

大豆丰产节水灌溉技术

王延宇 王鑫 赵淑梅

(白城市农科院,白城 137000)

王兰芸

(白城市气象局,白城 137000)

提 要 我国水资源贫乏,为了合理利用水资源,实施丰产节水灌溉技术,提高大豆产量,增加经济效益。本试验利用盆栽方法,采用正交设计、积分回归统计分析结果,揭示了大豆需水变化规律,大豆灌溉水量、时间与产量效应关系,明确灌溉水量在不同时期的生产价值,确定了大豆各生育阶段适宜土壤水分标准和灌溉指标。

关键词 大豆;节水灌溉;田间持水量;生态指标;积分回归

大豆是需水较多,对水分要求严格,为不耐旱的作物。大豆在其生长发育过程中,保证供给适宜水分才能获得高产。因此,研究大豆需水规律,找出其对水分要求的关键期,并确定出单位灌水量、灌水在大豆不同生育时期的增产效应值和大豆灌溉土壤水分标准。合理利用水资源,实施丰产节水灌溉,提高经济效益。

1 材料与方 法

大豆供试品种为白衣 2 号,采用盆栽,供试土壤为黑钙土。每盆施入底肥二铵 20 g,硝酸铵 10 g,定苗 3 株。

本试验以大豆出苗~分枝、分枝~开花、开花~结荚、结荚~鼓粒、鼓粒~成熟 5 个生育期为因素。将土壤水分含量确定 4 个标准,分别占田间最大持水量的 20%~40%、41%~60%、61%~80%、81%~100%作为试验水平。选用正交表 L₁₆(4)(表略)安排 16 个处理,相当于 1 024 个组合。每个处理 3 次重复,逐日称重补水,维持处理水平,测得日耗水量资料。从 1982~1988 年共设计了 336 个处理,4 万多数据,微机处理。

2 结果与分析

大豆在整个生育期间,植株叶面积蒸腾和棵间土壤蒸发的水分,称做大豆需水量。

2.1 大豆需水规律

经测定,大豆在整个生长发育过程中的总需水量,一般平均需要 2 161 mm,但大豆在年际间总需水量变化的幅度较大,在 800~4 000 mm 变幅内。因为凡能影响大豆叶面积蒸腾和棵间土壤蒸发的一切外界环境条件,如气象条件、土壤性质、湿润状况、品种特征和栽培技术措施等,都能使大豆的需水量发生变化。

2.1.1 大豆需水量的年际变化规律

大豆需水量的年际变化,虽然受多种因素影响,但主要是受气象条件的制约。例如少雨干旱的1982年,大豆总需水量多达3 717 mm,比平均总需水量多72%;多雨湿润的1986年大豆总需水量只有1 087 mm,仅为平均总需水量的50%。可见大豆需水量的年际变化与气象因素干湿变化关系密切。

2.1.2 大豆生育阶段需水量的变化规律

大豆各生育阶段需水量的变化,除受环境条件影响外,还与不同生育阶段有关。大豆出苗后逐旬需水量的变化规律是:出苗后随着大豆植株的增长需水量也逐渐增加,到7月下旬达到极值,这时大豆正值结荚期,日平均需水量为30~33 mm,以后需水量逐旬减少,到成熟期日需水量只有10 mm左右,其变化规律近似抛物线。该曲线数学模型为: $E = -193.7 + 168.0t - 13.3t^2$ 。式中E为大豆某旬需水量估计值,t为出苗后旬序列1、2、3……11。

经检验,复相关系数为 $R = 89.1$,说明数学模型与实际情况拟合很好。

大豆各生育期需水量和日平均耗水强度多年平均值见表1。

表1 大豆各生育期需水量和耗水强度(平均值)

项 目	需水量 (mm)	占总需水量 (%)	天 数 (d)	耗水强度 (mm/d)
出苗~分枝	156	7.2	20	7.8
分枝~开花	695	32.2	30	23.2
开花~结荚	210	9.7	8	26.3
结荚~鼓粒	600	27.8	20	30.0
鼓粒~成熟	500	23.1	32	15.6

从表1中可以看出,出苗~分枝期需水量较少,分枝~开花期需水较多,占全生育期的32.2%,结荚期是需水量最多时期,日耗水强度高达30 mm,这一时期正值大豆营养生长向生殖生长转化时期,是需水的关键期,此时期缺水,对大豆产量影响较大。

2.2 大豆灌溉水量、时间与产量效应关系

大豆灌溉水量、时间与产量效应关系,是指增加一个单位水量,即1 mm水量,在生育阶段时间分布上,单位面积增加的产量值,它反映了灌溉水量的生产价值。揭示这种关系,掌握其变化规律,这就为合理利用水资源,节约灌溉用水提供了科学依据。

我们采用积分回归统计分析方法,利用微机进行数据处理,得出产量预测方程和 $a(t)$ 值。其产量预测方程为:

$$Y = 333.35 + 1.25x_1 - 2.33x_2 - 0.77x_3 + 1.05x_4 - 11.35x_5 + 0.33x_6 - 0.75x_7 - 0.58x_8 + 1.12x_9 + 2.68x_{10} - 0.58x_{11}$$

方程经检验, $F = 9.50$, $F_{0.01} = 3.53$,方程呈极显著水平。

$a(t)$ 值有两个峰值,第一个峰值出现在6月下旬,此时处于大豆分枝末期,这正是生殖细胞分裂期,这是决定产量多少的关键时期,当土壤水分接近田间持水量20%时,灌1 mm水量可使公顷产量增加51 kg。第二个峰值出现在8月下旬,此时大豆处于鼓粒初、中期,这是决定大豆质量的关键期,充足的水分可使子粒饱满。这时当土壤水分接近田间持水量20%时,灌1 mm水量,可使公顷产量增加75 kg。所以在这两个时期,如果土壤水分不足进行灌溉,可以明显提高大豆的产量和质量,获得较大经济效益。

2.3 大豆灌溉土壤水分标准

通过灌溉调解土壤水分含量,创造大豆各生育阶段适宜的土壤水分环境,是保证大豆良好生长发育,实现高产的重要措施。大豆灌溉土壤水分标准,是通过土壤持水量对大豆的营养生长、生殖生长及产量构成因素的影响评价而确定的,它决定着大豆生育期灌水时间和灌水次数,是大豆丰产节水灌溉技术的重要组成部分。

2.3.1 大豆苗期适宜土壤水分标准

在大豆灌溉生态标准研究中,获得了大豆壮苗标准,即苗的地上部分生长不能过旺、根系要充分发达、根冠比要适当、叶面积系数要达到一定水平、净光合生产力较高和根瘤形成较多,使幼苗有较强的自身固氮能力。据多年试验分析,大豆的壮苗各项生态指标如表 2。

表 2 大豆壮苗生态指标

项 目	株 高 (cm)	叶面积 系 数	根 长 (cm)	根系数 (条)	根 瘤 (个)	根冠比	净光合生产力 g/(m ² ·d)
指 标	30.0	1.5~2.0	30.0	35	34	0.16	1.90

苗期土壤水分含量多少,对大豆的营养生长影响明显。土壤水分少,低于土壤田间持水量 30%时,大豆生长发育缓慢,地上、地下部分的发育均受阻,形成不了壮苗;水分过多,高于土壤田间持水量的 90%时,明显的表现出地上部分的枝茂叶大,但茎秆相对较细。土壤水分含量多少对大豆幼苗生长发育影响见表 3。

表 3 土壤水分含量对大豆苗期影响

占田间持水量 (%)	株 高 (cm)	根 深 (cm)	根系数 (条)	根 瘤 (个)	根冠比	叶面积 系 数	茎 粗 (cm)	净光合生产力 g/(m ² ·d)
20~40	28.50	29.67	25.30	22.00	0.16	0.90	0.51	1.67
41~60	30.67	30.20	34.67	31.67	0.16	1.09	0.52	1.79
61~80	38.33	27.17	22.33	93.00	0.14	1.50	0.66	2.16
81~100	39.07	25.33	21.00	98.00	9.13	2.52	0.66	1.41

由表 3 可以明显看出,土壤含水量占田间持水量的 41%~60%和 61%~80%两种处理,可使豆苗达到壮苗标准。因此,将苗期的适宜水分下限定为田间持水量的 41%,上限定为田间持水量的 80%。

2.3.2 大豆分枝期适宜土壤水分标准

分枝的多少是表现大豆丰产性状的标准之一。所谓“豆打旁秆”就突出说明了分枝在大豆丰产中的重要作用,因此,通过水分条件促进有效分枝是十分必要的。

分枝多少与土壤含水量高低有直接关系,土壤含水量低,分枝少;土壤含水量高,分枝多。据调查,在分枝发育阶段灌 1 次水,可增加分枝 92.6%~181.4%。

根据大豆丰产灌溉生态标准试验,大豆分枝阶段各项生态指标如表 4。

表 4 大豆分枝期丰产灌溉生态指标

项 目	株 高 (cm)	分枝数 (个)	叶面积 系 数	枝 位 (cm)	单株干物质积累量 (g/d)
生态指标	0.85	1.22	4~5	0.4~0.7	22~24

在土壤水分标准试验中,探讨了从田间持水量的20%~100%各不同土壤水分水平,对大豆株高、分枝数、叶面积系数、枝位和单株干物质积累量等方面的影响。发现当土壤含水量占田间持水量60%~80%时,可使上述各项生态性状达到丰产灌溉生态标准的要求。因此,将大豆分枝阶段的土壤含水量标准,下限定为占田间持水量的60%,上限为80%。

2.3.3 大豆开花阶段适宜土壤水分标准

大豆开花阶段是营养生长和生殖生长并存阶段,是大豆生长较为旺盛时期,干物质迅速积累、叶面积明显增大、分枝芽和花芽大量分化,此时,也正是全年气温较高时期,蒸发量较大。由于大豆生理活动的强化,加之气温和蒸发量等自然条件的作用,就决定了大豆这一生育阶段耗水量强度最高。据测试,大豆开花阶段单株耗水强度最高可达0.825 kg/d。

另外,此时期也是大豆对水分最敏感时期,土壤水分充足时,花数增多,花位变低,说明大豆下部叶腋的花芽能充分分化。根据大豆花期的需水强度和水分对花数、花位的影响调查,当田间持水量在80%~100%时,花位低,花数最多。所以说,开花期土壤含水量标准下限定为田间持水量的80%,低于这个标准就得进行灌溉。

2.3.4 大豆结荚期适宜土壤水分标准

结荚多少对产量高低影响很大,通过对水分的调节,减少大豆落花、落荚,提高结荚率,对增加大豆的产量是十分重要的。

大豆结荚阶段对水分的需求是比较多的。经实测,结荚阶段的耗水量占大豆生育期耗水量的33.56%。

土壤水分含量对结荚状况的影响见表5。

表5 土壤水分对结荚状况的影响

试验方法	项目	占田间持水量(%)			
		20~40	41~60	61~80	81~100
田间	单株荚数	21.93	23.20	25.57	25.60
	单株粒数	60.60	66.47	69.07	69.50
盆栽	单株荚数	42.92	42.88	47.84	39.50
	单株粒数	107.91	110.25	123.34	97.17

田间试验:以田间持水量61%~80%、81%~100%两处理最好,比低水分处理单株荚数增加10.20%~16.60%,单株粒数增加4.0%~14.0%。盆栽试验:以土壤含水量占田间持水量61%~80%的处理最好,比低水分处理单株荚数增加11.46%~23.65%,单株粒数增加11.87%~26.93%。结合两部分试验,大豆结荚期的土壤水分标准,下限定为占田间持水量的60%,上限定为占田间持水量的80%。

2.3.5 大豆灌浆期适宜土壤水分标准

鼓粒期是以生殖生长为主的发育阶段,是子粒形成时期,如果这时期水分不足,茎秆中营养物质的转化和向子实的输送将会受阻,影响子粒发育,降低子实的品质和产量。土壤水分条件和它们之间的关系见表6。

表6 土壤水分对大豆子实的影响

项目	占田间持水量(%)			
	20~40	41~60	61~80	81~100
单株粒重(g)	10.24	9.49	13.50	9.94
百粒重(g)	14.35	13.51	14.67	15.04
产量(kg/hm ²)	2067.30	1897.50	2610.67	1887.33

通过试验分析,在大豆鼓粒期的土壤水分占田间持水量的61%~80%状态下,百粒重和产量都是最高。所以将这一生育阶段土壤水分标准下限定为占田间持水量的60%,上限定为占田间持水量的80%。

3 结 论

大豆产量是由株数、株粒数和粒重三因素构成。按照大豆灌溉土壤水分标准进行灌溉,调节土壤水分,对三个产量因素都能起到促进作用,使产量显著提高。尤其在两个关键期,大豆分枝至开花初期和鼓粒中期,当土壤含水量低于下限指标时及时灌溉,增产效果明显。

(责任编辑:张 瑛)