

春玉米灌溉量的确定方法及抗旱对策

陆葆跃

严文生

(江苏如皋市气象局, 226500) (江苏如皋市农经委)

钱国平

(江苏如皋市气象局)

提 要

根据试验资料,建立春玉米耗水量的数学模式,计算不同生育阶段的耗水量。在此基础上,借助农田水分平衡方程,设计出计算春玉米不同生育阶段灌溉量的动态变化方程,综合考虑未来天气趋势和土壤性质的作用,判断未来旱象的发生发展,科学地决策抗旱措施。

关键词: 春玉米耗水量 灌溉量 抗旱决策

引 言

在作物受到干旱影响时,人们通常是根据土壤湿度来决策抗旱措施。而同样的土壤性质,同样的土壤湿度,不同的作物所受到的干旱危害程度不同。就是同样的土壤性质、土壤湿度和同一种作物,所处的生育期不同,所受到的干旱危害也不一样。而且,当土壤湿度降低到一定程度时,作物已经出现生理缺水、枝叶凋萎,乃至枯死的现象,这时抗旱浇水,也为时过晚。该课题就是针对农业生产中出现的这一实际问题,以受干旱影响矛盾比较突出的春玉米为例,设想摸索出春玉米耗水量与气象条件的一般规律,建立春玉米耗水量的数学模式。判断春玉米的生理缺水情况,综合分析各方面因素的作用,结合未来天气趋势,抢在干旱产生危害之前,及时采取必要的抗旱措施,确保春玉米高产稳产。

1 试验简介

春玉米耗水量测定点设在江苏省如皋市水利科研站。从1986年至1991年连续6年进行测定。供试品种:皋单2号。采用盆栽称

重法:用直径30cm、高30cm镀锌铁皮制成的圆柱测筒,共21个。将玉米苗栽入筒内土壤土中。筒按株距30cm,行距48cm(约4600株/亩)置于大田中间,遇雨时用塑料棚遮盖,共3行,每行7株。测筒内水分随植株蒸腾而减少,每天08时称重一次(磅秤),计算消耗量,用量杯补充水。筒内植株自然增重量的估算方法:每10天选同样株型的大田植株称重,将每次的植株增重量加入总重。玉米4月21日移栽,7月21日收获。平行观测资料的气象部分用如皋市气象站基本气候观测资料代替(测点距基本观测站较近,环境条件较一致)。

2 春玉米耗水规律及灌溉量的确定

2.1 春玉米耗水量与气象条件的关系

春玉米在生长过程中,既需一定量的水分供给,又要求水分的合理分配。这就是说,水分供应不仅要适宜,而且要及时。所以先要了解其耗水规律。春玉米生长前期耗水量较少,随着时间的推移,气温逐渐升高,光照逐渐增强,叶面积系数逐渐增大,蒸腾加强,耗

水量增多,直至生长盛期,耗水量达到高峰,随后逐渐减少。

根据试验获得的春玉米耗水量资料与春玉米移栽以后的天数、日平均气温和日照时数的累积值资料(分别以 $\sum t$ 、 $\sum T$ 和 $\sum S$ 表示),分别建立如下关系式:

$$\hat{E}_1 = \frac{648.8385}{1 + e^{(4.9275 - 0.0797 \sum t)}} \quad (1)$$

$$R_i = 0.9882, P \cdot E \cdot R_i = 0.005023$$

$$\hat{E}_2 = \frac{648.8385}{1 + e^{(2.4455 - 0.0012 \sum T)}} \quad (2)$$

$$R_i = 0.9867, P \cdot E \cdot R_i = 0.002837$$

$$\hat{E}_3 = \frac{648.8385}{1 + e^{(5.0016 - 0.0124 \sum S)}} \quad (3)$$

$$R_i = 0.9817, P \cdot E \cdot R_i = 0.003903$$

$$(i = 1, 2, 3)$$

式中, R_i 为相关比; $P \cdot E \cdot R_i$ 为或然误差。当相关比等于或大于或然误差的 4 倍时,可认为曲线回归效果显著^[1]。显然,式(1)~(3)中的曲线回归方程均显著。

作物的耗水量是在诸多因素共同作用下促成的,这些因素的作用,有主次之分。若其它条件相对稳定时,春玉米移栽以后的耗水量(用 \hat{E} 表示),基本就是 $\sum t$ 、 $\sum T$ 和 $\sum S$ 的函数。将式(1)~(3)运用相关集成综合法得:

$$\begin{aligned} \hat{E} &= f(\sum t, \sum T, \sum S) \\ &= \sum_{i=1}^3 (R_i \hat{E}_i) / \sum R_i \\ &= \frac{216.8647}{1 + e^{(4.9275 - 0.0797 \sum t)}} \\ &+ \frac{216.5355}{1 + e^{(2.4455 - 0.0012 \sum T)}} \\ &+ \frac{215.4383}{1 + e^{(5.0016 - 0.0124 \sum S)}} \quad (4) \end{aligned}$$

由于外界条件、生理和生态的影响,各个生长阶段的耗水量有明显的差异。要想知道作物某一生长时段的耗水量,只要将移栽到某一生长时段末期的耗水量减去到始期的耗

水量。可用下式表示:

$$\Delta \hat{E} = \hat{E}_2 - \hat{E}_1 \quad (5)$$

根据方程(4)、(5)我们计算了如皋市 1988—1992 年春玉米生长期间实际偏旱时段的耗水量。

2.2 灌溉量的确定

在平原地区,对于一定深度的土层,在某一特定时段内,其耗水量与农田水分平衡方程各分量有关系。

农田水分平衡方程为

$$R + I + G = E + S + \Delta W^{[2]} \quad (6)$$

其中, R : 降水量; I : 灌溉量; G : 地下水补给量; E : 蒸散量,又称耗水量; S : 渗漏量; ΔW : 土层蓄水量变化。

分析农田水分平衡方程各分量的作用,就全年情况而言,某地区地下水补给量 G 应当和渗漏量 S 基本持平。但作物生长的某一时段,特别是要考虑作物的生理缺水情况时,这时的降水量一般只在 10mm 以下(否则就无需考虑抗旱问题),则渗漏量可不予考虑,即 $S=0$ 。

土层某一深度的蓄水量可用下式计算:

$$W = h_s \rho_s B \% \times 10^{[3]} \quad (7)$$

则土层蓄水量的变化可用下式表示:

$$\Delta W = 0.1 h_s \rho_s (B_2 - B_1) \quad (8)$$

式中, h_s : 土层厚度,本试验中 $h_s = 10\text{cm}$; ρ_s : 土壤容重,该地区为 1.48g/cm^3 ; B_1 和 B_2 : 分别表示 h_s 深度土层前后两次的土壤湿度(水分与干土比)百分数;乘以 10 是将 cm 化为 mm 单位。

将农田水分平衡方程进行移项变换,可以得到农田灌溉量的表达式:

$$I = E - R - G + \Delta W \quad (9)$$

式(9)中耗水量 E 可以用 $\Delta \hat{E}$ 取代,则春玉米农田的灌溉量可用下式表达:

$$\begin{aligned} I &= (\Delta \hat{E} + \Delta W) - (R + G) \\ &= \Delta \hat{E} + 0.1 h_s \rho_s (B_2 - B_1) - (R + G) \quad (10) \end{aligned}$$

$\Delta \hat{E}$ 是根据过去一段时间的光、温等气

象条件计算的农田耗水量; ΔW 为土层蓄水量的变化所提供的水分; G 为地下水补给量。就某一时段来说,因为要考虑抗旱问题,这时的地下水位一般已降至 4—5m,此时 G 可视为 0;但在前期地下水位一般在 3m 左右,有一定补给量,但又无法定量计算,故计算出的

灌溉量显然是有些偏大,暂把它看成是灌溉量的上限,实际操作时,可按计算值的 70%—80%进行灌溉。

根据方程(10),计算出如皋市 1988—1992 年春玉米生长期主要偏旱时段的灌溉量(见表 1)。

表 1 如皋市近年春玉米生长期偏旱时段的耗水量及灌溉量的计算值/mm

年份	时段 II/月	ΔE	ΔW	R	I	$0.7I$
1988	1/7—15/7	149.7904	-16.280	8.3	125.2104	87.6473
1989	11/5—31/5	51.7876	-11.396	11.0	29.3916	20.5741
1990	11/5—25/5	31.3681	-1.924	23.9	5.5441	3.8809
1992	21/5—10/6	146.4834	-4.2920	27.1	115.0914	80.5640

3 抗旱决策

某一时段农田缺水的量(即灌溉量)可以通过方程(10)计算出来。但这还不够,还必须考虑未来的天气趋势(主要是 7 天以内的)和土壤性质来决定是否抗旱、抗旱的量和什么时间抗旱。现设计了抗旱决策措施分级表,基本能综合考虑上述 3 者的作用,然后采取相应的抗旱对策措施(见表 2)。

表 2 抗旱决策措施分级表

计算灌溉量/mm	高沙土				沙壤土				壤土			
	降水量级				降水量级				降水量级			
	无	小	中	大	无	小	中	大	无	小	中	大
10—30	II	III	III	IV	II	III	IV	IV	III	IV	IV	IV
30—50	I	II	III	IV	I	II	III	IV	II	III	IV	IV
≥50	I	I	II	III	I	I	II	IV	I	II	III	IV

表 2 中根据计算灌溉量、预计未来降水情况和土壤性质,明确分为 4 级,分别采取 4

种相应的决策。

I:立即采取措施抗旱,灌溉量为计算灌溉量;

II:采取措施抗旱,灌溉量为计算灌溉量的 70%;

III:采取一定措施缓解旱情,灌溉量为计算灌溉量的 40%—50%。

IV:暂不考虑抗旱,或采取适当措施缓解旱情。

当计算灌溉量小于 10mm 时,无论是什么土壤性质,无论是未来有没有雨,均暂不考虑抗旱。

运用表 2 对我市 1988—1990 年春玉米生长期偏旱时段进行了验证,对 1992 年进行了试报,验证结果及预报结论均与实况完全一致(见表 3)。

表 3 抗旱决策效果检验

年代 时段	1988	1989	1990	1992	
	1/7—15/7	11/5—31/5	11/5—25/5	21/5—10/6	
灌溉量 I	125.2104	29.3916	5.5441	115.0914	
$0.7I$	87.6473	20.5741	3.8809	80.5640	
抗旱措施分级	高沙土	II	II	不抗	IV
	沙壤土	II	II	不抗	IV
	壤土	II	IV	不抗	IV
降水量	预测	小	中	中	大
	实况	6.0	59.9	23.9	86.7
评价	✓	✓	✓	✓	

4 小 结

4.1 本文根据试验资料,初步揭示了春玉米耗水量与温、光和时间关系。

4.2 人们平时决定作物是否需要抗旱,一般是根据土壤湿度和作物的外观(叶片缺水乃至凋萎),这时旱象对作物的正常生长已产生影响。设想抢在作物产生危害之前,采取必要的抗旱措施,确保作物正常生长。该确定灌溉量的方法,将灌溉量和作物生长的需水生理规律联系起来,在确定灌溉的量和时间上又考虑到未来的天气趋势、土壤状况,就更具针对性和科学性。

4.3 为考虑节约资金,试验中做的测筒为高

30cm,直径 30cm 的圆柱形铁筒。今后最好能做成宽 30cm,长 48cm,高 30cm 的长方体铁筒,排起来可能效果会更好些。

4.4 地下水的补给量的计算方法,还有待今后进一步研究,以便计算出的灌溉量更精确,更切合实际。

参考文献

- 1 杨永岐. 农业气象中的统计方法. 北京:气象出版社, 1983, 80.
- 2 王馥棠等. 农业气象预报概论. 北京:农业出版社, 1991, 401.
- 3 北京农业大学农业气象专业. 农业气象学. 北京:科学出版社, 1982, 106.

Determining of Irrigation Amount of Spring Corn and Drought-resistant Strategy

Lu Baoyao Qian Guoping

(Rugao Meteorological Station, Jiangsu Province, 226500)

Yan Wensheng

(Rugao Agricultural and Economic Committee)

The mathematical model of water consumption of spring corn was given out and water consumption in each developmental stage was calculated. Furthermore, the dynamic model, estimating irrigating amount of spring corn in different stages, was designed based on water balance equation of farmland so as to judge the developing trend of drought in the future through synthetical consideration of weather trend and soil character. Finally, the drought-resistant strategy was made.

Key Words: spring corn irrigation amount drought-resistant strategy