

大豆胞囊线虫病抗源筛选及应用研究进展^{*}

刘佩印

(黑龙江省农科院浆果研究所, 绥棱 152202)

摘要: 大豆胞囊线虫病是大豆的主要病害, 近年来许多学者在抗源筛选、抗性遗传、抗性生理机制及抗性分子标记等方面做了大量的研究工作, 并取得了较大的进展。本文仅就抗源的筛选及其应用作以简要概述。

关键词: 大豆胞囊线虫; 生理小种; 抗源筛选; 抗病育种

中图分类号: S 565.103.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2005)06-0044-04

Advances in Study of Screening and Utilization for Antigen to Soybean Cyst Nematode

LIU Pei-yin

(Berry Reserch Institute of Helongjiang Acedemy of Agricultural Sciences, Suiling 152052)

Abstract: The Soybean Cyst Nematode is the most serious pest of soybean in China. Much re-search work has been done on screening of antigen, genetics of resistance, resistance mechanism and resistance molecular markers in soybean. A mighty advance has been made.

Key words: soybean cyst nematode; physiological race; screening of antigen; breeding of resistance to SCN.

大豆胞囊线虫(SCN)是世界性的大豆病害之一, 自 1899 年在我国东北发现以来, 相继在世界范围内报道了胞囊线虫的发生和为害, 其特点是分布广、为害重、传播途径多, 是一种极难防治的土传病害。近年来, 大豆胞囊线虫病的为害和蔓延日趋严重, 所以有关抗 SCN 的研究也越来越受到国内外学者的重视。

1 大豆胞囊线虫病对大豆产量的影响

大豆胞囊线虫对大豆危害很重, 一般减产 10%~30%, 严重地块可达 70%~90%, 甚至造成绝产。我国仅东三省、晋豫皖六省 SCN 受害面积就达 200 万 hm², 我省受害面积达 70 万 hm², 一般减产 20%~30%, 严重可达 70%~80%, 并且随着重迎茬面积的增加, 受害面积与为害程度有加剧趋势。

2 大豆胞囊线虫的生理分化

由于大豆胞囊线虫存在种内变异, 因此生理小种的划分对胞囊线虫的研究尤为重要。Kim(1997)报道了美国已发现 12 个生理小种(1、2、3、4、5、6、7、

8、9、10、12、14、15)。Golden(1970)以 Riggs 和 Sahmitt(1998)用 Pickett、Peking、PI88788、PI90763 为鉴别寄主, Lee 为对照品种, 将大豆胞囊线虫分为 6 个生理小种。在我国已发现 1、2、3、4、5、6、7、14 号 8 个生理小种。其中, 1 号小种分布在辽宁、吉林、江苏、山东; 2 号、7 号分布在山东; 3 号发生在黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古; 4 号发生在山西、山东、河南、河北、江苏、安徽; 5 号发生在安徽、吉林、内蒙古; 7 号发生在山东、河南、吉林。

3 抗病基因对胞囊线虫生理小种的选择作用

由于大豆胞囊线虫的群体是混合的, 雌雄的不断交配会发生基因交换, 如果强迫其在抗病品种上繁殖多代之后, 品种的抗性会丧失, 线虫的生理小种会发生变化。马书君(1996)报道, 黑龙江省安达盐碱土所试验地内大豆胞囊线虫生理小种在轮作地块仍为过去报道的 3 号小种, 连种抗病品种抗线 1 号、2 号等 4 年以上的地块, 胞囊线虫优势小种变为 1

^{*} 收稿日期: 2005-07-14

作者简介: 刘佩印(1964-), 男, 黑龙江省绥化市人, 高级农艺师, 从事科研管理工作。

号。李云辉(1998)在生产条件下,高抗大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗线 1 号、2 号在同一块地连续种植 4~5 年,明显发病,采用病土盆栽法,应用五个标准鉴定品种 Peking、Pickett、PI88788、PI90763、Lee 及抗线 2 号,重新进行生理小种鉴定,按 Riggs (1998)标准,原来的 3 号生理小种线虫群体致病性发生变异,出现 14 号生理小种^[1]。刘维志等(1993、1998)报道,在盆栽条件下,强迫大豆胞囊线虫的 1 号和 3 号生理小种在抗病品种中繁殖 10~12 代,重新鉴定经选择后的大豆胞囊线虫群体的小种类型。结果原来为 1 号小种的群体,在 Peking 和 Frank/in 上连续选择 12 代之后,表现为 4 号小种;在小粒黑豆上选择后,表现为 5 号;在铁丰 18 上经选择后,表现为 6 号小种;在 Fayette 和小粒黑上选择之后,表现为 9 号小种。原来为 3 号小种的群体在哈尔滨小黑豆连续选择之后,表现为 2 号小种;在铁丰 18 上选择之后,表现为 4 号小种;在长粒黑上选择之后,表现为 12 号小种;在 Peking 和 Franklin 上选择之后,表现为 14 号小种^[2,3]。

4 抗源的筛选

1986~1990 年全国大豆种质抗 SCN 鉴定协作组对全国 1 万余份大豆种质按统一的鉴定方法的分级标准,分别在 1、2、3、4、5 号 SCN 生理小种地区进行了抗性鉴定筛选。刘维志等(1991)、李莹等(1991)、马书君(1991)、张磊等(1991、1992)分别报导了不同生理小种的抗性鉴定结果,共筛选抗 1 号生理小种的品种 128 份,其中免疫 16 份,全部为黑豆;抗 1 号小种的品种 112 份,其中黑豆占 77 份。抗 3 号生理小种 228 份,免疫的 30 份,黑豆 26 份。抗 4 号小种的 11 份,黑豆 9 份,无免疫品种;抗 5 号生理小种的 9 份,黑豆 7 份,黄豆 2 份。以上筛选出的抗源中,五寨豆和灰皮支黑豆兼抗 1、3、4、5 号生理小种,褐豆抗 1 号小种 10 份;对 3 号小种免疫 3 份,抗 18 份,对 4 号小种抗的 2 份,这是由于抗 SCN 的基因之一 Rhg4 与控制深色种皮基因紧密连锁,基因存在可使黑色或褐色遍及全种皮而成黑豆或褐豆。所以,抗 SCN 的品种绝大多数是黑豆或褐豆。(应具小黑豆和兴县灰皮支黑豆抗 3,兼抗 1、4)。于佰双(2004)对黑龙江、吉林的 71 份大豆品系进行了 SCN 3 号生理小种的抗性鉴定,结果 7 份抗病,大多为黄种皮。

马书君等(1996)对 40 份 SCN 3 号小种抗源进行持久抗性鉴定,结果得到免疫的 11 份,抗病的 29 份。这些抗源材料经过田间病圃重复鉴定,异地交叉鉴定和人工定量接种鉴定,表现抗性持久稳定,可

供育种应用。李莹的 95 份抗源抗 4 号生理小种的稳定性鉴定,也得到了同样稳定的结果。

5 大豆抗胞囊线虫的遗传研究

许多学者在筛选抗源的基础上,对 SCN 的抗性遗传进行了较深入的研究。

邢邯(1998)采用盖钧镒、王建康等的主基因加多基因遗传模型,通过回交群体证明 Peking 和 RN-9 对 1 号小种的抗性是由 3 对隐性基因和 1 对显性基因控制的^[4]。Qiu 等研究表明 Peking 对 1 号小种的抗性是由 1 对显性基因和 2 对隐性基因控制的^[5]。马书君(1991)抗病品种对 SCN3 号生理小种的抗性是由 3 对隐性等位基因控制的^[6]。刘维志(1996)研究表明,小粒黑豆在铁丰 24 的背景下表现出有 2 对抗 SCN 3 号生理小种基因;而在开育 10 的背景下有 4 对抗 SCN 3 号生理小种基因。磨石黑豆在铁丰 24 背景下有 2 对隐性抗病基因,铁丰 18×连毛会黑豆组合 F₂ 代为 3 对基因的互补作用^[7]。颜清上等(1997)研究表明,灰皮支黑豆和元钵黑豆对 4 号小种的抗性至少由 3 对隐性基因和 1、2 对显性基因控制^[8]。李莹等从中国 1.3 万份大豆资源中筛选出高抗 4 号小种的材料 11 份,其中 ZDD2315、ZDD2258 等还兼抗 1、3、5 号小种,其遗传研究表明,对 4 号小种的抗性由 1 对显性和 2 对隐性基因控制^[9]。对 5 号生理小种抗源的遗传研究国内报道较少,有报道:许多抗源对 5 号和 3 号生理小种的抗性是共同的基因控制,抗 5 号小种的种质一般也抗 3 号小种,感 3 号小种的种质也感 5 号小种,但也有表现不同的研究结果。1994 年,刘维志等利用生物间遗传学原理对我国某些黑豆抗源基因进行了推导,结果表明,长粒黑豆与 Peking 的抗病基因相同,哈尔滨小黑豆含有 PI90763 相同的抗病基因,对小粒黑豆比 PI90763 多含抗 14 号生理小种基因,磨石黑豆比 PI88788 缺少抗 14 号小种的基因,连毛会黑豆仅含抗 3 号生理小种的基因。从以上结果可以看出,大豆对胞囊线虫的抗性受多个基因控制,遗传机制比较复杂,不同抗源中存在不同的抗性基因,在不同的组合中有不同的抗性遗传机制。即同一抗源与不同的材料杂交,得到的遗传机制也有不同。

6 抗源的利用

6.1 抗源对胞囊线虫抗性生理机制

6.1.1 大豆根系渗出物是影响大豆胞囊线虫卵孵化的重要目标之一 通常说,寄主植物的根浸出液同非寄主物的根渗出液相比,有刺激胞囊内卵孵化

的作用。刘晔等(1993)对大豆胞囊线虫刺激胞囊后卵孵化的二龄幼虫数要少。刘维志等(1993)研究表明感病品种 Lee 的根分泌物能很快刺激卵的孵化,而抗病的 Peking 未能刺激胞囊线虫的孵化^[10]。颜清上等(1997)研究了中国小黑豆抗源灰皮支黑豆和元钵黑豆及感病品种鲁豆 1 号根渗出液对大豆胞囊线虫 4 号生理小种越冬胞囊、新鲜胞囊和离体卵孵化的影响。结果表明,抗源品种根渗出物诱导越冬胞囊孵化幼虫数目一开始显著高于去离子水对照,孵化 8 d 后显著低于感病对照鲁豆 1 号;根渗出物诱导新鲜胞囊孵化幼虫数和离体卵孵化在各材料间差异表现一致,即抗源品种始终显著低于感病品种^[8]。

6.1.2 大豆胞囊线虫在侵入寄主植物后通过寄主体内形成特化取食位点而与其寄主建立了密切的相互关系 取食点是细胞壁降解、相邻的细胞融合、形成合胞体,合胞体有很高的代谢活性且对线虫发育至关重要。颜清上等(1997)对中国小黑豆抗源(抗 4 号生理小种)灰皮支和元钵黑豆及感病对照鲁豆 1 号根部形成的合胞体超微结构的研究结果表明:感病品种的合胞体较大,靠近木质部导管一侧有内生长,各种细胞器丰富,内质网数量多,形体长,多为光滑型;抗病品种合胞体细胞较小,核糖体较多,内质网小而少,多为粗糙型,细胞内出现较多的类脂肪体,在侵染早期,细胞质快速降解,有时发现细胞质膜与细胞壁发生分离^[8]。

6.1.3 大豆抑制胞囊线虫的发育是大豆对其产生抗病性的一种机制 刘晔等(1988)报道了胞囊线虫 1 号生理小种感染 13 d 后感病品种 PI88788 上雌虫体开始膨大呈长卵形,而抗病的 Peking 上雌虫仍处于蠕虫阶段;第 19 d 时 PI88788 上雌虫成熟,虫体膨大成梨形,末端已突破根表皮露出根外,而 Peking 上有的雌虫虽已膨大呈长卵形,但仍在组织内发育。在抗病的磨石黑豆根内线虫仍处于幼虫阶段的虫体没有膨大。张东升(1995)对 7 号小种抗感品种的研究结果表明,接种后 15 d,抗病品种 Pickett 和 Peking 的根部只有 11.51%~26.86%的虫体发育到 3 龄以上,而感病的 PI88788、PI90763 和 Lee 根部 3 龄以上虫态占 46.25%~68.73%^[11]。

6.1.4 在 SCN 侵染寄主时会激发寄主产生一系列生理生化反应,如防御酶、酚类及植保素合成等 颜清上等(1995)等研究结果表明,接种后 5、10、15 d 抗病品种根部的苯丙氨酸裂解酶活性增加程度、POD 活性的降低程度都大于感病品种,而接种 10 d POD 的增加却低于感病品种。高明杰(1999)报道了抗感

胞囊线虫病的大豆品种内源激素含量及平衡状态的变化是植株根系受胞囊线虫侵染后内源激素的应激反应,抗病品种 IAA/GA 较高,GA/ABA 较小,IPA 含量水平较低。颜清上 1995 年报道,抗病品种根部总酚含量、绿原酸含量和阿魏酸的增加高出感病品种一倍到数倍;类黄酮和木质素在抗病品种中含量增加,而在感病品种中含量降低。张军(2002)研究得到与此相似的结果。

6.2 抗源在大豆育种方面的应用

由于大豆对胞囊线虫的抗性受多基因控制,抗源多为黑皮,并且抗性与黑皮间的基因连锁,因此选育抗胞囊线虫适于生产需要的黄皮大豆较为困难,许多育种者为此付出了较多的努力,培育出许多抗不同生理小种的大豆品种、品系。吴和礼(1989)采用性状逐步积累法,进行抗 SCN 高产转育,利用哈尔滨小黑豆育成的高代品系 84-783、84-793、84-819 抗性达到小黑豆水平;王志等(1990)利用兴县灰皮支黑豆和应县小黑豆育成了一些黄种皮抗性强农艺性状优良的高代中间材料;李莹(1994)利用我国的高抗资源与推广品种杂交,育成 14 个黄种皮品系,其中 1259、1260、1264、1266 等对 1、3 号小种免疫或高抗,这些品系在农艺性状上较抗源小黑豆大大改进,在病区种植比一般推广品种增产 20%~50%。张磊等(1981)利用科系 8 号×徐豆 1 号杂交,育成适合当地种植的大豆品种皖豆 6 号,1996 年在安徽省审定推广。该品种黄皮、大粒、高抗 SCN 2、3、5 号生理小种,高耐 1、4 号小种,在病区增产 20%~50%。郝欣先等 1995 年推广了齐黄 25 大豆品种,黄种皮,高抗 SCN 1、3、5 号小种,兼抗 SMV,在病区增产潜力 10%~50%;齐茶豆 1 号,高抗 SCN 1、3 号小种,兼抗 SMV,褐色种皮。齐黑豆 2 号,抗 SCN 1、3、5 号小种,早熟,高产,稳产,抗逆性强,种皮黑色。吉林省农科院大豆所自 1985 年开展抗 SCN 育种,已育成吉林 23、32、37 三个抗 SCN 品种,已在生产上大面积推广。

黑龙江省抗 SCN 育种取得了较大进展,黑龙江省农科院盐碱土利用研究所于 1992 年育成抗线 1 号(丰收 12×Franklin),高抗 SCN 3 号生理小种,黄种皮,百粒重 17g 左右;1995 年育成抗线 2 号[嫩丰 9 号×(嫩丰 10×Franklin)F₂],高抗 SCN 3 号生理小种,黄种皮,百粒重 18g 左右;1999 年育成抗线 3 号(8201-205×8314-2222),高抗 SCN 3 号生理小种,抗旱,耐碱盐性较强,黄种皮,百粒重 18~20 g;2003 年育成抗线 4 号(8105-5×九丰 1 号),抗胞囊线虫,耐盐碱,抗干旱,黄种皮,百粒重

20~22 g;同年育成抗线 5 号(合丰 25×8804—33),高抗 SCN 3 号生理小种,黄种皮,百粒重 18 g 左右。黑龙江省农科院嫩江农科所 1994 年育成嫩丰 15(美国的 CN210×黑河 3 号),高抗 SCN,黄种皮,百粒重 18~20 g。黑龙江省大庆农科所 1994 年育成庆丰 1 号[晋豆 3 号×(庆 5117×庆 8319)],抗 SCN 3 号生理小种,抗干旱,耐大豆重迎茬,黄种皮,百粒重 18~20 g。

东北农业大学大豆所 1999 年育成东农 43(绥农 8 号×CN210),高抗 SCN 3 号生理小种,抗 SMV 1 号株系,中抗 FLS1—10 号混合小种以及 1 号、7 号优势小种,抗旱,耐瘠薄,黄种皮,百粒重 20 g 左右。

参考文献:

- [1] 李云辉,李肖白,田中艳,等.连续种植大豆抗胞囊线虫品种胁迫线虫生理小种变异研究[J].大豆科学,1998,17(4):370-372.
- [2] 刘维志,刘晔,段玉玺,等.抗病基因对大豆胞囊线虫 1 号生理小种的选择作用[J].大豆科学,1998,17(2):154-156.
- [3] 刘维志,刘晔,段玉玺,等.抗病品种对大豆胞囊线虫的选择作用[J].植物保护学报,1993,20(2):135-137.
- [4] 邢邯.大豆对大豆胞囊线虫 1 号生理小种的鉴定[D].南京:南京农业大学,1998.
- [5] Qiu B. X., D. A. Sleper, A. P. Rao Arelli. Genetic and molecular characterization of resistant to *Heterocera glycines* race iso lates/ 3 and 5 in Peking[J]. Euphytica, 1997, 96:225-231.
- [6] 马书君,张玉华,薛庆喜,等.大豆种质资源对大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗性研究[J].大豆科学,1991,10(3):156-171.
- [7] 刘维志,洪权春,刘晔,等.中国小黑豆对大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗性遗传[J].沈阳农业大学学报,1996,27(1):31-34.
- [8] 颜清上,陈品三,王连铮.中国小黑豆抗源对大豆胞囊线虫 4 号生理小种抗性机制研究[J].植物病理学报,1997,27(1):37-41.
- [9] 李莹,李原萍,张昕艳,等.大豆品种对胞囊线虫 4 号生理小种抗性遗传研究[J].大豆科学,1996,15(3):191-196.
- [10] 刘维志,刘晔,段玉玺.抗病品种对大豆胞囊线虫的选择作用[J].植物保护学报,1993,20(2):135-137.
- [11] 张东升.抗性大豆品种对大豆胞囊线虫侵入和发育的影响[J].植物病理学报,1995,25(3):278.
- [12] 郝欣先.大豆抗 SCN 品种选育研究[J].大豆科学,1996,15(2):103-109.
- [13] 李莹,王志.抗 SCN 4 号生理小种新品系的选育[J].华北农学报,1994,15(2):103-109.
- [14] 崔文霞.我国大豆胞囊线虫病抗源筛选及抗病育种研究进展[J].大豆科学,1998,17(1):79-82.
- [15] 吴海燕,远方,陈立杰,等.大豆胞囊线虫病与大豆抗胞囊线虫机制的研究现状[J].大豆科学,2001,20(4):286-289.
- [16] 卢为国,盖钧镒.大豆对胞囊线虫抗性遗传与分子标记研究进展[J].大豆科学,2004,23(1):59-64.
- [17] 马书君,张玉华.大豆胞囊线虫 3 号小种抗性资源的持久抗性研究[J].大豆科学,1996,15(1):24-29.

(上接第 39 页)

异在 5% 左右。2004 年比当地主栽品种高 20% 左右,2004 年降雨量较少,证明了边三 1 号、边三 2 号与斯拉夫品种的抗逆性较强。

3 讨论

光合作用在干物质形成过程中起主导作用,占 93%~97%,从几个参试品种看,在灌浆期以前,其叶面积差异并不很明显。从灌浆期到成熟期,边三 1 号、边三 2 号与斯拉夫 3 个品种均高于阿穆尔州 2 号、阿穆尔州 3 号。从表 1 可以看出,光合作用趋势外地 3 个品种明显高于当地主栽品种。收获期的地上部分湿重边三 1 号、边三 2 号与斯拉夫均高出当地品种大约 1 万 kg/hm²,子粒产量(含水量 14%)比当地品种高 2 500 kg/hm² 以上。收获期子粒含水量是一个重要指标,特别是在俄罗斯阿穆尔州表现尤为突出。收获时为机械化采收,收获后马上进入烘干塔进行烘干,如果种子含水量高,收获时大

大降低种子收获质量和数量,同时延长烘干时间,增加成本。2003 年阿穆尔州 3 号收获期含水量为 44%,边三 2 号为 46%,其余三个品种在 55%~60% 之间,2004 年阿穆尔州 3 号为 43%,边三 2 号为 42%,其余三个品种为 48%~49%,从含水量看,阿穆尔州 3 号,边三 2 号为最低,其产量水平边三 2 号明显高于阿穆尔州 3 号。

从两年试验结果看,建议在阿穆尔州第一积温区推广边三 2 号品种。此试验结果得到阿穆尔州总农艺师卡莉斯科·韦·米及有关领导的高度重视。

参考文献:

- [1] 达斯别霍夫.波.阿.大田生产方法[M].莫斯科:“麦穗”出版社,1979.
- [2] 阿穆尔国家试验站,阿穆尔州集体农庄及国营农场玉米栽培[M].阿穆尔州农业大学,1995.