

干旱胁迫下杂草稻和栽培稻种子萌发及 幼苗根的部分生长和生理生化指标的比较

徐珂珂, 李新月, 鲁 焕, 强 胜^①

(南京农业大学 杂草研究室, 江苏 南京 210095)

摘要: 对质量体积分数 15% 聚乙二醇 6000 模拟干旱胁迫下江苏泰州和广东茂名的杂草稻 (*Oryza sativa* f. *spontanea* Roschev.) 和栽培稻 (*O. sativa* Linn.) 的种子萌发及幼苗根的部分生长和生理生化指标的相对值进行比较。结果表明: 总体来看, 干旱胁迫下 4 个材料种子萌发指标的相对值低于 100%, 且同一产地杂草稻和栽培稻间的指标差异不显著。除相对根表面积外, 干旱胁迫下 4 个材料其他根生长和生理生化指标的相对值基本上高于 100%, 且同一产地杂草稻和栽培稻间的多数指标差异显著。研究结果显示: 干旱胁迫下, 杂草稻和栽培稻的种子萌发受到抑制, 但根的生长和生理生化指标总体上不同程度升高; 与栽培稻相比, 杂草稻的种子萌发无明显优势, 但幼苗根的生长和生理生化指标差异明显。

关键词: 杂草稻; 栽培稻; 干旱胁迫; 种子萌发; 根

中图分类号: Q945.78; Q948.112+.3; S511 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2022)01-0086-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2022.01.11

Comparison on seed germination and some growth and physiological and biochemical indexes of roots of seedlings of *Oryza sativa* f. *spontanea* and *O. sativa* under drought stress XU Keke, LI Xinyue, LU Huan, QIANG Sheng^① (Weed Research Laboratory, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2022, 31(1): 86-88

Abstract: The relative values of seed germination and some growth and physiological and biochemical indexes of roots of seedlings of *Oryza sativa* f. *spontanea* Roschev. and *O. sativa* Linn. from Taizhou of Jiangsu and Maoming of Guangdong were compared under drought stress simulated by polyethylene glycol 6000 with mass volume ratio of 15%. The results show that, in general, the relative values of seed germination indexes of four materials under drought stress are lower than 100%, and the differences in indexes between *O. sativa* f. *spontanea* and *O. sativa* from the same locality are not significant. Except for relative root surface area, the relative values of other growth and physiological and biochemical indexes of roots of four materials under drought stress are basically higher than 100%, but the differences in most indexes between *O. sativa* f. *spontanea* and *O. sativa* from the same locality are significant. It is suggested that, under drought stress, the seed germination of *O. sativa* f. *spontanea* and *O. sativa* are constrained, but the growth and physiological and biochemical indexes of roots increase generally to different degrees; compared with *O. sativa*, the seed germination of *O. sativa* f. *spontanea* has no evident dominance, but there are evident differences in growth and physiological and biochemical indexes of roots of its seedling.

Key words: *Oryza sativa* f. *spontanea* Roschev.; *O. sativa* Linn.; drought stress; seed germination; root

杂草稻 (*Oryza sativa* f. *spontanea* Roschev.) 是稻田内或稻田周边耕地中伴随栽培稻 (*O. sativa* Linn.) 生长的一种杂草^[1], 适应能力极强, 具有耐深播、耐低温、耐盐、耐旱、耐重金属、耐酸碱和抗病等耐逆性^[2,3]。

植物的根不仅能够参与植株生长和产量形成, 而且是植物感受土壤逆境信号的首要部位和敏感器官^[4]。根对于干旱胁迫的响应直接关系到植物的生存状况和竞争能力, 植物可通

过积累脯氨酸、酰胺和甜菜碱等有机物来调节渗透压^[3,5-7], 产生的硝酸还原酶^[8]和抗氧化酶^[9]均有利于植物在胁迫环境中生长。

本研究以江苏泰州和广东茂名的杂草稻和栽培稻为研究对象, 对于干旱胁迫下 2 个地区杂草稻和栽培稻的种子萌发和幼苗根的部分生长和生理生化指标的差异进行了比较, 以期明确杂草稻和栽培稻的抗旱性差异提供基础资料。

收稿日期: 2021-05-26

基金项目: 海南省重大科技计划资助项目 (ZDKJ2020002); 国家转基因生物新品种培育科技重大专项 (2016ZX08012005-006); 国家自然科学基金资助项目 (31270579)

作者简介: 徐珂珂 (1995—), 女, 山西晋城人, 硕士研究生, 主要从事杂草生物学方面的研究。

^①通信作者 E-mail: wrl@njau.edu.cn

引用格式: 徐珂珂, 李新月, 鲁 焕, 等. 干旱胁迫下杂草稻和栽培稻种子萌发及幼苗根的部分生长和生理生化指标的比较[J]. 植物资源与环境学报, 2022, 31(1): 86-88.

1 材料和方法

1.1 材料

实验使用的杂草稻和栽培稻均来自江苏泰州(东经 119°55'09.8"、北纬 32°29'27.6")和广东茂名(东经 110°55'31.8"、北纬 21°39'46.8")。于 2018 年 10 月分别在当地田间采集杂草稻和栽培稻成熟种子。实验种子为采集的田间种子在南京农业大学白马基地试验田播种后获得的 2 代成熟种子。于 2020 年 8 月在光照培养箱中进行胁迫实验。

1.2 方法

1.2.1 种子萌发干旱胁迫实验 每个材料均选取成熟、饱满的种子,去离子水冲洗 3 次后,用体积分数 10% NaClO 消毒 10 min;无菌水清洗 5 次,并吸干表面水分。在每个培养皿中均匀放置 30 粒种子,用质量体积分数 15% 聚乙二醇 6000(用去离子水配制)模拟干旱胁迫,以去离子水为对照(CK)。每个材料 3 个培养皿,视为 3 个重复。培养条件为温度 28 °C、光照时间 12 h · d⁻¹。实验期间,每天补充 5 mL 相应溶液,每 12 h 改变 1 次培养皿位置。以胚根长达到种子长度的一半作为发芽标准^[10],统计每日发芽种子数,连续统计 10 d。种子萌发 10 d,在每个培养皿中随机选取 5 株幼苗,用游标卡尺(精度 0.1 mm)分别测量胚根和胚芽的长度。参照文献[11]计算种子的相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长和相对胚芽长。

1.2.2 幼苗干旱胁迫实验及相关指标测定 每个材料挑选 120 株长势基本一致的二叶期幼苗,平均分成 6 组,每组 20 株。其中 3 组用 1/2 木村 B 培养液(pH 6.8)培养,即对照组;另外 3 组用含有质量体积分数 15% 聚乙二醇 6000 的 1/2 木村

B 培养液(pH 6.8)培养,即干旱胁迫处理组。培养条件为温度 28 °C、光照时间 12 h · d⁻¹。胁迫 48 h 后,每组随机选取 10 株幼苗,用蒸馏水洗净,统计单株幼苗的根数,用直尺(精度 1 mm)测量最长根的长度(根长)和除去最长根外 3 条长的不定根的均长(3 条不定根均长)。单株拍照后用 Image J v1.8.0 软件测量根表面积。根据测量结果计算各指标的相对值,即干旱胁迫处理组与对照组的比值。

根的生长指标测量完毕后,每个材料处理组和对照组的 3 组分别称取 0.5 g 新鲜根,用植物根系(脱氢酶)活力检测试剂盒(上海源叶生物科技有限公司)测定根系活力,用南京建成生物工程研究所生产的相应试剂盒测定根的脯氨酸含量、硝酸还原酶活性、超氧化物歧化酶活性和过氧化物酶活性。各指标均重复检测 4 次,根据检测结果计算各指标的相对值,即干旱胁迫处理组与对照组的比值。

1.3 数据处理与分析

采用 SPSS 17.0 统计分析软件对相关指标进行差异显著性分析。

2 结果和分析

2.1 干旱胁迫下杂草稻和栽培稻种子萌发指标的比较

实验结果(表 1)表明:干旱胁迫下供试 4 个材料 5 个种子萌发指标的相对值基本上低于 100%。其中,相对发芽率和相对发芽指数基本在 90% 以上,相对活力指数和相对胚根长多为 70%~90%,而相对胚芽长基本为 40%~50%。干旱胁迫下 4 个材料间的相对发芽率和相对发芽指数差异不显著;同一产地的杂草稻和栽培稻间的相对活力指数差异不显著,但江苏泰州的栽培稻(TZ-R)的相对活力指数显著($p < 0.05$)高于广

表 1 干旱胁迫下杂草稻和栽培稻种子萌发及幼苗根的部分生长和生理生化指标的比较($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

Table 1 Comparison on seed germination and some growth and physiological and biochemical indexes of roots of seedlings of *Oryza sativa* f. *spontanea* Roschev. and *O. sativa* Linn. under drought stress ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

材料 ²⁾ Material ²⁾	相对发芽率/% Relative germination rate	相对发芽指数/% Relative germination index	相对活力指数/% Relative vigor index	相对胚根长/% Relative radicle length	相对胚芽长/% Relative plumule length	相对根长/% Relative root length	相对根数/% Relative root number
TZ-WR	97.73±2.27a	89.71±2.05a	84.50±0.31ab	93.99±1.83b	42.26±2.51b	103.31±3.23ab	104.76±11.10a
TZ-R	96.30±0.58a	93.87±6.77a	98.00±4.27a	105.20±3.08a	44.25±2.26b	109.18±2.54a	94.83±12.20a
MM-WR	97.78±2.22a	95.94±9.40a	77.59±7.18b	81.18±2.28c	47.57±2.59b	96.38±3.03b	96.77±7.60a
MM-R	101.15±2.30a	92.26±6.58a	72.18±4.61b	78.40±2.75c	73.05±1.68a	108.77±2.21a	105.19±14.29a
材料 ²⁾ Material ²⁾	相对根表面积/% Relative root surface area	相对 3 条不定根均长/% Relative average length of 3 adventitious roots	相对根系活力/% Relative root activity	相对脯氨酸含量/% Relative proline content	相对硝酸还原酶活性/% Relative nitrate reductase activity	相对超氧化物歧化酶活性/% Relative superoxide dismutase activity	相对过氧化物酶活性/% Relative peroxidase activity
TZ-WR	95.78±3.13b	102.26±3.19ab	132.83±1.85a	177.00±5.46c	149.09±32.33c	152.46±9.48c	352.82±25.20ab
TZ-R	70.86±1.47c	107.74±5.46a	109.48±3.25b	334.30±3.19a	178.79±23.05b	162.40±18.56c	276.40±16.00c
MM-WR	104.37±1.66a	90.50±6.22b	117.58±2.92b	143.51±3.95d	186.36±10.37a	191.10±12.98b	373.06±3.63a
MM-R	89.18±2.42b	110.32±3.95a	113.27±1.92b	298.11±6.22b	124.85±38.65d	246.22±12.92a	306.00±18.56bc

¹⁾ 同列中不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant ($p < 0.05$) difference.

²⁾ TZ-WR: 来自江苏泰州的杂草稻 *Oryza sativa* f. *spontanea* Roschev. from Taizhou of Jiangsu; TZ-R: 来自江苏泰州的栽培稻 *O. sativa* Linn. from Taizhou of Jiangsu; MM-WR: 来自广东茂名的杂草稻 *O. sativa* f. *spontanea* from Maoming of Guangdong; MM-R: 来自广东茂名的栽培稻 *O. sativa* from Maoming of Guangdong.

东茂名的杂草稻(MM-WR)和栽培稻(MM-R);MM-WR和MM-R间的相对胚根长差异不显著,但与江苏泰州的杂草稻(TZ-WR)和TZ-R间差异显著;MM-R的相对胚芽长最大(73.05%),显著高于其他3个材料。

2.2 干旱胁迫下杂草稻和栽培稻幼苗根的部分生长及生理生化指标的比较

实验结果(表1)表明:除相对根表面积外,干旱胁迫下供试4个材料幼苗根其他指标的相对值基本上高于100%。同一产地杂草稻的相对根长、相对3条不定根均长、相对脯氨酸含量和相对超氧化物歧化酶活性均低于栽培稻,且MM-WR的这4个指标均显著($p < 0.05$)低于MM-R;4个材料间的相对根数差异不显著;同一产地杂草稻的相对根表面积、相对根系活力和相对过氧化物酶活性基本上显著高于栽培稻;TZ-WR的硝酸还原酶活性显著低于TZ-R,而MM-WR的硝酸还原酶活性却显著高于MM-R。

3 讨 论

本研究结果显示:供试4个材料种子萌发指标的相对值基本上均低于100%,尤其是相对胚芽长,多在50%以下;同一产地杂草稻和栽培稻间的种子萌发指标基本上无显著差异。说明干旱胁迫可抑制杂草稻和栽培稻种子萌发,且对胚芽长的抑制作用尤为明显。并且,与栽培稻相比,干旱胁迫下同一产地杂草稻的种子萌发并未表现出明显优势。除广东茂名的杂草稻外,干旱胁迫下其他3个材料的相对根长和相对3条不定根均长均高于100%,说明干旱胁迫可促进杂草稻和栽培稻根的伸长生长,这可能是干旱胁迫下植株为了吸收更深层土壤的水分而产生的适应性变化^[3]。值得注意的是,同一产地杂草稻的相对根表面积显著高于栽培稻,说明在干旱胁迫下,杂草稻的根可通过增大根表面积来提高根的吸水能力^[3]。干旱胁迫下,4个材料根各生理生化指标的相对值均高于100%,但是,同一产地杂草稻的相对脯氨酸含量和相对超氧化物歧化酶活性基本上显著低于栽培稻,而相对过氧化物酶活性却显著高于栽培稻,说明杂草稻和栽培稻抵御干旱胁迫的生理机制可能存在差异。另外,江苏泰州的杂草稻硝酸还原酶活性显著低于栽培稻,而广东茂名的杂草稻硝酸还原酶活性却显著高于栽培稻,说明不同产地杂草稻的根在干旱胁迫下对硝态氮的吸收利用率存在明显差异^[3]。

综上所述,干旱胁迫下,杂草稻和栽培稻的种子萌发受到一定的抑制,但幼苗根的生长和生理生化指标基本上升高,仅升高幅度不同。与栽培稻相比,杂草稻的种子萌发无明显优势,幼苗根的生长和生理生化指标差异明显。后续应开展杂草稻和栽培稻不同干旱胁迫水平和胁迫时间的差异分析,以期系统地探明杂草稻的抗旱能力,为水稻抗旱性杂交育种亲本选择提供备选材料。

参考文献:

- [1] RATHORE M, SINGH R, KUMAR B, et al. Characterization of functional trait diversity among Indian cultivated and weedy rice populations[J]. *Scientific Reports*, 2016, 6(1): 24176.
- [2] 李其勇, 李星月, 朱从桦, 等. 杂草稻的竞争优势及耐逆性研究进展[J]. *中国农学通报*, 2019, 35(31): 115-123.
- [3] 刘少华, 朱学伸, 闫敏, 等. NaCl 浸种对盐胁迫下杂交稻幼苗根系生长特性的影响[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2020, 42(8): 59-65.
- [4] KELLERMEIER F, ARMENGAUD P, SEDITAS T J, et al. Analysis of the root system architecture of *Arabidopsis* provides a quantitative readout of crosstalk between nutritional signals[J]. *The Plant Cell*, 2014, 26: 1480-1496.
- [5] KARST J, GASTER J, WILEY E, et al. Stress differentially causes roots of tree seedlings to exude carbon[J]. *Tree Physiology*, 2017, 37(2): 154-164.
- [6] 陈静, 万佳, 高晓玲, 等. 水稻抗旱生理及抗旱相关基因的研究进展[J]. *中国农学通报*, 2006, 22(2): 56-60.
- [7] 罗利军. 节水抗旱稻的培育与应用[J]. *生命科学*, 2018, 30(10): 1108-1112.
- [8] FIORELLA D C, ANDRÉS N, RAUL C, et al. The era of nitric oxide in plant biology: twenty years tying up loose ends[J]. *Nitric Oxide*, 2019, 85: 17-27.
- [9] 赵璞, 李梦, 及增发, 等. 植物干旱响应生理对策研究进展[J]. *中国农学通报*, 2016, 32(15): 86-92.
- [10] 吴家富, 杨博文, 向珣朝, 等. 不同水稻种质在不同生育期耐盐鉴定的差异[J]. *植物学报*, 2017, 52(1): 77-88.
- [11] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2001, 19(2): 67-70.

(责任编辑: 佟金凤)