

# 杂交玉米种子活力及其测定方法的研究

龚动庭, 李航, 随辉辉, 张新根, 王盛杰, 张皖秋, 张文明\* (安徽农业大学农学院, 安徽合肥 230036)

**摘要** [目的]比较5个杂交玉米品种种子活力的差异,探讨杂交玉米种子活力测定的适宜方法。[方法]以“新鲁单9002”等5个杂交玉米品种种子为材料,采用幼苗生长测定、模拟田间出苗率测定、加速老化试验、电导率测定、酶活性测定5种方法测定种子活力。[结果]不同杂交玉米品种种子活力存在明显差异,加速老化试验的发芽势、发芽指数均与模拟田间出苗率呈显著正相关,平均发芽日数与模拟田间出苗率呈显著负相关。[结论]加速老化试验可作为杂交玉米种子活力测定的适宜方法。

**关键词** 杂交玉米;种子活力;测定方法

**中图分类号** S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)28-030-02

## Study on Seed Vigor and Testing Methods of Hybrid Maize

GONG Dong-ting, LI Hang, SUI Hui-hui, ZHANG Wen-ming\* et al (Agricultural School, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

**Abstract** [Objective] Compare the seed vigor of the five hybrid maize cultivars and discuss the proper testing methods of the seed vigor. [Method] Five hybrid maize cultivars, including Xinlu dan 9002 etc, were selected to study the seed vigor with five methods, including seedling growth test, simulated field seedling growth test, accelerated aging test, electrical conductivity test and enzymatic activity test. [Result] The results indicated that there were obvious differences between different cultivars. Significantly positive correlation was found between the rate of simulated field seedling and the vigor target including germination energy and germination index in accelerated aging test. Significantly negative correlation was found between the rate of simulated field seedling and average germination days in accelerated aging test. [Conclusion] The study found that accelerated aging test can be the proper method for testing seed vigor of hybrid maize.

**Key words** Hybrid maize; Vigor of seeds; Testing method

种子活力是衡量播种质量和种用价值的一项重要指标,是指在广泛田间条件下,决定种子迅速整齐出苗和长成正常幼苗的潜在能力的综合特性<sup>[1]</sup>。近年来,玉米产量不断提高,种植面积不断扩大,杂交玉米品种在生产上所占比也越来越大。随着农业机械在现代农业中的广泛应用,杂交玉米机械化单粒播种逐渐成为玉米播种的主要方式,单粒播种要求具有较高的种子质量,因此,种子必须具有高活力,才能保证每粒种子都能出苗。高活力种子具有明显的生长优势和生产潜力,抵抗不良环境能力强,出苗迅速且均匀一致,能有效提高田间成苗率<sup>[1-2]</sup>。有关玉米种子活力及其测定方法的研究较多<sup>[3-6]</sup>,但目前国内尚未有标准化的玉米种子活力测定方法。该研究以5个杂交玉米品种为试验材料,采用幼苗生长测定等5种方法测定种子活力,旨在比较不同杂交玉米品种种子活力的差异,探讨杂交玉米种子活力测定的适宜方法,为杂交玉米种子活力检测及机械化单粒播种提供理论依据和参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 5个杂交玉米品种,均为包衣种子,分别为新鲁单9002(郑58×Lx9801)、郑黄糯928(Tywx8112×Tywx08)、美豫5号(758×HC7)、郑单958(郑58×昌7-2)和京玉7号(京501×京24),购于合肥市种子一条街市场。千粒重分别为377.6、372.0、414.2、347.6、309.1 g;水分含量分别为12.1%、12.6%、12.4%、13.3%、13.1%。试验于2014年9月~2015年1月在安徽农业大学农学院种子科学与工

程实验室进行。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 幼苗生长测定(标准发芽试验法测定)**。参照孙海燕等<sup>[6]</sup>、《农作物种子检验规程 GB/T3543-1995》<sup>[7]</sup>的方法,采用纸卷法进行发芽试验。每品种50粒净种子,3次重复,置床后放入智能人工气候箱培养(温度为25℃,光照8 h/d),逐日记载正常发芽种子数,第4天初次计数,统计发芽势,第7天统计发芽率,同时测定正常幼苗(10株/重复)的芽长、根长、苗鲜重、苗干重[(103±2)℃,烘8 h],并计算发芽指数、活力指数和平均发芽日数。

**1.2.2 模拟田间出苗率测定**。参照孙海燕等<sup>[6]</sup>的方法,每品种50粒净种子,3次重复,室温下培养,第7天统计出苗率。

**1.2.3 加速老化试验**。参照《种子学》<sup>[8]</sup>中国际种子检验协会(1995)推荐的方法,每品种随机取适量净种子装入塑料纱网袋,放入LHX-150型种子老化箱内,在45℃、100% RH条件下处理72 h,然后进行幼苗生长测定,方法同“1.2.1”。

**1.2.4 电导率测定**。参照张文明等<sup>[9]</sup>的方法进行,每品种50粒无破损种子,2次重复,用DDSJ-308A型电导率仪测定浸泡液电导率和绝对电导率,并计算相对电导率。

**1.2.5 酶活性测定**。脱氢酶(ADH)参照尹燕桦等<sup>[10]</sup>的方法进行测定。过氧化物酶(POD)参照张志良等<sup>[11]</sup>的方法进行测定。过氧化氢酶(CAT)参照刘子凡<sup>[12]</sup>的方法进行测定。

**1.3 数据分析** 采用Excel 2003进行数据统计,采用DPS软件进行多重比较和相关分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同杂交玉米种子活力的差异** 由表1可知,5个杂交玉米品种种子活力水平存在显著差异。从发芽指数和活力指数来看,5个品种间存在显著差异,京玉7号发芽指数较高,新鲁单9002和美豫5号居中,郑单958和郑黄糯928较

**基金项目** 公益性行业(农业)科研专项(201203052);省级大学生创新创业训练计划项目(AH201410364033)。

**作者简介** 龚动庭(1994-),男,安徽涡阳人,本科生,专业:种子科学与工程。\*通讯作者,副教授,硕士生导师,从事种子科学与技术研究。

**收稿日期** 2015-08-24

低;京玉 7 号和新鲁单 9002 活力指数较高,美豫 5 号和郑单 958 居中,郑黄糯 928 较低。综合发芽势等 9 个活力指标来看,京玉 7 号、新鲁单 9002 和美豫 5 号种子活力较高,郑黄糯 928 和郑单 958 种子活力较低。模拟田间出苗率测定结果表明,京玉 7 号、新鲁单 9002 和美豫 5 号的模拟田间出苗率高于郑黄糯 928 和郑单 958,但 5 个品种间差异不显著。

表 1 5 个杂交玉米品种幼苗生长性状和模拟田间出苗率(SSR 测验)

| 品种       | 发芽势<br>% | 发芽率<br>% | 芽长<br>cm | 根长<br>cm | 苗鲜重<br>mg/株 | 苗干重<br>mg/株 | 发芽指数    | 活力指数      | 平均发芽<br>日数//d | 模拟田间<br>出苗率//% |
|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|---------|-----------|---------------|----------------|
| 新鲁单 9002 | 98.0aAB  | 99.3aA   | 3.55bAB  | 5.11cBC  | 366.70abA   | 42.60aA     | 16.69bB | 709.90abA | 3.13dC        | 95.3aA         |
| 郑黄糯 928  | 92.7bAB  | 95.3bAB  | 2.67cB   | 3.93cC   | 198.57cB    | 19.57bB     | 12.89cC | 252.27cB  | 3.77aA        | 94.7aA         |
| 美豫 5 号   | 100.0aA  | 100.0aA  | 3.99abA  | 6.43bAB  | 332.67bA    | 35.77aA     | 15.92bB | 570.61bA  | 3.33cBC       | 95.3aA         |
| 郑单 958   | 90.7bB   | 92.0cB   | 4.30abA  | 7.75aA   | 328.10bA    | 41.63aA     | 13.58cC | 563.85bA  | 3.52bB        | 93.3aA         |
| 京玉 7 号   | 98.7aA   | 98.7aA   | 4.87aA   | 6.60abAB | 382.77aA    | 41.10aA     | 18.56aA | 766.14aA  | 2.79eD        | 97.3aA         |

注:同列不同小写字母表示品种间差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示品种间差异极显著( $P<0.01$ )。

加速老化试验结果(表 2)表明,不同杂交玉米品种种子抗老化能力存在明显差异。与 CK(表 1)比较,5 个杂交玉米品种种子的发芽势和发芽率均呈下降趋势,其中郑单 958 的发芽势下降幅度较大。从芽长、根长来看,郑单 958 较 CK 呈下降趋势,其余 4 个品种均呈上升趋势。从苗鲜重、苗干重来看,郑单 958、京玉 7 号苗鲜重较 CK 呈下降趋势,其余 3 个品种均呈上升趋势;新鲁单 9002、郑单 958 和京玉 7 号苗干重较 CK 呈下降趋势,其余 2 个品种均呈上升趋势。从发芽指数来看,5 个杂交玉米品种种子较 CK 均呈下降趋势,其中郑黄糯 928 下降幅度较小。从活力指数来看,郑黄糯 928 较 CK 呈上升趋势,其余 4 个品种均呈下降趋势。从平均发芽日数来看,5 个杂交玉米品种较 CK 均呈上升趋势,郑黄糯 928 上升幅度较小,郑单 958 上升幅度较大。综上所述,郑黄糯 928 抗老化能力较强,新鲁单 9002、美豫 5 号和京玉 7 号

表 2 加速老化试验 5 个杂交玉米品种幼苗生长性状(SSR 测验)

| 品种       | 发芽势<br>% | 发芽率<br>% | 芽长<br>cm | 根长<br>cm | 苗鲜重<br>mg/株 | 苗干重<br>mg/株 | 发芽指数     | 活力指数      | 平均发芽<br>日数//d |
|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 新鲁单 9002 | 55.3aAB  | 72.7aA   | 4.97aA   | 7.64bBC  | 386.94aA    | 41.42bAB    | 9.61aAB  | 398.25abA | 3.98bB        |
| 郑黄糯 928  | 57.3aAB  | 76.0aA   | 5.38aA   | 8.86aAB  | 309.64bB    | 37.75cBC    | 10.03aAB | 377.38bA  | 3.96bB        |
| 美豫 5 号   | 51.3aAB  | 75.3aA   | 5.34aA   | 9.34aA   | 385.41aA    | 45.93aA     | 9.88aAB  | 453.35aA  | 4.00bB        |
| 郑单 958   | 35.3bB   | 69.3aA   | 3.84bB   | 5.09cD   | 236.85cC    | 24.44dD     | 7.74bB   | 189.13cB  | 4.73aA        |
| 京玉 7 号   | 62.0aA   | 72.0aA   | 4.91aA   | 7.43bC   | 368.66aA    | 35.46cC     | 10.35aA  | 368.65bA  | 3.69bB        |

注:同列不同小写字母表示品种间差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示品种间差异极显著( $P<0.01$ )。

抗老化能力居中,郑单 958 抗老化能力较弱。

2.2 杂交玉米种子电导率及酶活性与活力的关系 电导率测定结果(表 3)表明,5 个杂交玉米品种种子的浸泡液电导率和相对电导率存在显著差异,绝对电导率差异不显著。从相对电导率来看,郑黄糯 928 和郑单 958 高于美豫 5 号、新鲁单 9002 和京玉 7 号,说明郑黄糯 928 和郑单 958 的种子活力低于美豫 5 号、新鲁单 9002 和京玉 7 号。这与上述幼苗生长测定结果一致。

表 3 电导率测定及酶活性(SSR 测验)

| 品种       | 浸泡液电导率<br>$\mu\text{S}/(\text{cm}\cdot\text{g})$ | 绝对电导率<br>$\mu\text{S}/(\text{cm}\cdot\text{g})$ | 相对电导率<br>% | 脱氢酶( $OD$ 值) | 过氧化物酶<br>$\Delta OD_{470}/(\text{min}\cdot\text{粒})$ | 过氧化氢酶<br>$\mu/(\text{g}\cdot\text{min})$ |
|----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|--------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 新鲁单 9002 | 4.9abcA                                          | 9.4aA                                           | 51.70bAB   | 0.729aA      | 0.086aA                                              | 47.75abAB                                |
| 郑黄糯 928  | 6.4aA                                            | 9.5aA                                           | 67.07aA    | 0.852aA      | 0.016cB                                              | 32.50bcAB                                |
| 美豫 5 号   | 4.3bcA                                           | 7.9aA                                           | 53.79bAB   | 0.747aA      | 0.017cB                                              | 10.88cB                                  |
| 郑单 958   | 5.5abA                                           | 8.8aA                                           | 63.19aAB   | 0.778aA      | 0.011cB                                              | 45.44abAB                                |
| 京玉 7 号   | 3.7cA                                            | 7.7aA                                           | 47.62bB    | 0.741aA      | 0.062bA                                              | 66.13aA                                  |

注:同列不同小写字母表示品种间差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示品种间差异极显著( $P<0.01$ )。

酶活性测定结果(表 3)表明,5 个杂交玉米品种 3 种酶活性差异不同,脱氢酶活性品种间无显著差异,过氧化物酶和过氧化氢酶则存在显著或极显著差异。5 个品种的脱氢酶活性在同一水平;新鲁单 9002 和京玉 7 号过氧化物酶活性较高,美豫 5 号、郑黄糯 928 和郑单 958 较低;京玉 7 号过氧化氢酶活性较高,新鲁单 9002、郑单 958 和郑黄糯 928 居中,美豫 5 号较低。

2.3 杂交玉米种子活力测定的适宜方法 种子的发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数是反映种子活力的重要指标<sup>[13]</sup>。该研究以模拟田间出苗率作为杂交玉米种子活力的重要指标,并将幼苗生长测定等 4 种方法测定的活力指标与模拟田间出苗率进行相关分析,结果见表 4,幼苗生长测定的发芽指数与模拟田间出苗率呈显著正相关(相关系数为 0.870);加速老化试验的发芽势、发芽指数均与模拟田间出苗率呈显著正相关(相关系数分别为 0.860、0.830),平均发

(下转第 34 页)

组织形成较慢,形成层打通较为困难,所以嫁接成活率较低。

**3.2 不同砧穗组合嫁接成活率的差异** 嫁接成活率的高低受诸多因素影响,如砧穗亲和力,温度,湿度,接穗的生理状态,嫁接时间,接穗含水量,单宁物质,嫁接技术等<sup>[6]</sup>。该文中,通过不同品种接穗,相同砧木品种,同一嫁接时间,相同嫁接方式的嫁接试验表明,除关山、染井吉野、椿寒樱3者间成活率差异不显著外,其余品种之间嫁接成活率都有显著差异。成活率不同可能是砧木和接穗间亲和力的差异造成的。

**3.3 不同砧穗组合嫁接苗的生长状况** 嫁接后嫁接苗的生长速度,砧穗生长是否一致,是检验砧穗组合嫁接亲和力高低和嫁接质量的标准。不同的砧木和接穗在嫁接后是相互影响的,如亲和性不好,会表现出嫁接接口愈合不好,有瘤包,砧穗的生长势和生长速度显著差异,造成嫁接接口上下生长不一致,产生“小脚”或“大脚”苗,接穗不抽新梢等问题<sup>[7]</sup>。该

试验中不同的接穗嫁接后砧木和接穗的生长速度是有差异的。染井吉野成活率显著高于其他4个品种,说明其与山樱花砧木的亲合性较好,嫁接后能完全愈合,通过后期接穗粗度和高度的观察数据也得到证明。

参考文献

[1] 王贤荣,黄国富.中国樱花类植物资源及其开发利用[J].林业科技开发,2001,15(6):3-6.  
[2] 张杰.樱花品种资源调查和园林应用研究[D].南京:南京林业大学,2010:58-59.  
[3] 高新一.果树林木嫁接技术手册[M].2版.北京:金盾出版社,2014:474-475.  
[4] 王贤荣.中国樱花品种图志[M].北京:科学出版社,2014:136-137.  
[5] 张艳芳.樱花的切接繁殖[J].花木盆景:花卉园艺,2006(2):14-15.  
[6] 武季玲.葡萄品种嫁接亲和力的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2001:27-31.  
[7] 李继华.嫁接原理与应用[M].上海:上海科技出版社,1980:36-47.

(上接第31页)

芽日数与模拟田间出苗率呈显著负相关(相关系数为-0.900);电导率和3种酶活性与模拟田间出苗率的相关性

均不显著,其中相对电导率与模拟田间出苗率相关性最强,相关系数为-0.800。综合分析,该研究认为,加速老化试验可作为杂交玉米种子活力测定的适宜方法。

表4 各活力指标与模拟田间出苗率的相关系数

| 处理     | 发芽势    | 发芽率   | 芽长    | 根长     | 苗鲜重   | 苗干重   | 发芽指数   | 活力指数  | 平均发芽日数  | 浸泡液电导率 | 绝对电导率  | 相对电导率  | 脱氢酶    | 过氧化氢酶 | 过氧化氢酶 |
|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 幼苗生长测定 | 0.770  | 0.750 | 0.390 | -0.130 | 0.440 | 0.160 | 0.870* | 0.520 | -0.810  | -0.740 | -0.560 | -0.800 | -0.430 | 0.600 | 0.390 |
| 加速老化试验 | 0.860* | 0.230 | 0.510 | 0.420  | 0.760 | 0.470 | 0.830* | 0.600 | -0.900* |        |        |        |        |       |       |

注:\*表示0.05显著水平。

3 讨论

种子是最重要的农业生产资料,种子活力是种子的重要品质,影响种子活力的因素主要有遗传因素和环境因素两大方面<sup>[1]</sup>。该试验5个杂交玉米品种产地及贮藏方式有所不同,郑单958为大包塑料袋拆封零售种子,其余4个品种为塑料袋密封小包装种子,因此种子的大小、粒重及种子含水量之间存在不同程度的差异。江绪文等<sup>[3]</sup>对不同大小玉米种子萌发研究发现,不同粒级间种子活力存在差异。陈珣等<sup>[4]</sup>对10个玉米杂交种新陈种子的不同生化指标的灰色关联度分析认为,CAT活性可以作为玉米杂交种活力测定的生化指标。该研究CAT活性与模拟田间出苗率相关性较低,这可能与试验品种数量较少有关。杜清福等<sup>[5]</sup>研究普通玉米、甜玉米和糯玉米3种不同类型玉米种子活力测定的方法,认为标准发芽试验适宜于3种类型玉米种子活力检测,电导率测定可作为普通玉米和甜玉米种子活力检测的适宜方法,丙二醛含量测定可作为糯玉米种子活力检测的适宜方法。该研究5个杂交玉米品种中,郑黄糯928为糯性杂交玉米,其余均为普通杂交玉米,幼苗生长测定所推测杂交玉米品种活力高低结果与加速老化试验不完全一致,幼苗生长测定中糯性杂交玉米的活力指标相对较低,而加速老化试验结果表明糯性杂交玉米抗老化能力高于普通杂交玉米。因此,该研究认为,当不同类型杂交玉米进行活力比较时,只通过幼苗生长测定结果来判断并不准确。

田间成苗率是种子活力的重要指标,由于试验条件所限,该试验只测定了模拟田间出苗率,并将各活力指标与模拟田间出苗率进行相关分析,初步认为加速老化试验适用于杂交玉米活力测定。由于该研究所用杂交玉米品种数量有限,且没有测定种子的田间出苗率,因此研究结果需要进一步试验验证。

参考文献

[1] 高荣岐,张春庆.种子生物学[M].北京:中国农业出版社,2009.  
[2] 雷凯,张皖秋,张文明,等.不同播种密度对玉米自交系种子活力的影响[J].安徽农业科学,2015,43(13):21-22.  
[3] 江绪文,李贺勤,王建华.不同大小玉米种子萌发及活力初步研究[J].种子,2014,33(6):75-78.  
[4] 陈珣,叶雨盛,陈新华,等.不同玉米杂交种新陈种子不同生化指标的灰色关联度分析[J].玉米科学,2009,17(2):77-80.  
[5] 杜清福,贾希海,律保春,等.不同类型玉米种子活力检测适宜方法的研究[J].玉米科学,2007,15(6):122-127.  
[6] 孙海燕,张文明,姚大年,等.甜玉米种子活力测定方法的比较研究[J].安徽农业科学,2007,35(6):1593-1594,1622.  
[7] 国家技术监督局.农作物种子检验规程:GB/T3543-1995[S].北京:中国标准出版社,1995.  
[8] 胡晋.种子学[M].2版.北京:中国农业出版社,2014.  
[9] 张文明,梁振华,姚大年,等.砂引发对甜玉米种子萌发及活力的影响[J].安徽农业大学学报,2005,32(2):178-182.  
[10] 尹燕桦,董学会.种子学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008.  
[11] 张志良,瞿伟青,李小方.植物生理学实验指导[M].4版.北京:高等教育出版社,2009:100.  
[12] 刘子凡.种子学实验指南[M].北京:化学工业出版社,2010:101-102.  
[13] 张海艳.糯玉米种子老化过程中种子活力和生理特性的变化[J].玉米科学,2015,23(1):92-96,102.