

关于加速抗孢囊线虫病大豆品种 选育问题的商榷

刘维志

(沈阳农学院植保系)

摘 要

应用抗病品种是控制大豆孢囊线虫为害的经济有效的途径。调查线虫的生理小种的类型和分布,是选用抗源和进行抗病育种的科学依据。在东北地区已发现存在孢囊线虫的1号和3号生理小种。对孢囊线虫的抗源,主要是小黑豆和秣食豆品种,还有抗性较好的黄色种皮的农家品种,美国和日本利用小黑豆作抗源育成的黄色种皮的抗病改良品种则是直接可以利用的抗源。大豆—孢囊线虫相互作用的遗传学模式是:大豆的抗病性往往是隐性,而线虫的寄生性则表现为显性,了解这些特点可以更有成效地进行选育。用美国和日本的黄色种皮抗病的改良品种作抗源,进行品种间杂交;在我国优良的黄色种皮的感病品种中进行系统选育;或在引进的黄色种皮的抗病品种中向适应性好和农艺性状好的方向进行系统选育;这些都可以加快选育的速度。杂交后代从 F_2-F_4 连续接种连续选择,可以提高选择效果。花前挖根调查,将抗病单株座水移栽可以正常成活。不断发现新的线虫小种,不断筛选、不断挖掘新的抗源和抗病基因,是一项长期的任务。利用和转移秣食豆的抗病基因,是一个新的课题,可能会发现新的抗病基因系统,同时,在解决种皮颜色方面会比使用小黑豆的难度小一些。在解决所有上述这些问题时,不同学科、不同单位和地区之间的密切合作是完全必要的。

一、抗病品种在防治大豆孢囊线虫病中的重要性

大豆孢囊线虫(*Heterodera glycines*)是引起大豆萎黄病的病原线虫。这种病害已成为大豆的一种重要病害。我国在东北地区、内蒙古、河北、河南、山东、山西和安徽等省都有发生。几年来在辽宁省的调查发现凡取样地块均有发生,其中以西部干旱、沙碱地区的康平、黑山、阜新和彰武等县发生较重,个别地块甚至绝产。实行玉米和大豆间作,小麦和大豆轮作;出现大豆重茬和迎茬,促使病害加重。

防治大豆孢囊线虫,一般采用轮作、药剂处理和抗病品种等措施。由于线虫的孢囊在土壤中可以存活3—5年,有的甚至长达10年,实行轮作也有一定困难。药剂防治则因用药量大,花费太多,污染环境,亦难以大面积推广。一般都采用轮作和抗病品种相结合的办法,使病害控制在经济上可以忍受的程度。Riggs等(1980)在阿肯色州提出

* 本文于1985年6月29日收到。

几种种植制度,其中一种是非寄主植物—抗病大豆品种—感病大豆品种。Reis等(1983)曾就大豆孢囊线虫的防治作经济学分析,他们也同样主张抗病品种和轮作结合的作法。

应用抗病品种是最经济有效的措施,美国在1954年在北卡罗来纳州第一次发现大豆孢囊线虫,为害越来越重。1957年Brim等报告由中国引进的小黑豆品种Peking、PI88788等是抗孢囊线虫的,开始用小黑豆作抗源培育抗病品种。1967年推广第一个抗病品种Pickett,接着又推广Dyer、Custer、Pickett 71、Mack、Forrest和Centennial等抗大豆孢囊线虫1号和3号小种的品种。这些品种不抗4号线虫小种,因此,4号小种在美国南部各州迅速发展起来。1978年开始推广Bedford品种,这是以Peking和PI88788作抗源育成的抗1、3和4号小种的优良品种,还兼抗根结线虫,肾形线虫和疫霉根腐病,到1980年已推广300万公顷。这些抗病品种一经推广,在美国南方各州基本控制住线虫的为害。可见,在大豆孢囊线虫的防治方面,抗病品种起了重要作用。

近年来,我国大豆育种工作者已开始筛选抗源和选育抗病品种。因此,加速选育抗孢囊线虫的优良大豆品种,是大豆育种工作者和线虫工作者的共同的迫切任务。

二、关于加速选育抗孢囊线虫的大豆品种的几个问题

关于如何加速选育抗孢囊线虫的大豆品种问题,想就当前的情况及选育途经等提出个人看法,供大家讨论。

(一) 调查线虫的生理小种类型及其分布

调查线虫的生理小种类型,了解其致病特点及其分布,这是选用抗源和进行有针对性有成效地选育抗病品种的科学依据。Golden等(1970)根据在五个鉴别品种上的反应,报告美国已鉴定出4个生理小种,定名为1、2、3和4号小种。稻垣(1979)报道,日本发现3个小种,即1、3和5号。最近,Beatty(1983)报告美国发现5号小种,能够侵染Bedford品种。我们应用Golden等的鉴别品种,于1981—1984年对东北地区的部分市县的土样进行鉴定,共区分出2个生理小种,即1号和3号生理小种,其中1号小种主要分布在辽河流域。

根据Price等(1975)的报告,线虫生理小种之间有竞争,3号小种比2号、4号小种的竞争能力强。

大豆孢囊线虫会因种种原因发生变异,Miller等(1970)、Riggs等(1980)和young(1982、1984)的试验结果都证明这种线虫存在变异性。孢囊线虫发生变异的原因,主要有基因转移(Migration)、突变(Mutation)和选择(Selection),其中,在连续种植抗病品种之后,品种对线虫群体的选择作用可能是主要的。

在了解线虫的生理小种类型、致病特点、变异情况及分布之后,就可以有计划有针对性地制定具体的育种目标和挑选抗源。

(二) 抗源的合理利用和筛选

在明确线虫的小种类型和分布的基础上, 合理利用抗源, 不断筛选和发掘新的抗源, 这是抗病育种的关键。目前, 抗源可以分为三类:

①小黑豆和秣食豆: 美国最初发现的抗源是 Brim 等 (1957) 报告的小黑豆品种 Peking、PI88788、PI84751 等, 后来发现 PI90763 是抗 2 号小种的, PI89772 是抗 1、2、3 和 4 号小种的。这些抗源抗性稳定, 有的抗多小种, 转育也不困难, 只是改造农艺性状要花费时间, Kopcarov (俄) 等报告, Peking 和 Pickett 对苏联远东地区黑龙江流域的线虫是感染的, 说明那里的线虫不是 1 号和 3 号生理小种。几年来我们应用 3 号线虫生理小种进行抗性鉴定, 有 9 个辽宁省的小黑豆和秣食豆表现抗病, 其中秣食豆为深褐色或黄褐色种皮, 看来, 转移秣食豆的抗性基因是我们的一项新任务。

②黄色种皮的农家大豆品种: 日本最初在长野县发现农家品种“下田不知”对孢囊线虫有相当好的抗性, 后来用它育成“线虫不知”, 接着又用它育成几个好的品种, 在控制线虫方面起了好的作用。但是, 稻垣 (1981) 报告, 这些原来认为是抗病的品种, 实际上对日本的 1、3 和 5 号小种是感染的。我们在沈阳接种 3 号线虫小种, 这些品种也是感染的。

几年来我们发现白皮豆 (海城) 和大黄豆 (盘山) 对 3 号小种是中抗的, 每株根上只有 3.8 和 3.9 个孢囊, 孢囊指数分别为 11.6 和 11.9。这是黄色种皮品种中表现抗性较好的材料。

③美国和日本已经育成的抗病的黄色种皮的生产品种: 美国自 1967 年育成 Pickett 品种以来, 已经育成抗孢囊线虫 1、3 和 4 号小种的黄色种皮生产品种

表 1 美国育成的抗孢囊线虫的大豆品种

Table 1 Soybean varieties resistant to *Heterodera glycines* in USA

品种名称 Varieties	推广年份 Year released	抵抗的线虫小种 Resistant to race	抗性基因来源 Source of resistant genes
1. Pickett	1967	1,3	Peking
2. Dyer	1968	1,3	Peking
3. Custer	1968	1,3	Peking
4. Pickett 71	1971	1,3	Peking
5. Mack	1972	1,3	Peking
6. Forrest	1973	1,3	Peking
7. Centennial	1977	1,3	Peking
8. Bedford	1978	1,3,4	Peking & PI 88788
9. Nathan	1980	1,3,4	Peking
10. McNair 770	---	1,3	-----
11. McNair 780	----	1,3	-----
12. Coker 317	1981	1,3	Peking
13. Foster	1981	1,3	Peking
14. Jeff	1981	1,3,4	Peking & PI 88788

十余个(见表1)。有些品种还抗疫霉根腐病(*Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*), 根结线虫(*Meloidogyne* sp.)、肾形线虫(*Rotylenchulus* sp)和细菌性叶斑病。

1960年日本从美国引进小黑豆抗源 Peking、PI84751等, 后来育成东山93, 这是抗1、3号小种的品种; 铃姬(十育182), 这是一个抗1、3和5号小种的新品种。

以上美国和日本利用小黑豆品种作抗源经多年选育而成的黄色种皮的改良品种, 可以作为我们选育新品种的抗源, 而且是加速育种工作的有利条件。但这些品种成熟期偏晚, 有的品种品质和外观欠佳。

(三) 了解大豆一孢囊线虫相互作用的遗传学特点, 进行更有成效的选育

为了加快选育速度, 了解大豆一孢囊线虫相互作用的遗传学特点是非常重要的, 这是采用选育和鉴定方法的依据。

1. 关于大豆孢囊线虫寄生性的遗传

Price等(1978)作了不同线虫生理小种之间的杂交, 以观察线虫寄生性的遗传, 他们证实2号、4号小种对1号、3号小种, 寄生性是显性或部分显性。 2×1 、 4×1 其 F_2 的寄生能力的分离为3:1, 说明有一个显性基因控制2号和4号小种的寄生能力。但是, 3×2 、 4×3 的 F_2 的分离比为9:7, 可能有2个互补的主效基因。

Triantaphyllou(1975)的试验, 在Pickett品种上两个线虫的亲本区系的寄生指数为90和0, F_1 和 F_2 居中, 他的结果支持关于数量遗传的说法。

2. 关于大豆对胞囊线虫的抗性的遗传

Cadwell(1960)首先作了大豆对胞囊线虫的抗性遗传试验, 发现Peking对1号和3号小种的抗性是由三个独立的隐性基因控制的, 定名为rhg1、rhg2和rhg3。Matson等(1965)发现在Peking上还含有一个显性抗病基因Rhg4, 它与控制杂色种皮的基因i是连锁的。

Hartwig(1970)研究对弗吉尼亚区系(2号小种)的抗性遗传, 发现PI90763有一个隐性抗病基因rhg5。

Thomas等(1975)研究对4号小种的抗性遗传, 目前对4号小种表现抗病的品种是PI88788, 表现中抗的是PI90763。他们的试验结果是PI88788在PI90763(中抗)和Peking(感病)的背景下, PI88788有一个隐性抗病基因。PI90763的中度抗性, 在Mack和Hill的背景下, 可能是一个显性基因和二一个隐性基因控制的。

最近, Luedders等(1983)提出抗病性可能由隐性等位基因控制的, Bernard(1983)认为抗性可能是累加作用。

3. 关于大豆一孢囊线虫共生体的遗传学

研究植物抗病性的遗传, 不仅仅是寄主或病原物单方面的遗传方式, 而是涉及寄主和病原物两个方面, 叫做生物间遗传学(Interorganismal Genetics)。对于真菌性病害, 对应基因对(corresponding gene pairs)的特点是: 植物的抗病性往往是单基因显性, 而病原菌的致病性都是单基因隐性。而大豆一孢囊线虫相互作用的遗传学则是

另一种模式: 大豆的抗病性看来多是隐性, 而孢囊线虫的寄生性是显性, Luedders (1983) 提出一个假说性的模式, 这有点和燕麦维多利亚品种—燕麦维多利亚叶枯病的模式相似。

(四) 加速选育和鉴定的可能途径

1. 选育方法和途径

抗孢囊线虫育种可以采用品种间杂交、回交、诱变和系统选育等方法。

品种间杂交: 目前有了美国和日本的黄色种皮的改良品种作为抗源, 搭配抗×感的组合, 进行品种间杂交, 可以加快选育速度。这种杂交比较简单, 容易达到选种目标, 后代分离幅度较小, 分离时间较短。

回交: 应用小黑豆和秣食豆作抗源, 转移新的或特殊的抗病基因, 应该采用回交。

系统选育: 在以往认为是感病的丰产的大豆品种中进行单株系统选育, 由于过去没有选择压力或没有选择, 在对线虫的反应方面, 存在遗传异质性, 从小黑豆可以转移抗病基因, 这些隐性基因不与黑色种皮连锁, 这是我们从黄色种皮大豆品种进行系统选育的理论根据。同时也可以在引进的黄色种皮的抗病品种中系统选育, 选择适应性和农艺性状好的单株, 在施加新的生态学选择压力的情况下, 这些品种也存在遗传异质性, 也会发生分离, 为我们提供选择机会。

2. 鉴定方法

①抗源筛选问题

美国和日本所用的抗源都是从我国, 特别过去从我国南方引种的小黑豆, 最近, Anand (1983) 对美国保存的 9,153 份大豆品种资源进行鉴定, 发现 19 个高抗的和 15 个中抗的品种, 全是黑色种皮。黑色种皮不一定和抗病基因连锁。我国是大豆的最早发源地, 对我们自己的品种资源, 特别是黄色种皮的农家品种的抗病性潜力不可低估, 这部分品种一向受到国外的重视。

抗源筛选, 就要强调接种鉴定, 而且必须接种尽可能多的线虫生理小种, 我们要尽可能发现更多的新的线虫小种, 以便识别更多抗病基因, 这项工作需要统筹安排, 通力协作。

②杂交后代的鉴定

对于杂交后代的接种鉴定和选育是十分重要的环节。抗病性多是隐性基因, 从 F_2 开始及以后各代都可以分离出抗病单株。线虫寄生在根上, 地上部分的症状表现不明显, 鉴定工作是困难的。一般在花前挖根鉴定, 抗病单株马上坐水移栽照样成活生长。澳大利亚在燕麦孢囊线虫病的抗病育种中, 将杂交后代种在玻璃花盆里, 从外边可以看到玻璃壁上根系的孢囊, 这种表面孢囊数量与整个根系的孢囊数呈正相关。

关于选择的效果, 只有坚持连续接种、连续选择才能提高选择效果。Hartwig (1982) 报道, 接种的又经连续选择 4 代的在第四代抗病植株占 40%, 而未接种的经连续选择的, 在第四代抗病单株仅占 5%。

三、关于协作问题

美国在抗孢囊线虫育种方面是富有成效的。1954年美国首次发现大豆孢囊线虫，1967年推广第一个抗病品种，速度是比较快的。他们是线虫学家和育种学家合作，在寄主植物方面，1957年就提出 Peking 等一批抗源品种，同时进行杂交，选育和遗传研究；在线虫学方面，研究线虫的生物学，生理和遗传学。农业部和各州的大学、试验站分工协作，因此能比较快地育出抗病品种，控制为害。

在实际工作中，我国在线虫学的研究中已经鉴定种类，研究生活史、生物学和生态学，已初步调查和鉴定生理小种类型。在育种方面已经开展抗源筛选和鉴定，已开始抗病育种工作。这些工作本身需要动员各方面的力量，多层次多单位多点协作，不断交流信息，取长补短，以避免重复劳动无效劳动，早出成果，以解决大孢豆囊线虫这一困难问题。

(参考文献, 41篇, 从略)

A DISCUSSION FOR SPEEDING UP BREEDING SOYBEAN CULTIVARS RESISTANT TO THE SOYBEAN CYST NEMATODE

Liu Wei-Zhi

(Dept. of Plant Protection, Shenyang Agricultural College)

Abstract

Breeding soybean cultivars resistant to the soybean cyst nematode (SCN) should be based on observation of races in SCN. The race 1 and 3 had been found in the Northeast of China. A genetic pattern of interaction between soybean and the soybean cyst nematode seems that resistance to SCN in soybeans was generally recessive and the ability of the nematode to reproduce on soybeans was dominant. Resistant sources derived from varieties with black or brown-black seed coat, and also from resistant cultivars with yellow seed coat developed in USA. Hybridization, backcross and systematic selection can be used to breed new resistant cultivars. Thier progenies must be seccessively selected and inoculated with the nematode in F₂-F₄. The resistant seedlings should be transplanted into the moist soil before flowering. It is likely to promote the development of new cultivars resistant to SCN.