

文章编号: 1005-0906(2005)03-0094-04

# 中耕方式对土壤理化特性及玉米生长发育影响研究

## I. 中耕方式对玉米生长发育的影响

丛艳君, 黄瑞冬, 许文娟, 王进军, 丛志坚

(沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161)

**摘要:** 2002~2003 年在 0~3 次中耕条件下研究了中耕方式对玉米生长发育和产量形成的影响。结果表明, 多次中耕增大了玉米倒伏率, 降低了玉米最大叶面积指数、株高及各时期叶片叶绿素含量, 对花粒期玉米净光合速率、气孔导度、蒸腾速率也产生一定的负面影响。少中耕有增产的趋势, 并且可以降低生产成本、增加经济效益。

**关键词:** 玉米; 中耕方式; 生长发育; 产量

**中图分类号:** S513.04

**文献标识码:** B

## Effects of Different Styles of Inter-tillage on the physicochemical properties of Soil and Growth Development of Maize

### I. Effects of Different Styles of Inter-tillage on Growth Development of Maize

CONG Yan-jun, HUANG Rui-dong, XU Wen-juan, et al.

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

**Abstract:** The effects of different styles of inter-tillage on maize growth development and yield formation were studied in 2002~2003. The result showed that lodge ratio of maize increased and maximum leaf area index, plant height and leaf chlorophyll concentration decreased under multi-tillage. In addition, inter-tillage had negative effect on net photosynthetic rate, gas diffusion conductivity of leaf and transpiration rate of maize from anthesis to mature. Furthermore, the grain yield was higher under minimum tillage than that under multi-tillage, thus minimum tillage reduced costs and increased economic benefits.

**Key words:** Corn; Inter-tillage; Growth and development; Yield

少耕与免耕, 作为保护性耕作的前身, 是今后农业发展的方向, 前景广阔。中耕铲趟是玉米生产中主要技术措施之一, 一般要进行 3 次铲趟, 但是随着化学除草剂的发展和研究的深入, 人们对中耕的必要性提出质疑。本试验通过不同中耕次数对玉米生长发育影响的研究, 探讨中耕的主要作用及改进方法, 为轻型耕作提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

本试验于 2002~2003 年在沈阳农业大学实验基地进行。设免中耕(0 次)、中耕 1 次、中耕 2 次和中

耕 3 次 4 个处理, 每个处理设 3 次重复, 共 12 个小区, 每小区 33.6 m<sup>2</sup>。播前测定土壤肥力情况如下: 0~20 cm 土层速效氮含量为 122.50 mg/kg, 速效磷为 67.33 mg/kg, 速效钾为 97.71 mg/kg, 有机质为 1.30%; 21~40 cm 土层速效氮为 73.50 mg/kg, 速效磷为 48.42 mg/kg, 速效钾为 40.60 mg/kg, 有机质为 1.10%。试验玉米品种为富友 1 号, 各处理密度均为 49 995 株/hm<sup>2</sup>。每公顷施有机肥 15 t, 播种时一次施用长效复合肥(富友牌, N 26、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8、K<sub>2</sub>O 11)375 kg/hm<sup>2</sup>。播种后出苗前喷施除草剂, 其它田间管理同一般生产田。成熟后实收测产, 取样考种。

### 1.2 测定项目与方法

1.2.1 玉米叶面积及株高的测定 叶面积采用活体测量的方法, 定点测定株高, 从苗期开始(5 月 27 日), 每隔 10 d 对两项指标测定一次。

1.2.2 不同耕层玉米根长密度、干物重及体积的测定 在灌浆期, 每小区选有代表性植株 2 株, 对 0~10、11~20、21~30、31~40 和 41~50 cm 土层玉米

收稿日期: 2004-08-02

基金项目: 辽宁省科技厅“十五”重点攻关项目(2001201003)

作者简介: 丛艳君(1978-), 女, 沈阳农业大学 2001 级作物栽培学与

耕作专业硕士研究生。E-mail: cyj\_wj@sina.com

黄瑞冬为本文通讯作者 Tel: 024-88421122

E-mail: rhuang@mail.sy.ln.cn

根长密度、干重及体积进行测定。根系长度采用 Newman 交叉法,根系干重采用烘干称重法,根系体积采用排水法。

1.2.3 玉米叶绿素的测定 在拔节期、抽雄期、开花期、灌浆期及收获期,每小区选有代表性的植株 5 株,用 SPAD-502 型叶绿素计(日本美能达公司制造)测定选定植株的同一位置的 3 片叶,每片叶测 3 个位置,取平均值。

1.2.4 玉米净光合速率、气孔导度及蒸腾速率的测定 每小区选 5 株有代表性的植株,于开花期、子粒形成期、乳熟期及收获期用 Li-COR 6400 光合仪测定棒三叶的净光合速率、气孔导度及蒸腾速率。

1.2.5 玉米倒伏率的测定 在乳熟期每小区取中间两行调查玉米倒伏率。

2 结果与分析

表 1 不同耕作方式玉米产量及产量构成因素

| 处 理                     | 中耕 0 次    | 中耕 1 次    | 中耕 2 次    | 中耕 3 次    | F 检验值 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 产量(kg/hm <sup>2</sup> ) | 11 865.94 | 12 432.88 | 11 266.92 | 11 256.82 | 5.80* |
| 百粒重(g)                  | 38.35     | 39.67     | 38.12     | 37.26     | 1.27  |
| 穗粒数(粒)                  | 670.00    | 681.33    | 655.16    | 649.33    | 4.81* |
| 穗数(穗/hm <sup>2</sup> )  | 46 224.59 | 45 988.59 | 45 155.05 | 46 557.09 | 3.07  |

2.2 中耕方式对玉米形态指标的影响

2.2.1 中耕方式对玉米叶面积指数的影响 玉米最大叶面积指数出现在抽雄期,前期增长缓慢,在拔节至抽雄期叶面积指数迅速增长,其中免中耕和中耕 1 次增长速度快于其它两个处理。在生育后期,叶面积指数缓慢下降,免中耕和中耕 1 次的叶面积指数下降的速度慢于中耕 2 次和对照,有利于延长叶片光合功能期。相关分析表明,叶面积指数与经济产量相关显著( $r=0.628^*$ ),因此较大的叶面积指数有利于高产。

2.2.2 中耕方式对玉米株高的影响 本试验表明,株高与经济产量呈显著负相关( $r=-0.602^*$ ),说明并不是株高越高越有利于形成高产。第二次铲趟之后(6 月 27 日),各处理株高差异显著( $F=4.119^*$ ),免中耕株高最高为 160.5 cm,中耕 3 次玉米株高最矮为 143.6 cm。4 个处理的成株株高分别为 294.0 cm(免中耕)、290.0 cm(中耕 1 次)、286.1 cm(中耕 2 次)、287.4 cm(中耕 3 次),免中耕最高,中耕 2 次最矮。

2.2.3 中耕方式对玉米根长密度、根体积及根干重的影响 玉米灌浆期各个土层根长密度,0~10 cm 土层免中耕的玉米根长密度明显大于其它处理的玉米,说明中耕破坏了此层的根系;11~20 cm 土层根长密度差异不明显,但仍以免中耕和中耕 1 次的玉

2.1 中耕方式对玉米产量及产量构成因素的影响

产量是不同耕作方式对作物本身及作物微环境的各种影响的综合反映,是进行不同耕作方式评价的最终指标(表 1)。不同中耕次数玉米之间的经济产量差异显著( $F=5.11^*$ ),中耕 1 次产量最高为 12 432.88 kg/hm<sup>2</sup>;其次免中耕的为 11 865.94 kg/hm<sup>2</sup>。以中耕 3 次的为对照,各处理增产量为:免中耕 7.12%,中耕 1 次 10.45%,中耕 2 次 0.09%。说明少免中耕处理有增产趋势,这主要决定于各处理产量构成因素数值的差异。对这 3 因素方差分析表明,不同耕作方式下玉米百粒重差异不显著( $F=1.27$ );穗粒数差异显著( $F=4.81^*$ ),中耕 1 次处理数值最大为 681.33 粒/穗;每公顷穗数差异不显著( $F=3.07$ )。相关分析表明:百粒重与经济产量相关极显著( $r=0.715^{**}$ ),穗粒数与经济产量呈显著相关( $r=0.569^*$ ),穗数与经济产量相关不显著( $r=0.305$ )。

米根长密度较大;而 21~30 cm 中耕 2 次和中耕 3 次的玉米根长占优势;31~50 cm 各处理根长差异不大。分析其原因可能是生物自身的调节作用,中耕刺激了玉米下层根系生长。

根重可用来表示地下部分的总生物量,对于评价某一栽培措施、土壤的好坏都是有意义的。0~10 cm 土层免中耕玉米根干重最大,11~20 cm 土层中耕 2 次根干重数值最大;而 21~30 cm 土层中耕 2 次和中耕 3 次玉米根干重占优势,其它两土层各处理根干重差异不明显(图 1),这与顾慰连等的研究结果是一致的,即未中耕处理的气生根比较发达,但由于其前期土壤较紧实,故根向下层分布量较少。

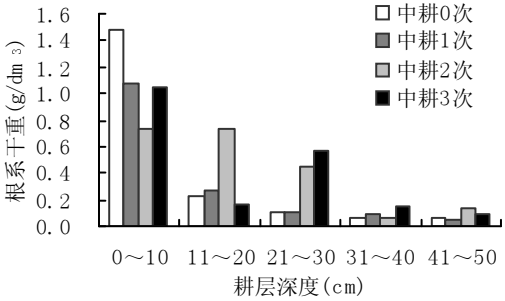


图 1 中耕方式与不同耕层玉米根干重

根系体积大小可直观地表现根量的多少,它决定于根的长度和粗度。0~10 cm 耕层免中耕处理数

值最小,中耕3次最大;其它耕层各处理根体积变化趋势与根干重变化相似(图2)。

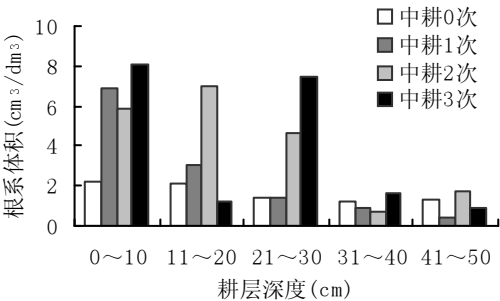


图2 中耕方式与不同耕层玉米根体积

2.3 中耕方式对玉米生理性状的影响

2.3.1 中耕方式对玉米叶片叶绿素含量的影响 叶片叶绿素含量以 SPAD 值 (叶绿素含量的相对值)表示,免中耕在各时期叶片叶绿素含量都较高;其次为中耕1次处理,中耕3次处理最低(表2)。以同一处理不同时期测定值作为误差的估计进行方差分析表明(表3),各处理叶绿素含量差异极显著( $F=24.763^{**}$ )。

表2 不同耕作方式下玉米叶片叶绿素含量(SPAD 值)

| 调查时间(月·日) | 中耕0次 | 中耕1次 | 中耕2次 | 中耕3次 |
|-----------|------|------|------|------|
| 6·27      | 59.7 | 58.6 | 57.5 | 55.2 |
| 7·05      | 54.9 | 54.0 | 52.3 | 51.6 |
| 7·26      | 56.8 | 53.5 | 51.9 | 51.4 |
| 8·18      | 58.7 | 54.2 | 52.7 | 51.4 |
| 9·22      | 53.7 | 49.3 | 46.5 | 44.2 |
| 平均值       | 56.8 | 53.9 | 52.2 | 50.8 |

表3 不同耕作方式各时期玉米叶片叶绿素含量方差分析

| 变异来源 | SS    | df | MS   | F      | F <sub>0.05</sub> | F <sub>0.01</sub> |
|------|-------|----|------|--------|-------------------|-------------------|
| 重 复  | 178.4 | 4  | 44.6 | 33.083 | 3.259             | 5.412             |
| 处 理  | 100.1 | 3  | 33.4 | 24.736 | 3.490             | 5.953             |
| 误 差  | 16.2  | 12 | 1.3  |        |                   |                   |
| 总 计  | 294.7 | 19 |      |        |                   |                   |

2.3.2 中耕方式对玉米净光合速率、气孔导度和蒸腾速率的影响

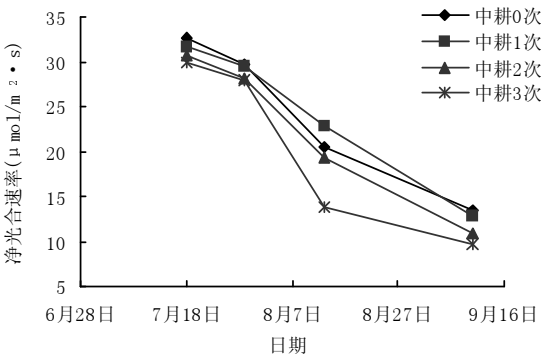


图3 中耕方式与玉米净光合速率

图3表明,玉米从开花期(7月18日)到蜡熟期

(9月10日)净光合速率呈明显的下降趋势,中耕1次和免中耕区在各时期较高,经方差分析,在乳熟期(8月13日)各处理净光合速率差异达显著水平( $F=5.156^{*}$ ),此时期中耕1次数值最大为  $22.9\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;其次为免中耕  $20.5\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,中耕3次最小为  $13.8\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。说明少中耕有利于提高玉米净光合速率,从而有利于形成高产。

气孔导度在整个花期期呈下降趋势,在开花期至灌浆初期下降缓慢,从灌浆期到乳熟期下降迅速,之后维持较低水平。对各时期气孔导度作方差分析表明,乳熟期各处理差异显著( $F=4.87^{*}$ ),中耕1次最高为  $0.53\text{ mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,免中耕居第2位为  $0.46\text{ mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,中耕3次最小为  $0.03\text{ mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,中耕2次为  $0.04\text{ mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。开花期气孔导度差异也达显著水平( $F=7.50^{*}$ ),其中免中耕数值最大为  $0.24\text{ mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,中耕3次最低为  $0.17\text{ mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,其它两处理数值差异不大(图4)。

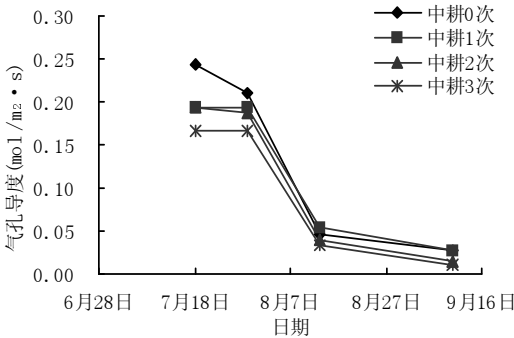


图4 中耕方式与玉米气孔导度

蒸腾速率在整个花期期的趋势与气孔导度类似,在开花期至灌浆期除免中耕外,其它3个处理蒸腾速率有上升的趋势。方差分析表明,开花期各处理差异显著( $F=7.30^{*}$ ),免中耕最大为  $4.13\text{ mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,中耕3次最小为  $2.92\text{ mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。乳熟期处理间差异也达显著水平( $F=6.369^{*}$ ),中耕1次数值最大为  $2.09\text{ mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;其次为免中耕  $1.74\text{ mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,中耕3次最小为  $1.25\text{ mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ (图5)。

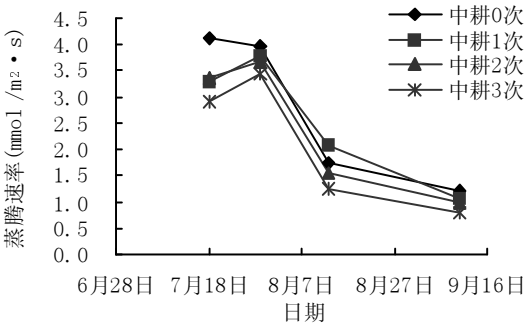


图5 中耕方式与玉米蒸腾速率

2.4 中耕方式对玉米倒伏率的影响

2003 年的试验数据表明,中耕 3 次处理倒伏率最高为 10.8%,其次是中耕 2 次处理为 5.2%,免中耕处理最低为 3.1%,中耕 1 次为 3.2%,处理间差异显著( $F=3.939^*$ )。说明随中耕次数的增加,玉米倒伏率增加。2002 年的研究也得出相同的结果,即中耕 3 次处理倒伏最严重,倒伏率为 16.3%,倒伏率最小的是免中耕区为 9.2%,中耕 2 次和中耕 1 次倒伏率分别为 10.6%和 9.3%,处理间差异显著( $F=5.12^*$ )。

2.5 不同中耕方式的经济效益

根据沈阳地区农村田间作业收费标准,趟地 1 次费用为 112.5 元/hm<sup>2</sup>, 铲地 1 次费用为 225 元/hm<sup>2</sup>,玉米价格按 1.2 元/kg 计算,对各处理消耗的中耕机械费用和铲地人工费用进行比较(表 4)。在统一喷施除草剂和田间管理的情况下,中耕处理玉米田均不同程度地增加了生产成本,从而降低了经济效益。

| 表 4 不同中耕方式的经济效益 |       |     |           | 元/hm <sup>2</sup> |
|-----------------|-------|-----|-----------|-------------------|
| 中耕次数            | 趟地费   | 铲地费 | 玉米产值      | 效 益               |
| 0               | 0     | 0   | 14 239.13 | 14 239.13         |
| 1               | 112.5 | 225 | 14 919.46 | 14 581.96         |
| 2               | 225.0 | 450 | 13 520.30 | 12 845.30         |
| 3               | 337.5 | 900 | 13 508.18 | 12 270.68         |

注:该效益为相对值,未考虑肥料、种子和其他人工费用等生产成本。

3 结论与讨论

2002 ~ 2003 两年的试验表明,减少中耕次数或免中耕有增产趋势,并有降低成本、增加经济效益的作用。中耕部分破坏了玉米根系,尤其是 0 ~ 10 cm 土层内,表现为多次中耕处理根长密度、干重、体积比少中耕减少。随着中耕次数增加,玉米最大叶面积指数、株高、叶片叶绿素含量降低。在花粒期,不同耕作方式下玉米净光合速率、气孔导度、蒸腾速率变化趋势相同,在开花期达最大值,以后呈下降趋势,中耕 1 次和免中耕处理各时期均占优势。多次中耕有增大玉米倒伏率的趋势。因此,在除草剂效果较好的情况下,建议玉米生产可采用少中耕或免中耕方式。

参考文献:

[1] 巩 杰,黄高宝,李延梅,等. 少免耕耕作的农田效应[J]. 耕作与栽培,2002,(4):13-14 .  
[2] 何奇镜,佟培生. 玉米少中耕试验报告[J]. 吉林农业科学,1998,24(2):8-12 .  
[3] 黄瑞冬. 植物根系研究方法的发展[J]. 沈阳农业大学学报, 1991, 22(2):164-168 .  
[4] 黄瑞冬,马鸿图. 玉米、高粱根系生长发育规律探讨[J]. 耕作与栽培,1993,(4):21-23 .  
[5] 顾慰连,等. 栽培技术对玉米根系生长和子粒产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报,1988,19(2):1-6 .  
[6] 胡兴波,曹敏建,等. 不同耕作措施对土壤含水量及玉米出苗率的影响[J]. 玉米科学,2003,11(3):60-62 .  
[7] 何奇镜,佟培生,边少锋,等. 长期少耕对玉米产量与土壤生态环境的影响[J]. 玉米科学,2004,13(增刊):99-102 .

欢迎订阅 2006 年《作物杂志》

欢 迎 订 阅    欢 迎 投 稿    欢 迎 刊 登 广 告

《作物杂志》是中国作物学会和中国农科院作物所主办的农作物综合性技术类期刊,于 1985 年创刊,刊名由方毅题字。该刊自创刊以来一直以丰富多彩的内容,生动流畅的叙述传播着作物科学知识,及时报道和推广科研成果,为促进农业科学技术的发展起到了桥梁和纽带作用。本刊融技术性、学术性、信息性和知识性于一体,多年来的主要栏目有专家论坛、专题综述、研究报告、种子科技与管理、栽培技术、植物保护、植物营养、种植制度、资源与环境、品种选育、学会工作、农业专家介绍、企业园地、国外农业及品种信息等。读者对象为农业科研人员、农业大专院校师生、农业技术推广工作者及农民朋友。

《作物杂志》为双月刊,大 16 开,64 页,定价 4 元,全年 24 元,国内刊号:CN11-1808/S,邮发代号:82-220。全国各地邮局均可订阅,漏订者请寄款至编辑部,地址:北京中关村南大街 12 号中国农科院作物所内,收款人:作物杂志编辑部,邮编:100081

E-mail:zwzz@chinajournal.net.cn;zwzz304@mail.caas.net.cn  
电话:(010)68918790