

旱地全膜双垄沟播玉米适宜覆膜时间研究

张军钱

(甘肃省平凉市农业技术推广站, 甘肃 平凉 744000)

摘 要: 播前全膜双垄沟播技术未能最大限度保蓄土壤水分, 实现秋雨春用。以秋季、顶凌、播前 3 个时间覆膜为处理, 进行了为期 3 a 的小区试验, 探讨了甘肃省旱作区全膜双垄沟播技术的适宜覆盖时间。结果表明, 秋季全覆膜、顶凌全覆膜较播前全覆膜在播前 出苗 拔节期 0—100 cm 土壤平均含水量分别增加 2.7% 和 1.5%; 1 m 土壤贮水量分别相当于增加 245~501 m³/hm², 138~317 m³/hm²; 降水利用率分别增加了 8.5% 和 5.6%; 水分利用效益分别增加了 5.54 和 2.88 kg/(mm·hm²)。秋季和顶凌全膜双垄春季沟播技术是海拔 2 300 m 以下, 年降雨 350~500 mm 的干旱、半干旱旱作农业区玉米降水高效利用的技术模式。以秋末土壤封冻前(一般 10 月中下旬至 11 月初)及早春土壤昼消夜冻时(一般 3 月上中旬)覆膜为宜。

关键词: 干旱半干旱地区; 秋季(顶凌) 全膜覆盖; 双垄沟播; 土壤水分; 覆膜时间; 玉米

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2009)04—0220—04

中图分类号: S513

Best Covering Time of Whole Plastic-film Mulching in Corn Planting with Double Ridges and Furrows on Dryland

ZHANG Jun-qian

(Pingliang Station of Agricultural Technology Extension, Pingliang, Gansu 744000, China)

Abstract: The technique of whole plastic-film mulching in corn planting with double ridges and furrows on dryland before sowing has been failed to conserve sufficient soil moisture and use the autumn rain in the next spring. Field plot experiments were conducted for three years to test the techniques in three different film mulching times: autumn, early spring, and the time before sowing. Results showed that compared with the conventional film mulching cultivation (full mulching before sowing), the autumn whole mulching of double ridges and the early spring whole mulching of double ridges increased the water content in 0—100 cm soil layer by 2.7% and 1.5%, respectively, and increased water storage in 1 m soil layer by 245~501 and 138~317 m³/hm², respectively. The techniques increased the average field rainfall use rate of 8.5% and 5.6%, respectively, and the corn water use efficiency of 5.54 and 2.88 kg/(mm·hm²), respectively. The techniques of the autumn and early spring whole mulching of double ridges are technical modes of high-efficiency rainwater use of corn in the arid and semi-arid agricultural areas with elevation of below 2 300 m and annual precipitation of 350~500 mm. The best covering time is before the soil is frozen in late autumn (generally from the last or the middle ten days of October and the beginning of November) and when soil is melted in daytime and is frozen at night (generally in the early-middle of March).

Keywords: arid and semi-arid area; whole plastic-film mulching in autumn and early spring; planting with double ridges and furrow; soil moisture; covering time; corn

从 20 世纪九十年代初期开始, 农业技术人员针对黄土高原旱地雨养农业的实际, 紧紧围绕提高农田降水利用率和作物水分利用效率等核心问题, 开展了地膜覆盖技术的研究探索, 提出了“玉米全膜双垄沟

播技术”, 该技术最大限度地抑制了生育期内因地表裸露而造成水分大量的无效蒸发, 实现了对农田表面雨水的集流和富集叠加利用, 其核心是全地面覆盖地膜 + 双垄 + 沟播^[1]。但这种栽培模式, 起垄、覆膜、播

收稿日期: 2008-12-17

修回日期: 2009-02-24

资助项目: 甘肃省农业科技专项资金项目(甘财农 2005-176; 甘财农 2007-132)

作者简介: 张军钱(1961—), 男(汉族), 甘肃省泾川县人, 大学, 高级农艺师, 长期从事旱作集水技术推广工作。E-mail: xpq612052@163.com。

种同时进行,对抑制冬季和早春土壤水分蒸发作用不明显^[2],未能最大限度保蓄土壤水分,实现秋雨春用。随着全膜双垄沟播技术的提出,该技术已引起众多学者的广泛重视,相关研究的焦点主要集中在玉米、高粱、马铃薯全膜双垄沟播栽培技术^[3-5]、集雨补灌^[6]、品种比较^[7]等方面,其中对适宜覆膜时间研究方面显得相对薄弱。张雷^[2]研究了旱地全膜双垄沟播秋季、早春、播前3个覆膜时间对玉米生长的影响,认为秋季覆膜可明显减少冬春季土壤水分的无效蒸发,增加土壤水分含量。覆膜时间越早,对减少冬春季土壤水分的无效蒸发、增加土壤水分含量的效果越显著,以上年10月中旬或早春土壤耕作层解冻后覆膜为宜,但该研究仅限1个点2a资料,缺乏多个年型、不同生态区域研究信息。本研究利用甘肃省农技站资料,选择甘肃省中东部旱作农业具有代表性的榆中、安定、庄浪及镇原4个县(区),分别代表350,400,450,500mm共4个降雨区域,探讨了甘肃省旱作雨养农业区全膜双垄沟播技术最大限度地保蓄土壤水分的适宜覆膜时间。

1 试验设计

1.1 试验设计

采用随机区组排列,3个处理,3次重复,共9个小区,小区面积39.6m²,种植密度、施肥水平、田间

管理措施相同,肥料除1/3的尿素用于大喇叭口期追肥外,其余全部用作底肥。秋季全膜双垄春季沟播(简称秋季全覆膜,下同):前茬作物收获后,在土壤封冻前(一般10月中下旬至11月初)深耕整地,按大小双垄(大小双垄总幅宽110cm;大垄宽70cm,高10cm;小垄宽40cm,高15cm,大小垄相接处为播种沟)相间在田间起垄,进行全地面覆盖地膜;顶凌全膜双垄春季沟播(简称顶凌全覆膜,下同):早春土壤昼消夜冻时(一般3月上中旬)及早整地,其余同秋季全覆膜;播前全膜双垄沟播(简称播前全覆膜,下同):适播期起垄、覆膜、播种同时进行,其余同秋季全覆膜。

1.2 土壤水分测定

土壤水分测定采用土钻法。测定时间选择在玉米播前、苗期、拔节期、大喇叭口期、抽雄期、成熟期进行测定。播前、成熟期采样深度均为2m,每个样点间隔20cm分层采样,采样2160个。苗期、拔节期、大喇叭口期、抽雄期采样深度均为1m,间隔20cm分层采样,取土样2160个。共采集土样4320个。取样完成后,用烘干法(105℃)测定各层土壤含水量。

2 测试结果及分析

2.1 不同覆膜时间土壤含水量变化

测试得出0—100cm土壤播前到成熟期土壤含水量数据3240个,不同覆膜时间含水量汇总列表1。

表1 播前和不同生育期0—100cm土壤水分含量

| 覆膜时间 | 土层/cm | 播前/% | 出苗期/% | 拔节期/% | 大喇叭口期/% | 抽雄期/% | 成熟期/% |
|-------|--------|------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 秋季全覆膜 | 0—20 | 18.5 | 17.0 | 16.3 | 17.2 | 17.5 | 16.2 |
| | 20—40 | 18.0 | 16.2 | 15.7 | 16.4 | 16.7 | 15.7 |
| | 40—60 | 17.0 | 15.2 | 15.1 | 15.5 | 16.1 | 14.8 |
| | 60—80 | 15.5 | 14.4 | 13.9 | 14.7 | 16.1 | 13.6 |
| | 80—100 | 14.3 | 13.6 | 13.4 | 14.2 | 15.0 | 12.9 |
| 顶凌全覆膜 | 0—20 | 16.9 | 15.3 | 15.5 | 16.9 | 17.3 | 16.1 |
| | 20—40 | 16.2 | 14.6 | 14.4 | 16.1 | 16.4 | 15.5 |
| | 40—60 | 15.3 | 14.0 | 14.1 | 15.1 | 16.6 | 14.7 |
| | 60—80 | 14.5 | 13.3 | 13.4 | 14.9 | 15.7 | 13.6 |
| | 80—100 | 13.3 | 12.5 | 12.8 | 14.3 | 14.6 | 12.3 |
| 播前全覆膜 | 0—20 | 12.7 | 13.6 | 14.3 | 16.2 | 17.5 | 15.6 |
| | 20—40 | 13.3 | 13.1 | 13.5 | 15.7 | 16.2 | 15.3 |
| | 40—60 | 13.5 | 12.8 | 12.9 | 14.2 | 16.0 | 14.5 |
| | 60—80 | 12.8 | 12.5 | 12.3 | 14.1 | 15.6 | 13.3 |
| | 80—100 | 12.3 | 12.0 | 12.0 | 13.8 | 14.7 | 12.8 |

注:经对各试验点2005—2007年度12点(次)试验结果作方差分析,处理间均达到显著水准,限于篇幅,表中所列数据为4县(区)2005—2007年度的平均值。

表1测试结果显示:播前出苗拔节期0—100cm土壤平均含水量秋季全覆膜、顶凌全覆膜分

别为15.61%和14.41%,较播前全覆膜含水量12.91%分别增加了2.7%和1.5%,分别增长了

20.91%和11.62%。大喇叭口期后土壤含水量差异变小。以3个玉米覆膜时期(播前 出苗 拔节期)0—100 cm的土壤平均含水量为处理,4个点为重复进行了方差分析。结果表明,秋季全覆膜、顶凌全覆膜与播前全覆膜之间有极显著差异。表明秋季全覆膜和顶凌全覆膜在玉米播前和生育前期明显增加土壤水分含量,从而有效解决了4—5月份因干旱无法播种的问题。

2.2 不同覆膜时间土壤有效贮水量变化

根据4个点土壤水分含量和容重测定结果(土壤容重平均为 1.295 g/cm^3 ,计算按 1.3 g/cm^3),计算结果列表2。

从表2可以看出,播前 苗期 拔节期,秋季全覆膜1 m土壤贮水量比播前全覆膜平均增加24.5~50.1 mm,相当于增加245~501 m^3/hm^2 水;顶凌全覆膜1 m土壤贮水量比播前全覆膜平均增加13.8~31.7 mm,相当于增加138~317 m^3/hm^2 水;到大喇叭口期后秋季全覆膜、顶凌全覆膜1 m土壤贮水量与播前全覆膜差异逐渐变小。同样,对以3个覆膜时期0—100 cm土壤贮水量为处理,4个点为重复进行了方差分析。结果表明,秋季全覆膜、顶凌全覆膜与播前全覆膜之间呈极显著差异。再次说明播种前正是由于秋季全覆膜

和顶凌全覆膜相对较高的土壤贮水量,才满足了玉米出苗和前期生长对水分的需求。

表2 播前和不同生育期0—100 cm土层平均贮水量 mm

| 覆膜时间 | 播前 | 苗期 | 拔节期 | 大喇叭口期 | 抽雄期 | 成熟期 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 秋季全覆膜 | 216.4 | 198.8 | 193.3 | 202.8 | 211.7 | 192.5 |
| 顶凌全覆膜 | 198.0 | 181.1 | 182.6 | 200.8 | 209.7 | 188.4 |
| 播前全覆膜 | 166.3 | 165.9 | 168.8 | 192.4 | 207.9 | 183.8 |

注:表中数据为4县(区)2005—2007年度的平均值。

2.3 不同覆膜时间降水利用率变化

测试得出0—200 cm播前、成熟两个时期土壤不同深度含水量数据2160个(表3)。根据表3所列0—200 cm土壤水分含量、生育期降雨量、年降雨量和玉米经济产量结果分别计算出不同覆膜时期栽培模式降水利用率[(降水利用率 = 生育期耗水量(mm)/年平均降水量(mm),耗水量(mm) = 播前贮水量(mm) + 生育期降水量(mm) - 收获期贮水量(mm)]与水分利用效率[水分利用效率 $[\text{kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)] = \text{经济产量}(\text{kg}/\text{hm}^2)/\text{生育期耗水量}(\text{mm})$]列于表4。

表3 播前和成熟时0—200 cm土壤平均含水量

| 覆膜时间 | 土层/cm | 榆中 | | 安定 | | 庄浪 | | 镇原 | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 播前/% | 成熟/% | 播前/% | 成熟/% | 播前/% | 成熟/% | 播前/% | 成熟/% |
| 秋季全覆膜 | 0—200 | 13.3 | 13.5 | 13.9 | 13.6 | 14.3 | 13.0 | 14.4 | 11.7 |
| 顶凌全覆膜 | 0—200 | 12.5 | 13.0 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | 12.7 | 13.2 | 11.1 |
| 播前全覆膜 | 0—200 | 11.1 | 12.8 | 12.1 | 13.2 | 12.5 | 13.1 | 12.7 | 10.7 |

注:表中数据为4县(区)2005—2007年度的平均值。

表4 不同覆膜时间降水利用率与水分利用效率

| 覆膜时间 | 播前2 m贮水量/mm | 收获2 m贮水量/mm | 生育期降水量/mm | 耗水量/mm | 经济产量/ $(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$ | 年降水量/mm | 降水利用率/% | 水分利用效率/ $(\text{kg} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hm}^{-2})$ |
|-------|-------------|-------------|-----------|--------|--|---------|---------|---|
| 秋季全覆膜 | 363.4 | 336.7 | 281.6 | 308.3 | 11248.1 | 421.0 | 73.2 | 36.48 |
| 顶凌全覆膜 | 340.0 | 325.7 | 281.6 | 295.9 | 10007.3 | 421.0 | 70.3 | 33.82 |
| 播前全覆膜 | 314.6 | 323.7 | 281.6 | 272.5 | 8431.1 | 421.0 | 64.7 | 30.94 |

注:表中数据为4县(区)2005—2007年度的平均值。

从表4可以得出,秋季全覆膜、顶凌全覆膜较播前全覆膜技术的降水利用率分别提高了8.5%和5.6%,增长到13.14%和8.66%。以秋季全覆膜、顶凌全覆膜与播前全覆膜这3个覆膜时间降水利用率为处理,4个点为重复进行了方差分析。

结果表明,秋季全覆膜、顶凌全覆膜与播前全覆膜之间呈极显著差异。

2.4 不同覆膜时间水分利用效率变化

从表4还可以看出,秋季全覆膜玉米平均水分利用效率比播前全覆膜增加5.54 $\text{kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$,增长17.91%;顶凌全覆膜水分利用效率比播前全覆膜增加2.88 $\text{kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$,增长9.31%。以3个覆膜时间水分利用效率为处理,4个点为重复进行方差分析。结果表明,3种覆膜处理之间有显著差异。

3 结论

在生长期,0—100 cm 土壤不同层次含水量、1 m 土壤贮水量、降水利用率、水分利用效率均为秋季全覆膜 > 顶凌全覆膜 > 播前全覆膜;三者之间差异达到显著或极显著;表明秋季全覆膜和顶凌全覆膜提高了土壤含水量、1 m 土壤贮水量、降水利用率、水分利用效率及玉米产量。秋季全覆膜和顶凌全覆膜解决了旱地农田降水如何最大限度保蓄、集流和富集叠加利用的问题,是海拔 2 300 m 以下,年降雨 350 ~ 500 mm 的干旱、半干旱旱作农业区玉米降水高效利用技术模式,以秋末土壤封冻前(一般 10 月中下旬至 11 月初)及早春土壤昼消夜冻时(一般 3 月上中旬)覆膜为宜。

(上接第 190 页)

3 结论

城市森林土壤综合肥力系数变幅为 0.85 ~ 1.51,平均为 1.19 ± 0.17,其中,肥力属于“中”一级的土壤样品占土壤样品总数的 90.91%,城市森林土壤肥力总体处于中等偏低水平。不同功能区间,土壤肥力系数由高到底依次为城郊天然林、公园、大学校园、裸地和道路绿化带,不同功能区土壤肥沃程度均一般,需要加强城市森林土壤肥力质量改良。不同植被和土壤类型间,土壤肥力系数由高到底依次为林、灌、草混交林客土、林、灌、草混交林原土和草坪客土,草坪覆盖下土壤肥力质量最低,草坪对土壤肥力质量的改良能力较弱。

[参 考 文 献]

- [1] 张鼎华. 城市林业[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2001:16-41.
- [2] 张甘霖. 城市土壤研究的深化和发展[J]. 土壤, 2001(2):111-112.
- [3] 张甘霖,朱永官,傅伯杰. 城市土壤质量演变及其生态环境效应[J]. 生态学报, 2003, 23(3):539-546.

[参 考 文 献]

- [1] 赵凡. 旱地玉米全膜双垄面集雨沟播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2004(11):22-23.
- [2] 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.
- [3] 杨祁峰,孙多鑫,熊春蓉,等. 玉米全膜双垄沟播技术[J]. 中国农技推广, 2007, 23(8):20-21.
- [4] 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.
- [5] 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[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(3):178-179.
- [6] 张成荣,朱建彪,张雷. 旱地玉米双垄全膜覆盖集雨沟播补灌试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2006(6):27-28.
- [7] 张光全,金胜利,张立忠. 双垄面全膜覆盖玉米品比试验结果初报[J]. 甘肃农业科技, 2006(8):23-24.

- [4] 单奇华. 城市林业土壤质量指标特性分析及质量评价[D]. 南京:南京林业大学, 2008.
- [5] 中华人民共和国林业部科技司. 林业标准汇编[S]. 北京:中国林业出版社, 1991.
- [6] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社, 1987:267-281.
- [7] 严昶升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京:农业出版社, 1988:243-280.
- [8] 傅慧兰,战景仁,周曰哲,等. 大豆连作对土壤纤维素酶活性的影响[J]. 大豆科学, 1999, 18(1):81-84.
- [9] 刘建新. 不同农田土壤酶活性与土壤养分相关关系研究[J]. 土壤通报, 2004, 35(4):523-525.
- [10] 张崇邦,张忠恒. 东北黑钙土土壤有机质与酶活性动态关系的研究[J]. 土壤肥料, 2000(5):28-30.
- [11] 阚文杰,吴启堂. 一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J]. 土壤通报, 1994, 25(6):245-247.
- [12] 邓南荣,吴志峰,刘平,等. 城市园林绿化用地土壤肥力诊断与综合评价[J]. 土壤与环境, 2000, 9(4):287-289.
- [13] 沈其荣,谭金芳,钱晓晴. 土壤肥科学通论[M]. 北京:高等教育出版社, 2001:59-63.
- [14] 秦明周,赵杰. 城乡结合部土壤质量变化特点与可持续性利用对策[J]. 地理学报, 2000, 55(5):545-553.