

重组自交系群体对大豆胞囊线虫3号生理小种抗性与主要农艺性状的相关分析

胡海波, 韩英鹏, 滕卫丽, 常 玮, 李文滨

(东北农业大学 大豆研究所, 大豆生物学教育部重点实验室, 农业部大豆生物学与遗传育种北方区域重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要: 2009 和 2010 年以绥农 10 与 L-10 杂交衍生的 164 个株系组成的 F_6 和 F_7 重组自交系群体为试验材料, 利用品红染色法对大豆胞囊线虫抗性进行了鉴定。并分析了大豆胞囊线虫病 3 号生理小种抗性与主要农艺性状之间的相关性, 结果表明: 大豆胞囊线虫病 3 号生理小种抗性与生育期、节数呈显著负相关, 与株高、分枝数、单株荚数、粒数、百粒重呈负相关; 与种脐颜色、粒形、茸毛色无明显的相关性, 与根瘤呈极显著相关。

关键词: 大豆胞囊线虫; 抗病性; 农艺性状; 相关分析

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2012)05-0793-03

Correlation between Resistance to Soybean Cyst Nematode Race No. 3 and Major Agronomic Traits of Recombinant Inbred Lines

HU Hai-bo, HAN Ying-peng, TENG Wei-li, CHANG Wei, LI Wen-bin

(Soybean Research Institute, Northeast Agricultural University, Key Laboratory of Soybean Biology in Chinese Ministry of Education, Key Laboratory of Northeast Soybean Biology, Genetics and Breeding in Ministry of Agriculture, Harbin 150030, Heilongjiang, China)

Abstract: A total of 164 F_6 and F_7 recombinant inbred lines (RILs), derived from 'Suinong 10' \times 'L-10', was used to study relationship between resistance to Soybean Cyst Nematode race No. 3 and main agronomic traits. Magenta staining identification method was used to analyze SCN female index (FI) in the RIL population. Relationship between FI and main agronomic trait was analyzed through Software SPSS 10.0. The results showed that FI was significantly correlated with growth duration and main stem nodes per plant, and negatively correlated with plant height, branch number, pods per plant, seeds and 100-seed weight. Moreover, FI had no correlation with hilum color, grain shape and pubescence color, while significantly related with nodules.

Key words: Soybean cyst nematode; Resistance; Agronomic traits; Correlation analysis

大豆胞囊线虫病 (SCN, *Hereodera glycines Ichinohe*) 是一种世界范围内的毁灭性大豆病害, 也是我国大豆的主要病害之一^[1-2]。在我国大豆主产区黑龙江省受害严重的面积就达 66.7 万 hm^2 左右, 一般减产 5% ~ 10%, 严重的达 30%^[3-5]。培育抗病品种是防治大豆胞囊线虫的根本方法^[6]。目前国内外培育大豆胞囊线虫病抗性品种, 多含有中国半野生黑豆 Peking 的血缘^[7]。由于大多数抗胞囊线虫种质的农艺性状较差, 给育种工作带来一定的困难。因此, 研究大豆胞囊线虫病抗性与农艺性状之间关系对育种实践有重要的参考价值。

目前, 国内对大豆胞囊线虫病抗性与农艺性状间的相关性研究已有报道。史宏等^[8]以晋豆 23 和灰布支杂交衍生的大豆重组自交系为材料, 对 4 号生理小种抗性和主要农艺性状之间的关系进行了分析, 结果表明大豆重组自交系抗性与生育期、节

数呈显著负相关, 与株高、分枝数、单株荚数、粒数、百粒重相关显著。Brim 等^[7]的研究表明重组自交系群体抗性与质量性状无明显相关关系; 与主茎节数和百粒重呈极显著正相关, 与生育期呈显著负相关。

3 号生理小种是黑龙江省大豆胞囊线虫病优势小种, 本研究以绥农 10 \times L-10 衍生的重组自交系群体为材料, 分析大豆对 3 号生理小种抗性与主要农艺性状之间的关系, 为大豆胞囊线虫病抗性育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 植物材料 选用绥农 10 和 L-10 杂交衍生的 164 份 $F_{2.6}$ 和 $F_{2.7}$ 代重组自交系, 其中, 父本 L-10 抗大豆胞囊线虫 3 号生理小种; 母本绥农 10 是黑龙

收稿日期: 2012-04-04

基金项目: 农业部大豆产业技术体系资助项目 (CARS-04-PS04); 黑龙江省骨干教师项目。

第一作者简介: 胡海波 (1983-), 男, 在读硕士, 研究方向大豆分子辅助育种。E-mail: nmghuhaibo@126.com。

通讯作者: 李文滨 (1958-), 男, 教授, 博士生导师, 从事大豆遗传育种研究。E-mail: wenbinli@yahoo.com。

江省主栽大豆品种,感 3 号生理小种。

用于大豆胞囊线虫病生理小种鉴定的鉴别寄主为 Pickett、Peking、PI88788、PI90763 及 Lee68 共 5 个大豆品种^[1],由中国科学院东北地理与农业生态研究所无公害农业学科实验室提供。

1.1.2 病土来源 包含大豆胞囊线虫病 3 号生理小种的病土采集自伊春大豆连作地块。

1.2 方法

2009 和 2010 年分别对重组自交系进行大豆胞囊线虫病 3 号生理小种的抗性鉴定,将种子种在病土中,15~17 d 后取大豆整个根系,经染色后在显微镜下观察并记录胞囊。雌虫指数(FI 指数)测定方法参照 Chang 等^[9]的品红染色法进行。反应型的判定标准:FI \geq 10 为感病(S);FI<10 为抗病(R)。

重组自交系的植株成熟后室内考种,调查株高、主茎节数、分枝数、单株粒数、单株粒重、百粒重、种皮色、种脐色、粒形等主要农艺性状。

表 1 重组自交系群体和父母本 FI 指数统计

Table 1 SCN female index for parents and RILs inoculated with SCN race No. 3

年份 Year	L-10	绥农 10 Suinong10	群体平均值 Mean	群体变化范围 Range in RIL population
2009	1.36	69.07	41.63	0-145.61
2010	0.76	76.39	40.67	0-147.63

2.2 农艺性状与抗病性的相关分析

2.2.1 数量性状 对 FI 指数与数量性状进行相关性分析,结果 FI 指数与主茎节数、生育期分别呈显著和极显著负相关,与株高、分枝数、单株荚数、粒数、百粒重呈负相关,但不显著(表 2)。

表 2 数量性状与 SCN 抗性的相关分析

Table 2 Correlation between SCN resistance and quantitative traits in recombinant inbred line population

数量性状 Quantitative traits	相关系数 Correlation coefficient
株高 Plant height	-0.119
主茎节数 Nodes number in main stem	-0.167 *
分枝数 Branch number	-0.046
生育期 Growth duration	-0.183 **
单株荚数 Pods per plant	-0.073
粒数 Seeds per plant	-0.156
百粒重 100-seed weight	-0.110

* 和 ** 分别代表 0.05 和 0.01 水平显著相关。

* and ** represent the significant correlation at 0.05 and 0.01 level, respectively.

2.2.2 质量性状 利用卡方检验法对种脐、种皮颜色等质量性状与 FI 指数进行遗传相关分析。结

1.3 数据分析

使用 SPSS 10.0 软件进行数据统计分析

2 结果与分析

2.1 重组自交系的雌虫指数统计

2009 年和 2010 年对绥农 10 \times L-10 衍生的 F_{2:6} 和 F_{2:7} 代重组自交系群体进行 3 号生理小种的抗性鉴定,结果表明:164 个株系中分别有 8 和 10 个株系高抗 3 号生理小种,分别有 39 和 45 个中抗株系,其中有 7 个株系 2 a 均表现为高抗。另外,FI 指数在两亲本间存在很大的差异,2009 和 2010 年父本 L-10 的 FI 指数平均值分别为 1.36 和 0.76,母本绥农 10 的 FI 指数平均值分别为 69.07 和 76.39。重组自交系群体的 FI 指数变化范围分别为 0~145.61 和 0~147.63,平均值分别为 41.63 和 40.67 (表 1)。

果表明,重组自交系后代对 3 号小种的抗性与种脐颜色、粒形、茸毛色无明显的相关性,与根瘤有无呈极显著相关(表 3)。

表 3 质量性状与 SCN 抗性的遗传相关分析

Table 3 Correlations between SCN resistance and qualitative traits

质量性状 Qualitative traits	抗 R	感 S	χ^2
粒形 Seed shape 圆形 Circle	31	36	2.22
椭圆形 Oval	24	49	
种脐色 Hilum color 黄 Yellow	12	21	1.59
褐 Brown	24	26	
深褐 Sepia	12	19	
黑 Black	14	15	
茸毛色 Villus color 灰 Grey	5	41	0.07
棕 Brown	7	87	
根瘤 Nodule 有 Yes	49	8	8.85
无 No	54	30	

df = 1, $\chi^2_{0.05} = 3.92$, $\chi^2_{0.01} = 6.53$; df = 3, $\chi^2_{0.05} = 7.69$, $\chi^2_{0.01} = 11.26$.

3 讨 论

3.1 大豆对胞囊线虫 3 号生理小种抗性与数量性状之间的关系

Afzal 等^[10]研究表明大豆抗性品种的根组织在进行抗性反应的过程中,会对根部的形态建成产生影响,根部受伤会导致抗性品种的农艺性状较差。本研究所采用的材料为抗病品种 L-10 和感病品种绥农 10 杂交衍生的 164 个株系的重组自交系,结果表明 FI 指数与生育期呈显著负相关,说明抗性株系多数为生育期较长的株系,这与父本 L-10 是晚熟抗性品种相一致,而感病家系大都生育期较短,属于早熟株系,这与母本绥农 10 是中早熟感病品种相一致。

本研究结果表明大豆胞囊线虫病抗性(FI 指数)与株高、分枝数、单株荚数、粒数、百粒重等产量性状之间呈负相关,这与前人研究结果类似^[7,11]。目前国内外很多研究表明大豆胞囊线虫抗性与大豆产量及产量构成性状存在拖尾(drag)现象^[12],这是由于抗性强的株系一般成熟期比较长,而抗性和产量下降之间的关联既是由基因多效性和连锁造成的,又是克服产量拖尾的决定性因素。已有研究表明在 Satt309 上游至少 3 cM 处一个数量性状位点(QTL),可以打破连锁群 G 上大豆胞囊线虫病抗性和产量下降的连锁^[13]。

3.2 大豆对胞囊线虫 3 号生理小种抗性与质量性状之间的关系

大豆胞囊线虫病的抗性品种粒色主要是黑色和双色,主要原因是抗大豆胞囊线虫病的基因之一 *Rhg4* 与控制深色种皮的基因 I 紧密连锁^[12],而本研究表明绥农 10 × L-10 这个组合中,大豆胞囊线虫病抗病性与种皮色无关,这可能由于 L-10 所携带的抗性基因与基因 I 不存在连锁关系或连锁性较差。

参考文献

[1] 潘凤娟,许艳丽,孙玉秋,等.我国大豆胞囊线虫生防真菌研究现状[J].大豆通报,2006(4):15-17. (Pan F J, Xu Y L, Sun Y Q, et al. Advance on biological control to Soybean Cyst Nematode

by fungi in China[J]. Soybean Bulletin, 2006(4):15-17.)

[2] Wang J, Donald P A, Niblack T L, et al. Soybean Cyst Nematode reproduction in the north central United States[J]. Plant Disease, 2000, 84(1):77-82.

[3] 刘维志. 植物病原线虫学[M]. 北京:中国农业出版社, 2000: 281-296. (Liu W Z. Plant parasitic nematodes[M]. Beijing: Agricultural Press, 2000:281-296.)

[4] 许艳丽,王丽芳,战丽莉. 大豆胞囊线虫病研究进展(续一)[J]. 大豆科技, 2010(1):21-24. (Xu Y L, Wang L F, Zhan L L. The research advances on Soybean Cyst Nematodes (SCN) (I) [J]. Soybean Science & Technology, 2010(1):21-24.)

[5] 许艳丽,王丽芳,战丽莉,等. 大豆胞囊线虫病研究进展(续二)[J]. 大豆科技, 2010(2):13-17. (Xu Y L, Wang L F, Zhan L L, et al. The research advances on Soybean Cyst Nematodes (SCN) (II) [J]. Soybean Science & Technology, 2010(2):13-17.)

[6] Caldwell B E, Brim C A, Ross J P. Inheritance of resistance to Soybean Cyst Nematode, *Heterodera glycines* [J]. Agronomy Journal, 1960, 52(11):635-636.

[7] Brim C A, Ross J P. Registration of Pickett soybeans[J]. Crop Science, 1966, 6:305.

[8] 史宏,刘学义,任小俊,等. 大豆抗大豆胞囊线虫的抗性分级标准研究[J]. 山西农业科学, 2004, 32(2):64-68. (Shi H, Liu X Y, Ren X J, et al. Grading standard for soybean's resistance to race No. 4 of cyst nematode[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2004, 32(2):64-68.)

[9] Chang W, Dong L M, Wang Z Z, et al. QTL underlying resistance to two HG types of *Heterodera glycines* found in soybean cultivar 'L-10' [J]. BMC Genomics, 2011, 12:233-243.

[10] Afzal A J, Wood A, Lightfoot D A. Plant receptor-like serine threonine kinases: Roles in signaling and plant defense[J]. Molecular Plant-Microbe Interactions, 2008, 21(5):507-517.

[11] 王梓贞,韩英鹏,滕卫丽,等. 大豆胞囊线虫非小种特异性抗性品种的抗性评价与农艺性状相关分析[J]. 大豆科学, 2009, 28(4):647-650. (Wang Z Z, Han Y P, Teng W L, et al. Multiple SCN races resistance in soybean related to several agronomic traits [J]. Soybean Science, 2009, 28(4):647-650.)

[12] 李永春. 大豆对胞囊线虫抗性和主要农艺性状的自然选择效应[D]. 南京:南京农业大学, 2007:44. (Li Y C. The natural selection effect on resistance to SCN and major argonomic character of soybean[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2002:44.)

[13] Kopisch-Obuch F J, Diers B W. Segregation at the SCN resistance locus *rhg1* in soybean is distorted by an association between the resistance allele and reduced field emergence[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2006, 112(2):199-207.