

# 不同耕作方式玉米地下部生长发育及土壤水分状况的研究

胡守林<sup>1,2</sup>, 张改生<sup>1</sup>, 郑德明<sup>2</sup>, 黄学东<sup>3</sup>, 邓成贵<sup>3</sup>, 万素梅<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨陵 712100;

2. 塔里木大学植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300; 3. 新疆新农开发棉业分公司南口农场, 新疆 阿克苏 843301)

**摘要:**通过对不同耕作方式玉米地下部生长发育及土壤水分状况进行分析, 结果表明, 不同耕作方式下, 玉米的根系生物量、根系体积在不同生育期存在差异; 不同耕作方式间玉米根系性状存在差异, 翻耕覆膜根系生长状况好于其它耕作方式。三种耕作方式中, 土壤含水量的变化趋势表现出低—高—低的倒“V”字型变化, 这种规律性变化与根系的生长发育特性和灌溉有关。

**关键词:** 耕作方式; 玉米; 地下部; 土壤水分

中图分类号: S152. 7; S513

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0223-03

## Study on Effect of Maize Root System and Soil Water in Different Cultivation Way

HU Shou-lin<sup>1,2</sup>, ZHANG Gai-sheng<sup>1</sup>, ZHENG De-ming<sup>2</sup>,  
HUANG Xue-dong<sup>3</sup>, DENG Cheng-gui<sup>3</sup>, WAN Su-mei<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Tarim University of Agriculture Reclamation, Alar, Xinjiang 843300, China;

3. Nankou Farm of Branch Company of Xinmang Cotton Industry of Xinjiang, Aksu 843301, China)

**Abstract:** Through analyzing the maize growth and soil water condition with different cultivation way, the results show that there are differences among different cultivation way in root system biomass and root system volume, root condition of plowing with cover is better than that of others. In 3 cultivation ways, soil water content has a reverse “V” change which is low—high—low, this change is relevant to root growth and irrigation.

**Key words:** cultivation way; maize; root system; soil water

农田土壤水分的状况及其变化决定了作物对其吸收利用的强度和难易程度, 从而影响作物的生长发育以及产量。农田土壤水分的研究对于水土资源的持续利用的农业生产的持续发展有其重大的理论与实践意义<sup>[1]</sup>。新疆南部属典型的干旱气候区, 年均降雨量很少, 水资源极为缺乏。近年来, 面对水资源日益紧张的严峻形势, 如何有效利用有限的资源, 提高水分、养分的利用效率已成为农业工作者共同关注的焦点问题<sup>[2]</sup>。目前, 关于耕作方式对肥效、作物产量及土壤水分状况的影响在传统耕作、免耕、少耕及不同覆盖条件下已展开一定的研究<sup>[3,4]</sup>, 但多是针对旱地作物, 而对于灌区作物, 尤其是南疆玉米, 关于这方面的研究报道还较少。我们于 2004 年在塔里木大学试验站, 通过对不同耕作方式下玉米地下部生长发育以及水分利用效率的比较研究, 探讨不同耕作方式对玉米地下部生长发育和产量的影响, 通过定量描述灌区不同耕作方式下玉米土壤水分变化, 采取相应的农业技术措施, 有效地提高玉米产量和水分利用效率, 以期为提高玉米产量和水分利用效率提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在塔里木大学植物科技学院农业试验站。试验地地势平坦, 土壤为沙壤土。前茬作物为棉花。玉米生长期, 灌水 4 次, 分别于 6 月 29 日、7 月 13 日、7 月 28 日、8 月 7 日灌溉, 灌溉水源为地下水, 灌量为 5 400 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 试验处理

试验采用随机区组设计, 3 个处理, 2 次重复, 共 6 个小区。小区面积 30 m × 10 m = 300 m<sup>2</sup>。2004 年 4 月 17 日播种。三个处理分别为: (1) 翻耕覆膜: 播前犁地整地, 播后覆膜; (2) 翻耕不覆膜: 播前犁地整地, 播后不覆膜; (3) 免耕: 春灌后覆盖玉米秸秆, 直接播种。试验品种为玉米 901, 公顷播量为 45 kg。

### 1.3 测试项目

2004 年分别在玉米的苗期、拔节期、抽雄期、吐丝期、成熟期测定根系生物量、根系体积、根数、根长和根系直径。8

\* 收稿日期: 2005-09-12

基金项目: 农业部结构调整重大技术研究“发展生态农业治理沙漠化土地技术与示范”(070405);“耕地地力保护”(070402)

作者简介: 胡守林(1968—), 男, 新疆人, 副教授, 主要从事作物栽培及遗传育种的教学与研究工作。

月 21 日, 每处理选取两个点, 每点  $6.7\text{ m}^2$ , 测定玉米产量, 取其平均值, 计为小区产量。

试验期间, 分别于播前、玉米的成熟期, 用烘干法( $105^{\circ}\text{C}$  下烘  $12\sim 14\text{ h}$ ) 分层测定  $0\sim 100\text{ cm}$  土层内的土壤含水量, 每  $20\text{ cm}$  为一层次, 测定不同土层土壤含水量。根据测定的土壤含水量和土壤容重, 计算土层储水量和总耗水量。

2 结果与分析

2.1 不同生育期根系生物量比较

根系是植物吸收、转化和储藏营养物质的重要器官<sup>[5,6]</sup>, 对地上部的生长、形态建成发生作用, 其生长好坏直接影响地上部分的产量和植物的水土保持能力。因此研究玉米的根系发育能力具有十分重要的现实意义。从图 1 可以看出, 所有处理的根系生物量随生育期都表现为逐渐递增。

不同耕作方式下, 玉米的根系生物量在不同生育期存在差异。在玉米的各生育期, 翻耕覆膜的根系生物量都大于其余两个处理。在苗期, 翻耕覆膜的根系生物量最大, 为  $3.3\text{ g}$ ; 在拔节期和抽雄期, 不同耕作方式间根系生物量差异不大, 为  $10\text{ g}$ 、 $12\text{ g}$  左右; 而在吐丝期和成熟期, 翻耕覆膜的根系生物量就较明显地大于翻耕不覆膜和免耕方式。

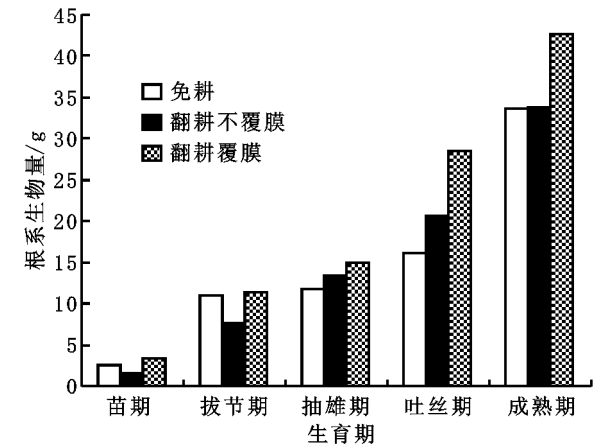


图 1 不同生育期根系生物量比较

2.2 不同生育期根系体积比较

根系体积越大, 所接触的土壤面积越大, 越有利于植物大范围吸收土壤水分、养分。从图 2 可以看出, 所有处理的根系体积随生育期都表现为逐渐递增。

不同生育期玉米根系体积在不同耕作方式间差异极显著(见图 2)。除苗期外, 翻耕覆膜的根系体积在其余各生育期均极显著地高于免耕方式。具体为: 在苗期, 免耕和翻耕覆膜极显著地高于翻耕不覆膜; 在拔节期, 翻耕覆膜方式极显著地高于免耕和翻耕不覆膜方式, 而免耕和翻耕不覆膜之间差异不显著; 在抽雄期, 翻耕覆膜极显著地高于翻耕不覆膜和免耕方式, 翻耕不覆膜极显著地高于免耕方式; 在吐丝期, 翻耕覆膜与翻耕不覆膜之间差异不显著, 但他们极显著地高于免耕方式; 在成熟期, 翻耕覆膜方式极显著地高于免耕和翻耕不覆膜方式, 而免耕和翻耕不覆膜之间差异不显著。因此, 可以看出, 翻耕覆膜方式根系体积大于免耕和翻耕不覆膜方式。

2.3 不同耕作方式土壤水分状况比较

在玉米收获期, 测定不同耕作方式玉米  $0\sim 100\text{ cm}$  各层

次的土壤水分状况。从图 3 可以看出, 不同耕作方式土壤含水量呈现规律性的变化, 在  $0\sim 100\text{ cm}$  土层, 三种耕作方式变化趋势一致, 即随土层深度的增加, 土壤含水量逐渐增加。翻耕方式含水量最高的土层是  $60\sim 80\text{ cm}$ , 最低的是  $0\sim 20\text{ cm}$ 。这种规律性变化与棉花根系的发育特点、吸收特点有关。而免耕方式含水量最高的土层是  $60\sim 80\text{ cm}$ , 最低的是  $0\sim 20\text{ cm}$ 。研究表明,  $0\sim 20\text{ cm}$  是棉花根系大量发生的区域。因此, 在  $0\sim 20\text{ cm}$  土壤水分消耗最多。而在  $80\text{ cm}$  以下, 几乎没有侧根发生, 因此对土壤水分的消耗少。

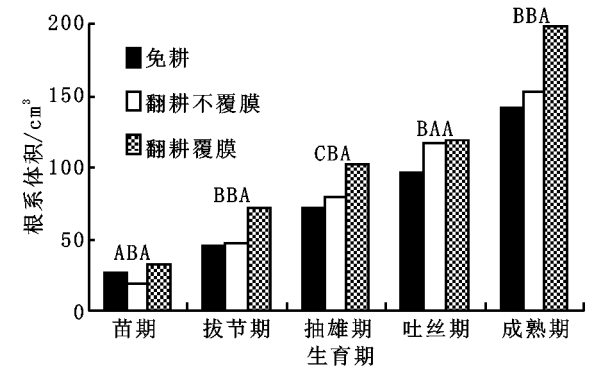


图 2 不同生育期根系体积比较

三种耕作方式中, 土壤含水量的变化趋势完全一致, 即都表现出低-高-低的倒“V”字型变化, 这种规律性变化与根系的生长发育特性和灌溉有关。

从图 3 还可以看出, 遗留在土壤中的水分, 因耕作方式不同而有差异。翻耕覆膜方式的含水量大于翻耕不覆膜, 而翻耕不覆膜方式含水量大于免耕方式, 说明不同耕作方式, 节水效果不同。

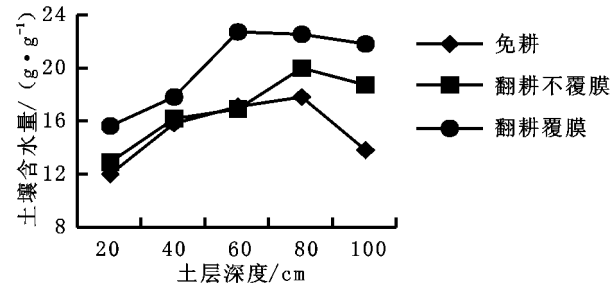


图 3 不同耕作方式土壤含水量变化

2.4 不同耕作方式玉米水分利用效率比较

耗水量、耗水系数和水分利用效率是衡量水分利用效率程度高低的重要指标<sup>[7,8]</sup>。不同耕作方式玉米的产量、总耗水量及水分利用效率存在明显差异(表 1)。从表 1 可以看出, 不同耕作方式产量最高的是翻耕覆膜方式, 为  $9\,839\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 其次是翻耕不覆膜, 为  $8\,815\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。产量最低的是免耕方式, 只有  $8\,160\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。从总耗水量看, 最少的是翻耕覆膜, 只有  $473.98\text{ mm}$ , 耗水最多的是免耕方式, 达到  $549.93\text{ mm}$ ; 从耗水系数看, 最大的为免耕, 达到  $0.067\text{ mm}/(\text{kg}\cdot\text{hm}^2)$ , 其次为翻耕不覆膜和翻耕覆膜, 为  $0.062\text{ mm}/(\text{kg}\cdot\text{hm}^2)$ 、 $0.048\text{ mm}/(\text{kg}\cdot\text{hm}^2)$ ; 从水分利用效率看, 最高的是翻耕覆膜, 为  $20.76\text{ kg}/(\text{mm}\cdot\text{hm}^2)$ , 而翻耕不覆膜与免耕方式差异不大, 为  $15\text{ kg}/(\text{mm}\cdot\text{hm}^2)$  左右。

因此, 与其它耕作方式相比, 翻耕覆膜耕作方式能够较充分的利用有限的灌溉水, 能够增产、节水。

表 1 不同耕作方式玉米水分利用效率比较

处理	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	播时贮水 /mm	收时贮水 /mm	生育期灌 水/mm	总耗水量 /mm	耗水系数 /(mm·kg <sup>-1</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	水分利用效率 /(kg·mm <sup>-1</sup> ·hm <sup>-2</sup> )
免耕	8160	193.98	183.15	539.10	549.93	0.067	14.84
翻耕不覆膜	8815	224.12	220.91	539.10	542.31	0.062	16.25
翻耕覆膜	9839	196.20	261.32	539.10	473.98	0.048	20.76

3 结论与讨论

- (1) 不同耕作方式下, 玉米的根系生物量、根系体积在不同生育期存在差异。所有处理的根系生物量随生育期都表现为逐渐递增。
- (2) 不同耕作方式间玉米根系性状存在差异, 翻耕覆膜根系生长状况好于其它耕作方式。
- (3) 三种耕作方式中, 土壤含水量的变化趋势完全一致, 即都表现出低- 高- 低的倒" V " 字型变化, 这种规律性变化

与根系的生长发育特性和灌溉有关, 在 0~ 40 cm 土层根系大量发生, 因此对该层次水分吸收较多; 在 60~ 80 cm 土层根系较少, 对水分的吸收少; 而在 80~ 100 cm 土层, 由于灌溉水很难到达该层次, 因此该层土壤含水量低。

(4) 不同耕作方式玉米的产量、总耗水量及水分利用效率存在明显差异。翻耕覆膜耕作方式能够较充分地利用有限的灌溉水, 能够增产、节水。

(5) 本试验只进行了一年, 对于多年免耕玉米根系及土壤水分变化的影响还有待于进一步深入研究。

参考文献:

[ 1 ] 李保国, 龚元石, 左强. 农田土壤水的动态模型及应用[ M ]. 北京: 科学出版社, 2000. 10~ 13.

[ 2 ] 王会肖, 刘昌明. 作物水分利用效率内涵及研究进展[ J ]. 水科学进展, 2000, 11( 1 ): 99~ 104.

[ 3 ] 杨邦杰, 隋红建. 土壤水热运动模型及其应用[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1997.

[ 4 ] 新举, 张志国, 赵美兰, 等. 免耕对土壤养分的影响[ J ]. 土壤通报, 2000, 31( 6 ): 267~ 269.

[ 5 ] 赵明轩, 谭成虎, 何得元. 骆驼蒿根系的研究[ J ]. 草业科学, 1990, 7( 3 ): 55~ 57.

[ 6 ] 扎西. 4 种豆科牧草根系的观察研究[ J ]. 草业科学, 1987, 4( 4 ): 56~ 57.

[ 7 ] 李韵珠, 王凤仙, 黄元仿. 土壤水分和养分利用效率几种定义的比较[ J ]. 土壤通报, 2000, 3( 4 ): 150~ 155.

[ 8 ] 王新元, 刘孟雨, 刘晓楠, 等. 冀中平原缺水盐渍区冬小麦耗水量与水分利用效率的试验研究[ A ]. 许越先, 刘昌明, J. 沙和伟. 农业用水有效性研究[ C ]. 北京: 科学出版社, 1992. 94~ 100.

( 上接第 222 页)

[ 3 ] Bernard Barthes and Eric Roose, Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion: validation at several levels [ J ]. Catena, 2002, 47: 133~ 149.

[ 4 ] 王礼先, 张志强. 森林植被变化的水文生态效应研究进展[ J ]. 世界林业研究, 1998, 11( 6 ): 14~ 23.

[ 5 ] Le Bissonnais, Y, Arrouyas. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: 2. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents [ J ]. Eur. J. Soil Sci. , 1997, 48: 38~ 48.

[ 6 ] Wakindiki, I I C, Ben- hur, M. Soil mineralogy and texture on crust micromorphology, infiltration, and erosion [ J ]. Soil Sci. Soc. Am. J. , 2002. 66: 897~ 905.

[ 7 ] Martinez- mena M, Williams A G, et al. Role of antecedent soil water content on aggregates stability in a semi- arid environment[ J ]. Soil & Tillage Research, 1998, 48( 1~ 2 ): 71~ 80.

[ 8 ] Wilco B P. Runoff and erosion in intercanopy zones of pinyon- juniper woodlands [ J ]. Journal of Range Management, 1994, 47( 4 ): 285~ 295.

[ 9 ] Bruce, R R. Surface soil degradation and soil productivity restoration maintenance[ J ]. Journal of Soil Science Society of America, 1995, 59( 3 ): 654~ 660.

[ 10 ] 吕喜玺, 史学正, 于东升. 用人工模拟降雨研究南方低丘土壤的渗透[ J ]. 水土保持学报, 1995, 9 ( 3 ): 1~ 8.

[ 11 ] 于东升, 史学正. 用不同人工模拟降雨方式对我国亚热带土壤可蚀性 K 值的研究[ J ]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2 ( 4 ): 74~ 79.

[ 12 ] 于东升, 史学正. 低丘红壤区旱地土壤渗透性与可蚀性定量关系的研究[ J ]. 土壤学报, 2000, 37( 3 ): 316~ 322.

[ 13 ] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[ M ]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.

[ 14 ] 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法[ M ]. 北京: 林业出版社, 1986.

[ 15 ] 朱祖祥. 中国农业百科全书- 土壤卷[ M ]. 北京: 农业出版社, 1996.

[ 16 ] 邱仁辉, 杨玉胜, 俞新妥. 不同栽植代数杉木林土壤结构特性研究[ J ]. 北京林业大学学报, 1998, 20( 4 ): 6~ 11.

[ 17 ] 田积莹, 黄义端. 子午岭连家砭地区土壤物理性质与土壤抗蚀性能指标的初步研究[ J ]. 土壤学报, 1964, 12( 3 ): 286~ 296.

[ 18 ] 陈奇伯, 解明曙, 张洪江. 森林枯落物影响地表径流和土壤侵蚀研究动态[ J ]. 北京林业大学学报, 1994, 16 ( 增 ): 88~ 97.

[ 19 ] 王佑民. 中国林地枯落物持水保土作用研究概况[ J ]. 水土保持学报, 2000, 14( 4 ): 108~ 113.