

旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧 种植技术与应用前景

薛少平¹, 韩少明², 乔志荣³

(1. 西北农林科技大学机电学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西乾县农技中心, 陕西 乾县 713300;

3. 陕西靖边县农机推广站, 陕西 靖边 718500)

摘要: 为了将有限的自然降水最大限度地蓄积、保存于土壤之中,并尽可能地提高其利用效率,连续多年采用田间试验与大面积示范相结合的方法,集成创新研究的“旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术”,融“冬闲期倒秆覆盖免耕”与“生育期两元带状覆盖膜侧种植”两项技术的优点于一体,能综合调节旱作农田的水、肥、气、热条件,最大限度地利用自然降水,因而旱地春玉米生长稳健苗壮,增产增收效果显著,水分利用率也达最高。同时,该技术并具有增加土壤有机质,提高土壤潜在肥力和控制水土流失,减轻沙尘飞扬,改善生态环境,促进农业可持续发展的效果。

关键词: 旱地春玉米;倒秆覆盖免耕;两元带状覆盖;膜侧种植

中图分类号: S513.048 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0140-05

春玉米是陕西渭北高原重要的粮食与饲料作物,其产量高低对该区乃至陕西粮食安全和畜牧业发展具有重大意义^[1]。然而,干旱缺水、土壤贫瘠和水土流失却严重制约该区域旱地春玉米生产的发展。

渭北高原位于陕西省的中北部,属暖温带半湿润偏旱气候,年均气温7.0~13.5℃,年均降水量540~710 mm,无霜期短,玉米一年一熟,多实行冬季休闲;耕地面积约120.2万m²,占陕西省耕地总面积的36.2%,其中除川道和南部一些地区有一些灌溉条件外,大部分地区地下水和地表水资源贫乏,农业生产用水完全依赖有限的自然降水,属典型雨养农业地区。降水量少,年际间变化大,季节分配不均,且多无效雨、微效雨、大雨、暴雨以及降水季节与作物生长季不吻合,是该区域降水的最大特点^[2]。

在制约旱地春玉米生产的三大因素中,以干旱缺水危害最大。可是大量理论研究和生产实践证明,干旱缺水固然是影响该区旱地春玉米生产潜力得以充分挖掘的限制因素,然而自然降水的大量流失和无效蒸发则是造成旱地春玉米产量低而不稳的重要原因。据试验测定,旱农地区总降水量中,地面径流量和地下径流量占14%左右,也就是说86%的自然降水入渗土壤可被作物利用。但在一般耕作栽培条件下,通过作物蒸腾形成的作物生产力仅占

总降水量的25%左右,60%左右的降水量无效蒸发^[3],而这些形成径流和无效蒸发的水分正是旱作农田的重要利用对象,说明渭北高原的降水资源还蕴藏着很大的生产潜力。

鉴此,针对旱地春玉米生产中存在的突出问题,从20世纪80年代中期开始,紧紧围绕如何将有限的自然降水最大限度地蓄积并保存于土壤之中,变不均匀的降水为比较稳定的供水,克服降水与作物需水不相吻合的矛盾,最大限度地提高自然降水的利用效率,我们在陕西的杨凌和乾县,通过多年多点大量试验与探索,终于研究成功以“旱地春玉米倒秆免耕两元覆盖膜侧种植模式”为核心,与综合配套技术相结合的机械化集成技术体系。进入21世纪,在农业部跨越计划项目中,又对该技术进行了大面积的中试、示范和推广,使其进一步完善、成熟。生产实践表明,该技术不仅能够大幅度提高有限自然降水的利用效率,实现旱地春玉米高产或超高产,而且可以保水保土,改善生态环境,实现农业的可持续发展^[1],因而受到群众广泛欢迎,在陕西渭北高原及同类地区具有广阔的应用前景。

1 倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术研究

旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技

收稿日期:2010-01-10

基金项目:杨凌农业机械化新技术、新机具试验示范[陕农机发(2000)64号]

作者简介:薛少平(1953—),男,陕西靖边人,研究员,主要从事保护性耕作技术与机具研究。

通讯作者:韩少明(1953—),男,陕西乾县人,农艺师,主要从事农业技术推广。

术的研究,开始于1984年,试验设在原西北农业大学农作一站旱地试验田。当年,我们针对渭北高原冬春干旱少雨、多风及传统耕作造成地表裸露、耕层疏松,土壤水分损失严重,特别是每年的春旱,给春播工作造成很大困难的实际,进行了“旱地春玉米全程微型聚水地膜覆盖技术研究”。试验从冬前开始以传统裸地为对照,处理有起垄覆膜膜上穴播、起垄覆膜膜侧穴播和秸秆全程覆盖等^[4],试验结果表明,地膜、秸秆覆盖均有一定的保水效果,但秸秆覆盖效果较差于地膜覆盖;增产效果以起垄覆膜膜侧穴播最好,起垄覆膜穴播次之,秸秆覆盖居第三。可是存在的问题也比较突出:一是冬前起垄覆膜,经历漫长的冬春地膜很难保证不受损伤、破坏;二是沟内裸露失墒严重;三是地膜覆盖垄上部的土壤水分含量明显低于其它部位,对春播极为不利;四是起垄覆膜膜上穴播,夏季膜内每日出现 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 以上高温机会极多;五是秸秆覆盖会使春季地温降低,出现“低温效应”,因而,玉米出苗晚,发育迟缓;六是春季玉米播种时,大型的机具不好作业。

到20世纪80年代末90年代初,在乾县原西北农业大学黄土高原综合治理基地,根据过去的研究,又开展了“旱地春玉米全程微型聚水两元覆盖技术”的试验,也设4个处理,与前面所不同的就是在2个起垄覆膜处理的沟内覆盖了秸秆,形成两元覆盖,每公顷覆盖6 000 kg。其好处是沟内减少了水分散失,其保水效果更好一些,但还存在一些缺点。

再到20世纪90年代中后期,根据各个试验处理的优缺点,将秸秆全程覆盖处理和微聚水两元覆盖膜侧穴播处理,取长补短,有机结合,才逐步形成“旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术模式”。

进入21世纪,为了尽快将该技术转化为现实生产力,进一步验证其可行性,便申请了农业部农业科技跨越计划项目,在陕西渭北高原的乾县和黄陵县,又进行了多年的中试与示范,同时在陕西渭北8个市(县)大面积推广,通过进一步的中试熟化使核心技术更加完善、成熟^[1],并逐步集成以“旱地春玉米倒秆免耕两元覆盖膜侧种植模式”为核心,与综合配套技术相结合的机械化集成技术体系,而且,取得很好的经济效益、社会效益和生态效益。

2 倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植的技术模式

旱地春玉米倒秆免耕两元覆盖膜侧种植技术,

是“冬闲期倒秆覆盖技术”与“生育期开沟起垄两元带状覆盖膜侧种植技术”相结合,取长补短而集成的一种旱地春玉米高产或超高产栽培新技术^[5]。

倒秆覆盖,是在前茬玉米收获时,掰棒留秸秆,随后趁秸秆青绿用压杆机或人工将整株压倒,就地平铺在硬茬地上,并覆盖均匀,不留孔隙,满地铺开,形成全面覆盖。

免耕作,是前茬玉米收获后至第二年春下茬玉米播种前,不再进行任何土壤耕作,而实行免耕。

秸秆间隔带状覆盖,第二年春临播前,首先用“秸秆除茬粉碎机”,将秸秆除根粉碎均匀覆盖地面;然后用“带状分离旋耕施肥整地机”进行秸秆带状分离、旋耕、施肥、整地。分离时将秸秆集中于宽50 cm带内,留出70 cm空带进行旋耕分层施肥,并整平压实地面,形成秸秆覆盖(50 cm)与裸露空白(70 cm)相间隔的带状形式。

膜侧种植,在秸秆旋耕整地作业之后,采用“玉米起垄覆膜膜侧播种机”在空带内起垄覆膜膜侧播种玉米,紧贴膜侧每垄穴播2行,形成秸秆覆盖与地膜覆盖相结合的两元覆盖形式。田间种植模式:带型一般120 cm一带,起垄覆膜宽50 cm,垄与垄(空带)相距70 cm,中间覆盖秸秆,垄高8~10 cm,用70 cm宽的超薄(0.006~0.008 mm)地膜,覆膜宽50 cm,在垄侧膜际紧贴地膜穴播2行玉米,见图1。该技术的机械化工艺流程见图2。

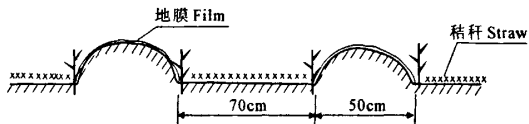


图1 旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植图

Fig.1 Chart of planting spring maize with binary cover membrane in no-tillage dryland

3 倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植的技术创新

旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植的技术特点与创新之处,是将“冬闲期倒秆覆盖免耕”与“生育期开沟起垄两元带状覆盖膜侧种植”两项技术有机结合,融“倒秆覆盖免耕的防风、保土、增肥、保水、缓温效应”和“两元带状覆盖膜侧种植的聚水、保水、增温、反光效应”于一体,能显著改善旱作农田的水、肥、气、热环境条件,促进旱地春玉米茁壮生长,大幅度提高产量。其创新之处主要表现在以下各方面^[5,6]。

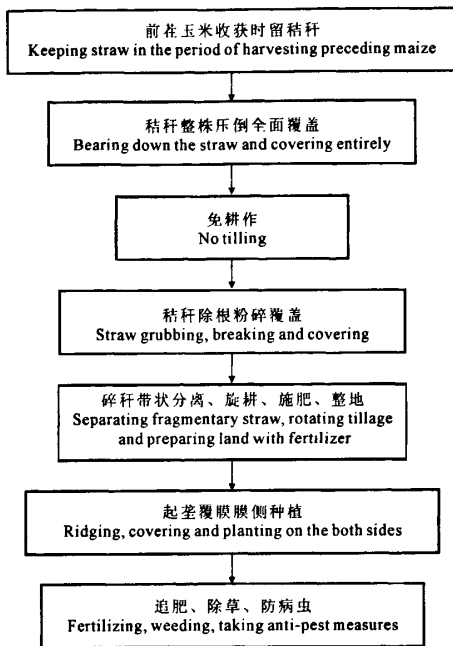


图 2 机械化工艺流程

Fig.2 Mechanization technology process

3.1 冬春整株压倒覆盖免耕

前茬玉米秸秆整株压倒覆盖地面,免耕不搅动土壤,在漫长少雨、多风的冬春,既可防止秸秆被风吹走,有效减轻狂风对土壤的侵蚀,保护环境,免遭沙尘危害;又可避免阳光照射,减少土壤水分无效蒸发损失,并使农田秋冬季接纳的降水向地层深处蓄存起来。据临播前测定,倒秆覆盖免耕较传统翻耕 2 m 土层内多蓄水 30~40 mm,即可保证玉米播种、出苗和苗全、苗壮对水分的需求,并为玉米整个生育期打下良好的基础,使自然降水得以跨时空的协调利用。同时由于倒秆覆盖的地表墒情好,经过冻融作用,会使耕层土壤疏松绵软。

3.2 开沟起垄覆膜筑埂

开沟起垄,垄上覆盖地膜,沟内修筑横埂,依靠光滑垄面的微集水效应和沟内横埂的拦截作用,将大小的降水聚集于沟内,使其就地拦蓄,就地入渗,加之两个面的降水集中到一个面上,会使其渗得更深,从而增加深层贮水。雨水渗得愈深,保存的效果就愈好,使雨水的有效利用期延长,利用率提高。特别是降水仅有几个毫米时,裸地无覆盖的仅能渗深几厘米,天一晴,一两天就会很快蒸发掉,所以对玉米生长起不到多大作用,而起垄覆膜则可以将其聚积于根际,集中供玉米吸收利用。

3.3 秸秆与地膜相间两元带状覆盖

玉米生育期通过秸秆与地膜两元带状覆盖,在

小的范围内把秸秆覆盖的降温保水效应和地膜覆盖的聚水、保水、增温、反光效应相统一,既保证春玉米播种、出苗和生长对水分的要求,又可满足幼苗健壮生长对热量的需要。特别是两元带状覆盖对土壤温度具有很好的调节功能。由于地面状况的差异,不同区位不同层次的土壤温度也表现出显著差异,即以垄上膜下的温度最高,膜侧次之,行中秸秆下最低,与传统露地种植比较,垄上膜下一般高 2~3℃,膜侧一般略高或相当,而行中秸秆下一般低 1.5℃,这样玉米生长处于一个比秸秆全面覆盖高,但又比膜面种植低的相对比较稳定的地温环境之中,因而生长稳健苗壮,便可克服地膜覆盖早衰和秸秆覆盖晚熟的弊端。

3.4 起垄覆膜膜侧种植

起垄覆膜后,玉米不种在垄膜上,而是种在膜侧,这一种植位置的微小改变则导致了其生态环境的重大变化,根系生长处于一个地温比不覆膜高,但又比膜内低的相对比较稳定的温度环境中,根系生长部位每日出现 $\geq 30^\circ\text{C}$ 以上的高温机会显著减少,因此膜侧种植可遏制因根际高温所导致的早衰,玉米生长正常,产量提高,与垄上膜面栽培比较,一般可增产 10%~15%。

3.5 秸秆覆盖还田

秸秆先覆盖后还田,能明显增加土壤有机质含量,提高土壤潜在肥力,同时,秸秆还可改善土壤物理结构,使土壤的通气性和透水性得到改良。据测定,连续两年秸秆覆盖还田,可使土壤有机质增加 0.15%,同时其它营养成分也有不同程度的增加。

3.6 显著改善旱作农田的水、肥、气、热条件

综合以上效应,倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术可使旱作农田的水、肥、气、热环境条件显著改善,因而旱地春玉米从出苗就显示出明显的生长优势,苗粗苗壮,穗大粒多,籽粒饱满,增产增收显著。据 2002~2004 年在陕西省黄陵县试验,旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术每公顷产量平均达到 11 521.5 kg,经济收入达到 10 660.0 元,水分利用效率达到 22.76 kg/(mm·hm²)。其产量较传统膜侧、倒秆全程覆盖和传统露地平均分别增产 16.9%、22.4% 和 49.0%,经济收入平均分别增加 4.8%、25.2% 和 32.4%;水分利用效率平均分别提高 12.3%、26.2% 和 47.3%。

4 倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植的技术体系

旱地春玉米要实现高产高效,应以“倒秆免耕两

元带状覆盖膜侧种植模式”为核心,组成与综合配套技术相结合的机械化集成技术体系^[7]。

4.1 冬闲期备耕

4.1.1 地块选择 平地、缓地均可,但地块要大,土层深厚,耕层良好,土壤肥力中等偏上。地块大有利于机械化作业。

4.1.2 倒秆免耕 秋季前茬玉米收获时,只掰棒留秸秆在田间;根据渭北旱作农区冬春少雨、多风的实际,趁秸秆青绿时用压秆机或人工将秸压倒均匀覆盖地面,每公顷约有秸秆 7 500 ~ 9 000 kg,秸秆覆盖后直到第二年春播前不再进行任何土壤耕作。

4.1.3 保护秸秆 冬闲期覆盖秸秆,既要严防牛、羊啃吃,又要预防人为放火焚烧和拉回作饲料或燃料等。

4.2 播前准备

4.2.1 品种选择 旱地春玉米宜选用耐旱、抗病、品质优良、增产潜力大的中晚熟品种。具体选用什么品种,各地可从现有种植品种中择优种植。

4.2.2 秸秆粉碎 临播前,用秸秆除茬粉碎机将平铺地面的秸秆切碎,根茬除掉粉碎,并均匀覆盖地面。

4.2.3 带状分离 秸秆粉碎后,紧接着采用“秸秆带状分离旋耕施肥整地机”,按模式要求进行秸秆带状分离旋耕施肥整地。即将播种行的碎秆豁至行间,宽约 50 cm,空出 70 cm 的空带进行旋耕、分层施肥并整平压实地面。

4.2.4 施足肥料 有秸秆覆盖可以不施有机肥。施用化肥量以地力及产量指标确定。在降水正常年份,欲每公顷产玉米 9 750 ~ 11 250 kg,每公顷需施纯氮 240 ~ 300 kg(折尿素 525 ~ 675 kg)、五氧化二磷 120 kg(折合过磷酸钙 750 kg)。氮肥分基肥和追肥,根据旱地实际,基肥应占总施肥量的 60%,追肥占 40%;磷肥全部作基肥与氮肥混合结合播前整地一起施入。施肥方法,结合秸秆带状分离旋耕时采用分层施,第一层施深 7 cm,施肥量占基肥总施量的 30%;第二层施深 15 cm,施肥量占基肥总施量的 70%。

4.3 规格播种

4.3.1 种植带型 带型一般 120 cm,垄宽 50 cm,沟宽 70 cm,垄高 8 ~ 10 cm,垄上覆盖地膜,紧贴膜侧两边各穴播 1 行玉米,平均行距 60 cm,穴距 30 cm,每公顷播种 55500 穴,保苗 52 000 ~ 54 000 株。

4.3.2 播种时期 播期坚持因地、因品种制宜的原则。陕西渭北高原地区春玉米最适播期应掌握在 4 月 20 ~ 25 日。

4.3.3 精细播种 在带状分离旋耕施肥整地后,采用机引“玉米起垄覆膜膜侧穴播机”,在空带内按模式要求一次完成起垄、覆膜、膜侧穴播、覆土、镇压等项作业。播种时,播种机行走要匀速平衡,务求垄端行直、宽窄均匀、起垄平整、覆膜严紧、压土实在,播深一致。同时,每隔 5 m 左右在膜上压一条防风带,以防风揭膜。同时,根据地形在沟内每隔 2 ~ 3 m 修一些横埂,形成许多“小水库”,以防止降水在沟内流动,造成水土流失。

4.4 田间管理

4.4.1 压好地膜 播后及时检查,对漏压、破损的地膜,要用土压严封实。

4.4.2 及时定苗 幼苗长到 6 ~ 7 叶时,要及时定苗,缺苗断垄的两头或一边留双苗,以保证留苗株数。

4.4.3 追施肥料 生育期追肥一律用尿素,用量 210 ~ 270 kg/hm²,在拔节期距苗 10 cm 挖穴深施。

4.4.4 中耕除草 行间有杂草时,可人工中耕清除。结合中耕,进一步修好沟内的横埂,杂草严重时,也可喷洒除草剂清除。

4.4.5 病虫害防治 生育期若有病虫害发生,可选择适宜的药剂防治。

4.4.6 清除残膜 在玉米生育后期,借雨后膜边压土潮湿时,要及时清除残膜,回收利用,以减少“白色污染”。

5 倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植的应用前景

针对渭北高原干旱缺水、土壤贫瘠和水土流失的问题,研发的旱地春玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术,生产实践证明,具有广阔的应用前景。

一是核心技术与配套技术体系已经更加完善成熟,研究表明,该技术可以充分利用有限的自然降水,最大限度地提高其利用效率,实现旱地春玉米的高产或超高产;二是在大面积的中试、示范和推广过程中,已被基层干部和广大农民群众所认可,普遍反映效益显著,易于操作,积极要求将这一技术尽快大面积推广。在现场和会议验收时,专家组也建议应加大推广应用力度;三是与该技术相配套研制、改进的 ZBFJ-4A 型秸秆带状分离旋耕施肥整地机和玉米开沟起垄覆膜膜侧穴播机等几种新型耕作播种机具,性能良好,操作方便,为该技术大面积推广提供了有力保证;四是陕西渭北高原每年种植春玉米约 20 万 hm²,而且逐年有增加趋势。如果每年推广春

玉米倒秆免耕两元带状覆盖膜侧种植技术 10 万 hm^2 , 每 hm^2 增产按 3 000 kg 计算, 每年则可增产粮食 3.0 亿 kg, 如果推广面积再大一些或向周边类似地域推广, 其增产的粮食更可观。玉米产量的增加, 不仅可以保障粮食安全, 而且可为发展畜牧业提供大量的饲草、饲料, 因此, 对促进区域经济快速发展具有重要作用。由此可以看出, 该技术的应用前景是十分广阔的。

参考文献:

- [1] 李立群, 薛少平, 王虎全, 等. 渭北高原旱地春玉米不同种植模式水温效应及增产效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, (1): 33—38.
- [2] 钮 涛, 包忠谟, 王 谦, 等. 渭北旱原农业开发[M]. 杨凌: 西北农业大学, 2000.
- [3] 闫永康, 张志力. 山西旱地农业发展策略与途径[J]. 山西农业研究, 2001, 9(3): 7—12.
- [4] 韩思明, 史俊通, 杨春峰. 黄土高原冬闲地聚水保墒耕作技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 1993, (增刊): 52—57.
- [5] 韩思明, 薛少平. 渭北高原降水资源机械化高效利用图文集[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2006.
- [6] 廖允成, 付增光, 韩思明. 黄土高原旱作农田降水资源高效利用[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2003.
- [7] 胡玺贤, 孙 颢, 薛少平, 等. 保护性耕作技术[M]. 西安: 陕西省科学技术出版社, 2006.

Techniques of planting spring maize with fallen stalk in both sides of strip film mulching in no-tillage dryland and their application prospects

XUE Shao-ping¹, HAN Shao-ming², QIAO Zhi-rong³

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Center of Agricultural Technology, Qianxian, Shaanxi 713300, China;

3. Popularization Station of Agricultural Machinery, Jingbian, Shaanxi 718500, China)

Abstract: In order to maximize the accumulation and preserve of limited natural rainfall in the soil and to increase its efficiency of usage at all possible ways, field experiments and large-scale demonstrations were combined and techniques of planting spring maize with fallen stalk in both sides of strip film mulching in no-tillage dryland, which coupled two techniques of no-tilling with fallen stalk mulched in winter fallow period and planting in both sides of strip-mulching film in growth period, were used to regulate water, fertilizer, air and heat in dryland and to fully utilize natural rainfall. Therefore, the spring maize grew healthily and its yield increased significantly and water utilization rate reached the maximum. Meanwhile, these techniques had effects of increasing organic matter in soil and decreasing sand and dust and improving ecological environment and promoting sustainable agricultural development, thus, they had wide application prospects.

Keywords: spring maize on dryland; no-tillage land mulched with fallen stalk; strip mulching; planting in both sides of mulch