

安海梅,姚晓华. 2,4-D 预处理对久置青稞种子萌发、幼苗生长和生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):90-93.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.025

2,4-D 预处理对久置青稞种子萌发、 幼苗生长和生理特性的影响

安海梅¹,姚晓华²

(1. 青海省海北州农业科学研究所,青海海晏 810200;2. 青海大学农林科学院/青海省青稞遗传育种重点实验室/
青海青稞分中心/作物基因资源与种质创制青海科学观测试验站,青海西宁 810016)

摘要:为探讨外源植物生长素对久置青稞种子萌发和幼苗生长的调节作用,以常温放置 3 年和 5 年的青稞为材料,研究不同浓度(0.1~10.0 mg/L)的 2,4-二氯苯氧基乙酸(2,4-D)对其种子萌发及幼苗生长和生理特性的影响。结果表明,放置 3 年后青稞种子萌发率和生根率为 65%~70%,放置 5 年后仅为 50%~60%;适宜浓度的 2,4-D 处理对久置青稞种子萌发、幼苗生长及生理功能的改善均有一定程度的促进作用,其中 0.5 mg/L 的 2,4-D 对促进青稞种子萌发、幼苗生长及生理特性提高的效果最好,且与对照差异显著。可见,适当浓度的 2,4-D 处理不仅能显著促进青稞种子萌发和幼苗生长,而且能改善幼苗的生理功能,增强其生理特性。

关键词:青稞;2,4-D;种子萌发;幼苗生长;生理功能

中图分类号:S512.304.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)21-0090-04

青稞(*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.),属禾本科大麦属,在植物学上属于栽培大麦的变种,因其成熟时籽粒内外稃与颖果分离,籽粒裸露,故称裸大麦^[1]。青稞是青藏高原最具特色的高原农作物,是青藏高原极端环境条件下植物适应性进化的典型代表,在青藏高原地区的利用价值以及独特的营养结构和保健作用使其成为极具开发利用价值的高原特色农作物之一^[2]。但是由于受青稞的种植地域和面积的局限性,种植资源的更新速度缓慢,随着放置年限的增加,部分材料种子萌发力明显降低。

大量的研究表明,2,4-二氯苯氧基乙酸(2,4-D)处理可以促进种子萌发、加速根和芽的生长^[3]。本试验采用不同浓度的 2,4-D 对常温存储 3 年和 5 年的青稞种子进行预处理,探讨适宜青稞种子萌发和幼苗生长的 2,4-D 浓度,以期为提高青稞种子萌发率、成苗率和提高幼苗生长特性提供理论依据,同时也为 2,4-D 在青稞生产中的应用奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

2,4-二氯苯氧基乙酸(2,4-D)购自生工生物工程(上海)股份有限公司。供试的青稞材料为大麻青稞,来自甘肃省阿坝州。

收稿日期:2016-05-19

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-05);
国家自然科学基金(编号:31160284);青海省重大科技专项(编号:2016-NK-131)。

作者简介:安海梅(1971—),女,河南商丘人,高级农艺师,主要从事青稞遗传育种专业研究。E-mail:471685196@qq.com。

通信作者:姚晓华,硕士,副研究员,主要从事青稞遗传育种专业研究。E-mail:yaoxiaohua009@126.com。

1.2 材料处理及指标测定

1.2.1 种子萌发指标 精选饱满度一致且无病虫害的常温放置 3 年和 5 年的青稞种子,其发芽率、生根率仅为 60%~70%,50%~60%,而当年收获的种子的发芽率和生根率为 90%以上,为提高久置青稞种子的萌发能力,将放置 3 年和 5 年的青稞种子用清水浸泡 1 h,用 0.5%高锰酸钾消毒 30 min,清水洗净,将种子浸入不同浓度(0、0.1、0.5、1.0、5.0、10.0 mg/L)的 2,4-D 溶液后置于 4℃冰箱中 24 h。各取 30 粒种子播种于直径为 20 cm、铺有 3 层蒸馏水浸润滤纸的培养皿内,置于光照培养箱中催芽,温度为(25±1)℃,光照度为 2 000 lx,每天光照 14 h,每处理 3 次重复^[4]。前 2 d 每天向滤纸加蒸馏水数滴,以浸透滤纸并稍有剩余,尽量减少水份的变动。从种子置床之日起观察,以胚根和胚芽长度等于种子长度作为生根和发芽标准。将 3 个重复中最早有 1 粒种子发芽之日作为该处理发芽的开始期,以后每天定时记录发芽种子数,当连续 3 d 不再有种子发芽时作为发芽结束期。测定种子发芽率、生根率、发芽指数和活力指数^[5]。

1.2.2 幼苗生长指标 青稞种子置床第 3 天测定其根长、苗高和鲜质量,第 9 天取样测定生理生化指标,至少 3 次重复。蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G250 染色法测定^[6],叶绿素含量采用丙酮乙醇混合液法测定^[7]。

1.3 数据分析

数据用 Excel 和 Stst 2 进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 2,4-D 预处理对青稞生根率的影响

由图 1 可知,经 0.1~10.0 mg/L 的 2,4-D 预处理后种子生根率均比对照高,放置 3 年的青稞种子第 4 天其生根率分别比对照提高了 31.25%、50.00%、40.63%、34.38%、25.00%,第 8 天其生根率分别比对照提高了 12.50%、

25.00%、20.00%、10.00%、2.50%；放置 5 年的青稞种子第 4 天其生根率分别比对照提高了 26.67%、46.67%、36.67%、30.00%、20.00%，第 8 天其生根率分别比对照提高了 17.14%、31.43%、25.71%、14.29%、8.57%，且用 2,4-D 预

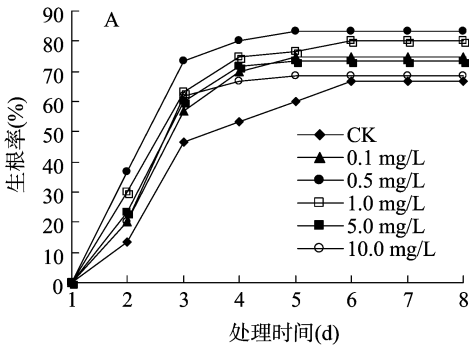


图1 2,4-D 预处理对放置 3 年(A)和 5 年(B)的青稞生根率的影响

2.2 2,4-D 预处理对青稞种子萌发的影响

2.2.1 2,4-D 预处理对青稞种子发芽率的影响 由图 2 可知,经 0.1~10.0 mg/L 的 2,4-D 预处理后种子发芽率均比对照高,放置 3 年的青稞种子第 4 天发芽率分别比对照提高了 17.86%、53.57%、39.29%、32.14%、28.57%,第 8 天生根率分别比对照提高了 17.95%、30.77%、20.25%、12.82%、7.69%；放置 5 年的青稞种子第 4 天发芽率分别比对照提高

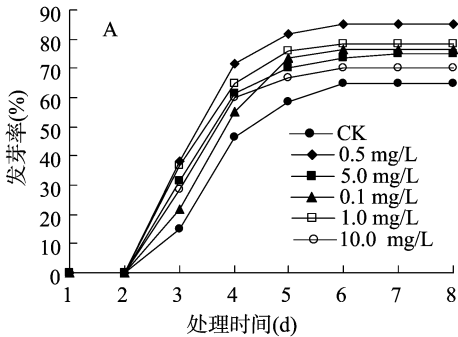


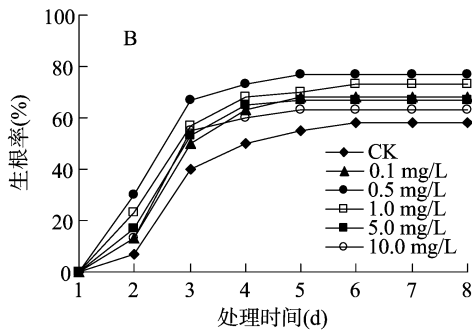
图2 2,4-D 预处理对放置 3 年 (A) 和 5 年 (B) 的青稞种子发芽率的影响

2.2.2 2,4-D 预处理对青稞种子活力指数和发芽指数的影响 由表 1 可以知,放置 5 年的青稞种子比放置 3 年的发芽指数和活力指数极显著减低,0.1~10.0 mg/L 的 2,4-D 预处理后种子的发芽指数和活力指数得到不同程度的提高,且呈先增加后降低的趋势,其中 0.5 mg/L 时处理效果最佳,发芽指数分别比对照提高了 48.24%、53.75%；活力指数分别比对照提高了 82.35%、43.56%，均与对照差异极显著 ($P < 0.01$)。可见,适当浓度的 2,4-D 预处理可以提高久置大麻青稞种子的发芽指数和活力指数。

2.3 2,4-D 预处理对青稞幼苗生长的影响

由表 2 可以知,放置 5 年的大麻青稞种子萌发后幼苗根长、苗高、根长/苗高和根冠比均比放置 3 年幼苗的缩短,经 0.1~10.0 mg/L 的 2,4-D 预处理后幼苗的根长缩短,放置 3 年的分别比对照降低了 9.88%、8.90%、11.53%、27.68%、28.83%，放置 5 年的分别比对照降低了 8.36%、17.07%、24.91%、35.37%、35.71%；苗高增加,放置 3 年的分别比对照增加了 5.64%、22.56%、28.57%、28.95%、30.45%，放置 5 年的分别比对照增加了 8.91%、21.71%、25.97%、28.29%、

处理不同收获年份的青稞种子均是 0.5 mg/L 处理效果最佳,与对照差异极显著 ($P < 0.01$)。可见,适当浓度的 2,4-D 预处理可以提高久置大麻青稞种子的生根率。



了 27.78%、72.22%、38.89%、16.67%、11.11%，第 8 天发芽率分别比对照提高了 15.63%、34.38%、21.88%、15.63%、9.38%，且用 2,4-D 预处理不同收获年份的青稞种子均是 0.5 mg/L 处理效果最佳,与对照差异极显著 ($P < 0.01$)。可见,适当浓度的 2,4-D 预处理可以提高久置大麻青稞种子的发芽率。

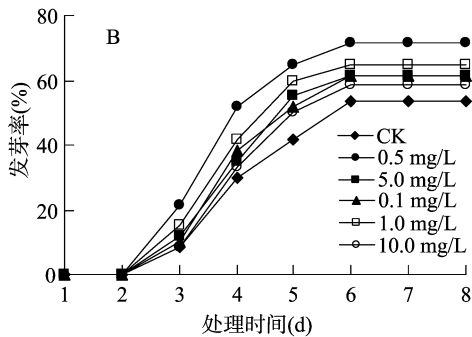


表 1 2,4-D 预处理对青稞种子发芽指数和活力指数的影响

2,4-D 浓度 (mg/L)	保存时间 (年)	发芽指数	活力指数
0	3	17.04 ± 0.590eE	45.15 ± 1.82eE
0	5	12.54 ± 0.377gG	33.72 ± 1.014fF
0.1	3	20.52 ± 0.931cdCD	59.92 ± 2.03dD
0.1	5	15.01 ± 0.343fEF	36.19 ± 0.826fF
0.5	3	25.26 ± 0.766aA	82.33 ± 2.50aA
0.5	5	19.28 ± 0.036dD	48.41 ± 0.091eE
1.0	3	23.37 ± 0.743bAB	75.25 ± 2.40bB
1.0	5	16.70 ± 0.366eE	45.75 ± 1.003eE
5.0	3	21.69 ± 1.120cBC	73.95 ± 3.82bBC
5.0	5	15.13 ± 0.508fEF	38.13 ± 1.279fF
10.0	3	20.46 ± 0.236cdCD	68.74 ± 0.790cC
10.0	5	13.94 ± 0.543fFG	34.14 ± 0.936fF

注:同列不同小写字母、大写字母分别表示处理间在 0.05、0.01 水平有显著差异。下表同。

31.01%；根长/苗高降低,放置 3 年的分别比对照降低了 17.32%、25.54%、30.30%、44.16%、45.89%，放置 5 年的分

别比对照降低了 15.70%、30.94%、40.36%、49.78%、51.12%；根冠比增加且呈现先增加后降低的趋势，放置 3 年的分别比对照增加了 10.33%、47.86%、27.71%、10.83%、9.57%，放置 5 年的分别比对照增加了 12.57%、43.98%、18.59%、9.69%、7.07%，且 0.5 mg/L 的 2,4-D 预处理比值最高，与对照差异极显著 ($P < 0.01$)。

表 2 2,4-D 预处理对青稞幼苗生长的影响

2,4-D 浓度 (mg/L)	保存时间 (年)	根长 (cm)	苗高 (cm)	根长/苗高	根冠比
0	3	6.07 ± 0.618aA	2.66 ± 0.401dC	2.31 ± 0.296aA	0.397 ± 0.043deC
0	5	5.74 ± 0.467abAB	2.58 ± 0.215dC	2.23 ± 0.142aA	0.382 ± 0.048eC
0.1	3	5.47 ± 0.435bcB	2.81 ± 0.191cCD	1.91 ± 0.344bB	0.438 ± 0.005BdeC
0.1	5	5.26 ± 0.337cBC	2.81 ± 0.191cCD	1.88 ± 0.188bB	0.430 ± 0.006deBC
0.5	3	5.53 ± 0.467bcB	3.26 ± 0.506aAB	1.72 ± 0.243bcBC	0.587 ± 0.019aA
0.5	5	4.76 ± 0.443dCD	3.14 ± 0.0.470abABC	1.54 ± 0.222cCD	0.550 ± 0.044abA
1.0	3	5.37 ± 0.658bcB	3.42 ± 0.505aA	1.61 ± 0.359cC	0.507 ± 0.004bc AB
1.0	5	4.31 ± 0.373eD	3.25 ± 0.264aAB	1.33 ± 0.161dDE	0.453 ± 0.007deBC
5.0	3	4.39 ± 0.242deD	3.43 ± 0.368aA	1.29 ± 0.172deDE	0.440 ± 0.004deBC
5.0	5	3.71 ± 0.425fE	3.31 ± 0.213aAB	1.12 ± 0.121eE	0.419 ± 0.021deBC
10.0	3	4.32 ± 0.220eD	3.47 ± 0.250aA	1.25 ± 0.090deE	0.435 ± 0.008deBC
10.0	5	3.69 ± 0.335fE	3.38 ± 0.132aA	1.09 ± 0.101eE	0.409 ± 0.031deC

2.4 2,4-D 预处理对青稞叶片蛋白质含量和叶绿素含量的影响

不同浓度的 2,4-D 预处理对放置 3 年和 5 年的大麻青稞幼苗叶片的可溶性蛋白含量产生了不同的影响(图 3-A)，可溶性蛋白含量随 2,4-D 浓度的升高呈先增加后降低的趋势，且随着放置时间的延长叶片可溶性蛋白质含量下降。放置 3 年后 0.1~10.0 mg/L 2,4-D 预处理的叶片可溶性蛋白质含量分别为对照的 1.85、1.94、1.40、1.34、1.14 倍；放置 5 年后 0.1~10.0 mg/L 2,4-D 预处理的叶片可溶性蛋白质含量分别为对照的 1.75、1.86、1.44、1.24、1.07 倍，其中 0.5 mg/L 的 2,4-D 处理叶片可溶性蛋白质含量最高，与对照

差异极显著 ($P < 0.01$)。不同浓度的 2,4-D 预处理对放置 3 年和 5 年的大麻青稞幼苗叶片叶绿素含量产生了不同的影响(图 3-B)，叶绿素含量随 2,4-D 浓度的升高呈先增加后降低的趋势，且随着放置时间的延长叶片可溶性蛋白质含量下降。放置 3 年后 0.1~10.0 mg/L 2,4-D 预处理的叶片叶绿素含量分别为对照的 1.24、1.32、1.09、1.01、0.93 倍；放置 5 年后 0.1~10.0 mg/L 2,4-D 预处理的叶片叶绿素含量分别为对照的 1.28、1.37、1.10、1.01、0.92 倍，其中 0.5 mg/L 的 2,4-D 处理叶片叶绿素含量最高，与对照差异极显著 ($P < 0.01$)。由此可以看出，适量浓度的 2,4-D 预处理可提高幼苗的可溶性蛋白质含量和叶绿素含量。

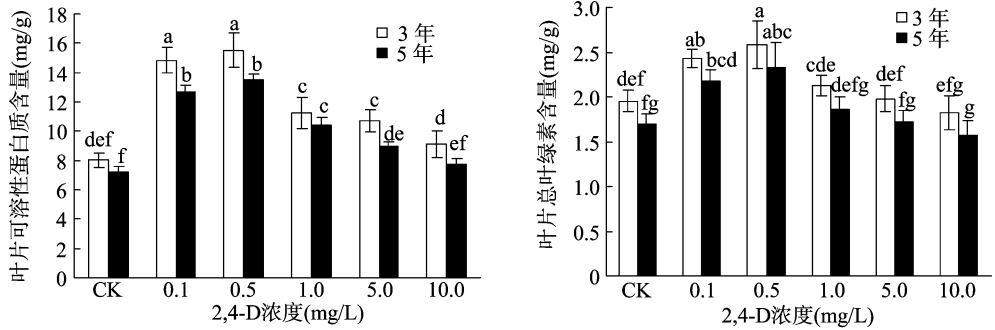


图3 不同浓度 2,4-D 预处理对叶片可溶性蛋白质含量 (A) 和叶绿素含量 (B) 的影响

3 讨论与结论

3.1 2,4-D 对青稞种子萌发的影响

2,4-D (2,4-二氯苯氧乙酸) 是一种高效的植物生长激素，可促进细胞生长与分化，加速根、芽伸长，促进果实形成与种子萌发，具有用量少、作用快、效果明显等特点^[8]。由于其原料丰富，生产过程简单，可以大量制造，因而在农业生产中已被广泛推广和应用^[9]。韩玉波等曾报道在较适宜的生长浓度范围内，2,4-D 表现出较强的促进作用，能促进小麦种子的萌发和细胞的分裂，超出一定浓度范围则表现为抑制作用^[10]；也有其他有关 2,4-D 对香瓜、黄瓜、羊草等种子萌发

影响的报道^[11-13]，都得出了类似的结论。在种质资源保存的过程中由于没有及时对品种进行更新，往往会导致种子萌发能力的下降。本研究结果表明，放置 3 年后大麻青稞种子发芽率为 65.00%，生根率 66.67%；放置 5 年后发芽率仅为 53.33%，生根率为 58.33%。利用适当浓度的 2,4-D 预处理后久置大麻青稞种子的发芽速度加快，可在较短的时间内迅速整齐发芽，但并未产生明显的抑制作用，原因可能是本研究 2,4-D 最高浓度设置较低。

3.2 2,4-D 对青稞幼苗生长和生理特性的影响

徐伟慧等研究发现，1 mg/L 2,4-D 促进西葫芦侧根大量萌发，主根变粗，根鲜质量显著高于对照，高浓度的 2,4-D

抑制了西葫芦的根长和根鲜质量,且根变得短缩畸形,浓度越高出现的畸形越多,而低浓度的 2,4-D 促进根生长^[3]。本研究结果表明,2,4-D 预处理久置的青稞种子,萌发的主根长度变短,变粗,鲜质量显著增加。岑爱华等用不同浓度的 2,4-D 溶液浸种处理早期生长的韭葱幼苗,结果表明,低浓度 2,4-D 对幼苗的生长有极显著的促进作用,而高浓度对幼苗的生长则产生了极显著抑制作用^[14]。本试验通过 24 h 系列浓度 2,4-D 预处理后,与对照相比,久置的大麻青稞苗高逐渐增加,根长/苗高逐渐降低,而根冠比均高于对照且呈先增加后降低的趋势,其中 0.5 mg/L 的 2,4-D 预处理根冠比最高,与对照差异极显著。

植物叶片的可溶性蛋白质主要是代谢过程中产生的相关酶,其含量的多少与叶片的代谢强弱有关^[15]。叶绿素则是绿色植物光合作用的主要色素,其含量的多少与植物的光合作用强度有密切联系,其变化能够准确反映植物在逆境下维持正常代谢的能力^[16-17]。本研究结果表明,经 0.1~5.0 mg/L 2,4-D 预处理的久置青稞种子幼苗叶片的可溶性蛋白质含量和叶绿素含量均有所上升,且 0.5 mg/L 处理上升幅度最高,与对照差异极显著;但经 10.0 mg/L 的 2,4-D 预处理后叶片可溶性蛋白质含量和叶绿素含量比对照有所下降,但两者差异不显著,原因可能是较高浓度的 2,4-D 会抑制叶片的生理生长,推测浓度再高可能会产出显著的抑制作用,这种抑制相当于一种逆境胁迫,植物在遭受逆境胁迫时,各种生理过程都会受到影响^[18-19],从而直接或间接地影响到蛋白质和叶绿素的含量^[20-21]。

本试验以放置 3 年和 5 年的种子萌发率不高的大麻青稞为材料,探讨了不同浓度 2,4-D 预处理对其种子萌发、幼苗生长和生理的影响。研究结果初步表明,适当浓度的 2,4-D 预处理能显著提高青稞幼苗地上部的生长,增加根质量,提高根冠比,增加叶片可溶性蛋白质和叶绿素的含量,从而改善幼苗的生理功能,增强其生理特性;较高浓度的 2,4-D 预处理可能会抑制幼苗的生长。该研究结果提示,一定浓度范围的 2,4-D 浸种可使休眠种子快速活化,提高种子繁育的效率和幼苗的生理特性,为 2,4-D 在农业生产中的广泛应用奠定了基础。

参考文献:

- [1] 郭本兆. 青海经济植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1987:701.
- [2] 臧靖巍,阚建全,陈宗道,等. 青稞的成分研究及其应用现状[J]. 中国食品添加剂,2004(4):43-46.
- [3] 徐伟慧,王志刚. 2,4-D 浸种对西葫芦种子萌发和幼苗生长的

- 影响[J]. 种子,2009,28(9):44-46.
- [4] 谢寅峰,姚晓华. 纳米 TiO₂ 对油松种子萌发及幼苗生长生理的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(10):2013-2018.
- [5] 武冲,仲崇禄,张勇,等. 聚乙二醇模拟干旱对三种木麻黄种子萌发的影响[J]. 中南林业科技大学学报(自然科学版),2011,31(2):22-26.
- [6] Bradford M M. Rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Anal Biochem,1976,72(S1/S2):248-251.
- [7] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [8] 潘瑞帜,董思得. 植物生理学[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社,1995:190-191.
- [9] 沈同,王镜岩. 生物化学[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,1990:466.
- [10] 韩玉波,张飞雄. 2,4-D 对小麦种子萌发和根尖细胞分裂的影响[J]. 首都师范大学学报(自然科学版),2003,24(1):64-65.
- [11] 邵红,刘虎虎,贺新,等. 2,4-D 对西瓜种子萌发特性的影响[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版),2007,25(1):143-144.
- [12] 杨文清,张颖,叶吉松,等. 2,4-D 包膜处理对黄瓜种子发芽、幼苗生长和生理特性的影响[J]. 种子,2007,26(1):43-45.
- [13] 刘彩红,李成云,朴光一,等. 2,4-二氯苯氧乙酸对不同羊草种子发芽特性的影响[J]. 东北农业大学学报,2011,42(12):125-129.
- [14] 岑爱华,耿红. 2,4-D 浸种处理对韭葱种子发芽和幼苗早期生长的影响[J]. 种子,2013,32(2):42-44.
- [15] 姚晓华,吴昆仑. PEG 预处理对青稞种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2012,32(7):1403-1411.
- [16] 孙涌栋,焦涛,姚连芳,等. 水分胁迫对黄瓜幼苗生理指标的影响[J]. 河北农业大学学报,2008,31(5):52-55.
- [17] 王宝山,赵可夫,邹琦. 作物耐盐机理研究进展及提高作物抗盐性的对策[J]. 植物学通报,1997(增刊1):25-30.
- [18] 李华丽,唐永金,曾峰. 高浓度铈胁迫对植物叶绿素荧光特性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):360-362.
- [19] 和华龙,黄华,薛建辉. 模拟酸雨和富营养化复合胁迫对水葫芦抗氧化酶的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):430-432.
- [20] 吴成龙,尹金来,徐阳春,等. 碱胁迫对菊芋幼苗生长及其光合作用和抗氧化作用的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(3):447-454.
- [21] 姜健,杨宝灵,封德全,等. 半海水筛选耐盐紫花苜蓿细胞系的生理特性分析[J]. 西北农业学报,2007,16(5):49-54.