

# 深松少耕技术对土壤物理性状及玉米产量的影响

宫秀杰, 钱春荣, 于 洋, 马军韬, 肖佳雷, 王俊河  
(黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

**摘要:** 通过对土壤容重、土壤含水量、土壤田间持水量及产量的测定和分析, 研究了深松少耕技术对土壤物理性状、水分利用率、土壤蓄水能力及玉米产量的影响。结果表明: 深松少耕后, 土壤容重在土壤耕层 10~40 cm 的范围内比对照降低 22.1 个百分点; 土壤含水量在土壤耕层 10~30 cm 范围内高于对照, 差异达显著水平, 并在 15~25 cm 达极显著水平; 土壤耕层 0~50 cm 范围内田间持水量均高于对照, 差异达到显著或极显著水平; 同时, 深松少耕后玉米田增产 1 602 kg·hm<sup>-2</sup>, 差异达到显著水平。

**关键词:** 玉米; 深松; 少耕; 土壤物理性状; 产量

中图分类号: S513      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2009)05-0032-03

## Effects of Subsoiling and Fewer-tillage on Soil Physical Characters and the Yield

GONG Xiu-jie, QIAN Chun-rong, YU Yang, MA Jun-tao, XIAO Jia-lei, WANG Jun-he  
(Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** According to the mensuration and analysis of soil permit heaviness, soil moisture, soil maximum moisture and the yield, the effects of subsoiling and fewer-tillage on soil physical characters, water use efficiency, soil conservation storage competence and maize yield were studied. After the subsoiling and fewer-tillage, the results indicated: soil permit heaviness descend 22.1 percent point than CK in 10~40 cm soil depth; soil moisture higher than CK in 10~30 cm soil depth, the discrepancy attained notable level in 10~30 cm soil depth, the discrepancy attained maximum notable level in 15~25 cm soil depth; soil maximum moisture higher than CK in 0~50 cm soil depth; the yield higher 1 602 kg·hm<sup>-2</sup> than CK, the discrepancy attained notable level.

**Key words:** maize; subsoiling; fewer tillage; soil physical characters; yield

从美国 20 世纪 30 年代持续干旱引发“黑风暴”之后, 人们对于土壤的耕作制度有了不同的观点, 主张犁耕者认为, 犁耕可以疏松土壤, 改善土壤通气、透水性; 主张少耕者则认为频繁的耕作会造成水土流失、破坏生态平衡<sup>[1]</sup>。保护性耕作技术是应运而生的一种对保护土壤、实现粮食可持续发展具有显著效果的新技术, 具有简便、低耗、增产、省工、节能、高效, 保护环境等诸多优点, 是世界范围内耕作制度的改革和发展方向之一<sup>[2]</sup>。深松少耕等保护性耕作措施能增加土壤湿度, 使土壤在长时间内保持较高的生产水平, 提高土地的使用价值<sup>[3,4]</sup>。

黑龙江省双城市地处黑龙江省松嫩平原中南部,

---

收稿日期: 2009-03-31  
基金项目: 哈尔滨市科技攻关计划项目 (2008AA6BN022)  
第一作者简介: 宫秀杰 (1978-), 女, 吉林省松原市人, 硕士, 研究实习员, 从事作物遗传育种研究, E-mail: gongxiu2546@sina.com.  
通讯作者: 钱春荣 (1973-), 女, 在读博士, 主要从事作物育种及耕作栽培研究, E-mail: qianjiany1318@163.com.

玉米生产的主要障碍因素是春旱, 因此, 应解决抗旱播种与土壤保墒问题, 提高水分利用率, 促进肥料利用率, 实现高产高效。以深松、少耕为主体技术的保护性耕作, 是在减少工作量的同时, 疏松土壤、增加土壤通透性、打破犁底层、提高土壤蓄水能力、扩大根系生活的领域, 从而提高作物产量。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验区气候概况

黑龙江省双城市位于北纬 45°08'~45°43', 东经 125°41'~126°42', 位于松嫩平原的中南部, 历来“十年九春旱”, 属中温大陆性季风气候, 黑龙江省第一积温带, 年平均气温 3.5℃, 年平均降水量为 481.5 mm, 但月份间分布不均。土壤类型为淋溶黑钙土, 主栽作物玉米。

#### 1.2 试验设计

于 2008 年在双城市试验区设置玉米深松少耕试验, 2008 年 4 月, 采用全方位深松机深松 40 cm, 不深松

(作对照)2 个处理 小区面积 70 m<sup>2</sup>, 每个处理 3 次重复。4 月 28 日深松处理采用精量播种机播种、施肥, 播后化学药剂除草, 中耕一次; 对照采用精量播种机播种、施肥, 三铲三趟。2 个处理水肥管理一致, 终年无灌溉, 机械化收获后留茬 20 cm。

1.3 土壤物理性状及产量测定

在玉米进入灌浆期进行测定, 采用环刀法测定土壤容重, 测定深度 0~50 cm, 每 5 cm 分层, 3 次重复。采用土壤水分烘干法测定土壤含水量, 测定深度 0~50 cm, 每 5 cm 分层, 3 次重复。测产方法: 将试验区按照对角线取 5 点, 测定产量, 并对相关农艺性状进行调查(穗长、穗粗、穗行数、行粒数等)。

$$\text{土壤容重} / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{\text{环刀内土样烘干}}{\text{环刀体积}}$$
$$\text{土壤含水量} / \% = \frac{(\text{湿土重} + \text{盒重}) - (\text{干土重} + \text{盒重})}{\text{烘干土重}} \times 100 \%$$
$$\text{田间持水量} / \% = \frac{(\text{饱和土重} + \text{盒重}) - (\text{干土重} + \text{盒重})}{\text{烘干土重}} \times 100 \%$$

1.4 数据分析

应用 DPS 软件对数据进行统计分析, 新复极差法检验处理间的差异显著性水平。

2 结果与分析

2.1 深松少耕技术对土壤容重的影响

从图 1 可以看出土壤耕层 0~50 cm 土壤容重总体变化趋势, 深松少耕后土壤容重小于传统中耕(对

照), 在土壤耕层 10~40 cm 深松少耕比对照平均降低 22.1 个百分点。对数据进行新复极差法分析(见表 1), 在土壤耕层 5~25 cm, 土壤容重差异达到显著水平。

少耕是相对于传统耕作方式翻耕的次数减少, 同对照一样也在玉米出苗后进行一次土壤的翻耕, 这次翻耕有助于表层土壤容重的降低, 使得土壤耕层在 0~5 cm 少耕, 与对照的土壤容重保持一致, 增加雨水的渗透性。然而, 土壤耕层 5~10 cm 深松少耕土壤容重大于对照, 并达到显著水平, 这个结果的产生原于中耕三铲三趟犁的深度, 一般在 10 cm 左右, 疏松表土, 改善土壤通气, 从而对土壤容重的降低起到一定的作用。

表 1 双城市深松少耕对土壤容重的影响

耕层深度 / cm	深松少耕		对照	
	土壤容重 / g · cm <sup>-3</sup>	显著水平	土壤容重 / g · cm <sup>-3</sup>	显著水平
0~5	1.1	a A	1.1	a A
5~10	1.3	a A	1.0	b A
10~15	1.3	b A	1.6	a A
15~20	1.3	b A	1.5	a A
20~25	1.1	b A	1.4	a A
25~30	1.1	a A	1.3	a A
30~35	1.1	a A	1.3	a A
35~40	1.2	a A	1.3	a A
40~45	1.1	a A	1.2	a A
45~50	1.2	a A	1.2	a A

注: 大小写字母分别表示 1% 和 5% 水平上的显著性

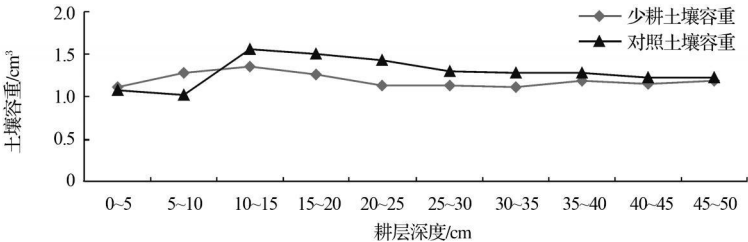


图 1 双城市深松少耕与对照土壤容重的对比分析

2.2 深松少耕技术对土壤含水量的影响

从图 2 中可以看出, 在土壤耕层 0~50 cm 的范围内, 土壤含水量基本呈上升势态, 随土壤耕层深度的增加, 土壤含水量先是较大幅度的提高, 之后趋于平缓。

深松少耕后打破犁底层, 土壤空隙增大、增多, 增加雨水渗透性的同时也提高了水分蒸发速率, 导致土壤表层土壤含水量比对照低(见表 2)。但随着土壤耕层的加深, 土壤容重降低, 水分渗透性加强, 增加了中部水分的储存, 使得中部土壤的含水量有显著提高, 并在土壤耕层 10~30 cm 达极显著水平。

2.3 深松少耕技术对土壤田间持水量的影响

土壤田间持水量可以在某种程度上反应土壤储存水资源的能力。从图 3 可以看出, 土壤耕层 0~50 cm

表 2 双城市深松少耕对土壤含水量的影响

耕层深度 / cm	深松少耕		对照	
	土壤含水量	显著水平	土壤含水量	显著水平
0~5	13.45	a A	14.84	b A
5~10	17.96	a A	17.58	a A
10~15	19.37	b A	18.23	a A
15~20	21.01	b B	18.17	a A
20~25	21.48	b B	19.50	a A
25~30	21.18	b A	20.14	a A
30~35	20.67	a A	19.82	a A
35~40	21.13	a A	20.63	a A
40~45	21.26	a A	20.93	a A
45~50	21.19	a A	20.61	a A

注: 大小写字母分别表示 1% 和 5% 水平上的显著性

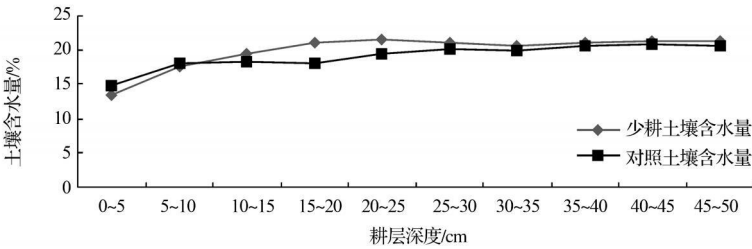


图 2 双城市深松少耕与对照土壤含水量的对比分析

田间持水量深松少耕后的土壤田间持水能力明显强于对照。深松打破犁底层,可以更好地接纳雨水,并储存在深层土壤中,供植物生长需要,方差分析结果表明(见表3),0~50 cm 部分土壤耕层田间持水量与对照差异达到极显著水平。

2.4 深松少耕技术对玉米产量的影响

深松少耕后打破犁底层,增加土壤的透气性和贮水能力,提高水肥利用效率,给玉米的生长提供一个良好的物理环境,对玉米产量的提高具有促进作用,从表4可见,深松少耕比对照玉米增产1 602 kg·hm<sup>-2</sup>,差异

达到显著水平。

表 3 双城市深松少耕对土壤含水量方差分析

变异来源	平方和	自由度	均 方	F 值	显著水平
处理间	141. 7781	1	141. 7781	9. 333	0. 0068
处理内	273. 4507	18	15. 1917		
总变异	415. 2288	19			

字母标记表示结果

处理	均值	5%显著水平	1%极显著水平
深松少耕	35. 48	a	A
对照	30. 16	b	B

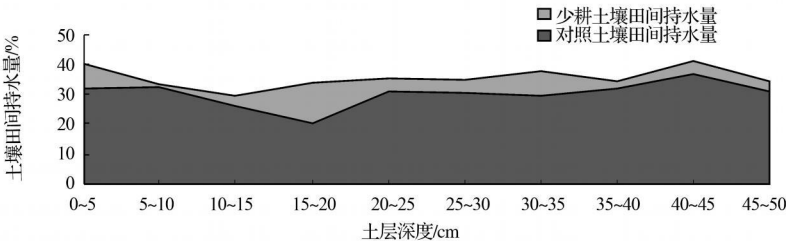


图 3 双城市深松少耕与对照土壤田间持水量的对比分析

表 4 深松少耕对玉米产量的影响

处理	收获小区 面积/ m <sup>2</sup>	收获穗重 / kg	穗长 / cm	穗粗 / cm	穗行数	行粒数	轴重 / kg	出籽率 / %	含水量 / %	产量 / kg·hm <sup>-2</sup>
深松少耕	39	72	19	5. 1	14	34~ 38	1. 1	78. 30	32. 40	11368
对照	39	64	21	5. 1	14~ 16	36~ 40	1. 4	78. 10	34. 50	9766

注: 产量为折合成 14% 含水量之后的值。

3 讨论

Ferreras 研究认为少免耕与翻耕相比, 土壤容重增加, 特别是表层容重<sup>[1]</sup>。本试验结果表明, 土壤耕层 0~5 cm 土壤容重对照与深松少耕相同, 在 10~50 cm 深松少耕土壤容重均比对照有所下降。对照土壤最大容重出现在 10~20 cm, 说明此处为犁底层, 深松少耕打破犁底层, 改善土壤通气, 对土壤容重的降低起到的一定的作用, 玉米根系的主要活动范围在 10~30 cm, 通过深松少耕后, 对玉米根系的发育更为有利, 提高作物抗逆能力。

在深松少耕后对土壤含水量和田间持水量的变化结果与马耀光<sup>[12]</sup>、孙东越<sup>[13]</sup>的结论基本相符。深松少耕比对照含水量有所提高, 并保持更多的蓄水量, 深松打破犁底层, 使土壤更好的接纳降雨, 并贮存在深层土

壤中, 提高了土壤水分的利用率。对照田间持水量最低值出现在土壤耕层 15~20 cm, 也同时说明了犁底层存在于 10~20 cm 处。

4 结论

自 20 世纪 70 年代以来, 少免耕等保护性耕作技术已经取得了明显的生态、经济和社会效益<sup>[14-18]</sup>。本研究对土壤进行深松、少耕, 改善了土壤物理性状, 减小土壤容重、打破犁底层、增加土壤的透气度、促进水分向土壤深层渗入, 减少水分蒸发, 扩大根系生活领域, 促进根系对土壤养分和水分的吸收, 提高肥料的利用率, 减轻土壤干旱程度, 从而提高作物产量。

参考文献:

[1] 韩成伟, 王玮, 李时群, 等. 少耕法与免耕法的发展历程与前景[J]. 农业与技术, 2008, 28(2): 1-2. (下转第 40 页)

和叶绿素 b/a 比值迅速降低, 叶绿素总量受处理天数影响不大。一方面与塑膜拱棚、高温造成光强降低, 促进叶绿素 a 向叶绿素 b 的转化有关; 一方面与高温高湿促进苗子生长和对光合产物需求增加有关。

表 1 不同天数处理对马铃薯试管苗移栽后  
光合色素含量的影响

品种	处理 天数/d	叶绿素 a 含量	叶绿素 b 含量	叶绿素	胡萝卜素含量
		/mg ° g <sup>-1</sup>	/mg ° g <sup>-1</sup>	b/a	/μg ° g <sup>-1</sup>
L-3	0	5.68	2.33	0.41	43.1
	4	5.28	2.27	0.43	65.2
	8	5.47	3.01	0.55	94.3
	12	4.69	2.86	0.61	98.6
	16	6.06	3.15	0.52	72.0
LK99	0	4.56	1.46	0.32	36.7
	4	4.65	1.58	0.34	38.1
	8	4.93	2.07	0.42	60.9
	12	3.26	1.89	0.58	56.4
	16	4.03	2.34	0.58	70.3

3 结论

3.1 采用塑膜小拱棚在保水集热条件下移栽马铃薯试管苗生产微型薯 温度和湿度分别比对照高 64.7%、46%, 光照强度分别比自然光和网室对照低 23.3%、73.3%。表明塑膜小拱棚为移栽苗子提供了高温、高湿、弱光、低温差环境, 有利于提高马铃薯试管苗的移栽成活率, 降低生产成本。

3.2 从马铃薯试管苗移栽成活率和生长状况看, 塑膜小拱棚处理的 12 d 和 16 d>8 d>>4 d>CK; 从移栽成活苗的 SOD 活性、CAT 活性、MDA 含量、Pro 含量等抗氧化酶及代谢产物看, 12 d>8 d>>4 d>16 d 和 CK。说明 12 d 的塑膜小拱棚处理能有效缓解移栽和变化环境对苗子的伤害, 增强了苗子对新环境的适应能力, 使成活率增大, 成活后的生长加快。

3.3 马铃薯试管苗移栽在少于 12 d 塑膜保水集热处理条件下, 天数与 SOD 活性、CAT 活性、MDA 含量、Pro 含量呈负相关, 与株高、叶面积、叶绿素 b/a 和胡萝卜素含量呈正相关。

参考文献:

[1] 黄萍, 马朝宏, 严谦 等. 留茬培养对马铃薯试管苗生长及移栽成活率的影响[J]. 种子, 2005(5): 24-27.

[2] 丁俊杰, 马淑梅, 申宏波 等. 马铃薯脱毒试管苗直接移栽网棚实验[J]. 中国农学通报, 2004(2): 33-369.

[3] 陈永波, 吕世安, 赵清华 等. 脱毒马铃薯试管苗营养液栽培实验[J]. 中国马铃薯, 2004(3): 7-10.

[4] 何桂红, 吕国华, 吴晓鹰 等. 脱毒马铃薯试管苗扦插成活率影响因素研究[J]. 农业与技术, 2005(1): 28-31.

[5] 郝再彬, 苍晶, 徐仲, 等. 植物生理学实验指导[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.

[6] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[7] Chter M, Rühle W, Wihl A. Studies on the mechanism of photosystemphoto inhibition. Theinvolvement of toxic oxygen species[ J]. Photosynth Res , 1990, 24: 237-243

[8] Bjorkman O, Powles S B. Inhibition of photosynthetic reactions under water stress; interactions with light level[ J]. Planta, 1984, 161: 490-504.

[9] 曹让, 梁宗锁, 武永军. 分根交替渗透胁迫下玉米幼苗叶片中游离氨基酸的变化[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(1): 49-54.

[10] Fei Y, B. Shu N, H, Huang T, et al. Cellular and biochemical correlates to chilling and freezing tolerance in plant[ J]. Prog Biotech, 1994, 14(3): 40-43.

[11] Benedetto A, H. D, García A. F. Adoption of ornamental anoids to their indoor light environments[ J]. Journal of Horticulturat Science, 1992, 67: 179-188.

[12] Nyitrai P, Sarvari E, Keresztes A. Organization of thylakoid membranes in low light grown maize seedlings: effect of lincomycin treatment[ J]. Journal of Plant Physiol, 1994, 144: 370-375.

(上接第 34 页)

[2] 许剑平. 国外少免耕法的发展研究[J]. 农机化研究, 2005(1): 25-27.

[3] 王法宏, 冯波, 王旭清. 国内外免耕技术应用概况[J]. 山东农业科学, 2003(6): 49-53.

[4] 彭文英, 张雅彬. 免耕对粮食产量及经济效益的影响评述[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(4): 114-118.

[5] Holland J M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence[ J]. Agriculture, Eco-systems and Environment, 2004, 103: 1-25.

[6] Wang X, B. Cai D. X, Hoogmoed W. B, et al. Developments in conservation tillage in rainfed regions of North China[ J]. Soil & Tillage Research, 2007, 93: 239-250.

[7] Riley H, C. F. Bleken M, Abrahamsen S, et al. Effects of alternative tillage systems on soil quality and yield of spring cereals on silty clay loam and sandy loam soils in the cool, wet climate of central Norway [J]. Soil & Tillage Research, 2005, 80: 79-93.

[8] Dam R, F. Mehdi B. B, Burgess M. S. E, et al. Callum I. R. Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada[ J]. Soil & Tillage Research, 2005, 84: 41-53.

[9] Ekeberg E, Riley H, C. F. Effects of mouldboard ploughing and direct

planting on yield and nutrient uptake of potatoes in Norway[ J]. Soil & Tillage Research, 1996, 39: 131-142.

[10] Gupta R, Sethb A. A review of resource conserving technologies for sustainable management of the rice - wheat cropping systems of the Indo-Gangetic plains(IGP)[ J]. Crop Protection, 2007, 26: 436-447.

[11] Ferreras L. A. Effect of no tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern“ Pampa” Of Argentina[ J]. Soil Tillage Res, 2000, 54: 31-39.

[12] 马耀光, 张保军, 罗志成 等. 旱地农业节水技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

[13] 孙东越. 中耕深松技术保水能力试验研究[J]. 农业科技与装备, 2007(6): 31-32.

[14] 高焕文, 李问盈, 李洪文. 中国特色保护性耕作技术[J]. 农业工程学报, 2003, 19(3): 1-4.

[15] 吴崇友, 金诚谦, 魏佩敏, 等. 保护性耕作的本质与发展前景[ J]. 中国农机化, 2003(6): 8-11.

[16] 杨学明, 张晓平, 方华军, 等. 北美保护性耕作及对中国的意义[ J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 335-340.

[17] 王长生, 王遵义, 苏成贵, 等. 保护性耕作技术的发展现状[ J]. 农业机械学报, 2004(1): 165-169.

[18] 师江澜, 刘建忠, 吴发启. 保护性耕作研究进展与评述[ J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 205-212.