

关于黑土耕层不同层次土壤 生产力的试验

谢民泽 陈恒星 (九三农管局 科研所)
乔 楹 (中国科学院林业土壤研究所)

本试验是继国营农场机械化耕作制度研究中的耙耱播种和紧密度试验之后的又一专题试验,目的在于探求耕层土壤的肥力,在层次间垂直分布的状况及其变化动态。为我省黑土地地区的土壤耕作改制提供依据。试验自1963年至1965年作了三年。1978年为了进一步检验以前得出的结果,又进行了该项试验。现将试验结果总结如下,供讨论耕作改制的参考。

一、试验方法

将耕层二十五厘米的土壤,垂直分作五层,每层五厘米为一个处理共五个处理。把每一层的土壤分别挖出,集中放入预定的小区方框或盆钵中,种植作物观察其生育情况并考核产量,以产定各层次土壤的肥力状况。并对各层次的土壤进行化学分析,作为试验的旁证。所有供试土壤均取自近年不施肥的

表一 历年试验处理表

| 年度 | 前茬 | 供试作物 | 品种名称 | 试验方法 | 重复次 | 小区数 | 小区面积/m ² | 附 记 |
|------|----|------|----------|----------|-----|-----|---------------------|----------------------------------|
| 1963 | 大豆 | 小麦 | 克 强 | 田间 | 1 | 5 | 1.5 × 1.5 = 22.5 | 1962年收获后不翻地,1963年春处理 |
| | 小麦 | 小麦 | 克 强 | 小区 | 1 | 5 | 1.5 × 1.5 = 22.5 | |
| 1964 | 小麦 | 小麦 | 迎春一号 | 田间 | 1 | 5 | 1.8 × 1.8 = 3.24 | 1963年收获后不翻地,1964年春处理 |
| | 小麦 | 大豆 | 黑龙江41号 | 小区 | 1 | 5 | 1.8 × 1.8 = 3.24 | |
| 1965 | 大豆 | 小麦 | 迎春一号 | 田间 | 1 | 5 | 1.8 × 1.8 = 3.24 | 系1964年处理的小区收获后不动土,1965年在原小区迹地上播种 |
| | 小麦 | 大豆 | 九三一—19 | 小区 | 1 | 5 | 1.8 × 1.8 = 3.24 | |
| 1978 | 大豆 | 小麦 | 克 69—701 | 田间 小区 | 3 | 15 | 1.5 × 0.8 = 1.2 | 系自1974年—1977年四年没有翻地,1978年春处理 |
| | 大豆 | 小麦 | 沈 68—71 | 盆钵 | 4 | 20 | 每盆盛土斤 35市斤 | |
| | 小麦 | 大豆 | 黑河54号 | 盆钵 | 2 | 10 | 每盆盛土斤 35市斤 | |

地段，历年试验的具体作法如下，见表一。

二、试验结果

1. 耕层土壤分层处理种上作物后，历年试验均得出同一结果。第一第二层的土壤最为肥沃，生产力高，作物植株高大繁茂，籽实产量高，随着层次深度的下移，生产力依

次降低。小麦在历年试验中，第三层土壤的产量平均为第一层的77%，第四层为57.5%，第五层为43.9%。大豆第三层土壤的产量平均为第一层的94.4%，第四层为87.6%，第五层为71.4%。生育期中的各项测定和春种数据，均表现出上层好于下层这一相同趋势，有关数据见表二~表八。

表二 1963年小麦在不同层次土壤上的试验结果

| 前茬 | 处理 (cm) | 株高 (cm) | 穗长 (cm) | 小穗数 | 穗粒数 | 千粒重 (克) | 折合亩产 (斤) |
|----|------------|------------|------------|------|------|------------|-------------|
| 豆 | 0~5 | 115.7 | 8.0 | 15.2 | 27.9 | 28.8 | 203 |
| | 5~10 | 116.9 | 7.8 | 16.9 | 26.1 | 30.2 | 197 |
| | 10~15 | 110.4 | 8.1 | 16.2 | 25.5 | 30.0 | 177 |
| 茬 | 15~20 | 98.5 | 6.7 | 13.8 | 23.5 | 28.2 | 116 |
| | 20~25 | 83.6 | 5.8 | 11.0 | 18.0 | 27.6 | 95 |
| 麦 | 0~5 | 83.0 | 6.0 | 11.8 | 17.0 | 28.5 | 107 |
| | 5~10 | 83.5 | 5.8 | 12.3 | 16.5 | 29.0 | 109 |
| | 10~15 | 81.8 | 5.7 | 11.4 | 15.4 | 28.0 | 104 |
| 茬 | 15~20 | 77.6 | 5.5 | 11.7 | 16.1 | 23.0 | 67 |
| | 20~25 | 70.6 | 4.6 | 11.1 | 11.5 | 23.0 | 43 |

表三 1964年小麦在麦茬上不同层次土壤上的试验结果

| 处理 cm | 株高 cm | 穗长 cm | 小穗数 | 三小穗 粒数 | 穗粒数 | 千粒重 克 | 折合亩产 斤 |
|----------|----------|----------|------|-----------|------|----------|-----------|
| 0~5 | 88.4 | 6.8 | 13.3 | 7.2 | 33.3 | 23.8 | 141 |
| 5~10 | 76.7 | 6.6 | 12.4 | 5.8 | 29.4 | 19.2 | 94 |
| 10~15 | 70.1 | 6.2 | 11.8 | 5.4 | 28.3 | 19.0 | 71 |
| 15~20 | 68.8 | 6.1 | 11.4 | 3.5 | 25.2 | 18.4 | 46 |
| 20~25 | 64.8 | 5.5 | 10.5 | 1.7 | 22.0 | 18.3 | 40 |

注：6月6日处理 7日播种 12日出苗 8月30日成熟

表四 1964年大豆在小麦茬上不同层次土壤上的试验结果

| 处理 cm | 全重 克/m ² | 粒重 克/m ² | 株荚数 | 株粒数 | 百粒重 克 | 折斤合 斤/亩 |
|----------|------------------------|------------------------|-------|-------|----------|------------|
| 0~5 | 410 | 159.1 | 20.37 | 43.75 | 14.45 | 212 |
| 5~10 | 420 | 159.4 | 20.15 | 43.08 | 14.25 | 212 |
| 10~15 | 390 | 149.9 | 16.75 | 40.04 | 13.50 | 200 |
| 15~20 | 385 | 138 | 15.80 | 37.85 | 13.38 | 184 |
| 20~25 | 275 | 95.8 | 12.00 | 29.80 | 12.42 | 128 |

表五

1978年小麦在不同层次土壤上的试验结果

| 处 理 cm | 拔节时 株 高 cm | 成 株 高 度 cm | 小 区 成穗数 | 穗 长 cm | 小穗数 | 其 中 有效的 | 穗粒数 | 千粒重 克 | 折合 亩斤 |
|-----------|------------------|------------------|------------|-----------|------|------------|------|----------|----------|
| 0~5 | 39.7 | 111.6 | 746 | 8.6 | 17.0 | 15.3 | 29.8 | 33.3 | 762 |
| 5~10 | 38.0 | 107.3 | 716 | 7.6 | 16.0 | 14.3 | 27.9 | 34.6 | 730 |
| 10~15 | 36.7 | 94.2 | 707 | 7.4 | 15.7 | 13.1 | 25.0 | 36.5 | 705 |
| 15~20 | 34.3 | 93.8 | 681 | 6.5 | 14.7 | 12.1 | 22.8 | 36.0 | 627 |
| 20~25 | 34.0 | 84.5 | 674 | 5.6 | 12.9 | 10.0 | 17.3 | 33.2 | 564 |

注：5月17日处理，18日播种，8月29日收，收时第一、二层小区生育繁茂，尚未成熟，千粒重受影响，其实际产量应较表中数字为高。

表六

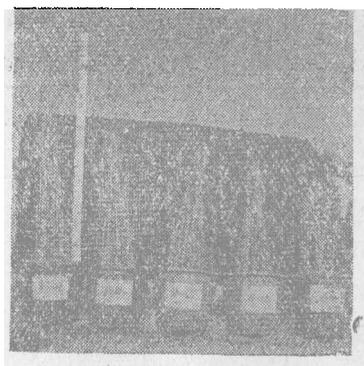
1978年小麦在不同层次土壤上盆栽的结果

| 处 理 cm | 拔节时 株 高 cm | 成 株 高 度 cm | 每 盆 成穗数 | 茎 粗 mm | 穗 长 cm | 有 效 小穗数 | 穗粒数 | 千粒重 克 | 粒重 克/盆 |
|-----------|------------------|------------------|------------|-----------|-----------|------------|------|----------|-----------|
| 0~5 | 34.5 | 68.6 | 23.3 | 2.6 | 5.6 | 8.6 | 24.0 | 34.8 | 17.5 |
| 5~10 | 28.8 | 61.0 | 25.3 | 2.1 | 4.7 | 7.3 | 16.1 | 33.4 | 12.0 |
| 10~15 | 28.4 | 56.7 | 23.8 | 1.9 | 4.4 | 7.2 | 13.3 | 28.8 | 10.1 |
| 15~20 | 28.2 | 55.0 | 23.5 | 1.8 | 4.0 | 5.9 | 11.2 | 25.0 | 9.3 |
| 20~25 | 21.4 | 45.3 | 22.8 | 1.5 | 3.4 | 3.7 | 9.0 | 21.3 | 5.3 |

表七

1978年大豆在经过秋翻地的不同土壤层次的盆栽结果

| 处 理 cm | 全 重 克/4株 | 株 高 cm | 株荚数 | 株粒数 | 百粒重 克 | 粒 重 克/盆 | 注 |
|-----------|-------------|-----------|------|------|----------|------------|-------------------------------|
| 0~5 | 91.3 | 50.7 | 31.9 | 69.8 | 18.6 | 51.95 | 5月23日处理， 播种每盆4株9月 12日成熟 |
| 5~10 | 84.9 | 51.5 | 26.3 | 59.8 | 20.6 | 49.25 | |
| 10~15 | 89.2 | 51.1 | 27.5 | 61.2 | 20.1 | 49.05 | |
| 15~20 | 84.4 | 51.1 | 26.7 | 57.7 | 19.9 | 45.90 | |
| 20~25 | 79.5 | 50.1 | 25.9 | 54.4 | 19.7 | 42.75 | |



盆栽试验中一个重复

表八

历年不同层次土壤上试验的相对产量表%

| 作物 | 年度及前茬 | 0~5 | 5~10 | 10~15 | 15~20 | 20~25 |
|--------|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 小 麦 | 1963年 豆茬上 | 100 | 97.0 | 87.2 | 57.1 | 46.8 |
| | 1963年 麦茬上 | 100 | 101.9 | 97.2 | 62.6 | 40.2 |
| | 1964年 麦茬上 | 100 | 66.7 | 50.4 | 32.6 | 28.4 |
| | 1978年 豆茬上 | 100 | 95.8 | 92.5 | 82.3 | 74.0 |
| | 1978年 豆茬上(盆栽) | 100 | 68.6 | 57.7 | 53.1 | 30.3 |
| | 平均产量% | 100 | 86.0 | 77.0 | 57.5 | 43.9 |
| 大 豆 | 1964年 麦茬上 | 100 | 100 | 94.3 | 86.8 | 60.4 |
| | 1978年 玉米茬上 (翻地的土壤) | 100 | 94.8 | 94.4 | 88.4 | 82.3 |
| | 平均产量% | 100 | 97.4 | 94.4 | 87.6 | 71.4 |

表九

1964年三叶期追肥对不同层次土壤上小麦的增产情况

| 处理项目 | 层次cm | 0~5 | 5~10 | 10~15 | 15~20 | 20~25 |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 不追肥产量克/取样段 | | 83.5 | 48.2 | 38.9 | 22.2 | 16.7 |
| 追肥后产量克/取样段 | | 83.4 | 64.9 | 56.5 | 40.8 | 40.8 |
| 追肥后提高% | | 0 | 34.6 | 45.2 | 83.8 | 144.3 |

2. 对不同层次土壤的小区进行追肥试验, 也同样得出上层土壤肥沃下层土壤瘠薄的结果。下层土壤由于肥力不足, 表现出追肥效果明显好于上层土壤的肥料效果, 其产量增长80%到一倍以上。但产量的绝对值还是不如上层土壤, 见表九。

3. 对分层土壤进行的化学分析, 也可以旁证上层土壤的肥力要好于下层土壤。各项

养分的含量基本上都是上层较高, 往下则依次降低。速效性养分的氮磷含量更为明显, 详见表十~十一。

三、问题及讨论

1. 田间试验和室内分析, 明确看出黑土耕层内的土壤肥力并非是均一状态, 而是呈现出上肥下瘦的垂直分布。

表十

不同层次土壤养分的化学分析结果(一)

| 前 茬 | 项 目 层 次 cm | 速 效 养 分 克毫/100 克土 | | | | |
|-----|---------------|-------------------|-----------------|------|-------------------------------|------------------|
| | | NO ₃ | NH ₄ | N 合计 | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 大 豆 | 0~10 | 4.37 | 3.12 | 7.49 | 2.50 | 1.24 |
| | 10~20 | 1.62 | 1.25 | 2.87 | 2.25 | 1.37 |
| 小 麦 | 0~10 | 3.50 | 2.50 | 6.00 | 2.02 | 1.32 |
| | 10~20 | 2.12 | 1.00 | 3.12 | 2.12 | 1.13 |

分析单位: 中国科学院林土所黑土工作队化验室 1961年9月20日

| 前 茬 | 深 度 | 全 N | 水 解 N | 全 P | 速 效 P | 有 机 质 | PH |
|--------------------|-------|-------|----------|-------|----------|-------|------|
| | cm | % | 毫克/100克土 | % | 毫克/100克土 | % | |
| 小 麦 | 0~5 | 0.238 | 2.92 | 0.190 | 6.50 | 5.21 | 6.45 |
| | 5~10 | 0.217 | 2.30 | 0.164 | 3.76 | 4.49 | 6.50 |
| | 10~15 | 0.211 | 1.96 | 0.161 | 2.79 | 4.78 | 6.45 |
| | 15~20 | 0.205 | 2.05 | 0.142 | 2.62 | 4.58 | 6.40 |
| | 20~25 | 0.202 | 2.63 | 0.137 | 1.09 | 3.87 | 6.50 |
| 大 豆 | 0~5 | 0.220 | 2.63 | 0.204 | 10.20 | 5.12 | 6.50 |
| | 5~10 | 0.226 | 2.63 | 0.189 | 9.19 | 4.92 | 6.40 |
| | 10~15 | 0.208 | 2.62 | 0.162 | 4.70 | 4.78 | 6.45 |
| | 15~20 | 0.181 | 2.00 | 0.156 | 3.10 | 4.35 | 6.45 |
| | 20~25 | 0.158 | 1.81 | 0.162 | 1.80 | 3.90 | 6.45 |

分析单位：九三农场局科研所化验室 1977年10月25日

2. 这种肥力分布的状态，无疑对我省作物的生长发育有其积极的意义。我省高寒低温无霜期短，作物生育期短，其幼苗早期养份的供应极为重要。耕层土壤上肥下瘦的肥力分布，恰好是沃土相对集中于上层，给作物创造了一个较好的苗床条件，使作物生长在一个较好的土壤环境中，以适应作物生长对养份的需要，这对提高作物产量是极有利的。从耙茬播种比连年耕翻播种的产量高，从这一点看，也证实了这一结果。因此，我们认为我省黑土地地区的土壤耕作以少动土和少翻转为好，以保持和广为利用这种自然财富。根据这种情况来设计相应的农业机具，以充分利用土壤肥力而获得高产。

3. 从试验中我们也看出耕层土壤肥力在垂直间的一些变化动态。试验中生产力较低的下层不肥土壤，乃是前年上层肥沃土壤翻到下面去的，经过一个生长周期即由肥变瘦，而上层肥沃的土壤，又正是前年翻上来的，经过一个生长周期又由瘦变肥了。在1978年作的另一盆栽试验是用1977年秋翻的小麦茬土壤，发现仅仅经过晚秋冬季和早春的半年时间，翻下去的土壤即开始变瘦了，翻上来的土壤就稍微好于翻下去的土壤肥力，表

现在作物产量上也依次稍微高于下层土壤。这说明耕层土壤上肥下瘦的肥力分布，乃是自然界土壤的客观规律。既然如此，经常的翻转土壤就显得没有必要。因为仅仅使耕层土壤的肥力垂直间频繁循环而已，同时还由此而容易损耗土壤的肥力。当然翻压绿肥等有机物质是另一回事。

4. 耕层土壤上肥下瘦的肥力分布，随着时间的延续就更明显，这点从不翻地原茬土壤上的试验，比翻地土壤上的试验上下层次间的产量差距较大可以证实。这说明上肥下瘦的肥力分布与自然气候有密切关系。因为上层土壤能较多地接受光、热、雨水和微生物的活动，而下层土壤则相反。

5. 但是这种上肥下瘦的肥力状况，在更多的时间之后，它又向哪个方向变化？在人的干预条件下其消长规律又是如何？上下层次间的土壤肥力的差距是否会越来越悬殊？到一定的年限是否应给予适当的翻转而加以调节和平衡等问题，还有待于更多的科学试验和生产实践来回答。总之，通过本试验查明了上层土壤肥力高，生产力高，对如何利用这种自然肥力分布规律，提出一些粗浅看法。