

耕作措施对黑龙江省风沙土区玉米生长 发育及产量的影响

王孟雪, 张玉先

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘要: 针对黑龙江省西部风沙土区干旱频繁发生, 土壤风蚀严重的特点, 采取打茬播种、旋耕播种、免耕三种不同的耕作措施, 与当地传统耕作方式破垄种进行了对比试验, 研究了耕作措施对玉米生育性状及产量的影响。结果表明, 耕作方式对玉米生育前期影响较小, 主要影响玉米中后期的生长发育。旋耕处理前期土壤水分储存较多, 为后期玉米的生长发育提供了充足的水分供应。旋耕处理的玉米产量最高, 与对照相比产量增加了 31.2%。打茬播种处理的产量相对对照增加了 13%。免耕处理的玉米产量最低, 与对照相比产量降低了 20.4%。

关键词: 玉米; 耕作方式; 生育性状; 产量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)04-0059-05

中图分类号: S513.04

Effects of Different Tillage Measures on Maize Growth and Yield in Aeolian Sandy Soil Area in Heilongjiang Province

WANG Meng-xue, ZHANG Yu-xian

(College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: Since the high frequency of droughts and serious windy soil erosion in the aeolian sandy soil area of Western Heilongjiang Province, the conservation tillage measures of stubble-cutting, rotary tillage and no-tillage were employed. The effects of different tillage measures on maize growth and yields were studied comparing with the local traditional tillage. The results indicated that, tillage measures exerted more influence on maize growth in the late period of growth than the early period. The rotary tillage kept the soil with adequate water for the late period of maize growth and had the maximum production of maize, which is 31.2% higher than the traditional measures while the yield of taking stubble-cutting increased by 13% and that of no-tillage decreased by 20.4%.

Keywords: maize; tillage; growing characters; yield

目前,我国北方大部分地区水资源开发已接近极限,北方地区雨季虽然也是每年的 4—9 月,但存在着很大的空间异质性,干旱灾害频繁发生。由于缺水和干旱,生态环境日益恶化,严重威胁到我国农业可持续发展^[1]。在农业生产中,不同的农业耕作措施会对农田土壤产生不同的影响^[2-3]。传统耕作方式的耕翻耙压导致了土壤结构性能恶化,随着土壤被犁翻次数的增多,造成了土壤有机质的损失,加剧了表层土壤的流失和风蚀,从而导致农田土壤的退化^[4-6]。黑龙江省西部风沙土区,地处松嫩平原腹地,是我国北方旱作地区的重要组成部分,是我国重要的商品粮基地

和优质玉米生产和出口基地。冬季漫长,严寒少雪;夏季短暂,炎热多雨;春季大风,多干旱。该区全年降水量在 400~500 mm,且年内分配不均,在作物萌芽生长的 4—6 月上旬,降水量不到全年降水量的 15%,而且此时期风大,蒸发量大,常造成严重的春旱^[7]。如何把有限的降水最大限度地储存到土壤中去,充分提高这部分水资源的利用率是人们一直追求的目标^[8]。长期以来此地区重开发轻管理,重产出轻投入,大部分为单一的生产模式,尤其是近年来生态环境逐渐恶化,自然灾害频繁发生,沙化现象日益加剧,土地生产力大幅度下降,严重影响了该地区农业

收稿日期:2012-08-31

修回日期:2012-10-08

资助项目:国家科技支撑计划项目“松嫩—三江平原粮食核心产区农田水土调控关键技术研究及示范”(2009BADB3B00)

作者简介:王孟雪(1978—),女(汉族),黑龙江省铁力市人,硕士,讲师,主要从事农业水土工程研究。E-mail:wangmengxue1978@163.com。

通信作者:张玉先(1968—),男(汉族),黑龙江省集贤县人,教授,从事作物耕作与栽培技术研究。E-mail:zyx_lxy@126.com。

的稳定和持续发展。

玉米是黑龙江省西部风沙土区主要栽培作物之一,但由于气候干旱、土壤贫瘠、施肥不合理等原因,使该地区玉米产量始终处于较低的水平,因此如何采取适宜的栽培技术措施,充分发挥其生产力,是当前风沙土区玉米生产进一步获得高产的关键之一^[9-12]。采取不同的耕作方式,研究耕作方式对玉米各生育阶段土壤水分的影响,开展农田需水规律的研究,提高农田水分利用效率,都具有重要意义。为此,以大庆市杜蒙地区风沙土壤为研究对象,开展了 4 种耕作方式的对比研究,以传统垄作为对照,研究耕作措施对玉米生育性状及产量的影响,为该地区农业耕作提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于 2010 年 5—10 月在黑龙江省大庆市杜尔伯特蒙古族自治县农业科技园区进行。该试验地位于黑龙江省西南部,地处嫩江东岸,地理坐标为东经 123°45′—124°42′,北纬 45°53′—47°8′,南接大庆市,北临齐齐哈尔市,西临内蒙古自治区,平均海拔

152 m。该区属温带大陆性半干旱季风气候,年平均气温 3.1℃,无霜期 150 d,年平均活动积温 2 600℃,生产季节日照时数 1 354 h,多年平均降雨量仅为 407.7 mm,且时空分布不均,雨量主要集中在 7—9 月,冬春季风大,气候干燥,蒸发力大,干旱和水土流失现象较为严重,常造成农作物减产。试验前茬作物为大豆,土壤类型为沙壤土。土壤基础肥力情况为:耕作层土壤有机质含量为 12.5 g/kg,全氮含量为 0.98 g/kg,全磷含量为 1.05 g/kg,全钾含量为 14.4 g/kg,速效氮 48.2 mg/kg,速效磷含量为 21.5 mg/kg,速效钾含量为 71.5 mg/kg,pH 值为 7.82。

1.2 试验设计

供试玉米品种为吉农 302,采取随机区组设计,共 4 个处理(表 1),每个小区面积 667 m²,3 次重复。5 月 13 日播种,施 450 kg/hm² 磷酸二铵复合肥作基肥;在大喇叭口期追施尿素 1 次,施肥量共 750 kg/hm²。中耕锄草 2 次(定苗后和拔节期),均采用人工除草。6 月 18 日喷灌一次,喷灌水量 20 mm。各处理种植密度均为 30 000 株/hm²,其他管理依当地习惯进行。

表 1 不同试验处理及种植方式

编号	耕作处理	种植方式
处理 1	破 垄	当地传统耕作方法,春季翻耕后播种玉米
处理 2	打 茬	秋季翻耕打茬,打茬长度 10 cm
处理 3	旋 耕	春季采用旋耕机械旋耕,土壤深度 15 cm
处理 4	免 耕	春季免耕直接播种玉米

1.3 调查项目及测定方法

(1) 生育进程。查看玉米出苗率,记录玉米拔节期、大喇叭口期、抽雄期、灌浆期、成熟期。

(2) 叶面积指数按: LAI=绿叶总面积/占地面积计算。叶面积测定采用直尺量取长度及宽度,计算叶面积。取用求积仪量测实际叶面积计算叶面积折算系数为 0.8,求得实测叶面积。

(3) 叶绿素采用美国 CCM-200 叶绿素测定仪测定,测量玉米叶柄处叶绿素相对含量。

(4) 测产及考种。2010 年 9 月 19 日,田间小区收获测产。产量测定方法采用样点法测定理论产量。样点面积为 6.67 m²。行距 65 cm,取样长度为单行 10.3 m。每个小区随机取两点进行玉米产量的测定,每点各取 10 株进行考种。考种时对单个果穗重、穗行数、穗粒数、百粒重等产量构成因素进行测量。数据分析采用 DPS 系统进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同耕作措施对玉米生物性状的影响

2.1.1 各生育时期玉米生长状况比较 各生育期不同播种处理的玉米生育性状如图 1—3 所示。可以看出,出苗期间旋耕播种处理的株高及叶面积均高于其他处理,其次为免耕播种的,打茬播种的株高最小,旋耕处理的株高和叶面积与其他处理差异极为显著。风沙土区,土壤储水能力较差,春季风大,水分更容易蒸发散失。免耕及旋耕播种适宜风沙土区春季播种,有利于保持土壤水分,前期干旱条件下,有利于作物生长。在灌浆期,各处理的玉米株高没有表现出明显差异,玉米鲜重表现出较大差异。旋耕播种处理的玉米鲜重最大,较对照鲜重增加了 87.7%,打茬播种处理的玉米鲜重较对照没有表现出较明显变化。免耕播种的玉米株高相比对照降低了 23.4%。灌浆期间

各处理的穗重具有较大差异,在灌浆期各处理的穗重均达到了 5% 的显著性差异。旋耕处理的穗重与其他各处理间的差异达到了 1% 的极显著水平。在生殖生长的关键时刻,必须要有充足的水分供应,灌浆期正值需水的关键时期,此时缺水,会影响后期的生物产量。在大喇叭口期,打茬播种处理的株高及鲜重均高于其他处理。株高较对照增加了 14.73%,鲜重较对照增加了 67.86%。旋耕播种的株高及叶面最小。此时玉米生物性状呈现出了较大差异,可能由于打茬播种改善了土壤中的微生物含量,促进了肥料的吸收,从而有利于作物的生长发育。此时土壤水分均呈现较高水平,土壤水分过高可能会阻碍作物生长发育,具体原因需要进行后续检验。在抽雄期,旋耕播种处理的玉米生物性状与对照、打茬播种处理的生物性状没有太大差异,而免耕播种处理生物性状较差,株高较对照降低 13.3%,鲜重较对照降低了 26.8%。产生原因可能由于免耕播种机械下肥较深,影响了作物生长发育。

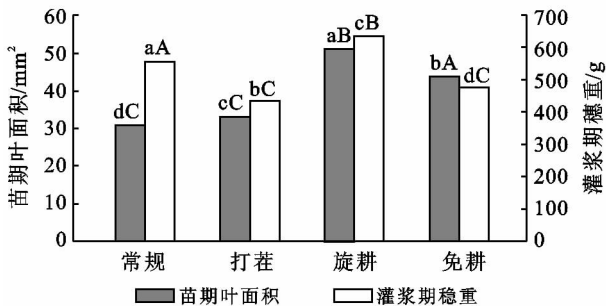


图 1 不同耕作处理的苗期叶面积、灌浆期穗重比较

注:大写字母代表统计检验 1% 水平差异,小写字母代表统计检验 5% 水平差异。下同。

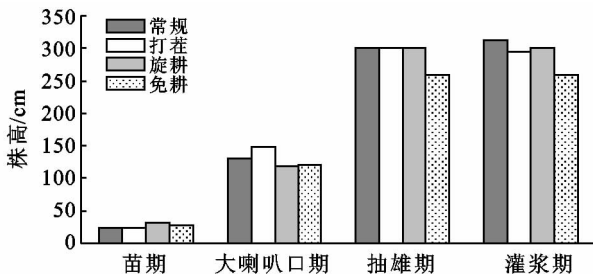


图 2 不同耕作处理的各生育期株高

2.1.2 不同处理玉米生长速度的比较分析 玉米从种植到收获经历许多阶段。种子从播种后就由休眠状态转入旺盛的生命活动状态,开始萌芽出苗,发芽出苗所利用的营养物质完全由种子储藏。出苗后,叶片便能进行光合作用,制造有机物质。随着叶面积和根系的逐步增加,光合能力逐渐增强,吸收、制造的营养物质也越来越多。通过对不同耕作体系玉米不同

生育期生长速度的调查研究,可以分析不同耕作体系玉米的生长机理,从而为风沙土区的耕作体系研究提供科学的依据。从株高生长速度上可以看出(图 4),在玉米生长的前期,不同体系玉米的生长速度基本上是相同的,但在中前期打茬播种及旋耕处理的玉米生长速度明显高于传统体系,在中后期,不同体系玉米的生长速度差别不大。打茬播种处理后,地温上升较快,玉米生长速度提高。而免耕体系由于前期降水量较多,保墒作用不明显,反而阻断了水分的入渗,土壤水分状况较差,影响了玉米后期的生长发育。从玉米后期的生长情况来看,旋耕耕作体系的玉米生育期有推迟的趋势。

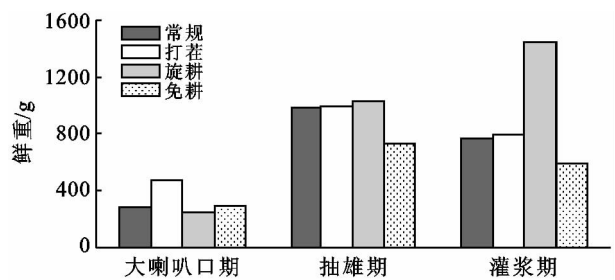


图 3 不同耕作处理的各生育期鲜重

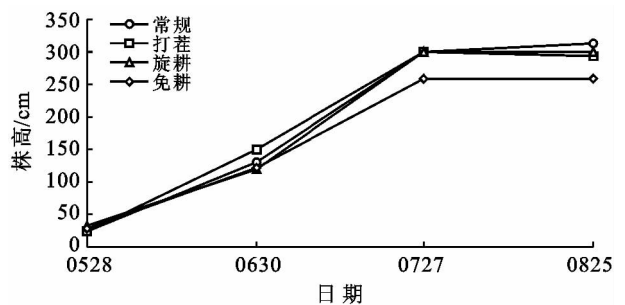


图 4 不同耕作处理玉米生长速度

2.1.3 不同处理玉米叶面积指数 LAI 分析 叶面积指数是反映作物群体大小的较好的动态指标。在一定的范围内,作物的产量随叶面积指数的增大而提高。当叶面积增加到一定的限度后,田间郁闭,光照不足,光合效率减弱,产量反而下降。在玉米生育前期,各处理叶面积指数没有差异;大喇叭口期打茬播种叶面积指数较高;灌浆期旋耕及打茬播种处理 LAI 较高;在抽雄期旋耕体系的玉米叶面积指数达到最高。玉米的叶面积指数差异主要表现在生物后期,以旋耕条件下的叶面积指数最大。说明耕作体系对叶片的生长的促进作用是不同的,旋耕耕作体系对叶片的生长在后期起到更大的促进作用,能够增加作物的蒸腾和光合作用,从而产出更多的干物质及其果实(图 5)。

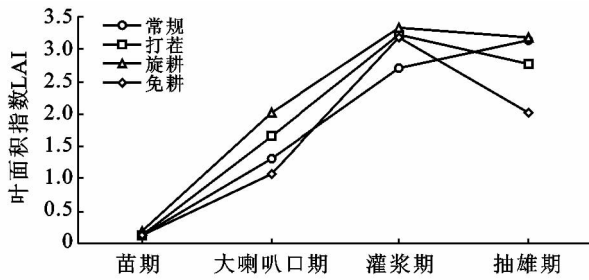


图 5 不同耕作处理玉米叶面积指数 LAI

2.2 玉米产量分析

2.2.1 不同耕作方式对玉米产量的影响 由表 2 可以看出,旋耕处理的玉米产量最高,与对照相比增加了 31.2%,其次为打茬播种处理,产量比对照增加了 13%,免耕处理的玉米产量最低,与对照相比产量降低了 20.4%。旋耕条件下玉米产量与其他处理间差异均达到了 5% 的显著程度。

2.2.2 不同耕作方式对玉米生物性状的影响 收获期测定玉米生物性状,茎粗及干物质量见表 3 所示。旋耕播种处理的玉米茎粗与干物质量均为最高。打茬播种处理及旋耕处理的玉米干物质量与对照相比达到了 5% 的显著性差异。免耕处理的玉米生物性状较差,茎粗与其他处理间均达到了 1% 的极显著差异。免耕处理由于前期储存水分的能力较弱,因此影响了后期玉米的干物质累积。通过成熟度调查,免耕处理的玉米成熟期比其他处理提前。玉米果穗的形态特征将影响玉米的产量。测定的果穗长度、粒数、风干重等数值则是玉米增产的主要特征。从表 4 的试验数据来看,旋耕耕作体系与传统耕作体系相比,果穗长度、粒数、风干重的数值高。打茬播种耕作体系的各项指标值与传统耕作相比差距较小。上述果穗形态特征说明玉米旋耕体系果穗的形态特征最好,产量也高。

表 2 不同耕作处理的玉米产量构成

处理	重复	株距/m	株数	粒数	千粒重/g	产量/ (kg·hm ⁻²)	均值
对照	I	0.37	28	644	282.6	5 066.3	5 418.1 ^{abA}
	II	0.33	31	617	296.3	5 706.1	
	III	0.34	30	606	298.6	5 481.8	
打茬	I	0.32	32	582	340.9	6 386.1	6 123.0 ^{abA}
	II	0.35	29	546	294.9	4 738.5	
	III	0.31	33	685	318.3	7 244.4	
旋耕	I	0.37	28	579	419.8	6 766.4	7 107.1 ^{aA}
	II	0.34	30	592	448.1	8 036.3	
	III	0.41	25	687	377.7	6 518.6	
免耕	I	0.34	30	479	285.8	3 833.1	4 311.4 ^{bA}
	II	0.32	32	491	320.6	5 066.8	
	III	0.40	26	514	304.8	4 034.2	

表 3 玉米收获期生物性状

处理	茎粗/cm	干物质/kg
对照	7.97 ^{aA}	0.573 ^{aA}
打茬	7.60 ^{aA}	0.475 ^{abA}
旋耕	7.83 ^{aA}	0.520 ^{abA}
免耕	6.51 ^{bB}	0.350 ^{bA}

表 4 不同处理玉米果穗特征

处理	果穗特征			
	穗粗/cm	穗长/cm	粒数	风干重/g
对照	4.5	20.3	622	1.9
打茬	4.3	18.7	604	1.8
旋耕	4.6	19.1	619	2.2
免耕	4.4	17.3	495	1.4

3 结果讨论

(1) 耕作措施对玉米性状的影响。玉米前期水分的累积对后期生物量的累积具有较大影响,2010 年 8 月份降水量较往年同期降水量偏少,气候干旱。而此时正值玉米生殖生长发育旺盛时期,此时缺水,将影响玉米的生物量累积。旋耕处理对前期土壤水分的储存起到了较明显的改善作用,为后期玉米的生长发育创造了先决条件,因此生物生长得到了充足的水分供应。打茬播种处理后,地温上升较快,玉米生长速度提高。而免耕体系由于前期降水量较多,保墒作用不明显,反而阻断了水分的入渗,土壤水分状况较差,影响了玉米后期的生长发育。从玉米后期的生长情况来看,旋耕耕作体系的玉米生育期有推迟的趋势。

(2) 耕作措施对玉米产量效应。旋耕耕作体系表现了较强的储水能力,增大了土壤的储水库容,为后期玉米的生物量累积创造了良好的水土环境。旋耕处理的玉米产量最高,与对照相比增加了31.2%,其次为打茬播种处理,产量比对照增加了13%,免耕处理的玉米产量最低,与对照相比产量降低了20.4%。

4 结论

在黑龙江省风沙土区不同的耕作措施对玉米的生长发育有较大影响,旋耕耕作体系及打茬播种处理均对玉米生长及后期产量有较大促进作用。免耕措施在初期干旱条件下适宜进行播种,利于作物生长,但在春季较湿润的气候条件下,没有优势,甚至还不如常规播种,故对免耕措施的蓄水保墒效应只能作出初步的评价。该试验周期仅为1a,受气象因素影响较大,应随作物生长发育进行长期定位试验的分析和监测,可以更加准确地了解原垄卡种耕作技术的实用性,提出合理的利用改良措施,并能够进行推广和应用。

[参 考 文 献]

- [1] 陈源泉. 中国农作制度研究进展[M]. 辽宁 沈阳:辽宁科学技术出版社,2008.
[2] 李成军,吴宏亮,康建宏,等. 玉米保护性耕作措施水温

效应及其产量效果分析[J]. 玉米科学,2010,18(3):129-133.

- [3] 李取生,李晓军,李秀军. 松嫩平原西部典型农田需水规律研究[J]. 地理科学,2004,24(1):109-114.
[4] Dahiya R, Ingwersen J, Streck T. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: Experimental findings and modeling[J]. Soil & Tillage Research, 2007,96(1/2):52-63.
[5] 陈凤,蔡焕杰. 秸秆覆盖条件下玉米需水量及作物系数的试验研究[J]. 灌溉排水学报,2004,23(1):41-43.
[6] 张英普,何武全,韩健. 玉米不同生育期水分胁迫指标[J]. 灌溉排水,2001,20(4):18-20.
[7] 原万坤,刘庆华,黑龙江西部风沙土区玉米覆膜喷节水效果试验研究[J]. 东北农业大学学报,2010,41(10):57-60.
[8] 黄春艳,王宇,黄元炬,等. 不同耕作模式对玉米田杂草发生规律的影响[J]. 玉米科学,2010,18(4):103-107.
[9] 洪晓强,赵二龙. 秸秆覆盖对农田土壤水分及玉米生长的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(8):177-179.
[10] 张强,晋清源,杨晋玲,等. 旱地玉米地膜覆盖施肥技术的研究[J]. 干旱地区农业研究,1994,12(2):27-31.
[11] 卜玉山,苗果园,邵海林,等. 对地膜和秸秆覆盖玉米生长发育与产量的分析[J]. 作物学报,2006,32(7):1090-1093.
[12] 王喜庆,李生秀,高亚军. 地膜覆盖对旱地春玉米生理生态和产量的影响[J]. 作物学报,1998,24(3):348-353.

(上接第58页)

[参 考 文 献]

- [1] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective[J]. Ecological Economics, 1997, 20(1):3-24.
[2] 杨开忠,杨咏,陈洁. 生态足迹分析理论与方法[J]. 地球科学进展,2005,15(6):630-636.
[3] 徐中民. 可持续发展定量研究的几种新方法评介[J]. 中国人口·资源与环境,2000,10(2):60-64.
[4] 张志强,徐中民,程国栋,等. 中国西部12省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报,2001,56(5):599-610.
[5] 秦耀辰,牛树海. 生态占用法在区域可持续发展评价中的运用与改进[J]. 资源科学,2003,25(1):1-8.
[6] 陈成忠,林振山. 中国1961—2005年人均生态足迹变化[J]. 生态学报,2008,28(1):338-344.
[7] 蔡春苗,尚金城. 哈尔滨市生态系统供需水平和发展能

力动态[J]. 应用生态学报,2009,20(1):163-169.

- [8] 熊德国,鲜学福,姜永东. 生态足迹理论在区域可持续发展评价中的应用及改进[J]. 地理科学进展,2003,22(6):618-626.
[9] 林波,薛惠锋,蔡琳,等. 陕西省2004年生态足迹计算与分析[J]. 西北林学院学报,2007,22(3):174-178.
[10] 张青峰,孟凡相,吴发启. 黄土高原分省区生态足迹分析[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(4):205-209.
[11] 张瑜英,李占斌. 基于生态足迹模型的陕西省生态容量定量评估[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(1):6-11.
[12] Wackernagel M, Rees W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
[13] 于文良,王伯铎,吴良兴. 陕西省可持续发展能力变化趋势和影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(6):14-18.