

废电池液对大豆种子萌发及贮藏物质变化的影响

赵红,王艾平,罗朝晖,石玲

(上饶师范学院 生命科学学院,江西 上饶 334001)

摘要:以石豆1号为材料,通过水培试验,研究了不同浓度(10%、20%、30%和40%)废电池液对大豆种子萌发及贮藏物质变化的影响。结果表明:随着废电池液浓度的上升,大豆种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、根长、下胚轴长、贮藏物质消耗率和运转效率都呈下降趋势,根(下胚轴)长抑制指数逐渐增大,其中当废电池液浓度为10%时,大豆萌发期根长和贮藏物质运转效率明显受到抑制,根长抑制指数显著提高;当废电池液浓度为20%时,大豆萌发期下胚轴长显著减少,下胚轴长抑制指数显著增加;当废电池液浓度为30%,大豆种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数及贮藏物质消耗率均显著下降。说明本试验中30%废电池液浓度对大豆种子萌发有显著抑制作用。

关键词:废电池液;大豆;种子萌发;贮藏物质

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2015.03.0536

Effects of Waste Battery Liquid on Seed Germination and Changes in Storage Substance of Soybean

ZHAO Hong, WANG Ai-ping, LUO Zhao-hui, SHI Ling

(Life Sciences College, Shangrao Normal University, Shangrao 334001, China)

Abstract: Using soybean Shidou 1 as the material, the effect of different waste battery liquid concentrations (10%, 20%, 30% and 40%) on germination of soybean seed and changes of storage substance were studied through water culture. The results showed that germination rate, germination energy, germination index, vigor index, root length, hypocotyl length, storage substance loss rate and storage substance transform rate of soybean seed showed a declined tendency, inhibition index of root length and hypocotyl length increased with the rise of waste battery liquid concentration. Among them, ten percent of waste battery liquid could obviously suppressed root length and storage substance transform rate at germination period, significantly improve inhibition index of root length. Hypocotyl length of soybean germination period observably reduced and inhibition index of hypocotyl length significantly increased at 20% waste battery liquid concentration. When waste battery liquid concentration was 30%, germination rate, germination energy, germination index, vigor index of soybean seed and storage substance loss rate decreased significantly. So 30% waste battery liquid concentration in this experiment could inhibit the germination of soybean seed strongly.

Keywords: Waste battery liquid; Soybean; Seed germination; Storage substance

随着科技的不断进步,电器产品越来越多的进入人们的生活,也使各种电池的使用量迅速增加。有关资料也表明,我国已成为电池生产和消费大国,2011年,全国原电池及原电池组的产量就已达342.6亿只^[1]。电池中含有的主要污染物质包括大量的重金属以及酸、碱等电解质溶液^[2],其中重金属主要有镉、铅、汞、镍、锌、锰等,这些污染物会严重影响作物的生长。

大豆是我国重要的粮油作物之一,开展影响大豆品质和产量的外在因素研究,尤为重要^[3,4]。本课题组关于废电池液对小麦^[5]、玉米^[6]的影响也已有研究,但废电池液对大豆的影响却鲜有报道。本试验通过研究废电池液对大豆种子萌发及贮藏物质变化的影响,进一步了解废电池液对植物的危害,旨在为对废电池污染环境的预测、评价和防治

提供依据,同时也呼唤全社会对废电池污染的关注以及对环保的重视。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为石豆1号,购于江西上饶市种子市场,为当年成熟饱满的种子。

1.2 试验方法

1.2.1 废电池液的制备与稀释 从上饶师范学院生命科学学院实验室收集的废旧干电池中,选出双鹿5号废旧干电池两节,破坏后取其黑色粉末放入盛有800 mL蒸馏水的烧杯中浸泡5 d,每天用玻璃棒充分搅拌2次,浸泡时用塑料薄膜封口,防止蒸发。5 d后将溶液过滤定容至1 000 mL棕色瓶备用。取废电池浸出液(原液)分别用蒸馏水稀释为

40%、30%、20%和10%共4级浓度,以蒸馏水为对照,共5个处理^[7]。

1.2.2 大豆种子的萌发 选用饱满、均匀的大豆种子40粒,用电子天平称量种子干重,分别放入15个小烧杯中,用蒸馏水浸种24h,充分吸胀后,将其置于铺有2层滤纸的培养皿中(Φ9 cm),每皿加入8 mL处理液,每个处理重复3次,置25℃隔水式恒温箱内培养,每天更换处理液,并统计种子发芽数。

1.2.3 测定项目与方法 培养至第7天,选取长势较好的10株大豆,测量根长、下胚轴长、单株鲜重、幼苗(根、胚轴)干重、子叶(剩余部分)干重,计算发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、根(下胚轴)长抑制指数、贮藏物质运转效率和消耗率。计算公式如下:

发芽率(%) = (第7天全部发芽的种子数/供试种子数) × 100;

发芽势(%) = (前3天的发芽种子/供试种子数) × 100;

发芽指数(GI) = $\sum(Gt/Dt)$,其中,Gt为不同时间的发芽数,Dt为相应的发芽天数;

活力指数(VI) = $s \times \sum(Gt/Dt)$,其中,s为一定时期内的幼苗生长势,以每株的平均鲜重表示;

根(下胚轴)长抑制指数(%) = [(对照长度 -

处理长度)/对照长度] × 100

种子贮藏物质消耗率(%) = [(种子原始干重 - 种子发芽剩余物干重)/种子原始干重] × 100;

种子贮藏物质运转效率(%) = (黑暗条件下长成的幼苗干重/种子贮藏物质消耗量) × 100^[9]。

1.3 数据分析

采用SPSS 13.0和Excel 2003软件进行数据处理,并用最小显著差异法(LSD)进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 废电池液对大豆种子萌发的影响

由表1可以看出,不同浓度的废电池浸出液对大豆种子的萌发会产生不利影响,随着废电池浸出液浓度的上升,发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数均呈下降趋势,当废电池液浓度超过30%时,显著抑制了大豆种子的萌发。与对照相比,废电池液浓度为40%时,发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数分别下降了11.50%、56.19%、37.16%、34.54%,发芽势下降幅度明显大于发芽率,说明废电池液对发芽势的影响大于发芽率,使大豆种子发芽延迟。

表1 废电池液对大豆种子萌发的影响

Table 1 Effects of waste battery liquid on seed germination of soybean

浓度 Concentration/%	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination energy/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
0	95.00 ± 8.66 a	70.00 ± 7.50 a	13.94 ± 1.71 a	16.23 ± 1.78 a
10	88.33 ± 7.64 ab	63.33 ± 5.20 a	13.11 ± 0.67 a	15.91 ± 0.95 a
20	85.00 ± 6.61 abc	61.67 ± 2.89 a	12.33 ± 0.29 a	14.63 ± 0.66 a
30	76.67 ± 2.89 bc	45.00 ± 2.50 b	9.28 ± 1.14 b	11.22 ± 1.53 b
40	75.00 ± 5.00 c	30.67 ± 5.00 c	8.76 ± 0.69 b	10.69 ± 0.53 b

同列不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。下同。

Values within a column followed by different lowercase letters are significantly different at 0.05 probability level. The same below.

2.2 废电池液对大豆萌发期生长的影响

由表2可以看出,不同浓度废电池液对大豆种子的根长与下胚轴长的影响较明显。随着废电池液浓度增大,根长与下胚轴长逐渐缩短,其中,在10%浓度时废电池液胁迫对大豆种子萌发期根生长影响显著,而在20%浓度废电池液胁迫下,下胚轴长显著低于对照。表2还显示,根长抑制指数明显大于下胚轴长抑制指数。说明废电池液对根伸长生长的影响大于对下胚轴伸长生长的影响。

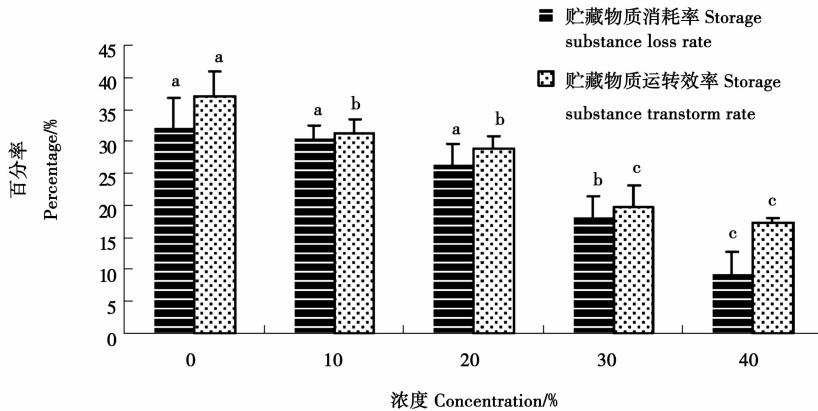
2.3 废电池液对大豆萌发期贮藏物质变化的影响

种子的贮藏物质主要包括淀粉、蛋白质和脂类,而大豆子叶的贮藏物质主要以蛋白质和脂肪为主。在种子萌发期间,其所需的养料和能量只能依靠其贮藏物质的转化和利用。图1显示,贮藏物质消耗率与运转效率随废电池液浓度升高而呈下降趋势,当废电池液浓度为10%时,贮藏物质运转效率显著下降,而当废电池液浓度为30%时,贮藏物质消耗率才显著减小。说明废电池液对贮藏物质运转效率的抑制作用明显大于消耗率。

表2 废电池液对大豆萌发期生长的影响

Table 2 Effects of waste battery liquid on growth of embryo during seed germination of soybean

浓度 Concentration/%	根长 Root length/cm	下胚轴长 Hypocotyl length/cm	根长抑制指数 Inhibition index of root/%	下胚轴长抑制指数 Inhibition index of hypocotyl/%
0	3.75 ± 0.14 a	4.55 ± 0.30 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
10	3.23 ± 0.38 b	4.53 ± 0.29 a	13.87 ± 7.11 b	0.43 ± 0.20 a
20	2.53 ± 0.16 c	3.95 ± 0.17 b	32.53 ± 1.93 c	13.19 ± 2.54 b
30	1.94 ± 0.14 d	3.20 ± 0.09 c	48.27 ± 2.16 d	29.67 ± 2.60 c
40	1.73 ± 0.08 d	2.88 ± 0.19 c	53.87 ± 0.99 d	36.70 ± 1.45 d



同一指标不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。

Values of the same index followed by different lowercase letters are significantly different at 0.05 probability level.

图1 废电池液对大豆萌发期贮藏物质变化的影响

Fig. 1 Effects of waste battery liquid on changes of storage substance during seed germination of soybean

3 结论与讨论

本试验研究结果表明,不同浓度的废电池液对大豆种子的萌发均表现为一定的抑制作用,浓度越高,抑制作用越大。对发芽势的影响高于对发芽率的影响,这与姚锦秋等^[5]的研究结果相同。在本试验中,废电池液胁迫显著抑制大豆种子发芽率的浓度为 30%,说明在废电池液胁迫下,大豆种子发芽率是一个相对不敏感的指标,这一点与有关文献^[10]的结论相似。

从试验结果可以看出,大豆种子根长与下胚轴长均随废电池液浓度增大而变短,当废电池液浓度达 10% 时,大豆种子根生长受到显著抑制,而当废电池液浓度达 20% 时,大豆种子下胚轴生长受到显著抑制,说明废电池液对根的抑制作用大于对下胚轴的作用,此结果与本课题组前期研究结果一致^[8],这是由于废电池液进入植物体后,其中的金属元素主要累积在根部^[11]。可见根长对废电池毒性较为敏感。

种子所需的养料和能量只能依靠其贮藏物质

的转化与利用,这些物质在种子萌发时首先水解成简单的营养物质,并运转到生长部位,作为构成新组织成分和产生能量的原料,为种子萌发提供必要条件^[12]。本试验结果表明,随着废电池液浓度的上升,贮藏物质消耗率,贮藏物质运转效率、根(下胚轴)生长呈下降趋势,而根(下胚轴)长抑制指数逐渐增大。推测此与胁迫条件下,种子贮藏物质分解降低,物质向外输送减少,导致根(下胚轴)所需物质匮乏,抑制指数升高有关。周青等研究发现,在种子萌发过程中,胚根(芽)生长对酸雨胁迫反应的敏感性大于贮藏物质消耗率和运转效率^[13]。本试验研究表明,在废电池液胁迫下,大豆种子贮藏物质运转效率及根长显著下降的浓度为 10%,下胚轴生长受到显著抑制的浓度为 20%,而贮藏物质消耗率显著降低的浓度为 30%,表明当废电池液浓度较低时,贮藏物质消耗率与对照间差异不显著,但贮藏物质运转效率与对照间差异显著。推测可能是植物在低浓度胁迫下,会引起一种应激反应,产生防护性生化反应,种子萌发代谢出现紊乱,贮藏物质主要用于受损胚细胞生理修复过程^[14-16],使贮藏物质消耗率降幅不明显,但贮藏物质运转效率降幅

明显,影响了根(下胚轴)生长;而在高浓度胁迫下,废电池液对抗氧化酶的破坏起主导作用,电池液中的重金属与酶蛋白中的 SH 结合形成螯合物,使得抗氧化酶结构改变,失去活性,导致电池液毒害产生的大量自由活性氧破坏膜结构,引起一系列生理生化紊乱,阻碍了贮藏物质正常的转化与利用,导致贮藏物质消耗率和运转效率均显著下降。在本试验中,贮藏物质运转效率是一个相对敏感的指标,而贮藏物质消耗率是一个相对不敏感的指标,这与周青等^[11]的研究不完全一致,可能是胁迫条件、作物品种及试验方法等条件不同所致。

参考文献

- [1] 周兆星. 废旧电池的回收利用技术分析[J]. 山东轻工业学院学报,2012,26(3):90-92. (Zhou Z X. Analysis on recycling of waste batteries [J]. Journal of Shandong Polytechnic University, 2012,26(3):90-92.)
- [2] Kofi Asante-Duah D. Hazardous waste risk assessment [M]. Florida: CRC Press, 1993:219-249.
- [3] 姚锦秋,王云,齐广,等. 废电池浸提液对小麦种子发芽影响的初步研究[J]. 内蒙古民族大学学报,2007,22(6):637-638,641. (Yao J Q, Wang Y, Qi G, et al. Preliminary study on the effect of waste battery extraneous-liquids on seeds germination of wheat [J]. Journal of Inner Mongolia University for Nationalities,2007,22(6):637-638,641.)
- [4] 纪秀娥,王红星,任帅,等. 水杨酸对废电池污染下玉米幼苗抗氧化系统的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(3):35-38. (Ji X E, Wang H X, Ren S, et al. Effects of salicylic acid on antioxidant system of maize polluted by used batteries [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences,2011,40(3):35-38.)
- [5] 关彩虹,吴昌,王学峰,等. 含砷毒剂降解产物三苯肿对大豆萌发及幼苗生长的影响[J]. 环境科学与管理,2012(9):1673-1212. (Guan C H, Wu C, Wang X F, et al. Impacts of triphenylarsine on soybean germination and seedling growth [J]. Environmental Science and Management,2012(9):1673-1212.)
- [6] 张大伟,杜翔宇,刘春燕,等. 低温胁迫对大豆萌发期生理指标的影响[J]. 大豆科学,2010,29(2):228-232. (Zhang D W, Du X Y, Liu C Y, et al. Effect of low-temperature stress on physiological indexes of soybean at germination stage [J]. Soybean Science, 2010,29(2):228-232.)
- [7] 赵红,林国卫,罗朝晖,等. 废电池浸出液对蚕豆种子萌发和根尖细胞有丝分裂的影响[J]. 亚热带植物科学,2011,40(4):52-55. (Zhao H, Lin G W, Luo Z H, et al. Effect of waste battery liquid on growth and cell division of pea seedlings [J]. Subtropical Plant Science, 2011,40(4):52-55.)
- [8] 赵红,林国卫,罗朝晖,等. 废电池液对豌豆幼苗生长和细胞分裂的影响[J]. 北方园艺,2013(23):47-49. (Zhao H, Lin G W, Luo Z H, et al. Effect of waste battery liquid on Vicia faba seed germination and the mitosis of root tip cells [J]. Northern Horticulture, 2013(23):47-49.)
- [9] 程昕昕,周毅,刘正. 甜玉米种子萌发过程中糖类物质转化动态变化分析[J]. 种子,2013,32(3):10-13. (Cheng X X, Zhou Y, Liu Z. Dynamic analysis of sugar metabolites in seed germination of sweet corn [J]. Seed, 2013,32(3):10-13.)
- [10] 刘宛,孙铁珩,周启星,等. 氯苯胁迫对大豆种子萌发的伤害[J]. 应用生态学报,2002,13(2):141-144. (Liu W, Sun T H, Zhou Q X, et al. Chlorobenzene-stressing injury of the germination of soybean seed [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002,13(2):141-144.)
- [11] 林匡飞,徐小清,郑利,等. Se 对小麦种子发芽与根伸长抑制的生态毒理效应[J]. 农业环境科学学报,2004,23(5):885-889. (Lin K F, Xu X Q, Zheng L, et al. Eco-toxicological effects of selenium on inhibition of seed germination and root elongation of wheat [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2004,23(5):885-889.)
- [12] Uniyal R C, Nautiyal A R. Seed germination and seedling extension growth in *Ougeinia dalbergioides* Benth. under water and salinity stress [J]. New Forests, 1998, 16: 265-272.
- [13] 周青,曾庆玲,黄晓华,等. 三类抗性种子萌发对酸雨胁迫响应[J]. 生态学报,2004,24(9):2029-2036. (Zhou Q, Zeng Q L, Huang X H, et al. Effects of acid rain on seed germination of various acid-fast plant [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004,24(9):2029-2036.)
- [14] 邱琳,周青. La(Ⅲ)对高粱种子萌发的影响[J]. 土壤通报,2009,40(3):653-655. (Qiu L, Zhou Q. Effects of soaking with La(Ⅲ) on seed germination of sorghum [J]. Chinese Journal of Soil Science,2009,40(3):653-655.)
- [15] 曾庆玲,张光生,沈东兴,等. 水稻与油菜种子萌发对酸雨的胁迫反应[J]. 农业环境科学学报,2004,23(5):921-925. (Zeng Q L, Zhang G S, Shen D X, et al. Effect of acid rain on germination of rice and rape [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2004,23(5):921-925.)
- [16] Zhou Q, Huang X H, Zhang Y, et al. Effect of cerium on seed germination under acid rain [J]. Journal of Rare Earths, 2002,18(4):298-300.