

山东省禹城市冬小麦夏玉米高产灌溉制度及其管理*

吴凯 谢贤群 刘恩民

(中国科学院地理研究所)

摘要 根据中国科学院禹城综合试验站蒸渗仪所测的作物耗水量资料, 简要分析了山东省禹城市冬小麦、夏玉米的耗水量及其耗水过程。该市冬小麦平均耗水量为482.2 mm, 水分利用率为11.01 kg/(hm²·mm); 夏玉米平均耗水量为398.9 mm, 水分利用率为19.79 kg/(hm²·mm)。文中还研究了公顷单产为6000 kg的冬小麦、公顷单产为9000 kg的夏玉米的高产灌溉制度及其管理。该市冬小麦高产灌溉定额为360 mm, 应灌播前或越冬水, 返青或起身水, 拔节水, 抽穗水和灌浆水; 夏玉米高产灌溉定额为150 mm, 应灌苗期水、开花水和灌浆水。

关键词 冬小麦 夏玉米 高产 灌溉制度

1 超高产技术储备是促进农业高速发展的关键

据统计, 在黄淮海平原339个平原县(市)中, 1987年粮食每公顷单产低于3000 kg的低产县(市)占30.7%, 单产3000~4500 kg的中产县(市)占52.5%, 单产超过4500 kg的高产县(市)占16.8%。经过6年农业综合开发, 1993年粮食总产增产率, 低产县(市)为7.1%, 中产县(市)为3.9%, 高产县(市)为1.7%。高产县(市)中每公顷单产超过5250 kg的16个产量较高的县(市)只有0.5%; 每公顷单产年平均增产量, 低产县(市)为163.3 kg, 中产县(市)为143.1 kg, 高产县(市)为134.3 kg, 16个公顷单产较高的县(市)只有71.7 kg。总产相对增产率和单产绝对增产量, 中低产地区均超过高产地区的增长速度, 公顷单产超过5250 kg的地区, 其增长幅度明显偏低。这些统计数字揭示了这样一个事实: 本区中低产地的增产仍有技术储备可供应用, 但高产更高产的超高产技术储备还不多。如果不抓紧解决这个技术关键, 本区农业持续高速发展将受到影响。因此, 分析冬小麦、夏玉米的耗水特性, 制订其高产灌溉制度并实施科学管理是十分必要的。

2 冬小麦高产灌溉制度及其管理

2.1 冬小麦的耗水量与灌水量

本文所应用的作物耗水量资料, 系我们在中国科学院禹城综合试验站利用蒸渗仪所测得的资料。该站在1986~1990年系采用原状土蒸渗仪, 其表面积为3.0 m², 深为2 m, 测量精

收稿日期: 1997-09-30 1998-04-20修订

* “九五”中国科学院农业科技开发和国家科技攻关资助项目(KN 95-01-04, 96-004-01-02(5))

吴凯, 研究员, 北京市安外大屯路917大楼 中国科学院地理研究所, 100101

度为0.017 mm; 1991至今系采用大型蒸渗仪, 其表面积为3.14 m², 深为5 m, 测量精度为0.02 mm。大型蒸渗仪可种植冬小麦1050株, 夏玉米或棉花21株, 在植株的数量上和植物冠丛的结构、生理生态特征上, 与仪外的大田作物十分近似; 其深度深, 并有采用马里奥特瓶控制土柱内水位变化的供水系统, 跟踪大田地下水位变化。灌溉是根据作物耗水量与同期降水量而确定的, 并使0~100 cm 土层土壤含水量不低于田持的70% (据研究, 当土壤水分控制在田持的70%时, 水分利用效率最高^[1])。显然, 我们所测的作物耗水量不是在充分供水条件下而是在调亏条件下进行的。

1986~1996年禹城市冬小麦耗水量资料见表1^[2]。

表1 禹城市冬小麦耗水量统计表

Tab 1 The water consumption of winter wheat in Yucheng City

年 份	作物耗水量 /mm	同期降水量 /mm	缺水 /mm	作物产量 /kg·hm ⁻²	水分利用率 /kg·(hm ² ·mm) ⁻¹
1986~1987	521.3	203.2	318.1	4200	8.06
1988~1989	387.8	74.6	313.2	4785	12.34
1989~1990	456.9	198.1	258.8	5250	11.49
1992~1993	505.9	104.2	401.7	6780	13.40
1993~1994	518.7	229.1	289.6	5220	10.06
1994~1995	542.2	175.9	366.3	5625	10.37
1995~1996	442.6	52.4	390.2	5355	12.10
平 均	482.2	148.2	334.0	5130	11.01

冬小麦高产灌溉定额可按下述方法估算: 根据表1, 并参考文献[3], 禹城市冬小麦产量(Y_w , kg/hm²)与耗水量(ET_w , mm)的关系可粗略表达为

$$ET_w = 36.8784 Y_w^{0.3}$$

其相关系数虽不高, 但平均相对误差为+1.2%, 产量的变化范围为4000~6800 kg/hm²。按此计算, 当 $Y_w = 6000$ kg/hm²时, $ET_w = 501.4$ mm, 若同期降水量取平均值(148.2 mm), 并假定无地下水补给(据研究, 本市地下水位处于1.89~2.65 m时, 地下水补给量可达作物耗水量的17.1%^[4]), 则需灌水量为353.2 mm。因此, 高产栽培条件下(6000 kg/hm²)冬小麦灌溉定额可定为360 mm。

2.2 冬小麦的耗水过程与高产灌溉制度

表2可见, 1995~1996年禹城市冬小麦各生育期均缺水。由资料分析可知, 播种前、越冬-返青期、起身-拔节期、抽穗-开花期、灌浆-成熟期, 0~100 cm 土层土壤含水量均低于0.270(田持的70%), 此时需进行灌溉。在实际农作中, 各期分别进行了灌溉。为获得高产, 禹城市冬小麦应灌播前或越冬水(10月中旬, 灌80 mm)、返青或起身水(3月, 灌60 mm)、拔节水(4月上中旬, 灌60 mm)、抽穗水(4月下旬、5月上旬, 灌80 mm)和灌浆水(5月中旬, 灌80 mm), 实际灌水日期与灌水定额应根据当时降水情况和农田墒情等确定。

表2 禹城市1995~ 1996年冬小麦的耗水过程

Tab 2 The water-consuming process of winter wheat in Yucheng City (1995~ 1996)

生育期	起迄日期 /(年)月、日	耗水量 /mm	耗水比率 /%	耗水强度 /mm·d ⁻¹	缺水 /mm	实灌水量 /mm
播种- 出苗	(1995)10、8~ 10、13	5 567	1.3	0.93	3.8	0.0
出苗- 分蘖	10、14~ 11、4	30 972	7.0	1.41	10.1	0.0
分蘖- 越冬	11、5~ 11、30	33 355	7.5	1.28	33.4	0.0
越冬- 返青	(1995)12、1~ (1996)2、7	33 456	7.6	0.48	33.4	57.8
返青- 起身	(1996)2、8~ 2、25	15 520	3.5	0.86	15.5	0.0
起身- 拔节	2、26~ 3、31	57 023	12.9	1.63	44.7	76.5
拔节- 挑旗	4、1~ 4、11	34 810	7.9	3.16	34.7	0.0
挑旗- 抽穗	4、12~ 4、19	22 913	5.2	2.86	22.9	0.0
抽穗- 开花	4、20~ 4、27	29 433	6.6	3.68	29.4	94.8
开花- 灌浆	4、28~ 5、5	31 953	7.2	3.99	14.7	0.0
灌浆- 成熟	5、6~ 5、20	82 562	18.6	5.50	82.6	0.0
成熟- 收割	5、21~ 6、7	65 035	14.7	3.61	65.0	80.0
全生育期	(1995)10、8~ (1996)6、7	442 599	100.0	1.81	390.2	309.1

若采用喷灌系统进行灌溉时,取灌水定额为30 mm。当0~ 100 cm 土层土壤含水量低于0.270时进行灌溉,并使总灌水量达到360 mm 的要求。

3 夏玉米高产灌溉制度及其管理

3.1 夏玉米的耗水量与灌水量

1989~ 1994年禹城市夏玉米耗水量见表3^[5]。

夏玉米高产灌溉定额可按下述两种方法估算: (1)据研究,华北平原夏玉米产量(Y_M , kg/hm²)与耗水量(ET_M , mm)的关系为^[3]

$$ET_M = 4.5730Y_M^{0.495}$$

其相关系数为0.918,

产量适用范围4500~ 9000 kg/hm²。据此,当 $Y_M = 9000$ kg/hm²时, $ET_M = 414.5$ mm,取缺水年同期降水量的平均值(245.3 mm),并假定无地下水补给,则需灌水量为169.2 mm;取实测资料中产量相近的1992年的耗水量(390.7 mm),亦取缺水年同期降水量的平均值,则需灌水量为145.4 mm。对比两种计算结果,在高产栽培条件下(9000 kg/hm²)夏玉米灌溉定额可定为150 mm。

3.2 夏玉米的耗水过程与高产灌溉制度

表4可见,1994年禹城市夏玉米播种期、灌浆期、成熟期均缺水,但缺水量不大。由资料分析可知,播种期、开花期、灌浆期,0~ 100 cm 土层土壤含水量均低于或接近于0.270(田持的

表3 禹城市夏玉米耗水量统计表

Tab 3 The water consumption of summer maize in Yucheng City

年份	作物耗水量 /mm	同期降水量 /mm	缺水 /mm	作物产量 /kg·hm ⁻²	水分利用率 /kg·(hm ² ·mm) ⁻¹
1989	418.1	243.3	174.8	7005	16.75
1992	390.7	247.2	143.5	9675	24.76
1994	388.0	570.1	-182.1	7005	18.05
平均	398.9	353.5	45.4	7895	19.79

70 %), 均需进行补充灌溉。在实际农作中, 该年未进行灌溉。综上所述, 要获得高产, 夏玉米仍应灌苗期水(6月中下旬, 灌50 mm)、开花水(8月上中旬, 灌40 mm)和灌浆水(8月下旬, 灌60 mm), 实际灌水日期与灌水定额应根据当时的降水情况和农田墒情等确定。

表4 禹城市1994年夏玉米的耗水过程

Tab 4 The water-consuming process of summer maize in Yucheng City (1994)

生育期	起迄日期 /月、日	耗水量 /mm	耗水比率 /%	耗水强度 /mm·d ⁻¹	缺水 量 /mm	实灌 水量 /mm
播种期	6.18~6.20	13.386	3.5	4.46	13.4	0.0
苗期	6.21~7.5	62.118	16.0	2.96	-238.2	0.0
拔节期	7.12~8.3	92.369	23.8	4.02	-0.8	0.0
开花期	8.4~8.15	50.960	13.1	4.25	-7.8	0.0
灌浆期	8.16~10.1	163.632	42.2	3.48	45.7	0.0
成熟期	10.2~10.5	5.568	1.4	1.39	5.6	0.0
全生育期	6.18~10.5	388.033	100.0	3.53	-182.1	0.0

若采用喷灌系统进行灌溉时, 取灌水定额为30 mm。当0~100 cm 土层土壤含水量低于0.270时进行灌溉, 并使总灌水量达到150 mm 的要求。

4 结 论

要保持我国农业持续高速发展, 既要有中低产变高产的技术储备, 又要有高产更高产的超高产技术储备。研究作物高产灌溉制度及其管理正是超高产技术储备的一部分。

禹城市冬小麦高产(每公顷产6000 kg)的灌溉要求是: 灌5水(播前或越冬水、返青或起身水、拔节水、抽穗水和灌浆水), 灌溉定额为360 mm, 当0~100 cm 土层土壤含水量低于0.270(田持的70%)时需进行补充灌溉。夏玉米高产(9000 kg/hm²)的灌溉要求是: 灌3水(苗期水、开花水、灌浆水), 灌溉定额为150 mm, 当0~100 cm 土层土壤含水量低于0.270时需进行灌溉。值得指出的是, 作物要达到高产、超高产, 必须采用较高的土壤肥力、适时精播良种, 合理的群体结构和适当的水肥管理等多种综合措施, 单靠高产灌溉是不够的。比如说, 良种增产率可达6%~8%, 配方施肥增产率可达5%。

参 考 文 献

- 1 洪嘉琏, 谢贤群 土壤水分不同调控下冬小麦蒸散量与产量的关系 见: 土壤—作物—大气系统水分运动实验研究 北京: 气象出版社, 1997. 145~152
- 2 吴 凯, 谢贤群, 陈建耀 华北平原禹城地区冬小麦的耗水特性及其相关分析 见: 土壤—作物—大气系统水分运动实验研究 北京: 气象出版社, 1997. 139~143
- 3 胡毓骥, 李英能等编著 华北地区节水型农业技术 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 170~178
- 4 陈建耀, 吴 凯 利用大型蒸渗仪分析潜水蒸发对农田蒸散量的影响 地理学报, 1997, 52(5): 439~446
- 5 吴 凯, 陈建耀, 刘士平等 华北平原禹城地区作物耗水特性与农业水利用率研究 见: 土壤—作物—大气系统水分运动实验研究 北京: 气象出版社, 1997. 131~138

Schedules and Managements of Irrigation in the High-Yielding Cultivation of Winter Wheat and Summer Maize in Yucheng City of Shandong Province

Wu Kai Xie Xianqun Liu Enmin

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing*)

Abstract According to experimental data on the water consumption of crop measured by lysimeter at Yucheng Experimental Station, Chinese Academy of Sciences, the water consumptions and the water-consuming processes of winter wheat and summer maize were respectively analyzed. The water consumption of crop was 482.2 mm for winter wheat and 398.9 mm for summer maize. The water use efficiency was $11.01 \text{ kg} \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{mm})^{-1}$ for winter wheat and $19.79 \text{ kg} \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{mm})^{-1}$ for summer maize in Yucheng City. The schedules and managements of irrigation in the high-yielding cultivation of winter wheat and summer maize were studied. The yield is $6000 \text{ kg}/\text{hm}^2$ for winter wheat, and $9000 \text{ kg}/\text{hm}^2$ for summer maize respectively. The high-yielding irrigating quota is 360 mm for winter wheat and 150 mm for summer maize. The irrigation periods are overwintering, greenturning, jointing, heading and milking for winter wheat and emergence, flowering and milking for summer maize.

Key words winter wheat, summer maize, high-yielding, irrigation schedule