

文章编号 :1003- 8701(2010)04- 0026- 03

长期连作与轮作种植体系中土壤 含水率生育期动态变化

彭 畅¹,高洪军¹,李 强¹,朱 平^{1*},张小平²

(1. 吉林省农业科学院环境与资源研究中心,长春 130033;2. 吉林省四平市伊通县党校,吉林 四平 130700)

摘 要 :通过对玉米连作与轮作制度下,不同时期及不同土层土壤含水率的定位采样测定,研究比较不同种植方式土壤水分动态变化规律和空间立体分布,揭示土壤含水率与种植方式的关系。结果表明,轮作区较连作区土壤含水率在玉米播种-拔节期有不同程度的增加,0~20 cm 及 0~40 cm 分别增加 2~4.2 mm 和 2.6~6.7 mm;各处理土壤含水率时间变化趋势相同,但变幅不同,均在拔节前及收获前最低,在土壤结冻前最高。

关键词 :玉米连作;玉米-大豆轮作;土壤含水率;种植方式

中图分类号 :S152.7

文献标识码 :A

Dynamic Changes of Soil Water Content in Long-term Continuous Cropping and Rotation Cropping Systems

PENG Chang¹, GAO Hong-jun¹, LI Qiang¹, ZHU Ping^{1*}, ZHANG Xiao-ping²

(1. *Research Center of Agricultural Environment and Resources, Academy of Agricultural Science of Jilin Province, Changchun 130033, China*; 2. *Siping city, Yitong County party school, Jilin province, China*)

Abstract: Different layer of soil in long-term continuous and rotation cropping system was sampled at different stages and their water content determined for studying the soil water dynamics and spatial three-dimensional distribution and discovering the relationship between soil water content and planting pattern. The results showed that soil water content in rotation cropping was increased from sowing to elongation. Soil water content of 0-20cm and 0-40cm was increased by 2mm-4.2mm and 2.6mm-6.7mm of rainfall. The trend of changes of soil moisture content time was the same, but ranges were different. Soil water content was the lowest at elongation and at harvest, the most before freezing.

Keywords: Continuous cropping of maize; Rotation cropping of maize and soybean; Soil water content; Planting pattern

土壤水分是土壤的重要组成部分,也是植物的生命之源。它不仅影响土壤的物理性质,制约着土壤中养分的溶解、转移和微生物的活动^[1],是构成土壤肥力的一个重要因素,而且它本身更是一切植物赖以生存的基本条件。由于不同时期玉米植株大小及田间覆盖度不同,所以玉米不同生育时期对水分的要求也不同^[2]。黑土区属于雨养农业,水资源极为匮乏,自然因素制约大,降雨量分布不匀,易形成春旱,影响播种保苗进而影响产量^[3]。

由于各种作物生长发育和各阶段耗水量强度不同,在同一水文年度里,不同作物对土壤水分的影响也不同。因此,研究合理的旱地土壤耕作措施,缓解作物需水与自然降水之间不协调的矛盾,对提高天然降水的利用效率意义重大。

吉林省中部黑土区大气降水在年内分布极不均匀,主要集中在6~8月份,占年降水量的65%,10月到翌年4月份降水量仅占年降水量25%,且蒸发量的最大值出现在4~6月份,占全年的50%左右,最小值为冬季11月到翌年2月份,仅占10%^[8]。通过研究吉林省中部黑土区域不同种植方式玉米连作与玉米、大豆轮作土壤水分动态变化规律和空间立体分布,进一步揭示了我

收稿日期 :2010- 04- 10

作者简介 :彭 畅(1977-),女,在读博士,从事黑土肥力监测与植物营养研究。

通讯作者 :朱 平,男,研究员,E-mail: zhuping1962@sohu.com

省主要耕作土壤含水率与种植方式的联系,这在理论和生产上都有重要意义。

1 材料与方 法

试验地点 :吉林省农科院黑土肥力长期定位监测试验地。试验土壤 :中层黑土,成土母质为第四纪黄土状沉积物,地势平坦。自然条件 :年平均气温 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$,年最高气温 34°C ,最低 -35°C ,无霜期 $110\sim 140\text{d}$,有效积温 $1\ 600\sim 3\ 000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,年降水量 $450\sim 650\text{mm}$,年蒸发量 $1\ 200\sim 1\ 600\text{mm}$,年日照时间 $2\ 500\sim 2\ 700\text{h}^{[4]}$ 。种植方式 :玉米连作(始于 1990 年),玉米与大豆轮作(2 年玉米 1 年大豆)。

试验处理 :(1)玉米连作 ;(2)轮作 1 区(2001 年种豆) ;(3) 轮作 2 区 (2002 年种豆) ;(4) 轮作 3 区(2003 年种豆)。在玉米收获前 2003 年 9 月 18 日、冻土前 2003 年 11 月 7 日、出苗前 2004 年 4 月 21 日、出苗后 2004 年 5 月 19 日及拔节前 2004

年 6 月 11 日进行了 5 次采样,测定土壤含水率(每个处理每层 9 次重复)。

采样及分析方法 :恒温箱烘干法^[5]。

2 结果与分析

2.1 种植方式对土壤含水率的影响

轮作 3(豆茬)处理较玉米连作处理冻土至拔节时期内土壤 $0\sim 20\text{cm}$ 及 $0\sim 40\text{cm}$ 土层含水量均有所提高。冻土前轮作处理较玉米连作处理土壤含水量高 0.47 个百分点,多贮备了 $12\text{m}^3/\text{hm}^2$; $0\sim 40\text{cm}$ 土壤含水量增加了 0.31 个百分点,容重按 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 计算,即每公顷多贮备了 18.6m^3 的水量,相当于多 2 mm 的降水。土壤经过一个冬季的风霜雨雪,春季的解冻消融,轮作 3 处理 $0\sim 20\text{cm}$ 土壤含水量较连作高 0.25 个百分点,相当于每公顷多贮备 6.5m^3 的水量,这对春季玉米苗期水分供应有积极作用。

表 1 轮作 3 与玉米连作土壤含水率比较

处理	土壤层次	收获前	冻土前	播种前	苗后	拔节前
玉米连作	$0\sim 20\text{cm}$	22.78	24.28	22.70	22.59	20.14
轮作 3	$0\sim 20\text{cm}$	22.16	24.74	23.45	22.84	20.49
轮作 - 连作		- 0.62	+0.46	+0.75	+0.25	+0.35
玉米连作	$0\sim 40\text{cm}$	22.25	23.94	22.93	23.09	21.58
轮作 3	$0\sim 40\text{cm}$	22.95	24.69	23.61	23.32	22.29
轮作 - 连作		+0.7	+0.75	+0.68	+0.23	+0.71

据表 1 可知,轮作 3 区较玉米连作区土壤含水率在不同生育期均表现不同程度的增加,尤其在播种前 $0\sim 20\text{cm}$ 及 $0\sim 40\text{cm}$ 土壤含水率分别提高 0.75% 及 0.68%,土壤容重分别按 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 及 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 计算,较玉米连作区多贮备了 19.5

m^3/hm^2 及 $40.8\text{m}^3/\text{hm}^2$,即相当于一次性多了 2 mm 及 4.1 mm 的降水。

轮作 1 与轮作 2 与玉米连作区土壤含水率入冬前均以玉米连作区高,到春季播种前轮作区有所上升,且随生育期的延长,有继续上升的趋势

表 2 轮作 1 与玉米连作土壤含水率比较

处理	土壤层次	收获前	冻土前	播种前	苗后	拔节前
玉米连作	$0\sim 20\text{cm}$	22.78	24.28	22.70	22.59	20.14
轮作 1	$0\sim 20\text{cm}$	21.36	23.80	22.98	22.52	21.78
轮作 - 连作	$0\sim 20\text{cm}$	- 1.42	- 0.48	+0.28	- 0.07	+1.64
玉米连作	$0\sim 40\text{cm}$	22.25	23.94	22.93	23.09	21.58
轮作 1	$0\sim 40\text{cm}$	21.51	23.77	23.24	23.38	22.70
轮作 - 连作	$0\sim 40\text{cm}$	- 0.74	- 0.17	+0.31	+0.29	+1.12

表 3 轮作 2 与玉米连作土壤含水率比较

处理	土壤层次	收获前	冻土前	播种前	苗后	拔节前
玉米连作	$0\sim 20\text{cm}$	22.78	24.28	22.70	22.59	20.14
轮作 2	$0\sim 20\text{cm}$	21.88	23.73	23.02	22.80	20.65
轮作 2- 玉米连作		- 0.90	- 0.55	+0.32	+0.21	+0.51
玉米连作	$0\sim 40\text{cm}$	22.25	23.94	22.93	23.09	21.58
轮作 2	$0\sim 40\text{cm}$	22.35	23.54	23.27	23.52	22.02
轮作 2- 玉米连作		+0.10	- 0.50	+0.34	+0.43	+0.44

(表 2、3)。有待于进一步观测。

总体分析,轮作区较连作区土壤含水率在玉米播种—拔节前都有不同程度的增加, $0\sim 20\text{cm}$ 及 $0\sim 40\text{cm}$ 分别增加 $2.0\sim 4.2\text{mm}$ 和 $2.6\sim 6.7$

mm 的降水,玉米连作从冻土前至拔节前土壤水分降幅最大, $0\sim 20\text{cm}$ 及 $0\sim 40\text{cm}$ 分别下降 4.14% 及 2.36%,原因主要是玉米连作较轮作在春、秋季过多翻动表层土所致。

2.2 土壤含水率的时空变异

玉米连作与玉米—大豆轮作,土壤含水率时间变化趋势相同,但变幅不同。均在冻土前达到最高,此时期是黑土区集中降水时期,降水量占全年的50%~60%,是水分的恢复和聚积时期,也是翌年土壤水分储备的重要时期。播种至拔节时期,旱风盛行,蒸发强烈,降水仅占全年降雨量10%~15%^[6],土壤水分有所下降,此期水分供给以土壤供水为主,重要来源是融冻水,其土壤水分含量直接影响出苗率及苗期长势。在拔节前及收获前到达低谷(表1、2、3),这与作物根系的后期分布及生育时期有关。此时正值作物生殖生长旺盛阶段,生理生态耗水剧增,此期降水量仅占全年20%~30%^[6-7],加之气温也较高,土壤表面蒸发强度大,土壤剖面上形成的温度梯度,使土壤水分向更深层次渗入,导致水分值较低。若此时大气降水不能满足玉米生长的需要,会成为玉米稳产、高产的限制因子。

土壤水在剖面上的空间分布对作物来讲有相当重要意义,它是上层来水量与下层再分布水量及植物吸收三者共同作用的结果^[6]。从表4可以看出,0~10 cm土层土壤含水率的时间变异较大,

表4 土壤含水率的 CV 值 %

处理	0~10 cm	10~20 cm	20~40 cm	平均
玉米连作	9.06	4.14	3.35	5.52
轮作 1	4.65	3.96	4.20	4.27
轮作 2	8.14	2.58	2.16	4.29
轮作 3	8.62	5.26	1.57	5.15
平均	7.62	3.98	2.82	-

CV 值从 4.65%~9.06%, 平均为 7.62%, 21~40 cm 变异较小, CV 值为 1.57%~4.20%, 平均为 2.82%。结果表明: 21~40 cm 土壤较表层粘重, 粘滞系数较表层高, 土壤水分的向下再分布是较复杂、周期漫长的过程, 再者 21~40 cm 是玉米和大豆根系分布较密集区域, 也可能是根系对土壤结

构的作用, 还有一点就是表层土壤受外界自然环境条件影响较大, 土壤含水率相应变异也较大, 而下层土壤仅受土壤结构及上层土壤的影响, 这种影响有较强的缓冲性能及固定性, 水分变率差异不大。其中玉米连作处理土壤水分的 CV 值平均为 5.52%, 轮作方式下的土壤水分的 CV 值为 4.27%~5.15%, 说明玉米连作比玉米—大豆轮作条件下土壤水分的变异系数大, 不利于植物的吸收与缓冲。

3 结 论

3.1 不同种植方式对土壤含水率影响不同。米豆轮作较玉米连作土壤含水率在玉米需水的关键时期有不同程度的增加, 20 cm 及 40 cm 土壤层次分别增加 2.0~4.2 mm 和 2.6~6.7 mm 的降水。

3.2 玉米连作和玉米—大豆轮作, 土壤含水率时间变化趋势基本相同, 但变幅不同。均在拔节前及收获前最低, 在土壤结冻前最高。

3.3 玉米—大豆轮作条件下, 玉米生育期内土壤水分的变异系数小, 有利于植物的吸收与缓冲。

参考文献:

- [1] Joe T. Ritchie. 土壤水分与植物生产力 [A]. 第 13 届国际土壤学会论文集 [C]. 1987, 9.
- [2] 时新玲, 王国栋. 土壤含水量测定方法研究进展 [J]. 中国农村水利水电, 2003(10): 83-86.
- [3] 李维岳, 才卓, 赵化春. 吉林玉米 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2000.
- [4] 彭畅, 朱平, 高洪军等. 长期定位监测黑土土壤肥力的研究—黑土耕层有机质与氮素转化 [J]. 吉林农业科学, 2004, 29(5): 29-33.
- [5] 刘孝义. 土壤物理及土壤改良研究法 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.
- [6] 朱祖祥. 土壤学 [M]. 北京: 农业出版社, 1985.
- [7] 孟凯, 张兴义. 东北北部黑土区玉米耗水特征的分析 [J]. 玉米科学, 1996, 4(3): 66-67.
- [8] 孟凯, 隋跃宇. 松嫩平原黑土区农业水分供需状况分析 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2000, 16(3): 228-231.