

大豆需水规律与灌溉增产效果研究^{*}

常耀中 宋英淑

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

提 要

试验表明:大豆是需水较多的作物。为了保证其生育有一定的繁茂度,和促进生殖器官的健壮生长,增加开花、结荚数,一般在黑土地区苗期至分枝期土壤含水量占最大持水量的65—70%以下时,就要进行灌溉。但此时灌水量不宜过多,过多就会降低地温,影响生育或招致节间伸长,生育期易徒长倒伏。大豆在开花之后,鼓粒以前需水最多,土壤含水量在占最大持水量的85%时,生育最佳。但在大田条件下很难达到,一般占最大持水量的80%,就可满足需要。鼓粒后需水量虽逐渐减少,但也不能低于占最大持水量的75%,当降到70%以下时,即要进行灌溉。灌溉方法因地势和条件而不同。一般平地可沟灌,岗地需要喷灌,以满足大豆对水分的需要。

一、前 言

科学研究和生产实践证明:大豆是需水较多的作物。但灌溉增产效果却因地区、年度和品种而不同。黑龙江省地处高寒干旱地区,一般年份平均降水量为500—600毫米。而在大豆生育期间的降雨量仅为总降雨量的二分之一左右。水分不足已成为提高大豆产量的主要限制因子。为了摸清大豆的需水指标和灌溉增产效果,从1979年开始进行盆栽、室温和大田设区相结合的方法,进行灌溉试验。基本摸清大豆的需水规律及在不同生育阶段适宜土壤水分指标。为在更大面积上,进行科学灌溉,增加产量,提供科学依据。

二、经过与方法

1979年冬,先在温室内进行盆栽,做预备试验。然后于1980年正式进行盆栽。通过植株的耗水量与其生长发育的关系,研究大豆的需水规律。并于1979—1981年正式进行田

^{*} 1979年李兰甫同志参加此项试验工作。

间灌溉试验。所用品种为黑农26。

1. 盆 栽

试验处理共分三组。每组在同一生育阶段又分三个不同的供水指标：一组为分枝期给予不同供水条件；二组为花、荚期给予不同供水条件；三组为鼓粒期给予不同供水条件。全试验共设七个处理（表1）。

表1 盆栽试验不同处理 1980年

处 理 分 组	代 号	处 理 内 容		
		分枝期土壤含水(%)	花荚期土壤含水(%)	鼓粒期土壤含水(%)
I	I	14—16 (15)	29—31 (30)	24—26 (25)
	II	24—26 (25)	29—31 (30)	24—26 (25)
	III	19—21 (20)	19—21 (20)	19—21 (20)
II	IV	19—21 (20)	24—26 (25)	19—21 (20)
	V	19—21 (20)	29—31 (30)	24—26 (25)
	VI	19—21 (20)	29—31 (30)	19—21 (20)
III*	VII	19—21 (20)	29—31 (30)	14—16 (15)

* 代号 I、II 和 III 为第 III 组。

播前装盆定土（盆土为本所一般黑土三份，掺河砂一份，混合均匀后装盆），测定基础水分，并换算出盆内干土重。按设计要求确定植株各生育期的给水量。5月23日播种，在两片真叶展平时，每盆定三株，并以塑料薄膜封面，防止盆内水分蒸发。从分枝期开始，每天按设计要求称盆补水，并记载耗去的水量。同时，为了防止降雨水淋，还特制了塑料活棚遮盖，晴天打开，雨天遮蔽。每处理设4—8次重复。除详细记载每盆植株的物候期外，还进行了生育调查。主要调查株高、分枝数、主茎节数、开花结荚数、叶面积和植株干鲜重等。第二处理还在分枝末期、结荚前期、鼓粒末期各扣一次栽盆，以调查耗水量与干物质形成的关系。成熟后各处理普遍进行考种。

2. 田间试验

设区试验是在本所试验地内进行的。土地为黑土。土壤物理性状和农化性状：0—20厘米土层土壤容重为1.14，孔隙度为56.33%，凋萎系数为13.2%，田间最大持水量为27%；土壤有机质含量为2.34%，全氮含量为0.142%，全磷含量为0.093%，全钾含量为2.359%，水解氮含量每百克土为7.124毫克，速效磷含量每百克土为12.96毫克，速效钾含量每百克土为21.2毫克。

前茬小麦，麦后深耕20—22厘米。秋季起垄，行距70厘米。起垄前每亩施土杂肥5000斤，掺磷酸二铵（含氮18%、含磷46%）20斤。5月初播种，等距穴播，穴距23厘米，每穴保苗4株，每平方米保苗数为25株。田间试验处理见表2。

试验设小区随机排列，三次重复。1979年为7行区，行长6米，小区面积为29.4平方米；1980年为9行区，行长7米，小区面积为44.1平方米。同时，每小区间设间隔

表 2

田间试验不同处理

年度	处理代号	处 理 名 称	处 理 内 容
1979	I	苗 期 20	苗期土壤水分经常保持在20%
	II	分 枝 期 20	分枝期土壤水分经常保持在20%
	III	花 荚 期 20	花荚期土壤水分经常保持在20%
	VI	花 荚 期 25	花荚期土壤水分经常保持在25%
	V	鼓 粒 期 20	鼓粒期土壤水分经常保持在20%
	IV	鼓 粒 期 25	鼓粒制土壤水分经常保持在25%
	VII	全生育期湿润	分枝期20%，结荚期25%，鼓粒期25%
	VIII	对照（不灌）	在自然条件下不灌水
1980	I	开 花 期 灌 溉	花期灌水土壤含水量在23%
	II	结 荚 期 灌 溉	结荚期灌水土壤含水量在22%
	III	鼓 粒 期 灌 溉	鼓粒期灌水土壤含水量在21%
	IV	开花+结荚灌溉	花期土壤含水23%，荚期含水24%
	V	开花+鼓粒灌溉	花期23%，荚期22%，鼓粒期22%
	VI	对 照（不 灌）	在自然条件下不灌水

区4行，以防区间灌水渗透。在试验过程中进行系统调查，而且在灌水前后和降雨后及时测定各区的土壤水分含量。成熟后采点考种并实收实打实秤产量。

三、结果与分析

（一）大豆的需水规律

大豆在整个生长发育过程中，它的耗水量随着土壤性质、降水量和栽培水平等多种因素而定。特别在不同生育阶段表现出耗水量的不同（表3）。

表 3

大豆生育期不同处理不同耗水量（毫升/日）

1980年盆栽

处 理 代 号	生 育 期	真叶展开 —分枝期	花 期	花 荚 期	荚 鼓 期	鼓 粒 期	黄 叶 期
I		42.8	198.9	323.9	483.6	279.4	148.8
II		66.6	216.4	335.7	441.0	291.5	133.8
III		89.1	144.3	378.7	483.6	334.3	152.0
IV		61.4	156.1	223.3	267.1	177.6	47.9
V		65.0	209.3	303.0	349.6	231.3	77.4
VI		56.9	218.7	338.3	465.2	264.7	104.1
VII		62.0	225.8	377.1	427.5	134.4	54.9
平 均		63.4	209.9	325.7	416.8	251.9	102.7

从表 3 看出：大豆在不同的生长发育时期，由于其本身的生理特性及受环境条件的影响，在各生育阶段的需水量，各处理间不同，但均有一定规律性。即在开花以前需水量较低，高峰时期在结荚鼓粒期，之后随着成熟，需水量也就逐渐降低（图 1）。

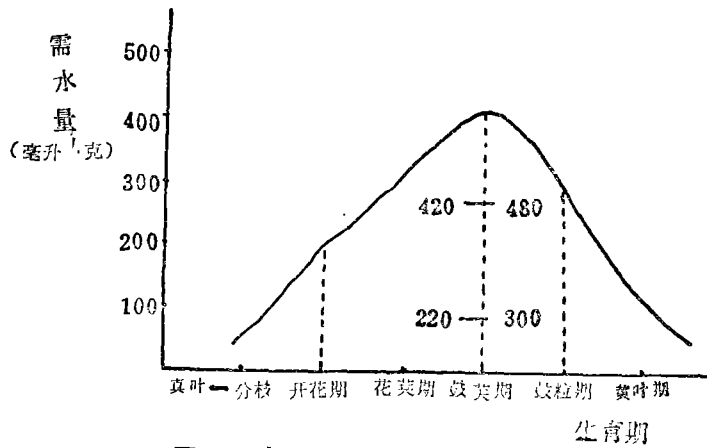


图 1 大豆不同生育期需水量

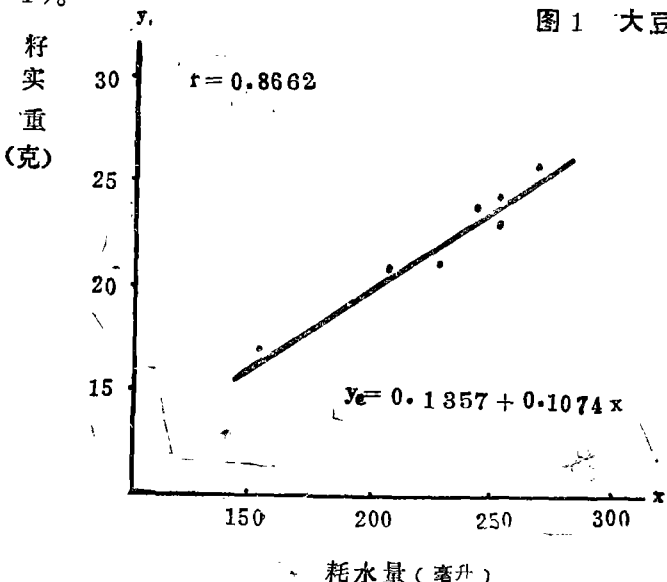


图 2 整个生育期平均耗水量与子实产量回归直线相关

但从大豆整个生育阶段来看，日平均耗水量与大豆产量也有密切关系（图 2）。相关系数为 $r=0.8662$ 。其中结荚期至鼓粒期的 $r=0.8785$ ，其次是花期。

从干物质形成与耗水量的关系来看，在生育后期，可能是物质形成受某些生理机质的影响，因而耗水量也就显著提高。不同生育时期每形成一克干物质需要耗水量见表 4。

表 4 干物质形成与耗水量关系

生 育 阶 段	单株总耗水量 (毫升)	每形成一克干物质耗水量 (毫升)
真叶展开—分枝末	1,186.7	2.7 9
真叶展开—现 荚	3,743.3	241.5
真叶展开—荚 末	13,188.3	259.1
真叶展开—鼓粒末	24,635.0	362.7
真叶展开—成 熟		436—495.7

(二) 水分与生育的关系

1. 营养体的生育与水分的关系

大豆前期养体的健壮生长发育，与供水条件有极密切关系（表 5）。

表 5 分枝和花荚期土壤水分对营养生长的影响

项 目 生育时期	土壤水分 (%)	日 耗 水 (毫升/株)	株 高 (厘米)	主 茎 节 数	分 枝 数	叶 面 积 (平方厘米)	调查日期
苗期—分枝末期	15	37.8	13.7	5.5	3.2	34.3*	6月28日
	20	66.6	15.7	6.3	3.9	47.5*	6月28日
	25	89.1	16.8	6.3	3.7	51.9*	6月28日
始花期—结荚末期	20	216.8	92.0	17.0	1.7	2131.6	8月9日
	25	251.7	101.7	19.0	0.7	2496.4	8月9日
	30	347.4	105.3	19.7	1.7	2832.0	8月9日

* 第三节中间小叶的面积

从表 5 分析：分枝期和花荚期土壤含水各在 25% 和 30% 以内，植株的耗水量随土壤水分的增加而增加。耗水量与植株的生长呈高度正相关。株高与耗水量的相关系数为 $r=0.9718$ ；主茎节数与耗水量的相关系数为 $r=0.8992$ ；叶面积与耗水量的相关系数为 $r=0.9779$ 。而分枝期土壤含水在 15% 和花荚期土壤含水量在 20% 时，植株耗水量则大大降低。因此，植株生长也显著受到抑制。分枝期土壤含水量 20% 与 25% 的相比，虽然株高和叶面积都有所差异，但不如 15% 与 20% 之间的差异显著。而分枝期土壤含水在 25% 时，节间伸长，表现徒长，易招致倒伏。

2. 花荚期供水对产量因素的作用

花荚期充分满足大豆对水分的需要，是大豆增产的关键。研究表明：花荚期的土壤供水，不仅与大豆营养生长有密切关系，而且对生殖生长有良好的作用（表 6）。

表 6 花荚期供水与产量因素的关系

处 理 号	土壤含水 (%)	日 耗 水 (毫升/株)	单 株 荚 数	单 株 粒 数	单 株 粒重 (克)	百 粒 重 (克)
IV	20	215.5	38.5	89.4	18.5	20.7
V	25	287.3	48.3	116.0	23.8	20.6
VI	30	340.7	50.5	132.9	27.2	20.5

从表 6 分析：花荚期土壤含水量在 20—30% 范围内，单株荚数、粒数和粒重与耗水量都是呈高度正相关。结荚数与耗水量的相关系数为 $r=0.9648$ ；粒数与耗水量的相关系数为 $r=0.9590$ ；粒重与耗水量的相关系数为 $r=0.9999$ 。而含水量在 20% 时，植株生殖生长则显著受影响，不仅表现生育期提前，而且花期缩短降低产量。在花荚期土壤含水量在 25—30% 时，株高和主茎节数差异并不明显，但对产量的影响则有显著差异。因此，满足大豆花荚期的需水，是增加产量的关键。

3. 鼓粒期土壤水分对大豆增产的作用

增加鼓粒期的土壤水分，不仅可增加总粒数，而且显著提高百粒重和减少秕荚数

(表 7)。

表 7

鼓粒期植株耗水量与生殖生长的关系

处 理 号	土壤含水 (%)	日耗水 (毫升/株)	单 株 荚 数	单 株 粒 数	单 株 粒 重 (克)	秕 荚 数	百 粒 重 (重)
I	25	291.5	50.5	133.2	27.6	0.7	20.7
VI	20	264.7	50.5	132.9	27.2	1.7	20.5
VII	15	134.4	50.2	118.7	17.4	6.7	16.9

从表 7 看出：鼓粒期土壤含水量在 20—25% 的范围内，无论是百粒重、单株粒数与耗水量都是呈高度正相关的。土壤含水量在 15% 时，由于秕荚数的增多和百粒重的明显降低，则大大影响了籽实重量。而含水量 20% 和 25% 的比较，其差异则不甚明显。

4. 灌溉增产效果

如前所述，水分与大豆生长发育有极密切的关系。通过田间设区灌溉试验和灌溉中间示范试验，更充分说明水分对提高大豆产量有显著作用（表 8）。

表 8

不同灌溉时期与产量关系

年 度	处 理 项 目	当时土 壤含水 量 (%)	收获密度 (株/米 ²)	单 株 荚 数	单 株 粒 数	秕荚数	百粒重 (克)	产 量	
								(斤/亩)	(%)
1979	分 枝 期 灌 溉	22.17	25	24.6	—	2.3	16.4	323.2	104.1
	花 荚 期 灌 溉	19.72	25	32.5	—	2.1	16.5	350.5	112.9
	鼓 粒 期 灌 溉	19.37	25	31.7	—	1.3	18.1	385.7	124.2
	全 期 湿 润	23.10	25	36.6	—	1.0	20.0	386.7	124.5
	对 照 (不 灌)	—	25	31.7	—	1.4	15.0	310.5	100.0
1980	分 枝 期 灌 溉	19.6	25	25.1	64.8	0.8	15.7	284.1	109.4
	花 荚 期 灌 溉	21.7	25	28.2	72.4	0.9	16.1	330.2	127.6
	鼓 粒 期 灌 溉	21.2	25	28.5	73.9	0.7	16.9	346.2	133.8
	全 期 湿 润	22.3	25	27.4	67.9	0.8	17.4	350.2	135.3
	对 照 (不 灌)	—	25	23.3	54.8	1.1	14.0	358.8	100.0
1981*	哈 79—9440								
	对 照 (不 灌)	22.7	28	31.3	66.4	3.2	15.9	359.8	100.0
	全 期 湿 润	23.4	28	29.4	62.2	2.7	16.7	378.1	105.0
	黑 农 26								
	对 照 (不 灌)	22.1	28	20.4	47.4	0.7	18.4	290.6	100.0
	全 期 湿 润	23.8	28	21.2	51.1	0.5	18.2	310.0	106.6

* 1981 年由于雨水充沛，土壤含水量一直保持占最大持水量的 70% 以上，因而灌溉增产效果较小。

从表 8 看出：大豆后期灌溉有显著增产效果，增产幅度为 24—35%。在生育前期如无特大干旱，可考虑不进行灌溉。同时看出后期灌溉可显著提高百粒重，幅度为 2—5 克。1982 年在巴彦、富锦等五个县所进行中间示范试验，均表现出明显增产效果，平均亩产大豆 388.5 斤，比对照增产 30.2%。

四、讨 论

大豆是需水较多的作物。一般土壤含水量占最大持水量的 65—70% 时，灌溉就会表现出明显增产效果。而且愈是生育后期灌溉，增产就更显著。这与大豆植株生理机制有关，而且也是黑龙江省的自然特点所决定的。黑龙江省的自然特点是：在作物生育季节里春季低温、冷凉、多风、干旱；夏季又高温多雨，年平均降雨量在 500—600 毫米左右，而 7、8 月份降雨就可占总降雨量的 60—70%；秋季秋高气爽，又极易出现秋吊和早霜。大豆需水和自然降雨发生矛盾。同时，黑龙江省广大地区多属漫川漫岗地区，丘陵起伏，平原较少。大豆要持续高产，水分又是不可缺少的因素。但像这样地区，一般所说沟灌、畦灌都不易做到。在这种情况下最好的方法是开掘深井，采用机械喷灌。

但从实际情况来讲，解决大豆需水问题，许多地区经验证明，提高土壤有机质含量增加养分，改良土壤物理结构，也是一个不可忽视的因素。生产实践表明，凡是土壤有机质含量在 3 % 以上的，加上其他相应技术措施，大豆亩产基本可以稳定在 300 斤以上。而土壤有机质含量在 4 % 以上时，亩产才能突破 400 斤。有机质含量高可使土壤质地疏松，通透性好，含蓄水分养分能力强。因此，采用大量增施有机肥如厩肥，高温造肥，增施草炭土等和有计划性的秸棵还田或套种，扩种绿肥等办法，既可提高地力，又增强土壤水分含量和保水能力。在农业措施上再采用少耕、耙耨等保墒、防旱办法，特别是再具有水利灌溉条件，就为大豆全苗、壮苗、稳产、高产打下良好基础。肥水配合是解决大豆高产的主要途径。

五、摘 要

1. 为了保证大豆植株有一定的繁茂度，以给生殖生长阶段打下良好基础。在大豆生育前期应保持适当的土壤水分。试验结果表明：在哈尔滨地区采用高产品种，苗期至始花期的土壤水分以占最大持水量的 70—75% 为宜。此期灌水不易过多，要控制节间延长，防止后期徒长倒伏。

2. 花荚期是营养生长和生殖生长并进时期。一般在盛花期就开始出现幼荚，结荚后期就出现鼓粒，营养体的发育和大量结荚鼓粒，都需要大量水分。如果在这一阶段不能满足大豆对水分的需要，就要严重影响产量。盆栽试验，水分条件较好，土壤含水量占最大持水量的 85% 时，生长发育和产量结果都表现最好。但在田间栽培条件下，由于受群体结构和土壤中水、肥、气、热等的影响，花荚期的土壤含水以最大持水量的 80% 为宜。

3. 鼓粒期合理供水，可促进鼓粒，减少秕荚，提高百粒重，对增加产量有明显作用。为了做到既不影响大豆产量，又要节约用水，在鼓粒期土壤含水量占最大持水量的 70—75% 即可。

在大豆生长发育过程中,各生育阶段低于上述指标时,就要进行灌溉。适宜灌溉时期和方法,既要根据大豆需水规律及适宜土壤水分指标,又要考虑降雨情况和地势、设备等条件而定。

参 考 文 献

- 〔1〕陈淑芬:1981,大豆需水规律与高产灌溉研究(初报),黑龙江省八一农垦大学学报,(2):93—100。
- 〔2〕宋英淑,1981,大豆需水规律及其适宜土壤水分指标的研究,黑龙江农业科学,(3):14—19。
- 〔3〕张雄伟等:1982,棉花生长期灌溉技术研究,作物学报,(3):303—311。
- 〔4〕丁希泉等:1982,大豆滴灌技术研究,中国油料,(2):31—34。

STUDIES ON THE WATER REQUIRMENT OF SOYBEANS AND THE EFFECT OF IRRIGATION ON THEIR GROWTH AND YIELD

Chang Yaozhong Song Yingshu

(Soybean Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

Soybean is a crop that uses more water. In order to promote the growth of reproductive organ and increase the number of flowers and pods, irrigation should be conducted when the relative humidity in soil less than 65% from seeding stage in chernorems. But it's not suitable to irrigate more, and it needs to control the elongation of internodes so as to prevent lodging in later growing period.

During the period from flowering to pod filling, both vegetative and reproductive growth are the most vigorous, and the water consumption of soybean is the greatest, too. If the relative humidity in the soil can be maintained above 85%, both the growth and seed yield of soybean will achieve the highest level. Seed filling can be promoted, abortive seeds can be reduced and the 100 seeds weight and yield can be increased if water supply is plenty enough.

Irrigation should be done if the water content of soil is decreased below 65% or 70%.