

深松对陇东旱塬区土壤蓄水保墒及小麦和玉米产量的影响

王新俊, 王桂英, 程建峰, 万建宏

(甘肃省平凉市农业机械化技术推广站, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 在陇东旱塬区进行了小麦、玉米田机械化深松整地与当地传统耕作整地之间的对比试验, 研究了机械深松对陇东旱塬区耕层土壤蓄水保墒性能及小麦、玉米生长和产量的影响。结果表明, 小麦夏季深松整地后, 较常规翻耕土壤平均含水量增加2.32个百分点, 蓄水量平均增加140.1 m³/hm²; 土壤容重下降0.037 g/cm³, 降低3.19%; 折合产量5 675.70 kg/hm², 较常规翻耕增产596.10 kg/hm², 增产率11.73%。玉米深松整地后, 较常规翻耕耕层土壤平均含水量增加2.01个百分点, 土壤蓄水量增加80.85 m³/hm²; 土壤容重降低0.065 g/cm³, 降低5.40%; 折合产量1 0971.9 kg/hm², 较常规翻耕增产1 265.7 kg/hm², 增产率13.04%。说明小麦收获后夏季深松蓄水保墒和增产效果较好, 玉米田深松整地适期为秋季玉米收获后覆膜前。

关键词: 深松; 土壤水分; 产量; 小麦; 玉米; 陇东旱塬区

中图分类号: S343 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)03-0053-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.03.018

平凉市地处甘肃陇东黄土高原, 农田土壤大部分为黄绵土质, 降水量少, 季节分布不均, 全年降雨主要集中在7、8、9月, 冬春季和夏初常年出现持续少雨时段, 除泾河、汭河流域等少量川水区外, 绝大部分山塬地土层深厚, 地下水位深, 天然降水成为土壤水分的唯一供给途径, 是

典型的雨养旱作农业区, 水分已成为当地农作物生长的主要限制因子之一。受传统农业耕作方式影响和农机具的局限, 农民长期习惯于用小型拖拉机旋耕或浅翻耕种, 土壤耕深仅20 cm左右, 耕层逐年变浅, 犁底层土质板结坚硬, 土壤保墒、抗旱、防涝、入渗和作物根系下扎能力下降, 农

收稿日期: 2015-12-21

作者简介: 王新俊(1962—), 男, 甘肃泾川县人, 高级农艺师, 长期从事农业植物保护及农业机械化技术推广工作。联系电话: (0)13993350189。E-mail: gsplzbz@126.com

- 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.
- [16] 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): 8-12.
- [17] 肖俊夫, 刘战东, 刘祖贵, 等. 不同灌水次数对夏玉米生长发育及水分利用效率的影响[J]. 河南农业科学, 2011, 40(2): 36-40.
- [18] 任三学, 赵花荣, 霍治国, 等. 有限供水对夏玉米根系生长及底墒利用影响的研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 161-165.
- [19] 廖允成, 韩思明, 温晓霞. 黄土台塬旱地小麦土壤水分特征及水分利用效率研究[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(3): 55-58.
- [20] 江晓东, 李增嘉, 侯连涛, 等. 少免耕对灌溉农田冬小麦/夏玉米作物水、肥利用的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 20-24.
- [21] 张永丽, 于振文. 灌水量对不同小麦品种籽粒品质、产量及土壤硝态氮含量的影响[J]. 水土保持学报, 2007, 21(5): 155-158.
- [22] WANG T, ZHANG X, LI C. Growth, abscisic acid content, and carbon isotope composition in wheat cultivars grown under different soil moisture[J]. *Biologic Plantarum*, 2007, 51(1): 181-184.
- [23] 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效率及产量的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(2): 208-214.
- [24] 高延军, 张喜英, 陈素英, 等. 冬小麦品种间水分利用效率的差异及其影响因子分析[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(5): 45-49.
- [25] 李运生, 王菱, 刘士平, 等. 土壤—根系界面水分调控措施对冬小麦根系和产量的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(10): 1 680-1 687.
- [26] 赵俊晔, 于振文. 高产条件下施氮量对冬小麦氮素吸收分配利用的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(4): 484-490.
- [27] 索全义, 郝虎林, 索凤兰, 等. 氮磷化肥对胡麻产量形成的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2002 (土肥专辑): 18-19.

(本文责编: 陈伟)

作物单产不高,总产量不稳,严重威胁农业可持续发展。采用农机深松整地技术,可在不翻动地表土壤的前提下,以深松机具对犁底层进行深层疏松,打破犁底层,加深耕作层,改善土壤通透性,增强土壤接纳储存天然降水和蓄水保墒性能,破解水分限制因子,提高作物对降水的利用效率,促进作物生长,提高作物产量。国内专家对深松技术进行了大量研究,深入分析了深松技术的理论、方法,以及深松作业对土壤物理特性、作物生长和产量等的影响^[1-5],但对陇东旱原区域相关研究报道较少。为明确机械化深松整地对当地土壤蓄水保墒及作物生长和产量构成的影响,完善适宜当地的机械化深松技术规程,建立用地养地的长效机制,我们于2014—2015年开展了小麦、玉米田机械化深松整地与当地传统耕作整地对比试验研究,初步明确了陇东黄土高原旱作农业区机械化深松整地对耕层土壤蓄水保墒性能及小麦、玉米生长和产量构成的影响。

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示小麦品种为当地主栽品种陇原22号;指示玉米品种为当地主栽品种先玉335。

1.2 试验设计

试验于2014年7月至2015年10月在平凉市崆峒区白庙乡罗湾村塬地进行,为陇东黄土高原具有代表性的旱作农业区,土质为黄绵土,地势平坦,适宜机械化作业。试验地选择近几年未深松的田块,按照种植作物种类分别设置小麦深松整地和玉米深松整地,依据深松作业时间设计各处理。采取大区试验,不设重复。深松处理区均采用1SZL-200A型深松旋耕联合整地机作业,深松作业深度 ≥ 35 cm,作业后耕层深浅一致,土壤蓬松,地表平整,达到“深、平、细、实”的深松作业质量标准。对照区采用传统机耕犁铧翻耕作业,耕深18~22 cm,作业后符合传统耕种质量要求。

1.2.1 小麦深松试验 前茬为小麦,试验地长131.0 m、宽33.6 m。设3个处理,分别为夏季深松(夏季冬小麦收获后伏耕期深松,SS)、秋季深松(秋季冬小麦播种前深松整地,AS)、传统常规翻耕(对照CK),每处理区面积1200 m²(10 m×120 m)。夏季深松(SS)于2014年7月21日进行,秋季深松(AS)于2014年8月26日进行,对照(传

统常规翻耕CK)分别于2014年7月21日伏耕、8月26日播种前旋耕整地。小麦于2014年9月20日用播种机条播,播种量232.5 kg/hm²,施肥量为种肥磷酸二铵247.5 kg/hm²、尿素225.0 kg/hm²,其余耕种及田间管理措施同当地大田。

1.2.2 玉米深松试验 前茬为玉米,试验地长218.0 m、宽27.7 m。设2个处理,分别为秋季覆膜前深松整地(秋季玉米收获后覆膜前深松整地,AS)、秋季覆膜前传统翻耕整地(对照CK)。每处理面积为2520 m²(12 m×210 m)。2014年10月24日整地覆膜,同时施磷酸二铵337.5 kg/hm²、尿素225.0 kg/hm²。玉米于2015年4月20日用点播器全膜双垄沟播,大垄70 cm、小垄40 cm,株距25 cm,播种量24.0 kg/hm²。其余耕种及田间管理措施同当地大田。

1.3 测定内容及方法

1.3.1 土壤含水量、土壤容重测定 土壤含水量测定采用烘干法,土壤容重测定采用环刀法^[6-8]。小麦深松试验分别于深松前、小麦秋苗期(11月上旬)、返青拔节期(春季3月中旬)、收获期进行土壤容重、含水量测定。玉米深松试验,分别于深松整地后、玉米播种前、玉米三叶期、玉米成熟期进行土壤容重、含水量测定,计算土壤储水量。田间取样采用5点法,每点分别取0~15、15~25、25~35 cm耕层土壤原状土。

$$V = \sum(re \times h \times W)$$

V为土壤储水量(m³),re为土壤容重(g/cm³),h为土层厚度(m),W为土壤重量含水量(%)。

1.3.2 作物生长情况调查 田间调查均采用5点取样法。小麦深松试验,每点调查面积1 m²(分蘖数、次生根数量和长度测定时每点选取50株),分别于小麦越冬前(秋苗期)、拔节期、成熟期调查测定小麦基本苗密度、分蘖数、次生根数量和长度、株高、成穗数、穗粒数等小麦生长性状指标。玉米深松试验,每点选取20 m双行长为调查测定样段,每个测定样段内每隔5株详查1株,共查10株,玉米分别于三叶期、大喇叭口期调查测定玉米植株高度、根系数量、根长等玉米生长性状指标。

1.3.3 作物产量测定 作物成熟后均采用5点取样法进行收获测产。小麦成熟收获时每点选取67 m²单独收获进行测产考种,测定记载千粒重及产量。玉米成熟收获时每点选取20 m双行长为调查

测定样段,调查记载株数和穗数;在每个测定样段内每隔5株详查1株,共查10株,测定记载植株高度、茎粗(玉米茎秆基部直径);同时每个测定样段内每隔5穗收取1个果穗,共计收获20穗,风干后考种,测定记载穗粒数、百粒重、产量等。

1.3.4 数据统计与分析 采用DPS软件对试验数据进行统计和方差分析。

2 结果与分析

2.1 土壤含水量变化

由表1可以看出,小麦、玉米生育期深松整地处理与对照相比,0~35 cm耕层土壤含水量均有所增加,且随耕层加深,小麦各处理土壤含水量也随之增加。方差分析结果,不同耕作层处理间,0~15 cm耕层土壤含水量差异不显著($P > 0.05$),变化不明显;15~25 cm、25~35 cm耕层土壤含水量有极显著差异($P < 0.01$),深松处理土壤含水量均较对照明显增加,且增幅较大。

小麦夏季深松(SS)0~35 cm耕层土壤平均含水量较对照增加2.32个百分点,储水量平均增加102.40 m³/hm²。其中土壤平均含水量较对照0~15 cm耕层增加0.86个百分点;15~25 cm耕层增加3.06个百分点;25~35 cm耕层增加3.13个百分点。秋季深松(AS)0~35 cm耕层土壤平均含水量较对照增加1.98个百分点,土壤储水量增加87.32 m³/hm²。其中土壤平均含水量较对照0~15 cm增加0.52个百分点,15~25 cm增加2.63个百分点,25~35 cm增加2.76个百分点。

玉米深松整地(AS)0~35 cm耕层土壤平均含水量较对照增加2.01个百分点,土壤储水量增加80.85 m³/hm²。其中土壤平均含水量较对照0~15 cm耕层增加0.36个百分点,15~25 cm增加2.17个百分点,25~35 cm增加3.52个百分点。

2.2 土壤容重变化

由表2可见,小麦、玉米生育期0~35 cm耕层土壤容重与对照相比,均有不同程度下降。方

表1 深松处理的小麦、玉米生育期耕层土壤含水量及储水量

作物	生育期	处理	土壤含水量(%)				储水量较CK增加(m ³ /hm ²)
			0~15 cm	15~25 cm	25~35 cm	平均	
小麦	越冬前	CK	18.95	19.64	20.39	19.66	
		SS	19.22	23.27**	24.52**	22.31*	116.85
		AS	18.82	22.72**	24.44**	21.99*	102.76
	拔节期	CK	18.03	18.22	19.27	18.50	
		SS	19.47	21.60**	21.83**	20.91*	106.20
		AS	19.21	21.07**	21.11**	20.51*	88.65
	成熟期	CK	14.35	15.72	17.81	15.96	
		SS	15.21	17.89**	20.52**	17.87*	84.15
		AS	14.87	17.67**	20.20**	17.58*	70.56
生育期平均	CK	17.11	17.86	19.16	18.04		
	SS	17.97	20.92**	22.29**	20.36*	102.40	
	AS	17.63	20.49**	21.92**	20.02*	87.32	
玉米	播种前	CK	19.33	20.01	19.82	19.72	0
		AS	20.05	22.54**	22.63**	21.74*	81.30
	三叶期	CK	19.13	20.61	20.32	20.02	0
		AS	19.32	22.00**	24.48**	21.93*	76.95
	成熟期	CK	20.92	20.89	21.03	20.95	0
		AS	21.09	23.43**	24.61**	23.04*	84.15
	生育期平均	CK	19.79	20.50	20.39	20.23	0
		AS	20.15	22.67**	23.91**	22.24*	80.85

表 2 深松处理的小麦、玉米生育期 0~35 cm 土层土壤容重

作物	生育期	处理	土壤容重(g/cm^3)				较 CK 增加 (g/cm^3)	增降率 (%)
			0 ~ 15 cm	15 ~ 25 cm	25 ~ 35 cm	平均		
小麦	越冬前	CK	1.120	1.150	1.210	1.160		
		SS	1.120	1.140	1.150*	1.130	-0.030	-2.59
		AS	1.120	1.100	1.170*	1.130	-0.030	-2.59
	拔节期	CK	1.140	1.160	1.220	1.170		
		SS	1.120	1.130	1.150*	1.130	-0.040	-3.42
		AS	1.130	1.120	1.160*	1.140	-0.030	-2.56
	成熟期	CK	1.130	1.140	1.220	1.160		
		SS	1.110	1.120	1.140*	1.120	-0.040	-3.45
		AS	1.120	1.130	1.150*	1.130	-0.030	-2.59
	生育期平均	CK	1.128	1.135	1.220	1.160		
		SS	1.113	1.120	1.113*	1.123	-0.037	-3.19
		AS	1.115	1.123	1.153*	1.130	-0.030	-2.59
玉米	秋季整地后覆膜前	CK	1.100	1.100	1.520	1.240		
		AS	1.100	1.100	1.140*	1.110	-0.130	-10.48
	播种前	CK	1.170	1.120	1.260	1.180		
		AS	1.160	1.110	1.150*	1.140	-0.040	-3.39
	三叶期	CK	1.170	1.120	1.270	1.190		
		AS	1.170	1.120	1.150*	1.150	-0.040	-3.36
	成熟期	CK	1.180	1.140	1.280	1.200		
		AS	1.170	1.130	1.160*	1.150	-0.050	-4.17
	生育期平均	CK	1.155	1.120	1.333	1.203		
		AS	1.150	1.115	1.150*	1.138	-0.065	-5.40

差分析结果,不同耕作层之间深松处理与对照 0~15、15~25 cm 土壤容重差异不显著($P > 0.05$),25~35 cm 土壤容重比对照显著下降($P < 0.05$),不同深松处理之间差异不显著。

小麦夏季深松(SS)0~35 cm 耕层平均土壤容重较对照下降 0.037 g/cm^3 ,降低 3.19%。其中 0~15 cm 耕层土壤容重平均下降 0.015 g/cm^3 ,降低 1.33%;15~25 cm 耕层平均土壤容重下降 0.015 g/cm^3 ,降低 1.32%;25~35 cm 耕层平均土壤容重下降 0.107 g/cm^3 ,降低 8.77%。小麦秋季深松(AS)0~35 cm 耕层平均土壤容重较对照下降 0.030 g/cm^3 ,降低 2.59%。其中 0~15 cm 耕层平均土壤容重下降 0.013 g/cm^3 ,降低 1.52%;15~25 cm 耕层平均土壤容重下降 0.012 g/cm^3 ,降低 1.06%;25~35 cm 耕层平均土壤容重下降 0.067 g/cm^3 、降低 5.49%。

玉米深松整地(AS)0~35 cm 耕层平均土壤容重较对照降低 0.065 g/cm^3 ,降低 5.40%。其中 0~15 cm 耕层平均土壤容重降低 0.005 g/cm^3 ,下降 0.34%;15~25 cm 耕层平均土壤容重降低 0.005 g/cm^3 ,降低 0.45%;25~35 cm 耕层平均土壤容重降低 0.183 g/cm^3 ,降低 13.7%。

2.3 深松整地对小麦、玉米生长的影响

田间调查发现,小麦生长期,深松处理区小麦有效分蘖数增多,根系发达,叶片浓绿,长势健壮,生长性状明显好于对照区。玉米生长期,深松处理叶片浓绿,根系发达,长势健壮,明显好于对照。由表 3 可以看出,小麦主要生长性状深松处理与对照之间差异显著($P < 0.05$),其中越冬前平均基本苗较对照增加 33.90 万株/ hm^2 ,拔节期平均有效分蘖数较对照增加 0.92 个/株;次生根数量平均增加 1.46 个/株,次生根长度平均长

表3 深松对小麦主要生长性状的影响

处理	越冬前				拔节期			成熟期株高 (cm)
	基本苗 (万株/hm ²)	分蘖数 (个/株)	次生根 (个/株)	次生根长 (cm)	分蘖数 (个/株)	次生根 (个/株)	次生根长 (cm)	
CK	396.45	1.83	4.83	8.06	2.83	6.92	8.62	96.9
SS	431.10*	2.67*	7.33*	11.58*	3.92*	8.9*2	12.86*	103.1*
AS	429.60*	2.08*	6.58*	9.80*	3.58*	7.83*	11.52*	99.37*

表4 深松对玉米主要生长性状的影响

处理	玉米三叶期			玉米大喇叭口期			成熟期	
	株高 (cm)	根数 (个/株)	根长 (cm)	株高 (cm)	根数 (个/株)	根长 (cm)	茎秆直径 (cm)	株高 (cm)
CK	26.06	19.0	14.83	129.83	30.03	33.59	3.14	290.22
AS	28.96*	27.6*	20.60*	168.05*	33.19*	42.93*	3.44*	305.24*

表5 深松对小麦产量的影响

处理	穗数 (穗/hm ²)	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	折合产量 (kg/hm ²)	较CK增产 (kg/hm ²)	增产率 (%)
CK	428.7	35.6	33.28	5 079.60		
SS	442.5*	37.5*	34.28*	5 675.70*	596.10	11.73
AS	440.4*	37.3*	33.76*	5 546.25*	466.65	9.19

表6 深松对玉米产量的影响

处理	穗数 (穗/hm ²)	穗粒数 (粒)	百粒重 (g)	折合产量 (kg/hm ²)	较CK增产 (kg/hm ²)	增产率 (%)
CK	57 503.4	489.00	34.52	9 706.2		
AS	62 153.1*	504.12*	35.02*	10 971.9*	1 265.7	13.04

度增加 3.57 cm; 成熟期株高平均增加 4.34 cm。由表 4 可以看出, 玉米主要生长性状深松处理对照之间差异显著 ($P < 0.05$), 其中三叶期株高平均增加 2.90 cm, 次生根数平均增多 8.60 个/株, 次生根长度平均增加 5.83 cm; 大喇叭口期玉米株高增加 38.22 cm, 次生根数平均增多 3.16 个/株, 次生根长度平均增加 9.34 cm; 收获期平均植株高度增加 15.02 cm, 茎秆直径增加 0.30 cm。

2.4 深松整地对小麦、玉米产量的影响

由表 5 可见, 小麦深松后较对照穗数平均增加 12.75 万穗/hm², 穗粒数平均增加 1.8 粒, 千粒重平均增加 0.74 g, 折合产量平均增加 531.45 kg/hm²。其中夏季深松(SS)较对照穗数增加 13.8 万穗/hm², 穗粒数增加 1.9 粒, 千粒重平均增加 1.00 g, 折合产量增加 596.10 kg/hm², 增产率 11.73%; 秋季深松(AS)较对照穗数增加 11.7 万穗/hm², 穗粒数增加 1.8 粒, 千粒重平均增加 0.48 g, 折合产量增加 466.65 kg/hm², 增产率 9.19%。

从表 6 可以看出, 玉米深松(AS)较对照穗数增加 4 649.7 穗/hm², 穗粒数增加 5.12 粒, 百粒重增加 0.5 g, 折合产量增加 1 265.7 kg/hm², 增产率 13.04%。

3 小结与讨论

1) 研究表明, 小麦夏季深松整地后, 较常规翻耕土壤平均含水量增加 2.32 百分点, 蓄水量平均增加 102.40 m³/hm²; 土壤容重下降 0.037 g/cm³, 降低 3.19%; 折合产量 5 675.70 kg/hm², 较常规翻耕增产 596.10 kg/hm², 增产率 11.73%。秋季深松后, 较常规翻耕耕层土壤平均含水量增加 1.98 百分点, 土壤储水量增加 87.32 m³/hm²; 折合产量 5 546.25 kg/hm², 较常规翻耕增产 466.65 kg/hm², 增产率 9.19%。玉米深松整地后, 较常规翻耕耕层土壤平均含水量增加 2.01 百分点, 土壤储水量增加 80.85 m³/hm²; 土壤容重降低 0.065 g/cm³, 降低 5.40%。折合产量 10 971.9 kg/hm², 较常规翻耕增产 1 265.7 kg/hm², 增产率 13.04%。说明小麦收获后的夏季深松蓄水保墒和增产效果较好, 玉米田深松整地适期为秋季玉米收获后覆膜前。

2) 深松整地能够打破土壤犁底层, 改善土壤通透性, 有显著蓄水保墒效应, 能提高耕层 15 cm 以下土壤含水量和储水量, 降低土壤容重, 改善土壤物理性状, 特别对降低犁底层(25~35 cm)土壤容重有十分明显的作用。且能加快土壤水分入渗速度, 提高旱地土壤接纳储存天然降水性能和

旱地冬油菜黑色地膜全覆盖微垄穴播栽培技术

苏忠太

(甘肃省庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 庄浪 744699)

摘要: 从选地整地、施肥及土壤处理、选用良种、起垄覆膜、适时播种等方面详细的阐述了旱地冬油菜黑色地膜全覆盖微垄穴播栽培技术。

关键词: 旱地; 冬油菜; 全膜覆盖; 微垄穴播

中图分类号: S656.4 **文献标识码:** B

文章编号: 1001-1463(2016)03-0058-02

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2016.03.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2016.03.019)

庄浪县地处陇中黄土高原丘陵沟壑区第三副区东缘, 海拔 1 400 ~ 2 857 m, 年均降水量 514 mm, 气温 8.1 ℃, 无霜期 142 d, ≥ 0 ℃ 的积温 3 310 ℃, ≥ 10 ℃ 的活动积温 2 690 ℃。平均蒸发量为 1 289.1 mm, 历年平均空气相对湿度为 67%, 干燥度 1.55, 属干旱半干旱气候。近年来, 全县冬油菜种植不断向高海拔地区延伸扩大, 常年播种面积超过 2 000 hm²。由于旱寒气候造成的冬油

菜越冬大量死苗, 既是我县冬油菜生产的主要限制因素, 也是生产中亟待解决的问题^[1-6]。为此, 庄浪县农业技术推广中心以冬小麦黑色全膜微垄穴播栽培为蓝本, 通过 2013—2015 年的试验研究, 筛选出了“黑膜+微垄沟/通用垄沟+垄作”的冬油菜全膜微垄穴播技术。经大田应用, 冬油菜黑色全膜微垄穴播比露地种植增产 1 050 kg/hm² 以上, 增产率 45% 左右, 经济效益十分显著。该技

收稿日期: 2015-11-26

作者简介: 苏忠太 (1966—), 男, 甘肃庄浪人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18152251312。E-mail: gszhlzhlq@163.com

作物充分利用水分的能力, 防止水土流失, 促进作物健壮生长, 增产效果显著。陇东旱塬区开展机械化深松整地, 能显著提高耕层土壤蓄水保墒性能, 提高作物产量, 对破解旱作农业区水分限制因子, 提升农田水资源利用效率, 提高耕地质量和综合生产能力, 促进粮食稳产增产发挥着及其重要的作用, 是适合旱作地区农业生产特点的“绿色”农机化关键技术措施。本研究是对本区域有关研究结果的补充和完善, 但深松对本区其它方面的影响有待进一步研究。

致谢: 平凉市农业机械化技术推广站有关技术人员参加了田间试验调查、取样和室内测定工作, 特此致谢。

参考文献:

- [1] 韩启哲. 黄土高原推行全方位深松耕作技术的试验研究[J]. 农业工程学报, 1997(S1): 121-124.
- [2] 齐华, 刘明, 张伟建, 等. 深松方式对土壤物理性状及玉米根系分布的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(4): 191-196.
- [3] 黄明, 吴金芝, 李友军, 等. 不同耕作方式对旱作

区冬小麦生产和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 50-54.

- [4] 王育红, 姚宇卿, 吕军杰, 等. 豫西旱坡地高留茬深松对冬小麦生态效应的研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 146-148.
- [5] 梁金凤, 齐庆振, 贾小红, 等. 不同耕作方式对土壤性质与玉米生长的影响研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(4): 945-950.
- [6] 崔云玲, 张立勤, 车宗贤. 注灌施肥对全膜双垄沟播玉米产量及土壤水分的影响[J]. 甘肃农业科技, 2014(2): 7-10.
- [7] 王婷, 丁宁平, 周海燕. 秸秆还田方式对全膜双垄沟播玉米产量及土壤水分的影响[J]. 甘肃农业科技, 2013(11): 22-24.
- [8] 唐文雪, 马忠明, 连彩云, 等. 绿洲灌区垄作沟灌栽培对玉米间作豌豆产量及水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技, 2013(7): 5-8.
- [9] 张国平, 姜小凤, 张朝巍, 等. 4 不同施肥水平高分子聚合物对蓖麻产量及土壤水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技, 2015(5): 23-26.

(本文责编: 陈伟)