

# 花生发芽至苗期耐低温性的鉴定及评价

陈小姝<sup>1</sup>, 刘海龙<sup>1</sup>, 王绍伦<sup>1</sup>, 杨富军<sup>2</sup>, 高华援<sup>1\*</sup>, 孙晓苹<sup>1</sup>, 李春雨<sup>1</sup>, 吕永超<sup>1</sup>, 朱晓敏<sup>1</sup>, 宁洽<sup>1</sup>, 周玉萍<sup>1</sup>

(1. 吉林省农业科学院花生研究所, 吉林 公主岭 136100; 2. 上海华维节水灌溉股份有限公司, 上海 201505)

**摘要:**花生是吉林省主要油料作物和经济作物, 位于高纬度东北早熟花生区, 生产上种植面积超 26.7 万  $\text{hm}^2$ , 低温影响了花生的产量及品质, 严重时会造成花生死亡, 低温冷害是限制花生继续向北拓展种植和农业增效的主要自然灾害之一。本文对花生发芽期和苗期耐低温鉴定方法进行阐述, 并以相对发芽率(RGP)和出苗能力(EA)分别作为发芽期耐低温性的评价指标和苗期耐低温性的评价指标, 把发芽期耐低温性分 1~3 级, 把苗期耐低温性分 1~3 级评价。对鉴定发掘耐寒性特异种质, 为培育耐寒性花生新品种及其相关理论研究奠定物质基础。

**关键词:**花生; 耐低温; 鉴定; 标准

中图分类号: S565.2

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)01-0012-06

## Identification and Evaluation of Cold Resistance of Peanut during Germination and Seedling Period

CHEN Xiaoshu<sup>1</sup>, LIU Hailong<sup>1</sup>, WANG Shaolun<sup>1</sup>, YANG Fujun<sup>2</sup>, GAO Huayuan<sup>1\*</sup>, SUN Xiaoping<sup>1</sup>, LI Chunyu<sup>1</sup>, LYU Yongchao<sup>1</sup>, ZHU Xiaomin<sup>1</sup>, NING Qia<sup>1</sup>, ZHOU Yuping<sup>1</sup>

(1. Peanut Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100; 2. Shanghai Huawei Water Saving Irrigation Co., Ltd, Shanghai 201505, China)

**Abstract:** Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is the major economy crop and oil crop of Jilin Province, which located at the northeast high altitudes early-maturing area. There was over 267 thousand ha in Jilin Province, and low temperature affected growth and development of peanut. Chilling is the major abiotic stress for peanut in Jilin Province. This research was focus on identification of cold-resistance during the germination and the seedling periods of peanut using RGP and EA as index. Through the evaluation index, cold resistance during germination period was evaluated 1-3 grade and seedling period was evaluated 1-3 grade. That was foundation for selection of specific germplasm of cold resistance and breeding new cold resistant varieties.

**Key words:** Peanut; Cold-resistance; Identification; Criterion

花生(*Arachis hypogaea* L.), 又名长生果, 也称落花生, 是我国主要的油料作物之一, 常年种植面积约 467 万  $\text{hm}^2$ , 总产 1 700 万 t, 占世界花生总产量 4 620 万 t 的 40%, 居世界首位<sup>[1-2]</sup>。榨油和食

用是我国花生加工的主要用途, 榨油占 53%, 远高于美国的 1%; 食用占 40%, 远低于美国的 99%。我国花生加工产业规模居世界首位, 2016 年加工总产值约 1 500 亿元, 是印度的 5 倍、美国的 6 倍<sup>[2]</sup>。

低温作为一个重要的环境逆境已经成为世界上最严重的灾害之一, 低温限制了花生在高纬度、高海拔等区域的地理分布, 影响了花生的产量及品质, 严重时会造成花生死亡<sup>[3-4]</sup>。因此, 研究花生如何抵抗低温环境具有重要的理论意义和实际应用价值。吉林省花生产区位于高纬度东北早熟花生区, 年种植面积 26.7 万  $\text{hm}^2$  左右, 占全国总面积的 5.7% 左右, 常年因低温冷害造成约 10% 的面积损失, 已成为限制花生继续向北拓展种植和农

收稿日期: 2018-08-21

**基金项目:** 吉林省科技发展规划优秀青年基金(20180520038JH); 中国农业科技东北创新中心博士后研究项目(10415); 吉林省农业科技创新工程杰出青年项目(CXGC2017JQ005); 吉林省地方标准制修订项目(DBXM007-2017); 国家花生产业技术体系(CARS-13); 吉林省科技发展规划(20150204012NY)

**作者简介:** 陈小姝(1982-), 女, 助理研究员, 博士, 主要从事花生抗逆栽培研究。

**通讯作者:** 高华援, 男, 硕士, 研究员, E-mail: ghy6413@163.com

业增效的主要自然灾害之一。王晶珊<sup>[5]</sup>、封海胜<sup>[6]</sup>、史普想<sup>[7]</sup>、唐月异<sup>[8]</sup>、陶群<sup>[9]</sup>和陈小姝<sup>[10]</sup>等进行了花生种子吸胀期耐低温特性鉴定,但没有形成统一的技术标准。通过对国内已发布的65项国家、行业等各类标准比对发现,现有标准中没有涉及到花生种子耐低温鉴定的技术内容。因此,制定花生种子耐低温技术标准,对鉴定发掘耐寒性特异种质,为培育耐寒性花生新品种及其相关理论研究奠定物质基础。

1 材料与方 法

1.1 材 料

结合吉林省花生生产中应用的品种、类型,试验选用普通型、珍珠豆型和多粒型花生,共94份种质作为试验材料(由中国农业科学院油料作物所惠赠,见表1)。选择试验种子净度应符合GB/T 3543.3<sup>[11]</sup>要求。随机抽取籽仁健康饱满、大小均匀一致的非包衣种子600粒,充分混合均匀。

1.2 室内试验设计

待测品种种子分别采用两种浸种方法处理:在25℃条件下浸种4 h、2℃条件下浸种48 h。每种处理方法每100粒种子为一个重复,共设3次重复。采用纸间(BP)法,按GB/T 3543.4<sup>[12]</sup>进行发芽试验。

表 1 试验材料品种及类型

| 编号  | 品种      | 类型   | 编号   | 品种      | 类型   | 编号  | 品种                  | 类型   |
|-----|---------|------|------|---------|------|-----|---------------------|------|
| A-1 | 山花 8 号  | 珍珠豆型 | A-33 | 唐花 10   | 珍珠豆型 | -65 | 青花 6 号              | 珍珠豆型 |
| -2  | 山花 9 号  | 普通型  | -34  | 皖花 4 号  | 珍珠豆型 | -66 | 桂花 896              | 珍珠豆型 |
| -3  | 山花 10   | 珍珠豆型 | -35  | 皖花 5 号  | 珍珠豆型 | -67 | 豫花 14               | 珍珠豆型 |
| -4  | 潍花 9 号  | 珍珠豆型 | -36  | 粤油 551  | 珍珠豆型 | -68 | IGC3229(小)          | 珍珠豆型 |
| -5  | 潍花 8 号  | 普通型  | -37  | 白沙 1016 | 珍珠豆型 | -69 | 干引选 119(大)          | 珍珠豆型 |
| -6  | 皖花 6 号  | 珍珠豆型 | -38  | 豫花 1 号  | 普通型  | -70 | CS16                | 珍珠豆型 |
| -7  | 皖花 8 号  | 珍珠豆型 | -39  | 泉花 6 号  | 珍珠豆型 | -71 | A8                  | 珍珠豆型 |
| -8  | 抗青 10   | 珍珠豆型 | -40  | 泉花 8 号  | 珍珠豆型 | -72 | 904-82              | 珍珠豆型 |
| -9  | 冀油 6 号  | 珍珠豆型 | -41  | 泉花 10   | 珍珠豆型 | -73 | 美引选 41072           | 多粒型  |
| -10 | 开农 30   | 珍珠豆型 | -42  | 泉花 646  | 珍珠豆型 | -74 | 干引选 1152            | 多粒型  |
| -11 | 鄂花 4 号  | 珍珠豆型 | -43  | 福花 3 号  | 珍珠豆型 | -75 | H4026               | 珍珠豆型 |
| -12 | 海花 1 号  | 普通型  | -44  | 福花 5 号  | 珍珠豆型 | -76 | H4038               | 珍珠豆型 |
| -13 | 粤油 92   | 珍珠豆型 | -45  | 福花 6 号  | 珍珠豆型 | -77 | H4145               | 珍珠豆型 |
| -14 | 红梅早     | 多粒型  | -46  | 福花 4 号  | 珍珠豆型 | -78 | H4172               | 珍珠豆型 |
| -15 | 狮头企     | 珍珠豆型 | -47  | 福花 8 号  | 珍珠豆型 | -79 | H4044               | 珍珠豆型 |
| -16 | 芙蓉花生    | 珍珠豆型 | -48  | 开农 53   | 珍珠豆型 | -80 | H4056               | 珍珠豆型 |
| -17 | 湘花 1 号  | 珍珠豆型 | -49  | 开农 8598 | 珍珠豆型 | -81 | H4062               | 珍珠豆型 |
| -18 | 桂花 35   | 珍珠豆型 | -50  | 开农 552  | 珍珠豆型 | -82 | 吉花 02-1-2           | 多粒型  |
| -19 | 桂花 66   | 珍珠豆型 | -51  | 开农 H053 | 珍珠豆型 | -83 | 吉花 02-1-4           | 多粒型  |
| -20 | 桂花 17   | 珍珠豆型 | -52  | 湛有 62   | 珍珠豆型 | -84 | 吉花 02-3             | 珍珠豆型 |
| -21 | 桂花 22   | 珍珠豆型 | -53  | 湛油 75   | 珍珠豆型 | -85 | 吉花 02-4             | 珍珠豆型 |
| -22 | 桂花 95   | 珍珠豆型 | -54  | 中花 5 号  | 珍珠豆型 | -86 | 吉花 02-5             | 珍珠豆型 |
| -23 | 黔花生 1 号 | 珍珠豆型 | -55  | 中花 8 号  | 珍珠豆型 | -87 | 吉花 02-6             | 珍珠豆型 |
| -24 | 黔花生 2 号 | 珍珠豆型 | -56  | 天府 7 号  | 珍珠豆型 | -88 | 吉花 104              | 珍珠豆型 |
| -25 | 黔花生 4 号 | 珍珠豆型 | -57  | 天府 8 号  | 珍珠豆型 | -89 | 吉花 201-1            | 多粒型  |
| -26 | 狮南 3 号  | 珍珠豆型 | -58  | 贺油 2 号  | 珍珠豆型 | -90 | 吉花 201-4            | 多粒型  |
| -27 | 泰花 6 号  | 珍珠豆型 | -59  | 贺油 10   | 珍珠豆型 | -91 | 吉花 03-13            | 多粒型  |
| -28 | 豫花 16   | 普通型  | -60  | 贺油 11   | 珍珠豆型 | -92 | 扶花 1 号              | 多粒型  |
| -29 | 冀花 6 号  | 珍珠豆型 | -61  | 远杂 9102 | 珍珠豆型 | -93 | 09 测 S <sub>8</sub> | 珍珠豆型 |
| -30 | 山花 7 号  | 普通型  | -62  | 抗害 1 号  | 珍珠豆型 | -94 | 吉阜 204              | 珍珠豆型 |
| -31 | 油 7 号   | 珍珠豆型 | -63  | 粤油 52   | 珍珠豆型 |     |                     |      |
| -32 | 油 4 号   | 珍珠豆型 | -64  | 晋花 7 号  | 珍珠豆型 |     |                     |      |

### 1.3 田间试验设计

采用完全随机区组排列,3次重复,4行区,行长6 m,行距60 cm,试验小区面积14.4 m<sup>2</sup>。分三期播种,分别为第一期(3 d地温稳定在9℃时),第二期(3 d地温稳定在12℃以上时),第三期(3 d地温稳定在15℃以上时)。种植密度13.5万~16.5万株/hm<sup>2</sup>,单粒播种。

### 1.4 性状调查与统计方法

#### 1.4.1 相对发芽率

根据不同浸种处理方法,分别采集72 h发芽率,计算相对发芽率,按公式(1)进行。

相对发芽率(RGP)=(2℃发芽率/25℃发芽率)×100% .....(1)

#### 1.4.2 出苗能力

在出苗高峰期时,计算出苗能力,按公式(2)进行。

出苗能力(EA)=

$$\sum \frac{\text{第}i\text{天的出苗数}(E_i)}{\text{从播种到第}i\text{天出苗的相应天数}(D_i)} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 发芽期耐低温性鉴定及评价

分别在24 h、48 h、72 h、96 h、120 h采集露白率,在72 h、96 h、120 h采集发芽率,根据公式(1)计算72 h相对发芽率,见图1。从图1中可以看出,相对发芽率<50%有74个,约占检测资源的78.72%;相对发芽率在50%~84.9%有14个,分别为山花10(A3)、鄂花4号(A11)、桂花66(A19)、黔花生2号(A24)、黔花生4号(A25)、油7号(A31)、泉花10(A41)、福花3号(A43)、福花4号(A46)、福花8号(A47)、中花8号(A55)、H4145(A77)、09测S<sub>8</sub>(A93)、中花5号(A54),约占检测资源的15.56%;相对发芽率≥85%有6个,约占检测资源的6.38%,分别为:山花8号(A1)、豫花1号

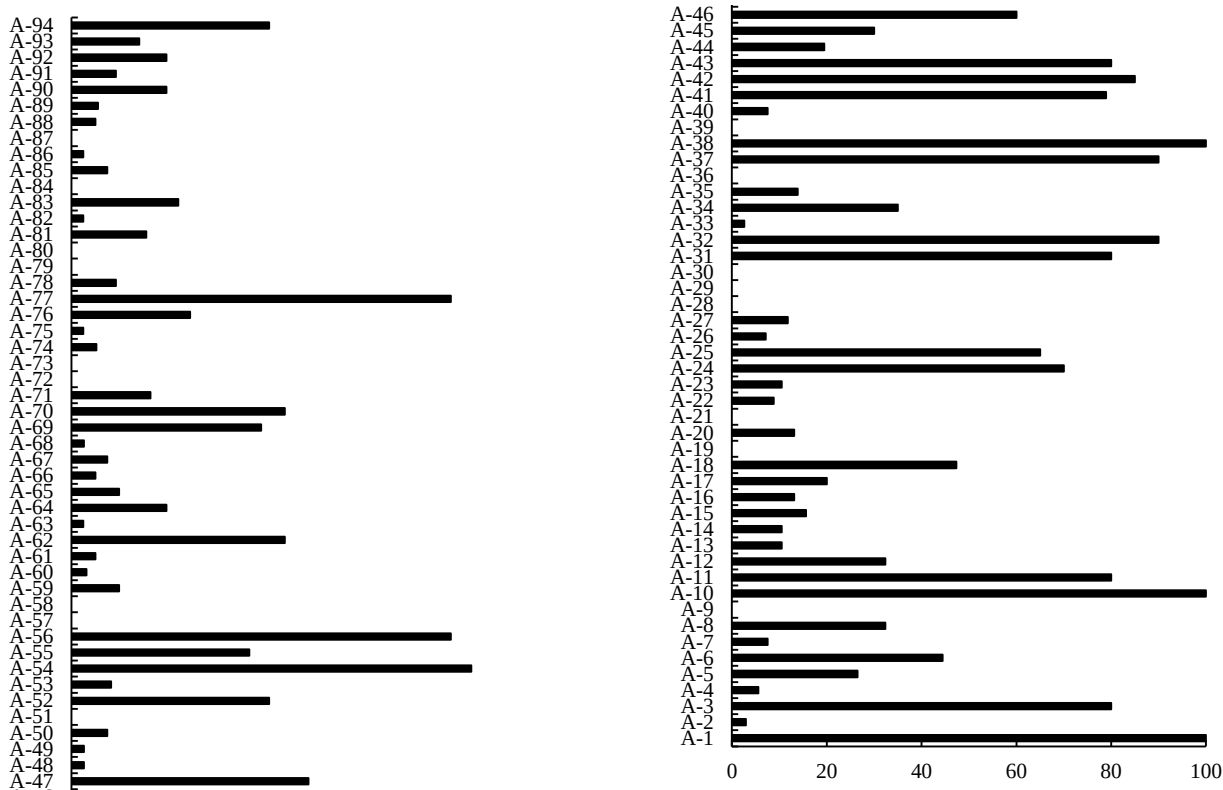


图1 94份材料72 h相对发芽率

(A38)、开农30(A10)、白沙1016(A37)、油4号(A32)、泉花646(A42)。

把相对发芽率≥85%定义为1级,属于耐低温

型;50%≤相对发芽率<85%定义为2级,属于中间型;相对发芽率<50%定义为3级,属于敏感型。由于花生是喜温作物,大部分花生品种的相对发芽率<50%,一般花生品种为敏感型。

表2 发芽期耐低温性分级标准

| 级别 | 相对发芽率(RGP)(%) | 耐低温性 |
|----|---------------|------|
| 1  | ≥85           | 耐低温型 |
| 2  | 50≤RGP<85     | 中间型  |
| 3  | <50           | 敏感型  |

以相对发芽率为发芽期耐低温性评价指标,以耐低温型与敏感型品种的相对发芽率为耐低温性划分依据,把发芽期耐低温性分1~3级,见表2。

2.2 苗期耐低温性鉴定及评价

在2.1的基础上,以相对发芽率为筛选指标,选取耐低温型、中间型和敏感型的部分种质资源共20份,作为试验材料,分别为:A1-山花8号、A10-开农30、A11-鄂花4号、A32-油4号、A37-白沙1016、A38-豫花1号、A42-泉花646、A55中花5号、A19-桂花66、A70-CS16、A77-H4145、A24-黔

花生2号、A43-福花3号、A31-油7号、A13-粤油92、A20-桂花17、A2-山花9号、A9-冀油6号、A29-冀花6号和A93-09测S<sub>8</sub>。

分别进行分期播种(5月5日,5月12日,5月19日),播种后,每天记录当日的出苗数,在出苗高峰期,计算出苗势(EP),按公式(3)进行,并根据最大EP值计算出苗能力,按公式(2)进行。

出苗势(EP)=出苗高峰期的出苗数/播种粒数  
.....(3)

通过对EA与RGP,EP与RGP的相关系数分

表3 不同播期的EA、EP值与相对发芽率的相关关系

| 代号  | 品种名               | 第一期         |      | 第二期         |      | 第三期         |       | 相对芽率<br>RGP |
|-----|-------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------------|
|     |                   | 与相对发芽率的相关系数 |      | 与相对发芽率的相关系数 |      | 与相对发芽率的相关系数 |       |             |
|     |                   | 0.786       | 0.74 | 0.39        | 0.3  | 0.03        | -0.07 |             |
|     |                   | EA          | EP   | EA          | EP   | EA          | EP    |             |
| A1  | 山花8号              | 2.66        | 0.57 | 3.68        | 0.46 | 4.90        | 0.60  | 100.00      |
| A11 | 鄂花4号              | 2.60        | 0.65 | 4.24        | 0.60 | 5.16        | 0.73  | 68.75       |
| A19 | 桂花66              | 1.96        | 0.37 | 3.86        | 0.42 | 5.34        | 0.71  | 0.00        |
| A32 | 油4号               | 2.56        | 0.53 | 4.12        | 0.58 | 4.79        | 0.64  | 88.75       |
| A70 | CS16              | 2.22        | 0.41 | 4.30        | 0.57 | 4.99        | 0.61  | 35.00       |
| A77 | H4145             | 2.18        | 0.46 | 4.59        | 0.69 | 4.83        | 0.64  | 37.50       |
| A24 | 黔花生2号             | 2.44        | 0.59 | 3.86        | 0.42 | 4.72        | 0.60  | 81.25       |
| A29 | 冀花6号              | 1.47        | 0.14 | 3.25        | 0.27 | 3.99        | 0.53  | 0.00        |
| A42 | 泉花646             | 2.57        | 0.57 | 3.83        | 0.54 | 4.80        | 0.48  | 85.00       |
| A43 | 福花3号              | 2.44        | 0.48 | 4.33        | 0.59 | 5.20        | 0.68  | 70.00       |
| A55 | 中花5号              | 2.80        | 0.59 | 4.39        | 0.56 | 5.38        | 0.72  | 58.75       |
| A93 | 09测S <sub>8</sub> | 1.37        | 0.19 | 3.45        | 0.40 | 3.79        | 0.44  | 14.28       |
| A31 | 油7号               | 2.36        | 0.46 | 3.86        | 0.39 | 5.01        | 0.64  | 55.00       |
| A13 | 粤油92              | 2.10        | 0.44 | 3.63        | 0.34 | 5.12        | 0.65  | 10.53       |
| A20 | 桂花17              | 2.32        | 0.52 | 3.80        | 0.46 | 5.30        | 0.74  | 7.89        |
| A37 | 白沙1016            | 2.90        | 0.62 | 4.24        | 0.43 | 4.62        | 0.61  | 92.50       |
| A38 | 豫花1号              | 2.54        | 0.51 | 3.80        | 0.35 | 4.51        | 0.63  | 100.00      |
| A2  | 山花9号              | 2.39        | 0.34 | 3.92        | 0.37 | 5.28        | 0.72  | 18.14       |
| A9  | 冀油6号              | 1.88        | 0.28 | 3.27        | 0.31 | 5.06        | 0.69  | 0.00        |
| A10 | 开农30              | 2.66        | 0.50 | 3.86        | 0.36 | 5.27        | 0.71  | 100.00      |

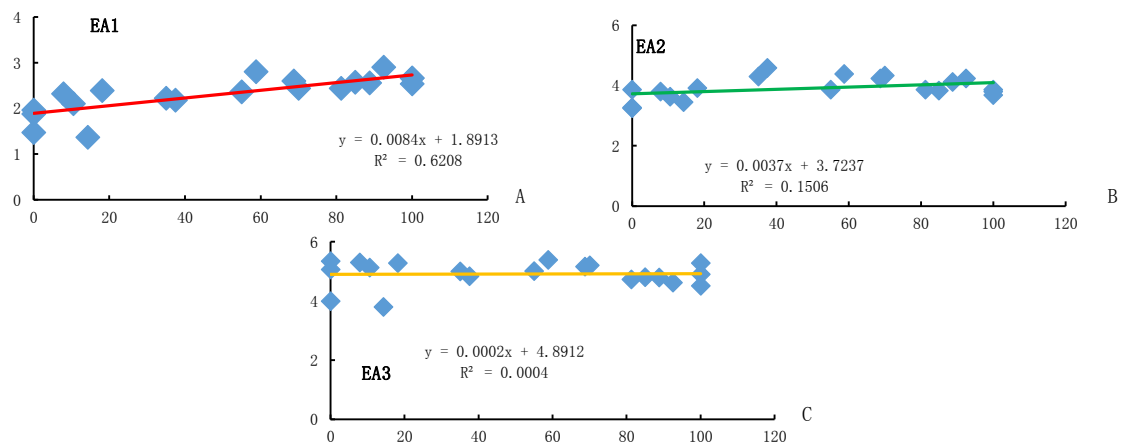


图2 三期播种种质资源的EA值与RGP的相关系数

A: 第一播种期的EA值与RGP的相关系数; B: 第二播种期的EA值与RGP的相关系数; C: 第三播种期的EA值与RGP的相关系数

析(表3、图2),选择第一播种期的EA值做为田间耐低温鉴定指标。

根据第一期种质资源从播种到出苗的时间,计算EP值达到高峰的时间,确定EA值取值点和范围,从图3可以看出,第一期播种3次重复第28天出苗均达到峰值,因此,选择第28天的种质出苗能力为最终出苗能力。

通过对发芽期耐低温鉴定指标RGP与苗期耐

低温鉴定指标EA的对比分析(表4),可以得知:通过RGP鉴定的耐低温品种(山花8号、豫花1号、开农30、白沙1016、油4号、泉花646)的EA值均大于2.5,通过RGP鉴定的敏感型品种(H4145、CS16、山花9号、09测S<sub>8</sub>、粤油92、桂花17、桂花66、冀花6号、冀油6号)的EA值小于2.4,通过RGP鉴定的中间型品种(黔花生2号、福花3号、鄂花4号、中花5号、油7号)的EA值在2.3~2.8之间。综合EA值与RGP值的相关系数,以耐低

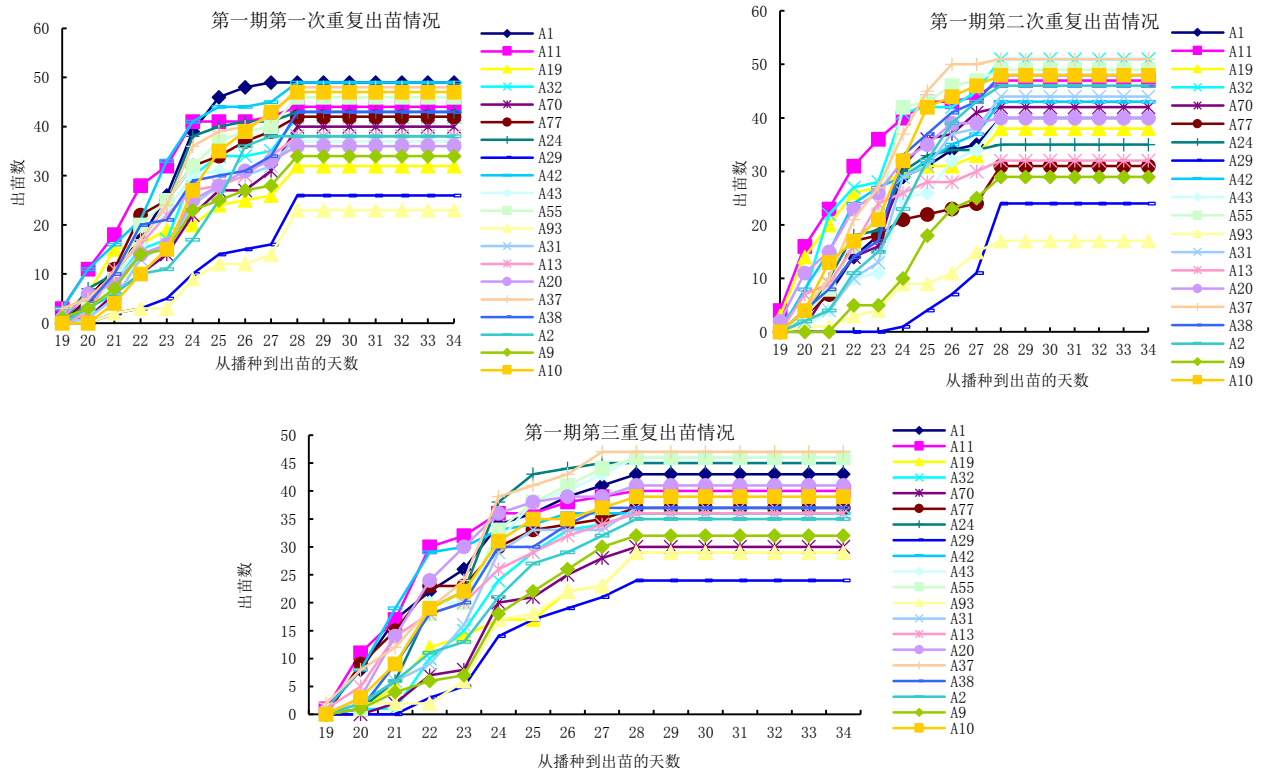


图3 第一播种期种质资源的EA值

A: 第一播种期第一次重复的EA值; B: 第一播种期第二次重复的EA值; C: 第一播种期第三次重复的EA值



表4 20份种质资源的EA值

| 代号  | 品种名               | RGP值  | 类型  | EA值  |
|-----|-------------------|-------|-----|------|
| A1  | 山花8号              | 100   | 耐低温 | 2.66 |
| A38 | 豫花1号              | 100   | 耐低温 | 2.54 |
| A10 | 开农30              | 100   | 耐低温 | 2.66 |
| A37 | 白沙1016            | 92.5  | 耐低温 | 2.90 |
| A32 | 油4号               | 88.75 | 耐低温 | 2.57 |
| A42 | 泉花646             | 85    | 耐低温 | 2.56 |
| A24 | 黔花生2号             | 81.25 | 中间型 | 2.44 |
| A43 | 福花3号              | 70    | 中间型 | 2.44 |
| A11 | 鄂花4号              | 68.75 | 中间型 | 2.60 |
| A55 | 中花5号              | 58.75 | 中间型 | 2.80 |
| A31 | 油7号               | 55    | 中间型 | 2.36 |
| A77 | H4145             | 37.5  | 敏感型 | 2.18 |
| A70 | CS16              | 35    | 敏感型 | 2.22 |
| A2  | 山花9号              | 18.14 | 敏感型 | 2.39 |
| A93 | 09测S <sub>8</sub> | 14.28 | 敏感型 | 1.37 |
| A13 | 粤油92              | 10.53 | 敏感型 | 2.10 |
| A20 | 桂花17              | 7.89  | 敏感型 | 2.32 |
| A19 | 桂花66              | 0     | 敏感型 | 1.96 |
| A29 | 冀花6号              | 0     | 敏感型 | 1.47 |
| A9  | 冀油6号              | 0     | 敏感型 | 1.88 |

表5 苗期耐低温性分级标准

| 级别 | 出苗能力(EA)(%) | 耐低温性 |
|----|-------------|------|
| 1  | ≥2.5        | 耐低温型 |
| 2  | 1.85≤EA<2.5 | 中间型  |
| 3  | <1.85       | 敏感型  |

温型与敏感型品种的EA值为耐低温性划分依据,把苗期耐低温性分1~3级(表5)。

3 讨 论

在过去的几十年里,我国花生以高产优质为主要育种目标,育种技术和育成品种皆遵循这一目标<sup>[13]</sup>。抗逆育种主要围绕耐盐碱、耐渍涝和抗黄曲霉开展<sup>[13]</sup>,目前国内还没有系统开展花生耐低温育种技术研究。

吉林省作为东北花生主产区,肩负着保障国家粮油安全的历史使命,实施花生发芽至苗期耐低温鉴定技术标准,可以筛选耐低温型花生种质,对高产稳产的耐低温型花生品种进行培育,促进我省优质花生产业发展,符合国家种植业结构调整的政策方向。

参考文献:

[ 1 ] 万书波.中国花生栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2003:1.

[ 2 ] 汤 松,禹山林,廖伯寿,等.我国花生产业现状、存在问题及发展对策[J].花生学报,2010,39(3):35-38.

[ 3 ] 高华援,凤 桐.吉林花生[M].北京:中国农业出版社,2016:218.

[ 4 ] 凤 桐,高华援,赵叶明,等.吉林省花生生产现状与发展优势[J].吉林农业科学,2010,35(1):23-25,27.

[ 5 ] 王晶姗,封海胜,栾文琪.低温对花生出苗的影响及耐低温种质的筛选[J].中国油料,1985(3):28-32.

[ 6 ] 封海胜.花生种子吸胀期间耐低温性鉴定[J].中国油料,1991(1):67-70.

[ 7 ] 史普想,王铭伦,于洪波,等.不同成熟度花生种子萌动期低温对苗期生长发育的影响[J].作物杂志,2009(1):78-81.

[ 8 ] 唐月昇,王传堂,高华援,等.花生种子吸胀期间耐低温性及其与品质性状的相关研究[J].核农学报,2011,25(3):436-442.

[ 9 ] 陶 群,张晓军,王月福,等.低温对花生种子发芽及幼苗生长的影响[J].花生学报,2014,43(1):24-27.

[ 10 ] 陈小姝,杨富军,刘海龙,等.施磷水平对不同基因型花生种子发芽期耐寒能力的影响[J].花生学报,2017,46(1):26-32.

[ 11 ] 国家技术监督局.GB/T 3543.3-1995 农作物种子检验规程 净度分析[S].北京:中国标准出版社,1995:38-47.

[ 12 ] 国家技术监督局.GB/T 3543.4-1995 农作物种子检验规程 发芽试验[S].北京:中国标准出版社,1995:54-67.

[ 13 ] 王传堂.花生遗传改良[M].上海:上海科学技术出版社,