

华南地区大豆育种材料抗疫霉根腐病鉴定

任海龙^{1,2}, 马启彬¹, 杨存义¹, 宋恩亮¹, 王瑞鹏¹, 马天翔¹, 唐玉娟¹, 年海¹

(1. 华南农业大学 农学院/国家大豆改良中心广东分中心/亚热带农业生物资源保护与利用国家重点实验室, 广东 广州 510642; 2. 新疆农业科学院 海南三亚农作物育种试验中心, 海南 三亚 572014)

摘要: 采用下胚轴伤口接种法, 用大豆疫霉菌菌株 Pm14 对 419 份华南地区大豆育成品种及育种材料进行抗病性鉴定。结果鉴定出抗病资源 60 份, 占鉴定资源总数的 14.32%; 中间反应类型有 58 份, 占 13.84%; 感病材料 301 份, 占 71.84%。对资源的来源组成进行分析, 统计结果表明, 抗病性材料所占比例引自非洲的材料最高, 国内次之, 巴西最低。

关键词: 大豆; 疫霉根腐病; 抗性筛选; Pm14

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-9841(2012)03-0453-04

Screening Soybean Germplasms Resistant to *Phytophthora sojae* in South China

REN Hai-long^{1,2}, MA Qi-bin¹, YANG Cun-yi¹, SONG En-liang¹, WANG Rui-peng¹, MA Tian-xiang¹, TANG Yu-juan¹, NIAN Hai¹

(1. College of Agriculture, South China Agricultural University; Guangdong Subcenter of National Center for Soybean Improvement; State Key Laboratory of Agricultural and Biological Resources Protection and Utilization in Subtropics, Guangzhou 510642, Guangdong; 2. Crops Breeding Experiment Center of Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572014, Hainan, China)

Abstract: Four-hundred-and-nineteen soybean accessions were inoculated with *Phytophthora sojae* (*P. sojae*) strain Pm14 on hypocotyls to identify the resistance of soybean germplasm to *Phytophthora sojae* in South China. The results showed that there were 14.32% accessions resistant to strain Pm14, 13.84% accessions had the intermediate response and 71.84% were susceptible to strain Pm14. The accessions from Africa held the higher ratio of resistant materials than that of those accessions from China.

Key words: Soybean; *Phytophthora sojae*; Resistance screening; Pm14

大豆疫霉根腐病于 1948 年在美国的印第安纳州被首次发现, 之后迅速蔓延, 在全球大豆主产区均有发生^[1-6]。1989 年, 沈崇尧在东北大豆产区首次分离到大豆疫霉菌, 证实大豆疫霉根腐病在我国的存在^[7]。其后该病害又先后在吉林、内蒙古、山东、北京出现^[8], 在福建、新疆、湖北等地也已分离到了大豆疫霉菌^[9]。由于其土传的特性和极强的生存能力, 该病害在世界大豆主产区仍呈扩大蔓延之势^[8]。大豆疫霉根(茎)腐病由于其危害重, 传播能力强, 防治难度大, 一直以来被我国列为检疫病害。该病在感病品种上可造成 25%~50% 产量的损失, 严重时甚至造成绝产^[1]。

使用抗病品种是防治大豆疫霉根腐病最有效的方法^[10]。但由于大豆疫霉菌自身变异性高, 且种植抗病品种会造成选择压力^[11-12], 研究表明抗病品种的抗性有效期只有 8~15 a^[10]。因此, 为确保抗

病育种工作持续、有效的开展, 必须不断地发掘新的抗病材料^[13]。下胚轴接种法筛选大豆疫霉根腐病抗病资源被国内外研究人员广泛采用, 并建立了与此方法相对应的 2 套鉴别寄主。但是有研究表明, 同一生理小种来源于不同地区或继代多次后, 毒力会发生改变。因此该研究选择强毒力小种对国家大豆改良中心广东分中心的大豆育种材料进行了大豆疫霉根腐病的抗病性评价, 以探讨华南地区育种材料的抗病能力, 发掘新的抗病资源, 为大豆抗病育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 大豆材料和鉴别寄主 419 份大豆育成品种及育种材料, 由国家大豆改良中心广东分中心提供。

收稿日期: 2012-03-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30971814); 新疆维吾尔自治区自然科学基金(2012211B41); 公益性行业(农业)科研专项资助项目(200903002); 广东省科技计划项目(2011A020102010); 华南农业大学校长基金资助项目(4100-k09130); 广东省教育部产学研结合计划项目(2011B090400328)。

第一作者简介: 任海龙(1985-), 男, 助理研究员, 硕士, 研究方向为大豆抗病遗传育种。E-mail: renhailong_2006@163.com。

通讯作者: 年海(1962-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: hnian@scau.edu.cn。

鉴别寄主(含有的抗病基因): Harlon (*Rps1a*)、Harosoy13xx (*Rps1b*)、Williams79 (*Rps1c*)、PI103091 (*Rps1d*)、Williams82 (*Rps1k*)、L76-1988 (*Rps2*)、Chapman (*Rps3a*)、PRI46-36 (*Rps3b*)、PRI46-48 (*Rps3c*)、L85-2352 (*Rps4*)、L85-3059 (*Rps5*)、Harosoy62xx (*Rps6*)、Harosoy (*Rps7*)、Williams (*rps*)。

1.1.2 大豆疫霉菌 大豆疫霉菌菌株 Pm14, 其毒力公式(1a、1b、1c、1d、1k、2、3a、3c、4、5、6、7)由14个国际通用的大豆疫霉菌菌株鉴别寄主^[14]测定。以上材料分别由南京农业大学王源超教授和邢邯教授提供。

1.2 方法

1.2.1 大豆疫霉根腐病病原菌培养基的制备 V8汁-碳酸钙培养基: 美国进口的V8蔬菜汁120 mL, 加入碳酸钙1.2 g; 在4 000 r·min⁻¹, 25℃条件下离心8 min; 取上清液100 mL, 加超纯水定容到1 L; 再加入15 g琼脂, 121℃灭菌锅灭菌20 min; 最后在超净工作台加入过滤灭菌的利福平(质量体积比为1 mg:100 mL); 混匀后, 倒入直径为9 cm的培养皿备用, 培养基的厚度以0.3 cm为宜^[15]。

1.2.2 大豆疫霉根腐病病原菌的活化 取保存在10℃冰箱中的大豆疫霉根腐病病原菌, 用接种环挑取0.5 cm²左右的边缘菌落, 转接于培养基平皿中央, 于25℃温箱中倒置培养7 d^[15]。

1.2.3 供试大豆材料的种植 将大豆播种在以蛭石为基质的直径为9 cm的花盆中, 每盆保苗至少7株。于播种当天、3和7 d, 共浇3次水。培养温度25℃, 光照14 h。

1.2.4 接种方法及抗性评价 采用Sandhu等^[16]的下胚轴接种法, 略有修改: 在大豆真叶平展时, 一般为播种后7 d, 选取生长一致的植株, 用酒精灯火焰灭菌后的刀片在大豆子叶节下1~2 cm左右处划



a: 感病品种; b: 抗病品种
a: Susceptible soybean; b: Resistant soybean

图1 不同大豆品种疫霉菌抗性鉴定结果
Fig.1 Responses of different soybeans inoculated with *P. sojae* Pm14

一伤口, 伤口以能看到组织液为宜, 越薄越好。然后取25℃温箱中培养7 d的病原菌接种, 尽量取活性强的边缘菌落, 切成3 mm²左右的方块嵌入伤口中, 菌丝面朝内, 接种后把大豆放在塑料薄膜架子内, 喷水保湿24 h, 所有处理2次重复, 接种4 d后, 待表型稳定后进行病情调查。大豆抗性共分为3种类型^[17]: 植株死亡率在70%以上的为感病类型(S), 死亡率介于30%~70%之间的为中间类型(I), 死亡率在30%以下的为抗病类型(R), 抗感材料接种后的表型如图1所示。

2 结果与分析

2.1 华南地区大豆育种材料抗疫霉根腐病鉴定结果

以Williams为感病对照品种, PRI46-36为抗病对照品种, 大豆疫霉菌Pm14为致病菌株, 采用下胚轴伤口接种法对419份华南地区大豆育成品种及育种材料进行抗病性鉴定。接种后, Williams表现为感病, PRI46-36表现为抗病, 抗性鉴定结果详见表1。

统计结果表明(图2), 419份栽培大豆资源中有60份资源植株死亡率在30%以下, 表现为抗病反应, 占鉴定资源总数的14.32%; 有58份资源植株死亡率为30%~70%, 呈中间反应类型, 占13.84%; 301份资源植株死亡率在70%以上, 表现为感病类型, 占71.84%。

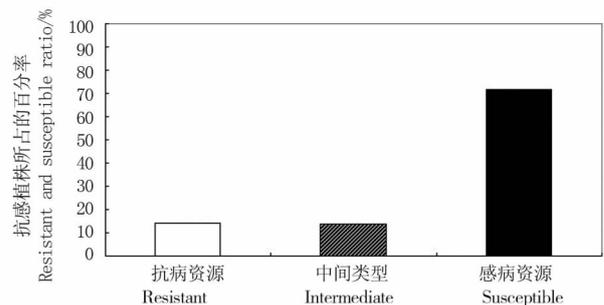


图2 419份栽培大豆材料
对大豆疫霉菌 Pm14 的抗性鉴定结果

Fig.2 Resistance of 419 soybean accessions to *P. sojae* Pm14

2.2 不同来源育种材料抗大豆疫霉根腐病分析

对来源于中国、非洲、巴西的材料对大豆疫霉根腐病抗病性分析的结果表明, 抗病性的比例表现为: 非洲(21.43%) > 中国(14.40%) > 巴西(8.70%)(表2)。非洲资源表现出的抗病性比例最高, 中国的次之。

表 1 419 份栽培大豆材料对疫霉菌 Pm14 的抗性鉴定结果
Table 1 Reactions to *P. sojae* Pm14 of 419 soybean accessions

反应模式 Reaction types	品种(系) Cultivars (lines)
抗病类型 R(60)	8, 33, 50106, 177, 189 号 包公豆, 3 保 1-4, 45 号 34-1, 62 号, 62 号-1, [A13, A4, A9, B8], C, D, J4132, 保黑、丹阳晚黄豆、鄂、丰都六月黄、福建晚老地、福建 218 毛豆、福建大青豆、广东西部 81、桂 0118-1、桂 0120-2、桂春豆 1 号、桂夏 1 号、桂夏 4 号、河州黄豆、湖南 2 号、华春 5 号、吉 21、吉 32、监利牛毛黄、金坛苏州青、库 6、辽 00136-1、辽 00139-1、绿皮豆、明夏豆 1 号、南方春大豆、南农 07、七星 1 号、启东西凤青、泰兴黑豆、瓦窑黄豆、翁县苏村青皮豆、无名 1 号、无名 2 号、无名 4 号、无名 5 号、无名优、湘春、堰城里外绿、阳江、英德大青豆、粤夏 07-1、在妙大豆、浙春 2 号
中间类型 M(58)	32, 58, Feb-92, 95019, 62 号-2, 92 号, [A15, A3, B17], F、白脐鹦哥、博罗、博罗 9 号、潮州、东莞(亲本)、冬豆、福建黄豆、赣 03-18、高州、贡 114-1、桂 0338-1、桂 M32、桂夏 2 号、海南黑豆、黑豆 39、黑农 37、沪 23-9-7、华夏 6 号、化州、黄皮八月渣、佳海、江苏 1138-2、靖西秋黄豆、开封 73-3、库 10、库 150、库 223、邗城、乐业六月豆、龙川佗城(亲本)、龙州、绿兰子、毛豆 2 号、南国黑豆、南农 Q103、潜山昆仑青豆、泉豆 7 号、日本毛豆、上海青、四川冬豆、四川绿兰子、天峨拉马豆、望江黄豆、翁县苏村青皮豆(绿皮)、阳春小粒、油 05-4、自贡东豆、自贡冬豆
感病类型 S(301)	1, 23, 36, 129-3 浅福、145 号 吉林柱黑豆、II 29, 41 号 B 好、427/519, 44 号 87-72, 47 号 干于落叶青、52 龙川佗城、56 号 58, 58-26, 58 号 黑豆 95, 87-72, 95C-10, A, [A1, A10, A11, A12], A-139 黑粒, A-139 黄粒, A-139 绿, [A14, A2], A316, A-389, 433, [A5, A6, A7, B1, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B18, B19, B2, B21, B22, B24, B25, B3, B4, B5, B6, B7, B9], BA1224POI, BR83-147, B 优, B 早豆优, CSIR 棕毛, F5301, F9 GB13 7-4-1, H38, HS88 LI SAVANA, J3014, J4032, JN9816-09, JN9843-08-43, PI471938, Unioh, Z2322, 矮杆小豆, 矮脚早, 安豆 3 号, 巴西 19, 苞萝黄, 保褐选子, 本地 2 号, 本地黄, 本地九月黄大豆, 菜豆 8 号, 东安黄豆, 东农 41, 东莞青溪, 东兴青皮豆, 防城那良青豆, 丰平黑豆, 凤山八月黄, 凤山立夏青豆, 扶隆豆, 福豆 234, 福豆 310, 福豆 8 号, 福建, 富川白毛八月豆, 干于落叶青, 赣豆 4 号, 赣州豆, 革步小黄豆, 公正黄豆, 贡 984-1, 贡豆 369-1, 贡秋豆 04-2, 贡秋豆 370-1, 贡选 1 号, 广大粒, 广东 1 号, 广东 21, 广东 2 号, 广东 6 号, 广东 7 号, 广东 8 号, 广东 9 号, 广东西南, 广秋毛豆, 广无河西花大豆, 广中粒, 桂 0112-3, 桂 0114-4, 桂 0238-1, 桂 0238-2, 桂 199, 桂 4-228, 桂 98-1, 桂春 1 号, 桂早 1 号, 桂早 2 号, 河南巨丰, 鹤之友, 黑豆, 黑豆 14, 黑豆 18, 黑豆 51, 黑豆 83, 黑豆 8 号, 黑豆 95, 黑龙江, 黑林食豆, 黑嘴黄豆, 湖北油 92-1077, 湖南 1 号, 湖南 78141, 花地 16 号, 花皮豆, 花柴黄毛豆, 华春 1 号, 华春 2 号, 华春 3 号, 华春 6 号, 华夏 1 号, 华夏 2 号, 华夏 3 号, 华夏 4 号, 华夏 5 号, 华夏 7 号, 化州蚁铺, 化州蚁虾, 环江六月豆, 黄大豆, 黄豆子, 黄绿小豆, 吉 23, 吉 25, 吉 26, 吉 30, 吉 31, 吉 33, 江-17 高州, 江西秋大豆, 江西武宁黑皮豆(秋大豆), 江阳碧绿青, 金牙中黄, 晋豆 39, 靖西春豆, 靖西青皮甲, 库 112, 库 154, 库 161, 库 168, 库 283, 库 4, 库 61, 邗县六月黄, 奎丰 4 号, 乐昌, 乐昌 22, 乐业春豆, 廉江, 廉江 30(绿皮), 廉江大粒, 临江, 临江牛毛黄, 柳豆 1 号, 柳豆 3 号, 龙川新龙, 龙州迟熟豆, 绿皮大豆, 毛豆 可能是墨江, 毛豆 75-3, 梅州, 美国 PI416973, 蒙庆 3 号, 密荚黄豆(迟), 密荚黄豆(早), 密山大粒黄, 那北豆, 那坡黑眼豆, 那坡小黄豆, 耐寒 65, 南方夏大豆, 南国珠豆, 南京绛色豆, 南农 307, 南农 493-1, 南农 506, 南农 701, 南农 803, 南农 87-17/, 湘春豆 14, 南农 Z250, 南雄, 年海 1, 年海 10(乐昌), 年海 2, 年海 7(福建, 青皮), 年海 8(黄绿小豆), 平果豆, 坡稔黄豆, 祁县紫金豆, 黔江棕色豆, 青浦红豆, 秋 95-3, 衢 9806, 泉豆 8 号, 胜利 4 号, 四川(尤)、四川新桥(石庙)-1、四川早豆、四粒金、泗阳临河草青豆、苏协、宿迁红管豆、通山薄皮黄豆甲、望江棕色豆、文华黄豆、翁县苏村、乌豆、无名 1、无名 2、无名 6、无名 8、无名 9、无名 10、无名 11、无名 12、无名 13、无名 14、无名 15、无名 16、无名 17、无名 18、无名 19、无名 20、无名 21、无名 22、无名 23、无名 24、无名 25、无名 26、无名 27、无名 28、无名 29、无名 30、无名 31、无名 32、无名 33、无名 34、无名 35、无名 36、无名 37、无名 38、无名 39、无名 40、无名 41、无名 42、无名 43、无名 44、无名 45、无名 46、无名 47、无名 48、无名 49、无名 50、无名 51、无名 52、无名 53、无名 54、无名 55、无名 56、无名 57、无名 58、无名 59、无名 60、无名 61、无名 62、无名 63、无名 64、无名 65、无名 66、无名 67、无名 68、无名 69、无名 70、无名 71、无名 72、无名 73、无名 74、无名 75、无名 76、无名 77、无名 78、无名 79、无名 80、无名 81、无名 82、无名 83、无名 84、无名 85、无名 86、无名 87、无名 88、无名 89、无名 90、无名 91、无名 92、无名 93、无名 94、无名 95、无名 96、无名 97、无名 98、无名 99、无名 100、无名 101、无名 102、无名 103、无名 104、无名 105、无名 106、无名 107、无名 108、无名 109、无名 110、无名 111、无名 112、无名 113、无名 114、无名 115、无名 116、无名 117、无名 118、无名 119、无名 120、无名 121、无名 122、无名 123、无名 124、无名 125、无名 126、无名 127、无名 128、无名 129、无名 130、无名 131、无名 132、无名 133、无名 134、无名 135、无名 136、无名 137、无名 138、无名 139、无名 140、无名 141、无名 142、无名 143、无名 144、无名 145、无名 146、无名 147、无名 148、无名 149、无名 150、无名 151、无名 152、无名 153、无名 154、无名 155、无名 156、无名 157、无名 158、无名 159、无名 160、无名 161、无名 162、无名 163、无名 164、无名 165、无名 166、无名 167、无名 168、无名 169、无名 170、无名 171、无名 172、无名 173、无名 174、无名 175、无名 176、无名 177、无名 178、无名 179、无名 180、无名 181、无名 182、无名 183、无名 184、无名 185、无名 186、无名 187、无名 188、无名 189、无名 190、无名 191、无名 192、无名 193、无名 194、无名 195、无名 196、无名 197、无名 198、无名 199、无名 200、无名 201、无名 202、无名 203、无名 204、无名 205、无名 206、无名 207、无名 208、无名 209、无名 210、无名 211、无名 212、无名 213、无名 214、无名 215、无名 216、无名 217、无名 218、无名 219、无名 220、无名 221、无名 222、无名 223、无名 224、无名 225、无名 226、无名 227、无名 228、无名 229、无名 230、无名 231、无名 232、无名 233、无名 234、无名 235、无名 236、无名 237、无名 238、无名 239、无名 240、无名 241、无名 242、无名 243、无名 244、无名 245、无名 246、无名 247、无名 248、无名 249、无名 250、无名 251、无名 252、无名 253、无名 254、无名 255、无名 256、无名 257、无名 258、无名 259、无名 260、无名 261、无名 262、无名 263、无名 264、无名 265、无名 266、无名 267、无名 268、无名 269、无名 270、无名 271、无名 272、无名 273、无名 274、无名 275、无名 276、无名 277、无名 278、无名 279、无名 280、无名 281、无名 282、无名 283、无名 284、无名 285、无名 286、无名 287、无名 288、无名 289、无名 290、无名 291、无名 292、无名 293、无名 294、无名 295、无名 296、无名 297、无名 298、无名 299、无名 300、无名 301、无名 302、无名 303、无名 304、无名 305、无名 306、无名 307、无名 308、无名 309、无名 310、无名 311、无名 312、无名 313、无名 314、无名 315、无名 316、无名 317、无名 318、无名 319、无名 320、无名 321、无名 322、无名 323、无名 324、无名 325、无名 326、无名 327、无名 328、无名 329、无名 330、无名 331、无名 332、无名 333、无名 334、无名 335、无名 336、无名 337、无名 338、无名 339、无名 340、无名 341、无名 342、无名 343、无名 344、无名 345、无名 346、无名 347、无名 348、无名 349、无名 350、无名 351、无名 352、无名 353、无名 354、无名 355、无名 356、无名 357、无名 358、无名 359、无名 360、无名 361、无名 362、无名 363、无名 364、无名 365、无名 366、无名 367、无名 368、无名 369、无名 370、无名 371、无名 372、无名 373、无名 374、无名 375、无名 376、无名 377、无名 378、无名 379、无名 380、无名 381、无名 382、无名 383、无名 384、无名 385、无名 386、无名 387、无名 388、无名 389、无名 390、无名 391、无名 392、无名 393、无名 394、无名 395、无名 396、无名 397、无名 398、无名 399、无名 400、无名 401、无名 402、无名 403、无名 404、无名 405、无名 406、无名 407、无名 408、无名 409、无名 410、无名 411、无名 412、无名 413、无名 414、无名 415、无名 416、无名 417、无名 418、无名 419

R = 抗病, I = 中间类型, S = 感病, 下同; [Ai = 非洲资源, Bi = 巴西资源]

R = Resistant, I = Intermediate, S = Susceptible, the same as follows; [Ai = Africa, Bi = Brazil]

表 2 不同来源大豆资源
对大豆疫霉菌 Pm14 的抗性鉴定结果
Table 2 Responses of soybean accessions
from different regions to *P. sojae* Pm14

来源 Region	数量 Number	对疫霉菌的抗性 Reaction to <i>P. sojae</i> Pm14		
		R	I	S
中国	382	55	55	272
非洲	14	3	2	9
巴西	23	2	1	20
合计	419	60	58	301

3 讨论

3.1 各地抗病材料的筛选

近十几年来,科研工作者在大豆疫霉根腐病抗病资源筛选方面进行了大量研究,从单一生理小种的鉴定,逐步发展成多个生理小种的综合评价,研究表明长江流域的抗病种质比率最高,其次为黄淮海流域,而东北地区抗病种质较少^[18-19]。黄淮海地区的大豆品种多抗性最丰富^[20-21]。生产上的品种抗病性比例更高^[22]。但是由于各地的优势小种不同,所得的结果都不能直接进行比较,要结合实际情况进行分析。

3.2 抗病资源筛选存在的问题

由于不同研究者抗病性鉴定的方法和实验操作的环境有差异,且所采用的大豆疫霉菌株也不尽相同,使得研究结果之间的可比性较差。笔者曾参照于安亮等^[23]和 Morrison 等^[24]的子叶接种法对100份栽培大豆资源进行大豆疫霉菌接种,结果与下胚轴接种法存在一定的差异(未发表)。因此,需要建立大豆疫霉菌根腐病统一的鉴定标准,规范所使用的大豆疫霉菌株,形成全国性的资源共享机制。

参考文献

- [1] 马淑梅,丁俊杰,郑天琪,等. 黑龙江省大豆疫霉菌根腐病生理小种鉴定结果[J]. 大豆科学,2005,24(4):260-262. (Ma S M, Ding J J, Zheng T Q, et al. The identification of physiological races of *Phytophthora megasperma* [J]. Soybean Science, 2005, 24(4): 260-262.)
- [2] Tsuchiya S, Kodama F, Akai J, et al. *Phytophthora* stem rot caused by *Phytophthora megasperma* var. *sojae* Hildebrand[J]. Ann Phytopathol Soc Jpn, 1978, 44: 351.
- [3] Ryley M J, Obst N R. Changes in the racial composition of *Phytophthora sojae* in Australia between 1979-1996[J]. Plant Disease, 1996, 82: 1048-1054.
- [4] Barreto D, Stegman de G B, Fortugno C. Races of *Phytophthora sojae* in Argentina and reaction of soybean cultivars[J]. Plant Disease, 1995, 79: 599-600.
- [5] Anderson T R, Buzzell R I. Diversity and frequency of races of *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in soybean fields in Essex country, Ontario, 1980-1989[J]. Plant Disease, 1992, 76: 587-589.
- [6] 刘丽君,孙欣,薛永国,等. 大豆抗疫霉菌根腐病基因 SSR 标记[J]. 大豆科学,2008,27(3):379-382. (Liu L J, Sun X, Xue Y G, et al. Tagging SSR markers for resistant gene to *Phytophthora* root rot in soybean[J]. Soybean Science, 2008, 27(3): 379-382.)
- [7] 沈崇尧,苏彦纯. 中国大豆疫霉菌的发现及初步研究[J]. 植物病理学报,1991,21(4):298. (Shen C Y, Su Y C. Discovery and preliminary studies of *Phytophthora megasperma* on soybean in China[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1991, 21(4): 298.)
- [8] 许修宏,曲娟娟,张喜萍,等. 大豆疫霉菌根腐病研究进展[J]. 东北农业大学学报,2003,34(4):368-371. (Xu X H, Qu J J, Zhang X P. et al. Progress of research on *Phytophthora* root rot [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2003, 34(4): 368-371.)
- [9] 孙石. 大豆疫霉菌根腐病抗性的遗传分析及基因定位的初步研究[D]. 南京:南京农业大学,2008:1-2. (Sun S. Primary study on genetic analysis and gene mapping of resistance to *P. sojae* in soybean[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2008: 1-2.)
- [10] Schmitthenner A F. Problems and progress in control of *Phytophthora* root rot of soybean [J]. Plant Disease, 1985, 69(4): 362-368.
- [11] 靳立梅,徐鹏飞,吴俊江,等. 野生大豆种质资源对大豆疫霉菌根腐病抗性评价[J]. 大豆科学,2007,26(3):300-304. (Jin L M, Xu P F, Wu J J, et al. Identification the resistance of wild soybean germplasm to *Phytophthora sojae* [J]. Soybean Science, 2007, 26(3): 300-304.)
- [12] Kaitany R C, Hart L P, Safir G R. Virulence composition of *Phytophthora sojae* in Michigan[J]. Plant Disease, 2001, 85(10): 1103-1106.
- [13] 范爱颖. 大豆品种豫豆 25 抗疫霉菌根腐病基因的分子标记与作图[D]. 武汉:中国农业科学院,2009:7-8. (Fan A Y. Molecular marker and mapping of *Phytophthora* resistant gene in cultivar soybean Yudou 25 [D]. Wuhan: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009: 7-8.)
- [14] Gordon S G, Martin S K S, Dorrance A E. *Rps* 8 maps to a resistance gene rich region on soybean molecular linkage group F [J]. Crop Science, 2006, 46: 168-173.
- [15] 任海龙,宋恩亮,马启彬,等. 南方三省(区)抗大豆疫霉菌根腐病野生大豆资源的筛选[J]. 大豆科学,2010,29(6):1012-1015. (Ren H L, Song E L, Ma Q B, et al. Screening for resistance sources to *Phytophthora* root rot in *Glycine soja* from three provinces of southern China [J]. Soybean Science, 2010, 29(6): 1012-1015.)
- [16] Sandhu D, Schallock K G, Rivera-Velez N, et al. Soybean *Phytophthora* resistance gene *Rps* 8 maps closely to the *Rps* 3 region [J]. Journal of Heredity, 2005, 96(5): 536-541.
- [17] Kyle D E, Nickell C D, Nelson R L, et al. Response of soybean accessions from provinces in southern China to *Phytophthora sojae* [J]. Plant Disease, 1998, 82(5): 555-559.
- [18] 王晓鸣,朱振东,王化波,等. 中国大豆疫霉菌根腐病和大豆种质抗病性研究[J]. 植物病理学报,2001,31(4):324-329. (Wang X M, Zhu Z D, Wang H B, et al. Occurrence of soybean *Phytophthora* root rot and evaluation of germplasm resistance in China [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2001, 31(4): 324-329.)
- [19] 马淑梅,李宝英,丁俊杰. 大豆疫霉菌根腐病抗病资源筛选及抗性遗传研究[J]. 大豆科学,2001,20(3):197-199. (Ma S M, Li B Y, Ding J J. Selections of soybean germplasms with resistance to *Phytophthora* root rot and its use in breeding for resistance [J]. Soybean Science, 2001, 20(3): 197-199.)
- [20] 朱振东,霍云龙,王晓鸣,等. 大豆疫霉菌根腐病抗源筛选[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(1):24-30. (Zhu Z D, Huo Y L, Wang X M, et al. Screening for resistance sources to *Phytophthora* root rot in soybean [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2006, 7(1): 24-30.)
- [21] 唐庆华,崔林开,李德龙,等. 黄淮地区大豆种质资源对疫霉菌根腐病的抗病性评价[J]. 中国农业科学,2010,43(11):2246-2252. (Tang Q H, Cui L K, Li D L, et al. Resistance evaluation of soybean germplasm from Huanghuai valley to *Phytophthora* root rot [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(11): 2246-2252.)
- [22] 李长松,路兴波,刘同金,等. 大豆疫霉菌根腐病生理小种的鉴定及品种抗病性筛选[J]. 中国油料作物学报,2001,24(2):60-62. (Li C S, Lu X B, Liu T J, et al. Identification of race of *Phytophthora sojae* and screening of soybean cultivar resistance [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2001, 24(2): 60-62.)
- [23] 于安亮,徐鹏飞,陈晨,等. 大豆疫霉菌根腐病子叶接种法抗病性鉴定[J]. 大豆科学,2009,28(5):879-882. (Yu A L, Xu P F, Chen C, et al. Screening on soybean resistance to *Phytophthora sojae* using cotyledon inoculation method [J]. Soybean Science, 2009, 28(5): 879-882.)
- [24] Morrison R H, Thorne J C. Inoculation of detached cotyledons for screening soybeans against two races of *Phytophthora megasperma* var. *sojae* [J]. Crop Science, 1978, 18: 1089-1091.