

# Effect of Subsoiling Tillage and Ploughing Tillage on Root Dry Weight after Anthesis and Yield in Dry-Land Wheat

Guoqing Li, Yan Shi

Dryland-Technology Key Laboratory of Shandong Province, Qingdao Agricultural University, Qingdao  
Email: yanshi@qau.edu.cn

Received: Oct. 25th, 2011; revised: Nov. 28th, 2011; accepted: Nov. 29th, 2011

**Abstract:** The effect of subsoiling tillage and ploughing tillage on root dry weight after anthesis and yield had been studied in open dry-land wheat. The result showed that the root dry weight and the proportion of total root weight in the upper soil (0 cm - 20 cm) on the ploughing tillage treatment were higher than that in the subsoiling treatment; Subsoiling can promote the root to spread in deep soil (20 cm - 100 cm) for dry-land wheat and increase the root dry weight in the deep soil. The root dry weight account for the proportion of total root dry weight in subsoiling treatment was higher than that of in the ploughing tillage. And the grain yield in the proportion from the filling period for the subsoiling was bigger than that of in the ploughing tillage. Subsoiling tillage was benefit to increase the number of kernels and gained higher yield in dry-land wheat.

**Keywords:** Subsoiling Tillage; Ploughing Tillage; Dry-Land Wheat; Root Dry Weight; Yield

## 深松与翻耕对旱地小麦花后根系干重及产量的影响

李国清, 石 岩

青岛农业大学农学与植物保护学院, 青岛农业大学旱作技术山东省重点实验室, 青岛  
Email: yanshi@qau.edu.cn

收稿日期: 2011年10月25日; 修回日期: 2011年11月28日; 录用日期: 2011年11月29日

**摘 要:** 通过田间试验, 研究了深松和翻耕 2 种耕作方式对旱地小麦花后根系干重及产量的影响。结果表明, 上层土壤(0 cm~20 cm)根系干重及占个时期总根重比重翻耕耕作处理大于深松处理; 深层土壤(20 cm~100 cm)中小麦根系的分布深松的重量要比翻耕处理的大; 深层土壤(20 cm~100 cm)中根系干重占各时期根重的比重比翻耕处理的高, 同时深松处理的籽粒产量中来自灌浆期的增加比重要大于翻耕处理的, 这样有利于提高穗粒数, 从而提高旱地小麦产量。

**关键词:** 深松; 翻耕; 旱地小麦; 根系干重; 产量

### 1. 引言

随着机械化收获进程的加快, 机械化作业存在明显的土壤压实的问题<sup>[1]</sup>, 这样严重增加土壤的容重等理化性质, 而土壤的结构和理化性质对根系的垂直分布有重要的影响。研究表明, 植物的根系在犁底层受到严重的阻力, 很难向下伸展下扎, 深松耕作可以很

好的打破犁底层, 改善土壤的空隙, 使植物的根系较为活跃的向下伸展<sup>[2,3]</sup>。刘殿英<sup>[4]</sup>等的研究则证明, 深松打破犁底层, 改善土壤通气状况, 有利于促进根系生长。在对大豆根系的研究中发现, 深松能够打破多年形成的犁底层, 降低土壤容重, 增加土壤的含水量, 为作物生长发育提供有利的土壤条件, 深松减小根系在土

壤中的活动阻力<sup>[5]</sup>。同时,深松还可以改善土壤中有有效养分的垂直分布,使深层土壤速效养分含量提高<sup>[6]</sup>,为根系的生长提供更好的条件。深松对土壤结构、水分影响以及地上部分旗叶衰老<sup>[7]</sup>的影响的研究较多,对小麦花后根系干重及干重变化研究较少。为此,本试验研究了深松对小麦花后根系干重及产量的影响,进一步为深松耕作在农业实践上提供理论依据。

## 2. 试验材料及方法

### 2.1. 试验地及供试材料

试验于 2009~2010 年在青岛农业大学试验地进行,试验地无人工灌溉,试验区 2009~2010 平均降水量为 1054.5 mm,其中小麦生长期内的降水量为 379.6 mm,供试品种为济麦 22。土壤的基本肥力情况为有机质 1.13%,全氮 0.101%,速效氮 85.43 mg/kg,速效磷 23.48 mg/kg,速效钾 83.62 mg/kg。

肥料施用情况为:每 667 m<sup>2</sup> 施 25 kg 过磷酸钙、1 kg 硫酸锌、0.5 kg 硼肥;复合肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的含量分别为 15%、12%、15%,施肥量为 50 kg/667 m<sup>2</sup>。全部肥料作为基肥在耕作前一次性撒施在土壤表面,之后进行深松和翻耕耕作处理。

### 2.2. 试验方法

试验设置 2 个处理,处理 1 为深松耕作,深度为 40 cm,深松机使用潍坊道成机电科技有限公司生产的 1S-180 型深松机,处理 2 为翻耕耕作,深度为 20 cm。每个小区的面积为 120 m<sup>2</sup>,长为 15 m,宽为 8 m。每个处理设 3 个重复,深松和翻耕两个处理均在 2009 年 10 月 12 日进行,同时进行播种,基本苗为 16 万/667 m<sup>2</sup>,其他的田间管理措施相同。

根系干重取样分别在小麦花后 0、10、20、30 天 时进行测定,测定时取直径 20 cm 圆形面积的区域,将地上部分沿土壤平面割取后分检籽粒、叶、茎分别烘干称重,根系取样用直径为 20 cm 的铁圆筒垂直打入土壤中取样,每 20 cm 作为一层次取出,共取 5 个层次,每个层次的根系冲洗干净之后烘干测重。小区产量的测定在 2010 年 6 月 15 日取面积为 4 m<sup>2</sup> 的区域进行收获并考种分析,最后折算为 667 m<sup>2</sup> 的产量。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 深松与翻耕耕作对旱地小麦花后根系干重变化的影响

由表 1 可以看出,2 个不同处理的任何层次深度的根系干重随着花后时间的增加呈现逐渐的减少的趋势。不同深度层次的根系干重变化为:0 cm~20 cm 花后 0 天~30 天根系干重翻耕处理 > 深松处理;在其他不同层次的深度,花后 0 天~30 天根系的干重均为深松处理 > 翻耕处理。从根系总干重来看,花后 0 天时根系干重为翻耕处理 > 深松处理,而在花后 10 天~30 天根系干重为深松处理 > 翻耕处理。可见深松处理可以增加根系向深层分布的趋势。

### 3.3. 深松与翻耕耕作对旱地小麦花后干物质来源的影响

从表 3 可以看出,不同处理的来自开花前贮藏器官物质转运的量占籽粒重量的百分数分别为翻耕处理(37.97%)> 深松处理(30.97%);但是在小麦灌浆期增重占籽粒重百分数正好呈现相反的趋势,即为深松处理(69.03%)> 翻耕处理(62.03%)。其中灌浆期增重占开花期重百分数同样为深松处理(49.99%)> 翻耕处理(42.68%)。

Table 1. Effect of subsoiling and ploughing tillage on the change of root dry weight of dry-land wheat after florescence (g)  
表 1. 深松与翻耕耕作对旱地小麦花后根系干重变化的影响(单位: g)

土层深度 Soil layer (cm)	花后天数 Day after flowering period (d)							
	深松处理 Subsoiling treatment				翻耕处理 Ploughing tillage treatment			
	0	10	20	30	0	10	20	30
0~20	3.22	2.66	2.12	1.96	3.86	3.23	2.59	2.09
20~40	1.76	1.66	1.52	1.12	1.38	1.19	0.99	0.91
40~60	1.17	1.05	1.01	0.84	0.97	0.92	0.86	0.69
60~80	0.90	0.86	0.81	0.59	0.81	0.79	0.68	0.49
80~100	0.52	0.44	0.38	0.24	0.51	0.39	0.31	0.15
Σ	7.57	6.67	5.84	4.75	7.53	6.52	5.43	4.33

**Table 2. Effect of subsoiling and ploughing tillage on the proportion of dry root weight of dry-land wheat in different layer of total root after florescence (%)**

**表 2. 深松与翻耕耕作对旱地小麦花后根系干重占各时期总根重百分数(%)的影响**

土层深度 Soil layer (cm)	花后天数 Day after flowering period (d)							
	深松处理 Subsoiling treatment				翻耕处理 Ploughing Tillage treatment			
	0	10	20	30	0	10	20	30
0~20	42.54%	39.88%	36.30%	41.24%	51.26%	49.54%	47.70%	48.26%
20~40	23.25%	24.88%	26.03%	23.58%	18.33%	18.25%	18.23%	21.01%
40~60	15.46%	15.72%	17.30%	17.68%	12.88%	14.11%	15.84%	15.94%
60~80	11.89%	12.89%	13.87%	12.42%	10.76%	12.12%	12.52%	11.32%
80~100	6.87%	6.60%	6.51%	5.05%	6.77%	5.98%	5.71%	3.46%

**Table 3. Effect of subsoiling and ploughing tillage on the sources of dry matter of dry-land wheat after florescence**

**表 3. 深松与翻耕耕作对旱地小麦花后干物质来源的影响**

处理 Treatment	籽粒产量 Grain yield (g)	开花期干物质 Dry matter at flowering stage (g)	成熟期干物质 Dry matter at ripening stage (g)	灌浆期 Filing period		来自前期储备 From the storage during early period		灌浆期增重占籽粒重 Contribution of weight increase in filling period to grain yield (%)
				增重 Weight increase (g)	占开花期 Compared with flowering stage (%)	重量 Weight (g)	占籽粒重 Contribution to grain (%)	
深松	28.96	39.99	59.98	19.99	49.99	8.97	30.97	69.03
翻耕	27.26	39.62	56.53	16.91	42.68	10.35	37.97	62.03

### 3.4. 深松与翻耕耕作对旱地小麦产量构成因素及产量的影响

从表 4 中可以看出, 深松处理在穗数、千粒重方面与翻耕处理的没有显著差异, 但是 2 个处理在穗粒数上差异显著, 产量上 2 个处理间呈现极显著差异, 说明本实验条件下深松处理有利于提高小麦穗粒数, 从而达到提高旱地小麦产量的目的。

## 4. 讨论与结论

小麦根系的生长变化与土壤的各种状况有密切的关系, 改善土壤的理化性质和土壤内部环境是保持土壤水分、增加田间持水量、促进根系下扎、增加作物土壤下层根量比例的一项重要措施<sup>[7-9]</sup>。在本试验中看到, 深松处理与翻耕处理的小麦花后不同土壤深度层次的根系干重及干重占各自时期总根重的百分数都有很大的变化。从不同层次的根系干重来看, 在 2 个处理中, 上层根系(0 cm~20 cm)干重翻耕处理 > 深松处理, 而在下层根系(20~100 cm), 花后各个不同时期的根系干重都表现为深松处理 > 翻耕处理。从不同深度层次根系干重占不同时期总根重的比重来看, 2 个不同处理也有类似的变化趋势。这说明深松处理使小

麦根系在土壤中空间上发生了变化, 深层土壤根系的比重比翻耕处理的高, 这可能是深松处理使深层土壤容重降低, 土质疏松, 肥力及通气性好<sup>[10]</sup>, 根系容易向下生长, 从而增加了深层土壤中根系的比重。

深松处理能够增加根系的深度和深层根系的比重, 这可能与深松处理改善了土壤的水、肥、气等方面有关, 比如深松能增加水分入渗深度, 增加土壤含水量<sup>[11]</sup>, 可将雨季多余水分有效贮存在土壤中, 减少地面径流, 扩大土壤水库容, 提供更有利于小麦根系的生长的环境<sup>[12]</sup>。小麦根系在下层土壤中占的比重增大将更有利于小麦对深层土壤中水分和养分的吸收利用, 进而对小麦地上部分衰老起到有缓解作用, 从而增加叶片的光合时间和光合产物的积累, 有效增加穗粒数, 提高籽粒的千粒重, 有利于小麦获得高产。从 2 个不同处理对产量构成及产量的影响方面来看, 深松处理在各方面高于翻耕处理的, 2 个处理的穗粒数和产量呈现显著差异, 其中产量高于翻耕处理的 10.6%。在本试验中深松处理的灌浆期增重占籽粒比重的百分数明显高于翻耕处理的百分数, 也证实了深松处理有利于灌浆期小麦光合产物的积累。由此可以看出, 深松处理 40 cm 可以使旱地小麦获得高产。

**Table 4. Effect of subsoiling and ploughing tillage on the yield and its components**  
**表 4. 深松与翻耕耕作对旱地小麦产量构成及产量的影响**

处理 Treatment	穗数 Number of ear (10 <sup>4</sup> /667m <sup>2</sup> )	穗粒数 Number of kernels	千粒重 Thousand grain weight (g)	产量 Yield (kg/667m <sup>2</sup> )
深松处理	40.1a	35.53a	42.9a	519.35A
翻耕处理	39.2a	34.62b	40.8a	469.50B

## 5. 致谢

感谢山东省重大应用技术创新项目“旱地小麦高产高效栽培技术研究”(621043)与山东省小麦创新团队岗位专家“栽培与土壤肥料”(621135)基金项目的支持。

## 参考文献 (References)

- [1] 丁昆仑, M. J. Hann. 深松耕作对土壤水分物理特性及作物生长的影响[J]. 中国农村水利水(电农田水利与小水), 1997, 11: 13-16.
- [2] 黄细喜. 土壤紧实度及层次对小麦生长的影响[J]. 土壤学报, 1988, 25(1): 59-65.
- [3] P. B. Barraclough, et al. Effects of a compacted subsoil layer on root and shoot growth, water use and nutrient up take of winter wheat. *Journal of Agricultural Science Combinatorics*, 1988, 110: 207-216.
- [4] 刘殿英等. 栽培措施对冬小麦根系及其活力和植株形状的影响[J]. 中国农业科学, 1993, 26(5): 51-56.
- [5] 郭新荣. 土壤深松技术的应用研究[J]. 山西农业大学学报, 2005, 25(1): 74-77.
- [6] 王法宏, 王旭清, 任德昌等. 土壤深松对小麦根系活性的垂直分布及旗叶衰老的影响[J]. 核农学报, 2003, 17(1): 56-61.
- [7] 黄明, 吴金芝, 李友军等. 不同耕作方式对旱作冬小麦旗叶衰老和籽粒产量的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(6): 1355-1361.
- [8] 秦红灵, 高旺盛, 马月存等. 两年免耕后深松对土壤水分的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 41(1): 78-85.
- [9] T. C. K. Dawkins, et al. The effect of thorough subsoil lossening on the yield of peans (1980) and a subsequent crop of winter wheat (1981). *Research and Development in Agriculture*, 1984, 1: 53-57.
- [10] P. B. Barraclough, et al. Factors affecting the growth and distribution of winter wheat roots under UK field conditions. *Plant and their environment. Proceedings of an ISSR Symposium*, 1991: 410-417.
- [11] 宫秀杰, 钱春荣, 于洋等. 深松少耕技术对土壤物理性状及玉米产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2009, 5: 32-34.
- [12] 肖继兵, 孙占祥, 杨久廷等. 半干旱区中耕深松对土壤水分和作物产量的影响[J]. 土壤通报, 2011, 42(3): 709-714.