

甘肃省旱地全膜双垄沟播技术研究与应 用进展

李来祥², 刘广才¹, 杨祁峰¹, 赵小文¹, 朱永永¹

(1. 甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省天水市农业技术推广站, 甘肃 天水 741000)

摘 要: 系统分析了旱地全膜双垄沟播技术体系的研究阶段、技术创新、应用状况、技术评价和发展前景。结果表明, 旱地全膜双垄沟播及其配套技术集覆膜抑蒸、垄面集流、雨水富集于一体, 极显著地提高了农田降水保蓄率、利用率和作物水分利用效率, 使秋季全覆膜和顶凌全覆膜 1 m 土壤贮水分别较常规播前半膜平铺增加 50.2 mm 和 31.7 mm; 降水利用率最高达到 75.2%, 平均达到 70.0%; 玉米水分利用效率最高达到 37.8 kg/(mm·hm²), 平均达到 33 kg/(mm·hm²)。从而有效解决了黄土高原旱作农业区玉米等大秋作物因春旱无法播种、出苗的瓶颈, 大幅度提高了作物产量, 使玉米产量平均达到 8 374.5 kg/hm², 增产 37.1%。

关键词: 全膜覆盖; 双垄面集流; 沟播

中图分类号: S344 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)01-0114-05

甘肃省旱地面积 239.1 万 hm², 约占耕地面积的 70%^[1,2], 大部分旱作地区分布在陇东、中部黄土高原区, 自然降水极其贫乏, 有效水资源紧缺, 年降雨量的 70%集中在 6~9 月, 且多以暴雨形式出现, 年蒸发量是年均降水量的 3~4 倍^[2]。尤其是进入 20 世纪 80 年代以来, 旱作区年降水量呈明显递减趋势, 近 10 年年平均降雨量减少约 60~100 mm; 农作物旱灾面积占旱作面积的比例逐年上升^[1](80 年代为 20%~30%, 90 年代达到 30%~40%; “十五”以来, 大多年份达到 50%左右)。传统的半膜平铺穴播技术虽然具有明显的保墒增温效果, 能显著提高旱作区玉米产量, 但对雨水的保蓄率低, 秋冬春三季土壤水分蒸发严重, 早春稀少的降水特别是小于 10 mm 的微小降水不能有效集蓄和利用, 不能有效解决玉米棵间蒸发量大、生育期降水保蓄率和利用率低、早春因干旱玉米等作物无法下种或出现“卡脖子”旱导致减产等问题。

针对旱作农业存在的突出问题, 甘肃省农业技术推广总站等单位从 20 世纪 90 年代中期开始, 紧紧围绕提高农田降水保蓄率、利用率和水分利用效率等核心问题, 结合各期旱作农业项目的实施, 进行了大量的研究与探索, 创新提出和大面积推广应用了“玉米全膜双垄沟播技术”及其配套技术体系, 不仅解决了旱地农田降水如何最大限度保蓄的问题, 而且有效解决了旱地农田降水如何集流的问题, 大幅度提高了农田降水利用率和水分利用效率。

1 全膜双垄沟播技术的研究阶段

“全膜双垄沟播技术体系”是经过十多年大量的研究与探索取得的, 其研究过程使地膜覆盖技术经历了从半膜平铺到半膜垄沟栽培, 从半膜平铺到全膜平铺、再到全膜覆盖双垄沟播以及从播前覆膜到秋季(顶凌)覆膜等发展阶段, 得出了“旱地全膜双垄沟播技术、秋季全膜双垄春季沟播技术、顶凌全膜双垄春季沟播技术和全膜双垄沟播免耕地膜重复利用技术”等四大创新技术, 形成了“全膜覆盖+双垄+秋季(或顶凌)覆膜+沟播+免耕地膜重复利用”的降水高效利用集成技术体系。全膜双垄沟播技术研究阶段和解决的关键技术:

1.1 1995 年旱地玉米半膜覆盖垄沟栽培技术试验

甘肃省农技推广总站 1992 年组织平凉市农技推广部门从山西省忻州地区引进“旱地地膜集流增墒覆盖法^[3](地膜玉米双垄沟覆盖法)”, 试验取得成功, 平均较常规对照半膜平铺增产 12.5%^[4]。1993~1995 年在水、庆阳、临夏、兰州、白银、定西等地陆续开展试验示范, 并获得成功。该技术的核心是在半膜平铺穴播的基础上, 沿行向开两条播种沟, 覆膜后能使膜面上的降水集中流向播种孔, 下渗到玉米种子、根系周围, 并被迅速吸收利用^[5]。研究解决的关键技术是在农田实现了降水的集流。

1.2 1998 年旱地玉米全地面覆膜平铺栽培技术试验

甘肃对玉米全地面覆膜平铺栽培技术的研究起

收稿日期: 2008-03-18

基金项目: 甘肃省旱作农业项目“旱地全膜双垄沟播技术示范推广”(甘农牧农[2007]64 号)

作者简介: 李来祥(1956—), 男, 甘肃西峰人, 高级农艺师, 主要从事旱作农业、耕作与栽培等方面研究。E-mail: tssli1956@126.com。

通讯作者: 刘广才, E-mail: lgc633@163.com。

步较早,1990~1996 年甘肃省农科院就在河西灌区的张掖、酒泉开展玉米全地面覆膜平铺栽培技术的研究,平均增产 11.0%~15.7%^[6~8],增产效果显著。1998 年甘肃省农科院在临洮水川地^[9]、榆中旱地进行了玉米全地面覆膜平铺栽培技术试验研究,结果表明,该项技术增产效果显著,较半膜平铺穴播增产 20%以上。

研究解决的关键技术是最大限度地保蓄了土壤水分,但农田降水的集流效果差。

1.3 2003 年旱地玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术试验

2003 年甘肃省农业技术推广总站和榆中县农技推广中心等单位在系统分析总结地膜玉米半膜双垄沟种植和玉米全膜平铺种植的基础上,结合实施农业部“旱作节水农业财政专项”项目,在榆中县清水驿乡杨河村开展了玉米不同覆膜模式试验研究,在试验的基础上创造性地提出了“玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术”(简称“玉米全膜双垄沟播技术”)^[10~12]。2004~2007 年在全省不同区域进行试验研究,均获得极其显著的抗旱增产效果,玉米较传统半膜平铺穴播增产 30%以上^[13~18];同时,对马铃薯全膜覆盖双垄面集雨沟播技术也进行了试验研究,增产效果明显,较传统半膜覆盖增产 20%以上^[19~21]。

研究解决的关键技术:第一,最大限度地抑制了因地表裸露而造成水分大量的无效蒸发;第二,实现了对农田表面雨水的集流和富集叠加利用。

1.4 2005 年秋季(或顶凌)全膜双垄春季沟播技术试验

2005 年甘肃省农业技术推广总站在通渭、安定、榆中等县区开展了玉米不同覆膜时期试验研究,结果得出:秋季全膜双垄春季沟播较播前全膜双垄沟播增产 20.7%,早春顶凌全膜双垄春季沟播较播前全膜双垄沟播增产 11.3%,秋季(顶凌)全膜双垄春季沟播增产效果显著^[22],并在试验的基础上提出了“秋季(顶凌)全膜双垄春季沟播技术”。

研究解决的关键技术:最大限度地保蓄土壤水分,抑制了秋冬春三季因地表裸露而造成水分大量的无效蒸发,有效解决了黄土高原旱作农业区玉米等大秋作物因春旱无法播种、出苗的瓶颈问题。

2 全膜双垄沟播的技术创新

2.1 全膜双垄沟播技术显著提高了降水保蓄率、利用率、水分利用效率和作物产量

全膜双垄沟播技术综合集成覆盖抑蒸、垄面集

流、雨水富集等理论及技术,使地膜的抑制蒸发、雨水集流、贫水富集等作用得到了最大限度地利用,大幅度提高了作物产量、降水保蓄率、利用率和水分利用效率。全省多点试验研究表明,农田降水利用率最高达到 75.2%,平均达到 70%以上;玉米水分利用效率最高达到 37.8 kg/(mm·hm²),平均达到 33 kg/(mm·hm²);玉米平均产量达到 8 374.5 kg/hm²,较对照半膜平铺增产 2 265 kg/hm²,增产率 37.1%。在旱作农田降水高效利用方面取得了重大突破。

2.2 秋季(或顶凌)全膜覆盖从根本上解决了土壤水分的无效蒸发,最大限度地实现了秋雨春用

秋季(或顶凌)全膜覆盖最大限度地抑制了秋冬春三季土壤水分的无效蒸发。试验表明,播前,秋季全覆膜 1 m 土壤贮水比播前半膜平铺增加 50.2 mm,顶凌全覆膜 1 m 土壤贮水比播前半膜平铺增加 31.7 mm。同时也抑制了玉米生长期棵间蒸发,最大限度地保蓄了自然降水,使季节分布不均的降水得到了均衡利用,实现了秋雨春用,为玉米出苗和前期生长提供了充足的水分储备,从而有效解决了 4~5 月份因干旱无法下种的问题,满足了早春干旱条件下作物对水分的需求。

2.3 起垄全覆膜和沟播实现了田间雨水的集流和富集叠加利用

起垄全覆膜和沟播使整个田间形成沟垄相间的集流场,能将整个农田的全部降雨拦截与汇集,使作物种植区和非种植区的降雨都汇流到播种沟,聚集到作物根部,成倍增加了作物根区的实际降雨量,实现了田间雨水的富集叠加利用。特别是对春季 10 mm 以下微小降雨的富集利用,达到 20~30 mm 的降雨效果,通过膜面汇集到播种沟,有效解决了黄土高原旱作农业区玉米等大秋作物因春旱无法播种、出苗的瓶颈(图 1)。

2.4 全膜双垄沟播免耕地膜重复利用技术

全膜双垄沟播免耕地膜重复利用技术一次覆膜连续种植两茬或多茬作物^[23,24],与半膜平铺种植技术相比:一是减轻冬春季土壤水分的蒸发,使第二年播前土壤含水量保持较高的水平,满足作物出苗和生长对水分的需求;二是能有效减轻土壤地表的风蚀和水蚀,防止水土流失;三是根茬直接还田,增加了土壤有机质,有利于改良土壤和提高土壤肥力;四是减少了地膜的投入量和劳动投入成本,实现降本增效。

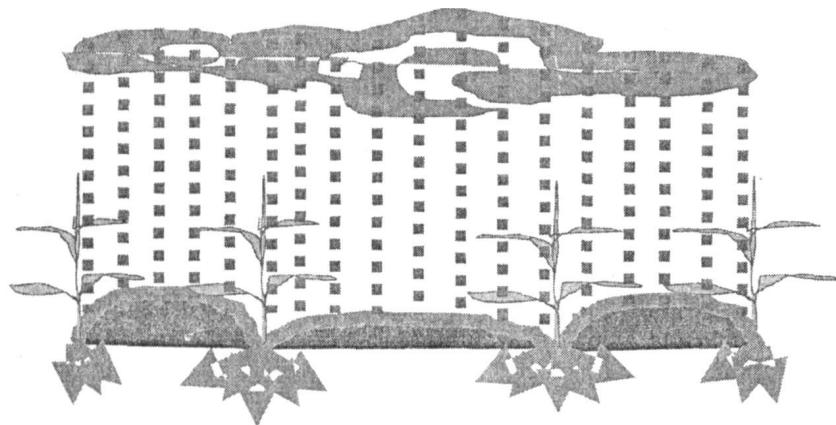


图 1 玉米全膜覆盖双垄面集雨效果示意图

Fig. 1 The sketch map of rainfall harvesting by whole plastic-film mulching on double ridges

3 全膜双垄沟播技术的应用进展

2003 年玉米全膜双垄沟播技术首先在榆中县清水驿乡杨河村农户张国泰的承包地第 1 次进行示范,面积 0.08 hm^2 ,表现出极显著的抗旱增产优势,比传统半膜覆盖模式增产 38.6% 。2004 年在榆中县清水驿乡等 5 个乡镇示范 333.3 hm^2 ,当年遭遇春季和初夏严重干旱,玉米平均产量仍达到 $7\,752 \text{ kg/hm}^2$,较对照半膜平铺(下同)增产 32% 。

从 2005 年开始,甘肃省农业技术推广总站安排在全省范围大面积示范推广。2005 年省、市、县农技部门共投资 100 万元,在中东部具有代表性的 6 个县(区)示范推广全膜双垄沟播技术 0.2 万 hm^2 (其中玉米 0.15 万 hm^2 、马铃薯 0.05 万 hm^2),玉米产量平均达到 $8\,266.5 \text{ kg/hm}^2$,较对照增产 34.9% ;马铃薯产量平均达到 $26\,613 \text{ kg/hm}^2$,较对照增产 37.3% 。2006 年省、市、县农技和财政部门共投资 450 万元,在中东部 14 个旱作农业县(区)示范推广全膜双垄沟播技术 0.8 万 hm^2 (其中,玉米 0.67 万 hm^2 、马铃薯 0.13 万 hm^2);玉米平均产量 $8\,422.5 \text{ kg/hm}^2$,较对照增产 38.6% ;马铃薯平均产量 $26\,460 \text{ kg/hm}^2$,较对照增产 35.6% 。2007 年省、市、县财政部门安排专项资金 1 950 万元,在庆阳、平凉、天水、定西、临夏、白银、兰州、武威 8 市州的 32 个旱作农业县(区)共计示范推广全膜双垄沟播技术 3.27 万 hm^2 (其中,玉米 2.88 万 hm^2 、马铃薯 0.39 万 hm^2),玉米平均产量达到 $8\,376 \text{ kg/hm}^2$,较对照增产 37.1% ;马铃薯平均产量 $29\,730 \text{ kg/hm}^2$,较对照增产 30.1% ,有力地推动了全膜双垄沟播技术在全省其它旱作区的推广应用。

2008 年,省、市、县财政部门共下达专项资金 9 000 万元(其中,省上下达旱作农业专项资金 5 000 万元,市县财政安排专项资金 4 000 万元),在中东

部庆阳、平凉、天水、定西、临夏、白银、兰州、陇南及武威 9 市州的 40 个旱作农业县(区)推广玉米全膜双垄沟播技术 20 万 hm^2 ;与此同时,2008 年农业部在陕西、宁夏和青海安排专项资金分别推广玉米全膜双垄沟播技术 0.4 万 hm^2 、 0.23 万 hm^2 和 0.07 万 hm^2 。甘肃省计划 2009 年在全省旱作区推广该技术 33.33 万 hm^2 ,到 2010 年全膜双垄沟播技术面积突破 50 万 hm^2 。

4 技术综合评价

4.1 技术适用条件

全膜双垄沟播技术主要适用于海拔 $2\,300 \text{ m}$ 以下,年降雨量 $250\sim 600 \text{ mm}$ 的半干旱偏旱、半干旱和半湿润偏旱区,适宜的土地类型为川、台、塬、梯田、沟坝地及缓坡地($<15^\circ$),适宜的作物有玉米、马铃薯和稀植蔬菜等作物。秋季(或早春顶凌)全膜覆盖技术适用条件为:半干旱偏旱区宜采取秋季全覆膜,对早春顶凌全覆膜技术应慎重采用,以避免早春过度干旱而错过最佳覆膜时间;半干旱区宜采取以秋季全覆膜为主,当秋季来不及覆膜时,早春应及时进行顶凌全覆膜;半湿润偏旱区宜采取以早春顶凌全覆膜为主,如果早春降水稀少或春季来不及覆膜时,可采用秋季全覆膜。

4.2 经济效益分析

2004~2007 年 4 年累积示范推广玉米全膜双垄沟播技术 3.73 万 hm^2 ,较半膜平铺穴播平均增产 $2\,265 \text{ kg/hm}^2$,增产率 37.1% ;全膜双垄沟播技术较半膜平铺穴播技术增加地膜用量 37.5 kg/hm^2 ,增加用工 22.5 个/hm^2 。按照 2007 年底价格和推广费用 60 元/hm^2 计算,全膜双垄沟播技术新增生产费用 825 元/hm^2 ,玉米主副产物增产值为 $3\,873.15 \text{ 元/hm}^2$,新增纯收益 $2\,988.15 \text{ 元/hm}^2$,产投比 4.38 元/元 ,科技投资收益率 3.38 元/元 ,具有

极其显著的经济效益。

4.3 发展前景

全膜双垄沟播技术非常适合在年降水 300~400 mm 的半干旱偏旱和半干旱区如甘肃中部的兰州、白银、定西等地区推广,这些地区种植小麦正常年份产量只有 1 500 kg/hm² 左右,纯收入不足 1 500 元;如果推广玉米全膜双垄沟播技术,产量在 6 000~9 000 kg/hm²,高的可以达到 9 000~10 500 kg/hm²,纯收入是种小麦的 3~4 倍^[4]。年降水雨在 400~600 mm 的半干旱和半湿润偏旱区如东南部的庆阳、平凉、天水 and 陇南等地区推广玉米全膜双垄沟播技术,产量在 9 000~12 000 kg/hm²,高的可以达到 12 000~15 000 kg/hm²。甘肃旱作农业区现有耕地 239.1 万 hm²,适宜全膜双垄沟播技术的旱作农业面积可达 133 万 hm²,这些耕地全部采用全膜双垄沟播技术,按增产 2 250 kg/hm² 计算,年可增产粮食 30 亿 kg。我国北方甘肃、陕西、宁夏、青海、新疆、山西、内蒙、河南、河北、辽宁等 10 个省区现有旱地面积 0.18 亿 hm²,适宜全膜双垄沟播技术的旱作农业面积按 0.1 亿 hm²、增产按 2 250 kg/hm² 计算,年可增产粮食 225 亿 kg。在这些地区推广这项技术,不仅可以解决山旱地区农民的口粮问题,为农民增收开辟新的渠道,而且为发展畜牧业提供大量饲草饲料,显著提高旱作农业区的综合生产能力,对保障粮食安全、实现区域经济快速发展、推动旱作区农村社会稳定具有重要作用。

因此,该技术具有广阔的发展前景,不仅对甘肃旱作农业、而且对国内外同类地区旱作农业发展提供了技术保障。

参考文献:

[1] 甘肃农村年鉴编委会. 甘肃农村年鉴[M]. 兰州:甘肃鑫统印务有限责任公司, 2007: 216—237.

[2] 尚勋武, 杨祁峰, 刘广才. 甘肃发展旱作农业的思路和技术体系[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(增刊): 194—196.

[3] 胡全平, 张春霞. 旱(坪)地集流增墒覆盖播种法[J]. 山西农业, 1995, (4): 13.

[4] 景东田. 抗旱增产新技术—旱地地膜集流增墒覆盖法[J]. 农业科技与信息, 1994, (z1): 5.

[5] 张俊英. 陇东旱地玉米双垄沟覆膜集雨增墒栽培技术规程[J]. 甘肃农业科技, 2001, (4): 21—22.

[6] 祁旭升, 谢忠奎, 杜文华. 玉米地面覆盖技术的节水增产效果研究[J]. 甘肃农业科技, 1994, (3): 2—4.

[7] 孙志寿. 全地面覆盖地膜玉米栽培的效果与关键技术[J]. 耕作与栽培, 1997, (6): 28—29.

[8] 马忠明. 玉米全地面地膜覆盖节水增产栽培技术的研究与应用[J]. 玉米科学, 1999, 7(增刊): 54—56.

[9] 李维忠. 临洮川水地玉米全地面地膜覆盖栽培试验研究初报[J]. 甘肃农业科技, 2000, (1): 18—19.

[10] 张雷, 牛建彪, 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): 174—175.

[11] 赵凡. 旱地玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2004, (11): 22—23.

[12] 牛建彪. 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.

[13] 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, 17.

[14] 赵凡. 玉米双垄面集雨全膜覆盖沟播栽培技术优势及应用前景[J]. 耕作与栽培, 2005, (6): 62—63.

[15] 孙振荣. 双垄全膜玉米栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2006, (12): 41.

[16] 姬长合. 旱地玉米全地面覆盖双垄沟集雨沟播栽培试验研究初报[J]. 甘肃农业, 2006, (4): 254.

[17] 杨祁峰, 孙多鑫, 熊春蓉, 等. 玉米全膜双垄沟播栽培技术[J]. 中国农技推广, 2007, 23(8): 20—21.

[18] 孔学林. 通渭县干旱半干旱区玉米与高粱地膜全覆盖抗旱栽培技术[J]. 甘肃农业, 2005, (9): 156.

[19] 丁世成, 刘世海, 张雷. 旱地马铃薯双垄面集雨全膜覆盖栽培技术要点[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(3): 178—179.

[20] 丁世成, 刘世海, 张雷. 马铃薯双垄面全膜覆盖沟播和大垄膜侧栽培试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2006, (8): 3—5.

[21] 郝玉梅, 牛建彪. 榆中县旱地马铃薯双垄全膜覆盖栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2006, (7): 63.

[22] 张雷. 旱地双垄面集水全膜不同时期覆盖对玉米生长的影响[J]. 作物杂志, 2007, (3): 67—68.

[23] 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—11, 16.

[24] 钱翠兰. 旱作玉米双垄全膜覆盖沟播一膜两年用免耕栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2007, (4): 33—34.

Research and application development for the techniques of whole plastic-film mulching on double ridges and planting in catchment furrows in dry land

LI Lai-xiang², LIU Guang-cai¹, YANG Qi-feng¹, ZHAO Xiao-wen¹, ZHU Yong-yong¹
(1. Gansu Agro-technical Extension Station, Lanzhou, Gansu 730020, China;
2. Tianshui Agro-technical Extension Station, Tianshui, Gansu 741000, China)

Abstract: Analysis is made of research stages, technical innovation, application status, technology assessment and potential development of whole plastic-film mulching on double ridges and planting in catchment fur-

rows in the dry land. The results showed that the techniques which integrated film covering, evaporation suppression, runoff catching on ridge surface and rainwater enrichment together increased remarkably field rainfall storage, utilizing rate and corn water use efficiency. Compared with the conventional film mulching cultivation (half flat mulching before sowing), whole film mulching on double ridges in autumn and early spring increased soil water storage below 1m layer by 50.2 mm and 31.7 mm respectively. Meanwhile, the techniques led the highest field rainfall use rate up to 75.2% with an average of 70.0%, corn water use efficiency up to 37.80 kg/(mm·hm²) with an average of 33.00 kg/(mm·hm²), which broke the bottleneck of autumn crops like maize being not sowed and emerged due to spring drought in loess plateau arid area, and increased yield significantly with an average of 8374.5 kg/hm² by 37.1%, and made a key breakthrough for highly efficient rainwater utilizing techniques in dry land. As a great innovative technology in dryland farming, it had great development prospects by providing technical support not only for Gansu, but also for similar areas at home and abroad.

Key words: dryland farming; whole plastic-film mulching on double ridges; planting in furrows; research and application

(上接第 106 页)

[9] 籍增顺,刘虎林,洛希图,等.免耕覆盖对旱地玉米生长发育的影响[J].山西农业科学,1994,22(3):22-27.

[10] 王明权,李效栋,景明.覆盖免耕的节水效应与土壤温度变化[J].甘肃农业大学学报,2007,42(1):119-122.

[11] 姚宝林,施炯林.秸秆覆盖免耕对储水灌溉的影响[J].甘肃农业大学学报,2004,3(1):34-37.

Different conservation tillage related with soil water, soil temperature and yield of potato in rainfed farming system

ZHAO Tian-wu, HUANG Gao-bao*, XUAN Chun-xiang, XIE Jun-hong, LIAN Hong-bin
(College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: A field test was conducted in the western Loess Plateau, and the treatments including conventional tillage(T), surface seeding in the stubble mulched ditch with plastic film mulched ridge(PDSS), shallow seeding in the stubble mulched ditch with plastic film mulched ridge(PDSSH), surface seeding on ridge with stubble (RSS), surface seeding in flatten culture with stubble(FSS) and surface seeding in the stubble mulched ditch without plastic film mulched ridge(DSS). Through analysis of soil water, soil temperature in different layers and yield of potato, the results showed that no-tillage with stubble retention could increase water storage in 0~80 cm soil layer, especially in 0~30 cm soil layer in poor raining years; No-tillage with stubble retention could decrease accumulated soil temperature($\geq 0^{\circ}\text{C}$) as compared with conventional tillage, and also decreased the daily temperature of the layer of potato development at 14:00 in sunny days. The temperature of FSS was $27^{\circ}\text{C}\sim 29^{\circ}\text{C}$, PDSSH was $21^{\circ}\text{C}\sim 28.5^{\circ}\text{C}$, and they were lower than T. The temperature of T was $27^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$, therefore, it reduced the harm to potato development. The rate of seedling and yield of no-tillage treatment was higher than T, except RSS. The yield of FSS was the best, reaching 27 468.3 kg/hm² and increasing by 30.05% compared with T.

Key words: potato; conservation tillage; surface seeding; no-tillage with stubble retention; loess plateau