

## 前茬小麦免耕和耕作对夏大豆田土壤含水量和产量的影响

张保民<sup>1</sup>, 徐晓丽<sup>2</sup>, 王 锋<sup>3</sup>, 刘 锋<sup>3</sup>, 王法宏<sup>4</sup>

(1. 滨州职业学院, 山东 滨州 256603; 2. 山东省滨城区农业局, 山东 滨州 256600; 3. 山东省滨州市气象局, 山东 滨州 256600; 4. 山东省农业科学院作物研究所, 山东 济南 250100)

**摘 要:**研究了前茬小麦免耕和耕作 2 种方式对夏大豆田土壤含水量变化、夏大豆农艺性状及产量的影响。结果表明:前茬小麦免耕的全生育期 0~20 cm 的土壤平均含水量比耕作低 1.06%, 差异不显著;而前茬小麦免耕的 20~40 cm、40~60 cm 和 60~80 cm 土壤平均含水量比耕作的分别高 0.36%、0.96%、0.97%, 差异均不显著。前茬小麦免耕的和耕作的夏大豆平均产量分别为 4253.6 和 4313.2 kg·hm<sup>-2</sup>, 前茬小麦免耕比耕作的减产 59.6 kg·hm<sup>-2</sup>, 但差异不显著;前茬小麦免耕的和耕作对夏大豆生育期、百粒重等农艺性状均无显著影响。因此,夏大豆前茬小麦免耕不但取得与前茬小麦耕作同样的产量效果,而且还能节省劳动量,防止水土流失,保护土壤结构,消除犁地层对作物根系生长与吸收的影响,是值得推广的耕作模式。

**关键词:**土壤含水量;前茬免耕;前茬耕作;夏大豆

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2010)06-0967-04

## Response of Yield and Soil Water Content in Summer Soybean to No-tillage and Normal Tillage of Previous Wheat

ZHANG Bao-min<sup>1</sup>, XU Xiao-li<sup>2</sup>, WANG Feng<sup>3</sup>, LIU Feng<sup>3</sup>, WANG Fa-hong<sup>4</sup>

(1. Binzhou Vocational College, Binzhou 256603, Shandong; 2. Shandong Binchengqu Agriculture Bureau, Binzhou 256600, Shandong; 3. Shandong Binzhou Meteorological Bureau, Binzhou 256600, Shandong; 4. Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, Shandong, China)

**Abstract:** By using large area tests, the comparison study among the changes of soil water content, agronomic character and the yield in summer soybean were carried out under no-tillage and normal tillage in previous crops of wheat. The results showed that in natural conditions, the rainfall during the whole growing period of soybean was 338.70 mm and the average soil water content was reducing by 1.06% at 0~20 cm in no-tillage than that of normal tillage, but the difference was not significant. The average water content in no-tillage soil was 0.36%, 0.96% and 0.97% higher than that of normal tillage at the depth of 20~40 cm, 40~60 cm and 60~80 cm, respectively, but all differences were not significant. These difference effects were not significant which no-tillage than that of normal tillage in summer soybean agronomic characters of growth period, 100-seed weight, etc. In the peak water requirement period of soybean, there was a corresponding effective precipitation and the soil water content could meet the needs of soybean growth. Moreover, the average yield of no-tillage and normal tillage was 4253.6 and 4313.2 kg·ha<sup>-1</sup>, respectively. Yield of no-tillage was less than the normal tillage by 59.6 kg·ha<sup>-1</sup>, but the difference was not significant. Therefore, under natural conditions, no-tillage crops was not only could obtain almost the same yield as normal tillage, but also could save the amount of labor, prevent soil erosion, protect soil structure and eliminate the effects of plow formation on crop root growth. In summary, no-tillage crop could deserve to popularization.

**Key words:** Soil water content; No-tillage in previous crop; Normal tillage in previous crop; Summer soybean

山东省是我国主要商品粮基地,由于土壤干旱缺水而造成作物产量低、产量不稳等问题,发展保护性耕作是本地区旱作农业发展的有效途径。一些专家学者对不同耕作方式对土壤和作物产量的影响进行了研究<sup>[1-7]</sup>,其中关于地面覆盖、土壤深耕

对土壤和作物生长影响的研究较多,而对于前茬免耕和耕作对下茬夏大豆的土壤水分和夏大豆产量比较的研究报道较少。为此,该试验研究前茬小麦免耕和耕作夏大豆田的土壤水分变化动态以及其对产量的影响,旨在为不同耕作方式的夏大豆栽培

收稿日期:2010-05-05

基金项目:农业部现代农业产业技术体系(nycyt-03)资助项目;国家科技支撑计划(2006BAD02A09)资助项目;农业部公益性行业(农业)科研项目(3-2);山东省农业科学院创新基金资助项目;山东省农业科学院青年科研基金(2007YQH040)资助项目。

第一作者简介:张保民(1963-),男,副研究员,研究方向为作物栽培与生态。E-mail:zhangbm2558@126.com。

通讯作者:王法宏,研究员,博士。E-mail:wheat-cul@163.com。

提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

研究地点设在山东省滨州市农业科技示范基地,地处东经  $117^{\circ}47' \sim 118^{\circ}09'$ ,北纬  $37^{\circ}15' \sim 37^{\circ}36'$ ,土类为潮土。属温带半干旱季风气候,全年平均气温  $12.6^{\circ}\text{C}$ ,无霜期 193 d,日照时数 2755.5 h,降水量为 577.6 mm,夏季(6~8月)383.8 mm,占年降雨量 66.4%,平均蒸发量为 1943.4 mm。

### 1.2 试验设计

供试夏大豆品种为济豆 12,2009 年 6 月 11 日播种,9 月 24 日收获。设置前茬小麦免耕和耕作 2 个耕作方式,试验采取大区种植,每种耕作方式种植  $333.3 \text{ m}^2$ ,6 行区,行距 0.5 m,行长 111.1 m,每 10 cm 距离留 1 株苗。常规田间管理。

### 1.3 测定项目与方法

田间调查夏大豆生育期、株高、公顷株数、每株荚数、每株粒数。收获时,每种耕作方式取 3 个  $10 \text{ m}^2$  代表点进行收获测产,然后折算成公顷产量。

土壤样品采用轻型人力钻采取,在夏大豆播种时、每隔半月或主要生育时期在每种耕作方式的夏大豆田取 3 个有代表性的采样点,各点取样深度为 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm。在室外获得样品后立刻用铝盒封装且用胶带密封,避免日光照射,并尽快带回室内称量,以减少土壤水分散失。土壤含水量的测定采用常用的烘干称重法。含水量计算公式:  $W(\%) = (W1 - W2) / (W2 - W3) \times 100$  式中,  $W$  是所采样品烘干后土壤含水量,  $W1$  是烘干前土壤样品和铝盒的总质量(g),  $W2$  是烘干后土壤样品和铝盒的总质量(g),  $W3$  是铝盒烘干后的净质量(g)。

## 2 结果与分析

### 2.1 夏大豆生育期内的气象条件

大豆产量高低与降水量多少密切相关。黄淮海流域夏大豆区,6~9 月份的降水量若在 435 mm 以上,可以满足夏大豆的要求,在播种期和鼓粒期降水量都达到 30 mm 以上才有利于大豆的出苗和产量的提高<sup>[8]</sup>。由表 1 气象资料得知,在夏大豆播种前的 10 天(6 月上旬)降水量为 30 mm,为夏大豆适时播种创造有利条件,为苗全苗旺打下了基础。

表 1 夏大豆生育期的气象资料

Table 1 Meteorological data of soybean growth periods

生育时期 Growing Stages (Month, Day)	自然降水量 Natural precipitation /mm	蒸发量 Evaporation /mm	光照时数 Sunshine hours/h	平均气温 Average temperature/ $^{\circ}\text{C}$
6.1~6.10	30.0	89.9	94.8	22.4
6.11~6.26	84.4	166.7	160.7	25.9
6.27~7.11	47.3	125.0	125.3	26.2
7.12~7.26	108.9	80.5	93.2	25.5
7.27~8.20	22.0	138.0	125.2	26.5
8.21~9.24	76.9	141.8	168.8	20.4
总计 Total	339.5	645.5	673.2	

### 2.2 前茬小麦免耕与耕作夏大豆不同时期土壤含水量的变化

根据土壤干层量化指标,通常认为土层含水量低于 13% 为土壤干层<sup>[9-11]</sup>,从表 2 可知,只有在 6 月 26 日取土时,0~20 cm 前茬小麦免耕的土壤出现了比 13% 少 0.61% 的土壤干层,其它土层含水量都在 13% 以上。在整个夏大豆的生育期中,农田没有明显的持续较长时间的干土层出现,自然降水和地下水供给量完全可以满足夏大豆生长发育的需要,这是夏大豆取得高产的关键所在。试验结果表明,前茬小麦免耕和耕作的夏大豆生育期长短基本相同,没有明显的差异。从表 2 得出,0~20 cm 土层含水量,前茬小麦免耕的比耕作的低,平均降低 1.06%, $t$  测验差异不显著 ( $|t_{0-20}| = 0.576 < t_{0.05} = 2.179$ )。这是由于在降水时 0~20 cm 表层前茬小麦耕作的比免耕的易储存水分所致;20~40 cm、40~60 cm 和 60~80 cm 的平均土壤含水量前茬小麦免耕比耕作的分别高 0.36%、0.96%、0.97%, $t$  测验差异不显著 ( $t_{20-40} = 0.446 < t_{60-80} = 1.096 < t_{40-60} = 1.524 < t_{0.05} = 2.179$ )。这是由于前茬小麦免耕的土壤不但没有犁底层,而且也没有破坏土壤结构,有利于土壤地下水的上升。

### 2.3 前茬小麦免耕与耕作对夏大豆经济性状及产量的影响

由表 3 可知,前茬小麦免耕比耕作的株粒重、株重、百粒重、节数、分枝数和株高平均分别低 0.8 g、1.6 g、0.3 g、0.8 个、0.2 个和 7.6 cm, $t$  测验差异不显著 ( $|t_{\text{株粒重}}| = 0.358 < |t_{\text{株重}}| = 0.369 < |t_{\text{百粒重}}| = 0.381 < |t_{\text{节数}}| = 0.804 < |t_{\text{分枝数}}| = 1.309 < |t_{\text{株高}}| = 1.559 < t_{0.05} = 2.776$ )。前茬小麦免耕的比耕作的株粒数、株荚数和茎粗都增

加,平均分别多 1.4 个、多 1.3 个和粗 0.02 cm, $t$  测验差异不显著( $t_{株粒数}=0.114 < t_{株荚数}=0.244 < t_{茎粗}=0.388 < t_{0.05}=2.776$ )。前茬小麦免耕的夏大豆产量平均为 4 253.6 kg·hm<sup>-2</sup>、耕作的平均为 4 313.2 kg·hm<sup>-2</sup>,前茬小麦免耕比耕作的产量低 59.6 kg·hm<sup>-2</sup>, $t$  测验差异不显著( $|t_{产量}|=1.763 < t_{0.05}=2.776$ )。可见,前茬小麦免耕和耕作 2 种植方式对夏大豆产量无明显影响。

表 2 前茬小麦免耕与耕作夏大豆不同时期土壤含水量的变化

Table 2 Soil water content of different periods of summer soybean in no-tillage and normal tillage of previous crops/%

取土日期 Date of dug (Day/month)	取土深度 Dug deep/cm	前茬免耕 No-tillage in previous crop	前茬耕作 Tillage in previous crop	取土日期 Date of dug (Day/month)	取土深度 Dug deep/cm	前茬免耕 No-tillage in previous crop	前茬耕作 Tillage in previous crop
11/6	0~20	17.77	18.97	26/7	40~60	21.36	20.23
	20~40	18.11	17.82		60~80	23.83	23.70
	40~60	18.92	18.02	10/8	0~20	13.49	14.63
	60~80	21.26	20.97		20~40	17.37	16.83
26/6	0~20	12.39	13.12	27/8	40~60	20.76	19.13
	20~40	17.07	17.05		60~80	24.56	23.05
	40~60	21.43	20.77	24/9	0~20	19.49	20.54
	60~80	24.88	22.66		20~40	18.91	19.16
11/7	0~20	19.49	22.03	24/9	40~60	20.00	19.90
	20~40	21.63	19.76		60~80	21.76	21.57
	40~60	22.79	21.18	24/9	0~20	13.72	13.77
	60~80	24.70	23.24		20~40	16.46	16.60
26/7	0~20	19.40	20.13	24/9	40~60	19.87	19.16
	20~40	19.45	19.23		60~80	20.58	19.59

表 3 前茬小麦免耕与耕作对夏大豆经济性状及产量的影响

Table 3 Influence of no-tillage and normal tillage in previous wheat on economic characters and yield of summer soybean

耕作方式 Tillage methods	株数 Density /1×10 <sup>4</sup> ·hm <sup>-2</sup>	株高 Height /cm	茎粗 Stem diameter /cm	节数 Nodes	分枝数 Branches	株荚数 Pods per pkant	株粒数 Seeds per plant	株重 Plant weight /g	株粒重 Plant seed -weight/g	百粒重 100-seed weight/g	产量 Yield /kg·hm <sup>-2</sup>
免耕 No-tillage	2.30	87.0	0.71	12.9	3.8	44.2	100.2	38.3	17.2	18.1	4253.6
耕作 Tillage	2.29	94.6	0.69	13.7	4.0	42.9	98.8	39.9	18.0	18.4	4313.2

3 结论与讨论

夏大豆整个生育期的降水量,对其产量形成非常重要。在试验生长季节中,降水量基本可以满足夏大豆生长发育的需要,无论前茬小麦是耕作还是免耕,夏大豆都能取得 4 200 kg·hm<sup>-2</sup>以上的理想产量,基本不受 2 种植方式的影响。在夏大豆的出苗期、开花期和鼓粒期等需水临界期都有有效降水,为夏大豆取得较高产量起到了重要作用。

土壤储水量是夏大豆产量高低的基础。试验中在夏大豆整个生育时期,没有明显的土壤干层出现,0~80 cm 土壤含水量大部分时间都在 13% 以上,并随着土壤深度的增加而增加。在一般正常年份,1 m 土层的底墒约能提供 180 mm 的水量<sup>[9]</sup>,为

夏大豆的高产奠定了基础。

前茬小麦免耕与耕作 2 种植方式,在土壤含水量和夏大豆产量上虽有差异,但差异不显著。表明前茬小麦免耕也能够取得和耕作相同的产量。而且,免耕比耕作有较多的优越性,如可以节省劳动量,防止水土特别是土的流失,保护土壤结构,消除犁地层对作物根系生长与吸收的影响。免耕如果加上秸秆覆盖,保水保墒效果将更好,相关研究有待于进一步探讨。

参考文献

[1] 娄中山, 张伟, 周桂霞. 不同耕作方式对土壤水土保持能力的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 17(3): 43-46.  
( Lou Z S, Zhang W, Zhou G S. Effect of different cultivate ways on the quantity of eolation [J]. Journal of Heilongjiang August

- First Land Reclamation University, 2007, 17(3): 43-46.)
- [2] 张艳红. 免耕对土壤水分影响的研究[J]. 黑龙江农业科学, 2007(2): 21-23. (Zhang Y H. Effect of non-tillage on soil water[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2007(2): 21-23.)
- [3] 邵新庆, 沈禹颖, 王堃. 水土保持耕作对夏种大豆光合、蒸腾及水分利用效率的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(6): 82-86. (Shao X Q, Shen Y Y, Wang K. Effects of conservation tillage on the photosynthesis, transpiration and water use efficiency of summer sown *Glycine max*[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2005, 14(6): 82-86.)
- [4] 吕军杰, 姚宇卿, 王育红, 等. 不同耕作方式对坡耕地土壤水分及水分生产效率的影响[J]. 土壤通报, 2003, 34(1): 74-76. (Lv J J, Yao Y Q, Wang Y H, et al. Effects of soil tillage on soil moisture in slop land[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2003, 34(1): 74-76.)
- [5] 梁金凤, 齐庆振, 贾小红, 等. 不同耕作方式对土壤性质与玉米生长的影响研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(4): 945-950. (Liang J F, Qi Q Z, Jia X H, et al. Effects of different tillage managements on soil properties and corn growth[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010, 19(4): 945-950.)
- [6] 李旭, 闫洪奎, 曹敏建, 等. 不同耕作方式对土壤水分及玉米生长发育的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(6): 76-78, 81. (Li X, Yan H K, Cao M J, et al. Effects of different tillage managements on soil moisture and growth and development of maize[J]. Journal of Maize Sciences, 2009, 17(6): 76-78, 81.)
- [7] 刘定辉, 陈尚洪, 舒丽, 等. 四川盆地丘陵区秸秆还田少免耕对土壤水分特征的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(6): 119-122, 128. (Liu D H, Chen S H, Shu L, et al. Impact of straw mulching and no-tillage on soil water characteristics of paddy field in hilly area of Sichuan basin[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2009, 27(6): 119-122, 128.)
- [8] 于振文. 作物栽培学各论[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 264-291. (Yu Z W. Crop cultivation[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2003: 264-291.)
- [9] 龚绍先. 粮食作物与气象[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1988: 191-232. (Gong S X. Food crops and meteorology[M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1988: 191-232.)
- [10] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 3-11. (Huang J Y. Meteorological statistical analysis and prediction[M]. Beijing: China Meteorological Press, 2004: 3-11.)
- [11] 王力, 邵明安, 侯庆春. 土壤干层量化指标初探[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 87-90. (Wang L, Shao M A, Hou Q C. Quantifiable indicators of soil dry layer[J]. Soil and Water Conservation, 2000, 14(4): 87-90.)

(上接第 966 页)

- [5] 唐劲驰, 曹敏建, 刘限. 大豆品种(系)耐低钾性的筛选与评价[J]. 大豆科学, 2003, 22(1): 18-21. (Tang J C, Cao M J, Liu X. Resistance mechanism and screening of soybean genotype resistance to low potassium[J]. Soybean Science, 2003, 22(1): 18-21.)
- [6] 王伟, 李兴涛, 蔡左莹, 等. 低钾胁迫对不同效应型大豆光合特性及叶绿素荧光参数的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(3): 451-455. (Wang W, Li X T, Qi Z Y, et al. Effect of low potassium stress on photosynthetic and chlorophyll fluorescence parameters of two soybean varieties with different K efficiency[J]. Soybean Science, 2008, 27(3): 451-455.)
- [7] 王晓光, 曹敏建, 蒋文春, 等. 钾肥对不同基因型大豆叶片生理功能的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(2): 133-136. (Wang X G, Cao M J, Jiang W C, et al. Effects of potassium deficiency on photosynthetic function of different soybean genotypes[J]. Soybean Science, 2006, 25(2): 133-136.)
- [8] 徐迎春, 李绍华, 柴成林, 等. 水分胁迫期间及胁迫解除后苹果树源叶同化物代谢规律的研究[J]. 果树学报, 2001, 18(1): 1-6. (Xu Y C, Li S H, Chai C L, et al. Carbohydrate metabolism in source leaves of Jonagold apple tree under water stress and after water stress relief[J]. Journal of Fruit Science, 2001, 18(1): 1-6.)
- [9] Li Y R. Activities of  $Mg^{2+}$ -ATPase and  $Ca^{2+}$ -ATPase in various organelles of sugarcane (*Saccharum spp*) leaves[J]. Plant Physiology Communications, 1987, 6: 20-21.
- [10] Pettigrew W T. Potassium deficiency increases specific leaf weights and leaf glucose levels in field-grown cotton[J]. Agronomy Journal, 1999, 91(6): 962-968.