

免耕整秸秆半覆盖对旱地 玉米生长发育及产量的影响

丁玉川 王树楼 王 茹

(山西省农业科学院土壤肥料研究所, 太原 030031)

Effects of No-Tillage with Whole Stalk Half Mulch on Corn Growth and Development and Yield in Dry Land

Ding Yuchuan Wang Shulou Wang Jia

(Soil and Fertilizer Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, TaiYuan, 030031)

Abstract: Three years' experimental results showed that application of no-tillage with whole stalk half mulch significantly increases corn yield in dry land, especially in dry years. Compared with the traditional cultivation, the 3-years' average yield increases by 57.7%, ranging from 23.8% to 191.0%. Since stalk mulch causes the fall of soil temperature, corn growth becomes slower during the early growing period, but after the shooting period, it gets quicker. By male ear sprouting, it gradually catches up and surpasses the control. Compared with the conventional cultivation, corn plant cultivated with no-tillage and stalk mulch has the following excellent characters: better developed root systems, higher stalk, thicker stem, bigger leaf area, more dry matter accumulation, more effective ear, larger ear, much more kernel number per ear, higher 1000-kernel weight and so on.

Key Words: No-tillage; Half mulching; Dryland cultivation; Growth and development; Yield.

摘要 3年试验研究结果表明,旱地玉米采用免耕整秸秆覆盖栽培具有显著的增产效果,在干旱年份尤为明显,3年平均产量比传统耕作玉米增产57.7%,增产幅度23.8%~191.0%。由于秸秆覆盖后土壤温度降低,玉米前期生长发育缓慢,进入拔节期后植株生长发育加快,抽雄前植株长势逐步赶上并超过对照。与传统耕作比较,免耕覆盖玉米具有根系发达、植株高、茎秆粗、叶面积大、干物质积累多、成穗率高、果穗大、穗粒数多、千粒重高等优良性状。

关键词 玉米 旱地栽培 产量 免耕 秸秆覆盖

玉米是山西省主要粮食作物,常年种植面积65万公顷左右,其中旱地玉米约占70%。由于干旱缺水、土壤瘠薄、水土流失严重,旱地玉米产量长期低而不稳,效益较低。为了探索旱地玉米高产、稳产、高效新途径,我们从1989年开始,分别在太原、忻州、汾阳、平定、隰县等5个典型旱地布点开展了旱地玉米免耕整秸秆半覆盖栽培技术研究。通过3年试验、示范和大面积生产实践证明,旱

地玉米免耕整秸秆半覆盖栽培具有蓄水抗旱、改土增肥、省工节能、增产增收、适应范围广等优点,是旱地玉米高产高效的一项突破性技术措施。本试验探讨了免耕整秸秆半覆盖对玉米生长发育及其产量的影响,以期揭示其增产作用机理提供一定依据。

1 材料与方法

本试验在太原南郊区省农科院园艺所旱地上进行。该地年平均气温9.3℃,全年≥

10℃积温 3440℃,无霜期 150 天,年平均降水量 437mm。供试土壤为石灰性褐土、轻壤,中下等肥力,前茬大豆,产量 750kg/ha。

试验设 3 个处理:①免耕整秸秆半覆盖(以下简称免耕覆盖),秋收后免耕,将玉米整秸秆顺垅均匀铺在地面上形成全覆盖,每公顷覆盖秸秆 11250kg,到第二年春播前按播种行将秸秆扒开形成半覆盖,用犁开沟、点种、施肥、覆土,播种后出苗前喷施除草剂 1 次。②免耕不盖,秋收后免耕留茬,不覆盖秸秆,第二年播种时直接开沟播种,播后出苗前喷除草剂 1 次。③传统耕作(ck),秋收后耕翻耙耖 1 次,翌春耙耖 1 次,中耕锄草 2 次。

本试验采用随机区组排列,4 次重复,小区面积 4×10m²;供试玉米品种为中单 2 号(1990 年)和忻抗 1 号(1991 年和 1992 年),均种子包衣;4 月下旬播种;每公顷施入氮 150kg、P₂O₅75kg;每公顷留苗 45000 株。

在玉米生育期间观测土壤含水量、土壤温度,玉米生育进程、出叶速度、株高、叶面积、干物重等项目,收获期各重复分别计产并取样品进行室内考种。

2 结果与分析

2.1 免耕覆盖对玉米生育进程的影响

免耕秸秆覆盖后,由于秸秆在地表形成隔离层,太阳热不能直接幅射到地面,加上覆盖层下面的土壤水含量高、热容量较大,所以土壤温度下降。试验结果表明,秸秆覆盖后生

育期土壤含水量比不覆盖提高 1~4 个百分点,土壤温度降低 2.5~3.5℃。玉米属喜温作物,整个生育期间都要求较高的温度。免耕秸秆覆盖后土壤温度降低,必然要影响玉米正常生育进程,表现出出苗迟、出苗率低、植株生长发育缓慢、生育期延长。3 年田间调查结果表明,免耕覆盖玉米出苗期比免耕不盖和传统耕作推迟 3~5 天。出苗率下降 5.3~6.4 个百分点,拔节期推迟 3~7 天,抽雄期推迟 2~3 天,成熟期晚 5~6 天。3 年多点试验结果证明,免耕覆盖玉米在年均气温≥8℃的一年一熟玉米区都能正常成熟。

2.2 免耕覆盖对玉米植株生长状况的影响

2.2.1 地上部分

秸秆覆盖玉米由于土壤温度较低,生育前期植株生长发育缓慢,表现出出叶速度慢、叶数少、叶面积小、叶片黄绿、植株矮小,进入拔节期后,随着地温不断回升,温度对玉米生长的制约作用也随着减小,土壤水分含量高与低决定着玉米的生长发育速度。秸秆覆盖玉米因土壤含水量高,所以植株生长加快,植株高度、茎粗、叶面积迅速增加,到抽雄前植株生长量超过免耕不盖和传统耕作(表 1)。玉米抽雄后植株基本上停止营养体的增长,地上部植株性状比较稳定。从 3 年玉米抽雄后植株长势测定结果看,免耕覆盖玉米长势表现最好,无论是株高,茎粗或单株叶面积都优于免耕不盖和传统耕作(表 2)。

表 1 不同处理玉米生育前期地上部生长状况比较 (1991 年)

项 目	处 理	测定日期 (月·日)						
		6 月 5 日	6 月 15 日	6 月 20 日	6 月 25 日	6 月 30 日	7 月 5 日	7 月 10 日
可见叶数 (片)	免耕覆盖	5.8	9.6	11.4	12.6	14.2	15.5	16.4
	免耕不盖	7.1	10.9	12.5	13.2	14.0	14.8	15.5
	传统耕作	6.8	10.4	12.0	12.9	13.7	14.2	15.2
展开叶数 (片)	免耕覆盖	3.9	5.9	7.0	8.5	9.5	10.5	11.3
	免耕不盖	5.0	6.9	8.5	9.1	9.5	10.3	10.6
	传统耕作	4.5	6.9	8.0	8.9	9.2	10.1	10.5
单株叶面积 (cm ²)	免耕覆盖	90.2	471.7	1054.1	1443.3	1841.4	2818.8	3448.2
	免耕不盖	141.6	670.3	1339.4	1706.8	1834.2	2292.7	3012.5
	传统耕作	109.1	652.1	1206.9	1615.9	1795.8	2143.5	2863.4
株 高 (cm)	免耕覆盖	24.0	42.0	67.6	86.1	106.5	125.4	139.4
	免耕不盖	28.8	49.7	84.2	94.4	105.3	114.5	120.2
	传统耕作	26.2	48.3	81.1	89.2	98.2	109.8	114.6

表 2 不同处理玉米抽雄后植株长势和叶面积比较

项 目	处 理	年 份		1990~1992 年		
		1990 年	1991 年	1992 年	平 均	%
株 高 (cm)	免耕覆盖	232.5	201.0	136.7	190.1	126.0
	免耕不盖	190.2	147.8	98.6	145.5	96.4
	传统耕作	207.0	145.5	100.1	150.9	100
茎 粗 (cm)	免耕覆盖	2.33	2.49	2.43	2.42	114.2
	免耕不盖	2.03	2.27	1.83	2.04	96.2
	传统耕作	2.04	2.22	2.10	2.12	100
单株叶面积 (cm ²)	免耕覆盖	5459.9	5218.4	4363.7	5014.0	134.0
	免耕不盖	3446.1	4276.5	2466.1	3396.2	90.8
	传统耕作	3952.8	4229.3	3040.7	3740.9	100

2.2.2 根系状况

3 年试验结果表明,免耕覆盖玉米根系在生育前期无论根粗、根长、根系数、根干重都不如免耕不盖和传统耕作,拔节后根系生长逐步赶上并超过免耕不盖和传统耕作,这与地上部的生长基本一致。据 1990 年 8 月 1 日耕层玉米根系观测结果,免耕覆盖玉米根系的根层数、根条数与传统耕作比较基本上无差异,但根长、根粗、根毛数量明显高于传统耕作,所以根体积、根干重明显增加(表 3)。据 1990 年 8 月 21 日按株行距 60×40cm 分土层测定 0~50cm 根干重结果(表 4),免

耕覆盖玉米 0~50cm 根干重比免耕不盖和传统耕作分别增加 83.8%和 40.8%,而且在 0~50cm 土层范围内各层根量都高于免耕不盖和传统耕作。说明免耕覆盖有利于根系生长发育、根系发达。免耕覆盖玉米根系发达吸附面积大,有利于玉米吸收土壤各层水分和养分,促进地上植株健壮生长发育,从而增强了玉米的抗旱能力。1991 年在严重伏、秋干旱条件下,免耕覆盖玉米比免耕不盖和传统耕作出现萎蔫时间晚 7~10 天,全株枯黄时间推迟 10~12 天。

表 3 不同处理玉米根系性状比较 (1990 年)

处 理	总 根			初生根		次生根			气生根			
	体积(cm³)	层数	条数	干重(g)	条数	干重(g)	层数	条数	干重(g)	层数	条数	干重(g)
免耕覆盖	97	5	63	17.38	6	0.13	4	39	12.54	1	18	4.71
免耕不盖	63	5	51	9.19	5	0.10	4	33	7.73	1	13	1.36
传统耕作	66	5	61	10.33	6	0.18	4	39	8.37	1	16	1.78

表 4 不同处理玉米(60×40cm 株行距) 根系垂直分布及根干重 (1990 年)

土 层 (cm)	各层根干重(g/株)					
	免耕覆盖		免耕不盖		传统耕作	
	g	%	g	%	g	%
0~10	17.86	64.6	8.94	59.4	11.88	60.5
11~20	5.34	19.3	3.22	21.4	4.42	22.5
21~30	2.51	9.1	1.75	11.6	2.18	11.1
31~40	1.05	3.8	0.58	3.9	0.72	3.7
41~50	0.79	2.9	0.55	3.7	0.44	2.2
合 计	27.65	100	15.04	100	19.64	100

2.3 免耕覆盖对玉米干物质积累的影响

从表 5 看出,免耕覆盖玉米植株干重变化趋势和植株长势观测结果相吻合,拔节前植株干物质积累较慢,植株各器官干重都低于免耕不盖和传统耕作,拔节后干物质急剧增长,到孕穗期免耕覆盖玉米单株干物质积累比免耕不盖和传统耕作分别增加 9.2%和 29.6%,成熟期分别增加 33.6%和 32.0%。干物质积累是玉米籽粒产量形成的物质基础,免耕覆盖有利于中、后期玉米干物质的积累,为产量形成提供了充足的养源,所以免耕

覆盖玉米的籽粒产量明显高于免耕不盖和传统耕作。

表 5 不同处理玉米干物质积累与分配 (1991 年)

生育时期	处 理	植株干重				
		(g/株)	叶	茎	根	穗
苗 期	免耕覆盖	2.09	12.92	1.66	0.43	—
	免耕不盖	5.48	34.32	4.55	0.93	—
	传统耕作	4.06	24.83	3.42	0.64	—
拔节期	免耕覆盖	26.16	20.11	3.20	2.86	—
	免耕不盖	52.81	39.02	9.18	4.61	—
	传统耕作	42.82	33.36	5.82	3.64	—
孕穗期	免耕覆盖	96.33	62.73	23.82	9.78	—
	免耕不盖	88.2	59.52	18.67	10.01	—
	传统耕作	73.32	48.75	14.39	11.18	—
灌浆期	免耕覆盖	158.3	64.75	48.93	20.64	23.98
	免耕不盖	123.2	60.45	34.69	14.32	13.85
	传统耕作	118.8	57.85	38.71	13.77	8.51
成熟期	免耕覆盖	178.1	68.95	38.7	13.54	56.95
	免耕不盖	133.3	54.6	33.85	9.39	35.47
	传统耕作	134.9	53.95	30.55	11.02	39.4

2.4 免耕覆盖对玉米产量和产量性状的影响

表 6 不同处理玉米主要经济性状和产量

年 份	处 理	成穗率 (%)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	穗粒数 (个)	穗粒重 (g)	千粒重 (g)	产 量	
								kg/ha	%
1990 年	免耕覆盖	94.3	20.2	4.15	470.5	150.5	333.6	5299.5	123.8
	免耕不盖	92.2	16.8	3.82	361.8	106.5	314.2	4287.0	100.1
	传统耕作	92.8	17.8	3.96	397.3	120.1	297.1	4281.0	100
1991 年	免耕覆盖	69.6	13.5	3.81	353.5	63.2	185.1	1357.5	291.0
	免耕不盖	29.4	10.8	3.67	228.1	45.9	208.1	444.0	95.2
	传统耕作	30.4	11.2	3.69	237.2	46.6	192.4	466.5	100
1992 年	免耕覆盖	90.7	14.4	4.69	371.3	119.5	393.3	4878.0	190.3
	免耕不盖	69.0	11.9	3.88	239.7	55.5	295.5	1723.5	67.2
	传统耕作	84.0	12.7	4.09	296.8	77.0	306.2	2563.5	100
1990~1992 年平均	免耕覆盖	84.9	16.0	4.22	398.4	111.1	304.0	3844.5	157.7
	免耕不盖	63.5	13.2	3.79	276.5	69.3	272.6	2151.0	88.2
	传统耕作	69.1	13.9	3.91	310.4	81.2	265.2	2437.5	100

3 结 语

3.1 3 年试验结果表明,免耕覆盖在不同类型年份都具有显著的增产效果,增产幅度 23.8%~191.0%,而且越是干旱年份增产幅度越大,充分说明免耕覆盖是旱地玉米抗旱、

3 年不同处理玉米产量及产量性状表明,免耕覆盖玉米在不同气候年都明显增产,而且越是干旱年份增产幅度越大。1990 年春季多雨,伏、秋偏旱,对籽粒灌浆有一定影响,免耕覆盖玉米比免耕不盖和传统耕作增产 23.8%;1991 年前期降雨丰富,后期严重干旱,7~8 月份降雨仅 59.9mm,比常年同期减少 70%,严重影响玉米的正常抽雄、灌浆和成熟,免耕覆盖玉米比免耕不盖和传统耕作分别增产 2.06 倍和 1.91 倍;1992 年在上年干旱的基础上又出现春旱连夏旱,1~7 月份降雨 163.9mm,比常年同期减少 33.5%,影响成苗,免耕覆盖玉米比免耕不盖和传统耕作分别增产 183%和 90.3%。说明免耕覆盖是旱地玉米抗旱、高产、稳产的有效措施 (表 6)。

高产、稳产的一项突破性技术措施。

3.2 免耕覆盖后土壤温度降低,玉米出苗迟、出苗率低,前期生长发育缓慢,各生育时期都相应推迟,全生育期延长 5~6 天。

3.3 免耕覆盖玉米进入拔节期后,随着地温的升高,在较好的土壤水分条 (下转第 63 页)

(上接第 31 页)

件下,植株生长和干物质积累速度加快,到抽雄前植株高度、茎粗、单株叶面积、根系以及干物质超过免耕不盖和传统耕作。

3.4 免耕覆盖改善了土壤生态条件,水、肥、气、热协调稳定,促进了玉米根系生长发育,玉米根系发达,吸附面积大,增强了玉米吸肥吸水 and 抗旱能力。

3.5 免耕覆盖玉米具有成穗率高、穗大、穗粒数多、千粒重高等较优的产量性状,这是免

耕覆盖玉米增产的重要原因之一。

参 考 文 献

- [1] 余松烈,《作物栽培学》,(北方本)上册,农业出版社出版,1980,178—186,212—214
- [2] 山西省农科院旱作农业耕作栽培体系及增产机理课题组,旱地玉米(高粱)少免耕整秸秆半覆盖节水增产技术,《山西农业科学》,1991,(4):1—4
- [3] 罗守德等,免耕秸秆覆盖对玉米根系的影响,《山西农业科学》,1993,(1):14—17