

黑龙江早熟地区深松对玉米产量及土壤状态的影响

杨耿斌¹, 刘兴焱¹, 王立春², 何长安¹, 纪春学¹, 王 辉¹, 张 恒¹

(1. 黑龙江省农业科学院 克山分院, 黑龙江 克山 161606; 2. 吉林省农业科学院, 吉林 长春 130033)

摘要:为了探寻黑龙江省早熟地区玉米最适深松时期及深度, 探讨不同深松方式对土壤物理性状和作物产量的影响。2009~2010 年在黑龙江省克山县进行了玉米不同深松时间及深度耕作试验。结果表明: 深松处理的土壤物理性状得到明显改善, 深松处理产量好于常规耕作, 秋季深松 > 春季、夏季深松 > 常规耕作, 秋季深松 40 cm 处理产量水平最高。

关键词: 玉米; 深松; 常规整作; 土壤容重; 土壤硬度; 产量

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2014)07-0023-06

黑龙江省是我国玉米主产区, 随着种植业结构的调整, 加上种植玉米比较效益不断提高, 黑龙江省玉米种植面积不断扩大。2006 年玉米种植面积约 300 万 hm^2 , 2007 年约 350 万 hm^2 , 黑龙江省玉米播种面积、产量和商品化率跃居全国第一^[1-2]。黑龙江省玉米的增产增收对于提高国有粮食储备乃至保障国家粮食安全都有重要意义。但由于连年翻耕灭茬作业, 在耕层土壤 15~25 cm 处逐渐形成坚硬的犁底层, 从而影响作物根系生长, 使土壤蓄水保墒能力下降^[3]。通过土壤深松, 有助于打破土壤犁底层, 增强土壤通透性, 提高土壤蓄水能力, 促进玉米的根系发育^[4]。该试验于 2009~2010 年在黑龙江省玉米早熟地区进行, 探讨几种不同深松时间及深度对玉米产量及土壤含水量、土壤容重和土壤硬度的影响, 为黑龙江省早熟区玉米深松模式探索提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验地点设在黑龙江省克山县古城镇均城村。于 2008 年 10 月玉米收获后进行试验, 试验地土壤类型为黑钙土, 有机质含量 3.552%, 全氮 2.145 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全磷 0.061 1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全钾 1.923 4 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 土壤 pH6.2。

1.2 材料

2009 年供试玉米品种为克单 10 号; 2010 年为克单 14。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用大区对比法, 不设重复, 共设置 7 个处理。处理 1: 常规耕作 (CK), 深松深度 18 cm; 处理 2: 春季常规垄深松 30 cm; 处理 3: 春季常规垄深松 40 cm; 处理 4: 夏季常规垄深松 30 cm; 处理 5: 夏季常规垄深松 40 cm; 处理 6: 秋季常规垄深松 30 cm; 处理 7: 秋季常规垄深松 40 cm。9 行区, 行长 140 m, 垄距 0.65 m, 小区面积 819 m^2 。种植密度: 2009 年, 57 000 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$; 2010 年, 75 000 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。

种肥用量: 磷酸二铵 180 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 尿素 52.5 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。追肥: 尿素 157.5 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

1.3.2 测定项目及分析方法 物候期: 调查播种期、出苗期、拔节期、吐丝期和成熟期。

土壤含水量: 于播前、苗期、拔节期、吐丝期、成熟期测量土壤含水量, 测定深度为 0~10 cm、10~20 cm、20~35 cm、35~50 cm, 3 点重复, 采用环刀法测定^[5]。

土壤含水量 (%) =

$$\frac{(\text{湿土重} + \text{盒重}) - (\text{干土重} + \text{盒重})}{\text{烘干土重}} \times 100$$

土壤容重: 苗期分别测定 0~20 cm、20~40 cm 土壤容重, 3 点重复, 采用环刀法测定。

土壤容重 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) =

$$\frac{\text{环刀内土样烘干重量 (g)}}{\text{环刀体积 (cm}^3\text{)}}$$

土壤硬度: 苗期分别测定 0~20、20~40 cm 土壤硬度, 3 点重复, 采用 TYD-2 土壤硬度计测定。

产量: 玉米成熟后测产, 每点取样面积 20 m^2 , 3 点重复。

收稿日期: 2014-03-19

第一作者简介: 杨耿斌 (1980-), 男, 黑龙江省克山县人, 学士, 助理研究员, 从事玉米遗传育种研究。E-mail: kshmaize@163.com。

2 结果与分析

2.1 深松处理间生育期的变化

由图 1 看出,各处理的生育期未表现出明显变化,可见深松对品种的生育进程影响很小。

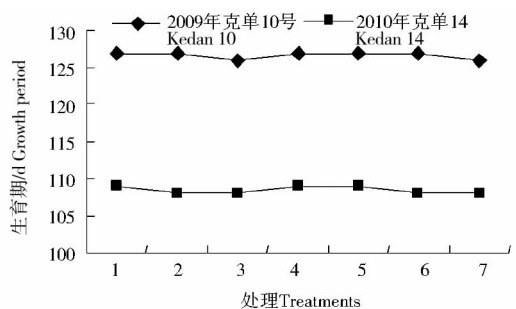


图 1 深松处理间生育期的变化

Fig. 1 Change of growth period during the subsoiling

表 1 2009 年不同处理土壤含水量比较

Table 1 Comparison on soil moisture content of different treatmens in 2009

处理 Treatments	深松日期/ 月-日 Date	深松深度/ cm Depth	采样深度/cm Sampling depths	土壤含水量/% Soil moisture content				
				05-05	05-25	06-26	08-04	09-28
				(播前) Before sowing	(苗期) Seedling stage	(拔节期) Jointing stage	(抽丝期) silking stage	(成熟期) Mature stage
1(CK)	06-26	18	0~10	23.86	21.78	31.27	20.81	25.87
			10~20	26.12	24.08	30.56	20.77	27.31
			20~35	24.47	23.39	28.35	22.23	26.92
			35~50	20.50	17.74	26.37	22.61	25.99
2	04-28	30	0~10	22.17	18.08	32.87	22.51	27.27
			10~20	26.03	23.22	30.72	22.64	27.67
			20~35	25.95	24.28	29.07	23.63	27.93
			35~50	21.38	19.34	28.19	24.25	26.28
3	04-28	40	0~10	20.38	22.21	29.17	22.72	26.45
			10~20	25.68	24.24	31.44	22.56	27.55
			20~35	24.35	23.58	30.14	22.46	27.33
			35~50	18.03	19.98	27.66	23.90	26.11
4	06-26	30	0~10	23.23	19.23	31.92	26.03	27.49
			10~20	26.37	25.15	30.25	25.68	27.74
			20~35	23.46	22.93	29.51	25.34	27.57
			35~50	18.19	20.44	26.46	24.39	25.24
5	06-26	40	0~10	23.82	21.94	31.04	23.32	26.38
			10~20	26.06	21.49	31.22	23.71	28.01
			20~35	25.11	23.37	29.15	24.37	27.39
			35~50	18.17	18.50	26.37	24.57	25.43
6	10-14	30	0~10	21.10	21.94	33.15	23.14	27.35
			10~20	25.96	21.49	30.00	23.30	28.35
			20~35	26.52	23.37	28.08	23.47	27.28
			35~50	22.11	18.50	27.54	22.60	26.40
7	10-14	40	0~10	24.11	21.75	31.71	22.50	26.37
			10~20	26.45	23.32	32.40	22.74	27.96
			20~35	23.51	23.39	28.44	21.79	27.43
			35~50	20.22	21.06	24.87	22.97	26.57

2.2 深松处理对土壤含水量的影响

2009 年,从播种至成熟共测量 5 次土壤含水量,由表 1 可知,播前:春季深松(40 cm)处理在同一采样深度土壤含水量低于其它处理,其它处理间同一采样深度土壤含水量相近,分析原因可能是黑龙江春季土壤蒸发量大,且从春季深松到播前无有效降雨所致。

苗期与拔节期各处理间在同一采样深度土壤含水量未发现明显差别。

抽丝期常规耕作处理在同一采样深度土壤含水量普遍低于其它处理,夏季深松(30、40 cm)处理土壤含水量高于其它处理,原因在于夏季深松离抽丝期最近,深松过后接纳雨水效果好,加之夏季深松至抽丝期降雨量多达235.6 mm。

表 2 2010 年不同处理土壤含水量比较
Table 2 Comparison on soil moisture content of different treatmens in 2010

处理 Treatments	深松日期/ 月-日 Date	深松深度/ cm Depth	采样深度/cm Sampling depths	土壤含水量/%Soil moisture content				
				05-07 (播前)	05-25 (苗期)	06-14 (拔节期)	07-17 (抽丝期)	09-07 (成熟期)
				Before sowing	Seedling stage	Jointing stage	silking stage	Mature stage
1(CK)	06-22	18	0~10	26.11	28.63	19.49	21.35	18.07
			10~20	24.51	28.74	21.61	19.95	19.74
			20~35	27.15	29.13	21.37	19.26	18.28
			35~50	25.95	28.02	21.97	18.43	19.01
2	05-04	30	0~10	26.82	29.04	19.79	23.92	19.51
			10~20	26.90	28.25	21.93	18.15	19.97
			20~35	28.11	28.09	21.47	20.05	19.11
			35~50	26.92	27.60	21.06	17.36	19.70
3	05-04	40	0~10	26.52	27.33	19.03	22.78	19.53
			10~20	25.69	27.22	20.87	21.69	20.2
			20~35	24.39	27.38	21.51	20.63	20.14
			35~50	23.12	25.78	19.98	20.23	18.74
4	06-22	30	0~10	26.00	30.28	20.50	24.24	20.18
			10~20	26.38	28.60	20.88	20.01	19.46
			20~35	26.90	29.09	20.63	21.87	19.44
			35~50	25.99	28.55	22.32	18.27	17.55
5	06-22	40	0~10	26.47	28.23	20.57	20.79	20.54
			10~20	26.31	29.51	22.51	19.53	19.29
			20~35	25.67	30.48	21.95	18.08	19.33
			35~50	24.49	28.70	21.78	19.79	19.78
6	10-10	30	0~10	25.39	27.50	21.04	24.28	19.56
			10~20	26.90	29.16	22.42	21.26	22.24
			20~35	27.38	28.84	21.33	20.32	21.36
			35~50	25.36	26.76	22.38	21.01	17.84
7	10-10	40	0~10	27.14	26.74	19.18	24.02	20.42
			10~20	25.67	28.37	21.48	19.93	20.03
			20~35	28.11	28.23	22.45	22.29	21.43
			35~50	26.92	28.23	22.65	24.42	19.07

成熟期常规耕作处理在同一采样深度土壤含水量略低于其它处理。

2010 年,播前秋季深松(40 cm)处理在同一采样深度土壤含水量高于其它处理,其它处理间在同一采样深度土壤含水量未发现明显差别。

苗期与拔节期各处理间在同一采样深度土壤含水量未发现明显差别。苗期土壤墒情好,含水

量基本一致;出苗到拔节期有效降雨少,导致田间普遍干旱,拔节期土壤含水量较低。

抽丝期秋季深松(30、40 cm)处理在同一采样深度土壤含水量略高于其它处理。夏季深松(40 cm)处理在同一采样深度土壤含水量低于其它处理,分析原因是夏季深松至玉米抽丝期降雨量很少所致。

成熟期不同处理成熟期土壤含水量低于其它生育期,常规耕作在同一采样深度土壤含水量略低于其它处理。

2.3 不同深松处理对土壤容重的影响

2009 年,在玉米苗期对各深松处理进行土壤容重测定见表 3,结果表明,0~20 cm 土壤容重:常规耕作 18 cm 土壤容重最高,与其它深松处理的土壤容重差异达到显著水平,可见深松处理后土壤状态得到明显改善。20~40 cm 土壤容重:常规耕作 18 cm 高于深松 40 cm 处理,但低于深松 30 cm 处理。春季深松 40 cm 的土壤容重最低。深松 40 cm 处理的土壤容重低于深松 30 cm 处理,两者差异达到显著水平。深松 40 cm 的处理间土壤容重差异不显著,深松 30 cm 的处理间

土壤容重差异也不显著。分析原因,深松 30 cm 处理的土壤容重高于常规耕作 18 cm 的土壤容重,可能深松 30 cm 处理在土层 30 cm 深松时深松铲挤压土壤所致,而测 20~40 cm 土壤容重时取土样位置接近土层 30 cm 深度。

2010 年不同深松处理的土壤容重明显低于 2009 年相应深度的土壤容重。0~20 cm 土壤容重:常规耕作 18 cm 土壤容重最高,深松 40 cm 处理的土壤容重低于相应的深松 30 cm 处理,除了秋季深松外,春季和夏季两个深松处理差异均达到显著水平。20~40 cm 土壤容重:秋季深松 40 cm 处理土壤容重最低,处理间土壤容重的差异均未达显著水平。

表 3 2009 年不同处理的土壤容重

Table 3 Soil bulk density of different treatments

处理 Treatments	0~20 cm 土壤容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ Soil bulk density in 0~20 cm	处理 Treatments	20~40 cm 土壤容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ Soil bulk density in 20~40 cm
1(CK)	1.27 a	4	1.33 a
6	1.23 b	2	1.32 ab
2	1.23 bc	6	1.31 abc
5	1.21 bc	1(CK)	1.31 bcd
7	1.21 bc	5	1.29 cd
4	1.21 bc	7	1.28 cd
3	1.20 bc	3	1.28 d

表 4 2010 年不同处理的土壤容重

Table 4 Soil bulk density of different treatments

处理 Treatments	0~20 cm 土壤容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ Soil bulk density in 0~20 cm	处理 Treatments	20~40 cm 土壤容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ Soil bulk density in 20~40 cm
1(CK)	1.24 a	2	1.26 a
2	1.23 a	4	1.26 a
4	1.22a	1	1.25 a
5	1.17 b	5	1.24 a
6	1.16 b	6	1.24 a
7	1.15 b	3	1.23 a
3	1.14 b	7	1.21 a

2.4 不同深松处理对土壤硬度的影响

2009 年,0~20 cm 土壤硬度:常规耕作(18 cm)土壤硬度最高,春季深松 40 cm 土壤硬度最低。深松 30 cm 处理的土壤硬度高于深松 40 cm 处理的土壤硬度,两者差异达到显著水平。深松 40 cm 的处理间土壤硬度差异不显著,深松

30 cm 的处理间土壤硬度差异也不显著。20~40 cm 土壤硬度:春季深松 30 cm 土壤硬度最高,与其它处理均达显著水平。春季深松 40 cm 处理的土壤硬度最低,而且处理间差异不显著(见表 5)。

2010 年不同深松处理的土壤硬度明显低于

2009 年相应深度的土壤。0~20 cm 土壤硬度:春季深松 40 cm 土壤硬度最低,常规耕作(18 cm)土壤硬度最高,两者差异达到显著水平。20~40 cm 土壤硬度:常规耕作(18 cm)与春季深松 30 cm 处

理土壤硬度最高,与其它处理土壤硬度差异均达显著水平。深松 40 cm 处理的土壤硬度整体低于深松 30 cm 处理。深松 40 cm 处理间差异不显著(见表 6)。

表 5 2009 年不同处理土壤硬度

Table 5 Soil hardness of different treatments

处理 Treatments	0~20 cm 土壤硬度/N Soil hardness in 0~20 cm	处理 Treatments	20~40 cm 土壤硬度/N Soil hardness in 20~40 cm
1(CK)	189.6 a	2	231.4 a
6	187.5 a	6	213.8 b
2	180.9 a	1	203.4 b
4	179.4 a	4	197.9 bc
5	137.4 b	5	184.0 cd
7	129.2 b	7	183.0 cd
3	126.6 b	3	168.2 d

表 6 2010 年不同处理土壤硬度

Table 6 Soil hardness of different treatments

处理 Treatments	0~20 cm 土壤硬度/N Soil hardness in 0~20 cm	处理 Treatments	20~40 cm 土壤硬度 Soil hardness in 20~40 cm
1(CK)	89.18 a	1	127.40 a
4	87.22 a	2	122.50 a
5	83.30 ab	6	105.84 b
7	75.46 bc	4	101.92 bc
2	74.48 bc	7	97.02 bc
6	74.48 bc	5	95.06 bc
3	68.60 c	3	92.12 c

2.5 不同深松处理对产量的影响

由表 7 可知,2009 年,常规耕作产量最低,春、夏、秋 3 个季节 40 cm 深松处理均高于 30 cm 处理,其中秋季深松 40 cm 产量最高,为 6 945 kg·hm⁻²,较常规耕作(18 cm)增产 14.43%,3 个 40 cm 深松处理间产量差异不显著。3 个 30 cm 深松处理之间产量差异也不

显著。

2010 年,常规耕作产量最低,其中秋季深松 40 cm 产量水平最高,秋季深松 30 cm 的产量位列第二,分别为 8 361.0 和 8 190.0 kg·hm⁻²,较常规耕作(18 cm)分别增产 14.41%和 12.07%,两者之间差异不显著,显著高于其它处理(见表 8)。

表 7 2009 年产量构成及产量结果比较

Table 7 Comparison on yield component and yield in 2009

处理 Treatments	深松日期/月-日 Date	秃尖长/cm Bare tip length	穗行数/行 Rows per ear	行粒数/粒 Grains per row	百粒重/g 100-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield
7	10-01	0.5	14.5	43.2	23.5	6945.0 a
5	06-26	0.4	14.7	40.9	20.5	6886.5 ab
3	04-48	0.3	14.7	40.4	21.4	6841.5 ab
6	10-15	0.4	14.7	43.5	22.8	6840.0 ab
2	04-48	0.5	15.0	40.9	21.3	6730.0 ab
4	06-26	0.5	14.8	41.3	21.9	6628.5 b
1(CK)	06-26	0.5	14.6	42.1	22.4	6069.0 c

表 8 2010 年产量构成及产量结果
Table 8 Comparison on yield component and yield in 2010

处理 Treatments	深松日期/月-日 Date	秃尖长/cm Bare tip length	穗行数/行 Rows per ear	行粒数/粒 Grains per row	百粒重/g 100-grain weight	产量/kg·hm ⁻² Yield
7	10-10	0.5	13.0	37.6	31.2	8361 a
6	10-10	0.5	13.3	37.3	31.3	8190 a
3	05-04	0.4	12.8	37.1	30.8	7722 b
5	06-22	0.5	12.9	35.7	29.4	7686 b
4	06-22	0.4	12.7	37.2	29.9	7669.5 b
2	05-04	0.4	12.8	35.7	28.1	7638 b
1(CK)	06-22	0.5	12.5	36.2	30.8	7308 c

3 结论与讨论

王哲等研究表明,深松能够改善土壤的通水、透气性能,有利于作物根系深扎,促进根系发育,增强根系的抗逆能力。深松整地显著改善了土壤理化性状,降低了土壤容重,使土壤三相比协调,能加深耕层而土壤不翻转移位,土壤保墒量增加^[6]。孟庆秋研究表明,深松后土壤透水能力提高,渗透速率增大 5 倍以上^[7]。

该试验结果表明,通过土壤深松处理打破了土壤犁底层,土壤的容重、硬度显著降低,土壤物理性状得到明显改善,同时土壤深松又提高了土壤接纳雨水的能力,深松处理产量显著高于常规耕作,秋季深松>春季、夏季深松>常规耕作,秋

季深松 40 cm 处理产量水平最高。

参考文献:

- [1] 魏永权. 玉米抗病种质资源筛选及高产抗病玉米新品种龙聚 1 号选育[D]. 哈尔滨:黑龙江大学,2010.
- [2] 苏俊,闫淑琴. 黑龙江省玉米生产技术的发展回顾与展望[J]. 黑龙江农业科学,2011(11):122-126.
- [3] 李秀梅. 深松技术推广与应用[J]. 河北农机,2010(2):28-29.
- [4] 陈喜凤,杨粉团,姜晓莉,等. 深松对玉米早衰的调控作用[J]. 中国农学通报,2011,27(12):82-86.
- [5] 鲍士丹. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [6] 王哲,王崇生,张俊宝. 关于深松整地对农作物生长影响调查研究[J]. 黑龙江农业科学,2009(4):33-35.
- [7] 孟庆秋,谢佳贵. 土壤深松对玉米产量及其构成因素的影响[J]. 吉林农业科学,2000,25(2):25-28.

Effect of Subsoiling on Maize Yield and Soil Characteristics in Early-maturing District of Heilongjiang Province

YANG Geng-bin¹, LIU Xing-yan¹, WANG Li-chun², HE Chang-an¹, JI Chun-xue¹, WANG Hui¹, ZHANG Heng¹

(1. Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan, Heilongjiang 161606; 2. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun, Jilin 130033)

Abstract: In order to explore the most suitable subsoiling period and depth in the early maturing areas of Heilongjiang province and to investigate the effect of subsoiling on soil physical properties and crop yield. The subsoiling tillage of maize were tested from 2009 to 2010 in Keshan county of Heilongjiang province. The results showed that soil physical properties of subsoiling could be improved significantly, yield of subsoiling was better than conventional tillage, subsoiling in autumn>subsoiling in spring and summer>conventional tillage, yield of subsoiling in autumn(40 cm) was the highest.

Key words: maize; subsoiling; conventional ridge; soil bulk density; soil hardness; yield

(该文作者还有毛彦芝,单位同第一作者)