

小麦出苗至抽穗期土壤湿度 预报及喷灌量计算

辛玉善

杨锡勤

(黑龙江省850农场气象站,158422) (黑龙江省855农场气象站)

宋秀焕

(黑龙江省856农场气象站)

提 要

以黑龙江省850农场的资料进行分析,5至6月份小麦出苗、拔节至抽穗阶段,经常出现干旱,是需水关键期,对产量影响极大。所以利用麦田土壤湿度资料,建立经验公式,对土壤墒情进行预测预报,从而获得最佳喷灌时间及喷灌量,为节约用水、计划用水提供了可靠依据。

关键词: 小麦需水关键期 土壤湿度 预报 喷灌

引 言

通过对1961~1983年间850农场科研站作物物候观测资料及气象资料的双重分析,小麦出苗至拔节和抽穗阶段,水分收支不平衡、极易发生旱涝,俗称“掐脖子”。5月出苗至拔节期,其蒸散量(土壤表面的蒸发与作物的蒸腾)在99.2mm,而80%保证率的降水量为33.4mm,入不敷出,在底墒不足的情况下将发生干旱,其频率占37%,因此在旱年进行喷灌(俗称头水)是必要的。进入6月,深层储水被大量消耗,作物需水主要靠大气降水,此时正处于拔节抽穗阶段,其蒸散量在98.2mm,而80%保证率的降水为33.8mm,土壤水分急剧下降,其旱情频率占64%。因此要获得小麦的高产,必须进行喷灌。

1 小麦“掐脖子”的分析

拔节至孕穗期,在6月上旬至中旬,是营

养生长转到生殖生长期,为小麦的需水临界期,“麦怕胎里旱”就指这一时期。据统计,本期降水量与有效小穗数和产量均呈显著正相关,相关系数 r 分别为0.465与0.420。均通过0.05信度检验。本文统计分析了历年6月上旬至中旬各级降水与小麦植株表现情况,结果表明,该生育期干旱发生频率占64%,旱与重旱发生频率共占34%。即多数年份此地区常因干旱而致小麦减产。

为了进一步深入探讨降水对产量的影响程度,对历年降水量进行分组。大于50mm为第一组;20~50mm为第二组;小于20mm为第三组,进行方差分析。 F 值为8.20,通过0.01信度检验,差异极显著。然后对各组产量平均数差异进行多重比较和边际分析,得知,本场6月上旬至中旬确为小麦需水的关键期,若本期降水小于50mm则会减产,若小于

20mm 则严重减产,减产幅度与大于50mm 的年份相比,可达43.8%。而这一阶段降水量与灌溉量之和若大于36.7mm 时,增产效应十分显著,每灌水10mm 增产13%;当降水与灌溉之和大于50mm 时,灌水的增产效应就差些,每灌10mm 仅增产6%。

2 土壤墒情分析

850农场坐落于白浆土地区,白浆土占耕地面积的55%以上。由于白浆土物理性质不良,土质粘重,通透性差,易旱易涝。因此有必要弄清土壤水分变化规律。本文着重分析5至6月份0~30cm 深麦田土壤湿度情况,因小麦根系有90%分布在0~30cm 深土层内,而30cm 以下为白浆层,极坚硬紧实,作物根系难于下扎。利用本场气象站及科研站1962、1963、1966、1974、1982、1983、1984、1985年每旬(其中1983年为雨前雨后测定)的土壤湿度(占干土重的百分比)资料,寻找土壤湿度的变化规律。

2.1 土壤湿度变化的一般规律

通过资料分析结果表明,土壤湿度在降水后达到最大值,降水后土壤湿度的增加值与降水量的大小有关,土壤湿度的增加不是无限制的,它有一个极限,连续降水的情况下,各层土壤水分达到或接近饱和状态,湿度就不再继续增加。5月上旬以前,土壤湿度增至30%~35%时,相当田间持水量的80%~95%,再继续降水,湿度增加的不明显或由于冻结层的阻挡作用,水分无法下渗,使地里出现明水,达到过饱和状态,而5月下旬至6月底土壤湿度增至40%~45%时,达到了极限值,因为这时土层化冻较深或已化透。

2.2 土壤湿度的递减

降水结束后,在连续晴天少雨的情况下,土壤湿度逐渐下降,这是土壤蒸发及作物蒸腾、下渗等许多因子共同作用的结果,它是时间的函数。本文统计了30cm 以上平均土层连续晴天湿度递减情况,得出连续晴天与湿度

递减量近似线性变化(图略)。所以可用下列公式表示:

$$E_T = a + bN \quad (1)$$

式中, E_T 表示降水后第 N 天的土壤湿度递减量,用%表示; N 为雨后连续晴天日数, a 、 b 为系数,统计经验公式为:

$$E_T = 0.85 - 0.84N \quad (2)$$

$r = 0.962$,此方程通过了信度0.01的检验,达极显著水平,在无降水的情况下,只要测得0~30cm 平均土壤湿度,由方程(2)就可以计算出未来若干天后的土壤湿度。

2.3 雨后墒情的递增

降水量的大小,直接影响土壤湿度的增量。根据实测结果,我们用对数曲线拟合降水量与土壤湿度的增量的关系,其方程为:

$$Q = A \lg R - B \quad (3)$$

式中, Q 表示土层湿度的增长率,用%表示, R 为降水量,单位 mm, A 、 B 为系数。经统计得出0~30cm 平均土壤湿度增量的关系式为:

$$Q = 11.45 \lg R - 3.79 \quad (4)$$

其相关系数 $r = 0.92$,达0.01的极显著水平。

3 各项指标的农业意义

对土壤墒情进行预报,必须了解各项指标的农业意义。通过历史资料普查发现,当0~30cm 平均土壤湿度小于23%时,其水分表现供应不足,就会出现干旱。表1给出了旱涝等级对应的土壤湿度情况,据此可确定需要灌溉时的指标。

表1 850农场旱涝土壤湿度指标

旱涝等级	重旱	旱	正常	涝
0~30cm 平均土壤湿度/%	<18	18~22	23~39	>40

4 土壤湿度预报及喷灌时间的确定

农田上某阶段土壤水分收支情况可用下

面的水分平衡式表示^[1]:

$$W = W_0 + Q - E_T \quad (5)$$

式中, W 为某阶段末的土壤湿度; W_0 为某阶段初的土壤湿度(%), Q 为某阶段内地上来水土壤湿度的增量, E_T 为耗水量。为了使用方便, 利用公式(2)、(4)分别求出雨后连续晴天土壤湿度的递减量及降水或灌溉带来的土壤湿度的增量, 具体结果见表2和表3。

表2 雨后连续晴天土壤湿度递减量

晴天日数 N /天	递减量 E_T /%	晴天日数 N /天	递减量 E_T /%
1	1.7	11	10.1
2	2.5	12	10.9
3	3.4	13	11.8
4	4.2	14	13.5
5	5.1	15	14.3
6	5.9	16	15.1
7	6.7	17	16.0
8	7.6	18	16.8
9	8.4	19	17.0
10	9.3	20	17.7

表3 降水或灌溉带来的土壤湿度增量

降水+灌溉 /mm	增量 Q /%	降水+灌溉 /mm	增量 Q /%
2	0	35	13.9
3	1.7	40	14.6
5	4.2	45	15.2
10	7.7	50	15.7
15	9.7	55	16.2
20	11.1	60	16.6
25	12.2	65	17.0
30	13.1	70	17.3

下面通过举例说明土壤湿度的预报及喷灌时间的确定。例如: 5月10日测得土壤0~30cm的平均湿度为23%, 5月13日一次降水过程雨量为5mm, 预报5月20日的土壤湿度。由表2查知雨前 N 为3天对应的土壤湿度递

减量为3.4%, 再查降水量为5mm对应的土壤湿度增量为4.2%, 又雨后 N 为7天对应的 E_T 值为6.7%。因雨前雨后湿度递减率是对数关系, 需分段相加。则应用式(5) $W = 23 + 4.2 - (3.4 + 6.7) = 17.1$ 。

17.1%为预报的5月20日土壤湿度值。由表1得知, 此土壤湿度值为重旱指标。喷灌的目的是为了灌“丰产水”, 而不是灌“保命水”, 所以当土壤湿度下降到23%以下时, 就应考虑喷灌。由例中可计算出, 5月14日土壤湿度为23%, 所以14~15日即应开始喷灌, 若等到5月20日, 土壤湿度下降到17.1%时, 就已太晚, 影响小麦产量。

5 灌溉量的确定

喷灌不当, 不仅浪费人力、财力、物力, 而且会给小麦造成危害。如1980年5月中旬灌水后, 26日下了30.5mm大雨, 使低洼地段受涝, 其中受涝7~8天的植株死亡。

在喷灌前, 需测定当时地块的土壤湿度, 当其在23%以下时, 结合天气预报, 如果10天内无雨或少雨, 应用公式^[2]:

$$W_i = 0.1(V - W)d \cdot h \quad (6)$$

计算喷灌量。 W_i 为所求单位面积上灌水深度(mm); V 为所需的土壤湿度值; W 为土壤湿度%; d 为容重: 单位 $g \cdot cm^{-3}$, h 为土层渗透深度(cm)。

例如: 测得某地土壤湿度0~30cm平均为20%, 预报未来少雨, 需灌到土壤湿度37%, 土壤容重为 $1.2g \cdot cm^{-3}$, 灌到30cm土层深度, 666.7m²土地需灌水: $0.1 \times (37 - 20) \times 1.2 \times 30 = 61.2mm$ 。换算成立方米水, 因1.5mm相当666.7m²田地灌水1m³, 则61.2mm相当于40.8m³水。

小麦在旱年喷灌其增产效应是十分显著的, 要想获得小麦高产稳产, 必须解决喷灌问题, 此方法为1998年大面积喷灌提供了可靠的理论依据。

参考文献

- 1 辽宁铁岭农学院农业气象专业. 农业气象预报和情报
服务方法. 1976:3~7.

- 2 南京气象学院农气教研组. 农业气象学. 1978,5:3~
33.

The Soil Moisture Forecast and Irrigation Calculation in the period from wheat seedling to booting

Xin Yushan

(850 Farm Weather Station, Heilongjiang Province, 158422)

Yang Xiqin

(855 Farm Weather Station, Heilongjiang Province)

Song Xiuhuan

(856 Farm Weather Station, Heilongjiang Province)

Abstract

The observation data of 850 Farms in Heilongjiang province were analysed. There is drought in May and June, the period is a crucial stage of wheat needing water, corresponding wheat seedling to booting stage. The experiential formula was suggested to forecast soil moisture with the application wheat field measurement. The optimum irrigating time and amount were determined.

Key Words: wheat soil moisture forecast irrigation