

# 大豆籽实产量与其需水量之间关系的研究<sup>\*</sup>

张盛学

(依兰县水利局农田灌溉试验站)

## 摘 要

大豆不同生育阶段的土壤水份状况与叶细胞浓度和叶水势关系的研究结果表明,上述水份生理指标与土壤湿度呈极显著的相关。不同灌水形式的试验和田间需水量的测定表明,大豆籽实产量 71~260kg/亩的需水量为 200~367m<sup>3</sup>。在此范围内两者近乎直线正相关,当耗水量超过 367m<sup>3</sup>/亩时大豆籽实产量无明显增加。大豆在幼苗期、分枝期、花荚期、鼓粒期的适宜土壤湿度分别是田间最大持水率的 70%、80%、80%、70%。

**关键词** 大豆;蒸腾;灌溉经济函数

## 一、材料与方法

试验田,地处北纬 46°23'13",东经 130°3'13"。00~100cm 土层的土壤容重平均 1.09g/cm<sup>3</sup>,最大田间持水率 42%,pH7.11,有机质含量 2.18%。

本试验参照中华人民共和国水利部颁发的《灌溉试验暂行规范》的坑测法和田测法设计。土壤水份和水份生理指标试验在测坑中进行。测坑长度 3m,宽 3.25m,深 1m。底板为 0.2m 厚的混凝土,坑壁由水泥砂浆砌砖并粉面,壁厚 0.25m。坑内土体与底、壁由四层塑料膜隔离,以隔绝坑内外水份的互相渗漏。坑上设 1.7m 高的防雨棚,降雨时盖棚,无雨时揭棚。人工控制坑内水份。

田间需水量和大豆籽实产量的测定用田测法,小区面积 667m<sup>2</sup>。试区内设 5 眼地下水观测井,另设 100m<sup>2</sup> 地面径流场,以测定有效降雨量和地下水利用量。田间每 5 天用取土钻取 1m 深土层测湿土重和干土重,以检测土壤水份指标并计算时段需水量。全生育期耗水量等于播种时土壤水份减去收获时土壤水份加有效降雨和灌水量。

土壤水份设计:坑测区土壤湿范围为田间持水率的 50~100%,处理间差异梯度为

\* 1. 本试验得到中国农业科学院农田灌溉研究所杨传福、王广兴先生指导。  
2. 感谢李守仁和耿德才同志的支持和帮助。3. 刘荣春、崔登和、崔德才、王洪杰同志曾参加试验。  
本文于 1990 年 4 月收到。 This paper was received on April 13, 1990. 1.

10%。设6种处理,随机排列,两次重复,5点取样采用加权平均数。田测区按照大豆的幼苗期、分枝期、花荚期、鼓粒期四个生育阶段对应的土壤湿度设5种处理见表1。

表1 大豆土壤湿度

Table 1 Soil moisture of soybean

田持率(%) 生育阶段 处 理	苗 期 Seeding plants	分 枝 期 Branching date	花 荚 期 Blooming date	鼓 粒 期 Pod--filling date
A	70	80	80	70
B	70	80	80	60
C	60	80	80	70
D	70	60	60	70
E	70	90	90	70

上述土壤湿度均为下限值,其上限值比下限值高5个百分点。

灌水方法采用垅沟灌水(垅距为0.65m)。每5m长的垅沟为一计量段。计量方法,用长2m、宽和深各1m的长方形铁桶,桶底垫起,高于地面0.5m。桶内设标尺以计流出的水量。用内径为7.62cm的硬塑料管做输水管道,使灌水接近均匀。

水份生理指标的测定:叶水势采用B、C沙尔达柯夫小液流法测定。

$P=RiTC$

式中P—叶水势(负大气压)

R—气体常数(0.0821)

i—等渗系数(蔗糖为1)

T—绝对温度(273+室温)

C—等渗浓度(M)

细胞液浓度的测定:用阿贝折射仪测得胞液折光系数再查算其含糖量的百分数,并进行温度修正(20℃为标准温度)。

水份生理测定的取样时间是晴天上午8~10点。取样部位是大豆上数第二复叶中间叶片。取叶片和取土在同时同地进行。将叶片连柄一起剪离母体用潮湿毛巾遮盖,快速带室内。用打孔器在叶子中脉两侧各打一孔,样片分别用于叶水势及叶细胞液浓度的测定。供试品种为“合丰25号”。

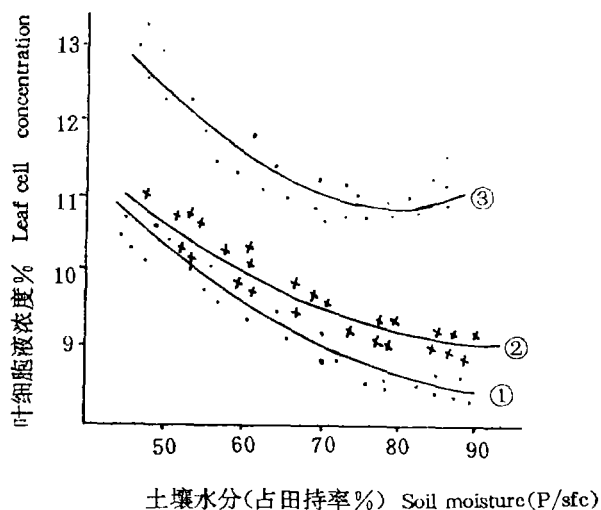
二、结果与讨论

一、土壤水份与大豆水份生理指标的相关性

1. 土壤水份与大豆叶细胞液浓度的相关性

植物细胞液浓度受原生质含水率制约,原生质含水率在很大程度上影响着细胞活力。因而,植株细胞液浓度是一个重要的水份生理指标。试验表明,土壤水份含量越高,细胞液

浓度越低。在同样土壤湿度条件下,随着大豆的生长发育,其细胞液浓度渐渐增大。由于叶细胞液浓度测定操作简便,结果与土壤水份相关性好,因而可将其作为灌溉生理指标在生产中推广应用。土壤水份与大豆叶细胞液浓度的相关性见图 1。据试验结果,大豆在分枝期、花荚期和鼓粒期的最佳土壤湿度分别是田间最大持水率的 80%、80%、70%;因而,其适宜的细胞液浓度分枝期为 8.3%、花荚期为 8.84%、鼓粒期为 10.78%。



①分枝期  $r = -0.969^{**}$

Branching date

②花荚期  $r = -0.8612^{**}$

Blooming date

③鼓粒期  $r = -0.5326^{**}$

Pod-filling date

图 1 土壤水份与大豆叶细胞液浓度的相关性

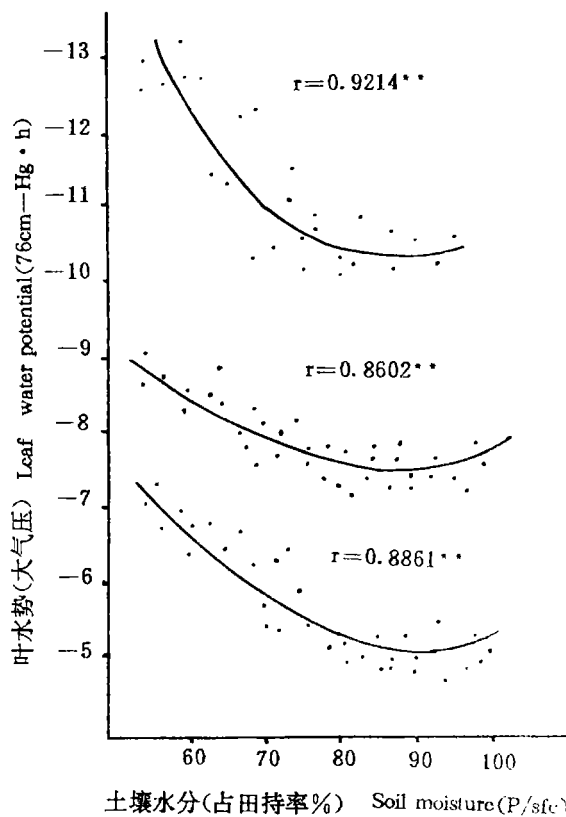
Fig. 1 Relationship of soil moisture and leaf cell sap concentration

## 2. 土壤水份与大豆叶水势的相关性

叶水势是反应叶细胞内水分子能量的热力学概念。它与土壤中有有效水的含量呈正相关。大豆叶水势在同样土壤水份状况下随大豆生长由幼到老渐次降低。测定大豆不同生育阶段的适宜土壤湿度下的叶水势指标为:分枝期—4.9~—5.4 大气压、花荚期—7.4~—7.8 大气压、鼓粒期—11.65~—11.76 大气压。土壤水份与大豆叶水势的相关性见图 2。

## 二、土壤湿度与大豆生长状况

大豆田间生长状况的观察表明:土壤水份占田持率的 70%和 60%时,出苗率分别为 94%和 61%。土壤水份占田持率的 80%~82%时,出苗率为 77.5%,且有 18.1%的植株出现烂根现象。据 1978 和 1979 年观察资料统计,大豆花荚期土壤水份为田持率的 85%~90%时,大豆脱花率和落荚率分别为 9.6%和 9.4%,田持率为 80~85%时,脱花率和落荚率分别为 9.4%和 9.8%,本研究大豆鼓粒期持水量处理只有 60%与 70%两种,而得有 70%持水量较适合的结果。A、B、C 三种处理每株平均比 D 处理多一个分枝,结荚部位低 2cm。其中 A 处理比 B 处理的百粒重多 2.9g。上述数据表明,土壤水份不足或过多都会影响大豆正常生长。田测各处理籽实产量比较见表 2。



①分枝期 Branching date      ②花荚期 Blooming date      ③鼓粒期 Filling date

图 2 土壤水份与大豆叶水势的相关性

Fig. 2 Relation of soil moisture and leaf water potential

表 2 大豆不同土壤水份处理产量比较 单位 kg/mu

Table 1 Yield of soybean under different soil moisture

处 理 年 份	A	B	C	D	E
1981	200	160	103	71	200
1982	263.4	200	140	80	264.2
1983	215	197	164	105	230
1984	265	240	190	101	276
1986	253.4	201	197	99	259
1987	303.2	210	191	98	269
1988	220	201	174	84	220
1989	210	197	156	64	257.2
平 均 Mean	241.3	200.8	164.4	78.8	246.9

通过方差分析,  $F$  值  $105.5 > F_{0.01}$  的临界值  $3.07$ 。统计结论是, 不同土壤水份处理对大豆籽实产量的影响极显著。

按照新复极差法的最低极差标准为:

a	2	3	4	5
TSR0.05	26.04	27.30	28.11	28.74
TSR0.01	35.11	36.64	37.54	38.43

按表内各处理大豆籽实产量极差分析, A 处理和 E 处理之间差异不显著。其余各处理之间的极差均超过 TSR0.01 最低极差标准达到极显著水平, 可认定 A 处理为最优组合。

三、田间需水量与大豆籽实产量

通过田间灌溉试验测得大豆耗水量在  $200 \sim 367 \text{ m}^3/\text{mu}$  范围之内时, 大豆籽实产量与需水量接近直线正相关关系, 相应的产量水平为  $71 \sim 260 \text{ kg}/\text{mu}$ ; 当亩耗水量超过  $367 \text{ m}^3$  时, 大豆籽实产量对需水量增加的反应已不明显。

为筛选出最佳灌水模式, 对五种灌水处理通过求其灌溉经济函数, 对经济效益作了分析与比较(见表 3)。

表 3 不同土壤湿度大豆籽实产量、田间需水量及灌溉经济函数

Table 3 Grain yield transpiration and irrigation economic function under different soil moisture

处 理 Treatment	籽实产量(kg/mu) Yield (kg/mu) (1)	田间需水量(m³/mu) Transpiration (m³/mu) (3)	灌溉经济函数 Irrigation economic function (1):(2):
A	241.3	340	0.710
B	200.8	290	0.692
C	164.4	258	0.638
D	87.8	246	0.355
E	246.9	425	0.605

注: 表内数据系 1981~1989 年 8 年资料的平均数

灌溉经济函数(作物产量与其需水量的比值), 是评价灌溉经济效益和决策优化灌溉制度的基本指标和参数。节水且增产、节水不减产、多节水少减产、都属于经济的、合理的水份控制模式。

由表 3 中看出, A 处理为最优, D 处理组合最不合理。还可看出, A 与 E 两处理籽实产量无显著差异而田间需水量 E 比 A 处理每亩却多用  $85 \text{ m}^3$ 。因而 A 处理的经济效益最高, 也就是说, 大豆在幼苗期、分枝期、花荚期、鼓粒期的土壤湿度分别保持在田间持水率的 70%、80%、80% 和 70% 时可望获得较高的大豆籽实产量和经济效益。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国水利部编, 1965 年 10 月《灌溉试验暂行规范》水利出版社出版

- [2] [美]P. B 考夫曼, T. 拉巴威奇, A. 安德森—普劳蒂, N. S 戈希著, 1981 年《植物生理学室内实验法》科学出版社出版
- [3] 马育华, 1982《试验统计》农业出版社, 第一版。

## STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN GRAIN YIELD AND TRANSPIRATION OF SOYBEAN

Zhang Shengxue

(Yilan County Irrigation Station)

### Abstract

The relationship of soil moisture condition and cell sap concentration and leaf water potential were studied on soybeans at different growing stages. The results shown that all the plant—water physiological indexes had a close relativity with the soil water content. The irrigation experiment and field water consumption test indicated that soybean grain yield had a fairly linear positive relativity with water consumption within the scope of grain yield 71—260kg/mu and the scope of plant transpiration 200~367m<sup>3</sup>/mu. When the plant transpiration was greater than 367m<sup>3</sup>, The grain yield gave on evident increase. The optimum soil water content for stages seedling plants, branching, flowering and pod—setting, and pod—filling were 70%, 80%, 80% and 70% of the soil water holding capacity respectively.

**Key Words** Soybean; Transpiration; Economic function of irrigation.

## 1992 年征订启事

《上海农业科技》是由上海农学会、上海市农业科学院、上海市农场管理局主办的反映上海经济区农业科技概况有杂志。主要内容有种植业、养殖业、多种经营、贮藏与加工、实验技术、专业户园地、信息、科普讲作及国外农业。读者对象:农业科技人员、农业院校师生及广大农民群众。

本刊为双月刊,每期定价 0.07 元,国内统一刊号:CN31—1240,刊号 4—187,全国各地邮局均可订阅。凡有漏订者可直接向本刊编辑部办理补订手续。本刊编辑部地址:上海北翟路 2901 号上海市农业科学院情报所。