

# 土壤水分胁迫对大豆连作植株生长及病害影响<sup>\*</sup>

邹永久 韩丽梅 付慧兰 阎飞 王树起

(中国人民解放军农牧大学 长春市 130062)

## 提 要

大豆是土壤水分比较敏感的作物,水分胁迫对大豆连作植株生育影响超过了连作本身的障碍因素影响;水分胁迫加剧了连作大豆苗期病害。病株率与土壤含水呈显著负相关。土壤含水大于 190g/kg 至 200g/kg,连作大豆栽培障碍最轻。

**关键词** 水分胁迫;大豆连作;植株生长;病害

大豆连作(重茬栽培)是当前市场经济推动下导致种植面积不断扩大的必然结果。连作减产已有较多报道<sup>[1 2 3 4]</sup>,其幅度约在 15% 至 30% 之间,并随连作延长而加剧。在造成连作减产的诸因素中,土壤水分对大豆连作生长影响报道较少。我们为此开展研究,目的在于为素有“十年九春旱”的北方春大豆产区,合理利用土壤水分资源,减轻大豆连作危害提供依据。

## 材料与amp;方法

### 一、试验材料

试验设在长春农牧大学农科站,供试土壤为试验区正茬和连作 1- 5 年的中层黑土,土壤基本农化特性见表 1 表 2,品种为长农 5 号。

### 二、试验处理:

试验以人为控水方式进行,设盆栽和田间小区对比处理。盆栽装土 12.5kg/盆,人为压实,土壤容重控制在 1.0~ 1.2mg/m<sup>3</sup>。人为控水处理:水分胁迫组,控制土壤相对含水为 40~ 50%,实际维持在 48~ 52% 之间;非水分胁迫组,控制土壤相对含水在 60~ 80%,实际维持在 69~ 72% 左右。

田间小区控水处理:春旱年以自然状态土壤含水为胁迫组,1994 年春旱 6 月中旬,地表 0~ 10cm 含水 65~ 73g/kg(相对含水 24~ 27%),10~ 25cm 含水 137~ 146g/kg(相对含

\* 本文于 1996 年 11 月 13 日收到。

This paper was received on Nov. 13, 1996.

表 1 试验茬口调整设计

Table 1 The design of stubble of the experiment plot

| 年<br>Year | 试验区号<br>The number of the experiment plot |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | 1   | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         |
| 1989      | 菜地<br>V S                                 | 菜地<br>V S | 菜地<br>V S | 菜地<br>V S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 玉米<br>M S | 大豆<br>S S | 菜地<br>V S |
| 1990      | 小麦<br>W S                                 | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 小麦<br>W S |
| 1991      | 小麦<br>W S                                 | 小麦<br>W S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S |
| 1992      | 大豆<br>S S                                 | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 小麦<br>V S | 大豆<br>S S |
| 1993      | 大豆<br>S S                                 | 小麦<br>W S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S |
| 1994      | 大豆<br>S S                                 | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 小麦<br>W S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S | 大豆<br>S S |

Note "V S" represents vegetable soil, "S S" represents soybean soil, "W S" represents wheat soil, "M S" represents maize soil

表 2 大豆连作土壤的基本肥力状况

(1994年)

Table 2 The basic fertility condition of soil of successive soybean planting field (1994)

| 处理<br>Treatments                     | 有机碳<br>Organic<br>C<br>(g/kg) | 全氮<br>Total<br>N<br>(g/kg) | 全磷<br>Total<br>P<br>(g/kg) | 水解氮<br>Hydrolyzable<br>N<br>(mg/kg) | 速效磷<br>Available<br>P<br>(mg/kg) | 速效钾<br>Available<br>K<br>(mg/kg) | 阳离子<br>交换量<br>CEC<br>(cmd/kg) |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 正茬 (CK)<br>Normal rotation           | 15.31                         | 1.31                       | 0.49                       | 104.36                              | 29.8                             | 182                              | 29.99                         |
| 重一年<br>Soybean-soybean               | 15.14                         | 1.28                       | 0.45                       | 95.90                               | 23.5                             | 170                              | 29.92                         |
| 重二年<br>For 2 years                   | 14.73                         | 1.26                       | 0.42                       | 91.90                               | 20.1                             | 160                              | 29.58                         |
| 重三年<br>For 3 years                   | 14.68                         | 1.23                       | 0.43                       | 93.45                               | 17.6                             | 158                              | 29.42                         |
| 重四年<br>For 4 years                   | 14.68                         | 1.24                       | 0.43                       | 94.01                               | 17.4                             | 162                              | 29.33                         |
| 重五年<br>For 5 years                   | 13.58                         | 1.23                       | 0.41                       | 93.45                               | 14.96                            | 168                              | 29.36                         |
| 迎茬<br>Soybean following<br>next crop | 15.26                         | 1.27                       | 0.46                       | 96.94                               | 24.4                             | 170                              | 29.88                         |

水 49~52%) 非旱年,人为选择不同处理的 10m<sup>2</sup>防雨控水;非胁迫处理,实施人工灌后三天测土壤含水,使土壤含水大于 190g/kg(相对含水 75~76%)

### 三、试验播种、调查、测定

试验播种 4月 25日,播量 5.5kg/亩,设计保苗 1.4~1.5万株/亩。施肥:磷酸铵 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%, N 18%) 9kg/亩,尿素 (N 46%) 1.5kg/亩。除正茬外,其它处理均亩施呋喃丹农

药 1.5 kg/亩, 防线虫病。

调查日期 6月 17- 18日, 病株标准以主根 1/2腐烂变黑, 地上植株焉萎为准。盆栽每处理 6盆 18株, 小区每处理 2点, 每点 1m<sup>2</sup>。根瘤调查 7月 15日, 盆栽每处理 4盆 12株, 试验小区每处理 3点, 每点 6株, 计 18株。

测定: 根瘤采用水浸冲洗, 检数称重。土壤容重环刀法; 田间持水量环刀实验室法; 水分含量烘干法。

## 结果与讨论

### 一、水分胁迫对连作大豆植株生育的影响

大豆是水分比较敏感的作物, 俗有“旱谷涝豆”、“大豆开花, 垅沟摸虾”之说。研究发现, 连作大豆植株生长不良的核心, 与耕层土壤水分状况有密切关系, 土壤水分含量可以加重或减轻大豆连作本身形成的障碍危害。当水分不足, 其含水量低于土壤相对含水量 60% 以下时, 不同处理的同一生育(始花)期, 其植株平均鲜重、有效根瘤数及根瘤鲜重, 正茬明显高于重茬, 且重茬年限间随年代延长而呈现显著递降趋势; 当耕层土壤含水大于或等于相对含水 70% 以上时, 上述规律虽然存在, 但植株长势指标分别优于水分不足的相同处理 9.3%、20.4% 和 54.4%, 而且连作植株长势与水分不足的正茬长势近似, 同时连作大豆年代间长势差异极不显著, 变化甚微(表 3)。

表 3 水分胁迫对连作植株生育的影响

Table 3 Effect of water stress on plant growth in soybean successive cropping

| 处理<br>Treatments                            | 水分胁迫<br>water stress |                      |                      |                      |                     |                     | 非胁迫<br>Non-Water stress |                      |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | 正茬 (CK)              | 重一年                  | 重二年                  | 重三年                  | 重四年                 | 重五年                 | 正茬 (CK)                 | 重二年                  | 重三年                  | 重五年                  |
|   | Normal<br>rotation   | Soybean-<br>soybean  | For 2<br>years       | For 3<br>years       | For 4<br>years      | For 5<br>years      | Normal<br>rotation      | For 2<br>years       | For 3<br>years       | For 5<br>years       |
| 土壤含水量<br>Soil moisture<br>(g/kg)            | 146                  | 139                  | 142                  | 137                  | 141                 | 139                 | 204                     | 196                  | 198                  | 198                  |
| 相对含水<br>Relative moisture<br>percentage (%) | 51.6                 | 49.1                 | 50.2                 | 48.4                 | 49.8                | 49.1                | 72.1                    | 69.3                 | 70.0                 | 70.0                 |
| 植株鲜重<br>Plant fresh<br>weight (g)           | $\frac{702}{39}$     | $\frac{661}{36.7}$   | $\frac{686}{38.1}$   | $\frac{594}{33}$     | $\frac{563}{31.3}$  | $\frac{576}{32}$    | $\frac{765}{42}$        | $\frac{709}{39.4}$   | $\frac{700}{38.9}$   | $\frac{630}{35}$     |
| 根瘤鲜重<br>Nodule fresh<br>weight (g)          | $\frac{20.34}{1.13}$ | $\frac{12.96}{0.72}$ | $\frac{12.42}{0.69}$ | $\frac{10.44}{0.58}$ | $\frac{8.28}{0.46}$ | $\frac{8.10}{0.45}$ | $\frac{30.12}{1.67}$    | $\frac{18.36}{1.02}$ | $\frac{17.46}{0.97}$ | $\frac{13.32}{0.74}$ |
| 根瘤数(个)<br>Nodule number                     | $\frac{199}{110.6}$  | $\frac{1733}{96.3}$  | $\frac{1586}{88.1}$  | $\frac{1675}{93}$    | $\frac{1202}{66.8}$ | $\frac{1318}{73.2}$ | $\frac{2380}{132.2}$    | $\frac{2018}{112.1}$ | $\frac{1789}{99.4}$  | $\frac{1722}{95.7}$  |

备注

1. 土壤田间持水量 283g/kg

2. 调查日期, 始花期 7月 15日。

Notes

3. 每处理 3点, 每点 6株。

4. 分母平均数, 分子总数。

## 二、水分胁迫对连作大豆苗期病害的影响

大豆连作引发植株病害,据资料报道,这是由于连作植株根系分泌物在土壤中的残留和对环境及微生物种群间的生化影响,致使重茬大豆土壤微生物区系由正茬的高肥“细菌型”向低肥的“真菌型”转化,由于致病性真菌微生物侵染大豆根部而造成根腐病、灰斑病、枯萎病等病害发生,并随连作年限延长而加剧<sup>[5-6]</sup>。研究发现,耕层土壤水分可加重或抑制连作大豆植株病害的发生,其影响程度远远超过植株连作本身导致的病害危害(表4)。

由表4可见,土壤水分不足,大豆苗株染病,特别是连作植株,病害加剧,其病株率超过正茬2~3倍,并随连作年限延长而递增,土壤耕层含水与病株率之间呈现显著的负相关( $r = -0.7689$   $n=2=8$   $\gamma_{0.01} = 0.765$ );土壤水分充足,特别是耕层土壤10~25cm含水超过190g/kg,其相对含水维持在70%左右时,不仅植株正茬长势健壮无病,就是连作大豆植株病害率也轻,比缺水相同处理减少20至30个百分点,接近缺水正茬长势水平,同时连作年代间病害差异也小,病害率差小于或等于1%。

表4 水分胁迫对连作大豆苗期病害的影响

Table 4 Effect of water stress on diseases of seedling stage in soybean successive cropping

| 处理<br>Treatments                                | 水分胁迫<br>Water stress        |                     |                |                |                |                | 非胁迫<br>Non-water stress |                |                |                |
|---|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|
|   | 正茬 (CK)                     | 重一年                 | 重二年            | 重三年            | 重四年            | 重五年            | 正茬 (CK)                 | 重二年            | 重三年            | 重五年            |
|   | Normal<br>rotation          | Soybean-<br>soybean | For 2<br>years | For 3<br>years | For 4<br>years | For 5<br>years | Normal<br>rotation      | For 2<br>years | For 3<br>years | For 5<br>years |
| 5月21日苗情<br>(株/m <sup>2</sup> )<br>Seedling case | 21.8                        | 21.0                | 20.6           | 21.0           | 21.1           | 20.8           | 22                      | 21             | 20.7           | 21.2           |
| 10~25cm<br>土壤含水<br>Soil moisture<br>(g/kg)      | 140                         | 134                 | 131            | 136            | 131            | 132            | 200                     | 192            | 194            | 193            |
| 相对含水量<br>Relative moisture<br>percentage        | 49.5                        | 47.3                | 46.3           | 48.1           | 46.3           | 46.6           | 70.7                    | 67.8           | 68.6           | 68.2           |
| 病菌(株/m <sup>2</sup> )<br>Disease seedlings      | 3.2                         | 4.5                 | 6.8            | 6.1            | 8.1            | 9.70           | 0                       | 2.9            | 3.1            | 3.2            |
| 病害率<br>Disease rate                             | 14.7                        | 21.4                | 33.0           | 29.1           | 38.9           | 46.20          | 0                       | 13.8           | 14.8           | 15.4           |
| Notes<br>备注                                     | 1.播期4月25日。 2.调查日期(分枝)6月17日。 |                     |                |                |                |                | 3.病:95%立枯病,5%猝倒病。       |                |                |                |

土壤水分对大豆连作植株生长及病害呈现的上述影响,分析其原因:一是由于土壤水分起到冲淡或浓缩植株根系分泌物浓度的作用。含水多,浓度低,降低或减缓有毒物对根系的侵染毒害,使根区环境维持在一个适宜的根系正常生长范围。含水少,浓度大,使环境恶化,有毒物侵染力增强腐蚀根系,同时病害严重发生导致烂根或死亡;另一是土壤水分可促进或抑制植株新陈代谢的进程。含水充足,根细胞渗透吸水和植株代谢过程能正常进行,植株生长健壮,抗病力增强。据报道水分缺乏,植株体内硝酸还原酶的活性、根瘤固氮作用受到抑制,体内酶保护系统遭到破坏,不仅扰乱了体内代谢,而且毁坏了细胞的结

构<sup>[7]</sup>,致使植株生长瘦弱而染病。

## 结 语

大豆各生育时期的生长状况和病害程度虽然对植株的最终生育状况和产量都会造成影响,但苗期至始花期的生育和病害状况更是至关重要。北方黑土春大豆栽培区(每年5-7月中旬),常因“十年九春旱”而影响大豆苗期的生长和病害,特别是近年来连作面积的扩大,加之连作本身的障碍因素,致使大豆生产发展受限。为了在无水浇条件下的广大地区发展大豆生产,本研究特为北方黑土春大豆连作栽培区,提供了一个适宜连作栽培的非水分胁迫土壤含水限,190g/kg-200g/kg。低于此限,水分胁迫而造成连作植株根泌物浓缩,毒害、抑制植株生长,病害加剧;高于此限,连作障碍减轻或抑制,对植株生长有利。此结果与计钟程先生对黑龙江线虫病危害和降水呈反相关的调查相类似<sup>[8]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] 张秋英,1992,植物根系分泌物的作用及其意义,作物杂志,(3): 37-39
- [2] 于广武等,1993,大豆连作障碍机制研究初报,大豆科学,12(3): 237-242
- [3] 杨庆凯等,1994,黑龙江大豆重迎茬问题及对策,大豆科学,13(2): 157-163
- [4] 王震宇等,1991,重茬大豆生长发育障碍机制初探,大豆科学,10(1): 31-36
- [5] 于贵瑞等,1984,连作与轮作体系的土壤微生物区系及其作用研究,沈阳农大硕士论文
- [6] 景山幸二,1983,大豆连作障碍与 Pythium Spp.的关系,日本植物病理学会报,48(3)
- [7] 董钻等,1995,土壤水分胁迫对大豆体内酶活性和膜透性的影响,大豆科学,14(4): 290-297
- [8] 计钟程,1990,大豆重迎茬减产的主要原因及对策,土壤通报,21(2): 76-78

## EFFECTS OF SOIL MOISTURE STRESS ON PLANT GROWTH AND DISEASES IN SOYBEAN SUCCESSIVE CROPPING

Zou Yongjiu Han Limei Fu Huilan Yan Fei Wang Shuqi

(University of Agriculture and Animal Sciences of PLA, Changchun 130062)

### Abstract

Soybean is a kind of crop which is sensitive to soil moisture. Water stress has more unfavourable influence on plant growth than those of barrier factors caused by continuous soybean cropping itself. It was water stress that aggravated diseases of seedling stage and there existed a negative correlation between disease rate and soil moisture. The slightest barrier caused by continuous soybean cultivation was found out when soil moisture was kept over 190g/kg to 200g/kg.

**Key words** Water stress; Continuous soybean cropping; Plant growth; Diseases