

周晓明, 陈 慧. 金属离子对 4 种植物花粉萌发和花粉管生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 225–227.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.069

金属离子对 4 种植物花粉萌发和花粉管生长的影响

周晓明¹, 陈 慧²

(1. 苏州农业职业技术学院, 江苏苏州 215008; 2. 江苏省太湖常绿果树技术推广中心, 江苏苏州 2015107)

摘要:研究了金属离子 Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 对烟草、西府海棠、紫叶李以及日本晚樱花粉萌发、花粉管生长的影响。研究发现:与茄科植物烟草花粉相比,蔷薇科植物西府海棠、紫叶李和日本晚樱花粉对 Cu^{2+} 更为敏感,0.000 1 mmol/L 就能明显抑制这 3 种植物的花粉萌发和花粉管生长,烟草花粉对 Cu^{2+} 敏感浓度则是 0.001 0 mmol/L。然而,2 个科物种的花粉对 Al^{3+} 的表现恰恰相反,蔷薇科植物的花粉对 Al^{3+} 表现出较高的耐受性,1 mmol/L Al^{3+} 才能明显抑制花粉萌发和花粉管生长;而茄科植物烟草则表现得较敏感,抑制浓度为 0.01 mmol/L。2 个科植物的花粉对 Na^+ 均有很高的耐受力,烟草花粉萌发和花粉管生长在 100 mmol/L Na^+ 处理下才受到明显抑制;对西府海棠和紫叶李花粉, Na^+ 抑制浓度为 10 mmol/L,而日本晚樱花粉在 100 mmol/L Na^+ 情况下仍能正常生长。由此,说明了不同的物种对胞外金属离子存在不同的耐受能力。

关键词:金属离子;花粉萌发;花粉管生长;烟草;蔷薇科植物

中图分类号: S685.120.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0225-02

近几十年来,大规模的石油开发和农业开垦等高强度的人类干扰和气候变化等综合作用,已经导致生态系统出现了很大程度的退化,这其中十分突出的重金属污染则是退化的一个重要驱动因素,已有研究表明金属污染对植物有毒害影响^[1]。

植物对于低浓度重金属胁迫具有一定的抵御能力,然而当重金属胁迫超过了一定阈值,便会对植物种子萌发、幼苗生长和花粉萌发以及花粉管伸长产生不利影响。盐胁迫是限制植物在盐碱地上生长的重要因素,盐胁迫可造成植物体内的渗透胁迫、质膜伤害和离子失调,使植物正常生理代谢紊乱,生长受阻,甚至死亡^[2]。铜是植物生长发育必需的微量营养元素,是多种酶的组成成分和活化剂,参与光合作用、电子传递、蛋白质合成等代谢活动,但铜过量会对植物产生毒害作用^[3]。据报道,低浓度的 Cu^{2+} 对菠菜的生长略微有促进作用而高浓度的 Cu^{2+} 会显著抑制其生长,大蒜根和叶的生长受 Cu^{2+} 严重影响^[5];束文胜等^[6]在调查湖北铜的绿山冶炼渣堆时,发现鸭跖草中铜含量达到了 1 034 ~ 1 224 mg/kg^[4],说明鸭跖草对铜耐受能力是极强的,而鸭跖草对其他重金属的耐性则鲜有报道,可以看出同一种植物对不同重金属的耐受能力存在着差别。铝毒是酸性土壤阻碍作物生长的主要原因, Al^{3+} 对许多种植物具有毒害作用。在酸化土壤中过量的 Al^{3+} 易毒害植物,使得根系变短粗、变褐、分支减少、根尖膨大并伴随表皮细胞坏死以及植株矮小。周楠等研究发现, Al^{3+} 可明显抑制黄瓜根的生长^[7]。

本研究利用了茄科植物烟草,蔷薇科植物西府海棠、紫叶李和日本晚樱花粉离体培养体系,研究了不同浓度的 Na^+ 、 Al^{3+} 和 Cu^{2+} 对不同物种的花粉萌发及花粉管生长的影响,以

期对金属离子对各物种花粉萌发、花粉管生长的作用有系统的了解。

1 材料与方法

1.1 材料

以茄科植物烟草,蔷薇科植物西府海棠、紫叶李和日本晚樱为试材。2015 年春季于苏州农业职业技术学院内,采集其大蕾期花,使用镊子剥取花药,在硫酸纸上均匀摊晾干燥,使其花药自然开裂散粉,使用硫酸纸包装。待花粉散开后放在 -20 ℃ 冰箱,密封保存备用。

1.2 方法

花粉液体培养基:蔷薇科植物的花粉培养基为 10% 蔗糖、0.01% 硼酸、0.03% 硝酸钙,溶解于 30 mmol/L 2-吗啉乙磺酸(MES)缓冲溶液, pH 值为 6.5;茄科植物的花粉液体培养基为 20% 蔗糖、0.01% 硼酸、0.05 mmol/L CaCl_2 , 溶解于 30 mmol/L 的 MES 缓冲溶液中, pH 值 5.6。

使用刀片刮取离体花粉约 0.05 g,分散在液体培养基中后,在 25℃ 黑暗条件下分置于 2 mL 离心管中培养 1 h 后进行试剂处理。分别将 0.01、0.1、1、10、100 mmol/L 的 NaCl 、0.000 1、0.001、0.01、0.1、1 mmol/L 的 AlCl_3 、0.000 01、0.000 1、0.001、0.01、0.1 mmol/L 的 CuCl_2 加入培养基中进行金属离子处理,培养花粉 3 h 后利用 10 倍、40 倍的显微镜观察花粉的萌发和花粉管生长情况,利用 Image J 软件测量花粉管生长长度,每个重复统计 100 个花粉粒或花粉管,重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 Na^+ 对花粉萌发及花粉管生长的影响

分别利用 0.01、0.1、1、10、100 mmol/L 的 Na^+ 对烟草、西府海棠、紫叶李以及日本晚樱花粉进行处理,观察其花粉萌发及花粉管生长。结果显示:2 个科物种的花粉对 Na^+ 表现出

收稿日期:2016-10-02

作者简介:周晓明(1982—),男,江苏盐城人,农艺师,主要从事园艺产品开发与研究。E-mail:21737826@qq.com。

不同程度的耐受力。烟草在 100 mmol/L 的 Na⁺ 浓度下,明显受到抑制,花粉管的萌发以及花粉管生长长度明显降低;而蔷薇科植物对 Na⁺ 的反应则产生了分歧,西府海棠和紫叶李在 10 mmol/L 的 Na⁺ 浓度下,花粉萌发率花粉管生长长度明显降低,而日本晚樱则在 100 mmol/L 的 Na⁺ 高浓度情况,仍能正常生长(表 1、表 2)。

表 1 不同浓度 Na⁺ 处理下花粉萌发率

Na ⁺ 浓度 (mmol/L)	花粉萌发率(%)			
	烟草	西府海棠	紫叶李	日本晚樱
0	50.7±6.7	47.0±8.2	44.0±4.2	57.3±2.5
0.01	59.0±17.1	55.0±5.0	44.0±10.8	53.0±3.0
0.1	54.0±14.5	54.7±5.0	42.0±7.9	51.7±15.0
1	64.3±4.0	48.3±7.6	37.3±6.8	42.0±2.0
10	57.7±12.5	28.3±8.5 *	22.0±5.1 *	46.3±5.7
100	6.2±1.7 *	0 *	0 *	49.0±7.8

注: * 表示与对照存在显著性差异。下表同。

表 2 不同浓度 Na⁺ 处理下花粉管生长情况

Na ⁺ 浓度 (mmol/L)	花粉管生长长度(μm)			
	烟草	西府海棠	紫叶李	日本晚樱
0	222.2±18.5	184.0±7.9	212.4±25.0	84.8±3.4
0.01	223.1±7.0	186.6±3.3	19.5±5.4	100.3±5.6
0.1	196.0±6.3	184.2±2.0	177.5±5.9	93.9±6.2
1	211.0±15.0	180.1±2.8	179.0±14.3	99.2±4.3
10	198.3±14.9	105.7±17.4 *	139.6±4.9 *	77.6±4.1
100	117.8±10.4 *	0 *	23.6±6.7 *	72.2±4.4

2.2 Al³⁺ 对花粉萌发及花粉管生长的影响

分别使用 0.000 1、0.001、0.01、0.1、1 mmol/L 的 Al³⁺ 对烟草、西府海棠、紫叶李以及日本晚樱花粉进行处理。结果(表 3、表 4)表明:茄科植物烟草则表现的较敏感,随着 Al³⁺ 浓度的增加花粉萌发率以及花粉管生长长度逐渐降低,在 0.01 mmol/L 浓度下产生明显抑制;蔷薇科植物对 Al³⁺ 表现出较高的耐受性,在 1 mmol/L 才发生明显毒害作用,日本晚樱在 0.1 mmol/L 下出现轻微抑制现象。

表 3 不同浓度 Al³⁺ 处理下花粉萌发率

Al ³⁺ 浓度 (mmol/L)	花粉萌发率(%)			
	烟草	西府海棠	紫叶李	日本晚樱
0	61.7±9.6	65.3±2.5	70.0±2.6	53.7±10.1
0.000 1	58.3±5.7	61.0±5.6	60.0±5.3	58.0±2.6
0.001	47.7±2.5	61.7±15.3	64.0±8.5	68.7±8.1
0.01	13.8±1.6 *	61.1±5.8	58.3±7.5	62.3±2.5
0.1	4.0±3.5 *	55.8±10.6	56.0±4.4	45.7±5.9 *
1	0 *	8.3±3.5 *	10.3±2.1 *	9.0±9.0 *

表 4 不同浓度 Al³⁺ 处理下花粉管生长情况

Al ³⁺ 浓度 (mmol/L)	花粉管生长长度(μm)			
	烟草	西府海棠	紫叶李	日本晚樱
0	204.1±6.8	121.2±4.8	148.5±6.1	127.0±1.6
0.000 1	195.0±8.2	131.7±1.9	134.7±4.4	115.1±4.8
0.001	179.4±10.9	111.3±8.5	140.4±6.9	127.6±7.5
0.01	100.7±4.0 *	125.7±5.3	127.4±1.9	142.2±5.7
0.1	51.1±5.5 *	120.1±4.8	128.3±14.6	94.3±5.2 *
1	0 *	53.9±5.9 *	64.3±22.5 *	34.8±10.5 *

2.3 Cu²⁺ 对花粉萌发及花粉管生长的影响

分别利用 0.000 01、0.000 1、0.001、0.01、0.1 mmol/L 浓

度的 Cu²⁺ 对烟草、西府海棠、紫叶李以及日本晚樱花粉进行处理。结果(表 5、表 6)表明:所有物种的花粉对 Cu²⁺ 都较敏感,但在抑制浓度上有所差异。Cu²⁺ 浓度 0.000 1 mmol/L 处理下蔷薇科植物的花粉萌发及花粉管生长长度出现抑制现象,烟草在 0.001 mmol/L 处理下出现抑制效果。由此说明不同的物种对胞外金属离子存在不同的耐受能力。

表 5 不同浓度 Cu²⁺ 处理下花粉萌发率

Cu ²⁺ 浓度 (mmol/L)	花粉萌发率(%)			
	烟草	西府海棠	紫叶李	日本晚樱
0	67.3±6.7	56.7±1.5	83.3±2.5	69.3±7.8
0.000 01	70.0±13.7	54.3±8.6	76.3±6.7	71.3±6.7
0.000 1	62.3±8.6	37.9±0.03 *	61.3±7.5 *	52.3±3.5 *
0.001	14.7±4.2 *	13.5±0.9 *	27.3±6.0 *	29.7±7.0 *
0.01	4.2±0.6 *	0 *	7.3±3.1 *	3.3±2.1 *
0.1	0 *	0 *	0 *	0 *

表 6 不同浓度 Cu²⁺ 处理下花粉管生长情况

Cu ²⁺ 浓度 (mmol/L)	花粉管生长长度(μm)			
	烟草	西府海棠	紫叶李	日本晚樱
0	213.3±16.4	193.2±10.4	173.4±4.3	219.2±14.2
0.000 01	241.2±14.8	185.2±9.9	198.2±8.6	228.3±11.2
0.000 1	193.3±16.4	142.3±7.6 *	154.8±15.5	150.9±28.8 *
0.001	125.9±9.8 *	57.5±4.1 *	85.9±10.2 *	78.3±6.1 *
0.01	125.9±7.9 *	0 *	32.9±7.8 *	36.9±11.4 *
0.1	56.9±0 *	0 *	0 *	0 *

3 讨论

一定浓度的金属离子能够影响花粉的萌发和生长。本研究中,茄科植物烟草和蔷薇科植物西府海棠、紫叶李以及日本晚樱的花粉在不同浓度 Na⁺、Cu²⁺、Al³⁺ 的处理下受到不同程度的抑制作用,充分说明不同物种的植物对于不同的重金属敏感程度是不同的。研究发现:NaCl 胁迫导致花粉内离子平衡遭到破坏,有害物质逐渐积累,花粉的代谢不能正常进行,从而抑制了花粉萌发和花粉管的生长^[8]。本研究中不同科的植物对 Na⁺ 表现出不同的耐受力,当 Na⁺ 浓度达到 10 mmol/L 时对 2 个科的植物都有较强的抑制作用。高浓度的 Cu²⁺ 会导致细胞膜的强度下降,并破坏细胞膜的选择膜透性,Cu²⁺ 进入细胞器会造成内膜结构的损伤,如过量的 Cu²⁺ 会破坏玉米根尖细胞原生质体的内膜^[9]。此外,在小麦种子初生根尖细胞中发现,过量 Cu²⁺ 处理后根尖的活性氧浓度升高,抑制了根尖的生长^[10];同时,有调查表明在 Cu 离子胁迫的条件下,根毛细胞的超氧化物歧化酶的活性升高,并且与相同浓度的其他二价阳离子比较,根毛细胞对 Cu²⁺ 的反应是比较敏感的^[11]。本研究中 Cu²⁺ 处理下 2 个科植物都出现明显抑制现象。本研究中,Al³⁺ 对于蔷薇科植物生长的抑制浓度为 1 mmol/L。研究显示,Al³⁺ 与质膜的表面具有很高的亲和性,能够与膜蛋白和膜脂结合,并能改变质膜对电解质和非电解质质的通透性^[12];Al³⁺ 还能够嵌入到脂质合酶的金属结合位点上,进而扰乱细胞正常的信号转导^[13]。Al³⁺ 能够诱导植物的膜脂过氧化作用、抗氧化酶活性升高以及抗氧化基因的过量表达。推测花粉管对于 Al³⁺ 的反应不如对 Cu²⁺ 离子敏感,产生这种现象的原因是由于 Al³⁺ 对细胞产生了上述作用。

费 聪, 王维成, 李阳阳, 等. 氮素运筹对滴灌甜菜叶片光合特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 227–229.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.070

氮素运筹对滴灌甜菜叶片光合特性的影响

费 聪¹, 王维成², 李阳阳¹, 樊 华¹

(1. 石河子大学农学院, 新疆石河子 832003; 2. 石河子农业科技开发研究中心甜菜研究所, 新疆石河子 832011)

摘要:以 Beta356 为供试材料, 通过大田试验研究氮肥运筹对滴灌甜菜叶绿素含量、光合特性以及产量的影响。结果表明, 常规氮素运筹模式处理 N4(4:4:2) 产糖量达到 1.953 万 kg/hm², 显著高出其他处理。该处理下甜菜全生育期叶绿素含量适中, 至生育后期尤其是糖分积累期光合速率显著高于其他处理, 为甜菜最终根产量的形成提供保证。本研究认为, 在生育中后期补充一定氮素, 有利于提高干旱区滴灌甜菜块根经济产量。

关键词: 氮素运筹; 滴灌; 甜菜; 光合特性

中图分类号: S636.906 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0227-03

氮是植物所需的大量营养元素之一, 对作物长势、产量和品质具有重要意义^[1]。甜菜叶片的叶绿素含量和光合速率, 直接影响到碳水化合物及其他有机物的合成, 是甜菜产量和品质的重要基础。较高的施氮量可提高 7 月份之前的光合速率, 对于维持 8 月份高而稳定的光合势十分重要。在糖分积累期增施 75 kg/hm² 氮素, 块根、叶柄、叶片分别增加 21.4、9.7、7.99 g, 减少枯叶约 5 g^[2]。然而也有研究表明, 糖分积累期再投入氮肥会导致叶丛徒长, 降低甜菜产量和品质^[3]。“氮

肥后移”是当前大部分作物进一步提高产量的新途径^[4-7], 对于以收获营养器官为主的甜菜而言, 能否通过氮肥运筹实现高产高糖尚不清楚。为此, 本研究通过分析氮素运筹对甜菜叶绿素含量、光合特性以及产量的影响, 确立合理的氮素运筹模式, 为实现干旱区滴灌甜菜的高产优质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2014 年在石河子大学农学院试验站进行。供试品种为 Beta356(美国 BETASEED 公司选育), 供试土壤为灌溉灰漠土, 耕层土壤(0~20 cm)含有机质 13.25 g/kg、全氮 0.89 g/kg、碱解氮 0.058 g/kg、速效磷 0.022 g/kg、速效钾 0.249 g/kg, pH 值 7.3。

1.2 方法

试验按照追肥比例设 N1(叶丛快速增长期、块根膨大期、糖分积累期比例为 N1(7:2:1)、N2(5:4:1)、N3(3:7:0)、

(1):7-12。

[8] 丁 彬. 外源钙在 NaCl 抑制花粉萌发中的作用[D]. 济南: 山东师范大学, 2007。

[9] Ouzounidou G, Ciamporová M, Moustakas M, et al. Responses of maize (*Zea mays* L.) plants to copper stress – I. Growth, mineral content and ultrastructure of roots[J]. *Environmental and Experimental Botany*, 1995, 35(2): 167–176。

[10] 伏 毅, 戴 媛, 谭晓荣, 等. 干旱对小麦幼苗脂类和蛋白质氧化损伤的影响[J]. *作物杂志*, 2010(3): 45–50。

[11] 阎秋洁, 古静燕, 韩文君, 等. 不同浓度 Cu²⁺、Hg²⁺、Zn²⁺ 胁迫对绿豆幼苗超氧化物歧化酶活性的影响[J]. *江苏农业科学*, 2009(5): 98–100。

[12] Cakmak I, Horst W J. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*) [J]. *Physiologia Plantarum*, 1991, 83(3): 463–468。

[13] Kochian L V, Hoekenga O A, Piñeros M A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency[J]. *Plant Biology*, 2004, 55: 459–493。

收稿日期: 2015-10-27

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31260299); 教育部科学技术研究重点项目(编号: 212201); 兵团博士基金(编号: 2014BB012); 国际合作项目(编号: 2010DFA32520)。

作者简介: 费 聪(1990—), 男, 山西人, 硕士研究生, 主要从事作物生理生态方面的研究。E-mail: 827117935@qq.com。

通信作者: 樊 华, 副教授, 主要从事作物节水灌溉理论与技术研究。E-mail: fanhua@shzu.edu.cn。

参考文献:

[1] Seregin I V, Ivanov V B. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants [J]. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2001, 48(4): 523–544。

[2] 於朝广, 李 颖, 谢寅峰, 等. NaCl 胁迫对中山杉幼苗生长及离子吸收、运输和分配的影响[J]. *植物生理学报*, 2016, 52(9): 1379–1388。

[3] 杨丽丽. 铜胁迫对甜菜幼苗生长和光合特性的影响[D]. 济南: 山东师范大学, 2013。

[4] 刘文英, 周 凤, 戎婷婷, 等. 重金属铜对菠菜生理指标的影响[J]. *农业与技术*, 2016, 36(3): 1–2, 24。

[5] 王 威, 刘宗愉, 蒋悟生, 等. Cu²⁺ 对大蒜生长的影响及大蒜根叶及蒜瓣对 Cu²⁺ 的累积[J]. *西北植物学报*, 2001, 21(2): 306–312。

[6] 周 楠, 陈文荣, 刘 鹏, 等. 黄瓜根边缘细胞生物学特性及其对铝的响应[J]. *园艺学报*, 2006, 33(5): 1117–1120。

[7] 束文圣, 杨开颜, 张志权, 等. 湖北铜绿山古铜矿冶炼渣植被与优势植物的重金属含量研究[J]. *应用与环境生物学报*, 2001, 7