

郭彦芬,霍轶珍,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.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.017

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

郭彦芬,霍轶珍,韩翠莲,李生勇

(河套学院土木工程系,内蒙古巴彦淖尔 015000)

摘要:为研究秸秆覆盖在内蒙古河套灌区农业生产中的适用性,试验设置不覆盖、覆膜和秸秆覆盖量 5 t/hm² (M1)、10 t/hm² (M2)、15 t/hm² (M3) 5 个处理,研究不同处理对玉米株高、叶面积指数、产量、土壤水分的影响。研究表明,不同生育期内,覆盖条件较不覆盖种植更有利于玉米的生长发育,在生育前期、中后期表现出不同的响应关系;覆盖主要影响 0~60 cm 土层含水率的变化,且 M2 处理的覆盖量较适宜于土壤水分的利用、保墒,秸秆覆盖量的多少与土壤水分的保蓄作用不呈正相关;覆盖可显著提高玉米产量、水分利用效率,覆膜、M1、M2、M3 处理分别较不覆盖处理产量提高 26.67%、6.36%、26.48%、21.23%,水分利用效率分别提高 29.79%、7.60%、28.54%、24.60%。表明秸秆覆盖量为 10 t/hm² 的条件较适宜在灌区进行玉米种植推广。

关键词:秸秆覆盖量;株高;叶面积;土壤水分;产量;水分利用效率

中图分类号:S152.7;S513.07 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)06-0072-03

在北方干旱寒冷地区,农业生产中覆盖栽培技术已成为改善农田小气候、提高作物产量的一项重要农艺措施^[1-3],且覆盖物以地膜为主。然而地膜主要成分为一种分子结构非常稳定的聚乙烯材料,自然条件下很难分解,且收获期后难以回收利用,长此以往必然会在农田大量残留积累,形成白色污染,进而影响农业的健康发展^[4-5]。近年来,随着秸秆覆盖及在农业生产中不断尝试应用,上述问题有待缓解,有研究表明,与普通地膜相比,秸秆覆盖具有减小环境污染的优点,同时在土壤增温、保墒和作物增产方面也具有很好的效果^[6-11]。

在前人相关研究的基础上,以不覆盖、地膜覆盖为对照,设置不同秸秆覆盖量,对不同处理条件下的玉米生长性状、土壤含水率、水分利用效率进行系统分析,旨在揭示秸秆覆盖的蓄水保墒机制及增产效应,以探讨其在河套灌区的适用性,为灌区绿色和节水农业的发展提供理论基础和技术支撑。

1 材料与与方法

1.1 试验区概况

试验区位于内蒙古巴彦淖尔市临河区双河镇。该地区多年平均降水量 140 mm,蒸发量 2 306.5 mm,平均气温 6.8℃,平均日照时数 3 229.9 h,无霜期 130 d 左右,属典型的中温带

干旱大陆性气候。试验区以沙质壤土为主,0~100 cm 土壤平均容重 1.45 g/cm³,田间持水量 20.53%,灌溉水源为黄河水,平均矿化度 0.6~0.8 g/L。

1.2 研究方法

1.2.1 试验设计 试验设置不覆盖、覆膜和秸秆覆盖量 5 t/hm² (M1)、10 t/hm² (M2)、15 t/hm² (M3) 5 个处理,试验中所需秸秆于收获后秋浇前,人工铺设于试验小区内,并覆盖 2 cm 左右虚土以防秋浇水流冲走使得覆盖厚度不均匀;试验区采用随机区组试验设计,每个处理重复 3 次,小区区长 15 m、宽 10 m;为防止小区间水分串通,影响各小区实际含水率变化,在各小区间埋设 1.5 m 深塑料膜隔离。

按当地玉米常规栽培管理模式进行种植管理,供试玉米品种为豫奥 6 号,播种时施底肥 450 kg/hm² (磷酸二铵、尿素),灌第 1 次水时施尿素 450 kg/hm²,灌第 2 次水时施尿素 300 kg/hm²,玉米全生育期灌 3 次水。

1.2.2 测定项目及方法 不同生育期在玉米行间采用土钻取土,取样深度 0~100 cm,每隔 20 cm 为 1 层,采用烘干称重法测定土壤含水率,每个处理取 3 个重复;各生育期每隔 7 d 用钢尺定株,选典型玉米植株 3 株,测定玉米株高、叶面积;玉米成熟期,不同处理选取具有代表性玉米 15 株,测定其生育性状及产量。

1.2.3 玉米水分利用效率(WUE)计算

$$WUE = Y_a / ET_a$$

$$ET = \Delta W + P + I + U - D - R$$

式中: Y_a 为玉米籽粒产量(kg/hm²); ET_a 为玉米生育期总耗水量(mm); ΔW 为玉米生育期内 0~100 cm 土壤贮水量变化(mm); P 为玉米生育期有效降雨量(mm); I 为灌溉量(mm); U 为地下水补给量(mm); D 为深层渗漏量(mm); R 为径流量(mm),由于试验区地势平坦且未发生持续性降雨,地面径流损失忽略不计。

收稿日期:2016-01-19

基金项目:内蒙古教育厅自然科学基金(编号:njzy263);内蒙古自治区高等学校创新团队发展计划(编号:NMGI RT-B1611);河套学院校级重点课题(编号:HTXYZZ13002)。

作者简介:郭彦芬(1965—),女,内蒙古巴彦淖尔人,副教授,主要从事节水灌溉技术研究。

通信作者:霍轶珍,教授,主要从事节水灌溉技术研究。E-mail:hyz6998@163.com。

1.2.4 数据分析 采用 MS - Excel 2003 进行数据处理并绘制图表,SPSS17.0 进行相关数据方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖方式条件下玉米株高变化

从图 1 可以看出,全生育期内不同处理玉米株高变化趋势一致,从苗期开始,生长速率较快,至灌浆期达到全生育期的峰值,而后植株开始枯萎,植株高度有减小趋势。玉米苗期至拔节期,气温相对较低,地膜保温保墒效果明显优于其他处理,玉米生长速率相对较快,地膜覆盖苗期株高处理分别较不覆盖、M1、M2 处理高 26.28%、14.19%、8.46%;拔节期分别高 23.19%、18.35%、10.13%,差异显著,苗期、拔节期较 M3 处理分别高 6.14%、2.80%,差异不显著,因 M3 处理覆盖量相对较大,此时其水热条件较适宜于玉米生长发育。随生育期的延长,气温逐渐升高及枝叶的遮阴作用加强,覆盖保温作用逐渐减弱,同时覆盖后过高的根层温度不利于玉米的生长发育,调查发现,此时 M2 处理玉米株高明显高于其他处理,平均较不覆盖、覆膜、M1、M3 处理高 3.22%、0.72%、3.02%、2.03%,表明此时 M2 处理覆盖量更有利于玉米的生长发育,此时玉米正处于营养生长向生殖生长过度阶段,提供良好的土壤水肥热条件更有利于植株生长和产量的形成;而随覆盖量的增加,会影响作物根系对土壤养分和水分的吸收利用,进而影响玉米长势。全生育期覆盖条件下玉米株高均高于不覆盖处理。

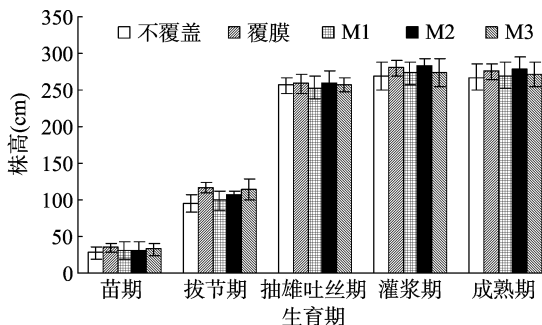


图1 不同处理玉米株高变化

2.2 不同覆盖方式条件下玉米叶面积指数变化

叶面积指数的大小直接影响作物的蒸腾量及光合作用,最终影响产量的形成^[11]。从图 2 可以看出,不同处理叶面积指数整体变化规律为玉米抽雄吐丝前生长旺盛,增速较快,玉米生育中后期由营养生长转为生殖生长,至灌浆成熟期叶片开始由下至上枯黄变干,叶面积指数逐渐减小。与株高呈现相似的变化规律,从全生育期来看,覆盖处理玉米叶面积指数明显高于不覆盖处理,有效增加了对光照的截留能力,增加了光能的有效利用率,为覆盖条件下玉米增产奠定了基础。苗期覆膜处理叶面积指数显著或极显著高于不覆盖、M1、M2、M3 处理,苗期叶面积指数比不覆盖、M1、M2、M3 处理平均值分别高 38.10%、26.09%、20.83%、11.54%;拔节期分别高 24.34%、7.31%、8.84%、10.85%。进入抽雄吐丝期后,M2 处理叶面积指数明显高于其他处理,分别较不覆盖、覆膜、M1、M3 处理高 11.06%、3.23%、5.35%、3.43%,与不覆盖处理差异显著。进入生育后期,叶片枯萎变干,不同处理间叶

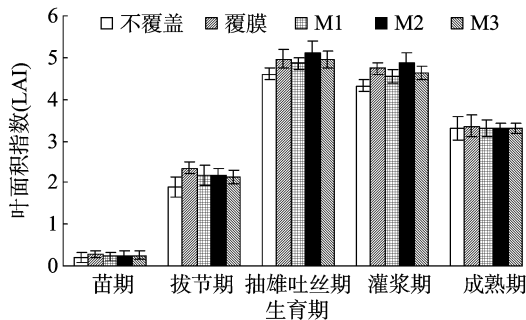


图2 不同处理玉米叶面积指数变化

面积指数差异减小。

2.3 不同覆盖方式条件下玉米含水率变化

图 3 显示的是不同处理条件下玉米不同生育期内 0 ~ 100 cm 土壤剖面的平均含水率变化。从全生育期来看,不同覆盖处理条件下土壤剖面平均含水率差异主要表现在 0 ~ 60 cm,60 cm 以下土体差异相对较小。玉米苗期,覆膜处理 0 ~ 60 cm 土壤含水率显著或极显著高于不覆盖处理,各土层平均含水率提高 24.03%、24.56%、14.72%;0 ~ 40 cm 土壤含水率显著高于 M1、M2 处理,平均含水率高 16.46%、18.99% 和 11.05%、11.52%,与 M3 处理各土层含水率均未达到显著差异(图 3 - A)。随生育期延长,覆膜处理与各处理剖面含水率差异呈减小趋势。通过分析发现,玉米进入生殖生长后,覆膜处理与 M2、M3 处理剖面各土层含水率差异不显著,但均显著高于不覆盖、M1 处理;同时 M2 处理含水率要明显大于 M3 处理,这主要是因为过多的覆盖量在一定程度上阻碍了部分降雨及灌溉水量的下渗,增加了无效蒸发量,同时也说明不是秸秆覆盖量越大对土壤水分的利用、保蓄作用越显著。综合来看,M2 处理覆盖量较适宜于土壤水分的利用和保蓄。

2.4 不同覆盖方式条件下玉米产量及水分利用效率

2.4.1 玉米产量 从表 1 可以看出,覆膜、不同秸秆覆盖量处理均能显著提高玉米产量,覆膜、M1、M2、M3 处理分别较不覆盖处理产量提高 26.67%、6.36%、26.48%、21.23%,覆膜处理与 M2 处理间产量差异不显著,表明 M2 处理覆盖量有利于玉米产量的形成,具有很好的增产效应;玉米产量与秸秆覆盖量并不呈简单的线性关系,因随覆盖量的增加,阻碍了根系对土壤水分和养分的吸收利用,不利于产量的形成。

2.4.2 水分利用效率 不同覆盖处理对玉米水分利用效率的影响依次为覆膜 > M2 > M3 > M1 > 不覆盖,覆盖处理均显著高于不覆盖处理(表 2),覆膜、M1、M2、M3 处理较不覆盖处理水分利用效率分别提高 29.79%、7.60%、28.54%、24.6%,因为覆盖较大程度上抑制了玉米棵间蒸发量,使得这部分无效蒸发被作物有效利用,提高了水分利用效率。

3 结论

覆盖条件显著影响玉米的生长发育,受环境因素影响,生育前期覆膜、M3 处理条件下,玉米株高、叶面积显著优于其他处理,此时覆盖量大为玉米生长提供了更适宜的土壤水热环境;生育中后期过大的覆盖量影响到了玉米根系对土壤水分和养分的吸收利用,影响玉米长势,此时表现出覆膜、M2

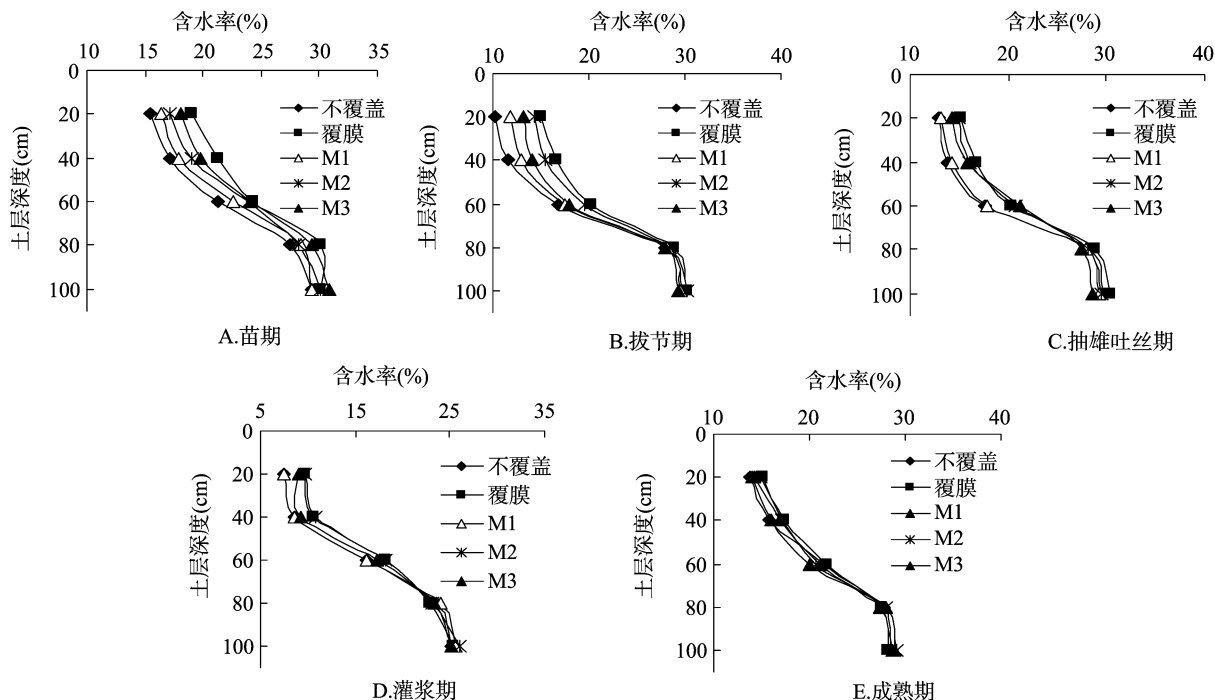


图3 不同处理条件下土壤含水率变化

表1 不同覆盖处理玉米经济性状与产量比较

处理	穗长 (cm)	穗粗 (mm)	穗粒数 (粒)	百粒质量 (g)	产量 (kg/hm ²)
不覆盖	18.6d	47.32d	598d	36.79b	7 536.96d
覆膜	21.8a	52.36a	667a	38.69a	9 546.78a
M1	19.3c	48.15c	613c	37.01b	8 016.51c
M2	21.4a	52.14a	672a	38.46a	9 532.45a
M3	20.7b	50.77b	649b	37.95a	9 136.97b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。表2同。

表2 不同覆盖处理玉米水分利用效率

处理	水分利用(mm)					产量 (kg/hm ²)	综合水分利用效率 [kg/(mm·hm ²)]
	贮水量	灌溉量	降雨量	补给量	总耗水量		
不覆盖	24.5	293	89.63	113.6	520.73	7 536.96	14.47c
覆膜	33.5	293	89.63	92.1	508.23	9 546.78	18.78a
M1	28.6	293	89.63	103.6	514.83	8 016.51	15.57b
M2	30.2	293	89.63	99.8	512.63	9 532.45	18.60a
M3	34.5	293	89.63	89.6	506.73	9 136.97	18.03a

参考文献:

[1]李世清,李凤民,宋秋华,等. 半干旱地区不同地膜覆盖时期对土壤氮素有效性的影响[J]. 生态学报,2001,21(9):1519-1526.
 [2]李爽,孙占祥,张莹,等. 不同覆盖方式对春玉米土壤水分及生长发育的影响[J]. 辽宁农业科学,2010(1):1-4.
 [3]刘永忠,张克强,王根全. 旱地农业覆盖栽培技术研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(5):202-205.
 [4]Immirzi B, Santagata G, Vox G A. Preparation, characterisation and field-testing of a biodegradable Sodium alginate-based spray mulch[J]. Biosystems Engineering,2009,102(4):461-472.
 [5]严昌荣,梅旭荣,何文清,等. 农田地膜残留污染的现状与防治[J]. 农业工程学报,2006,22(11):269-272.

处理玉米长势优于其他处理;从全生育期来看,各覆盖处理均显著优于不覆盖处理。

覆盖主要影响0~60 cm土层含水率的变化,M2处理覆膜量较适宜于土壤水分的利用、保墒,同时也说明不是秸秆覆盖量越大对土壤水分的保蓄作用越显著。

覆盖可显著提高玉米产量和水分利用效率,覆膜、M1、M2、M3处理分别较不覆盖处理产量提高26.67%、6.36%、26.48%、21.23%,水分利用效率提高29.79%、7.60%、28.54%、24.6%,M2处理秸秆覆盖量为10 t/hm²条件要优于其他秸秆覆盖量。

[6]沈裕璇,黄相国. 秸秆覆盖的农田效应[J]. 干旱地区农业研究,1998,16(1):45-50.
 [7]鲁向晖,高鹏,王飞,等. 宁夏南部山区秸秆覆盖对春玉米水分利用及产量的影响[J]. 土壤通报,2008,36(6):1248-1251.
 [8]陈素英,张喜英,裴冬. 玉米秸秆覆盖对麦田土壤温度和土壤蒸发的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(10):171-173.
 [9]黄明斌,党廷辉,李玉山. 黄土区旱塬农田生产力提高对土壤水分循环的影响[J]. 农业工程学报,2002,18(6):50-54.
 [10]白雪峰,赵雨森,戚颖. 秸秆覆盖对土壤水分动态变化及玉米产量的影响[J]. 安徽农业科学,2014,42(36):12843-12845.
 [11]杜新艳,杨路华. 秸秆覆盖对夏玉米农田水分状况、土壤温度及生长发育的影响[J]. 南水北调与水利科技,2006,4(2):24-26.