

氮肥分期施用对不同土体构型玉米生长和养分利用的影响

武继承^{1,2}, 张毅³, 刘东亮⁴, 任玲⁴, 陈晓燕⁴

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002;

2. 农业部作物高效用水原阳科学观测实验站, 河南 原阳 453514;

3. 安阳市农业科学院, 河南 安阳 455000; 4. 清丰县农业技术推广服务中心, 河南 清丰 475300)

摘要: 为探明潮土不同土体构型对玉米产量和肥料利用的影响, 分别在清丰县王什乡(浅位黏砂壤土)、大流乡(底黏砂壤土)开展了玉米氮肥(0、90、180、270、360、450 kg/hm²)分期施肥技术研究, 追肥量为小喇叭口期和孕穗期各占50%。结果表明, 分期施肥对玉米生长发育具有积极效果, 叶片数在抽雄孕穗期后较对照增加1~2片; 株高在小喇叭口期后, 增加0.04~0.16m。浅位黏砂壤土上的玉米在抽雄孕穗期后, N 90 kg/hm² 1次追施、N 90 kg/hm² 分2次追施、N 270 kg/hm² 分2次追施、N 360 kg/hm² 分2次追施等处理的株高较高, 其他处理株高则低于底黏砂壤土; 茎粗, 除N 360 kg/hm² 分2次追施外, 均低于底黏砂壤土。浅位黏砂壤土的穗长、穗质量和百粒重分别比对照增加1.0~2.5cm、16~68g/穗和2.0~3.0g。浅位黏砂壤土不同氮肥追施处理较对照增产8.00%~96.85%, 以N 360 kg/hm² 分2次追施效果最好; 底黏砂壤土不同氮肥追施处理较对照增产10.29%~110.02%, 以N 450 kg/hm² 分2次追施效果最好; 底黏砂壤土较浅位黏砂壤土增产效果好。氮肥利用率均以N 90 kg/hm²和N 180 kg/hm²分次施用较好。综合考虑产量和氮肥利用率, 底黏砂壤土的最佳施肥量为N 180~270 kg/hm², 分2次施用, 浅位黏砂壤土则为N 270~360 kg/hm², 分2次施用。因此, 针对潮土区不同土体构型应选择不同的氮肥用量和施用方式, 从而实现经济产量和肥料利用率的双重提高。

关键词: 土体构型; 玉米; 产量; 分期施肥; 氮肥利用

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)10-0059-05

Effects of Different Soil Configurations and Nitrogen Application Stages on Corn Growth and Nitrogen Utilization

WU Ji cheng^{1,2}, ZHANG Yi³, LIU Dong liang⁴, REN Ling⁴, CHEN Xiao yan⁴

(1. Institute of Plant Nutrition & Resource Environment Henan Academy of Agricultural Sciences

Zhengzhou 450002, China; 2. Yuanyang Scientific Observatory of Crops Using Water of Ministry of Agriculture,

Yuanyang 453514, China; 3. Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang 455000, China;

4. Qingfeng Agricultural Technology Extension and Service Center, Qingfeng 475300, China)

Abstract: To explore the effect of different soil configurations on corn production and fertilizer use in alluvial soil area, the experiments of different nitrogen(0, 90, 180, 270, 360, 450kg/ha) applied in stages on corn were carried out on clip sandy loam and sandy loam with bottom clay in Qingfeng county. The results showed that nitrogen application in stages had a positive effect on

收稿日期: 2011-05-30

基金项目: 河南省重大社会公益性科研项目(081100911600)

作者简介: 武继承(1965), 男, 河南通许人, 研究员, 博士, 主要从事节水农业、农业生态、土壤养分资源利用与管理等方面的研究工作。E-mail: wujc2065@126.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

growth and development of corn. The number of blades increased by 1 – 2 leaves compared with CK after tasseling booting stage, and the height increased by 0.04 – 0.16m after small bell stage. The height of corn under N 90kg/ha once, N 90kg/ha twice, N 270kg/ha twice, N 360kg/ha twice on clip sandy loam was higher than that under the same treatment on sandy loam with bottom clay after tasseling booting stage, except CK, and the others were lower. And the stem diameter was lower than that on sandy loam with bottom clay, except the treatment 8. The ear length, the ear weight per panicle and the 100 grain weight increased by 1.0 – 2.5 cm, 16 – 68 g, and 2.0 – 3.0 g, respectively compared with CK. The yield under different nitrogen topdressing on clip sandy loam increased by 8.00% – 96.85% compared with CK, and the best one was the treatment of 360 kg/ha by 2 times. The yield under different nitrogen topdressing on sandy loam with bottom clay increased by 10.29% – 110.02% compared with CK, and the best one was the treatment of 450 kg/ha by 2 times. The production increase effect on sandy loam with bottom clay was better than that of clip sandy loam. The fertilizer use efficiency under N 90 kg/ha and N 180kg/ha with application twice was better in two soil texture. Considering the yield and nitrogen utilization, the best volume of nitrogen fertilizer for the sandy loam with bottom clay was 180 – 270 kg/ha with application twice, and that for clip sandy loam was 270 – 360kg/ha with application twice. Therefore, different amounts of nitrogen fertilizer should be chosen for different soil configuration in order to improve the economic yield and the efficiency of fertilizer use.

Key words: Soil configuration; Corn; Yield; Fertilization by stages; Nitrogen fertilizer use

河南省玉米种植面积达到 300 万 hm^2 , 播种的土壤类型涵盖了全省主要的农业土壤类型, 如潮土、褐土、黄褐土、砂姜黑土等, 其中潮土区种植面积约占全省种植面积的 50%。目前对于玉米施肥技术的研究, 主要集中在玉米生育期氮肥基肥与追肥配比^[1-3]、配方施肥技术与模式^[4-10]、不同肥料配施氮肥利用效率^[11-12]等方面, 而对于不同土体构型土壤玉米分期施肥技术的研究相对缺乏^[13]。目前有关土体构型方面的研究则主要集中在土壤系统分类^[14]、土壤水分变化特征与利用^[15-18]和节水灌溉模式^[19]、土壤障碍诊断与土壤肥力评价^[17, 20-22]、土壤改良和利用^[23-24]及产品品质^[25]等方面, 而对于作物增产效应和肥料利用等方面的研究相对较少。为明确不同土体构型对肥料和作物增产的影响, 提高中低产田的生产能力和肥料的利用效率, 在河南省重大社会公益性科研项目的支持下, 开展了氮肥分期施用对不同土体构型土壤玉米生长和增产效应的研究, 旨在为同类型区玉米施肥技术提供技术支撑。

1 材料和方法

根据区域砂质潮土的土体构型特征, 试验安排在清丰县王什乡后大村(夹黏砂壤土)、大流乡北高村(底黏砂壤土)。清丰县属暖温带大陆季风气候, 四季分明, 光照充足, 气候温和, 雨量适中, 全年无霜期 215 d, 年平均气温 13.4℃, 多年平均降水量 700 mm, 其中 7、8、9 三个月降水量占全年降水量的 60%。浅位黏砂壤土土壤耕层有机质含量为 15.8 g/kg, 全 N

1.02 g/kg、全 P 0.86 g/kg、水解 N 95.8 mg/kg、速效 P 21.3 mg/kg、速效 K 72.4 mg/kg。土壤容重 1.34 g/ cm^3 。底黏砂壤土土壤耕层有机质 15.2 g/kg、全 N 0.96 g/kg、全 P 0.91 g/kg、水解 N 98.2 mg/kg、速效 P 20.1 mg/kg、速效 K 74.3 mg/kg。土壤容重 1.32 g/ cm^3 。

根据土壤肥力和玉米需肥特征, 分期施肥只考虑氮肥的分期施用, 氮肥设置纯 N 0、90、180、270、360、450 kg/ hm^2 6 个水平, 分 2 次(小喇叭口期和孕穗期)追施, 各占 50%; 同时考虑生产的实用性, 增加 90、180、270 kg/ hm^2 纯 N 1 次性追施 3 个处理。则试验共包括: ① N 0 kg/ hm^2 (CK), ② N 90 kg/ hm^2 (1 次追施), ③ N 90 kg/ hm^2 (分 2 次追施), ④ N 180 kg/ hm^2 (1 次追施), ⑤ N 180 kg/ hm^2 (分 2 次追施), ⑥ N 270 kg/ hm^2 (1 次追施), ⑦ N 270 kg/ hm^2 (分 2 次追施), ⑧ N 360 kg/ hm^2 (分 2 次追施), ⑨ N 450 kg/ hm^2 (分 2 次追施), 共 9 个处理。小区面积 20 m^2 , 3 次重复, 随机排列。试验用玉米品种为浚单 20, 播量为 37.5 kg/ hm^2 , 播种日期为 5 月 28 日。磷钾肥采用统一方式管理, P_2O_5 90 kg/ hm^2 、 K_2O 75 kg/ hm^2 和 50% 的氮肥于第 1 次追肥时一次施入; 50% 氮肥于孕穗期追施。磷肥为含 P_2O_5 12% 的过磷酸钙, 氮肥为含 N 46% 的尿素, 钾肥为含 K_2O 50% 的氯化钾。土壤有机质和全氮采用 CNS 元素分析仪法测定, 土壤速效氮用碱解蒸馏法测定, 土壤全磷由酸溶-流动分析仪测定, 土壤速效磷采用 NaHCO_3 浸提-流动分析仪测定, 土壤全钾采用酸消解-

ICP 测定, 土壤速效钾采用乙酸铵提取 – ICP 测定。

2 结果与分析

2.1 不同处理对玉米生长发育的影响

从表 1 可以看出, 不同生育时期不同施肥方式对玉米的叶片数、茎粗和株高有着不同的影响。其中叶片数在抽雄孕穗期后, 底黏砂壤土除处理 9 与对照持平外, 均高于对照, 增加 1~2 片叶; 茎粗则没

有明显的变化规律; 株高除小喇叭口期外, 其他生育期均略高于对照, 其中大喇叭口期增加 0.04~0.10 m, 抽雄孕穗期、灌浆期、成熟期除处理 2 外, 均增加 0.05~0.16 m。

浅位黏砂壤土与底黏砂壤土相同处理相比, 抽雄孕穗期后, 浅位黏砂壤土处理 2、处理 3、处理 7、处理 8 的株高较高, 其他处理则低于底黏砂壤土; 茎粗除处理 8 外, 均低于底黏砂壤土。

表 1 施肥方式对不同土体构型玉米不同生育阶段生长发育的影响

项目	处理	小喇叭口期		大喇叭口期		抽雄孕穗期		灌浆期		成熟期	
		底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土
叶片数 /片	1	6	5	13	12	19	19	19	19	19	19
	2	7	7	14	13	20	20	20	20	20	20
	3	7	5	13	14	21	21	21	21	21	21
	4	8	6	12	13	21	21	21	21	21	21
	5	8	7	14	14	20	20	20	20	20	20
	6	6	5	13	12	21	21	21	21	21	21
	7	7	6	14	13	20	21	20	21	20	21
	8	6	8	13	14	21	20	21	20	21	20
	9	8	8	12	12	19	20	19	20	19	20
茎粗 /cm	1	0.17	0.17	0.19	0.20	0.22	0.20	0.22	0.20	0.22	0.20
	2	0.18	0.18	0.20	0.22	0.23	0.22	0.23	0.22	0.23	0.22
	3	0.17	0.16	0.19	0.19	0.21	0.19	0.21	0.19	0.21	0.19
	4	0.17	0.15	0.20	0.20	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21
	5	0.16	0.14	0.19	0.19	0.23	0.20	0.23	0.20	0.23	0.20
	6	0.17	0.15	0.20	0.20	0.23	0.21	0.23	0.21	0.23	0.21
	7	0.18	0.16	0.20	0.19	0.22	0.20	0.22	0.20	0.22	0.20
	8	0.17	0.17	0.19	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22
	9	0.18	0.16	0.20	0.20	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21
株高 /m	1	0.70	0.70	1.20	1.20	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
	2	0.68	0.68	1.24	1.24	2.40	2.50	2.40	2.50	2.40	2.50
	3	0.66	0.66	1.26	1.30	2.45	2.55	2.45	2.55	2.45	2.55
	4	0.70	0.70	1.28	1.25	2.47	2.45	2.47	2.45	2.47	2.45
	5	0.72	0.72	1.30	1.27	2.51	2.50	2.51	2.50	2.51	2.50
	6	0.68	0.74	1.27	1.30	2.56	2.54	2.56	2.54	2.56	2.54
	7	0.69	0.68	1.25	1.25	2.48	2.51	2.48	2.51	2.48	2.51
	8	0.70	0.69	1.26	1.24	2.47	2.49	2.47	2.49	2.47	2.49
	9	0.68	0.70	1.30	1.29	2.50	2.48	2.50	2.48	2.50	2.48

2.2 不同处理对玉米成产因素和产量的影响

从表 2 可以看出, 2 种土壤构型对穗长的影响不同, 其中浅位黏砂壤土除处理 4 外, 其他处理的玉米穗长分别较对照增加 1.0~2.5 cm; 而底黏砂壤土的玉米穗长, 在低氮(处理 3)和高氮(处理 8、处理 9)水平下都没有明显增加, 只有中氮水平增加 1.0~1.5 cm。不同氮肥追施方式下不同土体构型的玉米单穗质量均有明显增加, 底黏砂壤土和浅位黏砂壤土的单穗质量分别增加 8~54 g 和 16~68 g; 百

粒重与穗质量有相同的变化趋势, 底黏砂壤土和浅位黏砂壤土的百粒重分别增加 1.3~2.8 g 与 2.0~3.0 g。正是穗长、穗质量和百粒重的增加, 对玉米产量的增加产生积极效果。

与对照相比, 浅位黏砂壤土和底黏砂壤土分别增产 8.00%~96.85%和 10.29%~110.02%(表 2)。其中底黏砂壤土无论是氮肥一次追施或是分次追施, 其产量均随氮肥用量的增加而增加; 而浅位黏砂壤土则以分次追施的增产效果较好, 并以 N 360

kg/hm²分 2 次追施(处理 8)效果最好,其次为 N 270 kg/hm²分 2 次追施(处理 7)。同时,相同氮肥施用方式在 2 种土体构型上的增产效果,除处理 4 外,均以底黏砂壤土的增产效果较好,增产幅度分别较浅位黏砂壤土相应处理的增产幅度提高 0.38 ~ 52.29 个百分点。以上结果说明,不同土体构型不同处理对玉米的增产效果有明显的差异性,且底黏砂壤土对氮肥的增产效应较明显。

表 2 不同土体构型对玉米成产因素和产量的影响

处理	穗长 /cm		单穗质量/g		百粒重/g		产量 /(kg/hm ²)		较 CK ± /%	
	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土	浅位黏砂壤土	底黏砂壤土
1	15.0	16.0	158	162	28.0	27.6	5560.5	5440.5		
2	17.5	17.5	174	170	30.0	28.9	6004.5	6000.0	8.00	10.29
3	17.0	16.0	180	186	30.0	30.0	6364.5	6495.0	14.48	19.39
4	15.0	17.0	190	190	30.5	30.2	7369.5	6930.0	32.55	27.39
5	16.0	17.5	190	188	30.0	30.4	8535.0	8395.5	53.51	54.32
6	17.0	17.5	206	198	30.2	30.4	9295.5	9115.5	67.18	67.56
7	17.0	17.0	226	216	31.0	30.3	10174.5	10174.5	83.00	87.04
8	16.0	16.0	208	216	30.3	30.3	10945.5	10999.5	96.85	102.21
9	16.0	16.0	196	212	30.1	30.3	8770.5	11425.5	57.73	110.02

2.3 不同土体构型对肥料利用的影响

从表 3 可以看出,肥料等量分期施用后,有利于提高氮肥的利用,实现节肥增效的目的。不同氮肥用量之间的肥料利用以低氮投入的效果较好。其中浅位黏砂壤土以处理 5(N 180 kg/hm²分 2 次施用)效果最好,底黏砂壤土则以处理 3(N 90 kg/hm²

分 2 次施用)最好。但并不是施肥量越低越好,必须考虑相应的经济产量和经济效益,确定经济施肥量,以实现产量、效益和资源利用的共同提高。底黏砂壤土的最佳施肥量为 N 180 ~ 270 kg/hm²分 2 次施用,浅位黏砂壤土则为 N 270 ~ 360 kg/hm²分 2 次施用。

表 3 不同土体构型对氮肥利用的影响

土体构型	处理	秸秆 N /(g/kg)	籽粒 N /(g/kg)	籽粒利用 N /kg	秸秆利用 N /kg	总利用 N /kg	投入 N /kg	总投入 N /kg	N 利用率/%
浅位黏砂壤土	1	0.82	1.33	4.91	2.91	7.82			
	2	0.55	1.25	5.30	2.25	7.55	6.00	13.82	54.65
	3	0.70	1.29	5.18	2.68	7.86	6.00	13.82	56.86
	4	0.70	1.42	6.97	3.28	10.25	12.00	19.82	51.71
	5	0.84	1.36	7.75	4.57	12.32	12.00	19.82	62.14
	6	0.68	1.12	6.57	3.79	10.36	18.00	25.82	40.14
	7	0.83	1.24	8.43	5.42	13.85	18.00	25.82	53.65
	8	0.92	1.50	10.96	6.46	17.42	24.00	31.82	54.74
	9	0.93	1.54	9.47	5.56	15.03	30.00	37.82	39.73
底黏砂壤土	1	0.81	1.22	4.41	2.81	7.22			
	2	0.80	1.29	5.17	3.05	8.22	6.00	13.22	62.18
	3	0.89	1.25	5.42	3.71	9.13	6.00	13.22	69.07
	4	0.78	1.19	5.48	3.36	8.84	12.00	19.22	46.00
	5	0.89	1.37	7.66	4.78	12.44	12.00	19.22	64.70
	6	0.91	1.35	8.17	5.29	13.46	18.00	25.22	53.37
	7	1.06	1.38	9.33	6.91	16.24	18.00	25.22	64.40
	8	0.72	1.21	9.21	5.24	14.44	24.00	31.22	46.25
	9	0.75	1.25	9.14	5.25	14.39	30.00	37.22	38.67

3 结论

1) 不同生育时期不同肥料配比对玉米的叶片数、茎粗和株高有着不同的影响。叶片数在抽雄孕

穗期后较对照增加 1 ~ 2 片;茎粗则没有明显的变化规律;株高除小喇叭口期外,其他生育期均略高于对照,分别增加 0.04 ~ 0.16m。

2) 氮肥不同追施方式对不同土体构型玉米的

穗质量、百粒重有明显影响,底黏砂壤土穗质量较 CK 增加 8~54 g、百粒重增加 1.3~2.8 g;浅位黏砂壤土则分别增加 16~68 g 与 2.0~3.0 g。

3) 不同氮肥追施对不同土体构型的玉米产量有明显影响,浅位黏砂壤土和底黏砂壤土分别较 CK 增产 8.00%~96.85%和 10.29%~110.02%。其中底黏砂壤土随氮肥用量的增加而增加,浅位黏砂壤土则以分次追施效果较好,以 N 360 kg/hm² 分 2 次追施效果最好。相同氮肥在 2 种土体构型上的增产效果,除处理 4 外,均以底黏砂壤土的增产效果较好。

4) 氮肥的分期施用对提高肥料利用和作物产出效益具有明显影响。施肥量大小必须考虑相应的经济产量和经济效益,以实现增产与增效的协调发展。其中底黏砂壤土的最佳施肥量为 N 180~270 kg/hm² 分 2 次施用,浅位黏砂壤土则为 N 270~360 kg/hm² 分 2 次施用。

参考文献:

- [1] 许勤,魏巍,陈筱彦,等.潮土区氮肥不同基追比和种类对玉米产量和氮肥利用率的影响[J].同济大学学报:自然科学版,2009,37(10):1414-1417.
- [2] 王贺,白由路,杨俐苹,等.华北沙质潮土夏玉米“3414”肥效试验[J].河北农业科学,2010,14(9):41-45.
- [3] 李丙奇,孙克刚,和爱玲,等.潮土区氮肥不同基追比和种类对玉米产量和氮肥利用率的影响[J].河南农业科学,2009(10):83-85,124.
- [4] 宋志伟,赵梦霞.豫东北潮土区夏玉米高产经济施肥最优模式研究[J].河南农业科学,1995(4):21-23.
- [5] 侯传本.鲁西潮土小麦玉米氮磷钾配施效应初探[J].山东农业科学,2008(5):78-79.
- [6] 杨青华,高尔明.不同土壤类型对玉米干物质积累动态及其分布的影响[J].玉米科学,2000,8(1):55-57.
- [7] 赵士诚,刘新红,韩燕来,等.钾肥在豫北潮土区夏玉米上的施用效果初报[J].中国农学通报,2005,21(5):266-268.
- [8] 王培顺,王兴远,张显东,等.不同施肥模式对春玉米生长发育和产量的影响[J].现代农业科技,2011(13):59,61.
- [9] 王昌勇.玉米测土配方施肥试验研究[J].现代农业科技,2011(8):275-277.
- [10] 岳建平,李善明.宜都市山区玉米配方施肥技术研究[J].现代农业科技,2011(6):291-292.
- [11] 蔡祖聪,钦绳武.华北潮土长期试验中的作物产量、氮肥利用率及其环境效应[J].土壤学报,2006,43(6):885-891.
- [12] 黄绍敏,宝德俊,皇甫湘荣,等.长期定位施肥对玉米肥料利用率影响的研究[J].玉米科学,2006,14(4):129-133.
- [13] 郑惠玲,姬变英,武继承,等.氮肥分期施用对夏玉米生长发育和产量的影响[J].河南农业科学,2007(10):67-69.
- [14] 董巨河,贾登泉,土尔逊娜依.土壤分类系统在实际工作中的应用[J].新疆农业科技,2009(5):24-29.
- [15] 皇甫湘荣,李纯忠.土体构型对潮土持水能力和水分利用的影响[J].水土保持,1996,3(3):104-107.
- [16] 罗金明,邓伟,张晓平,等.雨季苏打盐渍土地区土壤水-地下水转化规律研究[J].水文地质工程地质,2008,35(2):82-86.
- [17] 王方,李元寿,王文丽,等.甘肃灌淤土土壤障碍因素浅析[J].土壤,2004,36(4):452-454.
- [18] 刘思义,魏由庆.黏土夹层土体构型水盐运动的实验研究[J].土壤学报,1992,29(1):109-112.
- [19] 李进法,王希恩.河北平原不同土体构型水分分布和运行规律及灌水模式[J].干旱地区农业研究,1996,14(1):3-9.
- [20] 边延辉,孟凡.八五四农场东部农业生产土壤限制因素及改良利用[J].现代化农业,1997(8):10-11.
- [21] 盛学斌,陈庆沐.乐陵金丝小枣区不同土体构型土壤的主要表征[J].应用生态学报,1999,10(6):673-675.
- [22] 丁玉治,黄景,农光标,等.广西高产水稻土的肥力特征及其培育[J].广西农业大学学报,1992,11(3):137-143.
- [23] 赵德林.白浆土土体构型改造的研究[J].中国农业科学,1989,22(5):47-55.
- [24] 田积莹,李勇.丰产土壤体构型的研究[J].陕西农业科学,1990(4):12-13,16.
- [25] 刘宁,张毅功,赵智慧,等.金丝小枣品质的综合评价及其与土体构型关系[J].农机化研究,2009,31(12):125-127.