

# 氮肥分期追施对潮土区不同玉米品种生长发育及产量的影响

武继承<sup>1,2</sup>, 杨永辉<sup>1,2</sup>, 李学军<sup>3</sup>, 潘晓莹<sup>1,2</sup>, 韩伟锋<sup>1,2</sup>

(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站, 河南 原阳 453514; 3. 通许县农业科学研究所, 河南 通许 475600)

**摘要:** 为探明氮肥分期追施对潮土区不同玉米品种生长和产量的影响, 在通许县进行了常规施肥和不同氮肥用量分期追施(180 kg/hm<sup>2</sup>、270 kg/hm<sup>2</sup>、360 kg/hm<sup>2</sup>, 小喇叭口期和孕穗期各占 50%) 对 8 个玉米品种(先单 158、郑单 958、中博郑单 23、济单 7 号、鑫玉 16、浚单 20、鑫玉 37 和迪卡 M9) 生长发育及产量的影响研究。结果表明, 与常规施肥相比, 氮肥分期追施对玉米生长具有积极影响, 其中先单 158 和浚单 20 叶片数增加 1~2 片, 株高和穗位总体分别增高 2.7~83.6 cm、0~27.4 cm, 茎粗除浚单 20 外总体增加 0.1~0.6 cm。与常规施肥相比, 分期追施不同用量氮肥对穗行数、2 行穗粒数、穗长、穗粗、百粒质量的影响不同, 在不同品种间差异较大, 增减不一, 但其产量总体表现为增加。其中, 分期追施氮肥 180 kg/hm<sup>2</sup> 时, 玉米品种总体增产 0.23%~34.42%, 分期追施氮肥 270 kg/hm<sup>2</sup> 和 360 kg/hm<sup>2</sup> 时, 除济单 7 号和鑫玉 16 外其他品种总体分别增产 1.63%~32.35%、0~14.60%, 说明不同玉米品种对养分需求有明显差异性。与分期追施氮肥 180 kg/hm<sup>2</sup> 相比, 分期追施氮肥 270 kg/hm<sup>2</sup>、360 kg/hm<sup>2</sup> 时, 只有浚单 20 稳定增产 0.48%、2.34%, 说明浚单 20 在高量追肥时具有一定增产效果。与分期追施氮肥 270 kg/hm<sup>2</sup> 相比, 360 kg/hm<sup>2</sup> 用量时, 除先单 158、中博郑单 23 和迪卡 M9 外, 其他品种总体增产 0.97%~8.43%。总之, 氮肥分期追施增产效果以 180 kg/hm<sup>2</sup> 用量最佳, 根据品种的稳产性表现, 首选品种为鑫玉 37、郑单 958、浚单 20。

**关键词:** 潮土区; 玉米; 氮肥; 分期施肥; 产量

中图分类号: S513 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)12-0070-05

## Effects of Staging Fertilization on Growth and Yield of Different Corn Varieties in Alluvial Soil in the East of Henan Province

WU Ji-cheng<sup>1,2</sup>, YANG Yong-hui<sup>1,2</sup>, LI Xue-jun<sup>3</sup>, PAN Xiao-ying<sup>1,2</sup>, HAN Wei-feng<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Plant Nutrition & Resource Environment, Henan Academy of Agricultural sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Yuanyang Experimental Station of Crop Water Use, Ministry of Agriculture, Yuanyang 453514, China; 3. Institute of Tongxu Agricultural Sciences, Tongxu 475600, China)

**Abstract:** In order to investigate the effects of staging fertilization on the growth and yield of different corn varieties in alluvial soil in the east of Henan province, the effects of traditional fertilization and different nitrogen amount in topdressing stages (180 kg/ha, 270 kg/ha, 360 kg/ha, amount of nitrogen topdressing in small horn stage and booting stage was 50% respectively) on growth and yield of eight corn varieties were studied in Tongxu county, of which corn varieties including Xiandan 158, Zhengdan 958, Zhongbo Zhengdan 23, Jidan 7, Liyu 16, Xundan 20, Liyu 37 and Dika M9. The results showed that compared to traditional fertilization, there was positive

收稿日期: 2013-06-05

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203077); 河南省重大公益性科研项目(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、农业生态和土壤养分资源利用与管理方面的研究。E-mail: wujc2065@126.com

effect on corn growth with staging fertilization, the number of visible leaves of Xiandan 158 and Xundan 20 increased 1—2 leaves, the plant height of different varieties increased 2.7 cm to 83.6 cm, the stem diameter increased 0.1 cm to 0.6 cm except Xundan 20, and their rows per ear, grain number per spike, ear length, ear diameter and 100-grain weight were obvious different too. Compared to traditional fertilization, the yield of staging nitrogen topdressing 180 kg/ha increased overall by 0.23% to 34.42%, the yield of staging nitrogen topdressing 270 kg/ha and 360 kg/ha increased by 1.63%—32.35%, 0—14.60% respectively, except Jidan 7 and Liyu 16, indicating that the demand of nutrients of different corn varieties had obvious difference; compared to staging nitrogen topdressing 180 kg/ha, only the yield of Xundan 20 stably increased 0.48% and 2.34% respectively under staging nitrogen topdressing 270 kg/ha and 360 kg/ha, which indicated that Xundan 20 had certain yield-increasing effect at the higher fertilizer; compared to staging nitrogen topdressing 270 kg/ha, the yield increased 0.97% to 8.43% except Xiandan 158, Zhongbo Zhengdan 23 and Dika M9. In a word, the effect of production increasing with staging nitrogen topdressing 180 kg/ha is the best, and the best varieties are Zhengdan 958, Liyu 37 and Xundan 20 in different fertilization according to the yield stability performance of different varieties.

**Key words:** alluvial soil; corn; nitrogen fertilizer; staging fertilization; yield

潮土是河南省面积最大的土壤类型, 占全省耕地面积 40% 以上, 其玉米种植面积占全省播种面积的 50% 以上。大量生产实践与试验表明, 改善水肥条件是玉米增产的关键, 目前关于潮土区玉米增产与施肥技术方面的研究, 主要集中在不同肥料使用效果及氮磷钾配施技术<sup>[1-4]</sup>、氮素肥料基施与追肥比例及玉米干物质积累特征<sup>[5-7]</sup>、不同养分组合氮肥利用<sup>[8-9]</sup>、不同土体构型土壤水分运移特征<sup>[10-11]</sup>等方面, 而关于玉米分期施肥技术在不同土体构型土壤上的研究相对缺乏<sup>[12-13]</sup>, 且针对不同玉米品种分期追肥的增产效果研究更少。为此, 本研究探讨了氮肥分期追施对潮土区不同玉米品种生长发育及产量的影响, 旨在为潮土区玉米高产高效提供优良品种, 并为优化施肥模式实现节肥提供技术支撑。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验在通许县朱砂镇演武岗村进行, 土壤为砂壤质潮土, 土壤母质为河流冲积物, 该地区地势平坦, 海拔 60 m, 耕层土壤有机质 11.98 g/kg、全 N 0.85 g/kg、全 P 0.78 g/kg、水解 N 55.89 mg/kg、速效 P 15.91 mg/kg、速效 K 69.4 mg/kg。土壤容重 1.32 g/cm<sup>3</sup>, 土壤机械组成为砂粒(2~0.02 mm) 85%、粉粒(0.02~0.002 mm) 6.1%、黏粒(<0.002 mm) 8.9%。

### 1.2 试验设计

试验玉米品种为先单 158、郑单 958、中博郑单 23、济单 7 号、鑫玉 16、浚单 20、鑫玉 37、迪卡 M9。行距 60 cm, 株距 25 cm, 密度 4 500 株/hm<sup>2</sup>。施肥处理为: 常规施肥(一次性底施 N<sub>28</sub>P<sub>10</sub>K<sub>6</sub> 复合肥 750 kg/hm<sup>2</sup>, 处理 1); 氮肥分期追施[180 kg/hm<sup>2</sup>

(处理 2)、270 kg/hm<sup>2</sup>(处理 3)、360 kg/hm<sup>2</sup>(处理 4), 小喇叭口期和孕穗期各 50%, 并底施与处理 1 等用量的磷钾肥(P<sub>10</sub>K<sub>6</sub>)。3 次重复, 随机排列, 小区面积 30 m<sup>2</sup>, 统一田间管理措施。

### 1.3 测定项目及方法

成熟期, 在小区内随机取 5 株玉米测定其叶片数、株高、茎粗、穗位、穗行数、2 行籽粒数、穗长、穗粗、百粒质量, 其中玉米茎粗为地上部 20 cm 处的茎直径, 穗粗为穗中部的周长, 玉米产量由每小区 2 行产量折算。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥分期追施对不同玉米品种生长发育的影响

从表 1 可以看出, 不同施肥处理对不同玉米品种生长发育的影响不同。对于不同玉米品种来说, 所有处理叶片数均以先单 158 最低, 较其他品种少 1~2 片; 对于不同施肥处理来说, 郑单 958、中博郑单 23、鑫玉 37、鑫玉 16、迪卡 M9 叶片数无变化, 先单 158 和浚单 20 叶片数在分期追施氮肥时较常规施肥增加 1~2 片, 其中先单 158 在分期追施氮肥 180 kg/hm<sup>2</sup> 时叶片数最多, 浚单 20 则在分期追施高用量氮肥时较多。分期追施氮肥时, 玉米株高较常规施肥有所提高, 总体提高 2.7~83.6 cm, 并以先单 158 提高幅度最大, 其在分期追施氮肥 180、270、360 kg/hm<sup>2</sup> 时分别比常规施肥提高 66.0、36.0、83.6 cm; 迪卡 M9 提高幅度最小, 分别提高 2.7、10.6、4.6 cm。分期追施氮肥时, 茎粗较常规施肥也略有增加, 总体增加 0.1~0.6 cm, 但除郑单 958 和鑫玉 16 外差异均不明显。穗位与株高变化趋势基本一致, 总体增加 0~27.4 cm。由此可见, 氮肥分期追施对不同玉米品种的生长发育均具有积极影响。

表 1 氮肥分期追施对不同玉米品种生长发育的影响

处理编号	项目	品种							
		先单 158	郑单 958	中博郑单 23	济单 7 号	鑫玉 16	浚单 20	鑫玉 37	迪卡 M9
1	叶片数/片	11	13	13	13	13	12	13	13
	株高/cm	177.8	234.4	222.3	237.0	243.2	238.8	245.7	258.6
	茎粗/cm	2.4	2.1	1.9	2.3	2.0	2.1	2.1	2.1
	穗位/cm	75.2	97.8	101.0	105.0	98.1	104.0	108.9	115.5
2	叶片数/片	13	13	13	14	13	13	13	13
	株高/cm	243.8	238.1	236.6	263.4	267.3	250.6	257.4	261.3
	茎粗/cm	2.5	2.2	2.0	2.5	2.5	2.1	2.5	2.2
	穗位/cm	102.6	103.9	104.6	115.9	119.0	107.5	118.1	115.5
3	叶片数/片	12	13	13	13	13	14	13	13
	株高/cm	213.8	238.4	228.0	254.8	247.8	254.4	263.6	269.2
	茎粗/cm	2.7	2.3	2.1	2.4	2.4	2.1	2.5	2.3
	穗位/cm	86.1	109.2	103.1	115.8	109.0	110.1	108.9	118.7
4	叶片数/片	12	13	13	13	13	14	13	13
	株高/cm	261.4	266.6	248.6	241.2	248.6	266.0	251.1	262.0
	茎粗/cm	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.2	2.2	2.2
	穗位/cm	98.5	117.8	102.7	106.9	109.2	125.8	107.5	115.8

## 2.2 氮肥分期追施对不同玉米品种成产要素的影响

由表 2 可以看出,常规施肥不同品种之间穗行数以鑫玉 16 最多,其次为鑫玉 37、济单 7 号、迪卡 M9,先单 158 最少;双行穗粒数以郑单 958 最多,其次为中博郑单 23、浚单 20,先单 158 最少;穗长以中博郑单 23 最长,其次为鑫玉 16、郑单 958,迪卡 M9 最短;穗粗以济单 7 号最粗,其次为鑫玉 37 和郑单 958,迪卡 M9 最细;百粒质量以浚单 20 最高,其次为鑫玉 37、济单 7 号、先单 158,迪卡 M9 最低。

与常规施肥相比,分期追施不同用量氮肥对玉米成产要素的影响不同。氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 时,穗行数浚单 20 和中博郑单 23 2 个品种增加 1~3 行,郑单 958 和迪卡 M9 减少 1~2 行,其他品种未变;双行籽粒数增加的品种为先单 158、济单 7 号、鑫玉 16、鑫玉 37、迪卡 M9,分别增加 2~16 粒,其他品种减少 7~9 粒;穗粗增加的品种为浚单 20、先单 158、迪卡 M9,增加 0.4~2.4 cm,其他品种减少 0.2~1.1 cm;穗长增加的品种为浚单 20、先单 158、迪卡 M9,增加 0.5~5.3 cm,浚单 20 未变,其他品种减少 0.5~3.6 cm;百粒质量鑫玉 16 和迪卡 M9 分别增加 2 g 和 7 g,郑单 958 和中博郑单 23 未变化,其他品种减少 2~10 g。氮肥分期追施 270

kg/hm<sup>2</sup> 时,穗行数只有浚单 20 增加 1 行,其他品种不变或减少 1~2 行;双行籽粒数先单 158 和济单 7 号分别增加 11 粒和 6 粒,其他品种减少 2~11 粒;穗粗仅先单 158 增加 1.9 cm,其他品种减少 0.1~1.3 cm;穗长除鑫玉 37 不变和先单 158 增加 0.9 cm 外,其他品种减少 0.3~3.0 cm;百粒质量增加的品种为中博郑单 23、鑫玉 16、迪卡 M9,增加 2~5 g,其他品种减少 3~12 g。氮肥分期追施 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,穗行数增加的品种为鑫玉 37、浚单 20、先单 158,增加 1~2 行;双行籽粒数先单 158、济单 7 号、鑫玉 16 分别增加 7 粒、15 粒、11 粒,迪卡 M9 未改变,其他品种减少 6~8 粒;穗粗迪卡 M9、浚单 20、先单 158 增加 0.2~2.1 cm,其他品种减少 0.7~1.3 cm;穗长迪卡 M9、济单 7 号、先单 158 分别增加 0.7 cm、2.3 cm、0.9 cm,其他品种减少 0.4~3.2 cm;百粒质量郑单 958、鑫玉 16、迪卡 M9 增加 1~10 g,其他品种减少 1~11 g。由此可见,不同用量氮肥分期追施处理玉米穗行数、2 行籽粒数、穗粗、穗长、百粒质量在不同品种间的差异较大,没有明显规律,这可能与不同品种的生长发育特性有关,进一步说明了不同玉米品种对养分的需求有明显的差异性。

表 2 氮肥分期追施对不同玉米品种成产要素的影响

处理编号	项目	品种							
		先单 158	郑单 958	中博郑单 23	济单 7 号	鑫玉 16	浚单 20	鑫玉 37	迪卡 M9
1	穗行数/行	14	15	15	16	17	15	16	16
2	行籽粒数/粒	64	81	79	66	70	79	76	66
	穗粗/cm	14.1	17.5	17.3	18.0	17.3	16.6	17.6	16.2
	穗长/cm	15.4	17.2	17.8	15.0	17.3	17.1	17.0	13.2
	百粒质量/g	34	33	32	36	28	38	36	25

续表 2 氮肥分期追施对不同玉米品种成产要素的影响

处理编号	项目	品种							
		先单 158	郑单 958	中博郑单 23	济单 7 号	鑫玉 16	浚单 20	鑫玉 37	迪卡 M9
2	穗行数/行	14	14	16	16	17	18	16	14
	2 行籽粒数/粒	80	72	72	70	77	72	78	81
	穗粗/cm	16.5	16.4	17.1	15.7	16.9	17.7	16.9	16.6
	穗长/cm	16.4	16.0	14.4	14.5	16.1	17.1	17.5	18.5
	百粒质量/g	32	33	32	28	30	28	30	32
3	穗行数/行	14	14	14	16	15	16	15	16
	2 行籽粒数/粒	75	74	68	72	64	66	71	64
	穗粗/cm	16.0	16.2	16.0	17.7	16.1	15.6	16.5	16.1
	穗长/cm	16.3	15.6	15.1	14.7	14.3	13.8	17.0	12.9
	百粒质量/g	28	30	34	32	33	26	31	27
4	穗行数/行	15	14	14	15	15	16	18	16
	2 行籽粒数/粒	71	73	73	81	81	73	70	66
	穗粗/cm	16.2	16.2	16.6	17.1	16.4	17.5	16.9	16.4
	穗长/cm	16.3	16.8	16.0	17.3	16.9	13.9	15.8	13.9
	百粒质量/g	33	34	34	30	30	31	25	35

2.3 氮肥分期追施对不同玉米品种产量的影响

从表 3 可以看出,常规施肥时,先单 158 产量最低,其他品种较其增产 5.42%~30.77%,不同品种的增产幅度表现为鑫玉 16>济单 7 号>郑单 958>鑫玉 37>浚单 20>中博郑单 23>迪卡 M9。与常规施肥相比,氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 时,玉米增产 0.23%~34.42%,以先单 158 增产幅度最大,其他品种依次为迪卡 M9、鑫玉 37、中博郑单 23、郑单 958、浚单 20、济单 7 号、鑫玉 16;氮肥分期追施 270 kg/hm<sup>2</sup>、360 kg/hm<sup>2</sup> 时,济单 7 号和鑫玉 16 表现为减产,减产幅度 3.75%~7.99%、2.81%~4.45%,其他品种表现为增产,增产幅度 1.63%~32.35%、0~14.60%,均以先单 158 增幅最大,说明先单 158 对养分较敏感。与氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 相比,在氮肥

分期追施 270 kg/hm<sup>2</sup> 时,只有浚单 20 和迪卡 M9 表现为增产,增幅为 0.48%和 2.29%;氮肥分期追施 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,只有浚单 20 增产,其他品种均减产,减产幅度 1.12%~14.75%,说明浚单 20 在高肥时具有一定的增产效果。与氮肥分期追施 270 kg/hm<sup>2</sup> 相比,在氮肥分期追施 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,先单 158、中博郑单 23 和迪卡 M9 表现为减产,其他品种则不同程度的增产,增幅 0.97%~8.43%。综上所述,不同氮肥用量分期追施较常规施肥持续增产的品种为鑫玉 37、先单 158、郑单 958、浚单 20、迪卡 M9,但迪卡 M9 和先单 158 变动幅度较大;大部分品种以氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 的增产效果最佳。因此,建议氮肥分期追施量采用 180 kg/hm<sup>2</sup>,首选品种为鑫玉 37、郑单 958、浚单 20。

表 3 氮肥分期追施对不同玉米品种产量的影响

处理编号	项目	品种							
		先单 158	郑单 958	中博郑单 23	济单 7 号	鑫玉 16	浚单 20	鑫玉 37	迪卡 M9
1	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	8 450.0	10 400.0	9 991.7	10 675.1	11 050.1	10 208.4	10 375.1	8 908.4
	较先单 158±/%		23.08	18.25	26.33	30.77	20.81	22.78	5.42
2	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	11 358.3	11 216.7	10 850.0	10 733.4	11 075.0	10 325.0	11 700.0	10 208.4
	较处理 1±/%	34.42	7.85	8.59	0.55	0.23	1.14	12.77	14.59
3	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	11 183.4	10 725.0	10 508.4	10 275.0	10 166.7	10 375.1	10 575.0	10 441.7
	较处理 1±/%	32.35	3.13	5.17	-3.75	-7.99	1.63	1.93	17.21
	较处理 2±/%	-1.54	-4.38	-3.15	-4.27	-8.20	0.48	-9.62	2.29
4	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	9 683.4	11 091.6	9 991.7	10 375.1	10 558.4	10 566.6	11 466.6	9 633.3
	较处理 1±/%	14.60	6.65	0	-2.81	-4.45	3.51	10.52	8.14
	较处理 2±/%	-14.75	-1.12	-7.91	-3.34	-4.66	2.34	-1.99	-5.63
	较处理 3±/%	-13.41	3.42	-4.92	0.97	3.85	1.85	8.43	-7.74

3 结论

氮肥分期追施对玉米生长发育具有积极影响,

不同品种间具有明显的差异性。其中,叶片数先单 158 和浚单 20 在分期追施氮肥时较常规施肥增加 1~2 片,株高总体提高 2.7~83.6 cm,茎粗总体增

加 0.1~0.6 cm(除浚单 20),穗位总体增加 0~27.4 cm。

氮肥分期追施对不同玉米品种成产要素的影响具有明显的差异性,并影响到玉米的产量。常规施肥时,不同品种分别较先单 158 增产 5.42%~30.77%;氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 时不同品种分别比相应常规施肥增产 0.23%~34.42%;氮肥分期追施 270 kg/hm<sup>2</sup>、360 kg/hm<sup>2</sup> 时,除济单 7 号和蠡玉 16 外,不同品种分别较常规施肥增产 1.63%~32.35%、0~14.60%。与氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 相比,在氮肥分期追施 270 kg/hm<sup>2</sup> 时,只有浚单 20 和迪卡 M9 分别增产 0.48%和 2.29%;氮肥分期追施 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,只有浚单 20 增产,说明浚单 20 在高肥时具有一定的增产效果。与氮肥分期追施 270 kg/hm<sup>2</sup> 相比,在氮肥分期追施 360 kg/hm<sup>2</sup> 时,先单 158、中博郑单 23、迪卡 M9 表现为减产,其他品种分别增产 0.97%~8.43%。从增产幅度和氮肥分期追施效果看,氮肥分期追施 180 kg/hm<sup>2</sup> 增产效果最佳。

在该区域常规耕作条件下,建议使用蠡玉系列、济单 7 号、郑单 958;在氮肥分期追施条件下,相对于常规施肥,180 kg/hm<sup>2</sup> 和 270 kg/hm<sup>2</sup> 时以蠡玉 37、先单 158、迪卡 M9、中博郑单 23、郑单 958 产量增加幅度较大,360 kg/hm<sup>2</sup> 时则以蠡玉 37、郑单 958、迪卡 M9、浚单 20 产量增加幅度较大,但先单 158 和迪卡 M9 在不同用量氮肥分期追施条件下的产量变化幅度较大,整体上以郑单 958、蠡玉 37 广适性最好,高肥力和高氮时首选浚单 20。

参考文献:

[1] 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.

- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 武继承,张毅,刘东亮,等. 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[J]. 河南农业科学,2011,40(10):59-63.