

文章编号:1005-0906(1999)03-0073-04

不同锌水平对玉米生长发育和锌吸收的影响

王景安,张福锁

(中国农业大学植物营养系,北京 100094)

摘 要:在水培条件下研究了锌对玉米生长发育和锌吸收的影响,结果表明:营养液中的锌以 10^{-6} mol/L 对玉米生长最适宜、高锌 (10^{-4} mol/L) 和缺锌 (0) 均使生长受阻,叶片形成减慢,低锌 (10^{-8} mol/L) 比缺锌对玉米生长的影响更严重,且使玉米受害乃至枯死,不同基因型的玉米所受的影响程度不同,锌对玉米的这种影响与影响其体内的锌浓度及锌吸收量有关。

关键词: 锌;玉米;生长发育;锌吸收

中图分类号: S 513.062

文献标识码: B

自 1926 年 Sommer AL 证实锌是植物正常生长发育所必需的营养元素以来,土壤和作物缺锌问题越来越受到世界各国的重视^[1],现在仅亚洲就有 200 万 hm^2 缺锌稻田,缺锌的玉米田更多,玉米是对锌最为敏感的作物之一,玉米缺锌在我国南北都有分布,大多为石灰性土壤,如东北、西北、山东等地均是^[2],对玉米产量产生了严重影响,若能筛选出抗缺锌能力强的基因型玉米,将对提高玉米产量和土壤锌资源的利用效率具有十分重要的意义。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本试验所用的 8 个玉米单交种:四单 30、沈单 7、吉单 120、辽单 22、掖单 13、98-1、沈试 26、沈试 30 分别由吉林省农科院玉米工程中心,吉林省四平市农科院玉米研究所,辽宁省农科院玉米研究所,辽宁省沈阳市农科院玉米研究所等单位提供。

1.2 试验方法

选择饱满一致的玉米种子,浸种 12 h 后,放在垫有浸湿滤纸的搪瓷盘中,上盖两层湿纱布,于 25℃ 的培养箱中催芽,两天后挑选发芽一致的种子播于洗净的石英砂中,放在室温下发苗,6 天后去掉胚乳,用去离子水冲洗干净,移栽到营养液中,培养温度白天 23~25℃,晚上 18~20℃,盆钵采用 1 升的瓷盆,每盆培养 3 株玉米,每隔两天更换一次营养液,营养液配方为 (mol/L): K_2SO_4 0.75×10^{-3} , MgSO_4 0.65×10^{-3} , KCl 0.1×10^{-3} , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 2×10^{-3} , KH_2PO_4 0.25×10^{-3} , H_3BO_3 1×10^{-6} , MnSO_4 1×10^{-6} , CuSO_4 1×10^{-7} , $(\text{NH}_4)_6\text{MgO}_{24}$ 5×10^{-9} , FeHEDTA 1×10^{-4} 。锌以 ZnSO_4 的形式供给,设 4 个浓度 (mol/L): 0、 10^{-8} 、 10^{-6} 、 10^{-4} ,营养液 pH 用 1N 的 NaOH 或 HCl 调到 6.2 (± 0.1),用电动泵连续通气供氧^[3]。培养 20 天后收获(此时 10^{-8} mol/L 锌培养的沈单 7、四单 30 和吉单 120 等已枯死)。

收获后的植株分地上部和根部,分别烘干、称重、粉碎、灰化、0.5 mol/L HCl 溶解灰分,电

收稿日期:1999-02-03

作者简介:王景安(1957-),男,博士,河北职业技术师范学院园艺系副教授,从事植物生理学教学及玉米锌营养的研究。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39790100)

感耦合等离子体原子发射光谱法测定锌的含量。

2 结果与分析

2.1 不同锌水平对玉米株高的影响

表 1 不同锌水平对不同品种玉米株高的影响

cm

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	32.38 c	20.55 c	24.31 b	30.21 b	26.24 b	34.52 c	46.47 c	30.99 c
10^{-8}	32.41 c	16.42 c	21.64 b	24.85 c	25.28 b	34.21 c	41.65 d	30.84 c
10^{-6}	61.39 a	45.87 a	42.43 a	42.19 a	49.98 a	56.81 a	63.06 a	52.98 b
10^{-4}	53.28 b	40.80 b	39.11 a	43.40 a	46.90 a	50.34 b	54.77 b	58.94 a

表 1 表明:对于株高来说, 10^{-6} mol/L 锌对玉米生长最适宜(除沈试 30 外),缺锌(0)和高锌(10^{-4} mol/L)均使株高降低,缺锌比高锌降低得更多,低锌(10^{-8} mol/L)比缺锌对玉米的危害更大,它不仅表现为株高降低得更多,缺锌症状更明显,还表现为叶片比缺锌培养的枯死的更快。这在不同品种上虽有些不同,但总的趋势是一致的,有的品种表现得非常明显,如沈单 7、吉单 120、四单 30、98-1 等,低锌培养的叶片边缘,在培养到 12~14 d 时即出现黄褐色的分泌物,在随后的一两天内叶片即迅速枯死,而这时缺锌培养的叶片还没有明显的受害症状,这种现象我们重复了 4 次,表现完全一致,其机理正在研究之中。

不同品种对缺锌的反应强度不同,一般认为用 $-Zn/+Zn$ 来表示不同品种对锌营养的敏感程度,能较好地反映真实情况,此比值越小表示对缺锌越敏感,据此供试的几个品种对缺锌的敏感性由高到低的顺序为:沈单 7(0.448)、掖单 13(0.525)、四单 30(0.527)、吉单 120(0.573)、沈试 30(0.585)、98-1(0.608)、辽单 22(0.716)、沈试 26(0.737),从我们的试验结果来看,这一比值并不能完全反映对缺锌的敏感性,如吉单 120 的这一比值比掖单 13 大,按这一比值来说掖单 13 比吉单 120 敏感,而实际上吉单 120 的缺锌培养苗很快就干枯死亡,比掖单 13 对缺锌更敏感。

2.2 不同锌水平对玉米根长的影响

表 2 不同锌水平对玉米根长的影响

cm

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	40.69 a	44.47 a	38.18 b	42.46 ab	38.83 ab	28.55 b	36.06 a	40.26 b
10^{-8}	38.33 a	29.64 b	27.73 c	37.58 b	42.20 a	31.79 ab	36.99 a	37.62 b
10^{-6}	38.34 a	44.21 a	44.88 a	43.63 a	36.80 b	32.21 ab	36.26 a	48.61 a
10^{-4}	35.33 a	44.80 a	37.77 b	37.09 b	41.71 a	35.43 a	36.77 a	40.45 b

收获时每株玉米取两条最长的根,量其长度,以其平均值作为本株玉米的根长,由表 2 可以看出:不同基因型玉米根生长对锌的反应不同,有的受锌水平影响很小,如四单 30、沈试 26;有的缺锌、高锌均使根长变短,如吉单 120、辽单 22 和沈试 30,但变化幅度远较茎叶为小,说明不同水平的锌营养主要是影响地上部的生长,而对根生长影响要小得多,如缺锌使地上部生长严重受阻,而根生长减少很少或不减少,所以使根冠比值提高。

2.3 不同锌水平对玉米叶片形成的影响

由表 3 可以看出,缺锌与低锌均减慢了叶片的形成速度,低锌比缺锌影响更大,高锌(10^{-4} mol/L)除辽单 22 和沈试 30 外均使叶片形成受阻,但高锌对叶片形成的影响远小于缺锌和低锌的影响。不同品种对缺锌的敏感性不同,沈单 7 最敏感,吉单 120 在叶片形成速度上对缺锌

反应最为迟钝。

表 3 不同锌水平对玉米叶片形成的影响

片/株

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	5.82 ab	3.04 b	5.34 a	4.91 a	4.06 b	4.80 b	5.05 c	5.01 c
10^{-8}	5.11 c	2.78 b	5.18 a	4.38 b	3.74 b	4.78 b	4.86d	4.99 c
10^{-6}	6.21 a	4.95 a	5.45 a	4.99 a	5.29 a	6.13 a	6.00 a	6.34 b
10^{-4}	5.76 b	4.85 a	5.43 a	5.05 a	5.28 b	6.08 a	5.68 b	6.77 a

2.4 不同锌水平对玉米茎叶干重的影响

表 4 不同锌水平对玉米茎叶干重的影响

g/盆

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	1.93 c	0.46 c	0.73 b	1.03 b	0.80 c	2.35 b	2.75 b	2.55 c
10^{-8}	1.83 c	0.27d	0.70 b	0.97 b	0.72 c	2.57 b	2.54 b	2.64 c
10^{-6}	3.80 a	1.81 a	1.59 a	1.45 a	2.11 a	3.75 a	4.60 a	3.37 b
10^{-4}	2.65 b	1.27 b	1.40 a	1.52 a	1.26 b	2.66 b	2.69 b	4.01 a

表 4 表明:除辽单 22 和沈试 30 外, 10^{-6} mol/L 锌对茎叶生长最适宜,缺锌(0)和高锌(10^{-4} mol/L)对茎叶生长均有抑制作用,特别是低锌(10^{-8} mol/L)抑制作用更大。在较耐缺锌的品种上,这种差别随着培养时间的延长越来越大,如辽单 22 培养 20 d 时, 10^{-8} mol/L 锌的茎叶干重是 0 mol/L 锌的 94.17%,而培养 28 d 时为 34.01%,吉单 120 等对缺锌的敏感性远较辽单 22 为高,培养到 20 d 时,缺锌与低锌培养的苗全部枯死(此时低锌的茎叶干重为缺锌的 95.89%),故再延长培养时间,二者的差异也不再加大,田间的缺锌危害,实际上就是低锌危害(因为土壤中不可能完全无锌)。试验证明这种危害可能比无锌更大,那种认为土壤中多少总会有一些锌,不施锌也不会严重影响玉米生长和产量的认识是极端错误的。

综合评价供试的几个品种对缺锌的敏感性可知:吉单 120、四单 30 和沈单 7 为对缺锌敏感类型,辽单 22、沈试 26 和沈试 30 为不敏感类型,其他品种则属中间类型。

2.5 不同锌水平对玉米茎叶锌含量的影响

表 5 不同锌水平对玉米茎叶锌含量的影响

 $\mu\text{g/g}$

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	13.06 c	11.90 c	27.35 c	37.77 b	18.59 c	11.07 c	17.10 b	13.61 b
10^{-8}	10.87 c	14.05 c	18.03d	20.91 c	16.75 c	10.46 c	12.69 c	11.08 c
10^{-6}	19.14 b	28.24 b	30.58 b	36.49 b	25.00 b	15.03 b	17.43 b	14.78 b
10^{-4}	890.83 a	896.89 a	918.41 a	919.35 a	802.82 a	486.95 a	589.55 a	316.32 a

表 5 表明:正常供锌(10^{-6} mol/L)条件下,不同品种的玉米其体内锌含量可相差一倍多,如辽单 22 是 36.49,而沈试 30 为 14.78($\mu\text{g/g}$)。这种锌含量的差异与对缺锌的敏感性无关,缺锌培养使缺锌敏感的品种体内锌含量明显降低,而非敏感品种体内锌含量无明显变化;缺锌症状的出现,与品种密切相关,而与缺锌植株体内锌的含量并无相关性,即含锌量高的表现出缺锌症状时,含锌量低的并不一定表现出缺锌症状,这与前人报道的现象相类似^[2],其原因可能是不同品种要求的锌临界含量不同以及缺锌时对其他离子吸收、转运的影响不同之故,因此,不能只依据体内锌的绝对含量来诊断植物是否缺锌。

除沈单 7(低锌略高于缺锌,但差异不显著)外,各品种的锌含量均是低锌培养低于缺锌培

养,这与我们观察到的低锌对生长的影响比缺锌更严重这一现象是吻合的,这一现象的发现引起了许多植物营养学家的重视,我们正在研究其机理。

高锌(10^{-4} mol/L)培养使各品种体内的锌含量均显著提高,尽管各品种锌含量提高的幅度不同,但正常锌水平(10^{-6} mol/L)培养体内锌含量高的,高锌培养时体内锌含量仍高。

2.6 不同锌水平对玉米根锌含量的影响

表 6 不同锌水平对玉米根锌含量的影响

$\mu\text{g/g}$

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	32.18 c	34.00 c	86.85 c	72.36 b	33.83 c	37.33 c	59.58 b	45.86 c
10^{-8}	27.35 d	30.25 c	54.27 d	55.65 c	30.24 d	27.79d	41.07 c	24.47d
10^{-6}	64.12 b	95.00 b	96.94 b	65.67 b c	116.34 b	48.59 b	58.35 b	53.48 b
10^{-4}	4 265.0 a	5 059.1 a	4 972.9 a	5 816.9 a	7 636.5 a	3 817.7 a	3 177.4 a	1 925.3 a

由表 6 可以看出:不同锌水平对玉米根内锌含量的影响与对茎叶内锌含量的影响,具有相似的规律,所不同的是,高锌培养的锌含量虽然也比正常供锌培养的锌含量明显提高,但二者之间无相关性。

2.7 不同锌水平对玉米锌吸收量的影响

表 7 不同锌水平对玉米锌吸收量的影响

$\mu\text{g/盆}$

锌浓度 (mol/L)	四单 30	沈单 7	吉单 120	辽单 22	掖单 13	98-1	沈试 26	沈试 30
0	51.92 c	11.93 c	44.07 c	65.93 c	72.71 c	62.60 c	107.79 c	84.24 c
10^{-8}	50.55 c	7.12 d	30.25 d	44.29 d	61.95 d	5351 d	74.53 d	55.15 d
10^{-6}	146.48 b	87.21 b	89.73 b	74.24 b	152.79 b	120.52 b	156.62 b	108.11 b
10^{-4}	6 583.1 a	2 656.77 a	4 043.00 a	4 564.85 a	8 113.47 a	43 447.00 a	3 810.10 a	3 540.30 a

由表 7 可以看出:缺锌与低锌培养均使吸锌量显著降低,特别是低锌培养比缺锌更低,高锌培养各品种的吸锌量均显著增加,但增加的幅度随品种而异,而且与对缺锌的敏感性无关;正常供锌时各品种的吸锌量就可相差一倍多,这种差异也与品种的耐缺锌特性无关。

3 结论与讨论

(1)营养液中的锌浓度以 10^{-6} mol/L 对玉米生长最适宜,缺锌(0)和高锌(10^{-4} mol/L)均对玉米生长和叶片形成产生抑制作用,缺锌比高锌抑制作用更大。

(2)低锌(10^{-8} mol/L)比缺锌对玉米生长的抑制作用更大,而且使对缺锌敏感的玉米植株很快干枯死亡。

(3)不同锌水平对玉米的影响,主要表现在茎叶上,而对根则影响较大。

(4)缺锌使对缺锌敏感品种体内的锌浓度及吸锌量均显著降低,低锌处理则降低得更多;而高锌处理则使所有品种的锌浓度及锌吸收量均显著提高。

参 考 文 献

- [1] 胡明芳,文启凯,田长彦. 作物锌素营养研究进展与展望,新疆农业科学,1997,(5):214-216.
- [2] 浙江农业大学主编. 作物营养与施肥. 北京:农业出版社,1990,402-403.
- [3] Horst Marschner and Ismail Cakmak, Mechanism of phosphorus - induced Zinc deficiency in cotton. II. Evidence for impaired shoot Control of phosphorus uptake and translocation under Zinc deficiency. Physiol. Plantarum 1986,68:491-496.