

刘胜尧,范凤翠,贾建明,等. 华北地区休闲期覆膜对土壤水分和春玉米苗期生长的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):71-74.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.017

华北地区休闲期覆膜对土壤水分和 春玉米苗期生长的影响

刘胜尧¹, 范凤翠¹, 贾建明¹, 贾宋楠¹, 齐浩¹, 李志宏¹, 高清海²

(1. 河北省农林科学院农业信息与经济研究所, 河北石家庄 050051; 2. 河北省农业机械化研究所有限公司, 河北石家庄 050051)

摘要:为探明华北地区休闲期覆膜对土壤水分和春玉米苗期生长的影响,采用田间试验的方法,设覆膜、垄作、旋耕、免耕(对照)等4个处理,对春玉米田土壤储水和玉米植株生长进行研究。结果表明,各处理0~100 cm深土壤储水量变化呈先增加后降低的倒“V”形趋势;覆膜处理可保持土壤相对含水量达83.8%,春玉米出苗率达87.5%,株高增加6.83%~31.25%,茎粗增加10.09%~49.37%,叶面积增加30.6%~125.0%,单株干物质质量增加48.2%~215.8%。试验处理前期叶绿素含量显著增加,叶绿素荧光参数升高。

关键词:休闲期;覆膜;春玉米;土壤水分;苗期;生长发育

中图分类号: S158.3; S513.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)14-0071-04

华北地区旱地农田土壤水分特征的主要影响因子是自然降水和农田蒸散量^[1],农田土壤的水分时空变化可以划为4个时期:秋季缓慢蒸腾消耗期、冬季冻结水分相对稳定期、春季返浆蒸发水分强烈消耗期、雨季水分恢复期^[2]。春季返浆蒸发水分强烈消耗期会导致农田土壤水分不足,已成为影响玉米正常播种及苗期生长的主要限制因素,如何将夏秋季土壤蓄水和春季返浆无效蒸发水分分为春季播种出苗和苗期生长利用是亟待解决的问题。

在我国半干旱地区的农业生产中,地膜覆盖因为改善了土壤水分温度而具有良好的增产效应^[3-5],得到了广泛推广。然而半干旱地区降水分布不均匀,年度间变率大^[6-7],尤其在

春季降水稀少、气候干旱、表层土壤失水快、底墒不足的情况下覆膜反而会减产^[8-10]。秋季土壤雨水比较丰富,关于秋季土壤覆膜保水,春季高效利用的研究,西北地区和东北地区已有报道。张哲元等研究表明,秋季覆膜比对照0~10、10~20、20~30 cm深土层的土壤含水量分别高55.0%、53.8%、61.3%,这一水分条件能够满足玉米等大田作物种子发芽的需要,可以解决春季由于干旱而不能适时播种的难题,同时也避免了研究地区冬春季的风蚀问题和扬尘问题^[11]。乔灵芝等研究认为,在西北地区秋季雨后休闲期覆盖地膜,不同覆盖的土壤蓄水量分别比不覆盖处理(CK)增加18.37~21.22 mm,玉米籽粒产量和水分生产效率分别比对照增加13.9%~14.6%、11.0%~11.1%^[12]。

研究证明,地膜覆盖的农田生产效应存在明显的地域性差异。关于华北地区以秋雨春用、春墒秋保为目标进行秋后覆膜的研究较少,本试验在作物收获后进行灭茬、薄膜覆盖,降低冬季和春季农田土壤水分的无效损失,探讨秋后覆膜保墒措施,对翌年春播时期土壤水分及玉米苗期生长的影响,以期对华北半干旱地区旱作保墒技术的实施提供基础理论依据。

收稿日期:2017-10-11

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0300908);河北省科学技术研究与发展计划(编号:16227002D);河北省石家庄市科学技术研究与发展计划(编号:161510072A)

作者简介:刘胜尧(1980—),男,河北武邑人,博士,助理研究员,主要从事农业资源高效利用研究。E-mail:nkynxs@163.com。

通信作者:高清海,硕士,副研究员,主要从事节水农业研究。E-mail:15369398662@163.com。

参考文献:

- [1]郭红萍. 马铃薯高产栽培技术[J]. 安徽农学通报,2010,16(12):220-221.
- [2]刘辉,文云书,陈光玉,等. 不同大小脱毒马铃薯种薯播种对产量的影响[J]. 耕作与栽培,2013(6):17-18.
- [3]王文重,王亚洲,吕典秋,等. 黑龙江省马铃薯生产企业发展现状与对策[J]. 中国马铃薯,2011,25(6):377-379.
- [4]金光辉,孙秀梅,冯晓辉,等. 黑龙江垦区马铃薯大垄双行密植高产栽培技术[J]. 中国马铃薯,2013,27(1):31-33.
- [5]张延磊. 不同种植密度对马铃薯产量形成的影响[J]. 新疆农垦科技,2012(2):7-10.
- [6]Allen E J. Plant density[M]//Harris P M. The potato crop. Boston:

Springer,1978:278-326.

- [7]吴文荣,袁丁,杨柳. 不同株行距对马铃薯生长及产量的影响[J]. 河北北方学院学报(自然科学版),2010,26(5):38-42.
- [8]秦智慧,邓禄军,夏锦慧. 种植密度及行距对马铃薯宜薯2号产量与效益的影响[J]. 农技服务,2012,29(7):808-810.
- [9]屈冬玉,谢开云,金黎平,等. 中国马铃薯产业发展与食物安全[J]. 中国农业科学,2005,38(2):358-362.
- [10]黄鹏,温随良,晋小军. 甘肃主要土壤的理化性质对马铃薯品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报,1996,31(3):257-262.
- [11]罗胜奎. 密度、栽植方式与施氮量对马铃薯产量的影响[J]. 耕作与栽培,2008,23(5):33-35.
- [12]王朝海,龙国. 马铃薯不同生产来源脱毒种薯整薯、切块作种与产量关系研究[J]. 种子,2004,23(10):67-68.

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2012 年 11 月至 2013 年 6 月在河北省农林科学院鹿泉市大河综合试验站进行。该地区属温带半湿润偏旱大陆性季风气候,四季分明,日平均气温 13.6℃,年降水量 536 mm,降水主要分布在 7、8 月。日照时数 2 554 h,无霜期 230 d。试验地土壤为黏壤质洪冲积石灰性褐土,0~100 cm 深土体土壤容重为 1.63 g/cm³,田间持水量为 21.17%,凋萎含水量为 11.0%;耕层土壤养分含量分别为 1.96% 有机质、0.10% 全氮、86.10 mg/kg 速效氮、32.75 mg/kg 速效磷、185.40 mg/kg 速效钾,pH 值为 7.74。

1.2 试验设计

试验设置 4 种处理方式:垄作覆膜、垄作、旋耕、免耕(对照),采用随机区组设计,3 次重复。垄作覆膜处理在秋收灭茬后旋耕并起垄,垄底宽 40 cm,垄顶宽 25 cm,沟宽 20 cm,垄高 15 cm,用 90 cm 宽的地膜全部覆盖垄沟,在垄底部打直径为 0.3 cm 的小孔,便于雨水入渗,春季可垄上播种。垄作处理即秋收灭茬后旋耕起垄,垄底宽 40 cm,垄顶宽 25 cm,沟宽 20 cm,垄高 15 cm,不覆膜。旋耕即秋收灭茬后旋耕处理,不覆盖地膜。免耕(对照)即秋收灭茬后不作处理,不覆盖地膜。

供试玉米品种为郑单 958,种植密度为 67 500 株/hm²,于 2013 年 5 月 10 日人工点播。由于除覆膜处理外,其他处理缺苗严重,因此此试验测试进行到播种后 40 d。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 土壤水分 测定深度为 0~100 cm 土层,每 10 cm 取 1 个土样,土壤冬季冻结前 30 d 测定 1 次,春季返浆后 20 d 测定 1 次,采用烘干法测定。

1.3.2 土壤储水量计算

$$W = \sum_{i=1}^n h_i \times \rho_i \times b_i \times 10 / 100. \quad (1)$$

式中:W 为土壤储水量,mm;h_i 为土层深度,cm;ρ_i 为土壤容重,g/cm³;b_i 为土壤水分质量百分数;n 为土层序号,n=1,2,3,⋯,10;i=10,20,30,40,⋯,100。

1.3.3 玉米生长指标和生物量的测定 测定株高、茎粗、叶面积、单株干物质量,分别于玉米出苗后,每 7 d 采集各处理

具有代表性的植株 5 株,鲜样分器官擦洗干净,在 105℃ 杀青 30 min,再在 80℃ 烘干至恒质量,测定生物量。

1.3.4 叶绿素含量的测定 用 SPALD-502 叶绿素仪测定叶片的叶绿素相对含量,从玉米出苗后开始测定,每 7 d 测定 1 次,每个处理测定 5 株。测定部位均为朝向一致完全展开的叶片,即从顶部数第 3 张叶片起,每个叶片测 5 次,取 5 次的平均值作为该叶片的叶绿素相对含量。

1.3.5 叶绿素荧光参数的测定 采用 Hansatech 公司生产的植物效率分析仪(Pocket PEA)测定玉米的叶绿素荧光参数,测定时间及叶位与叶绿素相对含量测定时相同。叶片先暗适应 15 min,再用 3 500 μmol/(m²·s)饱和光诱导,测定可变荧光(F_v)、最大荧光(F_m)、PS II 的最大光化学效率(F_v/F_m),重复 5 次。

2 结果与分析

2.1 不同处理休闲期土壤储水变化

由图 1 可知,各处理 0~100 cm 深土层的土壤储水量受蒸发和降水的影响呈先增加后降低的倒“V”字形变化趋势。由于秋冬季降水较丰富,分别达 28.5、20.2 mm,在返浆期(3 月 8 日)各处理土壤储水量达峰值,为 278.07~285.33 mm。覆膜处理土壤储水量最高比对照高 3.22 mm,差异不明显,这与秋冬季蒸发小,覆膜阻碍降雪入渗有关。返浆期后气温升高,降水少,气候干燥,土壤蒸发量大,土壤储水量下降,3 月 8 日至 3 月 28 日阶段耗水量为 2.4 mm~12.6 mm,以垄作覆膜和旋耕耗水量最低,分别为 2.4、2.5 mm,这 2 种处理在早春季节保水效果明显,耗水量分别为对照的 19.4%、20.1%。3 月 28 日至 4 月 18 日晚春季节 0~100 cm 土壤储水量继续下降,达到 261.3~277.7 mm,阶段耗水量为 5.1~8.4 mm,与对照相比垄作覆膜和旋耕保水效果降低,这主要与进一步升温,蒸发潜能增加,而对照处理土壤储水量低导致土壤水势较低降低蒸发量有关。此阶段垄作覆膜和旋耕土壤储水量分别比对照高 16.42、5.93 mm,保水效果明显。4 月 18 日到 5 月 8 日的初夏季节,由于有 14.9 mm 的降水,各处理 100 cm 土层土壤储水量小幅上升,其中以垄作覆膜和旋耕升幅最大,分别为 11.28、6.25 mm,分别比对照多 8.19、3.07 mm。垄作最少为 0.18 mm,比对照低 2.91 mm,这应与起垄后增加蒸发表面积有关。

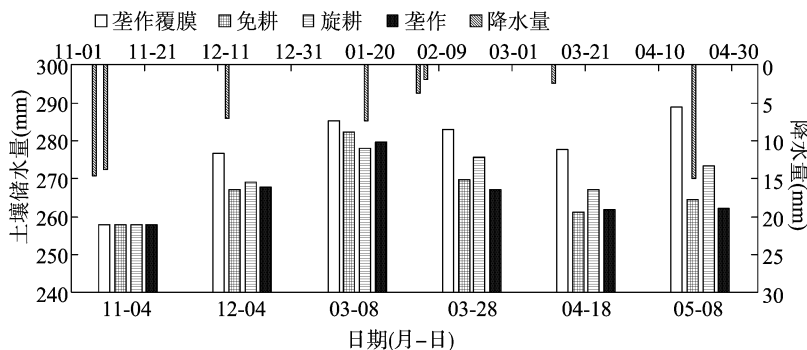


图1 试验期间的降水量和 0~100 cm 深土层土壤储水量动态变化

2.2 休闲期处理对春播前土壤水分及玉米出苗的影响

由表 1 可知,180 d 的休闲期降水总量为 66.00 mm,蒸发量为 61.8~34.9 mm,蒸发量小于降水量,土壤储水量有不同

程度的增加,垄作覆膜和旋耕处理的播前土壤储水量最多,分别为 289.00、273.38 mm,增加量分别为 31.10、15.48 mm,蓄水效率分别为 47%、23%,与对照比土壤储水量分别提高

9.3%、3.4%，蓄水率分别提高 3.80、1.39 倍。说明垄作覆膜和旋耕处理对旱地冬春休闲期农田具有明显的蓄水保墒效果，尤其是在该时期降水较少的年份对耕层土壤的保墒作用更为明显，这为春播作物适期播种提供了水分保障。

由于春季降水少、风大、空气干燥、蒸发量大，导致表层土壤失水快，变化幅度大。由表 1 可知，各处理(0,10]cm 深土壤含水量为 14.85 ~ 25.06 mm，相对含水量为 49.66% ~

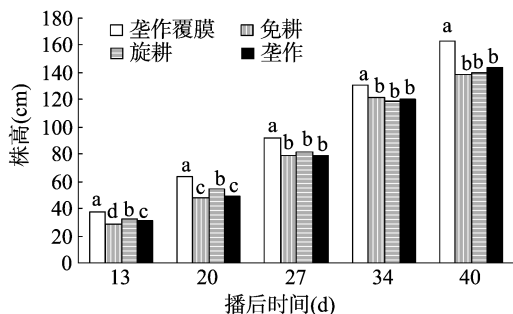
83.80%。垄作覆膜处理(0,10]cm 深土层含水量为 25.06 mm，相对含水量为 83.80%，含水量可以满足出苗的要求，而其他处理都低于田间持水量的 65%，在无降雨条件下不利于出全苗、壮苗。从表 1 的出苗率可以看出，垄作覆膜处理的出苗率达到 87.5%，本试验每穴播 2 粒种子，可以保证全苗。而其他处理出苗率不足 60%，严重缺苗。

表 1 各处理对春播前土壤水分及玉米出苗的影响

处理	休闲期降水量 (mm)	土壤储水量 (mm)		增加量 (mm)	蒸发量 (mm)	蓄水效率 (%)	播前各土层含水量(mm)				相对含 水量 (%)	出苗期 (d)	出苗率 (%)
		冬初	播前				(0,10]cm	(10,40]cm	(40,70]cm	(70,100]cm			
垄作覆膜	66.00	257.90	289.00	31.10	34.9	47	25.06	28.67	29.10	30.20	83.80	6	87.5
免耕			264.39	6.48	59.5	10	16.49	24.44	28.74	29.45	55.14	8	32.1
旋耕			273.38	15.48	50.5	23	14.85	27.96	29.03	29.18	49.66	8	54.3
垄作			262.13	4.23	61.8	6	18.77	24.71	26.76	29.65	62.77	8	45.6

2.3 不同处理对玉米植株性状的影响

通过分析各处理的株高和茎粗，由图 2、图 3 可知，随着春玉米的生育进程，各处理玉米株高和茎粗具有相似的变化规律，即从苗期到抽雄期有逐渐增加的趋势，且增速呈先加快后减慢的趋势。株高在 27 ~ 34 d 增高速度最快，茎粗在 20 ~ 27 d 增粗速度最快。整个试验期间，垄作覆膜处理株高和茎粗均显著高于对照，其中，株高比对照增加 6.83% ~ 31.25%，茎粗比对照增加 10.09% ~ 49.37%，均呈现前期增幅大后期增幅小的变化趋势。旋耕和垄作处理在玉米幼苗期的株高和茎粗显著高于对照，在播后 20 d 差异不显著。



不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同
图2 不同处理对玉米株高的影响

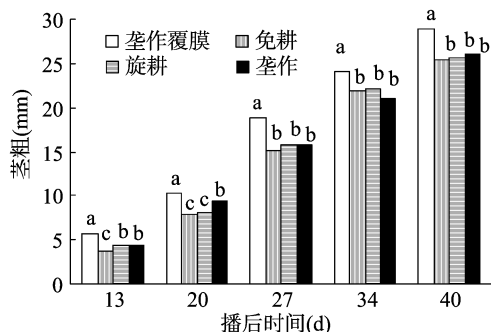


图3 不同处理对玉米茎粗的影响

由图 4、图 5 可知，垄作覆膜处理前期叶片生长较快，叶面积在播种 13 d 后比对照处理高 125.0%，地上单株干物质质量比对照高 215.8%，随后增长幅度变小；播后 27 d，垄作覆膜处理的叶面积比对照高 78.9%，地上单株干物质质量比对照

高 70.6%；40 d 后垄作覆膜处理的叶面积比对照高 30.6%，地上单株干物质质量比对照高 48.2%。

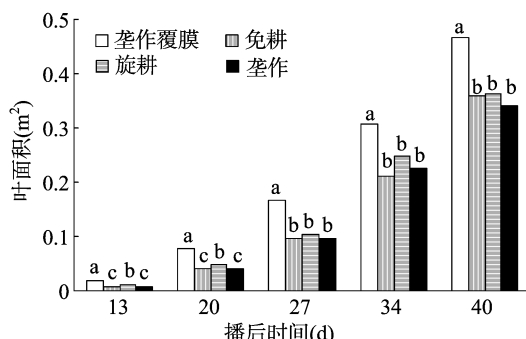


图4 不同处理对玉米叶面积的影响

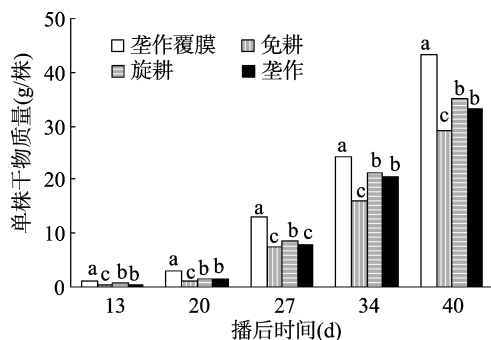


图5 不同处理对玉米单株干物质质量的影响

2.4 不同处理对叶绿素相对含量的影响

叶绿素是植物吸收光能进行光合作用的色素，在一定范围内，叶绿素含量的高低直接影响植物的光合能力。由表 2 可知，在试验处理前期垄作覆膜处理的叶绿素相对含量显著高于对照，在后期两者差异不显著；垄作覆膜处理在播后 13 d 叶绿素相对含量提高 14.5%，播后 20 d 叶绿素相对含量提高 5.4%，播后 27 d 提高 4.5%，提高叶绿素的效果随着生育期的推进而降低，播后 34 d 开始与对照差异不显著。这主要是由于前期在 5 月中下旬，气温不稳定，常有低温冷害，同时土壤比较干旱，垄作覆膜处理可以增温保水，有利于春玉米生长，后期进入 6 月份，气温较高，垄作覆膜处理土壤温度高，失水快，反而影响作物生长。其他处理只有旋耕处理在播后

27 d 可以显著提高叶绿素的相对含量,其他时间与对照差异均不显著。

表 2 休闲期处理对叶绿素相对含量的影响					
处理	不同播后时间的叶绿素相对含量(SPAD 值)				
	13 d	20 d	27 d	34 d	40 d
垄作覆膜	40.3a	40.9a	41.9a	49.9a	50.0a
免耕	35.2b	38.8b	40.1b	49.1a	50.1a
旋耕	35.9b	39.9b	41.1a	49.6a	50.9a
垄作	35.2ab	39.8b	40.1b	49.1a	50.6a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

2.5 不同处理对叶绿素荧光参数的影响

F_v/F_m 是 PS II 最大光化学量子产量,其大小反映了 PS II 反应中心原初光能的转化效率。由表 3 可知,对照、旋耕处理、垄作处理在 5 个时间段的 F_v/F_m 随着时间进程的推移而增加,但垄作覆膜处理变化范围不大。播后 13、20 d 时垄作覆膜和旋耕处理显著高于对照,13 d 时分别比对照高 12.5%、7.8%。说明出苗初期垄作覆膜处理和旋耕处理玉米苗受胁迫小,这与垄作覆膜和旋耕措施可以保水提温有关。随着生育期进程气温升高和降水增加,从而减弱了垄作覆膜和旋耕提温保水的优势。

表 3 休闲期处理对叶绿素荧光参数(F_v/F_m)的影响					
处理	不同播后时间的 F_v/F_m				
	13 d	20 d	27 d	34 d	40 d
垄作覆膜	0.72a	0.73a	0.72a	0.74a	0.74b
免耕	0.64c	0.71b	0.71a	0.73a	0.77a
旋耕	0.69b	0.73a	0.72a	0.74a	0.75a
垄作	0.66c	0.72ab	0.73a	0.74a	0.77a

3 结论与讨论

华北半湿润半干旱区季节性降水分布不均限制了农业生产,春季高蒸发、少降水,大大降低了耕作层(0~20 cm)的土壤水分,耕层以下由于没有作物消耗水分,因此受影响比较小,水分相对比较丰富。春季耕层干旱严重影响玉米出苗,在无降水和灌溉的条件下玉米不能按期播种。因此保持耕层水分充足是保证华北地区按期播种,出苗全和出苗壮的关键。严昌荣等认为,春播作物生长后期处于雨季,在一般情况下,降水量基本可以满足作物对水分的需求,农田土壤水分还能得到一定的补充,在半湿润偏旱区,玉米和冬小麦的耗水量虽然出现段性的须要土壤水分补给的情况,但整个生育期自然降水量都超过耗水量^[1]。因此秋季土壤有一定的水基础,说明秋季有水可保。覆膜可以最大程度地保储夏秋盈余水分和冬春降水,减少春季无效蒸发,使播期(0,10] cm 深土层水分比对照提高 52.0%,0~100 cm 深土壤水分提高 9.3%,说明覆膜可以有效保持表层土壤水分,从而有利于全苗壮苗,解决等雨播种的问题^[13-16]。

研究发现,覆膜对旱地玉米的生育有显著的促进作用,从玉米播种一直延续到拔节期可以显著提高株高、茎粗、叶面积及干物质积累量,这为玉米的高产创造了条件。同时覆膜在一定范围内能提高叶绿素相对含量和叶绿素荧光参数,说明覆膜可以提高光合效率。本试验由于对照处理和其他裸地处理出苗率较低,因此只进行了苗期试验,覆膜对玉米中后期的影响还应进一步研究。覆膜除了有保水效应外,对土壤温度、土壤养分的影响还须进一步研究。

参考文献:

[1] 严昌荣,居 辉,彭世琪,等. 中国北方旱农地区农田水分动态变化特征[J]. 农业工程学报,2002,18(3):11-14.

[2] 王殿武,褚达华. 一年两熟制下旱地土壤水分动态的初步研究[J]. 河北农业大学学报,1991,14(3):6-10.

[3] 方日尧,同延安,梁东丽,等. 黄土旱塬不同覆盖对春玉米产量及土壤环境影响[J]. 应用生态学报,2003,14(11):1897-1900.

[4] 胡 芬,陈尚模. 寿阳试验区玉米地农田水分平衡及其覆盖调控试验[J]. 农业工程学报,2000,16(4):146-148.

[5] 郭志东,刁培松. 旱地冬小麦全生育期地膜覆盖穴播高产栽培技术的研究[J]. 农业工程学报,1999,15(2):222-224.

[6] 赵聚宝,徐祝龄,钟兆站,等. 中国北方旱地农田水分平衡[M]. 北京:中国农业出版社,2000:11-19.

[7] 李凤民,赵松龄,段舜山,等. 黄土高原半干旱区春小麦农田有限灌溉对策初探[J]. 应用生态学报,1995,6(3):259-264.

[8] 杜延军,李自珍,李凤民. 半干旱黄土高原地区地膜覆盖和底墒对春小麦生长及产量的影响[J]. 西北植物学报,2004,24(3):404-411.

[9] 李凤民,鄢 珣,王 俊,等. 地膜覆盖导致春小麦产量下降的机理[J]. 中国农业科学,2001,34(3):330-333.

[10] 张振华,蔡焕杰. 水分亏缺对覆膜玉米生长发育及产量的影响[J]. 灌溉排水,2001,20(2):13-16.

[11] 张哲元,张玉龙,黄 毅. 秋覆膜对辽西半干旱区土壤墒情的影响[J]. 水土保持应用技术,2009(2):10-12.

[12] 乔灵芝,王俊鹏,张 春,等. 秋覆盖的保水效应及对春玉米生长的影响[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(3):13-18.

[13] 杨世佳,潘中涛,陈 瑾,等. 黔中山区不同覆膜方式对土壤水温和玉米根系及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):119-122.

[14] 杜江洪,景振举,郑 伟,等. 保墒减蒸技术对半干旱地区玉米生长发育及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):122-124.

[15] 郭彦芬,霍铁珍,韩翠莲,等. 不同覆盖方式对玉米生长发育及土壤水分利用效率的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):72-74.

[16] 刘晓伟,何宝林,郭天文,等. 秋覆膜对旱地玉米土壤水分和产量的影响[J]. 农学报,2011,1(10):9-15.