

文章编号: 1005-0906(2007)05-0096-04

辽西地区垄作保护性耕作方式对玉米产量效应的影响研究

张 雯, 衣 莹, 侯立白

(沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161)

摘 要: 比较研究了不同垄作保护性耕作方式对玉米产量及其形成过程的影响。结果表明, 垄作保护性耕作方式具有明显的增产效果, 留茬免耕、留茬覆盖和灭茬免耕分别比传统耕作增产 12.0%、13.6% 和 7.8%。垄作保护性耕作的干物质积累量和株高均表现为作物生长发育的前期低于传统耕作, 在拔节期以后逐渐赶上并超过传统耕作, 其单株干物重由大到小的顺序为: 留茬覆盖 > 留茬免耕 > 灭茬免耕, 平均株高整齐度由大到小的顺序为: 灭茬免耕 > 传统耕作 > 留茬免耕 > 留茬覆盖。不同耕作方式玉米灌浆速率不同, 其中保护性耕作方式玉米灌浆速率的优势表现在授粉 15 d 以后。垄作保护性耕作方式的玉米穗行数、行粒数均优于传统耕作, 其中又以留茬覆盖方式最佳, 分别比传统耕作高出 0.85 和 1.40 个百分点。

关键词: 垄作保护性耕作; 产量; 灌浆速率; 干物质积累量

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

Influences of Different Cultivation Patterns Under Ridge Plowing on Maize Yield Effect in Western Dryable Area of Liaoning Province

ZHANG Wen, YI Ying, HOU Li-bai

(College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The influences of different cultivation patterns under ridge plowing on maize yield effect have been conducted comparatively. The results showed that conservation tillage patterns can increase production obviously, of which the treatment of B1, B2 and B3 can be increased to 12%, 13.6% and 7.8% compared to CK. Dry matter accumulation quantity and plant highness of conservation tillage patterns are lower than traditional tillage in primary growth stage, which are exceeded after jointing stage. The maximal dry matter accumulation quantity of conservation tillage patterns are appeared B2>B1>B3. The orderliness degree of plant highness of different tillage patterns is appeared B3>CK>B1>B2. The advantage of grain filling speed among conservation tillage patterns is showed after pollination 15d. The spike characters such as number of rows and numbers of grain of conservation tillage patterns have advantage over traditional tillage, of which B2 is higher than that of CK 0.85 and 1.40 per centage.

Key words: Conservation tillage under ridge plowing; Yield; Speed of seed filling; Dry matter accumulation quantity

辽宁省西部地区属旱作农区, 干旱和土地沙漠化问题成为制约农业生产发展的主要因素。本研究

立足于该地区玉米垄作栽培方式, 比较分析几种保护性耕作和传统耕作方式对玉米产量及其形成的影响, 为保护性耕作方式在该地区推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2004~2006 年在辽宁省彰武县农业技术推广中心试验园区进行。该地区属半干旱地区,

收稿日期: 2007-03-09

基金项目: 沈阳农业大学“校青年教师科研基金”

作者简介: 张 雯(1972-), 女, 副教授, 博士, 从事保护性耕作技术和农村可持续发展研究。Tel: 13644907062

E-mail: zhangwen2008@people.com.cn

全年平均无霜期为 194 d, 平均降雨量不到 484.3 mm。每年春季 3~5 月回暖快、气候干燥、风大,易发生春旱。该地区为一年一熟制,主要种植玉米和小麦,玉米耕作栽培方式主要为垄作。

1.2 试验设计

试验设 3 种不同垄作保护性耕作方式,分别为留茬免耕(留茬高 30 cm。代号 B1)、留茬覆盖(留茬高 30 cm,垄间整秆覆盖,代号 B2)和灭茬免耕(秋季留茬高 30 cm,春季灭茬播种,代号 B3),以传统耕作(传统耕翻作业,代号 CK)为对照。田间每小区长 20 m、宽 6 m,在田间随机排列,设二次重复。供试玉米品种为丹玉 39。种植时株距 40 cm,行距 60 cm,种植密度为 42 495 株/hm²。播种时施用磷酸二铵 187.5 kg/hm²,播后施用化学药剂除草防虫,大喇叭口期追尿素 150~225 kg/hm²。

1.3 测定项目及方法

在玉米生长发育的关键时期测定株高和单株干物重。干物重采用烘干法。吐丝后第 5 天开始取样测定灌浆动态,每 5 天取样一次,共取 7 次,每次取 5 穗,剥取穗中部子粒 100 粒,烘干至恒重,称重;采用石蜡置换法测定子粒体积。收获后各小区单独测产,果穗进行室内考种。

2 结果与分析

2.1 不同垄作保护性耕作方式对玉米生长状况的

影响

植株生长高度是衡量作物生长速度和生长状况的标志之一。不同耕作方式下玉米平均株高的变化见表 1。从表 1 可以看出,玉米生育前期保护性耕作方式株高与传统耕作之间差异不明显,但到拔节期(6 月 30 日)逐渐赶上并超过传统耕作。研究认为,在苗期留茬覆盖和留茬免耕处理的地温较低,抑制了地上部分的生长,拔节以后地温逐渐升高,温度对玉米生长的制约作用也随之减小,且拔节以后是玉米生长最旺盛的时期,需水量剧增,土壤水分含量成为制约玉米生长的主要限制因子。因此,拔节以后较适宜的地温配合较高的土壤含水量,使留茬和覆盖的玉米的生长发育逐渐加快,植株高度迅速增加,最终使保护性耕作下的玉米平均株高高于传统耕作。

从表 1 还可以看出,不同耕作方式株高整齐度不同。平均株高整齐度排序均为灭茬免耕>传统耕作>留茬免耕>留茬覆盖,表明保护性耕作方式采用残茬覆盖地表后,土壤水分和温度的变化不均匀,并且不进行耕翻作业,使这种差异性更加突出。灭茬免耕前期实行耕翻作业,使土壤水分和温度变化协调,同时后期实行免耕,可以增加土壤的含水量,避免了传统耕作和覆盖耕作的缺陷,最终提高了株高整齐度。分别比留茬免耕和留茬覆盖提高了 1.5 和 2.5 个百分点。

表 1 不同耕作方式玉米株高及整齐度
Table 1 Maize plant heightness and orderliness degree of different cultivation patterns

日期(月·日)	处 理 Treatment	B1	B2	B3	CK
6·11	平均株高(cm)	48.1	54.4	54.6	51.5
	标准差 ST	5.6	7.5	5.7	5.9
	变异系数 CV(%)	11.6	13.8	10.4	11.4
6·30	平均株高(cm)	100.4	119.6	118.7	112.5
	标准差 ST	12.9	16.7	13.3	15.0
	变异系数 CV(%)	12.9	14.0	11.2	13.3
7·19	平均株高(cm)	177.0	172.5	189.5	179.0
	标准差 ST	18.5	22.0	20.5	20.4
	变异系数 CV(%)	10.4	12.8	10.8	11.4
8·05	平均株高(cm)	229.5	243.9	248.5	239.8
	标准差 ST	20.7	20.4	9.7	19.1
	变异系数 CV(%)	9.0	8.4	3.9	8.0
9·27	平均株高(cm)	238.7	236.2	242.2	237.9
	标准差 ST	13.8	13.4	13.4	13.3
	变异系数 CV(%)	5.8	5.7	5.5	5.6
平均变异系数 CV(%)		9.9	10.9	8.4	9.9

2.2 不同垄作保护性耕作方式对玉米生长量的影响

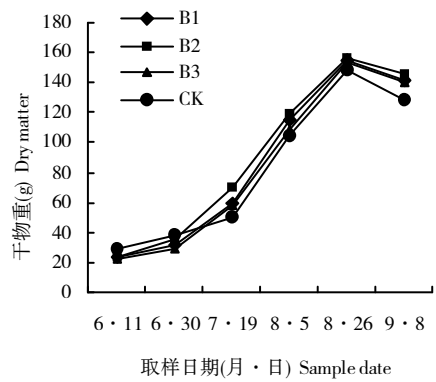


图 1 不同耕作方式单株干重变化

Fig.1 Dry matter weight of different cultivation patterns under ridge plowing

生长量的测定是间隔一定时间(或生育时期)测定植株地上部分干物质重量。从图 1 可以看出,不同耕作方式下玉米单株干重变化表现,在拔节前植株干物质积累较慢,进入玉米营养生长和生殖生长并进阶段则迅速增长,到灌浆期达最大值后缓慢下降,单株干物质积累呈现“S”型曲线变化。传统耕作前期干物质积累量高于保护性耕作,到拔节期(6 月

30 日)以后保护性耕作的干物质量超过传统耕作,达到成熟期时,留茬免耕、留茬覆盖和灭茬免耕的单株干重分别比传统耕作增加 12.1%、12.4%、7.8%。说明保护性耕作有利于中后期玉米干物质的积累,为产量形成提供了充足的光合产物。不同耕作方式最大干物重由大到小的顺序为:留茬覆盖>留茬免耕>灭茬免耕>传统耕作。

2.3 不同垄作保护性耕作方式对玉米子粒灌浆的影响

2.3.1 子粒体积增长

试验结果表明,不同耕作方式在灌浆期玉米子粒体积增长的快慢不同(表 2)。其中留茬免耕子粒体积增长最快的阶段是吐丝后 15~20 d,100 粒平均日增长量为 0.495 cm³/d;留茬覆盖子粒体积增长最快的阶段是吐丝后 15~25 d,平均日增长量为 0.504 cm³/d;灭茬免耕方式子粒体积增长最快的阶段是吐丝后 25~30 d,平均日增长量为 0.477 cm³/d。而传统耕作子粒体积增长最快的阶段是吐丝后 30~35 d,平均日增长量为 0.862 cm³/d。方差分析结果表明,不同耕作方式在灌浆各个阶段子粒体积增长彼此间表现差异显著($\alpha=0.05$)。

表 2 不同耕作方式玉米 100 粒体积和重量变化

Table 2 Changes of the weight and volume of 100 maize kernels under the different tillage modes

项 目 Item	处 理 Treatment	授粉后天数(d) Days after pollination						
		5	10	15	20	25	30	35
子粒体积(cm ³)	B1	1.85	2.960	5.620	7.910	9.660	11.880	12.870
	B2	1.87	2.540	4.980	7.580	9.100	11.150	12.380
	B3	2.76	3.400	4.130	6.650	8.900	10.190	11.550
	CK	2.34	2.970	3.980	4.990	5.530	7.530	11.840
体积日增量(cm ³ /d)	B1	—	0.222	0.532	0.458	0.350	0.444	0.198
	B2	—	0.134	0.488	0.520	0.304	0.410	0.246
	B3	—	0.128	0.146	0.504	0.450	0.258	0.272
	CK	—	0.126	0.202	0.202	0.108	0.400	0.862
子粒重(g)	B1	0.28	1.310	2.800	6.750	15.790	22.510	28.060
	B2	0.24	1.310	2.900	7.100	16.530	24.220	30.000
	B3	0.25	1.340	2.900	6.080	14.000	18.610	23.880
	CK	0.25	1.360	2.470	5.860	12.130	16.990	21.990
日均增重(g/d)	B1	—	0.206	0.298	0.790	1.808	1.344	1.110
	B2	—	0.214	0.318	0.840	1.886	1.538	1.156
	B3	—	0.218	0.312	0.636	1.584	0.922	1.054
	CK	—	0.222	0.222	0.678	1.254	0.972	1.000

2.3.2 粒重增长

表 2 可见,不同耕作方式粒重的增长均表现为,授粉后 15 d 以前,是玉米子粒建成阶段,粒重增

加缓慢;授粉后 15~25 d,粒重的增加不断加快;授粉后 25~30 d,玉米粒重增加最快,是实际子粒重形成的关键时期,随后缓慢下降。结果表明,授粉后

10 d 以前,保护性耕作方式玉米子粒灌浆速率没有优势,甚至略低于传统耕作方式,如在授粉后 5~10 d,留茬免耕、留茬覆盖和灭茬免耕方式 100 粒平均日增量分别为 0.206、0.214 和 0.218 g/d,而传统耕作方式为 0.222 g/d。授粉后 15 d 开始,保护性耕作方式玉米灌浆速率明显加快,并且显著高于传统耕作

方式,如在授粉后 20~25 d,留茬免耕、留茬覆盖和灭茬免耕方式分别比传统耕作方式增加 44.2%、50.4%和 26.3%。

依据自然生长方程 $y=c/1+ae^{-lx}$, 描述四种不同耕作方式玉米子粒灌浆期粒重增长进程,模式符合实际测量结果, R 值均达极显著水平(表 3)。

表 3 不同耕作方式玉米灌浆粒重增长模式

Table 3 Kernel weight increasing mode of grain filling of different cultivation patterns

处理 Treatment	$y=c/1+ae^{-lx}$	相关系数(R 值) Correlation coefficient
B1	$y=31.432\ 2/1+8.850\ 7e^{-0.221\ 1x}$	-0.997 9**
B2	$y=32.912\ 7/1+10.568\ 2e^{-0.232\ 1x}$	-0.997 5**
B3	$y=26.435\ 5/1+7.665\ 0e^{-0.2176\ x}$	-0.995 7**
CK	$y=24.245\ 2/1+7.236\ 8e^{-0.214\ 6x}$	-0.995 4**

2.4 不同垄作保护性耕作方式对产量和产量构成因素的影响

不同耕作方式下产量和产量构成因素见表 4。从表中可以看出保护性耕作方式具有明显的增产效果,留茬免耕、留茬覆盖和灭茬免耕分别比传统耕作增产 12.0%、13.6%和 7.8%。其中留茬覆盖的增产效果最明显,而其增产主要是由于产量构成因素中粒重增加的结果,而粒重的增加与后期土壤水分

的供给密切相关。方差分析表明不同保护性耕作方式之间差异不显著,与传统耕作方式在 $\alpha=0.05$ 水平上显著。分析认为保护性耕作方式改善了土壤的孔隙性状,提高了水分利用率,促进了各种酶活性,为作物生长发育创造了良好的生态环境,提高了生物产量向经济产量的转化,提高了经济系数。试验结果也显示各种保护性耕作方式的经济系数均高于传统耕作,因此最终提高了产量。

表 4 不同耕作方式产量和产量构成因素

Table 4 Yield and yield constituents of different cultivation patterns

处 理 Treatment	穗粒数 Kernel of spike	百粒重(g) 100GW	经济系数 Economical coefficient	产量(kg/hm ²) Yield	增产(%) Yield increase
B1	659.0	39.5	0.67	9 711.5 a	12.0
B2	617.6	42.7	0.69	9 846.5 a	13.6
B3	653.4	38.5	0.63	9 345.5 a	7.8
CK	586.0	39.7	0.59	8 670.7 b	-

3 结论与讨论

(1)玉米生育前期,垄作保护性耕作方式株高低于传统耕作,但到拔节期(6 月 30 日)逐渐赶上并超过传统耕作。株高整齐度排序均为灭茬免耕>传统耕作>留茬免耕>留茬覆盖,表明保护性耕作方式采用残茬覆盖地表后,土壤水分和温度的变化不均匀,并且不进行耕翻作业,使这种差异性更加突出,这也是保护性耕作方式的弊端之一。

(2)不同耕作方式下玉米单株干重呈现“S”型曲线变化。垄作保护性耕作有利于中后期玉米干物质的积累,为产量形成提供了充足的光合产物。不同

耕作方式最大干物重由大到小的顺序为:留茬覆盖>留茬免耕>灭茬免耕>传统耕作。

(3)不同耕作方式对玉米灌浆过程的影响不同,表现在玉米子粒体积增长的快慢和灌浆速率上。方差分析结果表明不同耕作方式在灌浆各个阶段子粒体积增长彼此间表现差异显著 ($\alpha=0.05$)。授粉后 10 d 以前,保护性耕作方式玉米子粒灌浆速率没有优势,授粉后 15 d 开始,保护性耕作方式玉米灌浆速率明显加快,并且显著高于传统耕作体系,最终提高了粒重。描述不同耕作方式玉米子粒灌浆粒重增长进程的模式,相关系数均达极显著水平。

(4)保护性耕作方式具有明显的增(下转第 103 页)

(上接第 99 页)产效果,留茬免耕、留茬覆盖和灭茬免耕分别比传统耕作增产 12.0%、13.6%和 7.8%。其中留茬覆盖的增产效果最明显。方差分析表明,不同保护性耕作方式之间差异不显著,与传统耕作方式在 $\alpha=0.05$ 水平上显著。

通过对垄作条件下保护性耕作方式对玉米产量的影响可以发现,留茬覆盖方式是一种适宜在辽西干旱和半干旱地区推广的一种保护性耕作方式。灭茬免耕虽然比传统耕作方式增产,但实践中发现该方式土壤水分散失和土壤风蚀现象严重,是一种不适宜推广的耕作方式。从产量结果来看,传统耕作和保护性耕作方式差异并不明显。本试验结果只是保护性耕作 2 年的数据测定,保护性耕作改良土壤、增肥调水的效应一般要在相当长时间后才会明显表现。

参考文献:

[1] Aase J K, et al. Crop and soil response to long-term tillage practice in

the northern Great Plains[J]. Agronomy Journal, 1995, 87(4): 652.

- [2] 信乃谕. 中国北方旱区农业研究[M]. 北京:中国农业出版社, 2002.
- [3] 高焕文,李洪文,陈君达. 可持续机械化旱作农业研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 57-62.
- [4] 丁昆仑, M. J. Hann. 秸秆覆盖对土壤水分及夏玉米产量的影响[J]. 中国农村水利水电, 1999(6): 3-5.
- [5] 巩 杰, 黄高宝, 陈利顶, 等. 旱作麦田秸秆覆盖的生态综合效应研究[J]. 旱作地区农业研究, 2003, 21(3): 69-73.
- [6] 李宝筏, 杨文革, 王 勇, 等. 东北地区保护性耕作研究进展与建议[J]. 农机化研究, 2004(1): 9-13.
- [7] 杜 兵, 邓 健, 李问盈, 等. 冬小麦保护性耕作法与传统耕作法的田间对比试验[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(2): 55-58.
- [8] 王世学, 高焕文, 李洪文. 冷寒风沙区保护性耕作种植试验[J]. 农业工程学报, 2003, 19(3): 120-122.
- [9] 贾树龙, 任图生. 保护性耕作研究进展及前景展望[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(3): 152-154.
- [10] 王旭清, 王法宏, 任德昌, 等. 作物垄作栽培增产机理及技术研究进展[J]. 山东农业科学, 2001(3): 41-44.

(责任编辑:尹 航)