

旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培技术研究

张 雷¹, 李小燕¹, 牛芬菊¹, 邸维利¹, 张成荣¹, 李胜克^{1,2}

(1. 甘肃省榆中县农业技术推广中心, 甘肃 兰州 730100;

2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 针对甘肃中部半干旱旱作区春季降水少、土壤墒情差、胡麻保全苗难等问题探讨旱地胡麻地膜栽培模式对胡麻产量的影响。试验结果表明,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培可防止胡麻出苗板结,有效提高胡麻出苗率,明显减少土壤水分的无效蒸发,增加土壤水分含量,胡麻生长的前期地温明显提高,胡麻的经济性状明显改善,增产效果明显,经济效益显著;旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培水分生产率,比全膜平铺覆土穴播栽培、旱地胡麻半膜膜侧穴播和露地穴播栽培分别提高 28.28%、40.33% 和 116.17%;比全膜平铺覆土穴播栽培、旱地胡麻半膜膜侧穴播和露地穴播栽培分别增产 22.04%、28.74% 和 53.74%,是目前旱地胡麻增产稳产高产的最佳的栽培模式。

关键词: 胡麻;全膜大小垄;垄侧穴播;土壤水分

中图分类号: S352.5 **文献标志码:** A

Effects of whole film mulching and alternative narrow and wide ridges with bunch-seeding in furrows on production of dryland flax

ZHANG Lei¹, LI Xiao-yan¹, NIU Fen-ju¹, DI Wei-li¹, ZHANG Cheng-rong¹, LI Sheng-ke^{1,2}

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

2. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Aimed at the problems such as limited precipitation, low soil moisture and low emergence rate of flax in semiarid dry-farming regions in middle Gansu Province, a field experiment was conducted with four treatments including bare land with bunch-seeding (T1), half film mulching with bunch-seeding (T2), whole film mulching with bunch-seeding (T3), and whole film mulching and alternative narrow and wide ridges with bunch-seeding in furrows (T4), so as to probe the effects of different cultivation measures on the production of dryland flax. The results showed that T4 could prevent from soil hardening and increase emergence rate of flax, could reduce invalid evaporation and increase soil moisture content, and could raise soil temperature at early growing period and improve agronomic characters of flax, so it could increase yield and economic benefit significantly. Compared with T3, T2 and T1, T4 increased water use efficiency of flax by 28.28%, 40.33% and 116.17% respectively, and increased yield by 22.04%, 28.74% and 53.74% respectively. Therefore, the technology of whole film mulching and alternative narrow and wide ridges with bunch-seeding in furrows is an optimal cultivation mode for stable and high production of dryland flax.

Keywords: flax; whole film mulching and alternative narrow and wide ridges; bunch-seeding; soil water content

胡麻是我国北方地区的重要油料作物,也是干旱半干旱地区的主要经济作物^[1],胡麻油因其独特的风味、香醇而备受人们喜欢,随着胡麻籽粒中 α -亚麻酸、木酚素、膳食纤维等品质性状的研究和深加工利用技术的成熟,以胡麻为原料进行油脂、药品、

保健食品以及化妆品的加工已成国际上研究的热点^[2]。胡麻具有较强的抗旱、耐寒、耐瘠薄能力和生长期短、适应性强等特性,在甘肃省旱作区农业生产中具有其他作物不可替代的地位^[3-5]。胡麻也是榆中县旱作区主要的油料作物和经济作物,种植面积

稳定在 0.67 万 hm^2 左右。该区域地处黄土高原丘陵沟壑区,水资源极缺,农业生产用水主要依靠自然降水,是典型的雨养旱作农业区,十年九旱。该地区天然降水 250~500 mm 是农作物可利用的主要水资源。降雨量少而集中,7—9 三个月的降雨量占全年总降雨量的 55%,由于降水时空分布不均,降水期与作物需水期错位,能被作物利用的降水仅为总降水量的 30%~40%,而 60%~65% 的降水以地表径流和无效蒸发的方式损失,降水利用率仅为 3~6 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$ [6-7]。< 10 mm 的无效降水发生频率占 70%以上,作物的生产潜力由于水分的限制衰减了 67%~75%[8]。春旱发生频繁严重影响胡麻的播种和出苗,已成为制约旱作区胡麻生产发展不可回避的自然因素。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[9-12]。旱地玉米全膜双垄沟播栽培技术是目前旱作玉米、马铃薯等稀植作物提高产量和水分生产率的最有效的栽培技术[13-16]。胡麻等密植作物目前以品种改良、配方施肥、合理密植等方面的研究较多,但在栽培模式方面的研究较少,报道研究的栽培模式以半膜膜侧穴播、全膜平铺覆土穴播等为主,但存在密度小、防板结保全苗壮苗、放苗费工等方面的不足之处。本研究围绕甘肃中部旱作区大面积种植的密植油料作物胡麻探索创新集雨、保墒、增温、抗旱保全苗、壮苗的旱地胡麻栽培模式,以达到稳产高效的技术研究目的。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

试验于 2010—2012 年连续 3 年在榆中县石头沟省级旱作农业示范点进行,该地区海拔 1 970 m,年均气温 7.4℃,0℃积温 3 044℃,10℃有效积温 2 179℃,农作物生长期 200 d,无霜期平均 139 d,年降水量 350 mm 左右,属甘肃省中部旱作农业区。试验田为旱作梯田,土壤类型为黑垆土川台麻土,前茬为玉米,产量为 9 200 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,耕层土壤养分有机质 1.36%,全氮 0.105%,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 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 试验材料

胡麻参试品种为天亚 9 号。

试验用地膜为兰州绿园塑业有限公司生产的 0.008 mm 聚乙烯吹塑农用地膜,半膜膜侧穴播用地膜 3 $\text{kg}\cdot667\text{m}^{-2}$,全膜平铺栽培 5 $\text{kg}\cdot667\text{m}^{-2}$,全膜大

小垄侧穴播栽培 6 $\text{kg}\cdot667\text{m}^{-2}$ 。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 试验共设 4 个处理,随机排列,3 次重复,小区面积 22.02 m^2 (长 5 m,宽 4.4 m),区间距 0.5 m,胡麻种植密度 50 万穴 $\cdot\text{hm}^{-2}$,平均每穴 8 粒。4 个处理分别是:

T1:旱地胡麻露地穴播(对照):3 月 15 日播种,为了消除播种方法对试验的影响,将常规栽培的条播改为穴播。行距 18 cm,穴距 12 cm,每小区穴播种植胡麻 24 行。

T2:旱地胡麻半膜膜侧穴播^[17-19]:3 月 15 日起垄、覆膜、播种同时进行。操作方法:按照本栽培模式的要求,每带起高 15 cm、宽 30 cm 的垄,垄面半膜覆盖,垄沟宽 25 cm,垄沟膜侧穴播种植胡麻 2 行(为了消除播种方法对试验的影响,将该栽培模式中的条播改为穴播。),穴距 12 cm,带宽 55 cm。每小区种植胡麻 8 带 16 行。

T3:旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培^[20-21]:3 月 15 日覆膜、播种同时进行。操作方法:按照本栽培模式的要求覆膜。地头开 5~10 cm 的小沟,将地膜固定,并在地边开 5~10 cm 的小沟,边覆膜边将地膜的一边埋入固定,在地膜的另一边每隔 1 m 丁字型固定地膜,每隔 1.5~2 m 横压土腰带,防大风揭膜。采取人工覆膜,做到铺平、铺正、拉紧、压严、紧贴地面达到不跑温、不漏气、风揭不动、草顶不起。行距 18 cm,穴距 12 cm,每小区穴播种植胡麻 24 行。

T4:旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培:3 月 15 日起垄、覆膜、播种同时进行。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 0.3 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,固定地膜,垄沟打孔集雨蓄水。在种植带两边侧穴播种植胡麻,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。

试验田秋季整地时一次性施入 46% 尿素 195 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、12% 过磷酸钙 187.5 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、21% 硫酸钾 180 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。播种量为 60 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。试验除栽培模式不同外,其它农艺措施均相同,并进行同等质量的操作。

1.3.2 试验测定指标 土壤水分测定采用烘干称重法,在胡麻播种期和收获期测定不同处理 0~200 cm 土层含水量,以 20 cm 为一土层单位,在胡麻主

要生育时期对不同处理 0~100 cm 土层进行土壤水分动态监测,以 20 cm 为一土层单位。

每小区在中间 2 行中随机选取 30 株,用以记载胡麻主要农艺性状及相关经济性状,产量按小区单收单脱,分别计产。

数据结果采用 dps 数据软件系统进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同栽培模式对土壤水分及降水利用率的影响

表 1 结果表明,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培(T4)出苗期的土壤含水量为 12.72%,比旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(T3)高 2.53%、比旱地胡麻半膜膜侧穴播(T2)高 2.57%、比对照(T1)高 3.89%,这对胡麻保证全苗和前期壮苗生长具有重要意义。

旱地胡麻全生育期全膜大小垄侧穴播栽培(处理 T4)的土壤含水量为 11.22%,比旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(处理 T3)高 0.94%、比旱地胡麻半

膜膜侧穴播(处理 T2)高 1.08%、比对照(处理 T1)高 2.08%。旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培(处理 T4)的土壤含水量高的优势一直持续到胡麻灌浆后期,为胡麻高产稳产创造了水分条件;胡麻灌浆后期由于全膜大小垄侧穴播栽培比其他处理胡麻的生长量大,消耗的土壤水分多,土壤含水量稍低于其他处理。但是,胡麻灌浆后期进入降水高峰期,雨水的及时补充保证了胡麻的生殖生长。

旱作区的旱地 80% 以上存在着不同程度的水土流失,每年径流损失的水分占降雨量的 15%~30%。全膜大小垄覆盖栽培较其他处理不仅增大集雨面,使无效降雨变为有效降雨,同时减少了雨水对土壤的冲刷和侵蚀,将径流损失降到最低。全膜大小垄侧穴播栽培模式由于大小垄组合增加了集雨面从而集雨保墒的效果显著,使降水生产率显著提高,其降水生产率为 16.5609,比旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(处理 T3)提高 47.66%、比旱地胡麻半膜膜侧穴播(处理 T2)提高 112.03%、比对照(处理 T1)提高 116.17%(见表 2)。

表 1 主要生育期平均土壤含水量/%

Table 1 Average soil moisture content at different growth stages

处理 Treatment	苗期 Seedling	分茎期 Branching	现蕾期 Squaring	开花期 Flowering	灌浆期 Filling	成熟期 Ripening
T1	8.83	9.73	9.39	8.06	10.20	8.61
T2	9.15	11.06	10.55	8.37	12.20	9.50
T3	10.19	11.29	10.58	7.65	13.72	8.24
T4	12.72	12.85	11.65	7.90	15.38	6.84

表 2 降水生产率计算表

Table 2 Calculation of rainfall use efficiency

处理 Treatment	生育期平均降雨/mm Average rainfall during whole growth period	产量/(kg·hm ⁻²) Yield	降水生产率 /(kg·hm ⁻² ·mm ⁻¹) Rainfall use efficiency	比对照降水 效率提高/% Compared with CK
T1(CK)	139.5	1068.72	7.661	
T2	139.5	1646.28	11.8012	4.14
T3	139.5	1800.90	12.9097	68.51
T4	139.5	2310.25	16.5609	116.17

注:生育期平均降雨量(mm)是 2010 年、2011 年、2012 年三年 3 月 19 日—7 月 25 日的降水平均数。

Note: Average rainfall during whole growth period was calculated according to the rainfall during March 19 to July 25 in 2010, 2011 and 2012.

2.2 不同栽培模式对耕作层地温的影响

从表 3 来看,在分茎期、现蕾期、成熟期 T4 平均地温表现最高,T3 的平均地温表现较高,T1 的平均地温表现最低。可见,在胡麻生长前期是 T4 和 T3 的平均地温表现较高,而在后期在各处理间差异不显著。

2.3 不同栽培模式对胡麻经济性状的影响

表 4 结果表明,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培(T4)的主要经济性状明显好于旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(T3)、旱地胡麻半膜膜侧穴播(T2)和对照(T1),其中全株蒴果数分别增加 13.3%、25.2% 和 38.6%;蒴果粒数分别增加 2.4%、3.5% 和

14.1%;有效分枝分别增加 74.5%、84.3% 和 66.7%;千粒重提高 1.5%、1.5% 和 8.6%;旱地胡

麻全膜大小垄侧穴播栽培的株高、单株蒴果数、有效分枝等农艺性状和经济性状都有明显改善。

表 3 2010—2012 年 11:00 时主要生育期 0~25 cm 平均地温/°C

Table 3 Average soil temperature in 0~25 cm profile at different growth stages (measured at 11:00 in 2010-2012)

处理 Treatment	苗期 Seedling	分茎期 Branching	现蕾期 Squaring	开花期 Flowering	成熟期 Ripening
T1	10.9	18.4	18	25.4	20.6
T2	9.4	18.6	19.8	26.4	21.2
T3	9.3	19.3	20.2	25.2	22.0
T4	9.6	20.4	20.8	24.4	22.6

表 4 主要农艺性状和经济性状(2010—2012 年平均值)

Table 4 Analysis of main agronomic and economic characters (average of 2010-2012)

处理 Treatment	株高/cm Plant height	全株蒴果数/个 Capsule number per plant	蒴果粒数/粒 Grain number per capsule	有效分枝/个 Effective branches	千粒重/g 1000-grain weight
T1	51.10	12.90	7.30	0.17	7.08
T2	54.35	15.70	8.20	0.08	7.63
T3	56.30	18.20	8.30	0.13	7.63
T4	63.75	21.00	8.50	0.51	7.75

2.4 不同栽培模式对胡麻生育时期的影响

由表 5 看出,不同栽培模式对胡麻生育期影响,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培(T4)的生育期比早

地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(T3)缩短了 1 d、旱地胡麻半膜侧穴播(T2)缩短了 3 d,对照(T1)缩短了 6 d。

表 5 主要生育期

Table 5 Variation of main growth stages

处理 Treatment	年份 Year	出苗期 Emergence (M-d)	分茎期 Branching (M-d)	现蕾期 Squaring (M-d)	开花期 Flowering (M-d)	成熟期 Ripening (M-d)	生育期/d Growth period
T1	2010	04-17	06-18	06-30	07-08	08-01	107
	2011	04-20	06-14	06-28	07-15	08-08	112
	2012	04-15	05-21	06-12	06-20	07-28	104
	平均 Average						108
T2	2010	04-12	05-13	06-05	06-18	07-26	105
	2011	04-17	05-13	05-31	06-13	07-31	105
	2012	04-12	05-13	06-05	06-14	07-25	104
	平均 Average						105
T3	2010	04-12	05-10	05-25	06-14	07-26	105
	2011	04-15	05-14	05-28	06-12	07-25	101
	2012	04-10	05-08	05-28	06-08	07-22	103
	平均 Average						103
T4	2010	04-07	05-09	05-30	06-14	07-18	102
	2011	04-09	05-09	05-28	06-10	07-21	103
	2012	04-06	05-04	05-25	06-02	07-15	100
	平均 Average						102

2.5 不同栽培模式对胡麻产量的影响

表 6 可见,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培

(T4)的平均单产 2 310.25 kg·hm⁻²,比旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(T3)增产 509.35 kg·hm⁻²,增

产 22.04%，比旱地胡麻半膜侧穴播 (T2) 增产 1 241.53 kg·hm⁻²，增产 53.74%，达差异性极显著。663.97 kg·hm⁻²，增产 28.74%，比对照 (T1) 增产

表 6 胡麻产量分析(2010—2012 年平均值)

Table 6 Analysis of flax production (average of 2010—2012)

处理 Treatment	小区产量/(kg·25.0 m ⁻²) Plot yield				折单产 /(kg·hm ⁻²) Converted yield	增产/(kg·hm ⁻²) Increase		
	I	II	III	平均 Average		T1	T2	T3
T1	2.34	2.34	2.37	2.35	1068.72cC			
T2	3.05	3.88	3.93	3.62	1646.28bB	577.56		
T3	3.85	4.06	3.97	3.96	1800.90bB	732.18	154.62	
T4	4.83	5.18	5.23	5.08	2310.25aA	1241.53	663.97	509.35

2.6 胡麻不同栽培模式经济效益分析

由表 7 可以看出,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培(T4),旱地胡麻全膜平铺覆土穴播栽培(T3),旱地胡麻半膜侧穴播(T2)比对照(处理 T1)多投入地膜 1 125 元·hm⁻²,处理 T1 田间锄草费用与处理 T3 和处理 T4 旧膜回收劳动费用持平,但处理 T2 比处理 T1 多投入旧膜回收劳动费用 750 元·hm⁻²。从

总投入来看,处理 T2 比处理 T4、处理 T3、处理 T1 分别多投入 750 元·hm⁻², 750 元·hm⁻², 1 875 元·hm⁻²,但通过投入与产出的综合比较看,处理 T4 比处理 T3、处理 T2、处理 T1 增收分别为 3 565.45 元·hm⁻²、5 397.79 元·hm⁻²、7 565.71 元·hm⁻²,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培(T4)经济效益非常显著。

表 7 不同栽培模式经济效益分析(2010—2012 年平均值)

Table 7 Analysis of economic benefit under different cultivation modes (average of 2010—2012)

处理 Treatment	物化投入 /(元·hm ⁻²) Material input /(yuan·hm ⁻²)	活劳动投入 /(元·hm ⁻²) Labor input /(yuan·hm ⁻²)	合计 Total	平均单产 Average yield /(kg·hm ⁻²)	总产值 /(元·hm ⁻²) Gross output /(yuan·hm ⁻²)	纯收入 /(元·hm ⁻²) Net income /(yuan·hm ⁻²)
T1	1377.75	5250	6627.75	1068.72	7481.04	853.29
T2	2502.75	6000	8502.75	1646.28	11523.96	3021.21
T3	2502.75	5250	7752.75	1800.90	12606.30	4853.55
T4	2502.75	5250	7752.75	2310.25	16171.75	8419.00

3 结 论

1) 全膜大小垄侧栽培技术一是通过地表微结构改变,增加集雨表面积,充分接纳自然降雨,保证胡麻出苗,有效解决了旱作区春旱影响播种的问题;二是全膜覆盖最大限度减少降雨的无效蒸发,将无效降雨通过垄沟汇聚变为有效降雨,从而显著提高自然降雨的利用率;三是有效提高地温,增加有效积温,使得胡麻生育期缩短 6 d 左右,减轻早霜危害,并使胡麻种植海拔提高 150 m 左右,四是大小垄侧种植,有利于防止板结,有效的保证胡麻全苗、壮苗,从而提高胡麻产量;五是在同等密度种植下,大小垄组合型种植模式,便于农事操作,增加通风透光,抗倒伏。

2) 全膜大小垄侧栽培技术明显改善胡麻生物学特性及农艺性状。该栽培模式基于全膜大小垄组合,从而改变了农田生态微环境和土壤水、肥、热状

况,促进土壤养分的有效化利用,促进胡麻生长发育,明显改善胡麻农艺性状和经济性状,胡麻苗全,生长健壮,蒴果粒数、单株蒴果数和有效分枝增加,籽粒饱满。胡麻的蒴果粒数、千粒重,单株蒴果数和有效分枝等农艺学性状及经济性状的改善对胡麻增产具有积极意义。

3) 全膜大小垄侧栽培技术增产效果明显,大幅度提高旱作区胡麻单产。旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培比全膜平铺覆土穴播栽培、半膜侧穴播和常规露地栽培分别增产 22.04%、28.74% 和 53.74%。

4) 全膜大小垄侧栽培技术具有显著的经济效益。通过投入与产出的综合比较看,旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培比全膜平铺覆土穴播栽培、半膜侧穴播和常规露地栽培分别增收 3 565.45, 5 397.79, 7 565.71 元·hm⁻²,经济效益非常显著。

试验研究证明,全膜大小垄侧栽培技术全膜覆

盖提高地温,增加有效积温,缩短生育周期,防治霜冻,可有效提高胡麻种植海拔;垄侧种植,有利于防止板结,以保证胡麻全苗、壮苗,为高产稳产奠定基础;大小垄组合型种植模式,使胡麻在生长后期通风透光,抗倒伏。为了配合该项技术的推广应用,我们已研制了全膜大小垄侧栽培起垄、覆膜、播种一体机,大大提高了劳动效率。该技术对同类旱作区密植作物抗旱保苗、高产稳产具有指导意义。

参考文献:

- [1] 李文珍.旱地胡麻配方施肥试验[J].甘肃农业科技,2011,(2):39-40.
- [2] 党占海,赵蓉英,王敏,等.国际视野下胡麻研究的可视化分析[J].中国亚麻科学,2010,32(6):305-313.
- [3] 党占海,张建平.我国亚麻产业现状及发展对策[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [4] 令鹏.密度和氮磷施用量对旱地胡麻产量的影响[J].甘肃农业科技,2010,(9):34.
- [5] 赵利,党占海,张建平,等.不同类型胡麻品种资源特性及相关性研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(5):6-9.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 段喜明,吴普特,白秀梅,等.旱地玉米垄膜沟耕微集水种植技

术研究[J].水土保持学报,2006,20(1):143-146.

- [9] 李永平,刘世新,贾志宽,等.垄沟集水种植对土壤有效蓄水量及谷子生长、光合特性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(10):163-167.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 肖继兵,孙占祥,杨久廷,等.旱作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.
- [13] 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.
- [14] 张雷,李建彪,赵凡.旱作玉米双垄面集雨全地面覆膜沟播抗旱增产技术研究[J].甘肃科技,2004,20(11):17.
- [15] 吴文荣,刘晓艳,吴桂丽,等.不同干旱胁迫对胡麻种子萌发特性的影响[J].作物杂志,2012,(2):134-137.
- [16] 李建彪.半干旱区小麦玉米雨水高效利用技术模式[J].甘肃农业科技,2005,(5):22-23.
- [17] 张雷,李建彪,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.
- [18] 乔明.半干旱区谷子膜侧栽培技术[J].甘肃农业科技,2009,(11):48.
- [19] 张雷.旱地胡麻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.
- [20] 刘世海,孙慧,魏方红,等.旱作胡麻全膜覆土穴播栽培技术[J].甘肃农业科技,2010,(11):22-23.
- [21] 刘广才,李福,刘素敏,等.甘肃省旱地胡麻全膜覆土穴播栽培技术规程[J].甘肃农业科技,2012,(4):22-23.

(上接第13页)

通过研究发现冠层温度与产量关系密切,需要进一步对冠层温度进行更深入的研究。冠层温度的测定需要冠层温度仪,冠层温度仪的精准度对试验影响较大。冠层温度受环境温度影响较大,需要按照试验方法操作,并且一次测定的品种和处理不宜太多。

参考文献:

- [1] 信乃谄,赵聚宝.旱地农田水分状况与调控技术[M].北京:中国农业出版社,1992.
- [2] K.G.布伦格格 著,冯祖光,等译.旱地农业理论与实践[M].北京:中国农业出版社,1987.
- [3] 刘庚山,郭安红,任三学,等.人工控制有限供水对冬小麦根系生长及土壤水分利用的影响[J].生态学报,2003,23(11):2342-2352.
- [4] 郭晓维,赵春江,康书江,等.水分对冬小麦形态、生理特性及产量的影响[J].华北农学报,2000,15(4):40-44.
- [5] 邓西平,山仓,稻永忍.有限供水条件下旱地春小麦水分的高

效利用[J].农业工程学报,2002,18(5):84-91.

- [6] 全国农业技术推广服务中心.中国冬小麦新品种动态 2003—2004 年度国家冬小麦品种区域试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社.
- [7] 樊廷录,宋尚有,徐银萍,等.旱地冬小麦灌浆期冠层温度与产量和水分利用效率的关系[J].生态学报,2007,27(11):4491-4497.
- [8] 张正斌.作物抗旱节水的生理遗传育种基础[M].北京:科学出版社,2003.
- [9] 程旺大,赵国平,姚海根,等.冠层温度在水稻抗旱性基因型筛选中的应用及其测定技术[J].植物学通报,2001,18(1):70-75.
- [10] 朱云集,李向阳,郭天财,等.小麦灌浆期间冠层温度与产量关系研究[J].河南科学,2004,22(6):798-801.
- [11] 吕树作,谢惠民,张洁,等.不同冬小麦品种气冠温差与抗旱节水性的关系研究[J].麦类作物学报,2007,27(3):533-538.
- [12] 郭清毅,黄高宝, Li G D, 等.保护性耕作对旱地麦-豆双序列轮作农田土壤水分及利用效率的影响[J].水土保持学报,2005,19(3):165-169.
- [13] 晋小军,黄高宝.陇中半干旱地区不同耕作措施对土壤水分及利用效率的影响[J].水土保持学报,2005,19(5):109-112.