

旱地组合型微垄全膜不同覆盖时期对土壤水分及胡麻生长的影响

李小燕¹, 张雷¹, 牛芬菊¹, 张成荣¹, 李胜克¹, 李玉娥¹, 莫非²

(1. 榆中县农业技术推广中心, 甘肃 兰州 730100;

2. 兰州大学生命科学学院干旱农业生态研究所/草地农业生态系统国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 春夏干旱是榆中县旱作区胡麻产量的主要限制因素。进一步减少旱地冬春季土壤水分的无效蒸发、提高土壤含水量, 为胡麻前期生长创造良好的土壤条件是实现该区胡麻高产稳产的必须步骤。2011—2012 年连续两年在地处甘肃省中部半干旱雨养农业区的榆中县石头沟旱作农业示范点进行了组合型微垄全膜覆盖不同覆盖时期对旱地胡麻生长影响的试验。本试验设组合型微垄全膜秋覆盖垄侧栽培、组合型微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培和露地穴播三个处理, 分别对其土壤水分、经济性状、生育期、产量结果进行分析。结果表明, 旱地胡麻组合型微垄全膜秋覆盖垄侧栽培可明显减少冬春季土壤水分的无效蒸发, 增加土壤水分含量, 0~60 cm 的土壤平均含水量, 分别比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培和旱地胡麻露地穴播栽培高 31.9 g·kg⁻¹ 和 45.3 g·kg⁻¹; 胡麻的经济性状明显改善, 株高分别比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培和旱地胡麻露地穴播栽培高 3.8 cm 和 14.7 cm, 单株蒴果数分别增加 8.5 个和 11.5 个、蒴果粒数分别增加 0.6 个和 1.65 个、千粒重分别提高 0.05 g 和 0.31 g。旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培比胡麻露地栽培增产 1 471.2 kg·hm⁻², 增幅 129.54%, 比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培增产 378.22 kg·hm⁻², 增幅 17.41%, 增产效果十分明显。

关键词: 组合型微垄; 全膜覆盖时期; 土壤水分; 旱地胡麻; 产量

中图分类号: S318 **文献标志码:** A

Effects of mulching periods on soil moisture and growth of dryland flax under combined micro-ridge with fully film mulching practice

LI Xiao-yan¹, ZHANG Lei¹, NIU Fen-ju¹, ZHANG Cheng-rong¹,
LI Sheng-ke¹, LI Yu-e¹, MO Fei²

(1. Yuzhong Agricultural Technology Extended Center, Lanzhou, Gansu 730100, China;

2. State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems, Institute of Arid Agroecology, School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: Drought during both spring and autumn has been proved to be one of most important limiting factors on flax productivity in dryland farming regions of Yuzhong. Reducing invalid evaporation and increasing availability of soil water content during both seasons have been considered to be an effective tactic to achieve stable and highly effective flax productivity through improving soil moisture at early flax developmental stages. A field experiment by comparing different mulching periods under the farming practice of combined micro-ridge with fully film mulching was carried out to examine the effects of differential soil water levels on flax growth from 2011 to 2012 at Yuzhong Shitougou Dryland Agriculture Demonstration Site, where crop productivity was characterized by typical semiarid rainfall agriculture system in Gansu Province. Three treatments were arranged in our study, including (1) applying combined micro-ridge with fully film mulching at autumn and planting flax on the sides of ridge in next spring; (2) applying combined micro-ridge with fully

收稿日期: 2014-04-27
基金项目: 甘肃省农业科技创新项目 (GNCX-2011-32)
作者简介: 李小燕 (1976—) 女, 甘肃榆中人, 农艺师, 主要从事旱作农业技术与示范推广工作。E-mail: lixy.1976@163.com。
通信作者: 张雷 (1963—), 男, 推广研究员, 主要从事旱作农业技术与示范。E-mail: yzxzhanglei@163.com。

film mulching 1–2 days before sowing season in spring; (3) bunch planting in bare land without mulching to explore the change of soil water content, flax phenology, economic benefits and yield performance with the treatments. Our results showed that the application of combined micro-ridge approach in autumn reduced the invalid evaporation and increased soil water content significantly. By comparing variations between application of the combined micro-ridge treatment during autumn and application before sowing and bunch planting, it was found that the average water content at 0~60 cm soil layer was enhanced by $31.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $45.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, plant height was elevated by 3.8 cm and 14.7 cm, capsule number per plant went up by 8.5 and 11.5, kernel number per capsule ascended by 0.6 and 1.65, thousand kernel weight was advanced by 0.05 g and 0.31 g, grain yield was increased by 17.41% and 129.54%, respectively. The economic properties had been improved largely with the treatment during autumn. Our results indicated that the combined micro-ridge with fully film mulching applied in autumn and flax planted on the sides of ridge in next spring could be expected to be one of most effective farming approaches to the achievement of stable and highly effective flax productivity in semiarid rainfall agricultural system.

Keywords: combined micro-ridge with fully film mulching; mulching periods; soil water content; dryland flax; yield performance

试验区地处甘肃省中部的黄土高原丘陵沟壑区,境内年降雨量 350 mm 左右,而蒸发量为 1 400 mm,是降雨量的 3.5 倍。水资源极缺,农业生产用水主要依靠自然降水,是典型的雨养农业区,十年九旱。降雨少而集中,7—9 三个月的降雨量占全年总降雨量的 55%,冬春季降雨量少。总降雨量的 10%~15%以地表径流形式流失,20%~25%形成初级生产力,60%~65%无效蒸发^[1-3]。春季降水多以 10 mm 以下的微量甚至无效降水为主,对改善土壤墒情意义不大,春季干旱影响播种和出苗已成为制约旱作农业生产发展不可回避的自然因素。垄作是通过改变地表微地形,减少耕种面积,协调水、肥、气、热关系,促进作物生长的一种保护性耕作措施^[4-6]。半干旱雨养农业区如何采取有效的耕作方法和蓄水保墒措施,减少降水的无效损耗,增加土壤水库的有效蓄水量,提高作物产量和水分生产率已成为目前旱作农业研究的重要内容^[7-10]。旱地玉米全膜双垄沟播栽培技术能充分接纳和利用天然降水、最大限度保蓄土壤水分、显著提高降水利用率、缩短玉米生育期、增产效果明显、经济效益显著^[11-14],但是,这项技术主要应用于旱地玉米、马铃薯等稀植作物。为此,我们为将这项技术拓展到胡麻等密植作物上,改传统胡麻人畜播种为穴播机播种,集成膜面播种穴集雨、覆盖抑蒸、雨水富集叠加利用等技术,最大限度减少土壤水分的无效蒸发(尤其是冬季和早春土壤水分的无效蒸发),有效解决旱地胡麻生长期缺水和产量低而不稳的问题,彻底解决传统胡麻种植出苗率低的问题,进行了旱地微垄全膜不同覆盖时期对旱地土壤水分及胡麻生长

影响的试验研究。

1 材料与方法

1.1 试验区基本情况

田间试验于 2011—2012 年连续两年在地处甘肃省中部半干旱雨养农业区的榆中县石头沟旱作农业示范点进行,试验点海拔 1 970 m,无霜期 139 d,正常年份降水量 350 mm。试验地土壤类型为黑垆土川台麻土,试验田为旱作梯田,前茬为玉米,产量为 $11\,700 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,耕层土壤养分为有机质 $13.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全氮 $1.05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮 $45.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷(P_2O_5) $32.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾(K_2O) $98.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。试验田于冬前 10 月 15 日,先用微耕机深耕后,将肥料按每公顷 46% 尿素 195 kg、12% 过磷酸钙 187.5 kg、21% 硫酸钾 180 kg 的量均匀撒施于沟内,再用耙耱进行耙耱收墒,并进行镇压,做到深、细、平、净,以利于覆膜播种^[15]。

1.2 试验材料

参试品种为天亚 9 号,地膜为绿园塑料制品有限公司生产的 0.008 mm 聚乙烯吹塑农用地膜。

1.3 试验设计

试验设 A:旱地胡麻露地穴播(对照),B:旱地胡麻组合型微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培,C:旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培三个处理,重复三次,随机排列,小区面积 22 m^2 (长 5 m,宽 4.4 m),区间距 0.5 m,胡麻种植密度 $50 \text{ 万穴} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均每穴 8 粒。

起垄覆膜方法:带宽 1.1 m,每带起两个底宽 0.2 m、高 0.1 m 和一个底宽 0.4 m、高 0.1 m 的三个

集雨垄面,垄顶呈圆弧形,在三个集雨垄面之间形成三个底宽 0.1 m 的种植带,选用 1.2 m 宽的地膜,边起垄边覆膜,膜与膜间不留空隙,相接处在底宽 0.4 m 大垄上,接缝处用土压住地膜,每隔 1 m 压土腰带,并在垄沟内覆 0.01 m 左右的土(采用方铁锹在膜侧就地取土,取土时尽量不要挖坑,边取边利用耙耢器整平,每次少量取土,均匀撒开),固定地膜,垄沟每隔 50 cm 用打孔器(可用木板上间隔 50 cm 左右扎一铁钉自己制作打孔器)打一 3~5 mm 的孔集雨蓄水。胡麻在种植带两边的垄侧穴播种植,一个组合带种植六行胡麻,每小区种胡麻 4 带 24 行,穴距 0.12 m。

- A:旱地胡麻露地穴播,3 月 15 日播种。
- B:旱地胡麻组合型微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培,起垄、覆膜、播种同时进行(3 月 15 日)。
- C:旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培,将起垄覆膜时间提早到上年度 10 月中旬(10 月 15 日)。

播种期为 3 月 15 日,其他栽培管理措施相同。

1.4 测定项目与方法

- 1.4.1 降水量 由当地气象站提供。
- 1.4.2 土壤含水量 土壤含水量采用土钻取土烘干称重法测定,土壤水分测定深度 60 cm(0~20 cm 耕作层,0~30 cm 大部分根系分布层,30~60 cm 土壤蓄水层)。在胡麻生长期按胡麻不同生育时期对不同处理 0~60 cm 土层进行土壤水分动态监测,以 20 cm 为一土层单位^[16]。用公式:土壤含水量($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)=(土壤湿重-土壤干重)/土壤干重 $\times 1000$ 计算。
- 1.4.3 生物性状和产量 每小区在中间 2 行中随机选取 10 株,用以测定作物的农艺性状和经济性状,按全小区单收计算经济产量。

2 结果与分析

2.1 不同覆膜时期对土壤水分的影响

胡麻生育期不同覆膜时期 0~60 cm 土壤含水量的测定结果表明(见表 1),胡麻出苗期两年的 0~60 cm 的土壤平均含水量,旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培(处理 C)分别比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)和旱地胡麻露地穴播栽培(处理 A)高 $31.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $45.3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)比旱地胡麻露地穴播栽培(处理 A)高 $13.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;试验

区从胡麻播种到出苗的近一个月里,两年的平均降水量只有 4.9 mm (见表 2),对胡麻出苗影响很小。而出苗时,0~20 cm 两年的土壤平均含水量旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培(处理 C)分别比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)和旱地胡麻露地穴播栽培(处理 A)高 $62.7\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $41.3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。秋覆膜可减少冬春季土壤水分的无效蒸发,明显增加土壤水分含量,为保证胡麻全苗、壮苗奠定基础。胡麻从出苗到分茎期降水量明显增多,但是,随着气温的升高,由于当地的干燥性气候特点,蒸发量也加大,全膜覆盖大大减少了土壤水分的无效蒸发,分茎期处理 C 的土壤水分分别比处理 B 和处理 A 高 $6.3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $39.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,处理 B 比处理 A 高 $33.3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,对胡麻前期的生长具有特别重要的意义。胡麻现蕾期到开花期当地的降水量仍然在较低水平,两年的平均降水量只有 1.15 mm ,在胡麻现蕾期,20~40 cm 两年的土壤平均含水量旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培(处理 C)分别比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)和旱地胡麻露地穴播栽培(处理 A)高 $50.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $5.25\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。膜覆盖显著的保水效果为胡麻的高产稳产奠定基础。胡麻开花期到成熟期降水量明显增加,但是,处理 C 和处理 B 土壤水分低于处理 A,尤其是到了成熟期,处理 C 的土壤水分分别比处理 B 和处理 A 低 $9.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $31.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,处理 B 比处理 A 低 $22.8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,这与胡麻生长后期处理 C 和处理 B 的胡麻生长量大,水分消耗量大有关。

2.2 不同覆膜时期对胡麻经济性状和出苗率影响

从测定的胡麻主要经济性状看出(见表 3),旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培(处理 C)的主要经济性状明显好于旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)和旱地胡麻露地栽培(处理 A),其中株高分别高 3.8 cm 和 14.7 cm、单株蒴果数分别增加 8.5 个和 11.5 个、蒴果粒数分别增加 0.6 个和 1.65 个、千粒重分别提高 0.05 g 和 0.31 g。处理 B 的主要经济性状好于处理 A,其中株高增 10.9 cm、单株蒴果数增加 3 个、蒴果粒数增加 1.05 个、千粒重提高 0.25 g。从测定的胡麻出苗率看出,处理 C 的出苗率分别比处理 B 和处理 A 高 20.3% 和 14.6%。试验研究证明,在半干旱雨养农业区应用微垄全膜覆盖侧播栽培技术覆膜时间越早越有利于胡麻的生长发育,以上年 10 月中旬覆膜为宜。

表 1 胡麻生育期土壤含水量/(g·kg⁻¹)

Table 1 Soil water content during different growth periods of linseed

处理 Treatment	年份 Year	土层深度 Soil depth /cm	出苗期 3 月 19 日 至 4 月 10 日 Seeding stage from March 19 to April 10	分茎期 4 月 11 日 至 5 月 10 日 Tillering stage from April 11 to May 10	现蕾期 5 月 11 日 至 5 月 31 日 Squaring stage from May 11 to May 31	开花期 6 月 1 日 至 6 月 10 日 Flowering stage from June 1 to June 10	成熟期 6 月 11 日 至 7 月 20 日 Ripening stage from June 11 to July 20	平均值 Average
A	2011	0 ~ 20	59.3	79.6	53.1	50.4	82.8	65.0
		20 ~ 40	71.6	85.4	61.4	74.4	88.9	76.3
		40 ~ 60	83.9	81.0	70.0	88.18	92.3	83.2
		平均 Average	71.6	82.1	61.5	71.2	88.0	74.9
	2012	0 ~ 20	62.7	78.5	58.8	46.5	96.3	68.6
		20 ~ 40	72.0	82.7	68.3	85.7	92.3	80.2
		40 ~ 60	75.9	87.5	73.0	92.5	90.1	83.8
		平均 Average	70.2	82.9	66.7	74.9	92.2	77.4
	平均 Average		70.9	82.5	64.1	73.1	90.1	76.1
B	2011	0 ~ 20	75.2	110.7	103.2	54.3	57.2	77.1
		20 ~ 40	85.6	119.4	109.8	67.5	61.8	88.8
		40 ~ 60	108.0	128.7	122.4	85.8	63.7	104.7
		平均 Average	89.6	119.6	111.8	69.2	60.9	90.2
	2012	0 ~ 20	95.0	115.9	108.7	54.5	80.9	91.0
		20 ~ 40	73.0	114.8	111.2	67.8	66.1	86.6
		40 ~ 60	68.7	105.0	112.2	74.5	74.4	87.0
		平均 Average	78.9	111.9	110.7	65.6	73.8	88.2
	平均 Average		84.3	115.8	111.3	67.4	67.4	89.2
C	2011	0 ~ 20	118.8	129.6	100.1	65.3	60.5	96.1
		20 ~ 40	101.6	122.6	106.4	67.9	46.3	88.9
		40 ~ 60	101.8	117.5	119.6	75.1	54.0	92.4
		平均 Average	107.4	123.2	108.7	69.4	53.6	92.5
	2012	0 ~ 20	128.6	128.5	107.6	66.2	71.4	101.3
		20 ~ 40	125.1	108.2	127.9	68.5	65.4	99.4
		40 ~ 60	121.0	126.0	131.4	72.9	51.9	99.4
		平均 Average	124.9	120.9	122.3	69.2	62.9	100.0
	平均 Average		116.2	122.1	115.5	69.3	58.3	96.3

表 2 胡麻生育期降水量/mm

Table 2 Rainfall during the growth periods of linseed

年份 Year	03 - 19—04 - 10 From March 19 to April 10	04 - 11—05 - 10 From April 11 to May 10	05 - 11—05 - 31 From May 11 to May 31	06 - 01—06 - 10 From June 1 to June 10	06 - 11—07 - 20 From June 11 to July 20	合计 Total
2011	3.1	22.90	10.9	2.00	59.60	98.50
2012	6.7	34.20	46.1	0.30	61.50	148.80
平均 Average	4.9	28.55	28.5	1.15	60.55	123.65

2.3 不同覆膜时期对胡麻生育期的影响

从胡麻生育时期的观察记载看出,处理 C 的出苗最早,较处理 A 提前 5~6 天,较处理 B 提前 2~4 天;处理 B 较处理 A 提前 2~3 天,这说明全膜覆盖提高了耕作层土壤水分和地表温度,给胡麻发芽和

出苗创造了较好的条件。从成熟期看,处理 C 的成熟期最早,在 7 月中旬,较处理 B 提前 2 天,较处理 A 提前 8 天。7 月下旬进入雨季,早收获对预防胡麻贪青晚熟,增加胡麻千粒重有一定作用。

表 3 胡麻经济性状和出苗率

Table 3 Economic characteristics of linseed and rates of emergence

处理 Treatment	年份 Year	株高/cm Plant height	单株蒴果数/个 Capsule number /number	蒴果粒数/粒 Capsule count /grain	千粒重/g 1000-grain eight	出苗率/% Rate of emergence
A	2011	44.5	8.0	7.2	7.42	43.1
	2012	53.7	11.0	7.5	7.58	48.6
	平均 Average	49.1	9.5	7.3	7.50	45.9
B	2011	48.3	12.0	8.5	7.74	58.6
	2012	71.6	13.0	8.3	7.76	62.4
	平均 Average	60.0	12.5	8.4	7.75	60.5
C	2011	48.8	19.0	8.6	7.78	64.3
	2012	78.7	23.0	9.4	7.83	68.1
	平均 Average	63.8	21.0	9.0	7.81	66.2

表 4 主要生育期记载

Table 4 Dates of main growth periods of linseed

处理 Treatment	出苗期(月－日) Seeding stage (month－days)	现蕾期(月－日) Squaring stage (month－days)	盛花期(月－日) Full－bloom stage (month－days)	成熟期(月－日) Ripening stage (month－days)	生育期/d Growth period /days
A	04－12	06－12	06－20	07－22	102
	04－14	06－17	06－24	07－24	102
B	04－10	05－28	06－08	07－16	98
	04－11	05－28	06－10	07－18	99
C	04－06	05－25	06－06	07－14	100
	04－09	05－25	06－08	07－16	99

2.4 不同覆膜时期对胡麻产量的影响

不同覆膜时期胡麻产量的测定分析(表 5)两年的平均结果表明,旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培(处理 C)的产量比旱地胡麻露地栽培(处理 A)平均增产 1 471.19 kg·hm⁻²,增 129.54 个百分点,增产效果十分明显;比旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)平均增产 378.23 kg·hm⁻²,增 16.97 个百分点。旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培(处理 B)比旱地胡麻露地栽培(处理 A)平均增产 1 092.97 kg·hm⁻²,增 96.05 个百分点,增产效果明显。结果表明,旱作胡麻双垄集雨全膜覆盖侧播栽培覆膜时间越早,越有利于保蓄土壤水分,胡麻出苗率高,胡麻的单株蒴果数、蒴果粒数、千粒重增加,使胡麻的产量构成因素得到改善,有效地提高了胡麻产量。

3 结论与讨论

1) 旱作胡麻微垄全膜覆盖侧播栽培覆膜时间越早,减少冬春季土壤水分的无效蒸发,增加土壤水分含量的效果越显著,从而保证胡麻全苗和前期健

壮生长,对提高胡麻产量奠定基础。以上年 10 月中旬覆膜或早春土壤耕作层解冻后覆膜为宜。

2) 微垄全膜覆盖侧播栽培明显减少土壤水分的无效蒸发,增加土壤水分含量,胡麻出苗率高,胡麻的经济性状明显改善,蒴果粒数、百粒重增加,可有效提高胡麻产量。明显改善胡麻的经济性状,胡麻的单株蒴果数、蒴果粒数、千粒重增加,使胡麻的产量构成因素得到改善,同时,胡麻出苗早,收获期提前,为胡麻高产创造了良好的条件。

3) 旱地胡麻组合型微垄全膜秋季覆盖垄侧栽培和旱地胡麻微垄全膜播种前覆盖垄侧栽培比胡麻露栽培分别增产 1 471.2 kg·hm⁻²和 1 092.97 kg·hm⁻²,增 129.54 个百分点和 96.05 个百分点,增产效果十分明显,适宜在年降雨量 300~450 mm 的半干旱旱作区推广应用。

4) 地膜的破损程度直接影响胡麻长势和产量。一是要选用正规地膜厂家生产的合格地膜,厚度 0.008 mm;二是冬春季保护好地膜,防止牲畜践踏地膜和人为破坏,减少地膜破损。

表 5 胡麻产量
Table 5 Yields of linseed

处理 Treatment	年份 Year	小区产量/(kg·22 m ⁻²) Plot yield				折单产 Converted yield /(kg·hm ⁻²)	比对照 Compared with control	
		I	Ⅱ	Ⅲ	平均 Average		增/(kg·hm ⁻²) increase	增产率/% increasing rate
A	2011	2.45	2.48	2.42	2.45	1114.19	0	0
	2012	2.56	2.46	2.61	2.54	1156.64	0	0
	平均 Average	2.51	2.47	2.51	2.49	1135.77	0	0
B	2011	4.60	4.53	4.45	4.53	2058.60	944.41	84.76
	2012	5.07	5.25	5.50	5.27	2398.17	1241.53	107.34
	平均 Average	4.84	4.89	4.97	4.90	2228.38	1092.97	96.05
C	2011	5.63	5.68	5.42	5.58	2536.12	1421.92	127.62
	2012	5.83	5.89	5.94	5.89	2677.10	1520.46	131.45
	平均 Average	5.73	5.79	5.68	5.74	2606.61	1471.19	129.54

5) 研发出了人畜起垄、覆膜机和机引起垄、覆膜、覆土一体机。前者以牲畜作牵引动力,起垄、覆膜一次完成,覆土也必须有人来完成。每台每天可完成 2 亩作业量。后者以四轮拖拉机作牵引动力,实行镇压、覆膜、覆土一体化作业,具有作业速度快、覆土均匀、覆膜一致、镇压提墒、苗床平实、减少劳动强度、有效防止地膜风化损伤和苗孔错位等优点,每台每天可完成 40 亩作业量,作业效率较人工作业提高 20 倍以上,但一体机只是根据胡麻栽培技术而研发的首台机械,所以有待于在生产实践中继续研究。

6) 本试验中,垄沟内覆 0.01 m 左右的土是为了防止大风揭膜和苗孔错位,而本地多以小雨、微雨为主,当降雨量过小时,这 0.01 m 左右的土势必会吸收一定的雨水,所以覆盖土层的厚度有待于我们进一步试验研究。

参 考 文 献:

[1] 高世民.陇中黄土高原丘陵沟壑区生态环境建设与农业可持续发展研究[M].郑州:黄河水利出版社,2003.

[2] 张雷,牛芬菊,李小燕,等.旱地全膜双垄沟播秋覆膜对玉米产量和水分利用率的影响[J].中国农学通报,2010,22(26):142-145.

[3] 王彩绒,田霄鸿,李生秀.沟垄覆膜集雨栽培对冬小麦水分利用率及产量的影响[J].中国农业科学,2004,37(2):208-214.

[4] 王旭清,王法宝,任德昌,等.作物垄作栽培增产机理及技术研

究进展[J].山东农业科学,2001,(3):41-45.

[5] 牛芬菊,张雷,魏方红,等.旱地谷子全膜双垄侧播栽培技术[J].甘肃农业科技,2011,(11):42-43.

[6] 张雷,李小燕,牛芬菊,等.旱地微垄地膜覆盖沟播栽培对土壤水分和胡麻产量的影响[J].作物杂志,2011,(4):95-97.

[7] 陈明灿,李友军,熊英,等.豫西旱地小麦不同种植方式增产效应分析[J].干旱地区农业研究,2006,24(1):29-32.

[8] 李志军,赵爱萍,丁晖兵,等.旱地玉米垄沟周年覆膜栽培增产效应研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(2):12-17.

[9] 肖继兵,孙占祥,杨久廷,等.旱地农田高粱垄膜沟种高产栽培技术研究[J].辽宁农业科学,2008,(3):30-32.

[10] 张德奇,廖允成,贾志宽.旱区地膜覆盖技术的研究进展及发展前景[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):208-213.

[11] 张雷,牛建彪,赵凡.旱作玉米提高降水利用率的覆膜模式研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(2):8-11.

[12] 刘广才,杨祁峰,李来祥,等.旱地玉米全膜双垄沟播技术土壤水分效应研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(6):18-28.

[13] 李来祥,刘广才,杨祁峰,等.甘肃省旱地玉米全膜双垄沟播技术与应用进展[J].干旱地区农业研究,2009,27(1):114-118.

[14] 金胜利,周丽敏,李凤民,等.黄土高原地区玉米双垄全膜覆盖沟播栽培技术土壤水温条件及产量效应[J].干旱地区农业研究,2010,28(2):28-33.

[15] 牛芬菊,李小燕,张雷,等.榆中县旱地胡麻组合型微垄全膜覆盖侧播适宜播种期研究[J].农业开发与装备,2014,(2):32-33.

[16] 郭凤台,迟侠侠,程东娟,等.土壤水分特征曲线试验研究[J].南水北调与水利科技,2006,4(2):47-48.