生长的下限值,干旱超过7天,柑桔则受旱害;而地膜覆盖区柑桔适宜生长期可延长到15天以后,稻草覆盖区10天,草加膜盖区可长达18~20天。

表4 桔园覆盖土壤水分吸力(kPa) (江西泰和,1993)

日期 月·日	处 理			
	地膜覆盖	稻草覆盖	草加膜覆盖	清耕(CK)
07.14	15.0	12.0	14.0	10.0
07.15	14.0	11.0	13.0	11.0
07.16	16.0	12.0	14.0	12.0
07.17	17.0	12.0	14.0	16.0
07.18	19.0	15.0	16.0	21.0
07.19	21.0	18.0	18.0	27.0
07.20	22.0	20.0	19.0	32.0
07.21	23.0	23.0	20.0	36.0*
07.22	24.0	23.0	22.0	42.0
07.23	25.0	34.0	23.0	44.0
07.24	26.0	39.0*	24.0	47.0
07.25	28.0	42.0	25.0	50.0
07.26	29.0	45.0	27.0	53.0
07.27	31.0	43.0	29.0	54.0
07.28	33.0	49.0	31.0	53.0
07.29	34.0	50.0	32.0	60.0
07.30	36.0*	51.0	33.0	62.0
07.31	38.0	52.0	34.0	84.0

注: \* 已达到旱害指标。

### 2.3 降低土温保持水分

红壤旱地作物采用覆盖技术,可以减少太阳直接照射地表的辐射能,使土壤温度降低,有效地保持土壤水分,利于作物生长。据测定,桔园在夏季覆盖区20cm深土层的土温比清耕区下降0.1~1.0℃,地表温度下降1~2℃。覆盖技术降温效果依次是:草加膜覆盖>稻草覆盖>地膜覆盖。在高温干旱季节,土壤温度降低,土壤水分蒸发减少,使土壤水热适宜,有利于柑桔根系生长和最佳吸收营养状况。

### 2.4 提高土壤—作物抗旱能力

红壤丘陵旱地作物实行覆盖技术,明显地增进了土壤保水蓄水性能,提高了作物抗旱能力。据田间观测结果:在大雨后连续晴天的情况下,花生15天开始出现凋萎,玉米10天,柑桔树30天。在各种作物覆盖技术试验中,花生的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区抗旱天数分别比清耕区多7天,5天和10天;玉米的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区抗旱天数分别比清耕区多4天,3天和8天;柑桔树的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区的抗旱天数分别比清耕区多10天,8天和15天。

### 2.5 增加作物产量

红壤丘陵旱地花生、玉米和柑桔实行覆盖保水技术,改善了作物生态环境和营养状况,无疑使作物生长发育良好,增加产量。田间调查和验收结果(表5、6)表明,花生的地膜覆盖区、稻草覆

盖区和草加膜覆盖区的总生物量分别比清耕区增产25.1%,12.8%和29.8%,其中籽实分别增产26%,15.5%和32.7%;玉米的地膜覆盖区、稻草覆盖区和草加膜覆盖区的总生物量分别比清耕区增产9.6%,4.4%和17.1%,其中籽实分别增产13.9%,8.9%和18.8%,同样柑桔覆盖区的座果数、座果率、结果数和产量都高于清耕区,并达到极显著水平。

表5 花生和玉米覆盖的产量(湖南桃源,1992)

作物项目		处理			
		地膜覆盖	稻草覆盖	草加膜覆盖	清耕(CK)
花 籽实	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	3879.0	2552.0	4083.0	3076.0
	比清耕增减(%)	26.0	15.5	32.7	—
秸 秆	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	2232.0	1959.0	2257.5	1807.5
	比清耕增减(%)	23.5	8.4	30.1	—
总 生	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	6111.0	5511.0	6340.5	5289.0
	比清耕增减(%)	25.1	12.8	29.8	—
玉 籽实	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	5271.0	4921.5	5512.5	4633.5
	比清耕增减(%)	13.8	6.2	18.8	—
秸 秆	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	3319.5	3270.0	3679.5	3216.5
	比清耕增减(%)	3.6	1.8	14.6	—
总 生	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	8598.0	8191.5	9186.0	7845.0
	比清耕增减(%)	9.6	4.4	17.1	—

表6 桔园覆盖的花、果和产量 (江西泰和,1993年)

项 目		处 理			
		地膜覆盖	稻草覆盖	草加膜覆盖	清耕(CK)
花 量	(朵/株)	3487.70	3431.00	3243.70	3430.70
座果数	(个)	89.90	71.00	87.00	29.30
座果率	(%)	2.55	2.07	2.68	
结果数	(个/株)	103.90	86.6B	102.80	46.8A
产 量	(kg/株)	16.70	13.9B	158Bd	7.6A

注:花量和座果数均为6株树的平均值,结果数和产量均为30株树的平均值。

3 结 语

红壤丘陵区夏秋高温干旱季节,红壤旱地作物实行覆盖技术,能有效地提高土壤水分,增进土壤——作物抗旱能力,改善作物生态环境和营养状况,使作物生长发育良好,增加产量。花生覆盖区增产15.5%~32.7%;玉米增产6.2%~18.8%;柑桔增产82.9%~119.7%。因此,覆盖技术是红壤丘陵区解决旱地作物缺水干旱的关键措施,是进一步深度开发改造利用红壤的投资少、见效快、效益大的一条有效途径。

覆盖技术是红壤丘陵旱地作物保水抗旱有效措施,覆盖效果大小与覆盖物质紧密相关。研究表明,草加膜覆盖>地膜覆盖>稻草覆盖。因此,采用覆盖技术必须根据财力、物力和人力而定,各地可覆盖物质很多,如作物秸秆、山青野草及生物和化合物等,因地制宜,就地取材,做到投资少、收效大。

覆盖技术是旱地作物增产措施之一,在采用覆盖技术的同时,还应兴修水利、改善灌溉条件、改进种植制度、选用优良品种、科学施肥及防治病虫害等,这样才能获得覆盖技术的最佳效果。

(下转69页)

土壤水分衰减之初,土壤水还保持一定的有效水贮量,而且热量条件也还能满足某些作物需求,如绿肥、蔬菜等。

4.2.2 灌溉农业的节水措施 燥红土分布的干热河谷区,水低山高,水资源缺乏。水利设施有限,灌溉面积很少。加强节水灌溉措施尤为重要。据以上研究结果,可采取下述措施:(1)适时定额灌溉。在作物生育期的水分关键期灌溉,如在本区6月下旬至7月下旬的缺水期施行定额灌溉。(2)省水灌溉措施。采用罐渗法,在燥红土果园应用已取得成效<sup>[5]</sup>。用水泥砂浆砌成砖罐,容积26L,埋于果树旁,渗水速度1.0~5.0L/d,即满足果树生长需要,又节约大量灌溉用水。设施简易,成本低廉、效果显著。是有希望的节水措施之一。其它节水灌溉措施如滴灌、喷灌等还有待试验研究。

承本所元谋水保站高维森、杨道杰等同志支持协助,一并致谢!

#### 参考文献

- 1 熊毅等.中国土壤(第二版).北京:科学出版社,1987,64~66
- 2 庄季屏等.土壤低吸力段持水性能及其与早期土壤干旱的关系研究.土壤学报,1986,23(4):306~313
- 3 信乃诤等.旱地农田水分状况与调控技术.北京:农业出版社,1992,275~280,419
- 4 何毓蓉.紫色土的水分状况与调控.中国紫色土(上),北京:科学出版社,1991,197,200
- 5 张信宝.罐渗节水灌溉试验研究取得实质性进展.科成报,1993,5,1

(上接第51页)

#### 参考文献

- 1 李庆逵主编.中国红壤.北京:科学出版社,1983,254~259
- 2 湖南省气象局编.湖南气候,长沙:湖南科学技术出版社,1979
- 3 中国科学院南京土壤研究所主编.中国土壤.北京:科学出版社,1978,508~51
- 4 湖南省农业厅编著.湖南土壤.北京:农业出版社,1989,84~98
- 5 江西省土地利用管理局等编著.江西土壤.北京:中国农业科技出版社,1991,59~100
- 6 姚贤良、于德芬.土壤的物质性质及其生产意义.土壤学报,1982,19(3):224~236
- 7 古汉虎等编著.低产土壤改良,长沙:湖南科学技术出版社,1982,55~59