

# 铜对黄瓜、玉米种子萌发及其幼苗生长的影响

郑爱珍, 宋唯一  
(商丘师范学院 生命科学系 河南 商丘 476000)

**摘要:**以黄瓜和玉米为材料,采用溶液培养法,研究了铜对种子萌发、幼苗生长及叶绿素含量等的影响。结果表明:低浓度的铜溶液对黄瓜和玉米种子的萌发有一定的促进作用,但不利于幼苗的生长,且随着处理浓度的升高,抑制作用增强,当铜溶液浓度达到 150 mg/L 时黄瓜和玉米的根均不再生长;此外,过量的铜会引起黄瓜和玉米叶绿素 a 和叶绿素 b 含量的下降;玉米对铜的耐受性较黄瓜弱。

**关键词:**铜;玉米;黄瓜;种子萌发;植株生长;叶绿素含量  
**中图分类号:**S 143.7<sup>+</sup>2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2009)09-0007-04

铜污染对生态系统的影响已成为当今世界普遍关注的环境问题之一<sup>[1-3]</sup>。它进入土壤后,通过根系代谢被植物吸收,一部分运输并积累在茎叶及子实中,抑制光合作用、蒸腾作用,干扰代谢进程,加速衰老,最终影响植物的品质和生物量,甚至影响到人畜的健康生活<sup>[6-7]</sup>。

目前大量的重金属毒害研究主要集中在对草本植物的研究上<sup>[6-8]</sup>,特别是蔬菜类和经济作物。这些都是人类食物中的必需部分,如果人们食用了生长在重金属污染土壤中的植物产品很可能会影响健康。对重金属铜的毒害研究对以后的农业生产、环境保护以及人们的健康有着非常重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

黄瓜采用新四号黄瓜种子(山东省宁阳县华鲁种业有限公司);玉米采用超甜黄糯玉米种子(新门市大柳屯茹意蔬菜种子经销部)。

### 1.2 试验方法

择取籽粒满,大小均匀的玉米和黄瓜种子 500 粒,分别于 0.1%HgCl<sub>2</sub> 溶液内浸泡,表面消毒 8 min 之后,无菌水清洗 6 次<sup>[9]</sup>。将消毒后的玉米和黄瓜种子在 20℃条件下用蒸馏水中浸泡 15 h<sup>[10-13]</sup>,分别置于铺有双层吸水纸的培养皿中,每皿 30 粒。试验设 7 个处理:0、20、50、80、150、300、500 mg/L CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O,每处理 3 次重复。将培养皿放在培养箱,昼夜温度 27℃/21℃,每

天往培养皿里定量加入相应浓度的处理液,以保持培养皿处理浓度的稳定,7 d 收获。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 铜处理对玉米和黄瓜种子萌发的影响 测定公式<sup>[8,14]</sup>为:萌动率(%)=(1 d 的种子发芽数/供试种子总数)×100%;发芽势(%)=(3 d 的种子发芽数/供试种子总数)×100%;发芽率(%)=(7 d 的种子发芽数/供试种子总数)×100%。

1.3.2 铜处理对玉米和黄瓜幼苗根、茎长度的影响 采用四点随机采样法<sup>[15]</sup>,每 1 培养皿随机抽取 15 株,测量其根长、茎长。

1.3.3 铜处理对玉米和黄瓜幼苗干重的影响 将玉米和黄瓜置于烘箱,于 110℃杀青 15 min<sup>[15]</sup>后,60℃烘干 15 h。确保烘干后,以电子称量天平分别称量根和茎的干重。

1.3.4 铜处理对玉米和黄瓜叶绿素含量的影响 采用乙醇丙酮法提取叶绿素,分光光度法测定 663、645 nm 的光密度值,计算叶绿素 a、b 含量<sup>[16]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 铜处理对玉米和黄瓜种子发芽的影响

在逆境胁迫下,植物种子萌动率、发芽势和发芽率可以直接反映出种子对逆境条件的适应力与抵抗能力。在铜处理时,由于外界环境的水势较低,会影响到种子的渗透性吸水(前期浸泡可以解决种子吸水膨胀的异性问题),从而影响到种子的发芽情况<sup>[17-20]</sup>。

2.1.1 铜处理对玉米和黄瓜种子发芽率的影响 表 1 表明,在低浓度下,玉米和黄瓜种子的发芽率呈现上升趋势,铜处理浓度为 50 mg/L 时玉米和黄瓜种子的发芽率均最高,玉米为 86%,黄瓜为 96%。随着铜处理浓度的进一步增大,玉米种子的发芽率逐渐下降,500 mg/L 的铜处理浓度始终没能降低黄瓜种子的发芽率。

第一作者简介:郑爱珍(1970-),女,河南商丘人,副教授,现主要从事植物逆境生理生态的教学与研究工作。E-mail: sqaz@163.com。

基金项目:河南省科技厅自然科学基金资助项目(0511030200);河南省教育厅科技攻关资助项目(200510483005)。

收稿日期:2009-04-05

2.1.2 铜处理对玉米和黄瓜种子萌动率与发芽势的影响 低浓度的铜处理,玉米、黄瓜种子的萌动率和发芽势均随着处理浓度的增大而增加,玉米种子的萌动率、发芽势在铜浓度为 50 mg/L 时达到最大值,黄瓜种子的萌动率、发芽势在铜浓度为 80 mg/L 时达到最大值。随着铜处理浓度的增加,玉米的萌动率和发芽势均呈现下降趋势,铜处理浓度为 300 mg/L 时相对发芽势下降为 73.3。500 mg/L 的铜处理浓度也没降低黄瓜的萌动率和发芽势(表 2)。表 1、2 表明,玉米种子对铜较为敏感,铜对玉米种子发芽的影响大于黄瓜,说明黄瓜种子对铜胁迫的适应性和抵抗性要优于玉米。

表 2 铜处理对玉米和黄瓜种子的萌动率与发芽势的影响

Table 2		Effects of Cu on seed bud rate and the germination tendency of corn and the cucumber							
铜浓度 Cu content /mg·L <sup>-1</sup>	玉米 Corn				黄瓜 Cucumber				
	萌动率	相对萌动率	发芽势 Germination	相对发芽势 Relative	萌动率	相对萌动率	发芽势 Germination	相对发芽势 Relative	
	Bud rate/ %	Relative bud rate	tendency/ %	germination tendency	Bud rate/ %	Relative bud rate	tendency/ %	germination tendency	
0	23	100.0	75	100.0	78	100.0	90	100.0	
20	25	108.7	77	102.7	80	102.6	92	102.2	
50	38	165.2	85	113.3	88	112.8	92	102.2	
80	30	130.4	82	109.3	90	115.4	93	103.3	
150	25	108.7	77	102.7	87	111.5	92	102.2	
300	22	95.7	55	73.3	88	112.8	93	103.3	
500	15	65.2	53	70.7	82	105.1	92	102.2	

2.2 铜处理对玉米和黄瓜幼苗根与茎的影响

根系是感应土壤污染物的最直接器官,土壤中的重金属首先影响根系的发育和功能,从而抑制植株的整体生长。用不同浓度的铜处理玉米和黄瓜,通过对玉米和黄瓜的外部形态观察可知,随着铜处理浓度的加大,玉米和黄瓜植株的生长受到的抑制愈加明显。当铜浓度超过 300 mg/L 时,黄瓜和玉米根基本上不再生长,并且

有发黑和坏死症状,而植株也变得较为矮小。叶的开展程度也随着胁迫浓度的增高而出现下降现象。

2.2.1 铜处理对玉米和黄瓜根长与植株高度的影响 在铜处理下,玉米和黄瓜的根和茎的长度随溶液浓度的增大,均呈递减趋势。铜对根的影响明显大于对茎的影响。当铜浓度超过 300 mg/L 时,黄瓜茎的生长明显优于玉米茎的生长(表 3)。

表 3 铜处理对玉米和黄瓜的根长与茎长的影响

Table 3		Effects of Cu on root length and adult plant altitude of corn and cucumber							
铜浓度 Cu content /mg·L <sup>-1</sup>	玉米 Corn				黄瓜 Cucumber				
	根长 Root	相对根长 Relative	茎长 Stem	相对茎长 Relative	根长 Root	相对根长 Relative	茎长 Stem	相对茎长 Relative	
	length/ cm	root length	length/ cm	stem length	length/ cm	root length	length/ cm	stem length	
0	12.30	100.0	9.20	100.0	7.55	100.0	3.95	100.0	
20	1.20	9.8	5.90	64.1	0.96	12.7	2.42	61.1	
50	0.80	6.5	5.00	54.3	0.68	9.0	2.26	57.2	
80	0.75	6.1	4.30	46.7	0.44	5.8	2.43	61.5	
150	0.70	5.7	3.20	34.8	0.24	3.1	1.84	46.5	
300	0.20	1.6	0.90	9.8	0.20	2.6	1.52	38.4	
500	0.10	0.8	0.30	3.3	0.10	1.3	1.06	26.7	

2.2.2 铜处理对玉米和黄瓜根与地上部分的干重的影响 在铜处理下,玉米和黄瓜的根与茎的干重随处理浓度的增大,呈递减趋势,根的变化明显大于茎。300 mg/L 的铜处理,玉米的相对根重和相对茎重分别为 7.6 和 10.9,而黄瓜分别为 25.5 和 84.1,明显优于玉米(表 4)。

2.3 铜处理对玉米和黄瓜的叶绿素含量的影响

表 5 表明,随着铜处理浓度的增加,玉米和黄瓜的叶绿素含量均呈现下降趋势,黄瓜下降较为明显,300 mg/L 的铜处理下,玉米的相对叶绿素含量下降为 61.3,黄瓜下降为 22.3;玉米的叶绿素 a/b 在铜处理浓度为 150 mg/L 时达到最大值,黄瓜的叶绿素 a/b 在铜浓度为 80 mg/L 时达到最大值。

表 4

Table 4

铜处理对玉米和黄瓜根与茎干重的影响

Effects of Cu on root and adult plant dry weight of com and cucumber

铜浓度 Cu content /mg · L <sup>-1</sup>	玉米 Com				黄瓜 Cucumber			
	根重 Root weight/ g · 株 <sup>-1</sup>	相对根重 Relative root weight	茎重 Stem weight/ g · 株 <sup>-1</sup>	相对茎重 Relative stem weighe	根重 Root weight/ g · 株 <sup>-1</sup>	相对根重 Relative root weight	茎重 Stem weight/ g · 株 <sup>-1</sup>	相对茎重 Relative stem weighe
0	0.738	100.0	1.170	100.0	0.094	100.0	0.788	100.0
20	0.287	38.9	1.167	99.7	0.045	47.9	0.701	89.0
50	0.274	37.1	1.024	87.5	0.037	39.4	0.678	86.0
80	0.218	29.5	0.889	76.0	0.031	33.0	0.672	85.3
150	0.172	23.3	0.712	60.9	0.025	26.6	0.665	84.4
300	0.056	7.6	0.128	10.9	0.024	25.5	0.663	84.1
500	-	-	0.038	3.2	0.021	22.3	0.531	67.4

表 5

Table 5

铜处理对玉米和黄瓜的叶绿素含量与叶绿素 a/b 的值的影响

Effects of Cu on chlorophyll content and chlorophyll a/b value of corn and cucumber

铜浓度 Cu content /mg · L <sup>-1</sup>	玉米 Com			黄瓜 Cucumber		
	叶绿素含量 Chlorophyll content/mg · g <sup>-1</sup>	相对叶绿素含量 Relative chlorophyll content	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b	叶绿素含量 Chlorophyll content/mg · g <sup>-1</sup>	相对叶绿素含量 Relative chlorophyll content	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b
0	29.563	100.0	3.05	15.398	100.0	2.65
20	27.997	94.7	2.9	9.674	62.8	2.61
50	26.153	88.5	2.93	10.281	66.8	2.25
80	21.598	73.1	2.84	7.126	46.3	3.29
150	19.820	67.0	3.39	7.890	51.2	2.6
300	18.121	61.3	2.83	3.426	22.3	2.51
500	17.811	60.2	2.83	3.165	20.6	2.29

3 讨论

铜是植物生长的必需元素,过量的铜对植物具有一定的伤害作用。铜处理玉米和黄瓜种子,低浓度的铜对种子的萌发具有一定的促进作用,高浓度的铜会降低种子的发芽率。玉米对铜的敏感性高于黄瓜,铜浓度为 50 mg/L 时其发芽率达到最高值,在农业生产上,可考虑用此浓度的铜来催芽。

从植株生长情况看,只有对照中的植株长势最好,其它各浓度均表现出不同程度的抑制作用,且随着浓度的增高,抑制现象愈严重。但这与相关文献中指出的铜在低浓度下促进作物生长,高浓度下抑制作物生长并不矛盾,因为该试验中所选铜浓度起点较高,铜溶液的最低浓度对作物来说已经是高浓度了。根系是接触土壤污染物的最直接器官,土壤中的重金属首先影响根系的生长发育,从而抑制植株的整体生长。随着铜胁迫浓度的增高,根和茎相关的各项形态指标均有减少或降低的趋势,叶的开展程度也随着胁迫浓度的增高而出现下降现象。降低叶绿素含量是重金属对植物伤害的另一项重要指标<sup>[2]</sup>,随着胁迫浓度的增高,叶绿素含量均有下降的趋势。铜处理下,玉米对铜的敏感性高于黄瓜,黄瓜对铜表现了较强的耐性,这对进一步比较研究作物和蔬菜对重金属吸收的机理具有重要的实践意义。

参考文献

[1] 夏来坤,郭天财,朱云集等.土壤重金属铜、镉胁迫对冬小麦碳氮运转的影响[J].水土保持学报,2006,20(1):117-120.

[2] 王美娥,周启星.重金属 Cd、Cu 对小麦幼苗生理生化过程的影响及其毒性机理研究[J].环境科学学报,2006,26(12):2033-2038.

[3] 朱红霞,陈效民,葛才林.重金属复合污染对小麦幼苗生长的影响生态环境[J].生态环境,2006,15(3):543-546.

[4] 杨正亮,中新磊,李世清.重金属对小麦根干重和在不同施肥条件下对土壤铵态氮的影响[J].中国农学通报,2007,23(8):453-457.

[5] 王友保,刘登义.Cu、Cd 及其复合污染对小麦生理生态指标的影响[J].应用生态学报,2001,12(5):773-776.

[6] 张义贤.重金属对大麦毒性的研究[J].环境科学学报,1997,17(2):199-206.

[7] 克热木,章文华,刘友良.盐胁迫对大麦叶片类囊体膜脂组成和功能的影响[J].植物生理学报,1997,23(2):105-110.

[8] 李春喜,鲁旭阳,邵云,等. As、Zn 复合污染对小麦幼苗生长及生理生化反应的影响[J].农业环境科学学报,2006,25(1):43-48.

[9] 姜虎生.铜胁迫对玉米生理特性的影响[J].辽宁石油化工大学学报,2004,24(2):35-37.

[10] 段光辟.锌对小麦抗旱抗热性的保护机制[J].山西大学学报(自然科学版),1993,16(2):213-216.

[11] 郑世英,王丽燕,商学芳等.铅胁迫对玉米种子萌发及叶片渗透调节物质含量的影响[J].安徽农业科学,2006,34(21):5471-5472.

[12] 陈尚妍,邱业先.不同锌铁浓度营养液对芽菜锌铁积累的影响[J].长江蔬菜,2005(11):43-44.

[13] 徐晓燕,杨肖娥,畅玉爱.锌在植物中的形态及生理作用机理研究进展[J].广东微量元素科学,1999,11(6):1-6.

[14] 杨双春,刘玲,潘一,等. Hg、Cd 胁迫对玉米生理生态的影响[J].辽宁石油化工大学学报,2004,24(3):62-65.

[15] 李世清,王瑞军,张兴昌等.小麦氮素营养与籽粒灌浆期氮素转移的研究进展[J].水土保持学报,2004,18(3):106-111.

[16] 杨锦忠.玉米的重金属胁迫及其抗性[J].玉米科学,2000,8(3):62-66.

[17] 李淑艳,郭微. Cu、Zn<sup>2+</sup> 胁迫对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国种业,2006(1):33-34.

[18] 赵旭,王林权,周春菊等.钙离子对两种基因型冬小麦萌发过程中盐胁迫效应的影响[J].土壤通报,2006,27(4):748-751.

# 以无菌苗外植体高效诱导球茎甘蓝不定芽再生研究

马 光<sup>1,2</sup>, 郭继平<sup>1,3</sup>

(1. 衡水学院 生命科学系 河北 衡水 053000; 2. 东北林业大学 生命科学院

黑龙江 哈尔滨 150040; 3. 哈尔滨工业大学 食品科学与工程学院 黑龙江 哈尔滨 150090)

**摘 要:**以球茎甘蓝(*Brassica oleracea* L. var. *caulorapa* DC.) 5 d 苗龄的无菌苗带柄子叶和胚轴为外植体, 研究了不同激素组合对其不定芽再生的影响。结果表明: TDZ 同 NAA 配合诱导再生的效果好于 6-BA 同 NAA 的组合; 带柄子叶再生效果好于胚轴。最佳再生培养基为添加 3.5 mg/L TDZ+0.5 mg/L NAA 的含 5.0 mg/L AgNO<sub>3</sub> 的 MS 培养基。

**关键词:** 球茎甘蓝; 再生; TDZ; 带柄子叶; 胚轴

**中图分类号:** S 635.203.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)09-0010-04

球茎甘蓝(*Brassica oleracea* L. var. *caulorapa* DC.) 别名苤蓝、擘蓝、玉蔓菁等, 为十字花科芸薹属甘蓝种中能形成肉质茎的变种, 2 a 生草本植物。虽然甘蓝类植物的离体再生研究很多, 但是国内对球茎甘蓝离体再生的研究极少, 仅有的研究是以球茎甘蓝的子房的花托和花柄为外植体, 以 6-BA 和 2, 4-D 诱导愈伤组织后再采用 6-BA 和 NAA 诱导芽分化, 获得了再生植株。

**第一作者简介:** 马光(1977-), 男, 山东济宁人, 博士, 讲师, 现从事植物发育生物学方向研究工作。E-mail: maoohan@163.com。

**通讯作者:** 郭继平(1979-), 女, 山东济南人, 博士, 讲师, 现从事基因工程方向研究工作。E-mail: guojiping888@163.com。

**收稿日期:** 2009-03-20

但是此种方法受取材时期限制, 且程序较为复杂<sup>[1-2]</sup>。

在甘蓝类作物的研究中, 常采用 6-BA 同其他激素配合来诱导不定芽的再生<sup>[3-5]</sup>。在采用花托和花柄作为外植体诱导球茎甘蓝再生的研究中, 6-BA 也取得了较好的效果<sup>[1-2]</sup>。但是在其他一些芸薹属植物研究中, 6-BA 效果并不总是非常好, 而 TDZ (N-苯基-N'-1, 2, 3-噁二唑) 常作为一种新型的细胞分裂素来代替 6-BA, 且效果较好。类似的结果在其他芸薹属植物的研究中已有报道<sup>[6-7]</sup>。同时, 作为乙烯的抑制剂, AgNO<sub>3</sub> 在许多芸薹属作物的离体再生研究中得以应用<sup>[8-9]</sup>。

在芸薹属作物的遗传转化, 以及基因功能研究中, 甘蓝类蔬菜是最常采用的试材。该研究获得的简便高效的球茎甘蓝的离体再生系统, 可为发现芸薹属作物中

[19] 蔡蕾, 丁同楼, 王宝山. 外源 GA<sub>3</sub>、ABA 和 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 缓解盐对小麦种子萌发的抑制作用[J]. 西北植物学报, 2004, 24(4): 583-587.

[20] 张士功, 高吉寅, 宋景芝. 硝酸钙对小麦萌发过程中盐害的缓解作用

[J]. 作物研究, 1998, 12(3): 20-23.

[21] 郑爱珍, 刘传平, 沈振国. 镉处理下青菜和白菜 MDA 含量、POD 和 SOD 活性的变化[J]. 湖北农业科学, 2005(1): 67-69.

## Effects of Cu on Seeds Germination and Seedling Early Growth of Cucumber and Corn

ZHENG Ai-zhen, SONG Wei-yi

(Department of Life Sciences, Shangqiu Normal University, Shangqiu Henan 476000 China)

**Abstract:** This research used the methods called solution cultivating, cucumber and corn as the material, studied the effects of Cu on the seeds germination, seedling growth and the chlorophyll contents and so on. The result indicated: When the concentration of Cu solutions less 50 mg/L, it had certain promotion on the corn and the cucumber seeds germination, but it was bad for the seedling growth, and along with the increase of concentrartion, the inhibition enhanced, when the concentrartion of the Cu solutions achieved 150 mg/L the corn and cucumber's root no longer grew. Furthermore, the excessive Cu can cause the corn and cucumber chlorophyll a and the chlorophyll b content dropped. Compared with the cucumber, the corn of the tolerance of Cu was weaker.

**Key words:** Cu; Cucumber; Corn; Seed germination; Adult plant growth; Chlorophyll content