

文章编号: 1005-0906(2007)06-0097-06

氯化钾中的钾素和氯素对玉米 茎腐病防治效果研究

刘晓燕¹, 金继运¹, 何 萍¹, 张 宽², 王秀芳², 谢佳贵², 晋齐鸣³

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所 / 农业部植物营养与养分循环重点开放实验室, 北京 100081;

2. 吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心, 长春 130033; 3. 吉林省农业科学院植物保护研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要: 通过长期定位试验和田间试验, 研究了缺钾条件下钾素、氯素以及氯化钾对玉米不同抗性品种茎腐病的防治效果, 明确钾素和氯素在氯化钾防治玉米茎腐病中的作用。结果表明, 施钾可明显增强抗、感病品种抗茎腐病的能力, 且对感病品种的防治效果优于抗病品种; 施氯对抗、感病品种茎腐病防治效果均不明显。施钾明显增加了吉单 180(抗病品种)、吉单 327(感病品种)根、茎、叶部的钾素含量, 在缺钾条件下, 抗病品种较感病品种具有更强的吸钾能力。分析发现, 蜡熟期的根部钾素含量与玉米茎腐病的发生率相关最密切, 相关系数 $r=-0.9218$ 。土壤养分是决定氯化钾中钾素还是氯素发挥主导作用的关键因素。

关键词: 钾素; 氯素; 氯化钾; 玉米茎腐病; 防治效果

中图分类号: S435.131

文献标识码: A

Analysis of Control Effects of Potassium and Chloride in Potassium Chloride on Corn Stalk Rot

LIU Xiao-yan¹, JIN Ji-yun¹, HE Ping¹, ZHANG Kuan², WANG Xiu-fang², XIE Jia-gui², JIN Qi-ming³(1. *Institute of Agricultural Resources and Regional Planning,**CAAS / Key Laboratory of Plant Nutrition and Nutrient Cycling, Ministry of Agriculture, Beijing 100081;**2. Research Center of Agricultural Environment and Resources, Jilin Academy of**Agricultural Sciences, Changchun 130033;**3. Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)*

Abstract: To elucidate whether potassium or chloride in potassium chloride plays the dominant role in suppression of corn stalk rot, the effects of K, Cl, and KCl nutrition on the stalk rot incidence of resistant and susceptible cultivars were studied in a 12-year fixed site field trial and a field experiment with K deficiency in soil. The results showed that K application reduced corn stalk rot severity significantly and the control effect on stalk rot of susceptible corn was better than that of resistant corn. K played an important role in suppression of corn stalk rot, but Cl alone had no significant influence on the severity of the stalk rot in Jilin province of China. K application increased K concentration in roots, stems and leaves of resistant and susceptible corn cultivars. In the soil with K deficiency, K-uptake capability of resistant cultivar was higher than that of susceptible cultivars. In addition, statistical analysis significant negative correlation was obtained between incidence of corn stalk rot and K concentration in root of corn at dough stage ($r=-0.9218$). And the result proved that the effects of K and Cl fertilizer in reducing corn stalk rot were mainly determined by nutrient status of soil, that is to say, which element in KCl play the dominant role in corn stalk suppression depended on K and Cl status in soil.

Key words: Potassium; Chloride; Potassium chloride; Corn stalk rot; Control effect

收稿日期: 2007-04-14; 修回日期: 2007-07-23

基金项目: 国家自然科学基金(30571081)、北京市自然科学基金(6062025)、北京市科技新星计划(2005A60)和中国博士后科学基金(20070410586)项目

作者简介: 刘晓燕(1978-), 女, 山东聊城人, 博士, 主要从事植物营养生理研究。E-mail: liuxy@caas.ac.cn

金继运为本文通讯作者。E-mail: jjyin@caas.ac.cn

玉米茎腐病在我国乃至全世界玉米主产区发生严重。目前我国推广的玉米品种对茎腐病的抗性水平普遍较低,还由于受耕作制度及气候的影响,茎腐病近几年又有加重的趋势。由于病原菌的复杂多样,应用一般的化学农药难以有效控制该病的发生。研究发现,施用氯化钾可显著降低玉米茎腐病的发生。关于钾素在植物抗病中的作用已有大量报道。本研究比较了钾素、氯素以及氯化钾对玉米不同抗性品种茎腐病的防治效果,分析了植株钾素和氯素与茎腐病发生率的相关关系,明确钾和氯的抗病作用,从而通过调整施肥措施实现玉米茎腐病的生态防治。

1 材料与方法

1.1 长期钾肥定位试验设计

钾肥定位试验开始于 1993 年,供试土壤为吉林省中等肥力黑土。试验设 3 个水平的氯化钾处理:CK(不施)、K₁₁₃Cl₈₅(施用折合 K₂O 113 kg/hm² 的 KCl)和 K₂₂₅Cl₁₇₀(施用折合 K₂O 225 kg/hm² 的 KCl),4 次重复。3 个处理施用的氮磷量均相同,分别为 N 225

kg/hm² 和 P₂O₅ 113 kg/hm²。每个小区面积 40 m²。至 2004 年各处理的土壤速效养分状况见表 1。

2004 年 4 月 23 日播种,供试玉米品种为平安 38(感病品种);2005 年 4 月 29 日播种,供试品种为吉单 180(抗病品种)。种植密度均为 50 000 株/hm²。

1.2 普通大田试验设计

2005 年的大田试验设在吉林省刘房子镇,地势低洼。供试土壤的速效养分状况见表 1。试验设 7 个处理,3 次重复。7 个处理分别为 CK、K₁₂₀、K₂₄₀、K₁₂₀Cl₉₁、K₂₄₀Cl₁₈₂、Cl₉₁ 和 Cl₁₈₂。各处理钾素和氯素施用量不同,施氮磷量均相同,分别为 N 200 kg/hm² 和 P₂O₅ 120 kg/hm²。以 KNO₃ 评价 K 素单独的抗病效果;以 KCl 评价 K 和 Cl 共同对茎腐病的防治效果;由于北方土壤含钙丰富,一般作物根部施钙不易被作物吸收,因此选择 CaCl₂ 评价 Cl 素的单独防治效果。各处理具体养分施用量见表 2。根据土壤养分测试结果,补充缺乏的 S(20 kg/hm²)、Zn(10 kg/hm²)、Cu(1.0 kg/hm²)元素。试验中所有养分均作底肥条施。供试玉米品种吉单 180(抗病品种)和吉单 327(感病品种)。4 月 29 日播种,播种密度为 50 000 株/hm²。

表 1 供试土壤速效养分状况
Table 1 Available nutrient status of tested soils

试 验 Trial	处 理 Treatment	pH	OM	NH ₄ ⁺	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Cl
			(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
长期定位	CK	5.6	27.5	17.5	26.3	64.6	3.1	0.3	30.5	1.6	87.1	114.3	3.4	2.1	24.2
	K ₁₁₃ Cl ₈₅	5.6	28.3	18.7	24.3	86.8	3.3	0.4	28.0	1.7	82.8	117.6	3.4	2.1	31.6
	K ₂₂₅ Cl ₁₇₀	5.5	27.8	21.7	26.0	122.8	3.0	0.3	30.5	1.9	88.7	124.0	3.5	2.0	40.6
普通大田		5.8	36.3	8.6	5.9	42.4	3.0	0.4	12.9	1.8	102.5	12.8	2.7	1.0	30.2

表 2 各处理养分来源及各养分施用量 Table 2 Nutrient resources and application supplied nutrient of different treatments								kg/hm ²	
处 理 Treatment	Ca(NO ₃) ₂	Ca(H ₂ P ₄) ₂	KNO ₃		KCl		CaCl ₂		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	K ₂ O	Cl	Cl		
CK	200.0	120							
K ₁₂₀	157.9	120	120	43.1					
K ₂₄₀	113.8	120	240	86.2					
K ₁₂₀ Cl ₉₁	200.0	120			120	91			
K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	200.0	120			240	182			
Cl ₉₁	200.0	120					91		
Cl ₁₈₂	200.0	120					182		

1.3 样品采集与测定

普通大田试验中,每处理在玉米各生育期即拔

节期、抽雄期、灌浆期、蜡熟期、完熟期(分别为出苗后 48、71、95、113、125 d)采集 4 株有代表性的植株,将根、茎和叶分开。在拔节期取整株叶片,在抽雄后取穗位叶片。样品经 105℃杀青 30 min,75℃烘干至恒重,粉碎后过 20 目筛备用。植株钾含量采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,原子吸收分光光度计法测定;植株氯含量采用干法灰化后,莫尔滴定法测定。

在玉米收获前调查茎腐病的发病率,以整株青枯为标准。

2 结果与分析

2.1 长期施用氯化钾对玉米茎腐病发生率和产量的影响

由表 3 可知,与长期不施钾相比,经氯化钾处理的感病品种平安 38 发病率分别降低 41.1%和

47.7%,抗病品种吉单 180 的发病率分别降低 15.0%和 21.8%。因此,长期施用氯化钾对抗、感病品种的玉米茎腐病均有明显的防治效果,且对感病品种的防治效果明显高于抗病品种。通过钾肥长期定位试验,证明氯化钾可明显降低玉米茎腐病的发生。

2.2 钾素和氯素对玉米茎腐病防治效果分析

从表 4 可以看出,两品种与对照处理相比,单独的氯素处理(Cl₉₁、Cl₁₈₂)对玉米茎腐病没有显著免疫效果,而无论施用硝酸钾(K₁₂₀、K₂₄₀)还是施用氯化钾(K₁₂₀Cl₉₁、K₂₄₀Cl₁₈₂) 均能显著抑制玉米茎腐病的发生,

并提高产量。K₁₂₀、K₂₄₀、K₁₂₀Cl₉₁ 和 K₂₄₀Cl₁₈₂ 处理对玉米茎腐病的防治效果相当,但是单独施用氯的处理抗病效果不显著。

施钾对吉单 327 发病率的抑制效果达 50% ~ 63.8%,而对吉单 180 发病率的抑制效果为 44.4% ~ 59.8%。说明施钾对感病品种的抑病效果优于抗病品种,这与长期定位试验的结果一致(表 3)。Cl₉₁ 和 Cl₁₈₂ 对吉单 180 发病率的抑制效果为 30.3%和 29.8%,对吉单 327 的抑制效果为 6.8%和 10.8%。可见,氯素在抗病品种上的抑病效果可能优于感病品种。

表 3 长期施用氯化钾对玉米茎腐病发病率和产量的影响

Table 3 Effect of long-term application of potassium chloride on the stalk rot incidence and yield of corn

处 理 Treatment	平安 38 Pingan38				吉单 180 Jidan 180			
	发病率(%)	防治率(%)	产量(kg/hm ²)	增产(%)	发病率(%)	防治率(%)	产量(kg/hm ²)	增产(%)
	Incidence	Control rate	Yield	Increase	Incidence	Control rate	Yield	Increase
CK	56.6 a		9 184 b		12.5 a		7 673 b	
K ₁₁₃ Cl ₈₅	33.3 b	41.1	10 176 a	10.8	9.7 b	15.0	8 813 a	14.8
K ₂₂₅ Cl ₁₇₀	29.6 b	47.7	10 100 a	10.0	9.0 b	21.8	8 299 a	8.2

注:不同字母代表在 P<0.05 水平差异显著。下表同。
Note: Different letter denote significant difference at P<0.05 level, Tthe same as the following table.

表 4 钾素和氯素对不同抗性品种玉米茎腐病发生率及产量的影响

Table 4 Effects of long-term application of K and Cl on stalk rot incidence and yield of susceptible and resistant cultivars

处 理 Treatment	吉单 180 Jidan 180				吉单 327 Jidan 327			
	发病率(%)	防治率(%)	产量(kg/hm ²)	增产(%)	发病率(%)	防治率(%)	产量(kg/hm ²)	增产(%)
	Incidence	Control rate	Yield	Increase	Incidence	Control rate	Yield	Increase
CK	24.6 a		7 114 c		34.1 a		6 925 c	
K ₁₂₀	13.7 b	44.4	9 162 a	28.8	17.1 b	50.0	8 544 a	23.4
K ₂₄₀	12.4 b	49.6	8 546 b	20.1	12.3 b	63.8	7 839 ab	13.2
K ₁₂₀ Cl ₉₁	10.8 b	55.9	8 615 ab	21.1	13.8 b	59.7	8 164 a	17.9
K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	9.9 b	59.8	9 050 ab	27.2	12.4 b	63.6	8 252 a	19.2
Cl ₉₁	17.1 ab	30.3	7 373 c	3.6	31.8 a	6.8	6 340 c	-8.5
Cl ₁₈₂	17.3 ab	29.8	7 166 c	0.7	30.4 a	10.8	6 509 c	-6.0

2.3 各生育期植株钾素和氯素含量与玉米茎腐病发生率的关系

2.3.1 各生育期玉米钾素和氯素含量的变化

从表 5 可以看出,施用氯化钾(K₁₂₀Cl₉₁ 和 K₂₄₀Cl₁₈₂)和硝酸钾(K₁₂₀ 和 K₂₄₀)均能显著增加玉米根部钾素含量,并且表现为高含量处理大于低含量处理。抗、感病品种缺钾处理 Cl₉₁、Cl₁₈₂ 和对照的玉米根部钾素含量在整个生育期均处于较低水平。各处理在整个生育期茎部和功能叶片钾素含量变化与根部钾素含量的变化趋势基本一致。对两个品种与对照处理的根、茎部钾素含量进行比较,发现在拔节期、抽雄期、灌

浆期、蜡熟期和完熟期,吉单 180 根部的钾素含量分别比吉单 327 同期分别高出 71.3%、93.1%、148.6%、121.6%和 142.1%;茎部钾素含量分别高出 62.9%、12.5%、41.2%、50%和 24.1%。可见,在缺钾胁迫条件下,抗病品种较感病品种具有更强的吸钾能力。

表 6 表明,K₁₂₀Cl₉₁、K₂₄₀Cl₁₈₂、Cl₉₁ 和 Cl₁₈₂ 处理的玉米植株氯素含量较高,远远大于不施氯处理(CK、K₁₂₀ 和 K₂₄₀)。与对照处理相比,施用硝酸钾(K₁₂₀ 和 K₂₄₀)也可促进根系对土壤中氯离子的吸收。吉单 327 根系中氯素含量明显高于同期吉单 180,说明感病品种较抗病品种能够吸收更多的氯素。

表 5 不同处理抗、感病玉米品种各生育期钾素含量的变化

Table 5 The dynamics of potassium concentration in resistant and susceptible corn with different treatments

%

品 种	植株部位	处 理	拔节期	抽雄期	灌浆期	蜡熟期	完熟期
Cultivars	Plant parts	Treatment	Joining stage	Tasselling stage	Filling stage	Dough stage	Ripening stage
吉单 180	根	CK	2.21	1.68	1.84	1.13	0.92
		K ₁₂₀	3.20	2.79	2.92	2.06	1.57
		K ₂₄₀	4.02	3.92	3.02	2.54	2.51
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	3.22	2.89	2.78	2.35	2.35
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	4.18	3.65	3.20	2.58	2.43
		Cl ₉₁	2.43	1.09	1.57	1.18	0.99
	茎	Cl ₁₈₂	2.02	1.52	2.27	1.52	1.03
		CK	3.78	0.72	0.68	0.72	0.72
		K ₁₂₀	6.90	2.39	1.24	1.42	1.25
		K ₂₄₀	9.33	3.98	1.35	2.00	2.01
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	6.73	2.27	0.85	2.11	1.86
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	8.59	3.72	1.65	2.17	1.91
	叶	Cl ₉₁	4.06	0.84	0.27	0.42	0.51
		Cl ₁₈₂	3.26	0.76	0.30	0.39	0.47
		CK	2.08	1.90	1.80	1.20	0.60
		K ₁₂₀	3.42	3.02	2.37	1.98	1.59
		K ₂₄₀	4.47	3.69	2.88	2.35	1.83
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	3.42	3.20	2.41	1.94	1.47
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	4.34	3.84	2.84	2.41	1.99
		Cl ₉₁	2.35	1.82	1.59	1.21	0.83
		Cl ₁₈₂	2.28	2.19	1.80	1.50	1.20
		CK	1.29	0.87	0.74	0.51	0.38
		K ₁₂₀	2.70	1.85	1.96	1.60	1.54
		K ₂₄₀	4.24	2.79	2.75	2.12	1.87
吉单 327	根	K ₁₂₀ Cl ₉₁	3.18	2.47	2.15	2.05	2.32
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	3.93	2.94	2.53	2.25	2.37
		Cl ₉₁	1.63	1.15	1.25	0.93	0.78
		Cl ₁₈₂	2.23	1.58	1.73	1.06	0.58
	茎	CK	2.32	0.64	0.28	0.48	0.58
		K ₁₂₀	5.88	2.01	0.90	1.33	1.46
		K ₂₄₀	8.77	3.00	1.69	2.54	2.64
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	7.36	2.27	0.93	1.76	1.55
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	7.70	3.61	1.11	2.09	1.84
		Cl ₉₁	3.53	1.03	0.45	0.64	0.64
	叶	Cl ₁₈₂	5.49	1.40	0.61	0.71	0.71
		CK	1.60	1.75	1.64	1.16	0.67
		K ₁₂₀	3.19	2.83	2.51	2.03	1.55
		K ₂₄₀	4.03	3.39	2.58	2.09	1.61
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	3.77	3.22	2.33	2.04	1.76
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	4.06	3.45	2.72	2.29	1.86
		Cl ₉₁	2.09	2.10	2.16	1.41	0.66
		Cl ₁₈₂	3.02	2.76	2.27	1.51	0.75

表 6 不同处理抗、感病玉米品种各生育期氯素含量的变化

Table 6 The dynamics of chloride concentration in resistant and susceptible corn with different treatments

%

品 种	植株部位	处 理	拔节期	抽雄期	灌浆期	蜡熟期	完熟期
Cultivars	Plant parts	Treatment	Joining stage	Tasselling stage	Filling stage	Dough stage	Ripening stage
吉单 180	根	CK	0.94	0.69	0.97	0.64	0.59
		K ₁₂₀	1.11	0.81	1.17	0.78	0.75

续表 6 Continued 6

品 种	植株部位	处 理	拔节期	抽雄期	灌浆期	蜡熟期	完熟期
Cultivars	Plant parts	Treatment	Joining stage	Tasselling stage	Filling stage	Dough stage	Ripening stage
吉单 180	根	K ₂₄₀	1.44	1.03	1.23	0.91	0.87
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	4.27	2.91	2.11	1.62	1.36
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	4.56	3.11	2.25	1.73	1.37
		Cl ₉₁	4.13	2.82	2.04	1.57	1.34
		Cl ₁₈₂	4.30	2.94	2.13	1.64	1.40
	茎	CK	0.83	0.53	1.40	1.09	0.91
		K ₁₂₀	1.27	1.06	1.59	1.36	1.13
		K ₂₄₀	2.50	3.07	1.56	1.34	1.12
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	5.82	4.82	2.51	1.97	1.64
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	5.65	2.65	4.48	3.29	2.74
	叶	Cl ₉₁	4.79	2.29	1.62	1.48	1.35
		Cl ₁₈₂	5.22	2.72	2.13	1.72	1.43
		CK	3.06	2.87	1.80	1.28	1.07
		K ₁₂₀	3.09	2.90	1.80	1.55	1.29
		K ₂₄₀	3.02	2.74	3.06	1.89	1.58
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	6.38	5.38	2.93	2.35	2.06
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	6.90	5.90	3.08	2.47	2.16
		Cl ₉₁	5.91	4.41	3.57	2.85	2.47
		Cl ₁₈₂	6.61	5.11	4.38	3.47	2.99
		CK	1.04	0.76	1.06	0.90	0.73
吉单 327	根	K ₁₂₀	1.37	0.98	1.28	1.07	0.87
		K ₂₄₀	1.60	1.13	1.48	1.23	1.00
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	5.25	3.57	2.48	2.05	1.67
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	4.97	3.38	2.68	2.18	1.77
		Cl ₉₁	4.09	2.79	2.32	1.88	1.53
	茎	Cl ₁₈₂	4.76	3.54	2.56	2.06	1.68
		CK	0.89	0.67	0.84	1.10	0.94
		K ₁₂₀	2.36	2.05	1.31	1.17	1.00
		K ₂₄₀	2.08	1.55	1.95	1.60	1.36
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	6.49	4.99	3.96	2.94	2.47
	叶	K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	6.45	4.65	3.25	2.46	2.08
		Cl ₉₁	5.82	2.82	2.82	2.18	1.84
		Cl ₁₈₂	6.18	3.18	3.58	2.68	2.26
		CK	3.07	2.79	1.84	1.57	1.30
		K ₁₂₀	2.53	2.30	1.91	1.68	1.40
		K ₂₄₀	3.60	3.42	2.49	2.02	1.68
		K ₁₂₀ Cl ₉₁	6.21	6.10	5.22	4.11	3.58
		K ₂₄₀ Cl ₁₈₂	6.73	5.88	4.72	3.85	3.58
		Cl ₉₁	6.14	5.58	5.07	4.00	3.68
		Cl ₁₈₂	6.15	6.01	5.54	4.06	3.73

2.3.2 植株钾素和氯素含量与玉米茎腐病发生率的相关分析

表 7 分析了玉米各生育期根、茎、叶中钾素含量与茎腐病发生率的相关关系。整个生育期的根部钾素含量与茎腐病的发生率均呈现极显著负相关(P<0.01), 相关程度表现为蜡熟期>完熟期>灌浆期>拔节期>抽雄期。其中玉米茎腐病发生率与蜡熟期根部的钾素含量相关性最好,相关系数 r=-0.921 8,

其拟合方程为 $y=-11.574x+38.138$ 。因蜡熟期是营养生长和生殖生长并进的时期,养分由营养体向穗部迅速转移,拉动根部养分不断向上运输,从而导致根部养分逐渐减少。此时,根系钾素含量的高低,对于维持根系生理活力、增强抗病能力等显得尤为重要。总体上,虽然从拔节期至完熟期,玉米茎和穗位叶钾素含量与茎腐病发生率也呈显著相关,但是相关性均不如根部高。

对玉米整个生育期根、茎、叶部的氯素含量与玉米茎腐病的发生率进行相关分析,发现 P 值均大于 0.05,植株体内氯素含量与玉米茎腐病的发生率之

间没有显著线性相关关系。说明氯化钾提高玉米茎腐病的抗性与植株体内氯素含量的提高没有直接联系,主要源于钾含量的增加。

表 7 玉米各部位钾素含量与茎腐病发生率的相关关系

Table 7 Relationship between potassium content in different parts of corn and incidence of stalk rot

生育期 Growth stages	根 Root		茎 Stem		叶 Leaf	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
拔节期	-0.859 5	0.000 1	-0.772 4	0.001 2	-0.790 7	0.000 8
抽雄期	-0.794 0	0.000 7	-0.731 5	0.002 9	-0.741 2	0.002 4
灌浆期	-0.882 3	0.000 1	-0.685 3	0.006 8	-0.606 3	0.021 5
蜡熟期	-0.921 8	0.000 1	-0.759 5	0.001 6	-0.784 4	0.000 9
完熟期	-0.882 8	0.000 1	-0.731 6	0.002 9	-0.873 3	0.000 1

注:n=14。

3 结 论

在土壤缺钾条件下,单独施钾或施用氯化钾对玉米茎腐病均具有明显的防治效果,且对感病品种的防治效果优于抗病品种,但施氯对玉米茎腐病的防治效果不明显,这与供试土壤养分状况有关。

玉米各生育期根、茎部和功能叶片中钾素含量与茎腐病的发生率呈显著负相关,蜡熟期根部钾素含量与其相关性最好,相关系数达 -0.921 8,可作为衡量植株抗茎腐病能力的重要指标。但玉米根、茎和功能叶片中氯素含量与茎腐病发生率均无明显相关性。

参考文献:

[1] 王晓鸣,晋齐鸣,石洁,等.玉米病害发生现状与推广品种抗性对未来病害发展的影响[J].植物病理学报,2006,36(1):1-11.

[2] 晋齐鸣,宋淑云,张伟,等.不同耕作方式玉米田病害发生情况调查[J].吉林农业科学,2006,31(3):55-56.

[3] 郑俊强,高增贵,庄敬华,等.玉米土传病害生物防治的研究进展[J].玉米科学,2005,13(1):111-114,118.

[4] 陈捷.我国玉米穗、茎腐病病害研究现状与展望[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):393-401.

[5] 刘晓燕,金继运,何萍,等.氯化钾抑制玉米茎腐病发生与土壤微生物关系初探[J].植物营养与肥料学报,2007,13(2):279-285.

[6] 梅丽艳,郭梅,李志勇.钾肥防治玉米青枯病应用技术初步研究[J].植保技术与推广,2003,3(6):3-5.

[7] 孙秀华,孙亚杰,张春山,等.钾、硅肥对玉米茎腐病的防治效果及其理论依据[J].植物保护学报,1994,21(2):102-102,108.

[8] 李红,沙洪林,宋淑云,等.应用足量钾肥和高效种衣剂防治玉米茎腐病的试验研究[J].吉林农业大学学报,2004,26(4):360-

362.

[9] 刘晓燕,何萍,金继运.钾在植物抗病性中的作用及机理的研究进展[J].植物营养与肥料学报,2006,12(3):445-450.

[10] Williams J, Smith S G. Correcting potassium deficiency can reduce rice stem diseases[J]. Better Crops, 2001, 85: 7-9.

[11] Kettlewell P S, Cook J W, Parry D W. Evidence for an osmotic mechanism in the control of power mildew disease of wheat by foliar-applied potassium chloride[J]. European Journal of Plant Pathology, 2000, 106: 297-300.

[12] Mann R L, Kettlewell, P S, Jenkinson P. Effect of foliar-applied potassium chloride on septoria leaf blotch of winter wheat. Plant pathology, 2004, 53: 653-659.

[13] Reuveni R, Dor Y, Raviv M, et al. Systemic protection against Sphaerotheca fuliginea in cucumber plants exposed to phosphate through hydroponic systems and its control by foliar spray of mono-potassium phosphate fertilizer[J]. Crop Protection, 2000, 19: 355-361.

[14] Heckman J R. Corn stalk rot suppression and grain yield response to chloride[J]. Journal of Plant Nutrition, 1998, 21: 149-155.

[15] 冯芬芬,孙秀华,姜晶春,等.玉米种质对茎腐病的抗性和抗病资源筛选研究[J].玉米科学,1995,3(增刊):50-60.

[16] Fixen P E. Crop response to chloride[J]. Advances in Agronomy, 1993, 50: 107-150.

[17] Howard D D, Chambers A Y, Newman M A. Reducing sudden death syndrome in soybean by amending the soil with chloride[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1999, 30: 545-555.

[18] Elmer W H. Local and systemic effects of NaCl on root composition, rhizobacteria, and fusarium crown and root rot of asparagus[J]. Phytopathology, 2003, 93: 186-192.

[19] Sanogo S, Yang X B. Relation of sand content, pH, and potassium and phosphorus nutrition to the development of sudden death syndrome in soybean[J]. Canada Journal of Plant Pathology, 2001, 23: 174-180.

(责任编辑:张英)