

大豆孢囊线虫病抗原筛选和利用研究概述^{*}

颜清上 王连铮

(中国农业科学院作物育种栽培研究所, 北京 100081)

常汝镇

(中国农业科学院品种资源研究所, 北京 100081)

SCREENING AND UTILIZATION OF RESISTANT SOYBEAN SOURCES TO *HETERODERA GLYCINES*

Yan Qingshang Wang Lianzheng

(*Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS, Beijing 100081*)

Chang Ruzhen

(*Institute of Crop Germplasm Resources, CAAS, Beijing 100081*)

摘 要

本文简要概述了美国、日本和中国对大豆孢囊线虫抗原的筛选、遗传关系研究及在育种中的利用。

关键词 大豆;大豆孢囊线虫;抗原;筛选;遗传关系;利用

大豆孢囊线虫病是大豆生产上的毁灭性病害之一,在传统的大豆主产国中国、美国、日本发病严重,70年代以来新崛起的大豆生产大国巴西和阿根廷也有此病发生。就世界范围而言,大豆孢囊线虫病的危害和蔓延有日趋加重的趋势,有关抗大豆孢囊线虫的研究愈来愈受到重视。生物研究表明,大豆孢囊线虫是一种土传的定居性内寄生线虫,完成一个生活史只需30天左右,繁殖力很强,形成的孢囊有极强的生活力和广泛的适应性,一般在土壤中可存活9年以上。土壤一经感染,则极难防治。化学药剂防治尽管有效,但成

^{*} 本文于1995年12月6日收到。

This paper was received on Dec. 6, 1995.

本太高,而且还造成环境污染。利用植物本身的抗性,培育抗病品种是目前采用的最经济有效的控制措施。培育抗病品种首先要筛选和鉴定抗源材料。本文就这一方面的研究做一简要概述。

一、大豆孢囊线虫抗源的筛选

进行大豆孢囊线虫抗源筛选研究工作较为突出的国家当推美日两国。美国 1954年首次在北卡罗来纳州发现此病,后在密苏里、阿肯色、田纳西、弗吉尼亚、伊利诺斯及印第安纳等州的大豆产区相继发现,严重影响美国的大豆生产。此后,筛选大豆孢囊线虫抗源的工作引起重视。Ross和Brim(1957)在重病田采用双行法对 2800份材料进行了抗病性鉴定,筛选出了 8份高抗材料:Ilsoy Peking PI89920 PI79693 PI90763 PI209332 PI84751。其中的 Peking成为最著名的抗源。由于当时尚未对大豆孢囊线虫的小种进行划分,所以不知是抗哪一号生理小种。Epps和Hartwig等(1972)对 3000多份大豆品种和品系,在温室针对 14号生理小种(当时误认为 4号)的抗病性进行了筛选,结果发现 PI88788 PI89772 PI87631-1 Cloud Columbia Peking PI84751和 PI90763具有较高的抗性。Anand(1982)对另外 2000多份引进材料(PI系)进行筛选,结果发现一个新的引进种质 PI416762既抗 14号生理小种,又抗 3号生理小种。1984年 Anand等将从世界各地收集的全部 9153份种质对 3号生理小种的抗病性进行了全面的筛选鉴定,共鉴定出 19份高抗材料和 15份中抗材料。Anand等(1988)又将上述种质对 14和 5号小种的抗性进行了筛选,得到对 14号小种高抗的 7份,中抗的 3份;对 5号小种高抗的 7份,中抗的 2份。而且所有抗 5 14号小种的材料都抗 3号小种,PI437654抗当时所发现的全部 5个生理小种。Young(1990)对另外收集的 600份材料接种 3 5 14号小种,发现 PI399061 PI424595和 PI438342抗 5号生理小种,却感 3号及 14号生理小种。这是首次报道的大豆品系感 3号生理小种而抗其它小种。Rao-Arelli等(1992)选择抗性稳定的材料,对多个小种的抗性反应进行研究,结果表明 PI437654 PI438489B PI438503A和 PI89772抗 6 9号小种,PI404166和 PI209332抗 9号小种。PI437654抗目前发现的所有生理小种和变异型,是一个不可多得的抗源。Young(1995)又对后来收集的 1900份引进种质抗 3 5 14号小种的特性进行评价,筛选出 19份抗 3号的材料;11份抗 5号;2份抗 14号。其中,PI467312抗 3 5和 14号小种,该种质从中国引入。表 1列出了美国筛选出的抗源名称。

日本在 50年代初,在青森县农试、东北农试试验地、北海道十胜农试及山形县农试对当地大豆品种进行了抗线虫筛选,先后筛选出了南郡竹馆、黑荚三本木、目黑 1号、岩手 2号、赤荚野起、第一稗贯、再来种 B下田不知、淡绿 10及“ソコツソ”共 10个抗线虫的地方品种,后来用系统选育法从下田不知中选出的耐病品种下田不知 1号和线虫不知成为日本抗线虫育种最重要的抗源。前苏联也鉴定出了阿穆尔州线虫群体的抗源高杆 1号、黑眼眉、Amurskaya 472等。朝鲜也鉴定出中录、哈曼等抗源。

自 70年代后期,我国对大豆孢囊线虫的抗源筛选也受到重视。吴和礼等(1982)、刘汉起等(1985)、张仁双等(1985)、刘维志等(1985)、李莹等(1987)都对收集的材料进行对孢囊线虫抗性筛选,鉴定出一批免疫或高抗的资源。但由于当时鉴定标准未统一,有的未按小种进行鉴定,结果不够确定。为此,1985年组织了大豆种质抗孢囊线虫鉴定协作组,并于 1986~1990年对全国的 1万多份种质按统一的鉴定方法和分级标准进行了抗性鉴定。

表 1 美国大豆种质对大豆孢囊线虫不同生理小种的反应

PI系	生理小种						PI系	生理小种					
	3	4	5	6	9	14		3	4	5	6	9	14
II soy	R	—	MS	—	—	MR	PI437770	MR	—	S	—	—	MR
PI16790	R	—	S	—	—	MR	PI438183	MR	—	S	—	—	S
PI17852B (Peking)	R	S	MR	S	S	S	PI438342	S	—	R	—	—	S
PI22897	R	—	S	—	—	S	PI438489B	R	—	R	R	R	S
PI54591	MR	—	S	—	—	S	PI438496B	R	—	S	S	S	S
PI70218	MR	—	S	—	—	S	PI438497	R	—	MS	—	—	S
2- 19- 3	PI79609	R	—	S	—	MS	PI438498	R	—	MS	—	—	S
	PI79693	MR	—	S	—	S	PI438503A	R	—	MS	R	R	R
	PI84751	R	—	MR	—	S	PI458175B	S	—	MR	—	—	S
PI87631- 1	R	—	S	—	—	R	PI458199	S	—	MR	—	—	S
	PI88788	R	S	S	—	R	PI458519A	MR	—	MR	—	—	MR
	PI89008	MR	—	S	—	S	PI458520	R	—	R	—	—	MR
	PI89014	MR	—	S	—	S	PI461509	R	—	MR	—	—	MR
	PI90763	R	S	R	—	S	PI464912	R	—	S	—	—	MR
	PI89772	R	—	R	R	S	PI464915B	MR	—	MR	—	—	MR
	PI91138	MR	—	S	—	S	PI467310	MR	—	MR	—	—	MR
	PI92790	R	—	S	—	S	PI467312	R	—	R	—	—	R
	PI200495	MR	—	MS	—	S	PI467327	S	—	R	—	—	S
	PI209332	R	—	S	R	R	PI467332	R	—	MR	—	—	R
	PI303652	R	—	S	—	S	PI468903	R	—	R	—	—	S
	PI339868	R	—	MR	—	MS	PI468915	R	—	R	—	—	S
	PI398680	R	—	S	—	R	PI475810	S	—	MR	—	—	S
	PI398682	MR	—	S	—	S	PI490769	MR	—	MR	—	—	MR
	PI399061	S	—	R	—	S	PI494182	R	—	R	—	—	S
	PI404166	R	—	R	S	R	PI495017C	R	—	S	—	—	MR
	PI404198A	R	—	R	—	MR	PI506862	S	—	R	—	—	S
	PI404198B	R	—	MS	S	S	PI507354	R	—	R	—	—	S
	PI407729	R	—	MS	—	MR	PI507422	R	—	S	—	—	S
	PI407944	MR	—	S	—	S	PI507423	R	—	S	—	—	S
PI408192- 2	MR	—	S	—	—	S	PI507443	R	—	MR	—	—	S
	PI416762	R	—	MS	—	MR	PI507470	R	—	MR	—	—	S
	PI417091	MR	—	MS	—	S	PI507471	S	—	R	—	—	MR
	PI417094	MR	—	S	—	S	PI507475	R	—	R	—	—	S
	PI424595	S	—	R	—	S	PI507476	R	—	R	—	—	S
	PI437488	MR	—	S	—	S	PI509095	R	—	MR	—	—	S
	PI437654	R	R	R	R	R	PI509100	R	—	MR	—	—	S
	PI437655	R	—	MS	—	MR	PI528772	R	—	S	—	—	S
	PI437679	R	—	MR	—	S	PI532434	MR	—	S	—	—	MR
	PI437690	R	—	MR	S	S	PI532444A	MR	—	MR	—	—	MR
	PI437725	R	—	MS	—	S	PI532444B	S	—	S	—	—	MR

* 以前误定为 4号生理小种，Riggs等 (1988)提出新的划分方案后修订为现今的 14号；
©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表中的一代表未对该小种的抗性进行鉴定;R代表抗;MR代表中抗;S代表感病;MS代表中感。

研究,已得到比较明确的结果。刘维志等(1991)、李莹等(1991)、马书君等(1991)、张磊等(1991,1992),对各自承担的134和5号生理小种鉴定结果分别做了报道,1993年大豆种质抗孢囊线虫鉴定研究协作组对全国的鉴定结果做了总结。抗1号生理小种品种128份,其中免疫的16份;抗3号生理小种的288份,免疫的30份;抗4号生理小种的11份,无免疫品种;抗5号生理小种的9份。五寨黑豆和灰皮支黑豆兼抗134和5号生理小种。“八五”期间,李莹等对95份兼抗材料进行抗4号小种的稳定性鉴定,结果表明“七五”鉴定的高抗种质五寨黑豆、赤不流黑豆、山阴大黑豆、灰皮支黑豆、大黑豆(全国编号8510)、本地黑豆和元钵黑豆抗性稳定,此外还发现串山黄黑豆、黑豆(全国编号10253)和三股条黑豆高抗4号小种。上述结果说明我国大豆种质具有丰富的抗病资源,这对于拓宽狭窄的抗病种质资源,加速抗大豆孢囊线虫育种有着积极的推动作用。

二、大豆孢囊线虫抗源的遗传关系研究

抗源筛选的目的在于应用到育种实践,研究抗源之间的遗传关系对抗病育种尤为重要。研究抗源的遗传关系可依据抗源对同一生理小种反应的差异来判断,也可根据不同抗源杂交后代分离情况去决定,利用生物间遗传学原理推断抗源携带的抗性基因是一个简便、可靠的途径。McCann等(1982)发现从PI89772上选择的线虫群体在PI89772上繁殖很好,而在Cloud PI209332 PI87631-1 PI88788 PI90763R上繁殖极差。由此认为,后5个寄主至少具有一些相同的抗病基因,而且不同于PI89772。Young(1982)在4号小种感染田中,从抗病植株上选择孢囊繁殖。结果发现,在Bedford及PI88788植株上选择繁殖的线虫,在其根上大量繁殖,而在PI89772 PI90763 Peking上却表现繁殖下降;同样从后者根上选择繁殖的线虫,在Bedford及PI88788根上繁殖很差。这说明PI89772 PI90763 Peking具有不同于PI88788的抗病基因。Anand等(1983)根据不同寄主对4号生理小种的反应,证明PI88788和PI90763携带不同的抗病基因,PI87631-1 PI209332 Cloud与PI88788的抗病基因相似,而PI89772与PI90763的抗性基因紧密相关。Young(1995)筛选出多抗的PI467312种质后,对其和PI437654又接种2号小种,结果PI467312上的寄生指数为30,而PI437654上为0,表明二者抗性存在遗传上的差异。确切研究各抗源遗传关系的方法是配制抗 \times 抗组合,根据F₂和F₃的分离来判断。Anand(1986)的结果表明PI437654 PI88788 PI209332 PI90763带有不同于Forrest(抗病基因来自于Peking)的抗3号小种基因,Peking与PI438489B含有对3号小种不同的抗病基因,PI90763与PI404198A含有对5号小种不同的抗病基因。Rao-Arelli等(1988)杂交结果表明Peking PI90763 PI438489B PI404166和PI404198具有对抗3号小种相同的抗病基因;Peking PI88788 PI438496B至少有一对抗病基因存在差异。Anand等(1989)对5号小种的研究表明Peking PI90763各有一对互不相同的显性抗病基因,后来又证明PI424595含有一个不同于PI90763的隐性抗病基因(Anand,1994)。而Young等(1994)的结果则表明PI424595 PI438342 Peking PI90763 PI437654在大多数基因座位含有相同的抗5号小种的基因,PI399061在一个或多个位点具有不同于上述抗源的抗病基因。在明确一些抗源的抗性基因并收集到足够多的生理小种时,利用生物间遗传学原理可以不通过杂交推导抗病基因。刘维志等(1994)采用上述方法对我国某些黑豆抗源的抗病基因进行了推导。

结果表明:长粒黑豆与 Peking 的抗病基因相同,哈尔滨小黑豆含有与 PI90763 相同的抗病基因,小粒黑豆比 PI90763 多含抗 14 号生理小种的基因,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

三、抗源品种在大豆抗孢囊线虫育种中的利用

美国的 Ross 和 Brim 筛选出高抗的 Peking 后,立即着手进行抗病基因的回交转育,经与黄种皮的栽培品种 Lee 三次回交后,1966 年育成第一个抗病品种“Pickett”;以 Peking 为供体亲本稍后又育成了“Custer”和“Deyer”。以这些材料为抗病亲本陆续育成推广了一大批抗病性强的丰产品种,据 Anand(1991)报道,到 1991 年美国共育成 130 个抗病品种。其中有 69 个品种抗 3 号生理小种,其抗病基因均可追溯到 Peking 的血缘 PI88788 是另一个被广泛利用的抗源,1978 年利用 PI88788 育成的“Bedford”及其姊妹系对控制当时危害猖獗的 14 号生理小种的蔓延和危害起了决定性作用;1991 年前育成的 55 个抗 14 号小种的品种,均含有 PI88788 的抗病基因。利用 PI90763 为抗源育成了两个抗 5 号生理小种的品种。以 Forrest 和 PI437654 为亲本育成的新品种“Hartwig”结合了 PI437654 和 Peking 的抗病基因抗目前发现的所有生理小种。日本的东北农试、十胜农试和中信农试利用本国和美国的抗源通过系统选育、辐射诱变和有性杂交已育成近 40 个抗病品种。我国利用美国的 Franklin Custer 和索尔夫等抗病品种通过系统选育和杂交育种已育成几个抗病品种;利用我国的抗源还没有育成生产上可推广利用的黄种皮品种,但通过杂交和回交转育已育成一批高抗的黄种皮高代品系和育种中间材料;如吴和礼等(1989)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;李莹等(1994)利用我国的高抗资源与优良的推广品种杂交,育成 14 个高抗的黄种皮品系。从上不难看出,尽管我国具有丰富的抗病种质资源,但其在大豆抗孢囊线虫育种中的应用及其与满足大豆生产上的需要极不适应。加强黄种皮抗病种质的创新和抗病基因的回交转育研究,对于开拓我国抗病种质资源的利用,提高抗病育种水平大有帮助。

参 考 文 献

- [1] 大豆种质抗孢囊线虫鉴定研究协作组,1993,大豆种质资源对大豆孢囊线虫 1 3 和 4 号生理小种的抗性鉴定,大豆科学,12(2): 91-99
- [2] 马书君等,1991,大豆品种资源对大豆孢囊线虫 3 号小种抗性鉴定研究,大豆科学,10(3): 165-172
- [3] 王志、李莹,1990,大豆抗孢囊线虫 4 号生理小种的遗传和转育,山西农业科学,(6): 4-6
- [4] 刘汉起等,1989,大豆品种对大豆孢囊线虫 1 3 4 号生理小种的抗性,大豆科学,8(1): 113-114
- [5] 刘维志等,1991,黄淮海地区大豆种质资源对大豆孢囊线虫 1 号生理小种的抗性鉴定研究,大豆科学,10(4): 327-329
- [6] 刘维志等,1994,生物间遗传学原理在小黑豆抗源类型品种抗孢囊线虫基因归类中的应用,大豆科学,13(1): 1-4
- [7] 李莹等,1994,抗大豆孢囊线虫 4 号生理小种新品系的选育,华北农学报,9(2): 33-38
- [8] 吴和礼等,1989,大豆孢囊线虫新抗病种质材料的选育,大豆科学,8(3): 227-232
- [9] 吴和礼等,1982,大豆孢囊线虫病的抗源筛选研究,中国农业科学,(6): 19-24

- [10] 张磊、戴瓯和, 1991, 大豆种质资源对大豆孢囊线虫 4号生理小种的抗性鉴定研究, 安徽农业科学, (3): 265
- [11] 张磊等, 1992 大豆种质资源对大豆孢囊线虫 5号小种的抗性鉴定, 大豆科学, 11(2)
- [12] 赵经荣等, 1988, 山东省大豆孢囊线虫病的病原和抗源研究简报, 大豆科学, 7(1): 12
- [13] 杨碧野, 1983, 日本大豆孢囊线虫育种概况, 中国油料, (3): 70~ 73
- [14] Anand, S. C. 1982. New soybean strain resistant to soybean cyst nematode. PI416762. Plant Disease 66 933-934
- [15] Anand, S. C. 1986. Sources of resistance to the soybean cyst nematode in Cyst Nematode. Ed by Lambert, F. and C. E. Taylor. 268-272
- [16] Anand, S. C. 1991. Advances in cyst nematode resistance in soybean cultivars. in Proc. of the 21th Soybean Seed Research Conference 1991. 57-63. American Seed Trade Association. INC.
- [17] Anand, S. C. 1992. Registration of Hartwig soybean. Crop Sci. 32 856
- [18] Anand, S. C., and K. M. Gallo. 1984. Identification of additional soybean germplasm with resistance to race 3 of the soybean cyst nematode. Plant Disease Report. 68 593-595
- [19] Anand, S. C. K. M. Gallo, I. A. Baker, and E. E. Hartwig. 1988. Soybean plant introductions with resistance to race 4 or race 5 of soybean cyst nematode. Crop Sci. 28 563-564
- [20] Anand, S. C. & A. P. Rao-Arelli. 1989. Genetic analysis of soybean genotypes resistant to soybean cyst nematode race 5. Crop Sci. 29 1181~ 1184
- [21] Brim, C. A. and Ross, J. P. 1966. Registration of Pickett soybeans. Crop Sci. 6 305
- [22] Caviness, C. E. 1991. Breeding for resistance to soybean cyst nematode. in Biology and management of the soybean cyst nematode(Ed Riggs, R. D.). 143~ 155
- [23] Epps, J. M., and E. E. Hartwig. 1972. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode. J. of Nematol 4(4): 222
- [24] Hartwig, E. E., and Epps J. M. 1968. Dyer soybeans. Crop Sci. 8 402
- [25] Ludders, V. D., Williams, L. F. and Matson, A. 1968. Registration of Custer soybeans. Crop Sci. 8 402
- [26] McCann, J., et al. 1982. Selection and reproduction of soybean cyst nematode on resistant soybeans. Crop Sci. 22 78~ 80
- [27] Rao-Arelli, A. P. & S. C. Anand. 1988. Genetic relationship among soybean plant introductions for resistance to race 3 of soybean cyst nematode. Crop Sci. 28 650~ 652
- [28] Rao-Arelli, A. P., J. A. Wrather, And S. C. Anand 1992. Genetic diversity among isolates of *Heterodera glycines* and sources of resistance in soybeans. Plant Disease 76(9) 894~ 896
- [29] Ross, J. P. & C. A. Brim. 1957. Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-row method. Plant Disease Report. 41 923~ 924
- [30] Young, L. D. 1982. Reproduction of Tennessee soybean cyst nematode population on cultivars resistant to race 4. Plant Disease Rep. 66 251~ 255
- [31] Young, L. D. 1990. Soybean germplasm evaluated for resistance to race 3, 5, and 14 of soybean cyst nematode. Crop Sci. 30(2): 735~ 736
- [32] Young, L. D. 1995. Soybean germplasm resistance to race 3, 5, and 14 of the soybean cyst nematode. Crop Sci. 35(3): 895~ 896
- [33] Young, L. D. and T. C. Kilaen. 1994. Genetic relationship among plant introductions for resistance to soybean cyst nematode race 5