

农田黑土水分调节能力分析*

孟凯 张兴义 隋跃宇

(中国科学院黑龙江农业现代化研究所 哈尔滨 150040)

摘要 农田黑土区土壤水分对作物生育期间水分需求起到调节作用,农田黑土水分调节能力的大小取决于大气降水和作物生育阶段对水分的需求,土壤水分调节主要在作物生育前期,土壤水分调节量占作物耗水量的70%,而0~100cm土层占总土壤水分调节量的80%。春小麦、大豆耗水高峰期在生育中期和后期,其生育后期水分来源主要靠大气降水;玉米耗水高峰期在生育中期,其水分来源也主要靠大气降水。

关键词 农田黑土 水分调节 分析

Analysis on water-adjustment capacity of black soil in the farmland. MENG Kai, ZHANG Xing-Yi, SUI Yue-Yu (Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization, Chinese Academy of Sciences, Harbin 150040), *CJEA*, 2001, 9(1): 46~48

Abstract Water-adjustment of black soil in the farmland has a function to adjust crop water-demand during their growing stage. Water-adjustment capacity of black soil in the farmland is determined both by rainfall and water demand of crops during their growing stage. Time of water-adjustment by the soil mainly occurs in early stage of crop growing. Amount of water-adjustment by the soil accounts for 70% of crop water-consumption. A depth of water-adjustment by the soil is from 0 to 100cm, accounting for 80% of the total. The peak water-consumption stage of spring wheat and soybean is in the middle and late growth periods, and water-consumption mainly depends on rainfall. The peak water-consumption stage of corn is in the middle growth periods, and water-consumption mainly depends on rainfall too.

Key words Black soil in the farmland, Water-adjustment, Analysis

农田黑土区属旱作“雨养农业”区,是我国主要产粮区,地处北方寒温带半干旱半湿润气候带,开垦年限较短,土壤肥沃,地下水埋藏较深,土壤水分的来源以大气降水为主,降水量的多少直接影响着土壤水分的运移,土壤水分在作物生育过程中起到了调节作用。农田黑土土壤水分调节在生产中有很重要的意义,但对黑土水分调节能力的研究至今报道较少。为此,本项研究通过多年的观测数据,分析了黑土水分调节能力,为黑土水分平衡的研究提供理论依据。

1 研究区域与研究方法

试验在中国科学院海伦农业生态实验站进行,海伦站地处松嫩平原黑土区中北部,海拔高度240m,位于北纬47°26',东经126°38',属北温带大陆季风气候区,冬季寒冷干燥,夏季高温多雨,雨热同季,年均气温

1.5℃,极端最高温度为37℃,极端最低温度为-39.5℃,年均降水量530mm,年均有效积温2450℃,年均日照时数为2600~2800h,无霜期为125d。土壤类型为中厚层黑土,地下水水位埋深10~20m。

试验水分处理设自然降水区、水分适宜区(水分含量保持

表1 农田黑土物理性质

Tab. 1 Physical character of black soil in the farmland

土层/cm Depth	土壤容重/g·cm ⁻¹ Bulk density	总孔隙度/% Total porosity	田间持水量/mm Field moisture capacity	饱和持水量/mm Saturation moisture capacity	凋萎系数/mm Wilting coefficient	渗透系数/m·昼夜 ⁻¹ Filtration coefficient
0~29	1.08	53.65	121.02	176.61	39.84	0.08 0.07
26~60	1.24	49.18	117.55	179.67	45.44	0.06 0.06
60~83	1.29	49.21	85.98	128.50	33.08	0.06 0.06
83~100	1.32	48.33	63.21	91.11	26.23	0.16 0.14
0~100	-	-	387.26	575.89	144.59	-

* 国家自然科学基金重大项目(49890330)和“九五”中国科学院特别支持项目(KZ95T-04-01)及重大项目(KZ951-A1-301)共同资助
收稿日期:2000-07-24 改回日期:2000-08-08

在田间持水量的 60%~70%) 和水分充足区(水分含量保持在田间持水量的 70% 以上), 小区面积 50m², 4 次重复, 每年种植 1 种作物, 小麦或大豆或玉米。在作物生育期每 10d 用中子仪分别测定 0~5cm 土层、5~10cm 土层、10~20cm 土层、20~30cm 土层、30~40cm 土层、40~50cm 土层、50~70cm 土层、70~90cm 土层、90~110cm 土层、110~130cm 土层、130~150cm 土层、150~170cm 土层、170~190cm 土层、190~210cm 土层土壤水分含量, 同时进行气象常规观测和作物生育期观测, 秋季各小区全区收获测产, 小区土壤物理性质见表 1。

2 结果与分析

对作物生育期各项测定结果统计分析表明, 不同降水量条件下不同作物的耗水量、土壤水分调节量有较大差异(见表 2)。不同作物耗水量之间差异是由作物对水分需求所决定, 而作物耗水量和土壤水分调节量年际间的差异主要是受大气降水影响, 尤其是在农田黑土区大气降水是作物生育期间主要水源, 土壤水分起着调节作用, 0~100cm 土层土壤水分调节量占总土壤水分调节量的 70%~90%, 土壤水分调节量的多少决定于作物生育期降水量对作物需水满足的程度。不同作物生育阶段作物耗水量、土壤水分调节关系见表 3~5。表 3 分析表明, 春小麦耗水量与降水量呈正相关关系, 耗水高峰在生育中期和后期, 水分来源主要是大气降水。而春小麦生育前期水分来源主要靠土壤水分, 土壤水分调节量占总耗水量的 55% 以

表 2 作物耗水量与土壤水分调节量分析

Tab. 2 Analysis on soil water-adjustment capacity and crop water-consumption

作物 Crops	作物耗水量/mm Crop water-consumption		土壤水分调节量/mm Soil water-adjustment capacity		降水量/mm Rainfall
	0~100cm 土层	0~200cm 土层	0~100cm 土层	0~200cm 土层	
小麦 1 Wheat	384.3	459.5	123.0	198.2	261.3
小麦 2 Wheat	427.0	443.5	33.0	51.5	394.0
大豆 Soybean	508.6	542.1	107.0	140.5	401.6
玉米 Corn	566.9	526.6	1.6	-18.7	565.3

表 3 春小麦耗水量与土壤水分调节量关系分析

Tab. 3 Relations of spring wheat water-consumption with soil water-adjustment

春小麦生育期 Wheat growth stage	日期(月-日) Date(month-day)	春小麦耗水量/mm Wheat water-consumption		土壤水分调节量/mm Soil water-adjustment capacity		降水量/mm Rainfall
		0~100cm 土层	0~200cm 土层	0~100cm 土层	0~200cm 土层	
		0~100cm soil layer	0~200cm soil layer	0~100cm soil layer	0~200cm soil layer	
播种~出苗 From sowing to seeding	04-01~04-27	45.3	58.1	32.2	45.0	13.1
出苗~三叶 From seeding to three leaf	04-28~05-10	78.9	81.3	55.0	57.4	23.9
三叶~分蘖 From three leaf to tillering	05-11~05-16	5.7	14.9	-19.2	-10.0	24.9
分蘖~拔节 From tillering to jointing	05-17~06-03	78.6	80.8	63.7	65.9	14.9
拔节~抽穗 From jointing to heading	06-04~06-17	49.5	75.7	-22.6	3.6	72.1
抽穗~开花 From heading to flowering	06-18~06-24	1.9	5.5	-15.7	-12.1	17.6
开花~成熟 From flowering to maturity	06-25~07-30	124.4	143.2	29.6	48.4	94.8
全生育期 All growing time		384.3	459.5	123.0	198.2	261.3
裸地(对照) Exposed land		207.8	92.8	-65.4	-150.4	273.2
合计 Total		482.3	482.4	57.6	17.8	534.5

上, 其中 0~100cm 土层土壤水分调节量占总土壤水分调节量的 90%, 100~200cm 土层土壤水分调节量仅占总土壤水分调节量的 10%; 其生育后期水分来源大气降水占总耗水量的 80%, 土壤水分调节量占 20%(其中 100~200cm 土层土壤供水总量占总土壤供水总量的 50%)。春小麦收获后至土壤冻结期间土壤蒸发水分主要是大气降水, 并且土壤储存部分大气降水为第 2 年春季土壤水分调节做储备。表 4 分析表明, 大豆耗水量高峰主要在生育中期和后期, 受大气降水的影响, 大豆生育前期和中期水分来源

表 4 大豆耗水量与土壤水分调节量关系分析

Tab. 4 Relations of soybean water-consumption with soil water-adjustment

大豆生育期 Soybean growth stage	日期(月-日) Date(month-day)	大豆耗水量/mm Soybean water-consumption		土壤水分调节量/mm Soil water-adjustment capacity		降水量/mm Rainfall
		0~100cm 土层	0~200cm 土层	0~100cm 土层	0~200cm 土层	
		0~100cm soil layer	0~200cm soil layer	0~100cm soil layer	0~200cm soil layer	
播种~出苗 From sowing to seeding	05-03~05-25	114.3	145.0	69.5	100.2	44.8
出苗~开花 From seeding to flowering	05-26~06-15	147.7	158.4	8.4	19.1	139.3
开花~结荚 From flowering to fruiting	06-16~07-06	88.3	82.4	29.5	31.6	50.8
结荚~鼓粒 From fruiting to expanding grain	07-07~08-24	134.2	143.1	34.4	43.3	99.8
鼓粒~成熟 From expanding grain to maturity	08-25~09-25	32.1	13.2	-34.8	-53.7	66.9
合计 Total		508.6	542.1	107.0	140.5	401.6

大气降水占总耗水量的 60%, 土壤水分调节量占 40%(其中 0~100cm 土层土壤水分调节量占总土壤水分调节量的 80%, 100~200cm 土层土壤水分调节量则占 20%); 大豆生长后期水分供给主要依靠大气降水。表 5 分析表明, 玉米耗水量受大气降水的影响, 高峰值主要在生育中期, 玉米生育前期水分来源大气降水占总耗水量的 60%, 土壤水分调节量占 40%(0~100cm 土

层土壤水分调节量占总土壤水分调节量的 80%, 100~200cm 土层土壤水分调节量则占 20%), 玉米生育中期是玉米营养生长与生殖生长交替进行, 其耗水量达到高峰, 且水分来源主要靠大气降水, 可基本满足玉米

表5 玉米耗水量与土壤水分调节量关系分析

Tab. 5 Relations of corn water-consumption with soil water-adjustment

玉米生育期 Corn growth stage	日期(月-日) Date(month-day)	玉米耗水量/mm Corn water-consumption		土壤水分调节量/mm Soil water-adjustment capacity		降水量/mm Rainfall
		0~100cm 土层 0~100cm soil layer	0~200cm 土层 0~200cm soil layer	0~100cm 土层 0~100cm soil layer	0~200cm 土层 0~200cm soil layer	
		播种~出苗 From sowing to seeding	05-01~05-21	45.6	56.2	
出苗~拔节 From seeding to jointing	05-22~06-20	118.0	133.6	49.9	65.6	68.1
拔节~抽穗 From jointing to heading	06-21~07-15	44.9	38.8	-5.4	-11.5	50.3
抽穗~灌浆 From heading to milking	07-16~08-04	225.8	208.0	-27.4	-45.2	253.2
灌浆~腊熟 From milking to wax ripeness	08-05~09-06	98.3	63.1	-36.0	-71.2	134.3
腊熟~成熟 From wax ripeness to maturity	09-07~09-28	34.3	26.9	2.6	-4.8	31.7
合计 Total		566.9	526.6	1.6	-38.7	565.3

生长需水要求;玉米生育后期主要以大气降水供给作物生长对水分的需求。

3 小结

农田黑土水分直接受大气降水的影响,土壤水分调节是在作物生育阶段对降水量的补充,是水分参与生物小循环的一个重要环节,旱作雨养农区土壤水分对作物不同生育阶段水分需求起到调节作用;农田黑土水分调节主要在作物生长前期,这个时期一般大气降水较少,土

壤水分调节量占作物总耗水量的50%~70%,对缓解这一时期旱情起到重要作用;农田黑土水分主要来源于0~100cm土层土壤水分,该土层土壤水分调节量占总土壤水分调节量的70%~90%;而100~200cm土层土壤水分调节量仅占总土壤水分调节量的10%~30%,该土层土壤水分是水分调节后备资源。

参 考 文 献

- 1 赵立新,荆家海.作物生产和水分利用的关系.干旱地区农业研究,1990(2):18~27
- 2 由懋正,王会肖.农田土壤水资源评价.北京:气象出版社,1996
- 3 孟 凯,王德禄.北方黑土区土壤水分特征及有效性的研究.中国水问题研究.北京:气象出版社,1996
- 4 孟 凯,张兴义.东北北部黑土区玉米耗水特征的分析.玉米科学,1996,3(4):66~67
- 5 孟 凯,张兴义.东北北部黑土区大豆耗水特征的研究.大豆科学,1997,3(16):274~276