

## 土壤压实对春小麦生长的影响<sup>①</sup>

李汝莘<sup>②</sup> 高焕文 王晓燕

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 采用小四轮拖拉机、铁牛-650和JL-1065联合收获机在松软的春小麦种床上压地1遍,苗期测定基本苗、生物量和播深一致性,收获后测定产量等,与免压处理进行比较。结果表明:在干旱的气象条件下,3种压实处理的春小麦产量分别比免压处理低6.28%、21.44%和23.37%;农业机械造成的土壤压实对春小麦生长发育的不利影响十分明显。

**关键词** 土壤;压实;小麦生产;田间管理

**中图分类号** S 233.1

## Effects of Soil Compaction on Spring Wheat Growth

Li Ruxin Gao Huanwen Wang Xiaoyan

(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** Small wheeled tractor, Tieniu-650 tractor and JL-1065 combine harvester were used respectively to compact the freshly tilled soil before drilling spring wheat. The plant population, biomass, uniformity of crop establishment and grain yield after these treatments were measured and compared with those in uncompacted treatment. The results showed that in drought growing season, the grain yield of compacting treatments were reduced by 6.28%, 21.44% and 23.37% respectively than that of the unwheeled treatment. The effects of soil compaction by the agricultural machinery on the growth of spring wheat is very harmful.

**Key words** soil; compaction; wheat production; field management

使用农业机械进行田间管理作业或种床准备时,轮子对土壤要产生压实(即引起非饱和土壤中空气容积减小的土壤压缩)作用,从而影响土壤体积密度、孔隙度和温度,并加大了根系穿透阻力,影响了作物对养分的吸收。这种不良作用可导致土壤状况恶化,造成农作物减产、机器田间作业能耗增加等。一些实现农业机械化较早的国家从50年代开始就对此开展了系统研究,并推广了一些减小土壤压实作用的耕作措施或耕作系统,如机械田间作业时采用低压轮胎、实行带状耕作(Strip cultivation)等。近年来,我国农业生产机械化程度不断提高,大型拖拉机和联合收获机的使用越来越广泛,因此,农业土壤压实问题必须引起足够的重视。本文中针对北方地区农业机械化的特点,结合保护性带状耕作的研究,着重分析几种典型农业机器通过春小麦种床时的压实情况以及对春小麦生长的影响。

收稿日期:1998-03-10

①中澳国际合作项目

②李汝莘,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)214信箱,100083

## 1 试验设备及方法

试验地为中国农业大学(东校区)农场:轻壤土(表1),无水浇条件,土壤有机质的质量分数约1%,属贫瘠薄地。在播种春小麦前2周用铁牛-55拖拉机深耕1遍,耕深25~27 cm,之后用圆盘耙耙和耩。

试验设置4种处理:1种免压处理作为对照,3种压实处理。4次重复,共分16个小区,面积均为4.5 m×10 m。免压处理采用播幅为1.2 m的带状耕作,即拖拉机进地作业沿固定的车

辙行走,车辙中间1.2 m宽的苗带不受机具的碾压。3种压实处理分别采用11 kW小四轮拖拉机、铁牛-650拖拉机和JL-1065联合收获机在春小麦种床上各压地1遍。3种机型的使用质量分别为980,4100和7750 kg;轮胎规格分别为7.5-16,16.9-34和18.4-30;驱动轮接地压力约为78.83和85 kPa。

土壤体积密度及含水率测定采用容重环法,每种处理选4个测试点。测试深度0~50 cm,分5个层次,最后结果为4个点的平均值。

试验用播种机为自行改装的小型施肥播种谷物联合播种机,采用靴式开沟器,幅宽1.2 m,行距0.2 m,牵引动力采用11 kW小四轮拖拉机,加宽轮距为1.5 m。播前土壤含水率16.61%,土壤体积密度见表2。

表1 试验土壤的各级土粒含量

粒径/mm	土粒含量/%
1~0.25	1.40
0.25~0.05	44.56
0.05~0.01	27.42
0.01~0.005	3.87
0.005~0.001	7.31
<0.001	15.44

表2 不同处理的土壤体积密度

kg·cm<sup>-3</sup>

土层深度/cm	免压	压 实		
		小型拖拉机	大型拖拉机	联合收获机
0~10	1.28	1.56	1.63	1.64
10~20	1.48	1.51	1.64	1.62
20~30	1.50	1.50	1.61	1.61
30~40	1.66	1.62	1.73	1.73
40~50	1.72	1.67	1.67	1.68

## 2 试验结果及分析

### 2.1 压实对苗期生长的影响

播后第23天进行春小麦的苗期田间调查,在每个处理的4个小区分别选点,数据的平均值列于表3。可以看出,由于土壤被压实,播种深度受到影响,3种压实处理的播种深度均不同程度变浅,平均播深2.9 cm,比免压处理浅0.43 cm,变化幅度约为13%。经压实处理的小区,尤其是经大型拖拉机和联合收获机压实的小区,地面比较平整,故播种深度变化的标准差较小。免压处理基本苗最多,分别是大型拖拉机和联合收获机压实处理的1.07和1.06倍;其次是小型拖拉机压实处理,约为上述2种压实处理的1.03倍。4种处理的田间出苗率分别为85.46%,82.44%,80.12%和80.37%。造成出苗率低的主要原因是播种深度浅、春旱严重,加

快了压实处理表层水分的蒸发,部分种子发芽后即被旱死或根本未发芽。免压处理和小型拖拉机压实处理的麦苗长得比其他2种处理高,10株总鲜质量和10株总干质量也比其他2种处理大,说明在春旱缺雨情况下,大型机械压实对春小麦苗期生长极为不利。

表3 春小麦苗期调查数据

项 目	免压	压 实		
		小型拖拉机	大型拖拉机	联合收获机
播种深度/cm	3.33	2.85	3.01	2.84
平均基本苗/(万株·hm <sup>-2</sup> )	370.2	357.15	347.1	348.15
株高/cm	21.41	20.0	18.4	18.05
根长/cm	10.36	10.43	8.75	8.32
根密集区长度/cm	5.36	5.36	4.6	4.8
10株总鲜质量/g	3.4	2.77	2.57	2.37
10株根鲜质量/g	0.4	0.32	0.37	0.37
10株总干质量/g	1.09	0.93	0.90	0.85
10株根干质量/g	0.17	0.14	0.16	0.16

## 2.2 压实对根系的影响

在小麦苗期调查时,每个小区取10株麦苗,用水冲去根土后进行根系生长情况调查,平均值参见表3。

可以看出,苗期免压处理的麦根平均长度最大,小型拖拉机压实处理与其接近,大型拖拉机和联合收获机压实处理的明显变短,从根的密集区长度也可以看出相似的趋势。这表明大型拖拉机和联合收获机压实处理的小麦根系的延伸已受到限制,而这种限制对以后的小麦生长无疑会更加不利。

另外,比较各个处理根的鲜质量和干质量,免压处理高于压实处理,但增加部分主要在地面以上。这说明压实处理,特别是大型拖拉机和联合收获机压实处理的小麦根系因受到机械力的胁迫而变粗。

关于土壤压实、土壤机械强度、土壤持水性及通气性对根系生长的影响,已有许多报道<sup>[1]</sup>,得出的主要结论见文献<sup>[2]</sup>。

由表2可知,各种压实处理对土壤体积密度的影响深度一般在50cm以内,而小麦根系也主要集中在耕作层,因此收获时结合测产试验称量去土麦根质量,不同处理间进行比较,可反映出土壤压实对小麦根系生长情况的影响,测试结果参见表5。

从去土根风干质量可以看出,除联合收获机压实处理的小麦根系欠发达外,其他3种处理均较接近,总标准差仅为0.59。由此可见,各种处理间的差异不很明显。主要原因是小麦生长季节持续干旱(土壤含水率长期处于10%左右),缺水成为小麦生长的主要制约因素,免压处理小麦根系的生长同样受到限制。

由土壤的圆锥指数(表4)可以看出土壤的坚实程度。在小麦生长后期天气进一步干旱的情况下所做的测试表明,土壤圆锥指数一般处在2.0MPa以上,且大型拖拉机和联合收获机压实处理高于其他2种处理。文献<sup>[3]</sup>报道,在德国,当轻壤土的圆锥指数大于4.0MPa时,春燕麦的根系将停止生长。由此可知,大型机械产生的土壤压实对春小麦根系生长的影响是不可

忽视的。

表4 土壤圆锥指数

深度/cm	MPa			
	免压	压 实		
		小型拖拉机	大型拖拉机	联合收获机
5	1.04	1.56	2.06	2.17
10	1.61	1.86	2.59	2.74
15	2.03	2.27	3.02	3.35
20	2.37	2.47	3.08	3.23

### 2.3 压实对产量的影响

春小麦考种的选点和取样方法,是在每个小区分别取4个点,2和0.5 m<sup>2</sup>样本各2个,分别进行测定。同时从小样本中取10株,进行单株考种。测试和计算结果见表5。

表5 春小麦考种的部分结果

项 目	免压	压 实		
		小型拖拉机	大型拖拉机	联合收获机
产量/(t·hm <sup>-2</sup> )	2.71	2.54	2.13	2.08
株高/cm	51.84	48.45	45.98	41.95
干物质质量/(t·hm <sup>-2</sup> )	5.32	5.05	4.31	4.25
去土根干质量 <sup>①</sup> /g	24.13	23.89	22.77	16.81
收获指数/%	50.97	50.27	49.34	48.85
总株数/(万株·hm <sup>-2</sup> )	410.4	396.75	379.95	391.65
总穗数/(万穗·hm <sup>-2</sup> )	385.8	376.2	355.65	357.15
有效分蘖率/%	1.73	1.52	1.54	0.53
穗粒数/粒	17.375	17.125	14.3	13
穗质量/g	0.66	0.64	0.56	0.53
千粒质量/g	33.525	32.425	30.675	31.225

①相同风干条件下(含水率13.6%)200株小麦的去土根质量。

由于天旱缺雨,小麦严重减产,但各处理间的差异仍能反映出土壤压实所产生的影响。免压处理的小麦产量分别比其他3种压实处理高出6.70%,27.29%和30.49%,差别十分明显,说明土壤压实对春小麦生产的综合影响严重。免压处理的小麦干物质产量比其他3种处理分别高出5.25%,23.23%和25.07%,其中小型拖拉机压实处理所出现的差异,主要是由播种和出苗质量差,使总株数减少造成的。对于大型拖拉机和联合收获机压实处理来说,则是因为小麦的生长和发育都受到了限制。

免压和小型拖拉机压实处理的穗质量和穗粒数2项指标都较高,其中免压处理最高,说明在干旱条件下,大型机械造成的土壤压实进一步限制了生长后期春小麦对水分和养分的吸收及穗的发育,而小型机械的压实则影响不大。

## 3 结 论

1)土壤条件对作物产量的影响主要取决于气象条件<sup>[4]</sup>。在有利的气象条件下,土壤压实的

不利影响可以得到一定的补偿,但在干旱情况下,大型机械所造成的土壤压实对春小麦生长发育的危害十分严重,小型机械压实则影响不大。

2)在春小麦播种期,由于季节特点,土壤含水率往往偏低,所以播种深度不能过小。适当的压实会改善播种一致性和水分的利用,对麦苗生长有利。

3)土壤压实增加了春小麦根系延伸的阻力,尤其大型机械的压实,在小麦的苗期就对根系生长产生明显的阻碍作用。尽管在多数情况下,天气干旱、土壤圆锥指数一直比较高,使免压处理的小麦根系也受到了机械力的胁迫,但大型机械压实对苗期根系的影响仍然没有被掩盖。

### 参 考 文 献

- 1 希勒尔 D 著. 土壤物理学概论. 尉庆丰, 荆家海等译. 西安: 陕西人民教育出版社, 1988. 124~125
- 2 李汝莘, 高焕文, 苏元升. 小四轮拖拉机播前压实对土壤物理特性及作物生长的影响. 中国农业大学学报, 1998, 3(2): 65~68
- 3 Ehlers W, Kopke U, Hesse F, et al. Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. *Soil & Tillage Res*, 1983(3): 261~275
- 4 Graham J P, Blackwell P S, Armstrong J V, et al. Compaction of silt loam by wheeled agricultural vehicles ( I ): Effects on growth and yield of direct-drilled winter wheat. *Soil & Tillage Res*, 1986(7): 189~203