

王继玥,刘 燕,卯 丹,等. 非生物胁迫对黄秋葵种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):134-136.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.036

非生物胁迫对黄秋葵种子萌发的影响

王继玥,刘 燕,卯 丹,陈俊峰,谢文钢,石登红,赵许朋
(贵阳学院生物与环境工程学院,贵州贵阳 550005)

摘要:研究干旱胁迫和盐胁迫对 15 份黄秋葵种子萌发的影响,结果表明,不同黄秋葵材料对盐胁迫和干旱胁迫表现出不同的抗性;随盐浓度的增加,多数黄秋葵种子的发芽率、发芽势、发芽指数盐害率明显增加,说明盐胁迫会抑制黄秋葵种子的萌发;用 10% 聚乙二醇(PEG) - 6000 胁迫处理黄秋葵种子,其发芽率、发芽势、发芽指数旱害率均相对较低,说明黄秋葵种子在 10% PEG - 6000 胁迫处理时抗旱能力相对较强。

关键词:干旱胁迫;盐胁迫;种子;发芽率;发芽势;发芽指数;黄秋葵;聚乙二醇

中图分类号: S649.04⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)21-0134-03

黄秋葵 (*Abelmoschus esculentus*) 为锦葵科秋葵属 1 年生草本植物,是一种药食兼用型保健蔬菜^[1-2],由于富含各种维生素和矿物质而备受人们的喜爱^[3]。有研究表明,黄秋葵起源于非州,目前西非地区存有主要的野生资源^[4]。

目前,贵州地区黄秋葵的种植面积逐年增加,但其单位面积产量呈下降趋势,这主要与非生物胁迫有关。Haq 等研究 39 份黄秋葵材料的耐盐特性发现,苗期和整个生育期黄秋葵的耐盐特性没有差异,苗期耐盐材料的筛选可作为种质资源抗性鉴定的重要基础^[5]。本试验研究干旱胁迫和盐胁迫对 15 份黄秋葵材料种子萌发的影响,为选育抗非生物胁迫的黄秋葵新品种奠定种质基础^[6-7]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

翠绿 1 号等 15 份黄秋葵供试材料(表 1),由贵阳学院生物与环境工程学院从我国各地收集得到。

表 1 供试黄秋葵材料信息

| 编号 | 名称 | 拉丁名 | 来源地 |
|----|--------|-------------------------|-----|
| 1 | 翠绿 1 号 | <i>A. esculentus</i> L. | 河北省 |
| 2 | 五福 | <i>A. esculentus</i> L. | 广东省 |
| 3 | 杨贵妃 | <i>A. esculentus</i> L. | 江西省 |
| 4 | 卡里巴 | <i>A. esculentus</i> L. | 广东省 |
| 5 | 卡里巴 | <i>A. esculentus</i> L. | 海南省 |
| 6 | 五福 | <i>A. esculentus</i> L. | 湖南省 |
| 7 | 大黄 | <i>A. esculentus</i> L. | 北京市 |
| 8 | 五福 | <i>A. esculentus</i> L. | 河南省 |
| 9 | 五福 | <i>A. esculentus</i> L. | 浙江省 |
| 10 | 卡里巴 | <i>A. esculentus</i> L. | 山东省 |
| 11 | 五福 | <i>A. esculentus</i> L. | 台湾省 |
| 12 | ACF | <i>A. esculentus</i> L. | 河北省 |
| 13 | 杨贵妃 | <i>A. esculentus</i> L. | 福建省 |
| 14 | ABD | <i>A. esculentus</i> L. | 河北省 |
| 15 | 杨贵妃 | <i>A. esculentus</i> L. | 江苏省 |

1.2 试验方法

1.2.1 盐胁迫 分别从 15 份黄秋葵材料中挑选 30 粒饱满、大小一致的种子,用 5% 次氯酸(HClO)溶液消毒;用蒸馏水冲洗 3 次,摆放在铺有 2 层滤纸的培养皿内;以浓度为 70 mmol/L 的氯化钠(NaCl)溶液为耐盐胁迫处理,以水处理为对照,重复 3 次;将培养皿置于温度为 25 ℃ 的人工气候箱中发芽,光照 12 h/d,相对湿度为 70%。选用海南卡里巴、山东卡里巴、河北 ACF、河北 ABD、江苏杨贵妃 5 个耐盐级别不同的黄秋葵材料,每个材料挑选 30 粒种子,用浓度分别为 30、60、90 mmol/L 的 NaCl 溶液进行盐胁迫处理,每天统计发芽的种子数,统计 1 周。

1.2.2 干旱胁迫 随机选择 30 粒种子,分别用浓度为 5%、10%、15% 的聚乙二醇(PEG) - 6000 进行处理,以水处理为空白对照;置于培养箱中进行培养,培养条件为 25 ℃、相对湿

收稿日期:2016-05-29

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(编号:31600442);贵州省教育厅自然科学研究青年项目(编号:黔教合 KY 字[2015]475 号、黔教合 KY 字[2016]242 号);贵阳学院引进人才启动资金(编号:20160435106、20160375113);贵阳学院院级科研项目(编号:gyxy[2016]39 号、gyxy[2016]40 号);贵州省重点学科(生态学)项目(编号:黔学位合字 ZDXK[2013]08);贵州省教育厅产学研基地项目(编号:黔教合 KY 字[2013]125);贵州省大学生创新创业训练计划重点项目(编号:201610976059);贵州省大学生创新创业训练计划一般项目(编号:201610976056)。

作者简介:王继玥(1984—),男,四川南充人,博士,主要从事蔬菜栽培育种研究。E-mail:acute2803764@163.com。

通信作者:赵许朋,博士,主要从事植物次生代谢研究。E-mail:acute2803764@163.com。

[11] 常仁杰. 高温胁迫下两种叶色四季秋海棠的生理生化响应研究 [D]. 临安:浙江农林大学,2013:15-20.

[12] 田治国. 万寿菊属植物耐热性与抗旱性的评价及生长生理特性的研究 [D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012:21.

[13] 张亚利,李 健,奉树成. 5 个茶花新品种的耐热性分析 [J]. 江西农业学报,2014,26(1):32-34.

[14] 廖 金,周 泓,刘 冰. 夏季城市绿地中不同遮阳条件下杜鹃叶温变化及其生理响应 [J]. 北方园艺,2013(7):74-77.

度为 70%、光照 12 h/d;每天统计发芽的种子数,统计 1 周。

1.2.3 测定指标 根据王永慧等的方法^[6],在黄秋葵种子萌发期分别测定其发芽率、发芽指数、发芽势及盐害率、旱害率。盐害率、旱害率计算公式为:

盐害率(旱害率) = (对照值 - 处理值)/对照值 × 100%。

1.3 数据处理

利用 DPS 9.0、Excel 2010 软件对试验数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对不同黄秋葵材料种子萌发的影响

由表 2 可见,盐胁迫对不同黄秋葵种子萌发的影响不同,除湖南五福(编号 6)外,盐胁迫下其他 14 份黄秋葵种子的发芽势、发芽率、发芽指数均明显低于对照,其中广东五福(编号 2)、北京大黄(编号 7)、福建杨贵妃(编号 13)种子的发芽势、发芽率、发芽指数均达到最小,为 0;盐胁迫下河北翠绿 1 号(编号 1)种子的发芽势、发芽率、发芽指数相对最高,分别为 86.67%、86.67%、11.40%,说明该品种较耐盐胁迫。

2.2 不同浓度盐胁迫对黄秋葵种子萌发的影响

由表 3 可见,随胁迫盐浓度的增加,除江苏杨贵妃(编号 15)外的 4 份黄秋葵种子其发芽率、发芽势、发芽指数呈下降趋势;江苏杨贵妃(编号 15)较为特殊,盐浓度为 30、

表 2 盐胁迫下 15 份黄秋葵种子的萌发情况

| 材料编号 | 对照 | | | 盐胁迫 | | |
|------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|
| | 发芽势 (%) | 发芽率 (%) | 发芽指数 (%) | 发芽势 (%) | 发芽率 (%) | 发芽指数 (%) |
| 1 | 100.00 | 100.00 | 14.80 | 86.67 | 86.67 | 11.40 |
| 2 | 53.33 | 53.33 | 5.93 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 13.33 | 13.33 | 1.88 | 6.67 | 6.67 | 1.09 |
| 4 | 100.00 | 100.00 | 13.20 | 33.33 | 33.33 | 4.32 |
| 5 | 20.00 | 20.00 | 4.10 | 6.67 | 6.67 | 1.09 |
| 6 | 6.67 | 6.67 | 0.45 | 6.67 | 6.67 | 0.76 |
| 7 | 13.33 | 13.33 | 1.23 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 86.67 | 86.67 | 10.95 | 20.00 | 20.00 | 2.95 |
| 9 | 26.67 | 26.67 | 4.37 | 13.33 | 13.33 | 1.85 |
| 10 | 100.00 | 100.00 | 12.04 | 33.33 | 33.33 | 5.46 |
| 11 | 46.67 | 46.67 | 6.79 | 6.67 | 6.67 | 1.09 |
| 12 | 100.00 | 100.00 | 15.73 | 20.00 | 20.00 | 3.41 |
| 13 | 13.33 | 13.33 | 1.23 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 46.67 | 46.67 | 6.39 | 33.33 | 33.33 | 5.28 |
| 15 | 100.00 | 100.00 | 14.73 | 6.67 | 6.67 | 1.16 |

60 mmol/L 时均未发芽,在盐浓度为 90 mmol/L 有少量种子发芽,说明高盐浓度可刺激该材料种子萌发;海南卡里巴(编号 5)在盐浓度为 30、60 mmol/L 时均可发芽,在盐浓度为 90 mmol/L 时发芽率为 0.00%。

表 3 不同浓度盐胁迫下 5 份黄秋葵材料的萌发情况

| 材料编号 | 盐浓度为 30 mmol/L | | | 盐浓度为 60 mmol/L | | | 盐浓度为 90 mmol/L | | |
|------|----------------|---------|----------|----------------|---------|----------|----------------|---------|----------|
| | 发芽势 (%) | 发芽率 (%) | 发芽指数 (%) | 发芽势 (%) | 发芽率 (%) | 发芽指数 (%) | 发芽势 (%) | 发芽率 (%) | 发芽指数 (%) |
| 5 | 13.33 | 13.33 | 3.73 | 2.22 | 6.67 | 1.45 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 22.22 | 15.55 | 5.43 | 6.67 | 10.00 | 2.43 | 2.22 | 6.67 | 2.45 |
| 10 | 13.33 | 13.33 | 3.06 | 6.67 | 13.34 | 2.73 | 2.22 | 6.67 | 0.91 |
| 14 | 80.00 | 93.33 | 23.63 | 71.11 | 71.11 | 17.60 | 33.33 | 44.44 | 7.53 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.22 | 6.67 | 1.45 |

2.3 不同盐胁迫下黄秋葵种子的盐害率

由表 4 可见,在 3 个盐浓度下,河北 ABD(编号 14)种子的发芽率、发芽势、发芽指数盐害率相对最低;盐浓度为 30、60 mmol/L 时,江苏杨贵妃(编号 15)种子的发芽率、发芽势、

发芽指数盐害率相对最高,盐浓度为 90 mmol/L 时,海南卡里巴(编号 5)种子各指标的盐害率相对最高,均达到 100.00%;除江苏杨贵妃外,其他 4 份材料种子的发芽率、发芽势、发芽指数盐害率均随盐浓度的增加而增大。

表 4 不同浓度盐胁迫下 5 份黄秋葵材料的盐害率

| 材料编号 | 盐浓度为 30 mmol/L 的盐害率 (%) | | | 盐浓度为 60 mmol/L 的盐害率 (%) | | | 盐浓度为 90 mmol/L 的盐害率 (%) | | |
|------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 发芽势 | 发芽率 | 发芽指数 | 发芽势 | 发芽率 | 发芽指数 | 发芽势 | 发芽率 | 发芽指数 |
| 5 | 60.01 | 33.35 | 8.97 | 93.33 | 66.65 | 64.61 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 12 | 77.78 | 84.45 | 65.47 | 93.33 | 90.00 | 84.58 | 97.78 | 93.33 | 84.42 |
| 10 | 34.66 | 70.66 | 29.49 | 67.32 | 55.99 | 37.02 | 89.10 | 77.99 | 79.07 |
| 14 | 3.61 | 2.78 | 10.45 | 14.33 | 25.93 | 33.30 | 59.84 | 53.70 | 71.47 |
| 15 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.78 | 93.33 | 90.16 |

2.4 不同干旱胁迫对黄秋葵种子萌发的影响

由表 5 可见,不同黄秋葵种子的耐旱性不同,在 3 个干旱胁迫条件下,除河北翠绿 1 号(编号 1)、广东卡里巴(编号 4)、河南五福(编号 8)3 份黄秋葵种子均能萌发外,其他材料均存在种子不萌发的情况,而广东五福(编号 2)、北京大黄(编号 7)、河北 ACF(编号 12)在 10% PGE - 6000、5% PGE - 6000 胁迫处理时可以萌发,浙江五福(编号 9)等其他 4 份材料的种子仅在 10% PGE 胁迫处理下能萌发;在 10% PGE - 6000 胁迫处理下,10 份试验材料种子的发芽势、发芽

率、发芽指数均相对最高,说明黄秋葵种子可能对 10% PGE - 6000 胁迫处理具有一定的耐受性。

2.5 不同干旱胁迫下黄秋葵种子的旱害率

由表 5 可见,在 10% PEG - 6000、5% PEG - 6000 胁迫处理下,广东五福(编号 2)种子的发芽率、发芽势、发芽指数旱害率相对较低,而在 15% PEG - 6000 胁迫处理下,河南五福(编号 8)种子的发芽率、发芽势、发芽指数旱害率相对低,说明河南五福对较强干旱胁迫的耐受力可能强于广东五福;10 份试验材料种子的旱害率在 10% PEG - 6000 胁迫处理下相

表 5 不同干旱胁迫下黄秋葵种子的萌发情况及旱害率

| 材料 编号 | 胁迫处理 | 种子萌发情况 | | | 各指标的旱害率(%) | | |
|----------|----------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|
| | | 发芽势(%) | 发芽率(%) | 发芽指数(%) | 发芽势 | 发芽率 | 发芽指数 |
| 1 | 15% PGE - 6000 | 6. 67 | 6. 67 | 0. 88 | 93. 33 | 93. 33 | 94. 09 |
| | 10% PGE - 6000 | 66. 67 | 86. 67 | 12. 46 | 33. 33 | 13. 33 | 15. 82 |
| | 5% PGE - 6000 | 13. 33 | 0. | 0. 90 | 86. 67 | 86. 67 | 93. 92 |
| 2 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 46. 67 | 53. 33 | 7. 49 | 12. 50 | 5. 32 | 11. 47 |
| | 5% PGE - 6000 | 40. 00 | 33. 33 | 5. 38 | 25. 00 | 40. 82 | 50. 78 |
| 4 | 15% PGE - 6000 | 20. 00 | 20. 00 | 2. 29 | 80. 00 | 80. 00 | 82. 64 |
| | 10% PGE - 6000 | 60. 00 | 60. 00 | 10. 47 | 40. 00 | 40. 00 | 20. 70 |
| | 5% PGE - 6000 | 26. 67 | 26. 67 | 4. 37 | 73. 33 | 73. 33 | 66. 89 |
| 7 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 53. 33 | 60. 00 | 9. 25 | 15. 79 | 5. 26 | 17. 63 |
| | 5% PGE - 6000 | 20. 00 | 20. 00 | 3. 28 | 68. 42 | 68. 42 | 70. 81 |
| 8 | 15% PGE - 6000 | 26. 67 | 26. 67 | 3. 50 | 69. 23 | 69. 23 | 68. 02 |
| | 10% PGE - 6000 | 40. 00 | 46. 67 | 6. 53 | 53. 85 | 46. 15 | 40. 31 |
| | 5% PGE - 6000 | 13. 33 | 13. 33 | 2. 19 | 84. 62 | 84. 62 | 80. 03 |
| 9 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 33. 33 | 26. 67 | 4. 62 | 28. 57 | 42. 86 | 33. 96 |
| | 5% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| 10 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 26. 67 | 26. 67 | 4. 37 | 73. 33 | 73. 33 | 63. 68 |
| | 5% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| 11 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 6. 67 | 6. 67 | 0. 25 | 85. 71 | 85. 71 | 96. 32 |
| | 5% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| 12 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 100. 00 | 100. 00 | 15. 39 | 0 | 0 | 2. 12 |
| | 5% PGE - 6000 | 13. 33 | 13. 33 | 1. 85 | 86. 67 | 86. 67 | 88. 22 |
| 13 | 15% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |
| | 10% PGE - 6000 | 6. 67 | 6. 67 | 1. 09 | 50. 00 | 50. 00 | 11. 39 |
| | 5% PGE - 6000 | 0 | 0 | 0 | 100. 00 | 100. 00 | 100. 00 |

对最低,在 15% PEG - 6000 胁迫处理下相对高;在不同干旱胁迫处理下,多数材料各指标的旱害率超过 50%。

3 结论与讨论

研究了盐胁迫和干旱胁迫这 2 个非生物胁迫对 15 份黄秋葵种子萌发的影响,结果表明,不同材料对盐胁迫和干旱胁迫表现出不同的抗性,随盐浓度的增加,多数黄秋葵种子的发芽率、发芽势、发芽指数盐害率明显增加,说明黄秋葵种子的耐盐性随盐胁迫的增强而减弱。这与 Haq 等的研究结果^[5,8]一致;而江苏杨贵妃却与之相反,对高浓度盐胁迫的抗性明显强于低浓度盐胁迫,这可能与其遗传特性有关,须进一步发掘其耐盐基因。10 份供试材料在 10% PEG - 6000 胁迫处理下种子的发芽率、发芽势、发芽指数旱害率相对最低,说明 10% PEG - 6000 胁迫处理可能是黄秋葵种子进行抗旱鉴定的适宜浓度。

参考文献:

[1] Ahmadi A, Emam Y, Pessarakli M. Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress[J]. Food Agric Environ, 2009, 7 (1): 123 - 128.

[2] Adelakun O E, Oyelade O J, Ade - Omowaye B I, et al. Chemical composition and the antioxidative properties of nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour[J]. Food and Chemical Toxicology, 2009, 47(6): 1123 - 1126.

[3] Jarret R L, Wang M L, Levy I J. Seed oil and fatty acid content in okra (*Abelmoschus esculentus*) and related species[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59(8): 4019 - 4024.

[4] Ahiakpa K, Amaotey H M, Quartey E K, et al. Agromorphological characterisation of 29 accessions of okra (*Abelmoschus* spp L.) [J]. Journal of Biology Agriculture and Healthcare, 2015, 5(4): 6 - 16.

[5] Haq I U, Khan A A, Khan I A, et al. Comprehensive screening and selection of okra (*Abelmoschus esculentus*) germplasm for salinity tolerance at the seedling stage and during plant ontogeny[J]. Journal of Zhejiang University Science B, 2012, 13(7): 533 - 544.

[6] 顾闻峰, 王乃顶, 王伟义, 等. NaCl 胁迫对结球甘蓝幼苗生长及体内离子分布的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(3): 638 - 644.

[7] 孟力力, 张俊, 闻婧. 干旱胁迫对彩叶草光合特性及叶片超微结构的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(1): 180 - 185.

[8] 王永慧, 陈建平, 张培通, 等. 黄秋葵耐盐材料的筛选及萌发期耐盐性相关分析[J]. 西南农业学报, 2014, 27(2): 788 - 792.