

大豆疫霉根腐病子叶接种法抗病性鉴定

于安亮¹,徐鹏飞¹,陈晨¹,王金生¹,吴俊江²,李宁辉¹,李文滨¹,马凤鸣³,邱丽娟⁴,常汝镇⁴,陈维元⁵,张淑珍¹

(1. 东北农业大学 大豆研究所,教育部大豆生物学重点实验室,黑龙江 哈尔滨,150030;2. 黑龙江省农业科学院 大豆研究所,黑龙江 哈尔滨,150086;3. 东北农业大学 农学院,黑龙江 哈尔滨 150030; 4. 中国农业科学院 作物科学研究所,北京 100081;5. 黑龙江省农业科学院 绥化分院,黑龙江 绥化 152052)

摘要:用子叶接种法鉴定了来自黑龙江、内蒙古、湖北、以及四川的 65 个大豆品种对疫霉根腐病 1 号生理小种的抗感情况。其中抗病品种 11 个,中间类型 5 个,感病品种 49 个。其鉴定结果与下胚轴接种法比较相同的有 51 个品种。经过 DPS v7.05 分析下胚轴接种法与子叶接种法之间的相关呈极显著,经 $r \times c$ 独立性测验得到 $\chi^2 = 1.46 < \chi_{0.05,22} = 5.99$,2 种方法差异不显著。证明了子叶接种法进行大豆疫霉根腐病抗性鉴定同样准确可行。此外还可以解决遗传分析上需要保存感病植株后代的问题,为遗传分析时鉴定疫霉根腐病抗感情况提供了可靠的方法。

关键词:抗病性鉴定;子叶接种法;下胚轴接种法;大豆疫霉根腐病

中图分类号:S565.1 文献标识码:A 文章编号:1000-9841(2009)05-0879-04

Screening on Soybean Resistance to *Phytophthora sojae* using Cotyledon Inoculation Method

YU An-liang¹,XU Peng-fei¹,CHEN Chen¹,WANG Jin-sheng¹,WU Jun-jiang²,LI Ning-hui¹,LI Wen-bin¹,MA Feng-ming³,QIU Li-juan⁴,CHANG Ru-zhen⁴,CHEN Wei-yuan⁵,ZHANG Shu-zhen¹

(1. Soybean Research Institute of Northeast Agricultural University, Key Laboratory of Soybean Biology of Chinese Education Ministry, Harbin 150030, Heilongjiang;2. Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang;3. College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, Heilongjiang;4. Crop Sciences Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;5. Suihua Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua 152052, Heilongjiang, China)

Abstract:Soybean production is seriously affected by *Phytophthora sojae*,one kind of destructive fungal diseases. The most effective measure to prevent and control the diseases is to carry out disease-resistant breeding. In this paper,65 soybean varieties from Heilongjiang,Inner Mongolia,Hunan and Sichuan were evaluated the reactions to *P. sojae* race 1 by way of cotyledon inoculation. Of all the varieties tested,11 were resistant,49 were susceptible,and the rest were intermediate. Fifty-one varieties had the same reaction as those evaluated with hypocotyl inoculation method. There was significant correlation between cotyledon inoculation and hypocotyl inoculation method according to DPS V7.05 analysis. By the independent tests of $r \times c$ table of cotyledon inoculation and vaccination hypocotyl,there were no significant differences between the two methods. Cotyledon inoculation was proved to be feasible to evaluate soybean germplasm infection with *P. sojae* compared with the commonly used hypocotyl inoculation method. It not only provided a method to identify the soybean resistance to *P. sojae*,but also solved the problem that the seeds of susceptible plants generated from crossing progeny could not be kept using hypocotyl inoculation method.

Key words:Disease resistance identification;Cotyledon inoculation;Hypocotyl inoculation;*Phytophthora sojae*

大豆疫霉根腐病 (*Phytophthora sojae* Kaufmann & Gerdemann) 是一种世界范围内严重影响大豆生

产的土传性真菌病害^[1-3]。一般造成大豆减产 10% ~40% ,病害发生严重的地区可造成绝产^[4]。

收稿日期:2009-03-30
基金项目:国家自然科学基金资助项目(30671317, 30810103063, 30400285);中国博士后基金资助项目(20060400835);黑龙江省自然科学基金资助项目(C200814);国家重点基础研究发展计划资助项目(2004CB117203-4);黑龙江省新世纪人才培养计划资助项目(NCET-06-007);黑龙江省农科院博士后基金资助项目(LRB06-010);农业部寒地作物重点开放实验室开放课题资助项目。
作者简介:于安亮(1983-),男,硕士研究生,研究方向为大豆抗病遗传育种。
通讯作者:张淑珍,博士,教授。E-mail:dnzshzh@yahoo.com.cn。

该病于 1948 年首次在美国的印第安纳州发现^[2],而后相继在澳大利亚、加拿大、巴西、日本、法国、英国、北朝鲜、印度等主要大豆生产国都有该病的报道^[2,5]。它每年在世界范围内造成 10 到 20 亿美元的损失,其中仅在美国中西部就造成近 200 万美元的损失^[6-8]。我国自 1989 年沈崇尧和苏彦纯首次在东北地区发现大豆疫霉根腐病以来^[9],该病在我国大豆主产区——黑龙江省发病面积呈逐年扩大蔓延趋势。1995~1998 年期间对黑龙江省 50 多个县的大部分大豆区进行调查,结果表明,40 多个县(市)及 4 个国营农场管理局均发现大豆疫霉根腐病,田间发病率一般为 3%~5%,严重地块可达 75%,甚至绝产^[10]。

国内外研究证明利用抗病大豆品种是防治大豆疫霉根腐病最有效的措施之一^[8,11],因此对其抗性资源的筛选尤为重要^[12]。传统筛选方法主要为下胚轴接种法^[13],该方法的主要优点有:鉴定结果准确,重复性好,结果稳定,但该方法时间长、工作量大^[14-15],而且该方法不能保存检验后表现抗病或者感病的植株。子叶接种法在 1978 年就由 Morrison 等^[16]使用过,但在我国尚未应用鉴定大豆疫霉根腐病种质资源。采用大豆子叶接种法对来自黑龙江、内蒙古、湖北以及四川的 65 个大豆品种进行大豆疫霉根腐病抗病性鉴定,并与下胚轴接种法进行比较,探讨子叶接种法的准确性和可信程度,以期用子叶接种法解决杂交后代抗病性鉴定及抗病性遗传分析中无法保存感病后代的问题。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 大豆疫霉根腐病菌株 菌株为大豆疫霉根腐病 1 号生理小种(实验室保存),是黑龙江省目前优势生理小种。

1.1.2 培养基的制备 胡萝卜培养基(CA):取 200 g 胡萝卜用榨汁机搅碎,加入 1 200 mL 蒸馏水煮沸 30 min,用 3 层纱布过滤,将过滤后的胡萝卜汁定容到 1 000 mL。加入 20 g 琼脂。120℃高温灭菌 20 min。灭菌后的培养基倒入灭菌的平皿中,高度为 1 cm 左右。

1.1.3 大豆品种 来自黑龙江、内蒙古、四川、湖北省的共计 65 个大豆品种。

1.2 方法

1.2.1 菌种培养 将大豆疫霉根腐病 1 号菌株取边长为 20 mm×20 mm 的正方形接种于 2% 的胡萝卜琼脂培养基后,于 25℃暗培养 7 d。

1.2.2 子叶接种和下胚轴接种 将大豆种子种于混合有 1/3 草炭土的小钵中,待其长出后分别采用下胚轴接种法和子叶接种法进行接种。

子叶接种法参照 Morrison 等的方法^[16]:每次取 15 株待鉴定的整齐一致的大豆幼苗,选择其中生长状况良好的子叶。在其真叶未展开时将子叶剪下,在其上表面用酒精灯灭菌后的手术刀划出边长约 5 mm 的三角形,深约 5 mm。在培养 7 d 的大豆疫霉根腐病菌株边缘切取适合伤口的形状,使菌丝面向上接种于伤口。将子叶放置于平皿中,平皿里放滤纸和适量蒸馏水保湿(24℃,每日光照 12 h,保持相对湿度为 100%),3 次重复。

子叶接种法鉴定标准(子叶接种法鉴定标准分别参照 Morrison 等^[16]的发病情况和 Yang 等^[17]的抗感情况分类):接种后 72 h 进行调查,子叶明显变黑,表面有小水珠出现,呈现出水渍状,用手轻触明显感觉到变软同时可闻到类似腐烂的异味则将此子叶判断为感病。子叶只在接种部位变色,其它部位不变色,用手轻触能感觉到正常子叶的硬度则判断为子叶抗病。对大豆疫霉根腐病抗感情况分为 3 种类型:子叶感病率在 70% 及其上的为感病(S),感病率在 30% 及其之下的为抗病(R),感病率在 30%~70% 之间的为中间类型(I)。

下胚轴接种法,参照 Kaufmann 等^[13]的接种方法:待需鉴定大豆苗长出第一对对生真叶时,在距离子叶下方 1 cm 处用刀切出伤口,深度为茎的 1/3。将 10 mm×10 mm 边长的正方形菌块接种到伤口上。接种后将植株放入保湿箱内(24℃,每日光照 12 h,保持相对湿度为 100%)保温保湿。3 d 后,转移至普通温室内等待发病。

下胚轴接种法鉴定标准^[17]:5 d 后对接种苗进行调查。感病植株发生萎蔫,植株从接种部位上部折断,接种处变色呈现水渍状,全株死亡。抗病植株仅在下胚轴接种处发生局部变红褐,植株继续生长,用手轻轻拨动也不会折断死亡。

对大豆疫霉根腐病抗感情况分为 3 种类型:死亡率在 70% 及其上的为感病(S),死亡率在 30% 及其之下的的为抗病(R),死亡率在 30%~70% 之间

的为中间类型(I) ^[17]。

1.2.3 统计分析 用 DPS (7.05 版) 进行子叶接种法和下胚轴接种法的相关分析, 并进行 2 种方法的 $r \times c$ 的独立性测验。

2 结果与分析

在接种 12 h 时抗感子叶表面均保持绿色, 与接种胡萝卜培养基的对照比并无明显变化; 接种 36 h 后抗病子叶在接种部位周围出现红褐色病斑, 感病品种出现水渍状病斑; 48 h 时, 感病子叶水渍状病斑沿着接种部位周围逐步扩展, 扩展面积约占子叶表面的 1/2, 子叶褪绿、变黑, 抗病子叶表面保持绿色, 接种部位呈现的红褐色病斑几乎没有扩展; 60 h 后, 感病子叶水渍状病斑扩展面积约占子叶表面的 2/3, 子叶腐坏变软, 抗病子叶仍保持绿色, 表面只有少数黑色斑点出现, 用手轻触子叶表面子叶仍然保持硬度与对照无明显差别; 72 h 时, 抗感子叶出现显著差异 (图 1), 抗病子叶只在接种部位周围出现红褐色过敏反应, 子叶仍为绿色, 表面只有零星病斑出现, 用手轻触时可以明显感觉到子叶的硬度; 感病子叶接种部位周围出现水渍状病斑, 子叶表面都已经变成黑色, 并且出现很多小水珠, 用手轻触可以感觉感病子叶表面变软, 打开培养皿时可以闻到类似腐烂的气味, 与对照差异明显 (图 2)。

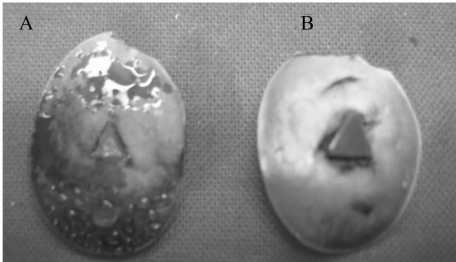


图 1 感病品种合丰 25 的子叶与抗病品种绥农 10 的子叶接种 72 h 后情况对比

Fig.1 Comparison of the cotyledon of the susceptible variety Hefeng 25 (A) and resistant variety Suinong 10 (B)

对 65 个大豆品种用子叶接种法和下胚轴接种法进行抗感鉴定, 其中子叶接种法接种表现感病的品种有 49 个, 占总数的 75%; 表现中间类型的有 5 个大豆品种, 占总数的 8%; 表现抗病的有 11 个, 占总数的 17%。下胚轴接种法接种表现感病的有 44 个, 占总数的 68%; 表现中间类型的有 9 个, 占总数的 14%; 表现抗病的有 12 个, 占总数的 18%。子叶

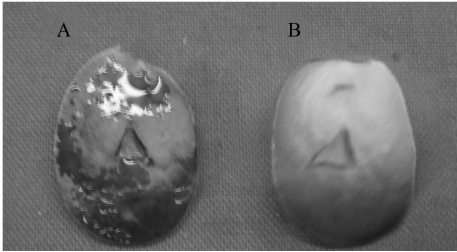


图 2 接种大豆疫霉根腐病菌与空白胡萝卜培养基的合丰 25 子叶在接种 72 h 情况对比

Fig.2 Cotyledon of the susceptible Hefeng 25 inoculated by *P. sojae* (A) and cotyledon of the susceptible Hefeng 25 inoculated by sterile CA medium (B)

接种法鉴定的结果与下胚轴接种法相同的有 51 个品种, 鉴定结果不同的有 14 个品种, 其中 11 个品种表现为用子叶接种法鉴定结果感病率高于下胚轴接种法, 即用子叶接种法鉴定表现为感病或中间类型而用下胚轴接种法鉴定表现为中间或抗病类型; 有黑河 29, 黑河 46 和成豆 9 号 3 个品种表现为子叶接种法鉴定后感病率低于下胚轴接种法, 即用下胚轴接种法鉴定表现为感病或中间类型而用子叶接种法鉴定结果为中间或抗病类型。

通过 DPS (7.05 版) 进行子叶接种法和下胚轴接种法的相关分析, 结果见表 1。可以看出子叶接种法和下胚轴接种法达到极显著相关 ($P < 0.01$)。对通过 $r \times c$ 的独立性测验后的数据 (r 表示抗病植株数、中间类型植株数、感病植株数; c 代表子叶接种法和下胚轴接种法), 用公式 $\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$ 计算, 可得子叶接种法和下胚轴接种法的 $\chi^2 = 1.46 < \chi^2_{0.05, 2} = 5.99$ 。(表 2), 说明两种方法差异不明显。相关分析和独立性测验后的结果表明, 子叶接种法鉴定结果与下胚轴接种法一样可靠, 结果可信。

表 1 子叶接种法和下胚轴接种法之间相关性分析

Table 1 Analysis of the correlation between cotyledon inoculation and hypocotyl inoculation

相关系数	x1	x2
Correlation coefficient		
x1	1	0.65 **
x2	0.65 **	1

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, x1 为子叶接种法感病率; x2 为下胚轴接种法感病率

x1:susceptible percentage by way of cotyledon inoculation;

x2:susceptible percentage by way of hypocotyl inoculation

表2 子叶接种法和下胚轴接种法的 $r \times c$ 独立性测验结果

Table 2 Independent tests of $r \times c$ table of cotyledon inoculation and hypocotyl inoculation

	子叶接种法 Cotyledon inoculation	下胚轴接种法 Hypocotyl inoculation	总计 Total	检测结果 Test result
抗病植株数 Number of resistant plants	11	12	23	
中间类型植株数 Number of inter mediate plants	5	9	14	
感病植株数 Number of susceptible plants	49	44	93	$\chi^2_{0.05,2} = 5.99$
总计 Total	65	65	130	$\chi^2 = 1.46$

3 讨论

明确子叶接种法的可行性对大豆抗疫霉根腐病的抗性资源筛选具有重要意义。该方法可以保存被检测植株,从而避免下胚轴接种法接种后会使得感病植株死亡的缺点,从而为大豆育种工作尤其是杂交后代的抗性鉴定提供了十分优良的鉴定方法,并且能够保存杂交后代中的感病植株,这对于遗传分析非常重要。

通过对子叶接种法和下胚轴接种法的相关分析,可知 2 种方法的相关性极显著,关联性非常高,通过 $r \times c$ 独立性检测得到的 χ^2 值说明 2 种方法之间 95% 的水平上差异不明显,由此可以说明子叶接种法完全可以用来进行大豆疫霉根腐病抗性鉴定,在需要保存鉴定植株,不能使用下胚轴接种法时可以选择子叶接种法。

子叶接种法的不足之处是其对抗感情况鉴定并不能很好的表现出下胚轴接种法的中间类型,大部分中间类型用子叶接种法鉴定的结果都是表现出感病情况。这有可能是子叶接种时的株龄要小于下胚轴接种时的株龄,从而由成株抗性造成的差异。

除了下胚轴接种法和子叶接种法之外的大豆疫霉根腐病抗病性鉴定方法还有游动孢子接种法。该法是将大豆苗根部浸入诱导产生的配置成一定浓度的大豆疫霉菌的游动孢子液中,数日后检测发病情况^[15,18]。游动孢子接种法具有可定量的优点,但是由于需要诱导游动孢子的产生使得操作繁琐,而且操作难度大;下胚轴接种法鉴定结果准确,重复性

好,结果稳定,但该方法需要空间较大、时间长、工作量大;子叶接种法具有时间短,操作简单而且结果与子叶接种法一致可靠的优点,但是要注意选取苗龄一致的植株,接种时用的大豆疫霉菌要菌龄一致,并且温光及湿度的控制也要尽量一致。另外,菌块接种的大小也对鉴定结果有着一定的影响,所以避免由于菌块大小不同对不同子叶作用不同引起误差。

子叶接种法接种的感病子叶与下胚轴接种法接种的感病植株在病程后期的接种部位周围都会呈现出水渍状的病斑,而抗病的子叶与抗病植株的接种部位都呈现出红褐色。即虽然接种部位不同,但是对大豆疫霉根腐病的抗感反应上表现出的症状具有一致性,这有可能是抗病植株在接种部位周围产生过敏反应,从而进一步阻止病原菌的进一步扩展。

参考文献

[1] Erwin D C, Ribeiro O K. *Phytophthora diseases worldwide* [M]. APS Press, St. Paul, MN. 1996;592.

[2] Schmitthenner A F. Problems and progressing in control of *Phytophthora* root rot of soybean [J]. *Plant Disease*, 1985, 69 (4): 362-368.

[3] Wrather J A, Anderson T R, Arsyad D M, et al. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994 [J]. *Plant Disease*, 1997, 81 (1): 107-110.

[4] Anderson T R, Tenuta A. *Phytophthora Rot* [M] // *Diseases of Field Crops in Canada*. K L Bailey, B D Gossen, R K Gugel, et al. The Canadian Phytopathological Society. CA. 2003;155-156.

[5] Wrather J A, Anderson T R, Arsyad D M, et al. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998 [J]. *Plant Pathology*, 2001, 23: 115-121.

[6] Zhang X M, Scheuring C, Tripathy S, et al. An Integrated BAC and genome sequence physical map of *Phytophthora sojae* [J]. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 2006, 19, (12): 1302-1310.

[7] 陈长卿, 康振生, 王晓杰, 等. 大豆疫霉的分子检测 [J]. *西北农林科技大学学报*, 2005, 33 (8): 73-77. (Chen C Q, Kang Z S, Wang X J, et al. Molecular detection of *Phytophthora sojae* [J]. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry*, 2005, 33 (8): 73-77.)

[8] 肖淑芹, 胡远富, 薛春生, 等. 大豆疫霉根腐病分子生物学研究进展 [J]. *大豆科学*, 2005, 124 (2): 139-142. (Xiao S Q, Hu Y F, Xue C S, et al. Recent advances on *Phytophthora* root rot of soybean in molecular biology [J]. *Soybean Science*, 2005, 124 (2): 139-142.)

[9] 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 (3): 298. (Shen C Y, Su Y C. Discovery and preliminary studies of *Phytophthora megasperma* on soybean in China [J]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 1991, 21 (3): 298.)

(下转第 888 页)

[7] 左豫虎,臧忠婧,刘惕若. 影响大豆疫霉菌 (*Phytophthora sojae*) 游动孢子产生的条件 [J]. 植物病理学报,2001,31(3):241-245. (Zuo Y H,Zang Z J,Liu T R. 2001. Studies on production condition of zoospores of *Phytophthora sojae*[J]. Acta Phytopathologica Sinica,31(3):241-245.)

[8] 史益敏. β -1,3- 葡聚糖酶活性的测定 [M]. // 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南. 北京:科学出版社,1999:128. (Shi Y M. Determination activity of β -1,3- glucanase [M]. // A Guide of Modern Plant Physiological Experiment. Beijing:Science Press,1999:128.)

[9] 余永廷,谢媛媛,黄丽丽,等. 不同碳、氮源组合对小麦全蚀病菌产生胞外 β -1,3- 葡聚糖酶的影响 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(2):110-114. (Yu Y T,Xie Y Y,Huang L L,et al. Effects of different combinations of carbon and nitrogen sources in MS medium on activities of extra cellular β -1,3- glucanase produced by take-all pathogen [J]. Journal of Northwest A & F University (Nat. Sci. Ed),2007,35(2):110-114.)

[10] 史娟,李建设. 枯萎病菌诱导的几丁质酶和 β -1,3- 葡聚糖酶与寄主抗病性的关系 [J]. 农业科学研究,2006,27(3):24-26. (Shi J,Li J S. Relationship between chitinase and β -1,3- glucanase activity induced by *Fusarium oxysporum* on resistance of

cucumber to Fusarium Wilt [J]. Journal of Agricultural Sciences, 2006,27(3):24-26.)

[11] Yoshikawa M,Yamaoka N,Takeuchi Y. Elicitors;their significance and primary modes of action in the induction of plant defense reactions [J]. Plant and Cell Physiology,1993,34(8):1163-1173.

[12] Ren Y Y,West C A. Elicitation of diterpene biosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.) by chitin [J]. Plant Physiology,1992,99(3):1169-1178.

[13] 黄鲲,刘曼西,程明恩. 病原真菌细胞壁对棉花 β -1,3- 葡聚糖酶的诱导 [J]. 华中理工大学学报,1998,26(7):103-106. (Huang K,Liu M X,Cheng M Y. Induction of β -1,3- Glucanase in cotton by the hydrolysate of cell wall from *Fusarium Moniliforme* [J]. Journal of Huazhong University of Science & Technology, 1998,26(7):103-106.)

[14] 孙斌,李多川,慈晓燕,等. 小麦叶片 β -1,3- 葡聚糖酶的诱导、纯化与抗菌活性 [J]. 植物生理与分子生物学学报,2004,30(4):399-404. (Sun B,Li D C,Ci X Y,et al. Induction,purification and antifungal activity of β -1,3- glucanase from wheat leaves [J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology,2004,30(4):399-404.)

(上接第 882 页)

[10] 李宝英,马淑梅,丁俊杰. 大豆疫霉病发生危害及影响其发生因素的探讨[J]. 植物保护,1999,25(5):8-11. (Li B Y,Ma S M,Ding J J. Investigations of soybean *Phytophthora* root rot disease and its determinant factors [J]. Plant Protection,1999,25(5):8-11.)

[11] Dorrance A E,McClure S A,Martin S K. Effect of partial resistance on *Phytophthora* stem rot incidence and yield of soybean in Ohio [J]. Plant Disease,2003,87:308-312.

[12] Hildebrand A A. A root and stalk rot of soybeans caused by *Phytophthora megasperma* Drechsler var. *sojae* var[J]. Canadian Journal of Botany,1959,37:927-957.

[13] Kaufmann M J,Gerdemann J W. Root and stem rot of soybean caused by *Phytophthora sojae* n. sp. [J]. Phytopathology,1958,48:201-208.

[14] Pegg K G,Kochman J K,Vock N T. Root and stem rot of soybean caused by *Phytophthora megasperma* var. *sojae* [J]. Australasian Plant Pathology,1980,9:15.

[15] 李永刚,文景芝,郝中娜,等. 大豆疫霉根腐病抗病性鉴定方法及抗原筛选的研究[J]. 东北农业大学学报,2008,39(5):1-5. (Li Y G,Wen J Z,Hao Z N,et al. Study on method of identification and screening resistance sources of *Phytophthora* root rot[J]. Journal of Northeast Agricultural University,2008,39(5):1-5.)

[16] 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.

[17] Yang X B,Ruff R L,Meng X Q et al. Races of *Phytophthora sojae* in Iowa soybean fields[J]. Plant Disease,1996,80:1418 - 1420.

[18] 左豫虎,臧忠婧,刘惕若. 影响大豆疫霉菌游动孢子产生的条件[J]. 植物病理学报 2001,31(3):241-245. (Zuo Y H,Zang Z J,Liu T R. Studies on production condition of zoospores of *Phytophthora sojae*[J]. Acta Phytopathologica Sinica,2001,31(3):241-245.)

征订启事索引

- 767 欢迎订阅 2010 年《分子植物育种》
- 805 2010 年《黑龙江农业科学》征订启事
- 862 欢迎订阅 2010 年《北方园艺》
- 897 欢迎订阅 2010 年《大豆科学》