

不同pH值和重金属浓度对水花生生根的影响

吴传兵 (襄樊学院化学与生物科学系, 湖北襄樊441053)

摘要 研究不同pH值和不同重金属浓度对水花生生根情况的影响。试验表明,水花生的适应性很强,在pH值为2~13范围内的溶液中均可生根。总体而言,水花生在碱性溶液中比在酸性溶液中生根情况好,当pH值在8.85左右时生根情况最好,根长为26.2 mm,根数为60根以上。随着重金属离子浓度升高,其对水花生生根的抑制作用加大,但不同重金属离子对水花生的生根影响不同。当溶液中 Pb^{2+} 浓度在10 ng/L左右时,水花生生长最好,根长达22.3 mm,根数达37根;当溶液中 Cr^{3+} 浓度在5 ng/L以下时,水花生生长最好,根长为39.0 mm左右,根数为40根以上。

关键词 水花生; 生根培养; pH值; 重金属离子浓度

中图分类号 Q945.78 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)19-05695-02

Effects of Different pH and Heavy Metal Concentration on Rooting of *Aternanthera philoxeroides*

WU Chuan ling (Department of Chemistry and Biological Science, Xiangfan University, Xiangfan, Hubei 441053)

Abstract The effects of different pH value and heavy metal concentration on rooting of *Aternanthera philoxeroides* were studied. The results showed that the adaptability of *Aternanthera philoxeroides* was very strong, it could be takes root when the pH value was between 2 and 13. Generally speaking, the basicity solution was better than the acerbic solution to root of *Aternanthera philoxeroides*. And the best pH value condition was 8.85, under that condition the root length was 26.2 mm, roots numbers were above 60. With the increasing of heavy metal ion concentration, the inhibiting effects to root of *Aternanthera philoxeroides* enhanced, but differention had different performances. When the Pb^{2+} concentration was about 10 ng/L, the growth of *Aternanthera philoxeroides* was best with the root length of 22.3 mm and root numbers of 37; When the Cr^{3+} concentration was below 5 ng/L, the growth of *Aternanthera philoxeroides* was best with the root length of 39.0 mm and root numbers of 40.

Key words *Aternanthera philoxeroides*; Rooting culture; pH value; Concentration of heavy metal ion

水花生(*Aternanthera philoxeroides*), 又称空心莲子草, 为苋科(*Amrarthaceae*) 莲子草属(*Aternanthera*) 多年生宿根草本植物^[1-2]。水花生是国家环境保护总局、中国科学院2003年1月制订的第1批外来入侵物种之一。它原产巴西, 20世纪30年代被侵华日军引种至上海郊区作为马饲料, 以后飘逸为野生^[3,5]。水花生的生命力极强, 适应性广(同时适合水生和旱生), 通过无性繁殖产生新植株, 生长繁殖迅速, 蔓延极快^[6]。

目前, 人们对水花生的研究多侧重于它的生物学特性^[2]、解剖^[5-7]、分布^[3]、生物和化学防治^[4,8]等方面。林淦等就水花生对土壤中重金属离子的吸收即植物修复^[9-11]进行了试验研究。但目前尚无对水花生的适应性和其对生态环境的作用等方面进行深入研究的报道。为此, 笔者研究不同pH值条件下水花生的适应性和不同重金属离子浓度对水花生生根的影响, 为研究水花生的适应性和无公害治理重金属污染等问题提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 仪器设备。 GP-01 光照培养箱, 湖北黄石恒丰医疗器械有限公司; PELTA320 pH计, 梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司; GZX-9240MBE 电热鼓风干燥箱, 上海博讯实业有限公司医疗设备厂; AR2130 电子精密天平(奥豪斯 Adventurer™ 天平), 奥豪斯国际贸易(上海)有限公司; 艾利浦 ASW2-1005-V 纯化水机, 重庆颐洋企业发展有限公司。

1.1.2 植物材料。 在襄樊学院附近的水塘边截取生长旺盛的水花生, 用自来水冲洗干净后带回实验室, 备用。

1.1.3 试剂。 硝酸铅, 三氧化二铬, 浓盐酸, 氢氧化钠, 高锰酸钾消毒液, 磷酸二氢钾, 硫酸钾, 硝酸钙, 硝酸铵, 硫酸镁, Fe-EDTA, 硼酸, 氧化锌, 氯化锰, 二氯化铜, 钼酸钠。

1.2 方 法

1.2.1 生根培养液的配制。 大量元素液的配制。取磷酸二氢钾0.44 g、硫酸钾0.14 g、硝酸钙0.59 g、硝酸铵0.19 g、硫酸镁0.53 g、微量元素2 ml、Fe-EDTA 2 ml, 加纯净水定容至1 000 ml, 即得大量元素液; 微量元素液的配制。取硼酸2.86 g、氧化锌0.11 g、氯化锰181.00 g、二氯化铜0.05 g、钼酸钠0.025 g, 用800 ml 纯净水溶解, 再定容至1 000 ml。将配制好的药品转入试剂瓶中保存, 备用。

1.2.2 重金属溶液的配制。 用电子天平精确称量1.600 g 硝酸铅, 加纯净水溶解, 在1 000 ml 容量瓶中定容, 使 Pb^{2+} 含量为1 g/L, 转入试剂瓶中备用。用电子天平精确称量2.923 g 三氧化二铬(Cr_2O_3), 加纯净水溶解, 在1 000 ml 容量瓶中定容, 使 Cr^{3+} 含量为1 g/L, 转入试剂瓶中备用。

1.2.3 酸碱溶液的配制。 浓盐酸加纯净水稀释, 使盐酸溶液pH值<2, 转入试剂瓶中备用。固体氢氧化钠加纯净水溶解, 使氢氧化钠溶液pH值>13, 转入试剂瓶中备用。

1.2.4 水花生的生根培养。

1.2.4.1 消毒。 配制0.1%的高锰酸钾水溶液, 置于塑料盆或玻璃缸中, 其溶液量可根据所浸泡的水花生数目而定, 可一次浸泡多株, 以淹没大部分茎段为标准。浸泡10~15 min后, 取出植株, 去根, 再用纯净水冲洗干净后即可培养。

1.2.4.2 不同pH值对水花生生根的影响试验。 水花生能生根的pH值范围确定。将配制好的营养液分别等量(400 ml)注入6个烧杯中, 用盐酸和氢氧化钠溶液将营养液的pH值分别调至4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0, 并分别记为A、B、C、D、E、F。然后将生长情况良好的水花生分别置于6个烧杯中, 每个烧杯内放2株, 并用支架将水花生固定好后置于光照培养箱中, 在5级光照强度和25.0℃条件下连续培养d。记录水花生草的生根情况。

若在上述范围内水花生生长情况均良好, 则需扩大pH值的范围。将烧杯洗净烘干后装入等量的营养液(400 ml),

并将各烧杯内的溶液 pH 值分别调至 2.0、3.0、10.0、11.0、12.0、13.0, 并分别记为 a、b、c、d、e、f。然后按上述同样的方法做水花生的生根水培试验, 记录水花生的生根情况, 以确定水花生能生长的 pH 值范围。水花生生根的最佳 pH 值范围确定。在生根情况最好的 pH 值附近, 用盐酸和氢氧化钠溶液调节溶液 pH 值, 分出 6 个较小的 pH 值范围, 分别记为 I、II、III、IV、V、VI。按上述同样方法进行水花生的生根培养试验, 记录水花生的生根情况, 以确定水花生生根的最佳 pH 值范围。

1.2.4.3 不同重金属对水花生生根的影响试验。 铅离子 (Pb^{2+}) 对水花生生根的影响试验。按“1.2.4.2”方法进行水花生生根培养。将培养液 pH 值调至最适生长范围, 然后于烧杯中分别加入 0、5、10、20、40、60、80、100、150、200 ng/L 的 Pb^{2+} , 分别记录各烧杯中的生根情况, 比较不同浓度 Pb^{2+} 浓度对水花生生根的影响。铬离子 (Cr^{3+}) 对水花生生根的影响试验。按“1.2.4.2”方法对水花生进行生根培养。将培养液 pH 值调至最适生长范围, 然后在烧杯中分别加入 0、5、10、20、40、60、80、100、150、200 ng/L 的 Cr^{3+} , 记录各烧杯中的生根情况, 比较不同浓度 Cr^{3+} 对水花生生根的影响。

2 结果与分析

2.1 不同 pH 值对水花生生根的影响 由表 1 可看出, 随 pH 值增大, 水花生的生根情况先稍受抑制, 然后大大受到促进, 到 pH 值达 8.85 时, 生根情况最好; 直至 pH 值为 9.00 以后水花生的生根能力才有所下降。总体而言, 水花生在 pH 值 8.00~9.30 时生根情况较好, 平均根长为 25.1 mm, 平均根数为 60 根; 尤其在 pH 值为 8.85~9.00 时水花生的根生长最好, 根长达 26.2 mm, 根数达 64 根。

由表 1 还可看出, 水花生在酸碱溶液中的适应性都很强, 在 pH 值为 2~13 的溶液中都可生长。当溶液 pH 值为 2 时, 水花生的根数和根长都为 0, 水花生死亡; 当溶液 pH 值为 3 时, 水花生生长及其微弱, 只可见 1~2 个根芽; 随着 pH 值的增加, 水花生的生根情况越来越好, 在 pH 值为 9 左右时生长最好, 根长达 26 mm, 根数达 64 根; 随着 pH 值的继续增加, 水花生的长势渐渐减弱, 当 pH 值达 12 时, 水花生的生根很弱, 根长仅为 3.1 mm, 根数仅为 7 根; 当 pH 值增至 13 时, 水花生的根数和根长都为 0, 水花生死亡。

表 1 不同 pH 值对水花生生根的影响

pH 值	根数 根	根长 mm	pH 值	根数 根	根长 mm	pH 值	根数 根	根长 mm
A	31	6.8	a	0	0	I	57	24.7
B	40	12.3	b	2	0.9	II	57	25.3
C	46	16.3	c	52	19.8	III	55	24.6
D	50	19.1	d	49	17.2	IV	64	26.2
E	59	24.9	e	7	3.1	V	63	25.7
F	64	26.0	f	0	0	VI	56	23.3

注: I、II、III、IV、V、VI 的 pH 值分别为 8.30、8.55、8.70、8.85、9.15、9.30。

2.2 不同浓度重金属对水花生生根的影响 表 2 表明, 总体而言, 随着重金属离子浓度的升高, 重金属离子对水花生生根的抑制作用越来越明显, 但不同重金属离子对水花生生根的影响不同。当 Cr^{3+} 浓度达到 80 ng/L 时, 水花生就已经死亡; 而在 Pb^{2+} 溶液中, 当溶液浓度为 80 ng/L 时, 水花生仍

可继续生长, 直至浓度高达 200 ng/L 时, 水花生才死亡。表 2 还表明, 适当浓度的重金属离子可以促进水花生的生根。当 Pb^{2+} 的浓度为 5~10 ng/L 时, 对水花生生根具有促进作用, 水花生的根长达 22.3 mm, 根数为 37 根; 而当溶液中 Cr^{3+} 浓度在 5 ng/L 以下时, 能促进水花生生根, 水花生根长达 39.0 mm 左右, 根数为 40 根以上。

表 2 不同浓度重金属对水花生生根的影响

浓度 ng/L	Pb^{2+}		Cr^{3+}	
	根长 mm	根数 根	根长 mm	根数 根
0	21.8	32	39.0	40
5	17.5	43	38.1	45
10	22.3	37	30.4	40
20	20.5	38	29.5	43
40	15.7	35	27.7	35
60	10.3	36	3.2	12
80	15.4	30	0	0
100	10.1	32	0	0
150	6.4	16	0	0
200	0	0	0	0

5 讨论

由于现代工农业的高度发展, 导致一些地区土壤结构和水质结构被破坏, pH 值发生改变, 植物的生长发育受到严重影响^[12-13]。在不同浓度的 pH 值情况下, 水花生的生根情况不尽相同。故选取不同的 pH 值, 分范围对水花生进行生根培养, 研究不同 pH 值浓度下水花生的适应性。试验发现, 水花生的适应性很强, 其在 pH 值为 2~13 的溶液中均可生根。但水花生生根存在最佳 pH 范围 (8.85~9.00), 在该范围内水花生生根情况最好, 根长达 26.2 mm, 根数达 64 根。

重金属的污染问题日益突出。重金属在土壤—植物系统中所产生的污染过程具有隐蔽性、长期性和不可逆性等特点^[14-20]。人们急需一种不破坏土壤理化性质的方法来治理重金属污染, 而首选的方法就是植物修复^[16]。水花生是一种适应性很强的杂草型植物, 几乎在世界各地都可见, 它的过度繁殖已经引起社会的广泛关注。用水花生治理重金属污染, 可以害治害, 达到一举多得的效果。在水培生根过程中, 幼嫩根尖是最容易吸收重金属离子的部位。它的生长情况(根数的多少、粗细、长短等)可以直接反映植物受影响的程度。笔者选择 2 种典型的重金属离子 (Pb^{2+} 、 Cr^{3+}) 在不同浓度下对水花生生根进行处理。试验表明, 随着重金属离子浓度升高, 其对水花生生根的抑制作用日益加大, 但不同重金属离子对水花生生根的影响不同。水花生对 Pb^{2+} 的耐受力更强, 直至浓度为 200 ng/L 时水花生才死亡; 水花生对 Cr^{3+} 的耐受力较弱, 当其浓度为 80 ng/L 时水花生即已死亡。关于重金属离子对水花生生根影响的机制有待进一步研究。

参考文献

- [1] 娄远来, 邓渊钰, 沈纪冬, 等. 我国水花生的研究现状[J]. 江苏农业科学, 2002(4): 46-48.
- [2] 张格成, 李继祥, 陈秀华. 空心莲子草主要生物学特性研究[J]. 杂草科学, 1993(2): 10-12.
- [3] 谭万忠. 水花生在我国的水平和垂直分布[J]. 杂草学报, 1994, 8(2): 30-33.
- [4] 王韧, 王远. 我国南方水花生发生危害及生物防治调查[J]. 杂草学报, 1988, 2(1): 384.
- [5] 张彪, 金银根, 淮虎银, 等. 两种生境下空心莲子草叶片解剖结构比较

(上接第5696 页)

- [J]. 杂草科学,2001(4) :6 - 7.
- [6] 夏立群, 李建强, 李伟. 论克隆植物的遗传多样性[J]. 植物学通报, 2002,19(4) :425- 431.
- [7] 娄远来, 沈晋良. 水花生的根、茎、叶形态解剖特征及生态适应性[J]. 江苏农业学报,2005,21(4) :277 - 282.
- [8] 姚东瑞, 李贵, 陈杰, 等. 农达对水花生的防效试验报告[J]. 杂草科学, 1997(4) :27 - 28.
- [9] 林淦, 吴传兵, 罗天雄. 水花生对水体中重金属 Pb^{2+} 富集作用研究[J]. 襄樊学院学报, 2006, 27(2) :45 - 47.
- [10] 廖全斌, 罗光富, 童开发, 等. 水花生吸附钴离子前后溶液pH 值的变化及其红外光谱研究[J]. 三峡大学学报: 自然科学版,2002,24(3) :286 - 288.
- [11] 庞金华, 沈瑞芝, 程平宏. 三种植物对COD 的耐受极限与净化效果[J]. 环境保护, 1997,16(5) :209 - 213.
- [12] 王三根, 周小华, 邓如福. 培养液pH 对白菜幼苗吸收及营养元素的影响[J]. 植物生理学通讯,1993,29(2) :101.
- [13] 马成仓, 洪法水. pH 对油菜种子萌发和幼苗生长代谢的影响[J]. 作物学报,1998,24(4) :509- 512.
- [14] 张乃明. 土壤- 植物系统重金属污染研究现状与展望[J]. 环境科学进展,1999(4) :30- 34.
- [15] 陈宏铭. 重金属对马尾松根尖细胞结构的影响[J]. 福建轻纺,2006(7) :26- 29.
- [16] 聂俊华, 刘秀梅, 王庆仁. Pb(铅) 富集植物品种的筛选[J]. 农业工程学报,2004,20(4) :255- 258.
- [17] 王爱宽, 单爱琴, 孟庆俊. 重金属Cd、Cr、Pb、Zn 对小麦生长的影响[J]. 江苏环境科技,2006,19(3) :47 - 48.
- [18] 苗明升, 燕金亮, 王增进, 等. 重金属 Pb^{2+} 对作物早期生长发育的影响[J]. 山东科学,2003,16(1) :22 - 25.
- [19] 曹莹, 黄瑞冬, 蒋文春, 等. 重金属铅和镉对玉米品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2005,36(2) :218 - 220.
- [20] 蒋光月, 崔德杰. 重金属Cr 对小白菜种子萌发及生长的影响[J]. 农业环境科学学报,2006,25(S) :76 - 79.