

美国大豆孢囊线虫生理小种及大豆品种 抗性遗传育种研究进展*

张国栋

(东北农业大学大豆研究室)

摘 要

大豆孢囊线虫是美国大豆生产中造成损失最大的病害。目前从理论上用四个鉴别寄主把大豆孢囊线虫划分为16个生理小种,但实际上尚未发现11号、12号和13号生理小种。通过大规模品种资源筛选,已选出一大批抗源,较好的抗源有Peking、PI88788和PI437654等。大豆品种对孢囊线虫的抗性由少数基因控制,在某些情况下与控制种皮颜色的基因有连锁。分子生物学研究表明,分子标记与大豆的抗性有关,RFLP和RAPD技术有希望应用于大豆抗孢囊线虫育种。美国到1991年已培育出130多个抗孢囊线虫大豆品种,典型的Hartwig能抗目前美国的所有生理小种。

关键词 大豆孢囊线虫;生理小种;抗性;遗传;育种

大豆孢囊线虫病(Soybean Cyst Nematode)的病原是 *Heterodera glycines* Ichinohe。在外国文献中,该病于1915年首次发现于日本,1936年和1938年朝鲜和中国分别发现了这种病害。美国首次报道是在1954年,北卡罗来纳(North Carolina)。到1980年有22个州发现有该病,1992年有26个州发现有该病(Niblack, 1992; Hartwig, 1977; Shannon, 1980; Boerma 等, 1986)。根据美国“大豆病害损失估计委员会”(Soybean Disease Loss Estimate Committee)的报告,从1974年到1992年期间,大豆孢囊线虫一直是美国南部十六个州最严重的病害,该病于1974~1990年期间在美国南部十六州造成的大豆产量损失年平均为3.36%,居所有病害之首;所有病害(包括苗期病害、根腐病类、炭腐病、炭疽病、霜霉病、紫斑病、叶褐斑病、细菌病、各种线虫病和病毒病等)造成的大豆产量损失年平均为19.94%(Sciumbato, 1991)。1991和1992年南部诸州所有大豆病害造成的大豆产量损失分别为12.6%和11.11%,大豆孢囊线虫造成的产量损失分别为3.08%和2.5%,仍居所有病害

* 本文于1994年4月8日收到。

This paper was received on April 8, 1994.

之首:如果折合成美元,1991 和 1992 年由于大豆病害南部十六州分别损失 38.249×10^7 美元和 31.105×10^7 美元,由于孢囊线虫分别损失 11.546×10^7 和 9.787×10^7 美元(Sci-umbato 和 Turnage, 1992, 1993)。所以,孢囊线虫病的研究在美国一直受到重视。在 1994 年 2 月 16~18 日田纳西州(Tennessee)召开的“1994 美国大豆育种家和生理学家年会”上, Jim Orf 报道,据不完全统计,在美国 13 个搞大豆分子作图(即 RFLP,PCR 和 RAPD 技术)的研究机构和大学中,有 9 个在研究大豆对孢囊线虫的抗性与分子标记(molecular marker)的关系。本文将对大豆孢囊线虫生理小种的划分鉴定和大豆抗性遗传育种研究作一概述。

一、大豆孢囊线虫的生理小种

大豆孢囊线虫种内遗传变异在美国的早期(1954—1968)研究中就已引起广泛注意,当时称这些变异为“生物型”(biotypes)、“生理系”(Physiological strains)等。1969 年在马里兰州(Maryland)的一个大豆孢囊线虫研究讨论会上,一些专家讨论了这个问题,建议使用“生理小种”(races)来表示大豆孢囊线虫的种内变异。Golden 等(1970)会后发表文章,正式提出了大豆孢囊线虫生理小种的鉴别寄主、鉴定方法和程序(需要注意的是,这一套方

表 1 Riggs 和 Schmitt(1988)的大豆孢囊线虫生理小种划分标准

Table 1 Race classification for soybean cyst nematode by Riggs & Schmitt(1988)

小 种	鉴别寄主的反应			
	Reaction on differential			
Race	Pickett	Peking	PI88788	PI90763
1	-a	-	+	-
2	+b	+	+	-
3	-	-	-	-
4	+	+	+	+
5	+	-	+	-
6	+	-	-	-
7	-	-	+	+
8	-	-	-	+
9	+	+	-	-
10	+	-	-	+
11	-	+	+	-
12	-	+	-	+
13	-	+	-	-
14	+	+	-	+
15	+	-	+	+
16	-	+	+	+

[注]a...‘-’表示鉴别寄主根系上的雌虫和孢囊数相对于 Lee<10%;
b...‘+’表示鉴别寄主根系上的雌虫和孢囊数相对于 Lee≥10%;
a...‘-’=Number of females and cysts recovered was <10% of the number on Lee soybean;
b...‘+’=Number of females and cysts recovered was ≥10% of the number on Lee soybean.

法程序是为鉴别孢囊线虫的变异而制定的,不同用于区别大豆对孢囊线虫的反应的)。鉴别寄主为 Pickett、Peking、PI88788t PI90763,对照品种为 Lee。鉴别寄主根系上的雌虫数对品种 Lee 根系上的雌虫数的比值称为繁殖率,繁殖率大于或等于 10%用“+”表示,小于 10%用“-”表示。根据这一规则,当时鉴定出四个生理小种(生理小种 1—4 号)。但很快

就发现了与这四个生理小种不同的孢囊线虫。Riggs 和 Schmitt 在 1988 年用同样的鉴别寄主提出了 16 个生理小种的划分鉴定方法(表 1),原来的四个生理小种保持不变,尽管定义了 16 个生理小种,目前尚未发现生理小种 11、12 和 13 号;生理小种 16 号仅报道过一次,并且它在 Peking 上的繁殖率仅有 14%,非常接近 10%,所以有可能是 7 号生理小种。很难鉴定出生理小种 11、12、13 和 16 号的原因是,这些生理小种需要在 Peking 上的反应为“+”,在 Pickett 上的反应为“-”,而 Peking 是 Pickett 的亲本(Anand 和 Shumway, 1984; Riggs, 1988; Riggs 和 Schmitt, 1988; Schmitt 和 Shannon, 1992)。

以上的生理小种划分方法争议很大。首先,有些学者认为小种概念在这里应用不妥,并且目前所谓的小种,多是混合群体。其次,以“10%”的标准划分“+”和“-”没有科学根据,是人为的,难道 9% 与 11% 就一定有本质差异吗(Niblack, 1992)? 第三,四个鉴别寄主能否真正鉴别出大豆孢囊线虫的种内变异? Riggs(1980)用 12 个鉴别寄主对 38 个孢囊线虫群体的研究结果,划分出 25 个变异系(Variants);用另一种方法划分出 36 个变异系。第四,大豆耐病性无法表示出来。雌虫数多的感病品种自然被划为不耐病,其实不然,有时这类感病品种发病不发病产量差别不大,即耐病。

标准的生理小种鉴定方法程序是:从土壤或根系采集孢囊,弄破孢囊放出卵;在直径为 7.3cm 的花盆中装上适量土壤,每盆放入 4000 个卵;移栽四个鉴别寄主、对照 Lee 和 PI437654(参考品种)的幼苗到这些花盆中,尽量选根长 2cm 的幼苗;移栽好后放置于 24℃ 到 28℃ 的温室中,30 天后轻轻洗去根部土壤,计数白色和黄色雌虫数;求繁殖率,根据繁殖率确定生理小种;至少 5 次重复(Schmitt 和 Shannon, 1992)。

二、大豆品种的抗病性划分

大豆品种对孢囊线虫的反应可分为抗病(resistant)、感病(susceptible)、耐病(tolerant)和不耐病(intolerant)。所谓抗病,是指接种后根系上雌虫数很少;感病是指接种后根系上雌虫数很多;耐病是指发病后对大豆产量影响很小,不耐病是指发病后对大豆产量影响很大(Boerma 等, 1986; Anand 等, 1986; Cook 等, 1987)。

一般都认为 Golden 等(1970)的生理小种划分标准中,“+”即为感病,“-”即为抗病,但这个规定是为生理小种鉴定设制的,不是为了区别大豆品种的抗感反应,遗憾的是,大家已广泛应用这一规定来区别大豆品种的抗感反应。由于繁殖率 $\geq 10\%$ 的品种都划分为感病品种,那么,繁殖率 10% 和 90% 的品种感病性有没有差别呢?显然是有差别的。所以, Schmitt 和 Shannon(1992)总结了在 1989 年田纳西州举行的美国大豆育种家年会上的讨论结果,提出用抗病(resistant)、中抗(moderately resistant)、中感(moderately susceptible)和感病(susceptible)四个概念来表示大豆的抗病性(即上述所说的“抗病”和“感病”)。繁殖率在 0~9% 的品种为抗病, 10~30% 的品种为中抗, 31~60% 的品种为中感, $> 60\%$ 的品种为感病。温室或大田鉴定大豆抗病性均可,但要求孢囊线虫生理小种稳定一致,鉴定方法标准。

由于目前使用的小种鉴定系统有时会造成混乱,譬如说,声称抗 16 号小种的品种可能实际上是抗 7 号小种,所以,在向农民推广品种时建议用“-型”品种这一术语,尽管不太科学,但较实用。例如,“Centennial 型”品种,是指抗病性与“Centennial”相同的品种(抗病基因都来自 Peking),而 Centennial 是一个在当地受欢迎的品种,农民都知道(Schmitt 和

Shannon, 1992)。

长期在同一地区使用同类抗病品种往往促使小种群组成发生变化,因而使原有的抗病品种丧失抗性。但使用耐病而感病的大豆品种可为病原小种群的生长繁殖提供条件,减少对优势小种的选择压力,又保持大豆不减产或少减产,是一种在孢囊线虫发生区值得提倡的生产措施。一般认为,抗病品种和耐病品种交替使用是比较合理的(Boerma 等, 1986)。

三、大豆抗病资源筛选

美国早在 1956 年就开始进行抗大豆孢囊线虫资源的筛选工作, 1956 和 1957 年在北卡罗来纳对 4000 多份材料的田间筛选结果表明、Peking、PI88788、PI89732 和 PI90763 根部没有孢囊(Hartwig, 1977)。Ross 和 Brim(1957)鉴定了 2800 份材料后发现, PI90763、PI84751、Ilsoy 和 Peking 对北卡罗来纳的孢囊线虫群体有高度抗性。在生理小种概念建立后(Golden 等, 1970), Epps 和 Hartwig(1972)在温室对 3000 多份品种和品系的筛选表明, PI88788、PI89772、PI87631-1、Cloud、Columbia、Peking、PI84751 和 PI90763 高抗 4 号生理小种(目前为 14 号)。其中 PI88788、PI89772 和 PI87631-1 被用作抗性亲本来培育抗病品种; PI88788 不易倒伏和炸荚, 是理想的抗病育种亲本。Anand(1982)筛选了 2000 多份引进种质, 发现 PI416762 兼抗 3 号和 4 号(目前的 14 号)生理小种。Anand 和 Gallo(1984)对 9153 份材料接种 3 号生理小种筛选后指出, 19 个系高抗, 15 个系中抗, 这些材料多属成熟期组 I ~ IV, 黑种皮。Anand 等(1988)在温室对大约 9000 份引进种质接种 4 号(现在为 14 号)和 5 号生理小种后发现, 21 份材料对 4 号或 5 号小种有一定抗性; 对 4 号小种, 有 7 份抗病, 3 份中抗, 对 5 号小种, 有 7 份抗病, 2 份中抗; 所有抗 4 号或 5 号小种的材料都是先前报道抗 3 号小种的。PI437654 在本试验中抗 4 号和 5 号小种, 在以后的试验中, 还证明抗目前美国发现的所有小种(Anand, 1991)。

Boerma 和 Hussey(1984)以耐病指数[(未处理区产量/杀线虫剂处理区产量)×100]为指标来鉴定大豆品种(系)的耐病性, 对 54 个感病品种(系)试验表明, PI97100 耐病性最强(耐病指数为 96), Coker156 和 Wright 中等耐病。Boerma 等(1986)报道, PI285093 与 PI97100 具有同等程度的耐病性。Anand 和 Koenning(1986)指出, 尽管 Coker 156、PI97100 和 S79-8059 严重感病, 但表现出高度耐病性, 似乎耐病性独立于抗病性。Hussey 和 Boerma(1989)以 Coker156、Wright 和 PI97100 为对照研究了 26 个品种在 3 号和 14 号生理小种存在下的耐病性, 发现 Coker488、DP417 和 NK72-60 最耐病(与对照耐病程度相似)。

四、大豆抗性遗传

Caldwell 等(1960)研究了抗病品种 Peking 与感病品种 Lee 和 Hill 杂交后代对孢囊线虫 1 号小种的抗性遗传, 指出三个独立隐性基因 rhg_1 、 rhg_2 和 rhg_3 控制着抗病性。Peking 对 3 号小种的抗性需要有另外一个显性基因 Rhg_4 , 也就是说三个隐性基因和一个显性基因共同控制着 Peking 对 3 号小种的抗性; 并且 Rhg_4 与控制种皮颜色的基因 i (对种皮色素无局限性)连锁(Matson 和 Williams, 1965)。但 Rao-Arelli 等(1992)指出, Peking、PI90763 和 PI88788 对 3 号小种的抗性都是由一个显性基因和两个隐性基因控制的(Myers 和 Anand(1991)有类似的结论), Peking 和 PI90763 的三个抗性基因完全一样, 而 PI88788 则与它们有一个基因的差别。并且 Rao-Arelli 等(1988)认为 PI88788 对 3 号小种的抗性是由两个

显性基因和一个隐性基因控制的。这些相互矛盾的结论有待进一步的试验来解决。Peking与 PI90763 和 PI438489B 含有同样的抗 3 号生理小种的基因,而 PI90763 与 PI438489B、PI404166 和 PI404198A 含有同样的抗 3 号生理小种的基因(Rao-Arelli 和 Anand,1988)。

Hartwig 和 Epps(1970)报道,一个隐性基因控制着大豆对 2 号小种的抗性。Thomas 等(1975)和 Myers 等(1991)指出,对 14 号小种的抗性是由一个显性基因和两个隐性基因控制的。对 5 号小种的抗性是由两个显性基因和两个隐性基因决定的(Myers 等,1991)。

Rao-Arelli 等(1989)对 3 号、4 号和 5 号小种的抗性遗传研究表明,感病性存在部分显性,不存在母体效应或胞质遗传现象。

鉴于抗性划分的人为性,Mansur 等(1993)用世代平均数法研究了大豆品种对 3 号生理小种的抗性,加性遗传模型足以解释绝大部分的抗性遗传变异,但显性效应也存在。单株广义遗传力估计为 0.48~0.81。

近年来有不少科学家在探索分子标记与大豆品种对孢囊线虫抗性的关系。Boutin 等(1992)用 60 个分子标记研究表明,有些分子标记与抗性有关。Concibido 等(1993)用 RFLP 和 RAPD 技术研究指出,大豆品种基因组的两个区域与其对孢囊线虫的抗性有关,这两个区域可以解释 56% 的抗性表型变异。Concibido 等(1994)报道,两个 RFLP 标记,pA85 和 pB32,与大豆对孢囊线虫的抗性有显著相关,二者可解释 51.7% 的抗性表型变异。这些试验为 RFLP 和 RAPD 技术在大豆抗孢囊线虫育种工作中的应用展示了希望。

五、大豆抗孢囊线虫育种

由于最初筛选出的大豆孢囊线虫抗源都是黑种皮饲用型,因而早期的抗孢囊线虫育种工作困难很大。直到 1966 年才育成第一个抗病品种 Pickett(成熟期 VI)(Brim 和 Ross,1966);接着又育成了 Custer(成熟期 IV)和 Dyer(成熟期 V)(Luedders 等,1968;Hartwig 和 Epps,1968)。这些品种的抗病基因都来自 Peking,产量并不太理想,在无病条件下产量不如当地最好的感病品种。育成这些品种时,大豆孢囊线虫生理小种概念尚未形成,后来证明这些品种都是抗 1 号和 3 号小种。以这些品种为抗病亲本育成的下一轮品种既有抗病性,产量表现也很好;例如,Custer 为亲本育成的 Franklin、CN210、CN290 等;以 Dyer 为亲本育成的 Forrest、Padre、TN585 等;以 Pickett 为亲本育成的 Centennial、Pickett71、Sharkey、Thomas 等。1991 年前美国育成的仅抗 3 号小种的 69 个品种,抗性基因都可追溯到 Peking (Anand,1991;Hartwig,1977)。

利用 PI88788 为抗源育成的第一个抗 14 号(以前的 4 号)生理小种的品种是 Bedford (Hartwig 和 Epps,1978)。以后 Bedford 及其姊妹系为抗病亲本育成了许多抗病品种。用 PI88788 与 Williams 杂交育成成品系 L77-994,以 L77-994 为抗病亲本也育成一系列抗 14 号小种的品种。

以 PI90763 为抗源育成了仅有的抗 5 号生理小种的两个品种 Cordell 和 NK561-89 (Hartwig 和 Young,1991;Anand,1991)。

新近育成的品种 Hartwig(成熟期 V)抗目前发现的所有孢囊线虫生理小种,抗性来自 PI437654 和 Peking,产量高、种皮黄亮、种脐黑色,油分和蛋白质含量分别为 20% 和 40.1%,并兼抗其它病害(Anand,1992)。

据不完全统计,截止 1991 年美国已育成 130 个抗孢囊线虫大豆品种,其中 57 个是公

立育种机构育成的,其它 73 个是私立育种机构培育的。其中 69 个品种仅抗 3 号小种,所有这类品种的抗性基因都来自 Peking。在抗 14 号生理小种(以前的 4 号)的品种中,24 个的抗性基因仅来自 PI88788,31 个的抗性基因来自 Peking 和 PI88788。抗 5 号生理小种的品种仅有两个(Anand,1991)。

Riggs 等(1988)、Noel 和 Sikora(1990)、Hussey 等(1991)和 Riggs 等(1991)对美国各地育成品种的胞囊线虫抗性鉴定结果表明,美国已育成一批适应不同成熟期组(I-X),抗不同生理小种(1、2、3、4、5、6、9、14 号)的品种,有些品种能抗两个或多个生理小种。多数品种是抗 3 号 6 号或 14 号生理小种。

Peking 和 PI88788 是应用最广的抗源,PI90763、PI209332 和 PI437654 在育种中也有一定应用范围,其它抗源就很少受到重视(Anand,1991)。在今后的育种工作中,应注意应用各种抗源,扩大抗源范围,避免抗源单一化带来的不良后果。Hartwig 结合了 Peking 和 PI437654 的抗性基因,抗美国目前存在的所有胞囊线虫生理小种,并兼抗根结线虫,猝死病等,是一个值得提倡的抗病亲本。耐病品种的培育也应受到一定重视。

ADVANCES IN SOYBEAN CYST NEMATODE(SCN) RACE RESEARCH AND GENETICS OF AND BREEDING FOR RESISTANCE TO SCN IN SOYBEANS

Zhang Guodong

(Soybean Research Institute, Northeast Agricultural University, Harbin, P. R. China)

Abstracts

Soybean cyst nematode (SCN) is the most serious disease in soybean production in southern United States. Sixteen physiological races have been characterized based on their reactions on 4 soybean cultivars theoretically, but several of them have not been found. Resistant germplasms have been found, such as 'Peking', 'PI88788', and 'PI437654'. The resistance to SCN in soybeans is controlled by oligogenes, sometimes these genes are lined with gene *i*, which controls black seed coat color. Researches on molecular biology indicate that molecular markers may play a role in future breeding for resistance to SCN. Until 1991, more than 130 soybean cultivars resistant to SCN have been released in USA. One of them, 'Hartwig', is resistant to all races of SCN found in USA.

Key Word Soybean cyst nematode; Races; Resistance; Inheritance; Breeding

参 考 文 献

- [1] Anand, S. C. 1991. Sources of resistance to *Heterodera glycines* in soybean cultivars. Proc. of the Southern Soybean Disease Workers 1991. p. 15.

- [2] Anand, S. C. 1991. Advances in cyst nematode resistance in soybean cultivars. p. 57-63. In Wilkinson, D. (ed.) Proc. of the Twenty-first Soybean Seed Research Conference 1991, American Seed Trade Association, INC.
- [3] Anand, S. C. 1991. Registration of soybean germplasm line S88-2036 having multiple-race soybean cyst nematode resistance. Crop Sci., 31(3):856.
- [4] Anand, S. C. 1992. Registration of 'Hartwig' soybean. Crop Sci., 32(4):1069-1070.
- [5] Anand, S. C. & K. M. Gallo. 1984. Identification of additional soybean germplasm with resistance to race 3 of the soybean cyst nematode. Plant Disease, 68:593-595.
- [6] Anand, S. C., K. M. Gallo, I. A. Baker & E. E. Hartwig. 1988. Soybean plant introductions with resistance to races 4 or 5 of soybean cyst nematode. Crop Sci., 28(3):563-564.
- [7] Anand, S. C. & S. R. Koenning. 1986. Tolerance of soybean to *Heterodera glycines*. J. of Nematology, 18(2): 195-199.
- [8] Anand, S. C. & C. R. Shumway. 1984. Relative resistance of derived cultivars of soybeans to the cyst nematode, *Heterodera glycines* Ichinohe. Crop Protection, 3(3):363-367.
- [9] Boerma, H. R. & R. S. Hussey. 1984. Tolerance to *Heterodera glycines* in soybean. J. of Nematology, 16(3): 289-296.
- [10] Boerma, H. R. & R. S. Hussey. 1992. Breeding plants for resistance to nematodes. J. of Nematology, 24(2): 242-252.
- [11] Boerma, H. R., R. S. Hussey & P. F. Reese, Jr. 1986. Tolerance to soybean cyst nematode. P. 76-83. In wilkinson, D. (ed.), Proc. of the Sixteenth Soybean Seed Research Conference 1986, American Seed Trade Association, INC.
- [12] Boutin, S. R., H. Ansari, V. C. Concibido, R. L. Denny, J. H. Orf & N. D. Young. 1992. RFLP analysis of cyst nematode resistance in soybeans. Soybean Genet. Newsl., 19:123-127.
- [13] Caldwell, B. E., C. A. Brim & J. P. Ross. 1960. Inheritance of resistance of soybeans to the cyst nematode, *Heterodera glycines*. Agronomy J., 52:635-636.
- [14] Concibido, V. C., R. L. Denny, S. R. Boutin, R. Hautea, J. H. Orf & N. D. Young. 1994. DNA marker analysis of loci underlying resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe). Crop Sci., 34(1): 240-246.
- [15] Concibido, V. C., R. L. Denny, S. R. Boutin, R. Hautea, J. H. Orf & N. D. Young. 1993. RFLP mapping of cyst nematode resistance genes in soybeans. Soybean Genet. Newsl., 20:136-139.
- [16] Epps, J. M. & E. E. Hartwig. 1972. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode. J. of Nematology, 4(4):222.
- [17] Ferris, J. M. 1978. Soybean cyst nematode in the north. p. 1-5. In Loden, H. D. & D. Wilkinson(eds.) Proc. of the Eighth Soybean Seed Research Conference 1978, American Seed Trade Association, INC.
- [18] Golden, A. M., J. M. Epps, R. D. Riggs, L. A. Duclos, J. A. Fox & R. L. Bernard. 1970. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). Plant Disease Reporter, 54: 544-546.
- [19] Halbrendt, J. M., S. A. Lewis & E. R. Shipe. 1987. A modified screening test for determining *Heterodera glycines* resistance in soybean. Annals of Applied Nematology, 1:74-77.
- [20] Halbrendt, J. M., S. A. Lewis & E. R. Shipe. 1992. A technique for evaluating *Heterodera glycines* development in susceptible and resistant soybeans. J. of Nematology, 24(1):84-91.
- [21] Hartwig, E. E. 1977. Breeding soybean varieties resistant to the soybean cyst nematode. p. 16-20. In Loden, H. D. & D. Wilkinson(eds.), Proc. of the Seventh Soybean Seed Research Conference 1977, American Seed Trade Association, INC.
- [22] Hartwig, E. E. & J. M. Epps. 1968. Dyer soybeans. Crop Sci., 8:402.
- [23] Hartwig, E. E. & J. M. Epps. 1978. Registration of Bedford soybeans. Crop Sci., 18:915.

- [24] Hartwig, E. E. & L. D. Young. 1990. Registration of Cordell soybeans. *Crop sci.*, 30:231-232.
- [25] Hussey, R. S. & H. R. Boerma. 1989. Tolerance in maturity groups V-VIII Soybean cultivars to *Heterodera glycines*. *J. of Nematology*, 21(4s):686-692.
- [26] Hussey, R. S., H. R. Boerma, P. L. Raymer & B. M. Luzzi. 1991. Resistance in soybean cultivars from maturity groups V-VIII to soybean cyst and root-knot nematodes. *J. of Nematology*, 23(4s):576-583.
- [27] Koenning, S. R., S. C. Anand & G. O. Myers. 1992. An alternative method for evaluating soybean tolerance to *Heterodera glycines* in field plots. *J. of Nematology*, 24(1):177-182.
- [28] Luedders, V. D. & S. C. Anand. 1989. Attempt to select a cyst nematode population on soybean plant introduction 437654. *J. of Nematology*, 21:264-267.
- [29] Luedders, V. D., L. F. Williams & A. L. Matson. 1968. Registration of Custer soybeans. *Crop Sci.*, 8:402.
- [30] Mansur, L. M., A. L. Carriquiry & A. P. Rao-Arelli. 1993. Generation mean analysis of resistance to race 3 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, 33(6):1249-1253.
- [31] Matson, A. L. & L. F. Williams. 1965. Evidence of a forth gene for resistance to the soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, 5(5):477.
- [32] Myers, G. O. & S. C. Anand. 1991. Inheritance of resistance and genetic relationships among soybean plant introductions to races of soybean cyst nematode. *Euphytica*, 55:197-201.
- [33] Niblack, T. L. 1992. Soybean cyst nematode races. p. 34-40. In Wilkinson, D. (ed.) *Proc. of the Twenty-second Soybean Seed Research Conference 1992*, American Seed Trade Association, INC.
- [34] Noel, G. R. & E. J. Sikora. 1990. Evaluation of soybeans in maturity groups I-IV for resistance to *Heterodera glycines*. *J. of Nematology*, 22(4s):795-799.
- [35] Rao-Arelli, A. P. & S. C. Anand. 1988. Genetic relationships among soybean plant introductions for resistance to race 3 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, 28(4):650-652.
- [36] Rao-Arelli, A. P. & S. C. Anand. 1988. Genetic relationship among Forrest, Peking, and P190763 for resistance to race 3 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, 28(4):650-652.
- [37] Rao-Arelli, A. P., S. C. Anand & G. O. Myers. 1989. Partial dominance of susceptibility in soybean to soybean cyst Nematode races 3, 4, and 5. *Crop Sci.*, 29(6):1562-1564.
- [38] Riggs, R. D. 1980. Variability in the soybean cyst nematode. p. 10-15. In Loden, H. D. & D. Wilkinson (eds), *Proc of the Tenth Soybean Seed Research Conference 1980*, American Seed Trade Association, INC.
- [39] Riggs, R. D., M. L. Hamblen & L. Rakes. 1988. Resistance in commercial soybean cultivars to six races of *Heterodera glycines* and to *Meloidogyne incognita*. *Annals of Applied Nematology*, 2:70-76.
- [40] Riggs, R. D., L. Lakes & R. Elkins. 1991. Soybean cultivars resistant and susceptible to *Heterodera glycines*. *J. of Nematology*, 23(4s):584-592.
- [41] Riggs, R. D. & D. P. Schmitt. 1988. Complete Characterization of the race scheme for *Heterodera glycines*. *J. of Nematology*, 20:392-395.
- [42] Riggs, R. D. & D. P. Schmitt. 1991. Optimization of the *Heterodera glycines* race test procedure. *J. of Nematology*, 23(2):149-154.
- [43] Ross, J. P. & C. A. Brim. 1957. Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-row method. *Plant Disease Reporter*, 41:923-924.
- [44] Schmitt, D. P. 1989. Effect of soil pH on nematicide efficiency on soybean. *J. of Nematology*, 21(4s):615-618.
- [45] Schmitt, D. P. & J. G. Shannon. 1992. Differentiating soybean responses to *Heterodera glycines* races. *Crop Sci.*, 32:275-277.
- [46] Sciombato, G. L. & D. L. Turnage. 1991. Southern United States soybean disease loss estimate for 1990. *Proc. of the Southern Soybean Disease Workers 1991*. p. 18-22.
- [47] Sciombato, G. L. & D. L. Turnage. 1992. Southern United States soybean disease loss estimate for 1991. *Proc. of the Southern Soybean Disease Workers 1992*. p. 18-22.

- [48] Sciombato, G. L. & D. L. Turnage. 1993. Southern United States soybean disease loss estimate for 1992. Proc. of the Southern Soybean Disease Workers 1993. p. 31-37.
- [49] Thomas, J. D., C. E. Caviness, R. D. Riggs & E. E. Hartwig. 1975. Inheritance of reaction to race 4 of soybean-cyst nematode. Crop Sci., 15(2):208-210.
- [50] Triantaphyllou, A. C. 1987. Genetics of nematode parasitism on plant. In Veech, J. A. & D. W. Dickson(eds), Vistas on Nematology. Society of Nematologists, Ins., Hyattsville, Maryland, USA.
- [51] Williamson, V. M., J. Y. Ho & H. M. Ma. 1992. Molecular transfer of nematode resistance genes. J. of Nematology, 24(2):234-241.
- [52] Young, L. D. 1990. Soybean germplasm evaluated for resistance to races 3, 5, and 14 of soybean cyst nematode. Crop Sci., 30(3):735-736.
- [53] Young, L. D. 1993. Selection of soybean cyst nematode resistant cultivars to optimize yield. Proc. of the Southern Soybean Disease Workers. P24.
- [54] Young, L. D. & E. E. Hartwig. 1988. Evaluation of soybeans resistant to *Heterodera glycines* race 5 for yield and nematode reproduction. Annals of Applied Nematology, 2:38-40

第九次全国大豆科研生产协作会议暨 94 南方大豆科技推广、生产发展研讨会简讯

第九次全国大豆科研生产协作会议暨 94 南方大豆科技推广、生产研讨会于 1994 年 6 月 21 日至 24 日在杭州召开。参加会议的代表来自南方 18 个省市及农业部大豆专家顾问组的专家共 120 余位。会议由“全国大豆科技推广协调指导小组”主持。农业部科技司马世清副司长, 国家科委科技司唐兴信副司长等领导出席了会议。

在开幕式上, 唐兴信副司长代表“全国大豆科技推广协调指导小组”讲话, 他在讲话中介绍了 1993 年我国大豆生产和科技推广情况, 指出南方大豆在我国大豆生产中的地位及作用以及发展途径。浙江省政府周杭秘书长介绍了浙江省政府重视农业生产, 并给予各项优惠政策扩大大豆种植面积, 依靠科技进步, 发展大豆生产的情况。

会议期间, 代表们分别在大会和小组会上进行了交流和讨论。有 10 位代表在大会上做了学术报告。小组讨论分别由大豆专业委员会副理事长、黑龙江省农科院院长许忠仁研究员和广西农业厅王智昭处长主持。代表们针对南方大豆生产的发展提出了一些很好的建议及对策。根据南方特点, 充分利用间、混、套种, 扩大大豆种植面积, 提高经济效益; 另外, 在红黄壤地区, 利用新开垦的红黄壤种植大豆, 主要用耐酸、耐瘠和抗旱性的品种浙春 2 号。在这方面, 浙江省农科院作物所的朱文英等人已做了许多研究工作, 并取得了较好的效益。会议期间, 代表们还赴衢州考察了红黄壤浙春 2 号生产现场。

本刊记者 薛 津