旱作玉米提高降水利用率的覆膜模式研究*

张 雷,牛建彪,赵 凡
(榆中县农业技术推广中心,甘肃 兰州 730100)

摘 要:通过对旱作玉米几种不同覆膜栽培模式降水利用率、玉米整个生育期的土壤水分监测、生育时期观测、经济性状及产量分析证明,旱作玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播技术是一项充分接纳和利用天然降水、最大限度保蓄土壤水分、显著提高降水利用率、提早成熟、增产效果明显、经济效益显著的旱作玉米栽培模式。

关键词:旱作玉米;降水利用率;覆膜模式
中图分类号:S513 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-7601(2006)02-0008-04

旱作农业主要依靠自然降水,而总降雨量的60%～65%为无效蒸发[1],因此,旱作农业的关键是如何使有限的自然降水高效利用,做到既能最大限度地保蓄土壤水分,将地面无效蒸发降到最低,又能充分接纳和利用自然降水,特别是5～10 mm的微小降雨,使其就地入渗,蓄存于土壤水库中,改善农田土壤的水分供给状况,提高作物生长的水分满足率和对水分的利用效率。为此,我们围绕旱地玉米进行地膜覆盖栽培模式综合研究,探索具有明显蓄水、保墒、增产效果的栽培模式。试验证明,旱地玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培技术将膜面集雨、覆盖抑蒸、垄沟种植溶为一体,具有明显的集雨蓄水、抑蒸保墒、增产增收的效果[2]。

1 试验点概况

试验点地处甘肃省中部半干旱区的榆中县清水驿乡杨河村,海拔1 960 m,年平均气温6.7℃,年日照时数2 666 h,无霜期120 d,≥0℃的活动积温3 065℃。年降雨量400 mm左右,而蒸发量为1 400 mm,是降雨量的3.5倍。春季降水多以10 mm以下的微小甚至无效降水为主,对改善土壤墒情意义不大,春季干旱成为制约旱作农业生产发展不可回避的自然因素[2]。试验区土壤为黄麻土。试验田为旱作梯田,前茬为小麦,试验田整地时一次性施入农家肥45 t/hm^2,纯氮150 kg/hm^2,P_2O_5 120 kg/hm^2。播种前用40%甲基异柳磷肥乳油7.5 kg/hm^{2}加细沙土,制成毒土施入土内,防治地下害虫。

2 材料与方法

2.1 供试材料

参试品种为沈单10号,地膜为定元塑料制品有限公司生产的0.008 mm聚乙烯吹塑农用地膜。

2.2 处理与方法

本试验设A:玉米半膜覆盖垄作栽培(常规覆膜模式)为对照;B:玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培(榆中县农业技术推广中心提供);C:玉米全地面覆膜平铺栽培(甘肃省农科院提供);D:玉米垄作小双垄沟条膜覆盖栽培(甘肃省农业节水与土壤肥料管理站提供)4个处理,重复3次,顺序排列,小区面积72 m^2(长12 m,宽6 m),区间距0.8 m,玉米种植密度47 625株/hm^2,4种种植模式见图1。

A:常规覆膜,带宽1.0 m,每带起一底宽0.7 m、高0.2 m的垄,选用0.9 m宽的超薄膜覆盖垄面。每小区种玉米6带12行,株距0.42 m在垄面"品"字型点种。

B:玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培,带宽1.2 m,每带起底宽0.4 m、高0.15～0.2 cm的小垄和底宽0.8 m、高0.1～15 cm的大垄,两垄中间为播种沟,每个播种沟对应一大一小两个集雨垄面。选用1.4 m宽的地膜,边起垄边覆膜,膜与膜间不留空隙,相接处用土压住地膜,每隔2 m压土腰带,并在垄沟内按株距打孔集雨蓄水。每小区种玉米5带10行,按株距0.35 m在垄沟"品"字型点种[3]。

C:全地面平铺覆膜栽培,带宽1.2 m,每带选用1.4 m宽的地膜平铺覆膜,膜与膜间不留空隙,在相

*收稿日期:2005-09-07
作者简介:张 雷(1963-),男,高级农艺师,从事旱作农业的试验示范及技术推广工作。E-mail:yzxzhanglei@163.com

中国知网 https://www.cnki.net

接处用土压住地膜,每隔2 m 压一土腰带。每小区种玉米5带10行,按大行距0.8 m、小行距0.4 m、株距0.35 m 在膜面"品"字型点种。

D:半膜覆盖垄作小垄沟栽培,带宽1.0 m,每带起底宽0.7 m、高0.2 m 的垄,并在垄面开两个0.15 m 宽、0.10 m 深的小沟,选用0.9 m 宽的地膜覆盖垄面,并在垄沟打孔集雨蓄水。每小区种玉米6带12行,按株距0.42 m 在小垄沟膜面"品"字型点种。

覆膜期为4月4日,播种期为4月15日,其他栽培管理措施相同。

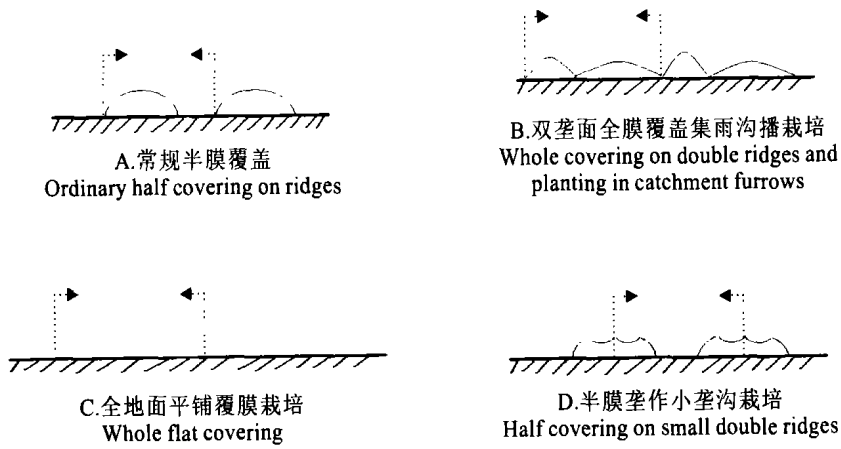

图1　4种覆膜模式示意图

Fig.1　The sketch map of film mulch modes

3　结果与分析

3.1　不同模式下的土壤水分及降水利用率

从玉米几个关键生育时期不同覆膜模式0～60 cm 土壤含水量的测定结果和观察表明,玉米半膜覆盖垄作栽培地表覆盖率低(一般为50%～60%),虽利于降水入渗,但未覆盖的裸露部分是水分无效蒸发的主要渠道。玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培地表覆盖率高(100%),隔断了土壤水分的无效蒸发,最大限度地保蓄土壤水分,将占降雨量60%～65%的无效蒸发降到了最低,同时田间大小相间的集水面,使一切形式的降水通过集水面聚集于播种沟内并下渗到作物根系周围,蓄存于土壤水库之中,将天然降水的无效损失降到最低,改善了农田的水分供给状况,提高了玉米生长的水分满足率。据测定,双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培的玉米,生育期土壤含水量平均为159.4 g/kg,比其它处理高出14.8%～49.2%,可见双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培模式具有显著的集雨保墒效果,是旱作农业区种植玉米有效的抗旱栽培技术措施(见表1)。

表1　玉米生育期平均土壤含水量(g/kg)

Table 1　Soil water content in different growth periods

处　理 Treatment	出苗期 4月30日 Emergence Apr.30	拔节期 5月30日 Shooting May.30	大喇叭口期 6月30日 Trumpet Jun.30	抽穗期 7月30日 Heading Jul.30	灌浆期 8月30日 Milk filling Aug.30	平均 Average
A(ck)	125.1	156.6	106.1	70.1	76.1	106.8
B	173.6	230.5	182.6	124.1	86.4	159.4
C	152.3	198.6	158.4	104.3	80.5	138.8
D	128.4	160.2	112.6	76.4	79.0	111.3

注:覆膜前0～60 cm 土壤含水量42.6 g/kg(4月4日),表中土壤含水量为2003年和2004年0～60 cm 的平均值。

Note: Before covering film, the soil water content in 0～60 cm profile was 42.6 g/kg (Apr 4); the data of water content was the average value during 2003 and 2004.

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%。双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培可就地拦蓄入渗地表的降水径流,减少了雨水对土壤的冲刷和侵蚀,将径流损失降到最低。相对于对照田可增加降雨40～100 mm 左右。双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培模式由于集雨保墒效果显著,使降水生产率明显提高,其降水生产率为33.2559 kg/(hm^2·mm),比常规覆膜栽

中国知网　https://www.cnki.net

培模式和半膜覆盖垄作小垄沟栽培降水效率提高39.41%和33%，比全地面平铺覆膜栽培降雨效率提高11.2%(见表2)。

表2 降水生产率

Table 2 Rainfall use efficiency

处 理 Treatment	生育期平均降雨 Average rainfall in growth period (mm)	产 量 Yield (kg/hm^2)	降水生产率 Rainfall use efficiency [$kg/(hm^2 \cdot mm)$]	比对照降水效率提高 Increase rate (%)
A(ck)	273.9	6533.66	23.8542	—
B	273.9	9108.79	33.2559	39.41
C	273.9	8140.00	29.7189	24.58
D	273.9	6878.82	25.1144	4.82

注:生育期平均降雨量(mm)是2003年和2004年的4月15日～9月30日降水平均数。

Note: Average rainfall in growth period was the average value of rainfall during Apr 15 to Sep 30 in 2003 and 2004.

3.2 不同覆膜模式对玉米产量及经济性状的影响

测定的玉米产量及主要经济性状表明(见表3、表4)，玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培平均单产9108.79 kg/hm^2，比半膜覆盖垄作栽培(对照)和半膜覆盖垄作小垄沟栽培分别增2 575.13 kg/hm^2 和2 229.97 kg/hm^2，增产39.41%和32.42%，主要经济性状明显好于半膜覆盖垄作栽培和半膜覆盖垄作小垄沟栽培。比全膜平铺覆盖栽培增968.79 kg/hm^2，增产11.90%。

表3 不同覆膜模式玉米产量

Table 3 Yield of corn under different film mulch modes

处 理 Treatment	小区产量 Plot yield ($kg/72\ m^2$)		两年平均折合产量 Average plot yield ($kg/72m^2$)	平均单产(kg/hm^2) Converted yield	较ck增产率(%) Increase rate
	2003	2004			
A(ck)	48.42	45.65	47.04	6533.66	—
B	64.74	66.42	65.58	9108.79	39.41
C	60.53	56.68	58.61	8140.00	24.59
D	50.63	49.86	50.25	6878.82	6.81

全膜平铺覆盖栽培平均单产8 140.00 kg/hm^2，比半膜覆盖垄作栽培(对照)增1 606.34 kg/hm^2，增产24.59%，经济性状差于玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培，好于其他两种栽培模式。半膜覆盖垄作小垄沟栽培平均单产6 878.82 kg/hm^2，比半膜覆盖垄作栽培(对照)增345.16 kg/hm^2，增产6.81%，经济性状比半膜覆盖垄作栽培略好。

表4 玉米经济性状(2003年、2004年平均值)

Table 4 The economic characters of corn (average value of 2003 and 2004)

处 理 Treatment	株高(cm) Plant height	茎粗(cm) Stem diameter	穗长(cm) Spike length	穗粗(cm) Spike diameter	秃顶率(%) Bald tip rate	穗粒数(粒) Kernels per spike	千粒重(g) 1000-kernels weight
A(ck)	202.8	1.8	19.3	4.6	11.8	468.0	284.6
B	246.2	3.0	24.1	5.0	1.2	631.9	332.0
C	240.4	2.7	21.1	4.8	4.2	603.0	328.8
D	223.6	2.2	20.9	4.7	7.2	545.8	321.2

3.3 不同覆膜模式对玉米生育时期的影响

从不同处理玉米生育时期观察记载看出(见表5)，玉米双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培和玉米全地面平铺覆膜栽培明显加快玉米生育进程，与半膜覆盖垄作栽培和半膜覆盖垄作小垄沟栽培相比较，生育期缩短10～15 d，可使玉米提前成熟10～15 d，这有利于提高玉米适种海拔上限，有利于较高海拔地区选择种植适宜的中晚熟丰产品种，在不增加种植面积的情况下较大幅度增加粮食产量，同时促进高海拔地区种植结构的调整，扩大高产作物玉米的种植面积，增加粮食总产量；半膜覆盖垄作小垄沟栽培与半膜覆盖垄作栽培相比较，玉米生育期差异不明

中国知网 https://www.cnki.net

显。

表5　不同处理玉米生育时期记载表

Table 5　The growth stages of corn under different treatments (M-d)

处　理 Treatment	播种期 Sowing	出苗期 Emergence	大喇叭口期 Trumpet	抽雄期 Heading	成熟期 Mature	生育期(d) Days of growth period
A(ck)	04－15	04－30	07－06	07－13	09－27	151
B	04－15	04－30	06－24	07－01	09－15	138
C	04－15	04－30	06－26	07－05	09－18	141
D	04－15	04－30	07－06	07－13	09－25	149

3.4　不同覆膜模式经济效益分析

通过不同覆膜模式经济效益分析(见表2、表6),双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培比常规覆膜栽培和半膜覆盖垄作小垄沟栽培每公顷多投入地膜30 kg,增加物化投入360元,但分别增收3 600.1元和3 327.0元,同时常规覆膜栽培和半膜覆盖垄作小垄沟栽培中人工起垄的工作在双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培中由牲畜代劳,锄草等活劳动投入减少,投入产出比1∶2.63,经济效益明显,同时全地面覆膜减轻了春季地表的风蚀和夏秋雨季地表的水土流失。双垄面全膜覆盖集雨沟播栽培与全地面不铺覆膜栽培相比,仅增加了225元的活劳动,却增收1 066.5元。

表6　不同覆膜模式经济效益分析

Table 6　Analysis of economic benefits under different film mulch modes

处　理 Treatment	投入(元) Input(yuan)			产值(元) Output(yuan)			纯收入(元) Net income (yuan)
	物化劳动 Material	活劳动 Labor	合计 Total	主产物 Main product	副产物 By-products	合计 Total	
A(ck)	1809.0	1650.0	3459.0	7840.4	1254.0	9094.4	5635.4
B	2169.0	1350.0	3519.0	10930.5	1824.0	12754.5	9235.5
C	2169.0	1125.0	3294.0	9768.0	1695.0	11463.0	8169.0
D	1809.0	1875.0	3684.0	8218.5	1374.0	9592.5	5908.5

注:地膜单价12元/kg,玉米主产物平均单价1.20元/kg,玉米副产物平均单价0.15元/kg。

Note: The price of plastic film: 12 yuan/kg; the average price of main product: 1.20 yuan/kg; the average price of by-products: 0.15 yuan/kg.

4　结　论

1) 玉米半膜覆盖垄作小垄沟栽培的小垄沟虽能汇集一部分降雨到播种沟,但集水面小,同时地表覆盖率低(一般为50%～60%),未覆盖的裸露部分是土壤水分无效蒸发的主要渠道,它适用于降雨量较多、海拔1 900 m以下地区应用。

2) 全地面平铺覆膜栽培最大限度减少了土壤水分的无效蒸发,但是不利于降雨的入渗,尤其是春季5 mm左右的微小降雨,同时要求土地要平坦,它适宜在地势平坦、降雨量较多(春季土壤墒情不影响出苗)、海拔2 000 m以下地区应用。

3) 双垄面全膜覆盖集雨沟播抗旱增产栽培一是充分接纳降雨(特别是春季5 mm左右的微小降雨)汇集到播种沟,保证玉米正常出苗,有效解决了旱作区春旱影响播种的问题;二是最大限度减少降水的无效蒸发,明显提高自然降水利用率;三是提高地温,增加有效积温,使玉米提早成熟10～15 d,减轻早霜的危害,并使玉米适种海拔高度提高100 m左右;四是垄沟种植,有利防寒,减轻晚霜危害。适宜在海拔2 300 m以下、年降雨量300～500 mm的高海拔半干旱地区推广应用。

参 考 文 献:

[1]　高世民.陇中黄土丘陵沟壑区生态环境建设与农业可持续发展研究[J].郑州:黄河水利出版社,2003.

[2]　张　雷. 旱地玉米双垄面集雨全膜覆盖沟播栽培技术研究[J].甘肃农业科技, 2004,20(11):174－175.

[3]　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.

(英文摘要下转第17页)

中国知网　https://www.cnki.net

效化和有机质的矿质化、腐殖化过程,使土壤理化性状得到改善。土壤孔隙度较常规起垄覆膜栽培增加2.80个百分点,土壤有机质增加0.15个百分点;水解N增加18.7 mg/kg,速效磷增加2.2 mg/kg。

3.7 化肥集中近根深施,提高肥效

用"1GSF-4型机引沟垄全覆膜机"覆膜,可在实施覆膜的同时,进行氮、磷化肥的集中近根深位条施,用"XSB-1型人力膜沟穴播机"播种,可在实施播种的同时,进行化肥的集中近根深位穴施。这种化肥集中近根深施既避免了烧苗,又利于玉米根系对养分吸收利用,使肥效得到充分发挥,提高肥效。

参 考 文 献:

[1] 许继善,杜继璋,高光前.甘肃庆阳土壤[M].兰州:甘肃科学技术出版社,1989.1-10.

[2] 廖允成,温晓霞,韩思明,等.黄土台原旱地小麦覆盖保水技术效果研究.中国农业科学,2003,36(5):548-552.

[3] 樊廷录,王 勇,王立明,等.旱地冬小麦周年地膜覆盖栽培的增产机理及关键技术研究.干旱地区农业研究.1999,17(2):1-7.

[4] 山东农学院.作物栽培学.[M].北京:农业出版社.1980:169-258.

[5] 南京农学院.土壤农化分析.[M].北京:农业出版社.1980:31-32.

[6] 马耀光,张保军,罗志成.旱地农业节水技术.[M].北京:化学工业出版社.2004:21-43.

[7] 朱祖祥.土壤学.[M].北京:农业出版社.1983:169-189.

[8] 史瑞和.植物营养原理.[M].杭州:浙江科学技术出版社.1989:217-304.

Production effect of corn under whole-year furrow-film cultivation in dryland

LI Zhi-jun, ZHAO Ai-ping, DING Hui-bing, LI Ke, JIAN Yu-feng

(*Department of Agronomy, Longdong University, Qingyang, Gansu* 745000, *China*)

Abstract: Aimed at the situation of limited and unevenly distributed rainfall in Longdong dryland area, especially the problem of drought and low temperature during the growing period of corn, the experiment was conducted to evaluate the effects of furrow catchment and plastic mulching on the growing environment of corn and the use efficiency of rainfall. The results indicated that the mode of whole-year film-mulch cultivation could improve the moisture and heat condition of soil and increase the yield of corn in dryland. Therefore, it was the ideal cultivation mode to increase the use efficiency of rainfall and to realize high and steady yield in Longdong dryland.

Key words: dryland corn; furrow catchment; plastic mulching cultivation; production effect

(上接第11页)

Film mulch modes for increasing rainfall use efficiency of dry-land corn

ZHANG Lei, NIU Jian-biao, ZHAO Fan

(*Yuzhong Agricultural Technology Extension Center, Yuzhong, Gansu* 730100, *China*)

Abstract: By analyzing the rainfall use efficiency, the soil moisture variation during the whole growth period, the economic characters and the output of dry-land corn under different film mulch modes, it has been proved that the mode of whole covering on double ridges and planting in catchment furrows is an effective way to store and utilize fully the natural rainfall, to improve soil moisture conservation, to raise rainfall use efficiency, to advance maturity time, and to increase yield and economic benefits of dry-land corn remarkably.

中国知网 https://www.cnki.net

Key words: dry-land corn; rainfall use efficiency; film mulch mode