

大豆喷灌技术研究

丁希泉 郑秀梅 李华清 路琴华

(吉林省农业科学院机耕所)

喷灌是大豆高产稳产的有效措施之一。但是,要作到喷灌适时,必须掌握大豆的需水规律。根据降雨情况、土壤水分状况,结合大豆各时期对水分的要求,才能进行适时喷灌。大豆需水量又受着多种因素的影响,诸如土壤条件、气候条件以及耕作栽培措施、产量水平等;不同的大豆品种由于生育期长短、种植密度、植株繁茂程度和生物学特性的不同,其需水量也不同。为此,1974~1982年我们研究了喷灌条件下大豆需水规律与需水量、降水与产量的关系以及喷灌时期、次数、水量对大豆生育和产量的影响、大豆适时喷灌的各项指标,制定出大豆喷灌灌溉制度,为提高大豆产量提供科学用水、节约用水的依据和喷灌技术。

一、大豆的需水规律

1、大豆的需水量

大豆是需水较多的作物。在它的一生中,总耗水量为400~600毫米。大豆耗水量受土壤、降水、栽培水平等多种因素的影响。在喷灌条件下,它也受灌水量的影响。从表1看出,

表1 喷灌水量对大豆耗水量的影响

品种	喷灌水量 (mm)	全生育期 总耗水量 (mm)
吉林13号	134	640.9
	73	580.0
	24	533.5
	0	449.1
丰收选	130	537.0
	100	514.1
	54	503.7
	0	454.0

随着喷灌总水量的增加,大豆的耗水量也随着增加。但是,由于受喷灌水量是否适宜所制约,增加的耗水量并不完全等于喷灌水量。喷灌适宜,即使喷水总量并不高,作物仍能旺盛生长,可以充分利用土壤中贮存的水分,结果耗水量却较大。相反,喷灌不适宜,即使喷灌水量大,一方面由于水量大而造成渗漏损失,一方面影响作物根系的通透性,生育停滞,耗水量增加并不多,有一部分灌溉水不能被充分利用。

大豆生育期间总耗水量与大豆产量也有密切的关系。从图1看出,在一定的范围内,随着耗水量的增加,大豆产量也明显增加,两者相关极显著($r=0.9184$, 达 $0.1\%***$),回归方程式为 $y = -14.63 + 0.7403Q$ 。

如果降雨量或灌水量超出适宜范围,会因耗水量的继续增加,而产量的增加却渐趋缓慢,实际上呈现出一种曲线的关系。

2、大豆需水规律

在大豆生长发育的不同时期,由于大豆本身生理特性的需要及其环境条件的影响,各时期的耗水量是不同的,有一定的规律,不同品种之间也有

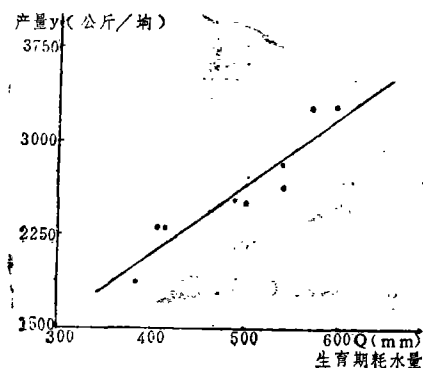


图1 生育期耗水量与产量之间的关系

所不同。根据我们的试验，吉林13号品种，各生长时期耗水量占全生育期间总耗水量的百分数是：出苗~分枝期（共32天）为17.0%；分枝~开花期（共11天）为8.1%；开花~结荚期（共23天）为25.7%；结荚~鼓粒期（共21天）为24.1%；鼓粒~成熟期（共32天）为25.1%。

由于各生育期间经历的天数不同，我们又计算出各阶段的日耗水量（表2）。吉林13号品种，出苗~分枝期日耗水最小，为2.7毫米；其次是分枝~开花期为3.8毫米；日耗水

表2 大豆田间耗水规律

品种：吉林13号

生育时期	阶段耗水量 (mm)	占总耗水量 (%)	经历日数 (天)	日耗水量 (mm)
出苗~分枝	87.0	17.0	32	2.7
分枝~开花	41.4	8.1	11	3.8
开花~结荚	131.5	25.7	23	5.7
结荚~鼓粒	123.4	24.1	21	5.9
鼓粒~成熟	128.4	25.1	32	4.0
合计	511.7	100	119	—

最大是开花~结荚、结荚~鼓粒期，分别达到5.7和5.9毫米；鼓粒~成熟期也较多，为4毫米。

大豆日耗水量大的时期，即是开花、结荚、鼓粒期，也是需水的重要时期，这是符合大豆生物学特性的，这几个时期的水分状况对大豆产量影响极大。根据多年的资料统计分析表明，大豆产量与开花、结

荚、鼓粒期的土壤湿度有密切的关系，相关系数分别为0.6199**、0.7671**、0.9251***。因此，必须满足开花~鼓粒期的水分条件，及时灌水，才能获得高产。

二、降雨量与大豆生育产量的关系

降雨是对土壤水分自然补充的根本途径。降雨量的多少直接影响土壤湿度的变化，因而势必影响土壤供给大豆的水分和大豆的生育产量。所以，了解大豆生育产量与降雨量的关系，大豆需水与自然供水的关系，对于指导喷灌是十分重要的。为此，根据我院1953~1980年大豆产量和5年分期播种试验资料，利用数理统计方法，研究了大豆产量及其构成

因素（每平方米荚数、粒数和百粒重）与降雨量之间的关系。

1、荚数与开花~成熟期降雨量的关系

从图2看出，每平方米荚数与开花~成熟期降雨量有密切的关系，相关系数 $r=0.8991$ ，达0.1%显著水准。随着降雨量的增加，每平方米荚数也随之增加，呈现出曲线关系，回归方程式为：

$$W = -2407.86 + 1218.04 \text{Lg } P$$

同时由图2看出，平方米荚数达到700~800个，则开花~成熟期的降雨量需要达到380~450毫米。

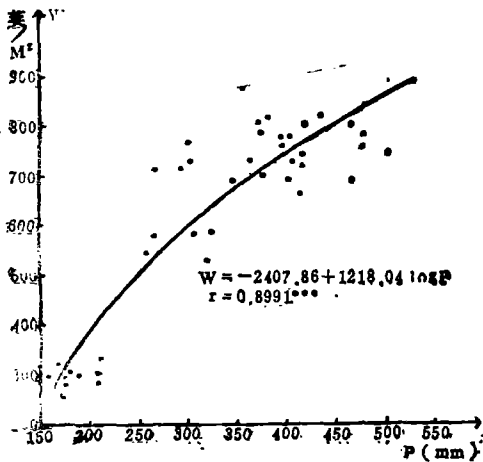


图2 荚数与开花~成熟期降雨量关系

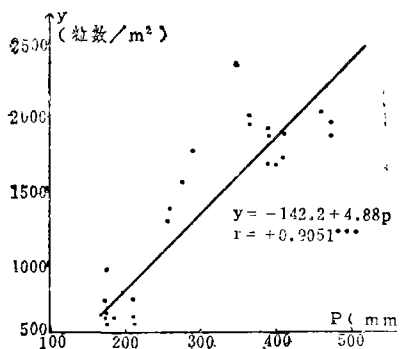


图3 粒数与开花~鼓粒期降雨量的关系

从图4看出, 百粒重与结荚~成熟期降雨量关系密切, 相关系数 $r=0.8457$, 达到0.1%显著水准。随着降雨量的增加, 百粒重呈曲线增加, 其关系式为:

$$y = -18.4 + 14.3 \log P$$

同时从图4中还可以看出, 百粒重达到17~18克, 结荚~成熟期的降雨量则需达到250~350毫米。

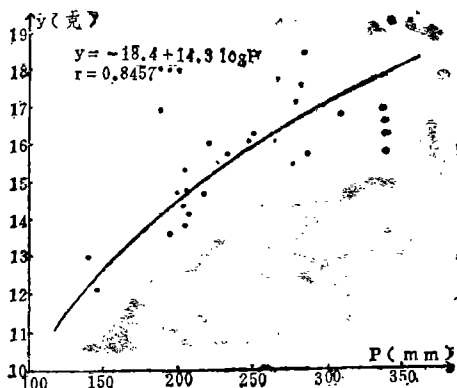


图4 百粒重与结荚~成熟期降雨量关系

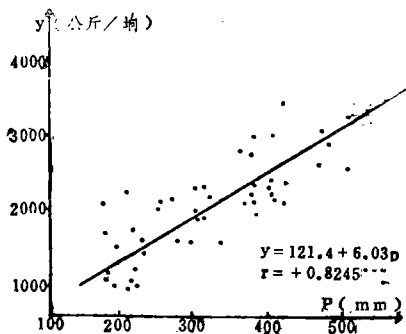


图6 大豆产量与开花~成熟期降雨量关系

从图6看出, 大豆产量与开花~成熟期降雨量之间关系非常密切, 相关系数为0.8245, 达0.1%显著水准。在一定的降雨量范围内, 随着开花~成熟期降雨量的增加, 大豆产量成直线增加, 其关系式为:

2、粒数与开花~鼓粒期降雨量的关系

从图3看出, 每平方米粒数与开花~鼓粒期的降雨量之间的关系密切, 相关系数为0.9051, 达到0.1%显著水准, 二者的关系式为:

$$y = -1422 + 488P$$

同时从图3中还可以看出, 每平方米粒数达到1500~2000个, 开花~鼓粒期的降雨量要达到300~400毫米。

3、百粒重与结荚~成熟期降雨量的关系

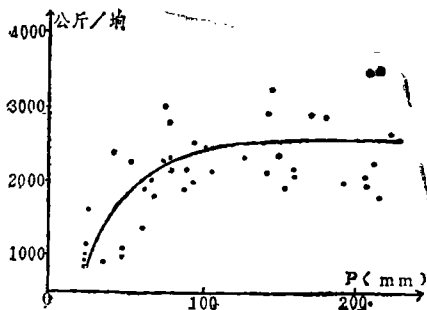


图5 大豆产量与三复叶~开花期降雨量关系

4、产量与生育期间降雨量的关系

从图5看出, 大豆产量受前期(三复叶~开花期)降雨量影响不大。当降雨量小于80毫米时, 随着降雨量的增加, 产量明显增加。但是, 当降雨量大于80毫米时, 随着降雨量的增加, 产量无明显增加的趋势, 仅由于其它条件的影响, 产量出现波动。一般年份, 此阶段降雨量均超过80毫米, 因而, 前期降雨量对大豆产量无明显的作用。从图6看出, 大豆产量与开花~成熟期降雨量之间关系非常密切, 相关系数为0.8245, 达0.1%显著水准。

$$y = 121.4 + 6.03P$$

同时从图 6 进一步分析出,大豆产量达到亩产400斤,开花~成熟期的降雨量需达400毫米以上。

5、自然供水与大豆需水的矛盾

从大豆需水规律以及大豆产量与开花~成熟期降雨量之间的关系看,大豆亩产达400斤,开花~成熟期耗水400~450毫米,要求降雨量在400毫米以上。然而,吉林省的降雨量年际间变化很大,生育期间降雨量分布也不均匀,不能充分满足大豆对水分的要求。就公主岭来说,1951~1980年30年间,大豆开花~成熟期降雨量在400毫米以上的年份仅有5年,占16.7%;在300~400毫米有10年,占33.3%;300毫米以下有15年,占50%。即使在雨水较多的年份,由于生育期间雨量分布不均,也会出现不同程度的干旱,影响大豆产量。例如,1980年雨水较多,生育期间降雨量达494毫米,开花~成熟期降雨量为302.5毫米,但由于7月底~8月15日间高温无雨,出现干旱而影响大豆产量。结果不灌水区比灌水区大豆减产15~30%。由此可见,灌溉是大豆获得高产稳产的重要措施之一。

三、大豆喷灌灌溉制度

大豆喷灌灌溉制度对进行大豆喷灌具有重要的实践意义。首先要研究喷灌灌溉制度中的有关参数,进而确定出大豆喷灌灌溉制度,供进行大豆喷灌时参考。

1、适时喷灌的几项指标

为了获得大豆高产,如何及时进行喷灌,创造适宜的水分状况,使大豆生长健壮高产,这是农业生产中急需解决的问题。根据我们的试验研究,适时的喷灌指标如下:

(1)生态指标:大豆高产必须具有一定的丰产长相。而且,大豆主要数量性状之间又有显著的相关关系。研究表明,干物质重量是产量的物质基础。高大、繁茂健壮的植株是干物重大的具体表现。增加主茎节数可以增大营养体,提高干物重,增荚、增粒、增重是大豆高产的关键。中熟大豆品种,若达亩产400斤,生态指标是:株高在80~90厘米以上;主茎节数在15节以上;植株整齐健壮,叶面积指数达3.5~4.5;每平方米干物质重达650~700克,荚数为650~750荚,粒重为300~350克,百粒重18~20克。

(2)生理指标:目前主要采用叶柄细胞液浓度做为指标,可以利用阿贝折射仪来测定,简单易行。叶柄细胞液浓度低,表明水分条件适宜,生理活性强,有利于光合作用和干物质积累。一般,在早晨9~10时,取大豆植株上部第三片叶的叶柄进行测定。大豆开花以前叶柄细胞液浓度以低于4.0~5.0%为宜,高于6.5%就需喷灌。开花~鼓粒期,叶柄细胞液浓度以低于5.0~5.5%为宜,高于6.5%需要及时喷灌。

(3)土壤水分指标:土壤水分是供给大豆水分的源泉。土壤含水量的多少直接影响大豆的产量。适宜的土壤湿度是创造丰产的条件和依据,也是确定灌溉时期、灌水量的重要参数。据试验:开花~结荚期,土壤湿度为18.5%(即占田间持水量的70%)与24%(即占田间持水量的90%)的两个处理,每平方米荚数分别为479~572个和624~687个,后者比前者增加20~30%。说明开花结荚期水分对于增荚的作用非常显著。结荚鼓粒期,土壤湿度20%与25%两处理,每平方米粒重分别为232~285克和324~358克,后者比前者增加25~40%,而且,后者籽粒饱满,秕粒少,百粒重增加1~2克,产量也增加20~40%。

由此可见，结荚鼓粒期充足的水分对增粒、增重、增产具有重要作用，应特别注意。

开花~鼓粒期，必须保证充足的土壤水分，土壤湿度以24~27%（即占田间持水量的85~100%）为宜，低于21%（即占田间持水量的75%）时，必须及时进行喷灌。在大豆生育前期（即出苗~分枝期），由于春季温度低，植株矮小，耗水量不大，一般不用灌水。即使有轻度的干旱，也不用灌溉，这样有利于蹲苗，避免因灌水后大幅度降低地温而造成“锈苗”。大豆生育前期，土壤湿度以不低于16%（即占田间持水量的60%）为宜。

2、喷灌水量

喷灌水量要适宜，要反映出喷灌省水的特点。因喷灌水能够及时向土壤渗透，地面没有积水。能达到大豆对水分要求的湿润深度，获得最好的产量。从喷灌水量试验结果（表6）看来，随着喷灌水量的增加，产量有随之增加的趋势，但喷灌水量20和30毫米处理的，两者产量相近。考虑到喷灌中水分的部分损失，因此，确定每次喷水量为25~30毫米。

表6 喷灌水量对大豆产量的影响

喷灌水量 (mm/次)	吉林13号		黑农26号		九农9号	
	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%
30	439.3	132.2	400.3	118.9	359.7	114.7
20	439.6	130.3	395.3	117.4	348.5	111.2
10	376.0	111.5	344.8	102.4	338.5	108.0
5	349.0	103.5	333.7	99.1	333.6	106.4
0	337.3	100.0	336.7	100.0	313.5	100.0

据测定：淋溶黑钙土表层水分的渗透速度为30~32毫米/时。可见，我们确定的喷水量是符合土壤渗透速度的。当然，喷水量也可以根据下列公式来计算：

$$Q = 0.1dh(P_0 - P_1) \cdot \frac{1}{\eta}$$

式中：Q：每次喷灌水量（毫米）；h：计划层深度（厘米）；d：计划层平均土壤容重（克/厘米³）；P₀：喷灌后，达到适宜土壤水分上限，一般定为田间持水量值；P₁：灌溉前，土壤湿度（%）值，一般约为田间持水量70%。η：喷灌水分利用系数，一般取值0.8~0.9。

3、喷灌周期与次数

喷灌周期是确定计划喷灌时期和进行计划管理的参考数据，一般按照下列公式计算：

$$T = \frac{Q \cdot \eta}{W}$$

式中：T—计划喷灌周期（日）；Q—喷灌水量（毫米）；W—田阔日耗水量（毫米）；η—喷灌水有效利用系数。

根据试验结果和一般年份的气候特点，在吉林省中部地区，一般地喷灌周期为7~10天，生育期间喷灌4~6次，主要是在大豆开花~鼓粒期喷灌。

4、湿润深度

适宜湿润深度是计算灌水量时必不可少的参数，它直接影响到科学用水。适宜湿润深度应该是即满足作物需水，获得丰产，又能节约用水。为此，必须根据大豆根系分布状况和吸水吸肥特点来确定。调查结果表明（表7），在0~20厘米层内，大豆根系体积占总体积的75%以上，根系干重占总干重的85%以上。从大豆吸肥情况来看，0~40厘米层内的根系吸肥量占总吸肥量的87.4%。显而易见，大豆根系功能主要集中在上层。所以，我们确定计划层深度为20~30厘米，湿润深度（即土壤湿度为田间持水量的

85%的深度)为40~50厘米,这样就可以保证90%以上的根系分布在适宜的水分条件中,满足根系吸水吸肥的要求。

表7 大豆根系分布

深度 (cm)	10	20	30	40	50	合计	
体积	毫升	34.5	14.1	11.9	2.8	1.1	64.4
	%	53.6	21.9	18.5	4.3	1.7	100.0
干重	克	9.2	1.45	1.40	0.32	0.15	12.52
	%	73.5	11.6	11.2	2.6	1.1	100.0

综上所述,大豆喷灌灌溉制度是:计划层深度20~30厘米,湿润层深度40~50厘米,主要在开花~鼓粒期进行喷灌,特别应注重鼓粒期的喷灌。具体喷灌时期应该根据大豆丰产的生态生理指标和土壤湿度指标来确定,因地因时制宜。一般地,大豆生育期间应喷灌4~6次,每次喷水量25~30毫米,轮喷灌周期为7~10天。如果其它栽培措施得到保证,按此制度喷灌,大豆亩产可稳定在400斤。

《兽医科技杂志》《上海农业科技》1984年征订启事

《兽医科技杂志》是由中国农业科学院兰州兽医研究所编辑、出版、公开发行的综合性兽医学科技刊物,创刊已十三年,深受广大兽医工作者欢迎。本刊以理论与实践结合、普及提高兼顾、推广科研成果、交流诊疗经验、传播兽医知识、倡导学术争鸣为宗旨,内容丰富,选材严谨,适合一切从事兽医工作的同志、农业院校本专业师生、有关部门的管理人员以及广大城乡的养畜、养禽专业户阅读。

本刊为月刊,每月20日出版,16开本,每期64面,定价0.40元,全年4.80元。本刊由兰州市邮政局发行,期刊代号54—33,全国各地邮局均可收订。如未能在当地邮局(所)订到或错过收订时间,可直接汇款到兰州市盐场堡徐家坪中国农业科学院兰州兽医研究所《兽医科技杂志》编辑部订购,不需另加邮费。

《上海农业科技》为综合性农业科技刊物,由上海市农学会和上海市农科院主办,重点反映本地区科研的特点和水平。本刊栏目有科研论文报告、技术经验总结、实验技术、科研简报、群科园地、多种经营、推广动态及国外科技文摘等。

本刊为双月刊,逢双月5日出版,16开本,每期48页,定价0.24元,公开发行,代号4—187,欢迎读者到当地邮局(所)订阅。