

不同旱作区覆膜方式对小麦产量的影响

刘广才¹, 刘生学², 李城德¹, 段襁全³, 朱永永¹

(1. 甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020; 2. 会宁县农业技术推广中心, 甘肃 会宁 730700;

3. 通渭县农业技术推广中心, 甘肃 通渭 743300)

摘要: 采用不同覆膜方式田间小区试验研究了不同旱作区小麦全膜覆土穴播技术的增产效果。结果表明: 不同覆膜方式小麦增产幅度和增产量以全膜覆土穴播极显著地高于全膜平铺穴播, 全膜平铺穴播显著地高于膜侧沟播; 3 种覆膜方式小麦较露地条播(对照)平均增产率分别为 73.9%、60.3% 和 33.3%, 平均增产量分别为 2 457.9、2 007.2、1 045.9 kg·hm⁻²; 不同旱作区全膜覆土穴播小麦增产幅度表现为半干旱偏旱区 > 半干旱区 > 半湿润偏旱区, 3 个旱作区全膜覆土穴播小麦较露地条播增产率分别为 90.2%、73.7% 和 57.8%; 而不同旱作区全膜覆土穴播小麦增产量则表现为半湿润偏旱区 > 半干旱区 > 半干旱偏旱区, 3 个旱作区全膜覆土穴播小麦较对照增产量分别为 2 220.3、2 520.9、2 632.5 kg·hm⁻², 特别是在年降雨量 500~600 mm 的旱作区全膜覆土穴播小麦平均产量达到 7 183.5 kg·hm⁻², 最高达到 7 405.5 kg·hm⁻², 创造了该区域旱地小麦的最高产量。

关键词: 旱作区; 覆膜方式; 产量; 小麦

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A

Influences of different plastic film mulching patterns on wheat yield in arid areas

LIU Guang-cai¹, LIU Sheng-xue², LI Cheng-de¹, DUAN Rang-quan³, ZHU Yong-yong¹

(1. Gansu Agro-technology Extension Station, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Huining Agro-technical Extension Center, Tongwei, Gansu 74100, China; 3. Tongwei Agro-technical Extension Center, Tongwei, Gansu 74100, China)

Abstract: Field experiments were employed to investigate effects of whole field mulching with soil covering and bunch planting (WFMS) on wheat grain yield, with a randomized block design with four treatments: (i) whole field mulching with soil covering and bunch planting (WFMS), (ii) whole field mulching without soil covering and bunch planting (WFM), (iii) film-mulched ridge-furrow (FMRF), (iv) un-mulched with row-seeding (CK). The results showed that degree of yield increase in WFMS was significantly higher than that in WFM. Compared with CK, the average yield of the three patterns was increased by 73.9%, 60.3% and 33.3%, with the yield increased by 2 457.9, 2 007.2 kg·hm⁻² and 1 045.9 kg·hm⁻², respectively. And the order for WFMS was dry semi-arid area > semi-arid area > dry semi-humid area. Compared with CK, yield increased by WFMS was 90.2%, 73.7%, and 57.8% for the three areas, respectively, with an order of dry semi-humid area > semi-arid area > dry semi-arid area. Compared with CK, the yield increase of WFMS in three arid areas were 2 220.3, 2 520.9 kg·hm⁻² and 2 632.5 kg·hm⁻², respectively. Especially in the arid area with annual precipitation between 500 mm and 600 mm, the average yield of WFMS was 7 183.5 kg·hm⁻² and the highest yield was 7 405.5 kg·hm⁻², being the highest for dryland wheat in these areas.

Keywords: arid areas; mulching modes; yield; wheat

小麦是世界上第一大粮食作物,其面积(约0.24 亿 hm²)、总产量和总贸易额均居各类作物之首^[1]。在中国,小麦播种面积占粮食作物总面积的 22% 左

右,仅次于水稻和玉米,居第三位;小麦产量占粮食总产的 20% 以上^[2],小麦产量的高低对国家粮食安全和社会经济发展及人民生活水平提高都具有极其

收稿日期: 2014-05-27

基金项目: “旱地全膜覆土穴播免耕多茬种植技术研究与示范”项目(甘农科技[2007]05 号); “旱地小麦全膜覆土穴播免耕多茬种植集成技术研究与示范推广”项目(2011GB2G100005, 1105NCNA096)

作者简介: 刘广才(1966—), 男, 甘肃镇原人, 博士, 研究员, 主要从事耕作栽培及植物营养等方面研究。E-mail: lgc633@163.com。

共同第一作者: 刘生学(1962—), 男, 甘肃会宁人, 高级农艺师, 主要从事旱作农业技术与推广工作。E-mail: hnxlsx690@163.com。

重要的作用。小麦是甘肃第二大粮食作物,也是群众的主要口粮^[3]。近年来,由于种植业结构调整,加之小麦种植效益较低,小麦种植面积持续下降,导致省内小麦供需矛盾突出^[3]。在面积不能增加的情况下,提高单产是小麦总产增加面临的核心问题^[3]。全膜覆土穴播技术是我国旱作农业又一重大创新技术,是旱地小麦栽培的又一场革命。该技术集成覆盖抑蒸、膜面播种穴集雨、留膜免耕多茬种植等技术于一体,能够有效解决旱地小麦等密植作物生长期缺水和产量低而不稳的问题,集雨保墒、增温效果显著^[3],可使旱地小麦平均产量达到 $4\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上,平均较露地条播小麦增产 $1\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上,增产幅度达到40%以上^[3-4]。目前,该技术已在我国北方的甘肃、宁夏、内蒙、山西、陕西等省份进行推广,甘肃省全膜覆土穴播小麦推广面积已经达到 13.3 万 hm^2 。关于全膜覆土穴播技术增产效果的研究,以往主要集中在年降水 $350\sim 500\text{ mm}$ 的半干旱区^[5-8],而对半干旱偏旱区和半湿润偏旱区的研究较少。由于甘肃旱作农业区生态类型多样,不同旱作区的水热条件不同,全膜覆土穴播小麦对土壤水分、养分的利用效率不同,增产效果不同。为了揭示不同旱作区域小麦全膜覆土穴播技术增产效果,2011—2013年连续3 a选择甘肃中东部15个具有代表性的旱作县区分别代表半干旱偏旱区、半干旱区和半湿润偏旱区3个旱作农业区域,围绕不同旱作区域全膜覆土穴播小麦的增产效果,开展了大量的试验研究与探索,以期确定旱地小麦全膜覆土穴播技术适宜推广区域提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况及供试土壤

试验于2011—2013年设在甘肃省中东部15个具有代表性的旱作农业县(区),其中,靖远县若笠乡、永靖县小岭乡、会宁县中川乡、安定区团结镇、甘谷县大石乡代表 $250\sim 350\text{ mm}$ 的半干旱偏旱区,通渭县马营镇、静宁县红寺乡、庄浪县良邑乡、秦安县刘坪乡、镇原县中原乡代表 $350\sim 500\text{ mm}$ 的半干旱区,秦州区玉泉镇、张家川县梁山乡、清水县永清镇、泾川县太平乡、灵台县什字镇代表 $500\sim 600\text{ mm}$ 的半湿润偏旱区。海拔 $1\ 215\sim 1\ 887\text{ m}$,无霜期 $121\sim 163\text{ d}$,年平均气温 $6.8\text{ }^\circ\text{C}\sim 9.4\text{ }^\circ\text{C}$,日照时数 $2\ 611\sim 3\ 097\text{ h}$, $\geq 10\text{ }^\circ\text{C}$ 的有效积温为 $2\ 171\text{ }^\circ\text{C}\sim 3\ 099\text{ }^\circ\text{C}$,年太阳辐射总量 $119\sim 187\text{ kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。年降雨量 $258\sim 612\text{ mm}$,而年蒸发量为 $1\ 422\sim 2\ 157\text{ mm}$,是降雨量的3~5倍。供试土壤为灰钙土、黑垆土、黄绵土,地

类为梯田、旱川地和旱塬条田,前茬为小麦、胡麻,耕层土壤有机质含量 $10.3\sim 15.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全氮 $0.68\sim 0.95\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、碱解氮 $38.4\sim 42.9\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $13.7\sim 19.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $115.8\sim 132.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 试验设计

采用覆膜方式单因素随机区组设计,设4种覆膜方式:全膜覆土穴播、全膜平铺(不覆土)穴播、膜侧沟播、不覆膜露地条播,共4个处理(见表1)。

表1 不同覆膜方式小麦试验处理

Table 1 Experimental treatments of wheat under different mulching modes

处理编号 Number of treatment	覆膜方式 Mulching mode	施肥水平 Fertilizing level	
		N /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	P_2O_5 /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)
1	全膜覆土穴播 Whole film mulching with soil covering and bunch planting (WFMS)	120~180	84~126
2	全膜平铺穴播 Whole film mulching without soil covering and bunch planting (WFM)	120~180	84~126
3	膜侧沟播 Film-mulched ridge-furrow (FMRF)	120~180	84~126
4	露地条播 Non-mulched with row-seeding (CK)	120~180	84~126

小麦种植方式及施肥:全膜覆土穴播首先用 1.2 m 的地膜全地面平铺,上面均匀撒一层 $0.5\sim 1.0\text{ cm}$ 厚的土,然后采用小麦穴播机播种,播种深度 $3\sim 5\text{ cm}$,行距 $15\sim 16\text{ cm}$,穴距 12 cm ,每穴 $8\sim 12$ 粒(年降水 $300\sim 350\text{ mm}$ 的区域每穴 $8\sim 9$ 粒,年降水 $350\sim 400\text{ mm}$ 的区域每穴 $9\sim 10$ 粒,年降水 $400\sim 500\text{ mm}$ 的区域每穴 $10\sim 11$ 粒,年降水 $500\sim 600\text{ mm}$ 的区域每穴 $11\sim 12$ 粒),播量 $420\sim 630\text{ 万粒}\cdot\text{hm}^{-2}$;全膜平铺(不覆土)穴播也首先用 1.2 m 的膜覆盖地表,膜与膜相接,膜上不覆土,采用小麦穴播机播种,其余同全膜覆土穴播;膜侧沟播采用小麦膜侧播种机覆膜播种,垄宽 25 cm (垄高 $10\sim 15\text{ cm}$),沟宽 15 cm ,沟内播两行,播量 $420\sim 450\text{ 万粒}\cdot\text{hm}^{-2}$;露地条播(CK),行距 $15\sim 16\text{ cm}$,播量 $450\sim 600\text{ 万粒}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。播期:膜侧沟播播期同露地条播(按当地露地小麦适宜期播种),全膜覆土穴播、全膜平铺穴播较对照露地条播推迟 $5\sim 10$ 天播种。小麦品种为适宜当地栽培的抗旱抗倒伏品种。同一区域各处理施肥量相同,年降雨量 $250\sim 350\text{ mm}$ 的旱作区为 $\text{N}\ 120.0$

$\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 P_2O_5 84.0 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1:0.7$, 年降雨量 350 ~ 500 mm 的旱作区为 $\text{N} 150.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 105.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1:0.7$, 年降雨量 500 ~ 600 mm 的旱作区为 $\text{N} 180.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 126.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1:0.7$ (见表 1)。小区面积为 $3.6 \text{ m}\times 6.0 \text{ m} = 21.60 \text{ m}^2$, 四次重复(一个重复作为取样区), 随机区组排列。全部磷肥及 2/3 氮肥按小区称量于覆膜前作基肥施入, 1/3 氮肥于小麦拔节期追施。

1.3 测定项目与数据分析

1.3.1 生物学性状测定 成熟期每小区取 20 株考种, 测定株高、穗长、单株分蘖数、小穗数、不孕小穗数、穗粒数、千粒重、经济系数等生物学性状。

1.3.2 产量测定 按小区收获, 单收单打, 测定地上部生物产量和籽粒产量。

1.3.3 数据统计及分析 采用 SPSS 程序对数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 半干旱偏旱区不同覆膜方式小麦的增产效果

在年降雨 250 ~ 350 mm 的半干旱偏旱区(靖远

县若笠乡、永靖县小岭乡、会宁县中川乡、安定区团结镇、甘谷县大石乡)试验结果得出(表 2), 三种小麦覆膜方式较对照(露地条播)均能大幅度增产, 其中以全膜覆土穴播小麦产量最高, 增产幅度最大, 较全膜平铺穴播、膜侧沟播、对照增产量分别为 417.8、997.6、2 220.3 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 增产率分别为 9.8%、27.1%、90.2%; 全膜平铺穴播产量也较高, 增产量和增产幅度仅次于全膜覆土穴播小麦, 较膜侧沟播、对照增产量分别为 579.8、1 802.5 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 增产率分别为 15.7%、73.2%; 膜侧沟播小麦产量较低, 增产幅度较小, 较对照增产量为 1 222.7 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 增产率为 49.7%, 增产效果显著。分析表明, 在半干旱偏旱区, 不同覆膜方式小麦增产量和增产幅度以全膜覆土穴播技术极显著地高于全膜平铺穴播技术、全膜平铺穴播显著地高于膜侧沟播。这是由于小麦生育期特别是春季 3 ~ 5 月降水稀少, 全膜覆土穴播由于集雨保墒效果好, 能显著增加小麦土壤水分含量^[9], 使得小麦产量几乎翻了一翻, 增产效果最好; 全膜平铺穴播增产效果也十分显著, 在该区域增产幅度达到 70%; 小麦膜侧沟播技术增产效果低于全膜覆土穴播小麦, 但也十分显著, 增产幅度接近 50%。

表 2 半干旱偏旱区不同覆膜方式对小麦产量的影响

Table 2 The influence of different film mulching modes on wheat yield in dry semi-arid areas

覆膜模式 Mulching mode	各试验点产量/($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) Yields of different experiment spots					平均产量 Average yield /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	增产量 Yield increase /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	增产率 Yield- increasing rate/%
	靖远 Jingyuan County	永靖 Yongjing County	会宁 Huining County	安定 Anding District	甘谷 Gangu County			
全膜覆土穴播 WFMS	3729.9**	4408.5**	4881.0**	5137.5**	5257.5**	4682.9**	2220.3	90.2
全膜平铺穴播 WFM	3436.6**	4087.2**	4417.5**	4632.0**	4752.0**	4265.1**	1802.5	73.2
膜侧沟播 FPF	2977.5**	3505.4**	3802.5**	4011.0**	4130.3**	3685.3**	1222.7	49.7
露地条播 CK	1907.6	2295.6	2560.5	2722.5	2826.8	2462.6		

注:表中籽粒产量结果为 2011—2013 年各处理的平均值, * 和 ** 分别表示达到 5% 和 1% 的显著水平, 下同。

Note: Values of grain yield were means of different treatments in evering experiment spots in 2011—2013. The same below.

2.2 半干旱区不同覆膜方式小麦的增产效果

在年降雨 350 ~ 500 mm 的半干旱区(通渭县马营镇、静宁县红寺乡、庄浪县良邑乡、秦安县刘坪乡、镇原县中原乡)试验结果得出(表 3), 三种覆膜方式小麦较对照(露地条播)也均能大幅度增产, 单产也较半干旱偏旱区明显增加, 但增产幅度低于半干旱偏旱区。三种覆膜方式也以全膜覆土穴播小麦产量最高, 增幅最高, 较全膜平铺穴播、膜侧沟播、对照增产量分别为 438.3、1 401.9、2 520.9 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 增产率分别为 8.0%、30.9%、73.7%; 全膜平铺穴播增产量和增产幅度次于全膜覆土穴播小麦, 较膜侧沟播、对照增产量分别为 963.6、2 082.6 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 增产率

分别为 21.2%、60.9%; 膜侧沟播小麦增产量和增产幅度较小, 较对照增产量为 1 119.0 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 增产率为 32.7%。分析表明, 在半干旱区, 不同覆膜方式小麦增产量和增产幅度也以全膜覆土穴播技术极显著地高于全膜平铺穴播技术、全膜平铺穴播显著地高于膜侧沟播。这是由于在该旱作区域, 水分仍是小麦生长发育的主要限制因素, 全膜覆土穴播技术集雨保墒效果好, 小麦单产高, 增产幅度最高; 全膜平铺穴播技术增产效果也十分显著, 增产幅度仅次于全膜覆土穴播小麦; 膜侧沟播技术增产效果较差, 明显低于全膜覆土穴播小麦。

表3 半干旱区不同覆膜方式对小麦产量的影响

Table 3 The influence of different film mulching modes on wheat yield in semi-arid areas

覆膜模式 Mulching mode	各试验点产量/(kg·hm ⁻²) Yields of different experiment spots					平均产量 Average yield /(kg·hm ⁻²)	增产量 Yield increase /(kg·hm ⁻²)	增产率 Yield-increasing rate/%
	通渭 Tongwei County	静宁 Jingning County	庄浪 Zhuanglang County	秦安 Qinan County	镇原 Zhenyuan County			
全膜覆土穴播 WFMS	5413.5**	5800.5**	6025.5**	6165.0**	6304.5**	5941.8**	2520.9	73.7
全膜平铺穴播 WFM	4917.0**	5382.0**	5563.5**	5778.0**	5877.0**	5503.5**	2082.6	60.9
膜侧沟播 FPF	4245.0**	4425.0**	4537.5**	4657.5**	4834.5**	4539.9**	1119.0	32.7
露地条播 CK	2968.5	3238.5	3429.0	3591.0	3877.5	3420.9		

2.3 半湿润偏旱区不同覆膜方式小麦的增产效果

在年降水 500 ~ 600 mm 的半湿润偏旱区(秦州区玉泉镇、张家川县梁山乡、清水县永清镇、泾川县太平乡、灵台县什字镇)试验结果表明(表 4), 三种小麦覆膜方式较对照也均能明显增产, 同时单产也较半干旱偏旱区显著增加、较半干旱区明显增加; 但增产幅度明显低于半干旱区, 其中以全膜覆土穴播、全膜平铺穴播增产量和增产幅度较大, 膜侧沟播小麦增产不显著。三种覆膜方式也以全膜覆土穴播小麦产量最高, 增幅也最高, 较全膜平铺穴播、膜侧沟

播、对照增产产量分别为 495.9、1 837.2、2 632.5 kg·hm⁻², 增产率分别为 7.4%、34.4%、57.8%; 全膜平铺穴播增产量和增产幅度次于全膜覆土穴播小麦, 较膜侧沟播、对照增产产量分别为 1 341.3、2 136.6 kg·hm⁻², 增产率分别为 25.1%、46.9%; 膜侧沟播小麦产量较低, 增产幅度最小, 较对照增产量为 795.3 kg·hm⁻², 增产率为 17.5%, 增产效果不显著。分析也得出, 不同覆膜方式小麦增产量和增产幅度也以全膜覆土穴播技术显著地高于全膜平铺穴播技术、全膜平铺穴播技术显著地高于膜侧沟播技术。

表4 半湿润偏旱区不同覆膜方式对小麦产量的影响

Table 4 The influence of different film mulching modes on wheat yield in dry semi-humid areas

覆膜模式 Mulching mode	各试验点产量/(kg·hm ⁻²) Yields of different experiment spots					平均产量 Average yield /(kg·hm ⁻²)	增产量 Yield increase /(kg·hm ⁻²)	增产率 Yield-increasing rate/%
	秦州 Qinzhou District	张家川 Zhangjiachuan County	清水 Qingshui County	泾川 Jingchuan County	灵台 Lingtai County			
全膜覆土穴播 WFMS	6975.0**	7086.0**	7173.0**	7278.0**	7405.5**	7183.5**	2632.5	57.8
全膜平铺穴播 WFM	6474.0**	6604.5**	6703.5**	6784.5**	6871.5**	6687.6**	2136.6	46.9
膜侧沟播 FPF	5092.5**	5187.0**	5343.0**	5502.0**	5607.0**	5346.3**	795.3	17.5
露地条播 CK	4149.0	4338.0	4582.5	4785.0	4900.5	4551.0		

对 3 个旱作农业区进一步对比分析可以看出, 3 种覆膜方式小麦增产幅度表现为: 半干旱偏旱区 > 半干旱区 > 半湿润偏旱区, 表明越是干旱, 小麦对水分依赖性越强、对水分的反应也越敏感。半干旱偏旱区、半干旱区、半湿润偏旱区 3 个旱作区, 全膜覆土穴播小麦较对照露地条播增产率分别为 90.2%、73.7% 和 57.8%, 全膜平铺穴播小麦较对照增产率分别为 73.2%、60.9% 和 46.9%, 膜侧沟播小麦较对照增产率分别为 49.7%、32.7% 和 17.5%。另外, 对比分析还可以看出, 全膜覆土穴播和全膜平铺穴播小麦的增产产量则表现为半湿润偏旱区 > 半干旱区 > 半干旱偏旱区, 而膜侧沟播小麦的增产产量则表现为: 半干旱偏旱区 > 半干旱区 > 半湿润偏旱区。半干旱偏旱区、半干旱区、半湿润偏旱区 3 个旱作区,

全膜覆土穴播小麦较对照增产产量最高, 全膜平铺穴播次之, 均随降雨量增加、增产产量明显递增, 特别是在年降雨 500 ~ 600 mm 的半湿润偏旱区全膜覆土穴播小麦平均产量达到 7 183.5 kg·hm⁻², 最高达到 7 405.5 kg·hm⁻², 创造了该区域旱地小麦的最高产量; 膜侧沟播小麦较对照增产产量最低, 且增产产量随降雨量增加而明显降低。膜侧沟播小麦增产产量随降雨量增加而减少, 这是由于小麦膜侧沟播技术行距较大(≥20 cm)、种植密度较低, 单位面积基本苗和穗数(≤300 万株·hm⁻²)明显低于全膜覆土穴播小麦, 加之该技术集雨、保墒效果较差, 导致单产和增产产量较低。

2.4 经济效益比较

按照 2014 年初价格, 对 3 个旱作区域 15 个县

区 3 年不同覆膜方式与露地条播(对照)小麦进行经济效益比较得出(表 5),全膜覆土穴播、全膜平铺穴播、膜侧沟播较露地条播小麦产值分别增加 8 160.2、6 664.0 元·hm⁻²和 3 471.7 元·hm⁻²,纯收入分别增加 7 830.2、4 009.0 元·hm⁻²和 3 006.7 元·hm⁻²,均表现为:全膜覆土穴播 > 全膜平铺穴播 > 膜侧沟播 > 露地条播小麦;全膜覆土穴播、全膜平

铺穴播、膜侧沟播较露地条播小麦产投比分别增加 1.2、0.2 元·元⁻¹和 0.4 元·元⁻¹,表现为:全膜覆土穴播 > 膜侧沟播 > 全膜平铺穴播 > 露地条播。比较分析表明,全膜覆土穴播技术与全膜平铺穴播技术、膜侧沟播技术及露地条播技术相比,具有极显著的经济效益。

表 5 不同覆膜方式小麦与露地条播小麦经济效益比较

Table 5 The comparison of economic benefits between different film mulching modes and non-mulched with row-seeding

栽培模式 Planting mode	经济产量 Grain yield /(kg·hm ⁻²)	秸秆产量 Straw yield /(kg·hm ⁻²)	产值 Value /(yuan·hm ⁻²)	投入 Input /(yuan·hm ⁻²)	纯收入 Pure benefit /(yuan·hm ⁻²)	产投比 Value/input /(yuan·yuan ⁻¹)
全膜覆土穴播 WFMS	5936.1**	7123.3**	19707.7**	6552.0*	13155.7**	3.01**
全膜平铺穴播 WFM	5485.4**	6582.5**	18211.5**	8877.0**	9334.5**	2.05*
膜侧沟播 FPF	4523.8**	5428.6**	15019.2**	6687.0*	8332.2**	2.25*
露地条播 CK	3478.2	4173.8	11547.5	6222.0	5325.5	1.86

注:小麦籽粒 2.60 元·kg⁻¹, 秸秆 0.60 元·kg⁻¹, 地膜 13.33 元·kg⁻¹, 纯 N 4.51 元·kg⁻¹, P₂O₅ 6.25 元·kg⁻¹, 小麦种子 3.20 元·kg⁻¹, 农药 20.00 元·kg⁻¹, 人工 50.0 元·天⁻¹。

Note: Wheat grain: 2.60 yuan·kg⁻¹; stalk: 0.60 yuan·kg⁻¹; plastic film: 13.33 yuan·kg⁻¹; pure N: 4.51 yuan·kg⁻¹; pure P₂O₅: 6.25 yuan·kg⁻¹; wheat seed: 3.20 yuan·kg⁻¹; labor: 50.0 yuan·day⁻¹.

综合生产实际和上述研究结果得出,小麦全膜覆土穴播技术增产效果和种植效益显著,适宜在旱作区大面积推广;小麦全膜平铺(不覆土)穴播技术由于人工放苗强度大、费时费工,加之种植效益较低,不适宜在旱作区推广;小麦膜侧沟播技术由于种植密度较低、集雨保墒效果较差,导致产量相对较低,仅适宜在半干旱偏旱区及部分半干旱区适度推广应用。

3 讨论

目前,甘肃省小麦常年播种面积 80.7 万 hm²,平均单产 3 060.0 kg·hm⁻²;其中,旱地小麦种植面积 60.0 万 hm²,约占小麦总面积的 74.3%^[3]。由于干旱多灾,导致全省旱地小麦产量低而不稳,平均单产仅 2 400 kg·hm⁻²。近年来,为了提高旱地小麦产量,广大农业科技人员不断创新小麦栽培模式,围绕不同覆膜方式开展了大量研究和探索工作,取得了大量的研究成果。特别是随着旱地全膜覆土穴播技术的研究提出和推广应用,关于全膜覆土穴播技术的增产效果的研究不断取得深入。李福等^[5]在 2011 年严重干旱情况下,对甘肃省 5 个市 21 个县(区)小麦测产结果得出,全膜覆土穴播小麦平均单产 5 148.0 kg·hm⁻²,露地小麦平均单产 2 989.5 kg·hm⁻²,较露地小麦增产 2 158.5 kg·hm⁻²,增产幅度达到 72.2%。何春雨等^[6]在甘肃省农业科学院清水小麦试验站研究得出,全膜覆土穴播小麦较露

地条播小麦增产 1 304.11 ~ 1 715.1 kg·hm⁻²,增产率 22.79% ~ 34.73%。侯慧芝等^[7]在甘肃省农业科学院定西试验站研究得出,全膜覆土穴播小麦产量为 3 518.6 kg·hm⁻²,较露地条播小麦增产 29.1%,较全膜平铺穴播小麦增产 24.6%。刘晓伟等^[8]在甘肃省农业科学院庄浪试验站研究得出,全膜覆土穴播小麦产量可达 4 268.2 kg·hm⁻²,较露地条播小麦增产 32.9%。但以上研究主要集中在年降水 350 ~ 500 mm 的半干旱区^[4-8],而对半干旱偏旱区和半湿润偏旱区的研究较少,特别是缺乏系统地比较研究。本研究在甘肃中东部半干旱偏旱、半干旱和半湿润偏旱 3 个旱作区,通过 3 年大量、系统的覆膜方式试验表明,全膜覆土穴播小麦较露地条播增产量为 2 220.3 ~ 2 632.5 kg·hm⁻²,增产率为 57.8% ~ 90.2%;全膜平铺穴播小麦较露地条播增产量为 1 802.5 ~ 2 136.6 kg·hm⁻²,增产率为 46.9% ~ 73.2%;膜侧沟播小麦较露地条播增产量为 1 222.7 ~ 795.3 kg·hm⁻²,增产率为 17.5% ~ 49.7%。从而探明了不同旱作区覆膜方式对小麦产量的影响,明确了不同覆膜方式较露地条播的增产效果。结果得出,在年降水 250 ~ 600 mm 的旱作区,以全膜覆土穴播小麦增产幅度最大,全膜覆土穴播技术是目前北方旱地小麦最理想的地膜覆盖模式。

4 结论

1) 3 种覆膜方式均能较对照极显著地促进旱地

小麦增产,不同覆膜方式小麦增产幅度表现为全膜覆土穴播技术 > 全膜平铺穴播技术 > 膜侧沟播技术。3个旱作区,全膜覆土穴播、全膜平铺穴播、膜侧沟播3种覆膜方式小麦较对照平均增产率分别为73.9%、60.3%和33.3%。

2) 3种覆膜方式均能较对照极显著地提高旱地小麦产量,不同覆膜方式小麦增产量表现为全膜覆土穴播技术 > 全膜平铺穴播技术 > 膜侧沟播技术。3个旱作区,全膜覆土穴播、全膜平铺穴播、膜侧沟播小麦较对照平均增产量分别为2 457.9、2 007.2、1 045.9 kg·hm⁻²。

3) 不同旱作区3种覆膜方式小麦增产幅度均明显地表现为半干旱偏旱区 > 半干旱区 > 半湿润偏旱区,但以全膜覆土穴播小麦增幅最高。3个旱作区全膜覆土穴播小麦较对照增产率分别为90.2%、73.7%和57.8%,全膜平铺穴播小麦较对照增产率分别为73.2%、60.9%和46.9%,膜侧沟播小麦较对照增产率分别为49.7%、32.7%和17.5%。

4) 不同旱作区全膜覆土穴播和全膜平铺穴播小麦增产量表现为半湿润偏旱区 > 半干旱区 > 半干旱偏旱区,而膜侧沟播小麦增产量则表现为半干旱偏旱区 > 半干旱区 > 半湿润偏旱区。较对照增产量,3个旱作区全膜覆土穴播小麦分别为2 220.3、2 520.9、2 632.5 kg·hm⁻²,全膜平铺穴播小麦分别为1 802.5、2 082.6、2 136.6 kg·hm⁻²,而膜侧沟播小

麦分别为1 222.7、1 119.0、795.3 kg·hm⁻²。

5) 不同覆膜方式小麦的经济效益以全膜覆土穴播技术最为显著。全膜覆土穴播、全膜平铺穴播、膜侧沟播及露地条播小麦的产投比分别为3.01、2.05、2.25元·元⁻¹和1.86元·元⁻¹。全膜覆土穴播技术与全膜平铺穴播技术、膜侧沟播技术及露地条播技术相比,具有极显著的经济效益。

参考文献:

- [1] 崔金梅,郭天财,朱云集,等.小麦的穗[M].北京:中国农业出版社,2008:290-301.
- [2] 赵广才,常旭虹,王德梅,等.中国小麦生产发展潜力研究报告[J].作物杂志,2012,(3):1-5.
- [3] 李福,李城德,刘广才,等.甘肃发展旱地全膜覆土穴播技术的重要意义[J].农业科技与信息,2010,(23):3-4,27.
- [4] 李福,李城德,刘广才,等.旱地全膜覆土穴播免耕多茬种植技术[J].中国农技推广,2011,27(1):24-25,19.
- [5] 李福,刘广才.甘肃省小麦全膜覆土穴播技术的增产效果[J].农业科技与信息,2011,(23):3-4.
- [6] 何春雨,周祥椿,杜久元,等.全膜覆土免耕穴播栽培技术对冬小麦产量效应的研究[J].农业现代化研究,2010,31(6):746-749.
- [7] 侯慧芝,吕军峰,张绪成,等.陇中半干旱区全膜覆土穴播小麦的土壤水分及产量效应[J].作物杂志,2010,(1):21-25.
- [8] 刘晓伟,何宝林,康恩祥,等.播种方式对旱区冬小麦产量及土壤水分、土壤温度的影响[J].作物杂志,2011,(5):77-81.
- [9] 李福,刘广才,李城德,等.旱地小麦全膜覆土穴播技术的土壤水分效应[J].干旱地区农业研究,2013,31(4):73-78,98.

(上接第7页)

- [10] Hoffman A, Kummerow J. Root studies in the Chilean matorra[J]. Oecologia, 1978,32:57-69.
- [11] Kummerow J, Kause D, Jow W. Root system of chaparral shrub[J]. Oecologia, 1977,29:163-177.
- [12] Unger PW. Over winter changes in physical-properties of no-tillage soil[J]. Soil Science Society of America Journal, 1991,55:778-782.
- [13] Herrmann A, Witter E. Sources of C and N contributing to the flush in mineralization upon freeze-thaw cycles in soils[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2002,34:1495-1505.
- [14] 王恩姮,陈祥伟.大机械作业对黑土区耕地土壤三相与速效养分的影响[J].水土保持学报,2007,8(4):98-102.
- [15] 李潮海,周顺利.土壤容重对玉米苗期生长的影响[J].华北农学报,1994,9(2):49-54.
- [16] Logdon S D, Reneaub. Effects of soil physical characteristics on root growth of Maize Seedling[J]. Foreign agriculture - Maize, 1990,79(2):16-20.
- [17] Barracloughpb, Weirah. Effects of a compacted subsoil layer on root and shoot growth, water use and nutrient uptake of winter wheat[J]. Agricultural Science, 1988,110:207-216.
- [18] 李彩霞,孙景生,周新国,等.隔沟交替灌溉条件下玉米根系形态性状及结构分布[J].生态学报,2011,31(14):3956-3963.
- [19] 杨丽韞,罗天祥,吴松涛.长白山原始阔叶红松林及其次生林细根生物量与垂直分布特征[J].生态学报,2007,27:3609-3712.
- [20] 李永平,王孟本,史向远.不同耕作方式对土壤理化性状及玉米产量的影响[J].山西农业科学,2012,40(7):723-727.