

干旱胁迫对白菜型冬油菜幼苗生理及农艺性状的影响

苏银芬^{1,2}, 武军艳^{1,2}, 赵立群^{1,2}, 王文娟^{1,2}, 孙万仓^{1,2}

(1. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室, 甘肃兰州 730070)

摘要: 通过早棚盆栽试验, 以 4 个抗旱性不同的白菜型冬油菜品种陇油 6 号、陇油 7 号、天油 2 号、天油 4 号为材料, 用人工控制浇水的方法模拟干旱环境, 测定干旱胁迫对其生理生化指标、主要农艺性状的影响。结果表明, 随着干旱胁迫时间的延长, 4 个油菜品种的幼苗叶片叶绿素质量浓度呈现先增加后降低的趋势, 相对电导率增大, 根系的主根长、侧根数、根系干重、根冠比上升, 根系活力下降。干旱胁迫后, 抗旱性强的冬油菜品种陇油 7 号主根长, 侧根数多, 根干重较重, 根冠比大, 根系活力稳定; 弱抗旱冬油菜品种天油 2 号主根较短, 侧根数少, 根干重轻, 根冠比小, 根系活力变化幅度较大; 中抗旱冬油菜品种陇油 6 号、天油 4 号各指标居于陇油 7 号和天油 2 号之间。

关键词: 干旱胁迫; 白菜型冬油菜; 根系; 生理特性; 农艺性状

中图分类号: S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)03-0068-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.020

Effects of Drought Stress on Physiological and Agronomic Characters of *Brassica rapa* Seedlings

SU Yinfen^{1,2}, WU Junyan^{1,2}, ZHAO Liqun^{1,2}, WANG Wenjuan^{1,2}, SUN Wancang^{1,2}

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Key Lab of Crop Improvement Germplasm Enhancement, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Through a pot experiment, 4 *Brassica rapa* cultivars, Lonyou 6, Longyou 7, Tianyou 2 and Tianyou 4, with different drought resistance, were used as materials to measure the effects of drought stress on the main agronomic characters and physiological and biochemical indexes under the condition of simulated dry environment with artificial control of water. The results show that with the prolongation of the drought stress time the seedling leaf chlorophyll concentration of 4 *Brassica rapa* cultivars had a trend of increasing first and then decreasing, while relative electric conductivity increased, the taproot length, lateral root number, root dry weight and root cap ratio rose, and root activity decreased. After drought stress, Longan 7, with strong drought resistance, possessed long main root, more lateral roots, heavier root dry weight, larger root crown and stable root viability. Tianyou 2, with weak drought resistance, possessed shorter main root, less lateral roots, lighter root dry weight, smaller root crown, and the root activity varied greatly. The corresponding indexes of Lonyou 6 and Tianyou 4 were between Longyou 7 and Tianyou 2.

Key words: Drought stress; *Brassica rapa* L.; Root; Physiological characteristics; Agronomic characters

植物在生长发育的过程中会不可避免的遭到各种因素的胁迫, 包括生物和非生物胁迫, 使其生长发育被严重影响。而在所有的非生物胁迫中, 干旱被列入制约植物正常生长最明显最严重的非生物因素。在吸收水分和矿质元素的过程中根系

起到了主要作用, 其大小, 分布, 活力很大程度决定作物吸收的养分数量, 对作物的生长发育、品质、产量有很大的影响。根系的各种生理指标与作物的抗旱性密切相关, 因此可以通过研究根系的各生理指标来判断植物的抗旱能力。

收稿日期: 2017-09-04; 修订日期: 2017-12-25

基金项目: 甘肃农业大学省级大学生创新创业训练计划项目(201610733008)。

作者简介: 苏银芬(1995—), 女, 甘肃兰州人, 学士, 主要从事油菜的遗传育种工作。联系电话: (0)13919112712。E-mail: 1463596999@qq.com。

通信作者: 武军艳(1981—), 女, 甘肃白银人, 副教授, 博士, 主要从事油菜的遗传育种工作。E-mail: wujuny@gsau.edu.cn。

冬油菜已经成为北方地区主要的油料作物和生态作物,产量和含油量都高于胡麻和春油菜等其他油料作物^[1]。但是在中国北方地区,干旱成为油菜生产中的主要限制因素,严重影响油菜的产量和品质。国内外针对北方地区的小麦、玉米、油菜、花生等抗旱性进行了大量深入、全面的研究,培育了各种耐旱品种^[2-4]。我们在前人研究的基础上,以抗旱性不同的白菜型冬油菜品种陇油 6 号、陇油 7 号、天油 2 号、天油 4 号为试验材料,研究在正常供水和干旱胁迫后不同品种幼苗各种指标变化情况及其差异,以期为油菜抗旱品种的选育及抗旱性鉴定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验在甘肃农业大学试验地遮雨棚内进行。选用 4 个抗旱性不同的白菜型冬油菜品种,分别是陇油 6 号、陇油 7 号、天油 2 号、天油 4 号,均由甘肃农业大学农学院油菜育种实验室提供。

在前期的试验结果中,陇油 6 号、陇油 7 号、天油 2 号、天油 4 号苗期干旱胁迫后的成活率分别为 86.67%、93.33%、80.00%、73.33%。

1.2 试验设计

试验采用花盆(20 cm × 16 cm)种植,花盆中装满由各种营养土按比例混合而成的生长基质。取大小均匀、饱满、无病害的种子用于盆栽试验。每个品种播种 6 盆,每盆定苗 4 株,置于光照良好、通风的地方,每 2~3 d 浇水 1 次。待油菜幼苗长至 5~6 片真叶时搭棚,进行干旱胁迫处理,将每种材料随机分为两组,每组 3 盆,以正常浇水作为对照(CK),不浇水作为轻度(4 d)、中度(8 d)、重度(12 d)干旱胁迫,干旱胁迫第 4、8、12 天取样,放入冰箱中,在实验室中进行相关指标的测定。

1.3 测定指标与方法

叶绿素质量浓度测定采用分光光度法^[5],电导率测定采用浸泡法^[6]。主根长、侧根数采用常规方法测定。将采集的植株地上部与其对应的根系用自来水冲洗干净,再用蒸馏水冲洗,用滤纸充分吸干水分后称重,在 105 °C 烘干 30 min,然后在 85 °C 下烘干至恒重,选取 3 份称重,计算根冠比和根系干重。根系活力测定采用 TTC 法^[7]。

1.4 干旱胁迫过程中土壤水分质量分数的变化

干旱胁迫过程中土壤水分质量分数的变化趋势如图 1 所示。

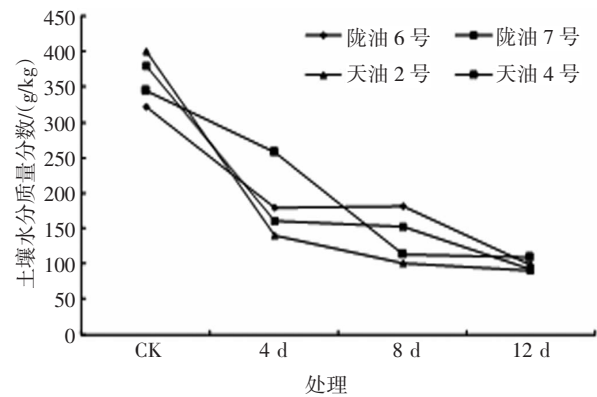


图 1 干旱胁迫过程中土壤水分质量分数的变化

1.5 数据处理

试验数据采用 Excel 进行分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对白菜型冬油菜叶绿素质量分数的影响

如图 2 所示,随着干旱胁迫的进行,油菜叶片中叶绿素质量分数均先增加后降低,且在干旱处理第 8 天达到最大值;第 8 天以后,对照与干旱胁迫处理下的叶绿素质量分数均开始下降,对照下降的缓慢,干旱胁迫处理下降迅速,并低于同时期的对照。说明当植物受到外界水分胁迫时,在一定范围的胁迫下,叶绿素的质量分数会有增加,但超过植物的耐旱范围后,叶绿素质量分数会快速下降,植物的光合作用会减弱。4 个油菜品种在相同的干旱处理下,叶绿素质量分数的变化量不同,陇油 7 号的变化幅度最小,陇油 6 号及天油 4 号次之,天油 2 号相对于其它 3 个品种的变化幅度最大。

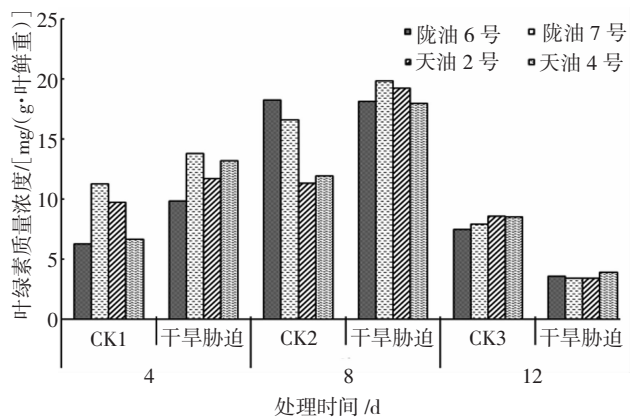


图 2 干旱胁迫对白菜型冬油菜品种叶绿素质量分数的影响

2.2 干旱胁迫对电导率的影响

在干旱胁迫的过程中,细胞膜受到了破坏,

导致膜的透过性增大，引起细胞内的电解质向外渗透，从而使电导率增大。试验结果(图3)表明，随着干旱胁迫的持续进行，对照及干旱处理过的4个油菜品种的电导率均呈现增加的趋势，干旱程度不同，增加幅度有所不同。在4~8 d干旱胁迫下，电导率快速增加。随后电导率缓慢增大，陇油6号，陇油7号增加的幅度较小，即其细胞膜损伤程度较小，抗干旱能力强；相反，天油2号、天油4号电导率的变化幅度较大，细胞膜损伤程度较大，抗干旱能力较弱。

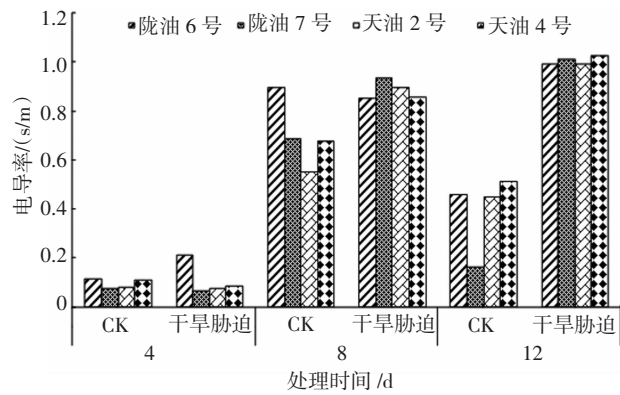


图3 干旱胁迫对白菜型冬油菜品种电导率的影响

2.3 干旱胁迫对主根长、侧根数、根系干重的影响

从图4可以看出，在干旱胁迫下，4个油菜品种的主根长度、侧根数、根系干重均高于正常浇水，且各个油菜品种增加的幅度不同。对于根长的分析表明，陇油6号、陇油7、天油4号增加的幅度相对于天油2号大，对侧根数、根系干重的分析得出了同样的结论。即土壤水分不足严重影响根系生长，同时土壤水分变化时根系又能够快速做出反应，使根系向纵深方向发展，以寻求更多的水分，所以根系伸长，根系分枝增加。另一

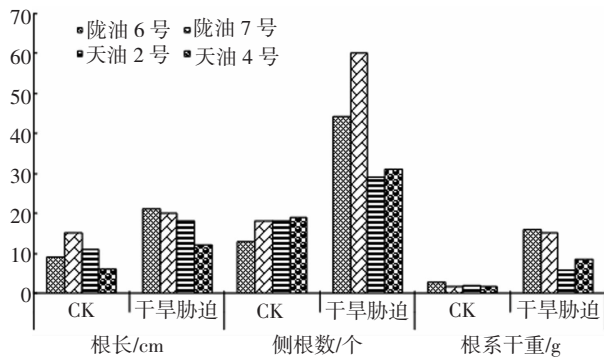


图4 干旱胁迫对白菜型冬油菜品种主根长、侧根数、根系干重的影响

方面，当土壤水分质量分数不能满足作物正常生长时，作物为了自身的需求，就会将地上部的同化物向根部运输，使作物将有限的同化物分配到可吸收水分最多的地方，因而根系生长加快，地上部的生长明显受到抑制，使根冠比增大，根系干重增加^[8]。

2.4 干旱胁迫对根冠比的影响

根冠比可以反映出干旱胁迫下植物地下部分与地上部分之间的协同生长情况。从图5可以看出，干旱胁迫下4个油菜品种的根冠比明显高于正常浇水(CK)，根冠比在2:1左右，CK条件下的根冠比在1:2左右；陇油6号的根冠比最高，其次为陇油7号，天油2号的最小。这是因为虽然对土壤水分进行人工控制，但是土壤本身也会存在一定的水分，所以相对于地上部分的枝叶来说，根系在一定胁迫下不易缺水。但植物枝叶主要的水分来源是根系，而且枝叶需要进行大量的蒸腾，导致枝叶的水分大量缺失，造成地上部的不正常生长，所以干旱对根系的伤害低于对枝叶的伤害。因此，在干旱胁迫下根冠比增大，根冠比大的植物抗旱性强。

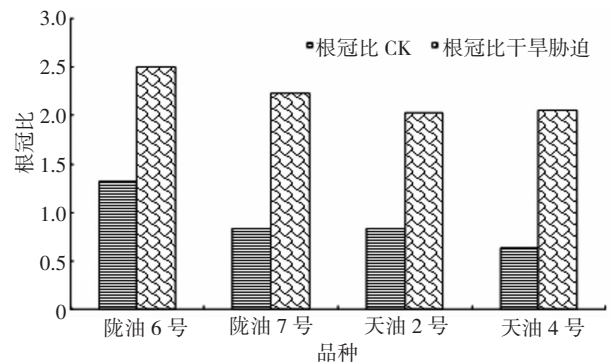


图5 干旱胁迫对白菜型冬油菜品种根冠比的影响

2.5 干旱胁迫对根系活力的影响

从图6可以看出，干旱胁迫处理后，4个白菜型冬油菜品种的根系活力均有所下降，但下降的幅度不同，下降幅度由大到小依次表现为天油2

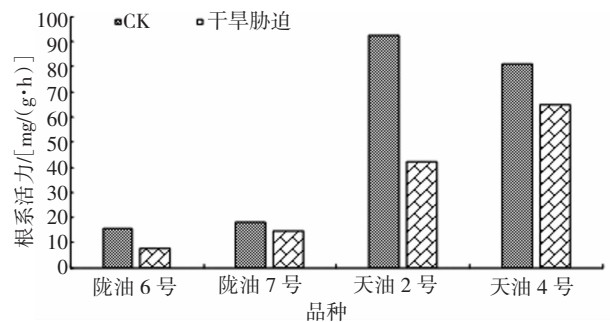


图6 干旱胁迫对白菜型冬油菜品种根系活力的影响

号、天油4号、陇油6号、陇油7号。抗旱品种根系活力受干旱胁迫的影响比不抗旱、弱抗旱品种小^[9]，所以，随着土壤水分的不足，陇油7号、陇油6号抗缺水的能力较天油4号、天油2号强。

3 结论与讨论

通过旱棚盆栽试验，对陇油6号、陇油7号、天油2号、天油4号等4个抗旱性不同的白菜型冬油菜品种采用人工控制浇水的方法模拟干旱环境，分别测定干旱胁迫对其生理生化指标、主要农艺性状影响。结果表明，随着干旱胁迫时间的延长，油菜幼苗叶片中叶绿素质量分数呈现先增加后降低的趋势，相对电导率增大，根系的主根长、侧根数、根系干重、根冠比上升，根系活力下降。干旱胁迫后，抗旱性强的冬油菜品种陇油7号，主根长，侧根数多，根干重较重，根冠比大，根系活力稳定；弱抗旱冬油菜品种天油2号主根较短，侧根数少，根干重轻，根冠比小，根系活力变化幅度较大；中抗旱冬油菜品种陇油6号、天油4号，各指标居于陇油7号和天油2号之间。

植物光合作用的强弱主要取决于叶绿素质量分数的高低，叶绿素在一定程度上可以影响植物光和能力的大小，同时间接反映植物抵抗逆境的能力^[9]。在干旱胁迫条件下，叶绿素质量分数的变化能够反映植物在逆境下维持正常代谢的能力和抗旱性^[10-14]。在轻度干旱的处理下叶绿素质量分数增加，是因为在干旱胁迫的影响下促进了叶片对水分的吸收以及叶绿素的合成。邹春静等^[15]研究表明，叶绿素质量分数的变化与植物对环境因子的补偿和超补偿效应有关。而当干旱胁迫达到重度的情况下，叶绿素质量分数下降，主要是因为土壤水分的缺失超出了植物能够耐旱的范围，引起植物生理生化机理的改变，导致叶绿素的合成受阻且降解加快^[16]。本试验也得出相似的结论：随着干旱胁迫程度的加深，叶绿素质量分数先上升后下降，说明油菜幼苗对干旱有一定的耐受能力，但超过其耐受能力，就会大大抑制叶片的光和潜能。从试验数据中可以看出，叶绿素变化量从小到大依次为陇油7号、陇油6号、天油4号、天油2号，变化幅度小说明干旱对其影响也越小，抗旱性也就越强。

植物内部与外界环境之间发生物质交换的通道是原生质膜。在土壤水分能够满足植物正常生长的情况下，原生质膜对物质具有选择透过性，

细胞内的溶液浓度与土壤中的溶液浓度保持平衡状态，作物根据需要会正常交换；但当植物受到干旱胁迫的影响时，细胞内的溶液浓度小于土壤中的溶液浓度，细胞失水，细胞膜被破坏，膜的透过性增大，从而使细胞内的电解质外渗，电导率增大^[17]。本研究也得出了相似的结论，随着干旱胁迫的进行，4个油菜品种的相对电导率都增大，但品种间的抗旱性不同。陇油7号相对电导率增大的幅度低于其余品种，而天油2号的高于其余品种。可见，就相对电导率的作用而言，陇油7号的抗旱性最强，天油2号的抗旱性最弱。

在干旱胁迫下，根系是最先感知胁迫的器官，在第一时间会启动一系列植物自身的抗旱响应机制，同时根系自身也会由于缺水而导致根系活力的改变。短期的干旱胁迫可以有效的提高根系活力，但是随着干旱胁迫时间的延长以及程度的加深，根系呼吸明显减弱，ATP供应不足，导致根系活力大大降低^[18-22]。在水分胁迫下，植物能够保持较高的根系活力也是植物抗旱性强的表现。本研究表明，随着干旱胁迫程度的加剧根系活力逐渐降低，且下降幅度不断增大，品种的抗旱性不同，减小的幅度也不同，具体表现为干旱条件下抗旱品种根系活力受干旱胁迫的影响较不抗旱、弱抗旱品种小。因此，可将干旱条件下幼苗的根系活力作为白菜型冬油菜抗旱性筛选的指标之一。

参考文献：

- [1] 张鹏飞, 武军艳, 孙万仓, 等. 干旱胁迫对白菜型冬油菜苗期生理特性的影响[J]. 西北农业学报, 2015(2): 84-90.
- [2] 闫志佩. 小麦抗旱性生理特性研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2005(17): 92-93.
- [3] 王家顺, 李志友. 干旱胁迫对茶树根系形态特征的影响[J]. 河南农业科学, 2011(9): 55-57.
- [4] 尚晓颖, 刘化冰, 张小全, 等. 干旱胁迫对不同烤烟品种根系生长和生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2010(2): 357-361.
- [5] 赵光毅, 侯梁宇. 不同种衣剂对玉米种子活力及苗期生理活性的影响[J]. 甘肃农业科技, 2015(12): 34-37.
- [6] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 163-170.
- [7] 胡荣海. 农作物抗旱鉴定方法和指标[J]. 作物品种资源, 1986(4): 36-39.
- [8] 季永辉. 灌溉对玉米根系生长和分布的影响[J]. 新农村, 2013(18): 31-32.

平凉市旱作区马铃薯黑色全膜垄作侧播栽培技术

郭轶琴

(甘肃省平凉市农业技术推广站, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 从选茬整地、种薯选择及处理、合理施肥、起垄覆膜、适时播种、田间管理、病虫害防治、收获贮藏等方面总结了平凉市旱作区马铃薯黑色全膜垄作侧播栽培技术。

关键词: 马铃薯; 黑色全膜; 垄作侧播; 旱作区; 平凉市

中图分类号: S532

文献标志码: B

文章编号: 1001-1463(2018)03-0072-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.021

平凉市位于甘肃省东部, 属西北黄土高原丘陵沟壑区, 马铃薯近年播种面积稳定在 6.7 万 hm^2 以上, 面积仅次于小麦、玉米。近年来, 平凉市在试验示范的基础上, 大面积推广了马铃薯黑色全膜垄作侧播高产栽培技术, 取得了显著的经济、社会、生态效益, 向马铃薯主粮化发展迈进了坚实的一步。2016 年鲜薯产量 3.64 万 kg/hm^2 , 示范推广面积达到 4.86 万 hm^2 , 总产量达到 177 085.0 万 kg , 总增产量 13 258.7 万 kg , 总增产值 15 910.4

万元(马铃薯按 1.2 元/ kg 计算)。

1 选茬整地

选择地势平坦、土壤肥沃、土层深厚、土质疏松、肥力中上的梯田、沟坝、缓坡($<15^\circ$)地。实行 3 a 以上的轮作方式, 前茬以小麦、玉米、豆类为宜。前茬收获后及时深耕灭茬, 耕深 25 cm 以上。耕后及时耙耱蓄墒, 做到地面平整, 土壤细绵无坷垃, 无前作根茬, 为起垄覆膜创造良好的条件。

收稿日期: 2017-09-26

作者简介: 郭轶琴(1977—), 女, 甘肃灵台人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18193330778。E-mail: plshnjzh@163.com。

- [9] ZHANG J X, KIRKHAM M B. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seeding[J]. *New Phytologist*, 1996, 132: 115-123.
- [10] 汪本福, 黄金鹏, 杨晓龙, 等. 干旱胁迫抑制作物光合作用机理研究进展[J]. *湖北农林科技*, 2014(23): 5628-5632.
- [11] 董守坤, 赵坤, 刘丽君, 等. 干旱胁迫对春大豆叶绿素含量和根系活力的影响[J]. *大豆科学*, 2011(6): 949-953.
- [12] 张明生, 谈锋. 水分胁迫下甘薯叶绿素 a/b 比值的变化及其与抗旱性的关系[J]. *种子*, 2001(4): 23-25.
- [13] 陆祈华, 叶春海, 孙光明. 干旱胁迫下菠萝苗期叶绿素含量变化研究[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(8): 3972-3973.
- [14] 华春, 王仁雷. 盐胁迫对水稻叶片光和效率和叶绿体超显微结构的影响[J]. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 2004, 35(1): 27-31.
- [15] 邹春静, 韩士杰, 徐文译, 等. 沙地云杉生态型对干旱胁迫的生理生态响应[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(9): 1446-1450.
- [16] 黄乘建, 赵思毅, 王龙昌, 等. 干旱胁迫对苜蓿叶绿素含量的影响[J]. *中国麻业科学*, 2012(5): 208-212.
- [17] 王存纲, 郭丽. 水分胁迫对大岩桐生理生化指标的影响[J]. *浙江农业科学*, 2013(1): 35-37.
- [18] 严自斌. 土壤水分胁迫对白菜型油菜根系发育的影响[J]. *种子*, 2013(12): 35-36; 42.
- [19] 王德权, 周宇飞, 陆璋鑫, 等. 水分胁迫下持绿性玉米根系形态及根系活力的研究[J]. *玉米科学*, 2012, 20(5): 84-87.
- [20] 王晓琴, 袁继超, 柯永培, 等. 渗透胁迫对玉米幼苗根系活力和 K^+ 吸收动力学特征的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2005, 11(1): 27-32.
- [21] 徐兴友, 张凤娟, 龙茹, 等. 6 种野生耐旱花卉幼苗叶片脱水和根系含水量与根系活力对干旱胁迫的反应[J]. *水土保持学报*, 2007, 21(1): 180-184.
- [22] 李志宇. 干旱胁迫对不同抗旱性陆稻幼苗根系活力的影响[J]. *中国农业信息*, 2014(11): 23-24.

(本文责编: 郑立龙)