

旱作农业区全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕 穴播胡麻栽培技术研究

孙新荣, 仲彩萍, 张维彪

(甘肃省定西市渭源县农业技术推广中心, 定西 甘肃 748200)

摘要:为探讨旱作农业区全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻种植技术的效应,于2014–2017年在甘肃省渭源县进行大田试验,设白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻(T1)、黑膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻(T2)、白膜全膜双垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻(T3)、露地种植(T4)4个处理,来研究蚕豆–胡麻轮作产量、土壤水热效应。结果表明,不同处理的蚕豆、胡麻增产顺序均为 $T1>T2>T3>T4$,0~25 cm土壤平均含水量为 $T1>T2>T3>T4$,0~25 cm平均地温为 $T1>T3>T2>T4$ 。T1蚕豆和胡麻降水利用率分别为19.9、16.9 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \text{mm}^{-1}$,分别较T2提高24.4%、15.0%,分别较T3提高55.5%、19.9%,分别较T4(CK)提高188.4%、156.1%;T1蚕豆、胡麻平均产量分别为2 454.5、1 875.6 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,蚕豆分别较T2、T3、T4(CK)增产23.8%、54.9%、186.2%,胡麻分别较T2、T3、T4(CK)增产14.9%、19.6%、154.3%。因此,白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻种植技术是适合当地的蚕豆–胡麻轮作高效栽培技术。

关键词:蚕豆;胡麻;轮作;全膜微垄沟播;穴播;留膜;免耕栽培;旱作农业区

中图分类号:S352.5⁺4 **文献标志码:**A

Study on micro ridge-furrow film mulching cultivation techniques of faba bean and flax rotation in dryland farming areas

SUN Xin-rong, ZHONG Cai-ping, ZHANG Wei-biao

(Agricultural Technology Extension Station of Weiyuan County, Dingxi, Gansu 748200, China)

Abstract: To explore the micro ridge-furrow mulching cultivation techniques for faba bean and flax rotation in dryland farming areas, a field experiment was conducted with four treatments including 1) rotation of faba bean followed by flax with micro ridge-furrow covered by white plastic film (T1); 2) the same as T1 but with black plastic film (T2); 3) the same as T1 but double micro ridge-furrow (T3); 4) furrow-seeding without mulching (T4). We studied the effects of different treatments on the crop yield and soil thermo and moisture conditions. The results showed that T1 significantly increased soil moisture content and raised soil temperature and also improved agronomic characters of faba bean and flax. As a result, it significantly increased yield and economic return of faba bean and flax. Compared with T2, T3, and T4, T1 increased water use efficiency of faba bean by 24.4%, 55.5%, and 188.4% over them, and water use efficiency of flax by 15.0%, 19.9%, and 156.1%, respectively. Additionally, T1 increased yield of faba bean by 23.8%, 54.9%, and 186.2% and yield of flax by 14.9%, 19.6%, and 154.3% over other 3 treatments, respectively. Therefore, the rotation of faba bean followed by flax with micro ridge-furrow covered by white plastic film is an optimal cropping system for stable and high production of dryland faba bean and flax.

Keywords: faba bean; flax; crop rotation; whole field surface plastic mulching and micro ridge-furrow planting; bunch-seeding; reserved plastic films; no-till planting; dryland farming

黄土高原旱作农业区,干旱少雨,植被稀少,种植结构单一,多年出现连作,病害严重,土壤结构和

肥力越来越差,农作物持续增产的潜力越来越小。随着中央《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》的实施,我们将蚕豆、胡麻作为旱作农业区轮作的主要作物,发挥蚕豆根瘤固氮养地作用,提高土壤肥力,免耕种植胡麻减少地膜污染。地膜覆盖是旱作农业区一项重要的农业技术,研究表明,地膜覆盖可明显提高土壤含水量^[1-2],旱地蚕豆、胡麻采用覆膜栽培对产量构成因素有明显提高^[3-4],而且旧膜免耕种植胡麻产量和水分利用效率也有明显提高^[5],地膜覆盖和免耕在提高农田土壤含水量,提高水分的有效利用方面已成研究热点^[6-9]。定西地区的主要栽培模式是白膜全膜双垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻,但是该种栽培模式存在大垄中间种植行不能集雨导致含水量较低的问题,若大垄中间不播种又导致种植密度不合理,水分利用率低,而且土腰带太多导致旧膜回收难,地膜污染严重等问题也普遍存在。如何使地膜覆盖和留膜免耕效果在蚕豆-胡麻轮作上做到有机结合,我们通过 4 年试验,对全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻栽培技术进行了研究,为当地高产高效栽培技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2014~2017 年在甘肃省定西市渭源县大安乡大涝子村进行,海拔 2 220 m,年降雨量 410 mm,年平均气温 5℃,≥10℃ 积温 2 600℃。试验地土壤为台地黄绵土,2014 年耕作层基础地力见表 1。

1.2 试验材料

供试蚕豆品种为临蚕 10 号,胡麻品种为陇亚 10 号;肥料为尿素(N46%)、二铵(N18%,P₂O₅ 46%)、硫酸钾(K₂O 24%),沃夫特复合肥(N12.5%,P₂O₅ 2%,K₂O 3%)。

1.3 试验设计

试验于 2014 年开始,第一年春季在秋覆膜上播种蚕豆,收获蚕豆后留好旧膜,于第二年春季留膜免耕播种胡麻,进行蚕豆-胡麻轮作。试验共设 4 个处理,随机排列,3 次重复。小区面积 44 m²(2.2 m×20 m)。试验处理分别为:

表 1 供试土壤(0~25 cm)养分状况

Table 1 Soil nutrients in top 25 cm layer

土层深度 Soil depth /cm	碱解氮 Available N /(mg·kg ⁻¹)	速效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	pH
0~25	43.15	7.56	97.00	8.57	8.2

T1(白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻):采用白色地膜秋覆膜,幅宽 1.2 m,大垄宽 40 cm,2 个小垄宽 30 cm,垄高均为 10 cm,地膜合缝在大垄中间,压土时用铁锹在大垄中间顺着膜边均匀取土,使得大垄中间出现一条浅沟,将地膜合缝压在浅沟内,每隔 10~15 m 压一条土腰带。

T2(黑膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻):采用黑色地膜秋覆膜,技术规格同 T1。

T3(白膜全膜双垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻):采用白色地膜秋覆膜,幅宽 1.2 m,大垄宽 60 cm,高 10 cm,小垄宽 40 cm,高 15 cm,地膜合缝压在大垄中间,每隔 2~3 m 压一条土腰带。

T4(露地种植):不覆膜,露地穴播。

1.4 土壤含水量、温度测定方法

采用 TZS-1 土壤水分速测仪,在蚕豆、胡麻主要生育期测定不同处理 0~25 cm 土壤绝对含水量、温度。

1.5 覆膜、播种、田间管理及收获

秋季结合整地施优质农家肥 45 000 kg·hm⁻²、尿素 37.5 kg·hm⁻²、磷酸二铵 330 kg·hm⁻²、硫酸钾 300 kg·hm⁻²,耧平起垄覆膜。蚕豆播种采用人工点播器点播,3 月上中旬播种。宽窄行种植,宽行距 40 cm,窄行距 30 cm,穴距 20 cm,全膜微垄沟播全点播在垄沟,全膜双垄沟播大小垄沟点播加大垄中间(偏离压土带)点播一行,每两行间穴距采用三角形种植。成熟后随即取 30 株考种,并统计小区产量。收获蚕豆时小心地膜,留好旧膜,来年留膜免耕种植胡麻。

胡麻播种选用人力穴播机,次年春季,3 月中下旬开始留膜免耕播种。播种时将种子与适量过筛羊粪或鸡粪混合沃夫特复合肥(300 kg·hm⁻²)混匀后装入穴播机,控制每穴 8~12 粒(平均 10 粒)种子,宽窄行种植,宽行距 30 cm,窄行距 20 cm,穴距 12.5 cm,全膜微垄沟点播加宽垄中间(偏离压土带)点播一行,全膜双垄大小垄沟点播加大、小垄中间(大垄中间偏离压土带)各点播一行,每两行间穴距采用三角形种植。成熟后随即取 30 株考种,并统计小区产量。收获胡麻后揭膜整地。

1.6 数据分析

2014~2017 年各年试验数据分作物进行整理,蚕豆 2014~2016 年试验数据平均值和胡麻 2015~2017 年试验数据平均值分别采用 Excel 处理数据、绘图,DPS 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同栽培方式对土壤含水量、降水利用率的影响

图 1 结果表明,3 种覆膜方式蚕豆-胡麻轮作中,新膜蚕豆和旧膜胡麻苗期 0~25 cm 土层 3 年平均土壤含水量差异均不明显,但苗期之后 T1、T2 均比 T3 土壤含水量较高。田间测量表明,T3 主要是大垄垄面播种行土壤含水量低。

T1、T2 土壤含水量高的优势一直保持到成熟期,为旱地蚕豆-胡麻轮作高产稳产创造了条件。T1 蚕豆和胡麻全生育期土壤平均含水量分别为 13.55%、11.93%,分别较 T2 全生育期土壤含水量(蚕豆 13.05%、胡麻 11.63%)高 0.50%、0.30%,分别较 T3 全生育期土壤含水量(蚕豆 11.64%、胡麻 10.34%)高 1.91%、1.59%,分别较 T4(CK)全生育期土壤平均含水量(蚕豆 9.05%、胡麻 8.68%)高 4.5%、3.25%;T2 蚕豆和胡麻全生育期土壤平均含水量分别为 13.05%、11.63%,分别较 T3 全生育期土壤含水量(蚕豆 11.64%、胡麻 10.34%)高 1.41%、

1.29%,分别较 T4(CK)全生育期土壤平均含水量(蚕豆 9.05%、胡麻 8.68%)高 4.0%、2.95%。

表 2 表明,T1、T2 由于增加了集雨垄沟,保墒的效果和降水利用率显著提高。T1 蚕豆和胡麻降水利用率分别为 19.9、16.9 kg·hm⁻²mm⁻¹,分别较 T2 蚕豆和胡麻降水利用率(16.0、14.7 kg·hm⁻²mm⁻¹)提高 24.4%、15.0%,分别较 T3 蚕豆和胡麻降水利用率(12.8、14.1 kg·hm⁻²mm⁻¹)提高 55.5%、19.9%,分别较 T4(CK)蚕豆和胡麻降水利用率(6.9、6.6 kg·hm⁻²mm⁻¹)提高 188.4%、156.1%;T2 蚕豆和胡麻降水利用率为 16.0、14.7 kg·hm⁻²mm⁻¹,分别较 T3 蚕豆和胡麻降水利用率(12.8、14.1 kg·hm⁻²mm⁻¹)提高 25.0%、4.1%,分别较 T4(CK)蚕豆和胡麻降水利用率(6.9、6.6 kg·hm⁻²mm⁻¹)提高 131.9%、113.6%。

可见,全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻明显提高了土壤含水量和降水利用率,充分体现出全膜微垄比传统全膜双垄在蚕豆-胡麻轮作种植中的抗旱优势。

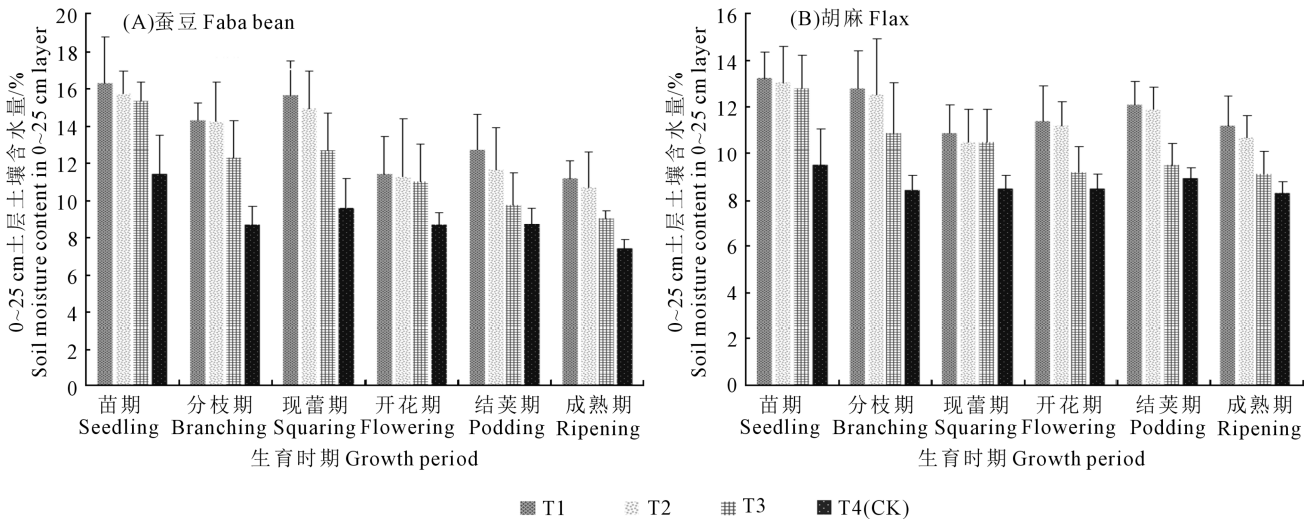


图 1 主要生育期平均土壤含水量
Fig.1 Average soil moisture content at different growth stages of faba bean and flax

表 2 降水利用率
Table 2 Rainfall use efficiency

处理 Treatment	生育期平均降雨 Average rainfall during whole growth period/mm		降水利用率 Rainfall use efficiency /(kg · hm ⁻² mm ⁻¹)		降水利用率提高/% Increase rate of rainfall use					
	蚕豆 ¹⁾ Faba bean	胡麻 ²⁾ Flax	蚕豆 Faba bean	胡麻 Flax	蚕豆 Faba bean			胡麻 Flax		
					T1	T2	T3	T1	T2	T3
T1	123.6	111.2	19.9	16.9						
T2	123.6	111.2	16.0	14.7	24.4			15.0		
T3	123.6	111.2	12.8	14.1	55.5	25.0		19.9	4.3	
T4(CK)	123.6	111.2	6.9	6.6	188.4	131.9	85.5	156.1	122.7	113.6

注:1)蚕豆生育期平均降雨量为 2014~2016 年 3 年 3 月 20 日~7 月 30 日的降水平均值;2) 胡麻生育期平均降雨量为 2015~2017 年 3 年 3 月 20 日~7 月 30 日的降水平均值。
Note: 1) Average rainfall during growth season of faba bean was calculated based on the rainfall during March 20 to July 30 in 2014~2016. 2) Average rainfall during whole growth period of flax was calculated based on the rainfall during March 20 to July 30 in 2015~2017.

2.2 不同栽培方式对耕作层地温的影响

图 2 表明,3 种覆膜方式蚕豆-胡麻轮作中,新膜蚕豆和旧膜胡麻生育期 0~25 cm 土层 3 年平均地温表现为 T1 和 T3 均较高,明显高于 T2 和 T4 (CK)。T1 蚕豆和胡麻生育期平均地温分别为 14.7℃、17.3℃,分别较 T2 蚕豆和胡麻生育期平均地温(13.7℃、15.9℃)提高 7.3%、8.8%,分别较 T3 蚕豆和胡麻生育期平均地温(14.6℃、17.1℃)提高 0.7%、1.2%,分别较 T4(CK)蚕豆和胡麻生育期平均地温(13.0℃、15.1℃)提高 13.1%、14.6%;T3 蚕豆和胡麻生育期平均地温分别为 13.7℃、15.9℃,分别较 T2 蚕豆和胡麻生育期平均地温(13.7℃、15.9℃)提高 6.6%、7.5%,分别较 T4(CK)蚕豆和胡麻生育期平均地温(13.0℃、15.1℃)提高 12.3%、13.2%。

2.3 不同栽培方式对蚕豆、胡麻经济性状的影响

表 3 表明,T1 新膜蚕豆株高、有效分枝、单株荚数、荚粒数、百粒重极显著或显著高于 T2、T3 和 T4 (CK),其中株高分别增加 6.8%、9.6%、74.6%,有效分枝分别增加 23.8%、13.8%、73.7%,单株荚数分别增加 10.0%、27.8%、95.7%,荚粒数分别增加 10.2%、20.0%、28.6%,百粒重分别增加 0.5%、1.0%、13.7%。

表 4 表明,T1 旧膜胡麻株高、有效分枝、全株蒴果数、蒴果粒数、千粒重极显著或显著高于 T2、T3 和

T4(CK),其中株高分别增加 1.0%、3.7%、57.7%,有效分枝分别增加 6.2%、13.3%、30.8%,全株蒴果数分别增加 8.25%、10.6%、56.6%,蒴果粒数分别增加 5.1%、7.1%、52.8%,千粒重分别增加 0.3%、0.4%、6.5%。

可见,白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻种植技术明显改善了新膜蚕豆和旧膜胡麻的主要农艺性状和经济性状。

2.4 不同栽培方式对蚕豆、胡麻产量的影响

表 5 表明,T1 新膜蚕豆 3 年平均产量为 2 454.5 kg·hm⁻²,分别较 T2、T3 和 T4(CK)增产 23.8%、54.9%、186.2%;T2 蚕豆 3 年平均产量为 1 983.4 kg·hm⁻²,分别较 T3 和 T4(CK)增产 25.2%、131.3%。

表 6 表明,T1 旧膜胡麻 3 年平均产量为 1 875.6 kg·hm⁻²,分别较 T2、T3 和 T4(CK)增产 14.9%、19.6%、154.3%;T2 胡麻 3 年平均产量为 1 632.1 kg·hm⁻²,分别较 T3 和 T4(CK)增产 4.1%、121.3%。

2.5 不同栽培方式对蚕豆、胡麻经济效益分析

表 7 表明,T1、T2、T3 分别较 T4(CK)多投入 900 元·hm⁻²地膜,T4 耕地、除草与 T1 和 T2 覆膜、旧膜回收劳动费一致,但 T3 较 T1、T2 多投入旧膜回收劳动费 375 元·hm⁻²。

可见,白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻经济效益非常显著。

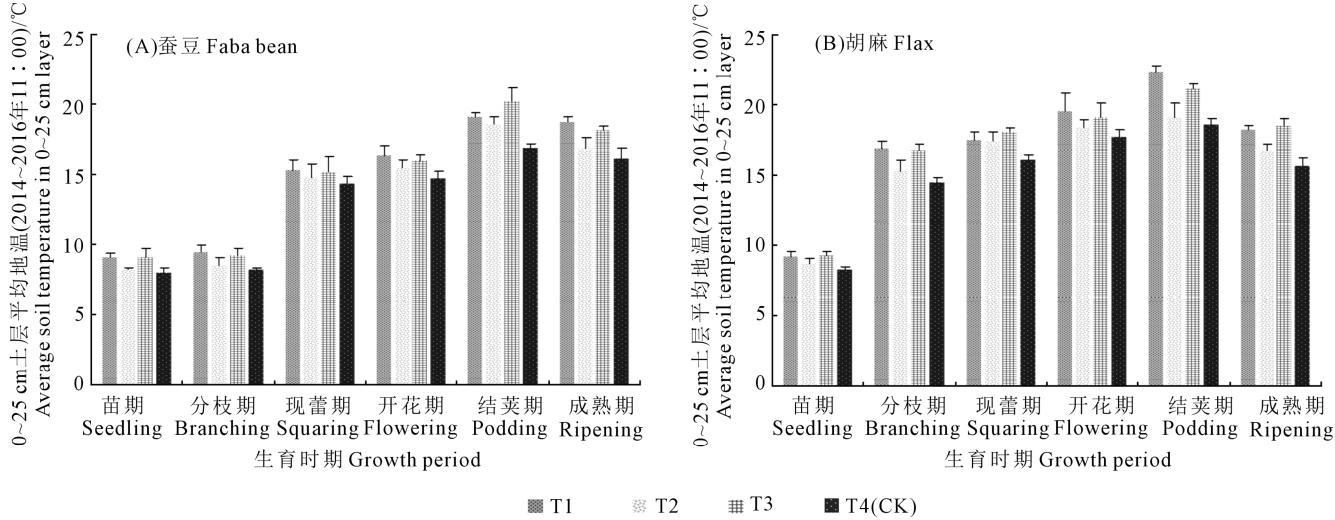


图 2 主要生育期 0~25 cm 平均地温/℃
Fig.2 Average soil temperature in 0~25 cm layer at different growth stages of faba bean and flax

表 3 蚕豆主要农艺性状和经济性状

Table 3 Analysis of major agronomic and economic characters of faba bean

处理 Treatment	株高/cm Plant height	有效分枝/个 Effective branches	单株荚数/个 Pod number	荚粒数/粒 Grain number per pod	百粒重/g 100-grain weight
T1	97.8±2.6aA	3.3±0.2aA	9.2±0.9aA	1.8±0.3aA	115.1±2.5aA
T2	91.5±4.6bB	2.7±0.4bB	8.4±0.9bB	1.6±0.2bAB	114.6±2.0aAB
T3	89.3±4.2bB	2.9±0.3C	7.2±0.6cC	1.5±0.2cBC	113.9±1.5b
T4(CK)	56±3.3cC	1.9±0.3dD	4.7±0.4dD	1.4±0.1cC	101.2±2.0cC

注:小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$),下同。
Note: Different small letters indicate significantly difference at $P=5\%$ level, different capital letters indicate significantly difference at $P=1\%$ level, the same below.

表 4 胡麻主要农艺性状和经济性状

Table 4 Analysis of major agronomic and economic characters of flax

处理 Treatment	株高/cm Plant height	有效分枝/个 Effective branches	全株蒴果数/个 Pod number per plant	蒴果粒数/粒 Grain number per pod	千粒重/g 1000-grain weight
T1	65.5±4.5aA	1.7±0.3aA	16.7±0.2aA	5.5±0.3aA	7.51±0.09aA
T2	64.9±3.8aA	1.6±0.2bB	15.4±0.7bB	5.2±0.2abA	7.49±0.06aA
T3	63.2±2.8aA	1.5±0.2cC	15.1±0.7bB	5.1±0.1bA	7.48±0.06aA
T4(CK)	41.6±1.0bB	1.3±0.2dD	10.7±0.8cC	3.6±0.3cB	7.05±0.10bB

表 5 蚕豆产量分析

Table 5 Analysis of faba bean production

处理 Treatment	小区产量/(kg·44 m ⁻²) Yield per plot				折合产量/(kg·hm ⁻²) Converted yield	增产率/% Yield increase		
	2014	2015	2016	平均 Average		T1	T2	T3
T1	12.51	9.29	10.59	10.80	2454.5aA			
T2	10.34	7.84	8.02	8.73	1983.4bB	23.8		
T3	7.77	6.52	6.61	6.97	1584.1cB	54.9	25.2	
T4(CK)	4.24	3.59	3.48	3.77	857.5dC	186.2	131.3	84.7

表 6 胡麻产量分析

Table 6 Analysis of flax production

处理 Treatment	小区产量/(kg·44m ⁻²) Yield per plot				折合产量/(kg·hm ⁻²) Converted yield	增产率/% Yield increase		
	2015	2016	2017	平均 Average		T1	T2	T3
T1	8.54	7.95	8.27	8.25	1875.6aA			
T2	8.19	6.59	6.77	7.18	1632.1bAB	14.9		
T3	8.05	6.13	6.51	6.90	1568.5bB	19.6	4.1	
T4(CK)	3.64	3.01	3.11	3.25	737.5cC	154.3	121.3	112.7

表 7 不同栽培模式经济效益分析

Table 7 Analysis of economic benefit under different cultivations

处理 Treatment	投入 Input/(元·hm ⁻²)			总产值/(元·hm ⁻²) Gross output	纯收入/(元·hm ⁻²) Net income
	物化投入/(元·hm ⁻²) Material input	活劳动投入/(元·hm ⁻²) Labor input	合计 Total		
T1	2238.75	3750	5988.75	12700.85	6712.10
T2	2238.75	3750	5988.75	10670.85	4682.10
T3	2238.75	4125	6363.75	9450.00	3086.25
T4(CK)	1338.75	3750	5088.75	4725.00	-363.75

3 结论与讨论

1) 本研究表明, T1、T2、T3 不同覆膜方式新膜蚕豆产量分别为 2 454.5、1 983.4、1 584.1 kg·hm⁻², 0~25 cm 土层平均土壤含水量分别为 13.55%、13.05%、11.64%, 0~25 cm 土层平均地温分别为 14.7℃、13.7℃、14.6℃; 旧膜胡麻产量分别为 1 875.6、1 632.1、1 568.5 kg·hm⁻², 平均土壤含水量分别为 11.93%、11.63%、10.34%, 平均地温分别为 17.3℃、15.9℃、17.1℃。

可见, T1、T2 通过改变覆膜方式, 增加了集雨垄沟, 明显提高了降水利用率, T1 新膜蚕豆和旧膜胡麻降水利用率分别较 T3 提高 55.5%、19.9%。田间

测量表明 T3 大垄中间种植行不能集雨, 含水量较低, 导致蚕豆、胡麻产量较低; 黑色地膜增温不及白色地膜, 导致 T2 蚕豆、胡麻出苗均较 T1 迟。大田记载表明, T2 蚕豆、胡麻出苗分别较 T1 迟 8、6 d, 2016 年、2017 年均出现初夏旱, 使得 T2 蚕豆、胡麻落花严重, 特别是蚕豆出现高温逼熟, 生育期明显缩短, 导致产量明显减少。说明白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻栽培技术更适合旱作农业区蚕豆-胡麻轮作种植。

2) 全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻栽培技术增加集雨垄沟, 充分利用自然降水, 将无效降水变为有效降水, 提高降水利用率, 并且有效提高地温, 通过保墒增温来改善作物农艺性状和经济性

状,增加产量。郭兴莲等^[3]研究表明旱作区蚕豆地膜覆盖栽培土壤地温、土壤含水量、农艺性状和经济性状均有所提高。吴兵^[5],余海英^[6],张建军^[7],赵财^[8],张雷^[9]等研究表明旧膜留膜免耕仍具有一定的保墒增温效应。这与本研究结论一致,同时,本研究认为不同覆膜方式存在显著差异,白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻栽培技术更有利于降水利用率、土壤温度、土壤含水量的提高,更能提高蚕豆、胡麻主要农艺性状和经济性状、产量,而且地膜合缝在浅沟里,起到防止大风揭膜,同时减少土腰带数量,降低了旧膜回收难度,达到保护生态环境效果。说明白膜全膜微垄沟播蚕豆留膜免耕穴播胡麻栽培技术是旱作农业区一种节本增效、稳产高产、效益显著、生态环保的蚕豆-胡麻轮作栽培技术。

参考文献:

[1] 李建奇.覆膜对春玉米土壤温度、水分的影响机理研究[J].耕

作与栽培.2006,(5):47-50.

- [2] Liu E K, Yan C R, Mei X R, et al. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China[J]. *Ceoderma*, 2010, 158(3-4): 173-180.
- [3] 郭兴莲, 刘玉皎. 高海拔旱作农业区地膜种植蚕豆增产效应分析[J]. *农学报*, 2015, 5(2): 25-28.
- [4] 张雷, 李小燕, 牛芬菊, 等. 旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培技术研究[J]. *干旱地区农业研究*, 2017, 35(2): 62-67.
- [5] 吴兵, 高玉红, 赵利, 等. 旧膜再利用方式对旱地胡麻干物质生产及水分利用效率的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2012, 20(11): 1457-1463.
- [6] 余海英, 彭文英, 马秀, 等. 免耕对北方玉米土壤水分及物理性质的影响[J]. *应用生态学报*, 2011, 22(1): 99-104.
- [7] 张建军, 樊廷录, 赵刚, 等. 旱地玉米留膜茬免耕栽培的土壤水热及产量效应[J]. *核农学报*, 2016, 30(11): 2274-2281.
- [8] 赵财, 陈桂平, 柴强, 等. 不同灌水水平下一膜两年覆盖的玉米农田土壤水分和经济效益分析[J]. *干旱地区农业研究*, 2017, 35(3): 1-6.
- [9] 张雷, 牛建彪, 张成荣, 等. 旱地玉米双垄全膜覆盖“一膜用两年”免耕栽培模式研究[J]. *干旱地区农业研究*, 2007, 25(2): 8-16.

(上接第 62 页)

20~35 d, 可为后茬复种提供热量资源 2 400℃ 以上^[6]; 利用冬油菜后茬复种早熟大豆、玉米、马铃薯等秋粮和蔬菜作物, 改一年一熟为一年两熟或两年三熟, 其产值和效益显著高于单作小麦、单作玉米或其它春播作物, 发展前景看好。

3) 张掖及河西走廊发展冬油菜生产不但具有显著的经济和社会效益, 而且具有良好的生态效益。王学芳等^[7]在《中国西部冬油菜种植的生态效应评价》一文中提到, 我国沙尘暴的尘源主要来自农田而非沙漠。孙万仓等^[2]的研究也表明, 冬油菜是理想的冬春季地表覆盖作物, 通过冬油菜覆盖可降低贴地层风速等风蚀形成条件, 抑制沙尘暴的尘源供给, 改善空气质量, 使农业生产与生态环境建设有机结合起来。冬油菜开花早、花期长, 是北方地区开花最早的农作物, 将冬油菜生产与景观农业相结合, 既美化了环境, 又可以带动乡村旅游产业发展。

4) 北方地区传统农作物以春播为主, 发展冬油菜生产对于种植业结构调整, 作物轮作倒茬, 水资源利用以及农业可持续发展具有现实意义, 可较好地解决粮油争地的矛盾, 促进粮食和油料作物互补和协调发展。

5) 张掖及河西走廊发展冬油菜生产的关键是

选择适宜的抗寒品种, 宜选择超强或强抗寒品种陇油 8 号、陇油 7 号、陇油 6 号等为主栽品种; 同时, 应适期早播^[8], 以 8 月中旬播种为宜。在选择强抗寒性品种和适期播种的前提下, 还应加强科学管理, 确保冬油菜安全越冬。

参考文献:

- [1] 刘洪兰, 张俊国, 董安祥, 等. 张掖市水资源利用现状及未来趋势预测[J]. *干旱区研究*, 2008, 25(1): 37-42.
- [2] 孙万仓, 马卫国, 雷建民, 等. 冬油菜在西北旱寒区的适应性和北移的可行性研究[J]. *中国农业科学*, 2007, 40(12): 2716-2726.
- [3] 王学芳, 孙万仓. 我国北方风蚀区冬油菜抗风蚀效果[J]. *生态学报*, 2009, 29(11): 6572-6577.
- [4] 魏文慧, 孙万仓, 郭秀娟, 等. 氮磷钾肥对西北旱寒区冬油菜越冬率、产量及经济性状的影响[J]. *西北农业学报*, 2009, 18(2): 122-125, 130.
- [5] 官春云. 油菜品质改良和分析方法[J]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1985: 194-196.
- [6] 孙万仓. 北方旱寒区冬油菜栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 66-67.
- [7] 王学芳, 孙万仓, 李芳, 等. 中国西部冬油菜种植的生态效应评价[J]. *应用生态学报*, 2009, 20(3): 650-651.
- [8] 刘秦, 缪纯庆, 姚正良, 等. 张掖市冬油菜丰产栽培技术规范[J]. *中国种业*, 2012, (8): 72-73.