

# 不同土壤水分条件对大豆产量的影响<sup>\*</sup>

韩晓增 乔云发 张秋英 王守宇 宋春雨

(中国科学院东北地理与农业生态研究所 哈尔滨 150040)

**摘要** 通过盆栽条件下对土壤水分设置 5 个水平, 分别对大豆营养生长期、花期、荚期和鼓粒期 4 个关键生育期进行水分控制, 研究对大豆子粒产量的影响。试验结果为: 营养生长期干旱可减产 19.42%—21.11%, 涝灾可减产 6.97%; 花期干旱可减产 17.70%—25.92%, 涝灾可减产 14.91%; 荚期干旱可减产 23.77%—33.89%, 涝灾可减产 13.70%; 鼓粒期干旱可减产 12.25%—40.61%, 涝灾可减产 10.10%。同一水分条件对不同生育期进行处理结果是: 各个生育期进行“特涝”处理, 其子粒减产程度没有差异; 在干旱条件, 不同生育期处理产量损失大小结果为: 荚期>花期>营养生长期>鼓粒期。

**关键词** 土壤; 水分; 大豆产量

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000—9841(2003)04—0269—04

水分是形成大豆产量的主要环境因素, 人们对水分和产量的相互关系进行了很多研究, 得出了不少有价值的结果。毫无疑问, 在水分不足的情况下, 补充水分能增加产量, 如在一定水分范围内(300—700mm)随着耗水量增加产量明显增加, 两者呈极显著正相关关系<sup>[1]</sup>; 干旱或水分过多均导致产量降低, 开花结荚期和鼓粒期干旱分别导致产量降低 44% 和 29%<sup>[2]</sup>; 土壤水分过多, 造成根系缺氧, 引起根部伤害, 形成涝害逆境, 植株高度降低、叶片和面积减少、产量降低<sup>[3]</sup>。但这些研究大部分仅限于设定几个水分条件对大豆一生进行连续控制, 没有揭示大豆在各生长发育关键时期对不同水分条件的反映, 本文主要报导了在黑土区气候和土壤条件下, 从涝到旱连续设五个土壤水分试验水平, 分别对营养生长期、开花期、结荚期和鼓粒期四个关键生长发育期进行水分试验, 得到一些不同土壤水分件对大豆产量影响的试验结果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验土壤采自中国科学院海伦农业生态实验

站, 按中国土壤分类标准属中厚黑土, 其耕层 0—20cm 土壤基本理化性状如下: 有机碳 26.05 g/kg, 全氮 2.28g/kg, 全磷 0.71g/kg, 全钾 22.24g/kg, 速效氮 206mg/kg, 速效磷 14.2mg/kg, 速效钾 209.8 mg/kg, pH7.15, 田间持水量(土壤重量含水量)35.62%, 饱和含水量(土壤重量含水量)58.75%。大豆品种黑农 37, 每盆播 5 粒, 出苗后定苗 3 株, 每盆装土 10kg, N: 0.04g/kg 土, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0.02g/kg 土, K<sub>2</sub>O: 0.015 g/kg 土。负压计和台秤共同测定土壤水分, 测定结果互相印证。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 设计原则与依据

按乔樵(1963)<sup>[4]</sup>的方法, 将黑土区域 20 年平均降水量作为气象“适宜”水分年, 增加 10% 作为水分充足年, 增加 20% 为“特涝”年, 减少 10% 作为“略旱”年, 减少 20% 为“特旱”, 在大豆分枝、开花、结荚、鼓粒四个关键时期对土壤水分进行控制, 将 S<sub>1</sub> 处理模拟为“特涝”年, S<sub>2</sub> 处理模拟为水分“充足”年, S<sub>3</sub> 模拟为水分“适宜”年, S<sub>4</sub> 处理模拟为“略旱”年, S<sub>5</sub> 处理模拟为“特旱”年。

#### 1.2.2 试验设计

分枝期: 1)S<sub>1</sub>; 2)S<sub>2</sub>; 3)S<sub>3</sub>; 4)S<sub>4</sub>; 5)S<sub>5</sub>; 开花期: 6)

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2003—05—14

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目资助(KZCX2—SW—416—3)。

作者简介: 韩晓增(1957—), 男, 研究员, 从事土壤农化、土壤与作物营养及作物生态方面研究。

S<sub>1</sub>; 7) S<sub>2</sub>; 8) S<sub>3</sub>; 9) S<sub>4</sub>; 10) S<sub>5</sub>; 结荚期: 11) S<sub>1</sub>; 12) S<sub>2</sub>; 13) S<sub>3</sub>; 14) S<sub>4</sub>; 15) S<sub>5</sub>; 鼓粒期: 16) S<sub>1</sub>; 17) S<sub>2</sub>; 18) S<sub>3</sub>; 19) S<sub>4</sub>; 20) S<sub>5</sub>。

S<sub>1</sub> 水分饱和含水量持续 5 天、逐渐干至田间持水量, 简称“特涝”; S<sub>2</sub> 水分饱和含水量持续 5 天、逐渐干至田间持水量, 简称“特涝”; S<sub>2</sub> 水分饱和含水量持续 100%, 简称“充足”; S<sub>3</sub> 水分饱和含水量 70% 简称“适宜”; S<sub>4</sub> 水分饱和含水量 50% 简称“略旱”; S<sub>5</sub> 水分饱和含水量 50%, 完后进行干旱处理, 直到非永久性凋萎, 再加水到田间持水量的 50%, 简称“特旱”。

生育时期的划分按 Fehr (1977) 的方法, 营养生长期水分控制期为子叶露出地面至主茎上任何一节位上有一朵花前(6 月 15 日), 花期水分控制为 R<sub>2</sub>(6 月 15 日—7 月 2 日), 荚期水分控制为 R<sub>4</sub>(7 月 2 日—12 日, 鼓粒期水分控制为 R<sub>6</sub>(7 月 12 日—8 月 3 日), 同一处理大豆群体生育期以 50% 以上的植株所处的生育期为准。水分处理控制期以外时期的水分处理均为田间持水量 70%。

## 2 结果与讨论

### 2.1 营养生长期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

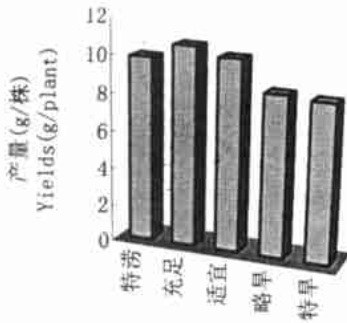


图 1 营养期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

Fig. 1 Effects of various moisture on the yields of soybean in nutrition stage

### 2.2 花期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

众所周知, 大豆开花垄沟摸虾, 表述了大豆花期对水分的需求, 但是大豆花期土壤水达到什么临界值对大豆花期才能不产生涝害是十分重要的, 图 2 表明, 大豆根系在土壤水达到饱和状态连续 120 小时情况下, 已经达到涝害的临界值, 较适宜土壤水处理减产 14.91%, 与特大干旱相比, 增减产差异不显著(见图 1), 说明大豆花期对旱涝都比较敏感, 并且旱涝都有不同程度的减产, 这进一步揭示了大豆花期并不是水分越多越好。花期大豆缺水能造成减

## 影响

黑土供水能力对营养生长期大豆最终形成子粒产量有显著性影响, 从图 1 可以看出, 营养生长期, 水分供应充足, 大豆也有增产作用, 从表观的看, 这和生产上营养生长期要蹲苗促根有悖, 但符合大豆生物学特征, 其原因是, 在生产条件下, 春大豆都面临春旱, 为了吸收足够的本身生长发育所需要的水分, 大豆根系向深处有水的地方延伸, 来保证营养生长期所需要的水分和后期遇有干旱时, 庞大的根系能从土壤深处吸水, 这并不是大豆生长发育所需要的最好条件, 而是一种抗逆过程。本试验是专门对营养生长期进行水分研究, 后期正常供水, 在这样条件下, 研究这一时期土壤供水能力对大豆生长发育的影响, 试验结果表明, 如果营养生长期大豆缺水能造成减产, 大豆“特旱”可比“充足”减产 21.11%, 大豆“略旱”可比“充足”减产 19.42%。大豆在营养生长期进行“特涝”处理, 其子粒产量与“充足”处理相比减产 6.97%, 但经统计分析并不显著(见图 1), 也就是说, 大豆在连续五天的渍积水过程中, 对营养生长期干物质积累和后期子粒产量形成并没有影响, 所以可以肯定大豆营养生长期根系在土壤饱和含水量存在 5 天以内, 大豆可以正常生长发育, 并较“特旱”处理减少损失 15.20% 且差异显著(见图 1)。

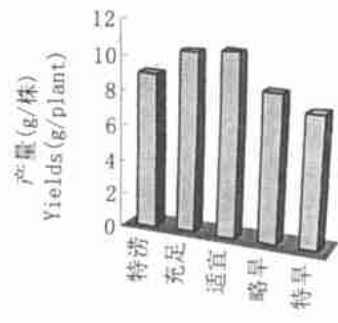


图 2 花期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

Fig. 2 Effects of various moisture on the yields of soybean in florescence

产, 大豆“特旱”可比“充足”减产 25.92%, 大豆“略旱”可比“充足”减产 17.70%。“特涝”处理与“特旱”处理比, “特旱”减产 14.51%, 由此看来大豆花期旱灾损失比涝灾大。

### 2.3 荚期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

图 3 表明大豆荚期对土壤水分反应比较敏感, 旱涝都能造成减产, 特大涝灾处理大豆比适宜土壤水分处理减产 13.70%, 特大旱灾处理大豆比适宜土壤水分处理减产 33.89%, “略旱”与适宜水分条件相比减产 23.77%。同处在干旱条件下, “特旱”处理比

“略旱”处理减产 13.27%，旱灾比涝灾损失更大，“特旱”比“特涝”减产 23.39%，经统计分析差异全部达到极显著水平。

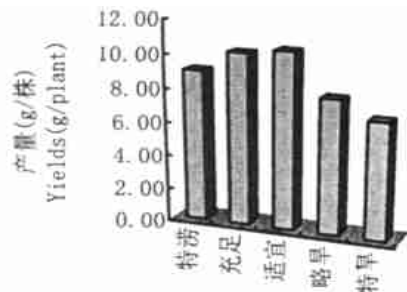


图3 荚期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

Fig. 3 Effects of various moisture on the yields of soybean in podding stage

2.4 鼓粒期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

大豆鼓粒期旱涝都能造成减产(见图4)，特大涝灾处理大豆比充足土壤水分处理减产 10.10%，特大旱灾处理大豆比充足土壤水分处理减产 40.61%，“略旱”比“充足”水分处理减产 12.25%，经统计分析差异不显著。

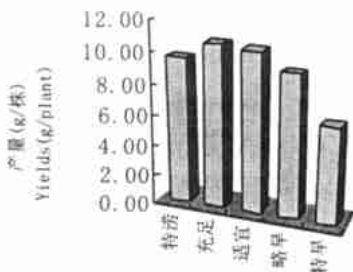


图4 成熟期不同土壤水分条件对大豆产量的影响

Fig. 4 Effects of various moisture on the yields of soybean in maturation stage

2.5 不同生育期同一水分条件对大豆产量的影响

在同一水分条件下,对大豆不同生长发育关键时期进行统计分析(见表2)发现,涝害对大豆减产的损失在不同时期损失量比较相近,经统计分析差异不显著,在各生长发育时期涝害与“充足”、“适宜”水分处理相比较减产达 2.76%—14.91%;不同生长发育时期的“充足”和“适宜”水分处理的产量基本相同;在“略旱”水分条件下,对大豆不同生长发育关键时期减产损失不同,荚期损失最大,花期次之,营养生长期居中,鼓粒期最小;在“特旱”水分条件下,对大豆不同生长发育关键时期减产损失也不同,以损失量大小排列:鼓粒期>荚期>花期>营养生长期。上述分析不难看出,大豆不同生育期对干旱反应是不相同的,花荚期干旱损失程度最大,营养生长期损失最小。

表1 不同生育期不同水分条件对大豆产量的影响

单位: (g/株)

Table 1 Effects of the moisture controlled in different stage on the yields of soybean Unit: (g/ plant)

处理 Treatment	营养生长期 Vegetative stage	花期 Florescence stage	荚期 Podding stage	成熟期 Maturation stage
特涝 Waterlogging	9.87a	8.96b	9.03b	9.51b
充足 Abundance	10.61a	10.34a	10.21a	10.57a
适宜 Suitable	10.15a	10.53a	10.46a	10.39a
略旱 A little drought	8.55b	8.51b	7.97b	9.28b
特旱 Very drought	8.37b	7.66b	6.92c	6.28c

注: 同一列中字母相同的差异不显著, 字母不相同的在  $\alpha = 0.05$  水平上差异显著。

Note: Means followed by the different letters are significantly different  $\alpha = 0.05$  level.

表2 不同生育期不同水分条件对大豆产量的影响

单位: (g/株)

Table 2 Effects of the moisture controlled in different stage on the yields of soybean Unit: (g/ plant)

处理 Treatment	营养生长期 Vegetative stage	花期 Florescence stage	荚期 Podding stage	成熟期 Maturation stage
特涝 Waterlogging	9.87a	8.96a	9.03a	9.51a
充足 Abundance	10.61a	10.34a	10.21a	10.57a
适宜 Suitable	10.15a	10.53a	10.46a	10.39a
略旱 A little drought	8.55ab	8.51ab	7.97b	9.28a
特旱 Very drought	8.37a	7.66ab	6.92bc	6.28c

注: 同一行中字母相同的差异不显著, 字母不相同的在  $\alpha = 0.05$  水平上差异显著。

Note: Means followed by the different letters are significantly different  $\alpha = 0.05$  level.

3 结语

在中国东北北部黑土分布区内,土壤条件、气候条件相对一致条件下,土壤水分条件对大豆营养生长和生殖生长以及最终形成产量的影响因子是不相同的,旱涝都将对大豆子粒产量形成影响,但干旱对大豆减产影响程度大于涝害;在生长发育的各个关

键时期种, 花荚期干旱是造成大豆减产的限制性因子。生产管理上应注意花荚期水分管理, 在花、荚期中, 荚期对干旱更加敏感, 荚期干旱减产损失比花期更大。

参 考 文 献

1 王彦文, 王延宇. 大豆生育期需水量与产量效应关系[ J]. 吉林农业科学, 1995, 2: 29— 31.  
2 谢浦缙, 董钻. 不同生育期干旱对大豆生长和产量的影响[ J]. 沈阳农业大学学报, 1994, 25(1): 13— 16.  
3 Sorte N V. Effect of water logging on soybean critical growth stages[ J]. Journal of Soils and Crops, 1995, 5(2): 141— 144  
4 乔樵, 沈善敏, 周绍权. 东北北部黑土水分状况之研究 I . 黑土水分状况的基本特征及其与成土过程的关系[ J]. 土壤学报, 1963, 11(2): 143— 158.

EFFECTS OF VARIOUS SOIL MOISTURE ON THE YIELD OF SOYBEAN

Han Xiaozeng Qiao Yunfa Zhang Qiuying Wang Shouyu Song Chunyu

(Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Harbin 150040)

**Abstract** In this pot experiment, the soil moisture were controlled by 5 levels, and the effects of the moisture, which were controlled in vegetative stage, flowering stage, podding stage and podfilling stage, on soybean yields were studied respectively. The results showed that a long term drought in vegetative stage made soybean yields decrease to 19.62%—21.11% and the water logging to 6.97%; the drought in flowering stage to 19.18%—27.26% and the water logging to 14.9%; the drought in the podding stage to 23.80%—33.84% and the water logging to 13.67%; the drought in the podfilling stage to 12.20%—40.59% and the water logging to 10.03%. The results also showed that there were no difference of soybean yields in the most water logging treatment in every sowing stage. In drought condition, the loss of soybean yields in different sowing period took turns less to be in podding, flower, vegetative and podfillings stage.

**Key words** Soil; Moisture; Yield of soybean