

棉花抗枯萎病品种培育的理论和实践

张云青

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵 712100)

5562.034

S332.2

A

摘 要 应用西北农业大学创建的棉枯萎抗性定向培育法,使所有供试感病高产优质品种经人工病床病圃的病原菌持续压力,严格淘汰与系统定向选择,抗性逐年提高,经 3~5 年即可转化成为高抗品种,这是寄主的遗传免疫功能对生存环境的适应,所产生的定向性渐进变异,和后天获得抗性遗传累加作用的显示。获得高抗性后,原品种丰产性和品质也有改善,从而抗性 with 精良农艺性状并存,不存在抗性丰产与品质间的必然遗传反相关关系。经 20 年努力,已应用此法育成高抗良种和材料 30 余个。

关键词 棉花, 枯萎病, 抗病性, 定向培育

中图分类号 S332.2

棉花抗枯萎病品种育种途径很多,但以病地系选法和有性杂交为主,近代新的育种方法虽已应用,但通过有性杂交综合双亲优点、克服亲本缺陷的性状互补仍不失为棉花育种的重要途径。通过有性杂交使亲本对枯萎病的抗性融入子代,虽不乏成功例证,但往往抗性好,农艺性状差,也难满足纺织工业高档织物对棉纤维品质的要求,迄今为止,两者俱佳的理想品种较少。

1 我国棉花抗性品种选育的回顾

应用以种植抗病品种为主的综合防治方法,是解决棉枯萎病危害的最好途径。四川棉花所最早于 1952 年从感病的推广品种“德字 531”中,用病地系选法育成“52-128”高抗品种,又于 1957 年从感病的“岱 15”中在病地选出“川 57-50”和“川 57-681”等高抗品种,这些抗病品种后来成为我国棉花抗枯萎病育种的最重要抗源,常被用作杂交亲本^[1]。

由我国主要抗枯萎棉花品种系谱关系图^[2]可以看出,解放后,我国棉花抗枯萎病品种育种可以划分为三个阶段:

1.1 第一阶段——抗源选择

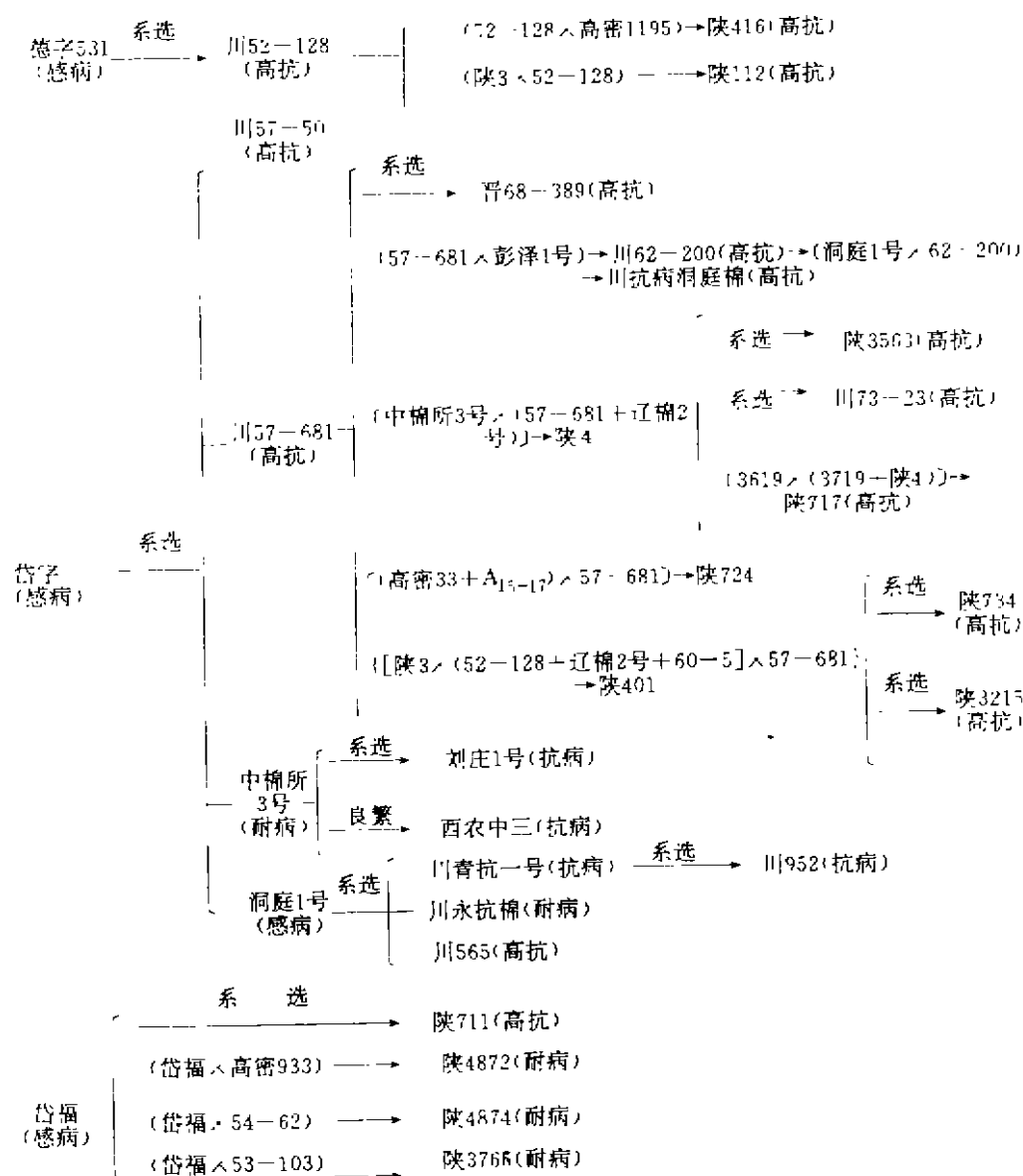
主要在病地以系选法从推广的感病品种中选出“抗源”。这一阶段以四川省棉花所的工作最富有成效,该所 1952 年从“德字 531”病地中选出高抗“川 52-128”,之后又从“岱 16”病地中选出“川 57-681”。这两个高抗品种后来都成为我国抗枯萎育种的重要抗源,只是因为铃小衣分低等农艺性状差,限制了其种植面积。陕西省棉花所在病地用系选法从感病品种“岱福”中也育成了高抗品种“陕 711”。

1.2 第二阶段——杂交育种

主要是以“川 52-128”、“川 57-681”等高抗抗源品种与丰产、优质品种杂交,以期育成高抗丰产优质兼备的良种。四川(用川 57-681×彭泽 1 号)育成“川 62-200”;后来又用(洞

庭 1 号 × 川 62-200) 育成抗病的“川抗洞庭棉”。陕西棉花所分别用上述抗源与许多丰产优质品种经杂交途径育成: 陕 4, 陕 401, 陕 112, 陕 717, 陕 721 等抗病良种。这些抗病良种的出现, 在相当大的程度上缓解抗病与丰产的矛盾。但由于这些抗病良种是通过杂交法育成的, 遗传性比较丰富, 又急于投入生产, 因而纯度较低、变异类型多。

我国主要抗枯萎棉花品种系谱关系示意图^[2]:



1.3 第三阶段——良繁提高

通过杂交途径育成的陕棉、川棉系统, 在良种繁育与推广过程, 用系选法育成更高产

的抗病品种,以期更好地解决抗病与高产优质间的矛盾。陕西省棉花所通过“三年三圃”良繁发现一个高产抗病优系,育成“陕 3563”,从“陕 401”病地系选育成“陕 734”、“陕 3215”;四川省棉花所从“陕棉 4 号”病地通过系选法育成“川 73-23”都是这个阶段成功的例证。

2 病地选择有效性的启示

我国棉花抗枯萎病品种培育的历程表明,系选法不论在那个阶段都能起到重要作用,即使是在杂交育种阶段,也不能忽视系选法的作用。因为杂交的作用只是动摇遗传性、丰富遗传性、扩大变异范围,为选择提供更广泛的可能性,若要使杂交育种符合生产需要,还需要借助于对杂种后代细致地进行系统选择,才能达到目的。

2.1 病地一次选择的作用

“岱 15”系高感类型,通常被作为标准的感病鉴别品种,但它直接或间接用病地系选法育成的抗病品种最多,也最重要,如“川 57-50”、“川 57-681”等。据 1972 年西北农学院用全国 13 个菌种鉴定:“岱 15”病情指数 72.16,死苗率 63.67%,而“川 57-50”病情指数 25.6,死苗率 11.2%。足见病地一次系选效果明显。

2.2 病地连续选择的作用

四川射洪县由感病的洞庭 1 号经病地系统选择培育出“青抗 1 号”,又由“青抗 1 号”再次用病地系选法育成“川 952”。蕾期病情调查结果:青抗 1 号病株率 41.2%,死苗率 19.6%,病指 27.9,抗性远较“洞庭棉”有明显提高。由“青抗 1 号”再次用系选法育成的“川 952”蕾期病株率 34.4%、死苗率 8.2%、病指 20.5,说明病地连续选择的成效相当显著。

2.3 病地良繁选择的作用

“中棉 3 号”系感病的“岱 15”在无病地上用系选法育成的高产良种,西北农学院从 1963 年开始,在人工病圃上用“二年二圃”法对“中 3”良种繁育,头年选单株、次年选株系、第 3 年种为原种圃,1966 年、1967 年西农“中 3”原种参加病地品比,抗性有明显提高。1966 年病地品比蕾期调查西农“中 3”原种病株率 28.01%,病指 17.34,低于“川 52-128”的 29.18%病株率和 18.01 的病指;1967 年西农“中 3”原种蕾期的病株率再次下降为 14.70%、病指 5.98 与“川 52-128”的病株率(26.77%)和病指(12.19)值的差距拉开,成为一个高抗材料。1972 年用 13 个菌系鉴定,西农“中 3”原种死苗率 24.66%,病指 49.11,而“中 3”病指为 64.22,死苗率 45.01%。足见连续选择和病地良繁选择的成效十分显著。

2.4 病地选择有效性的探讨

实践证明,病地选择有助于棉花抗枯萎病性能的提高。从感病品种中能选出抗病品种的事例表明,许多感病品种其抗病遗传性,多是一个变异系数相当大的混杂群体。因为病情指标都是用病株在群体中的比例来表示的,所以从整体看其抗性水平是低的,但其个体间差异是显著的,这些差别在无病地条件下难以显示,但在病地条件下,明显分离出来。因此,病地实施系选、混选以及良繁都能提高抗性水平,成为抗性品种培育的基础。正如达尔文认为的那样“人向哪个方向选择,生物便向哪个方向延续变异和进化”,达尔文的“延续变异——人工选择——进化论”,则成为连续选择的重要依据。

3 抗性定向培育的实践

西北农业大学棉花育种组依照“生物遗传变异及定向培育”原理,经由特别处理的人工病床、病圃,加强病原菌的选择压力,不经杂交育种途径,使感病品种逐步而又明显地增强了对枯萎病的抗性,经 3~5 年持续“加压”连续筛选、定向培育,就能使农艺性状精良的感病品种,转育成抗病品种,并使原品种的精良农艺性状得以增进,使抗病性与精良农艺性状同时并存,从而创建了《棉枯萎抗性定向培育方法》^[3,4,9]。

3.1 关键技术及创造点

抗性定向培育法工艺流程的关键技术为:①培育的对象应是需要注入和强化抗性的农艺性状精良品种;②注重培育病床、病圃,强化菌种分离与培养;③病床、病圃发病高峰期,强化对棉苗(株)的选择,严格淘汰;④纤维品质测定、淘汰与选择;⑤经 3~5 年严格筛选,同时择优进入继续强化抗性的良繁体制。

创造点:不经杂交途径,能较好地将抗性与精良农艺性状结合,成功地解决了“抗病不高产”和“高产不抗病”的矛盾,方法简便,在 3~5 年内,能使感病品种转变成为抗病良种。

3.2 实用性与应用成效

应用《棉枯萎抗性定向培育法》培育的“西农岱 16 抗”等抗枯萎高产优质良种,表现抗病(病指 4.2);优质(纤维强力 3.87 g,断长 23.85 km,细度 6 284 m,主体长度 30.4 mm)、高产。经示范验证性良好,成效显著。抗性良种“西农岱 16 抗”1984 年较“陕 1155”增产 21.3%,比“中 7”增产 91.8%,至 1992 年累计种植 66.73 hm²,成功地控制了陕西渭南棉区枯萎病的危害,1992 年增产皮棉 1 315.6 t,增值逾亿元,并为棉花良种繁育开创了一条新路^[4]。

由于“西农岱 16 抗”等抗病良种的推广,控制枯萎病区扩大,对棉花生产的稳定与效益型农业建设起到促进作用,对缓解粮棉生产矛盾及种植模式改革亦有积极作用。依托“抗性定向培育”的新方法,不断输送更加精良的抗性品种,将能持续提高棉花生产效益。

抗性定向培育原理和方法可能具有普遍意义。已知它适用于棉枯萎病、棉苗期病害、黄瓜枯萎病、西瓜枯萎病、甘薯黑斑病等^[4]。

3.3 增强抗性的培育技术^[5]

3.3.1 菌种培育 先用基本培养基进行菌种分离,从陕西关中棉枯萎高发病区得到强致病力菌种,如陕西三原的陕 F13-1、陕西高陵的陕 F9-5 等。将分离出的病原菌用改订式理查德氏培养基进行二级培养,再接种于扩大的三级培养基。

3.3.2 病床制作 病床规格类似育苗移栽的苗床,黄河流域棉区一般 3 月中旬备好床基,填好营养土,播前按 1 m² 接入扩大的三级培养基菌土 250 g,与床土混匀,灌水,点播,覆膜。

3.3.3 鉴定筛选 病床棉苗出土半月左右开始发病,到发病高峰期细致调查统计,拔除病苗,只保留“0”级健苗,5 月中旬移栽人工病圃,待二次发病高峰观察统计,拔除病株,保留农艺性状好的“0”级健株,收获时结合农艺性状进行决选。

4 对棉枯萎抗性定向提高的认识

1974~1979 年,作者把棉花枯萎幼苗鉴定法,发展成为棉枯萎人工病床病圃连续群

体选择法,开始只是为了提高土壤病原菌菌量,加大“压力”以提高抗性选择成效,不料该项技术改进为我们发现棉花枯萎抗性形成规律和创造抗性定向培育法奠定了认识基础。

1) 试验显示,棉花作为枯萎病病原菌的寄主确有在变异的生存条件下,即病菌连续入侵并增大压力条件下,逐渐而又明显地改变自身遗传性以适应新的环境能力,生物的适应变异现象确实存在。同时,棉花寄主确有通过后天获得性遗传累加作用,逐年逐代增强抗性。最终由原感病品种经强化成为高抗品种。没有适应性的变异和后天获得性遗传的累加相互作用,抗性增进不可能,这一见解是抗性提高和定向培育的根本认识之所在。

2) 棉毒素病理学研究发现,原感病品种对毒素处理反应迟钝,出现萎蔫现象时间晚,但萎蔫指数高。抗性转化年代愈久、抗性愈高的品种对毒素处理反应愈敏感,出现萎蔫时间也愈早,但萎蔫指数愈低,甚至出现恢复现象。电镜解剖观察到原感病品种导管褐变时间晚,对毒素处理反应迟钝。导管褐变后出现保护性物质——侵填体少,比率小。增进抗性后,导管的褐变现象出现时间,随强化年限增加愈来愈早,褐变后保护性侵填物愈多,比率也愈高。病理学研究结果表明,抗性转化过程即寄主对病菌入侵的反应敏感度和迅速产生保护物质能力,即免疫功能逐年逐代加强的过程。

3) 生化分析揭示,原感病品种过氧化物酶活性与多酚氧化酶活性高,而抗坏血酸氧化酶活性极低(0值)。定向培育年限愈长,抗性愈高的品种过氧化物酶活性和多酚氧化酶活性愈低,而抗坏血酸氧化酶活性愈高,表明感病品种和抗病品种的生化代谢型确有差别^[7]。前二种酶及活性与感病性有关,后一种酶及活性与抗病性有关。抗性转化的实质即代谢型的转化。

4) 育成之抗病品种与感病品种棉籽粉用 SDS 电泳法进行蛋白质分析表明,感病型品种 β 组分色谱带量少色淡,抗病品种 β 组分带量多色深。 β 组分蛋白质估计为球蛋白^[8]。说明抗性转化过程中棉株生化代谢型转化,会影响到种子生化代谢型的变异,这是棉花抗性品种与感病品种生化物质成分的差异。

种子球蛋白用 SDS—PAGE 法分析发现感病的“岱 16”种子球蛋白由 10 种分子量不等的蛋白质组成,而西农“岱 16 抗”则由 8 种蛋白质组成,前者含有较多高分子量蛋白(HMW),后者含较多低分子量蛋白(LMW),表明抗性增进过程中种子形成高分子量球蛋白质合成减少、低分子量球蛋白质合成增多。^[8]

5) 后天获得抗性的遗传研究表明,用转化而得的抗性品种——“徐 862 抗”在无病地种植 1 年、2 年和 3 年的种子,与无病地原“徐 862”种子在病床比较种植,病情鉴定表明“徐 862 抗”的病情指数分别为 7.3、2.4 和 5.6,病株率为 10.36、3.63 和 8.63,而“徐 862”的病情指数为 28.3,病株率高达 32.8。说明经转化而得的抗性品种,并未因在无病地种过几年而退化,证明用本法获得的抗性具有遗传上的相对稳定性^[4]。用“西农 411 抗”与感病品种杂交,其后代均有较高抗性,表明定向育成的抗性品种确有较高遗传力^[1]。“西农岱 16 抗”在陕西渭南推广 7 年仍表现高抗,生产证实后天获得抗性的遗传力。

6) 用定向育成的“西农岱 16 抗”、“中 3 抗”、“徐 142 抗”等抗性品种为材料,和相应的原感病品种在无病地上、均无缺苗条件下进行两年产量比较试验,发现 3 个抗性品种产量不仅没有下降,反而增产 5%~15%,表明抗性与丰产性不存在遗传性的反相关关系。只要注意抗性与丰产性的同步选择,可以双双提高。

5 讨 论

1) 棉枯萎抗性并非古已有之的具有稳定不变的遗传性,而是在一定的生存条件下后天形成的遗传性。

2) 抗性的培育和转化,有其因果的必然。病原菌入侵和存在是因,抗性转化或培育是果。在认识棉枯萎抗性形成条件和规律基础上创造的定向培育法,成效比较显著。

3) 抗性、丰产性和品质间并不存在必然的遗传反相关关系,抗性提高并不一定伴随产量下降和品质劣变,培育抗性、丰产、优质兼备的品种完全可能。抗性定向培育有着广泛的实践价值。

参 考 文 献

- 1 高永成,杨之为. 棉花抗枯萎病性之提高与改造. 中国农业科学, 1979(3): 3~10
- 2 高永成. 关于棉花抗枯萎病选择与抗性转育问题的探讨. 棉花, 1976(2): 13~17
- 3 高永成,张云青,杜庭碧等. 棉花枯萎病抗性的定向变异和定向培育. 棉花学报, 1985(1): 107~114
- 4 张三林,高永成. 西农岱 16 抗棉花良种繁育体系之探索. 种子世界, 1990(4): 20~23
- 5 张云青,张三林. 棉花抗枯萎病研究. 陕西农业科学, 1985(1): 34~38
- 6 张云青,高永成. 棉花苗病抗性定向培育效果的研究. 陕西农业科学, 1990(4): 15~16
- 7 曾慕衡,高永成. 棉花抗枯萎病变异的研究. [学位论文]. 陕西杨陵: 西北农学院, 1984
- 8 陈毓基,张云青,高永成等. 棉枯萎抗性定向培育对种子蛋白与棉絮素的影响. 西北农业学报, 1993(3): 35~38
- 9 高永成,张云青,曾慕衡等. 棉枯萎抗性形成规律的发现与抗性定向培育法. 棉花学报, 1995(4): 202~205

Theory and Practice of Fusarium Wilt-Resistance Cotton Cultivar Breeding

Zhang Yunqing

(Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract The directive Fusarium Wilt-resistance cotton breeding method invented by NWAU was used in this research. By means of successively selective pressure with wilt disease in inoculated Fusarium seedling bed and plot, and by using systematic and directive selections, the Fusarium resistance of all tested cotton varieties, which originally had high yield and fine quality characters but was susceptible to Fusarium wilt, increased gradually, and finally became highly resistant ones in 3 to 5 years. These results showed the directive progressive variation of cotton host inherited immunological adaptability of living environment, and the additive effect of acquired resistant heredity. This result indicated that the high resistance and fine agronomic characters could exist together in one cotton cultivar. Between them there was no inevitably negative correlation. In the past 20 years, more than 30 with high-yield, fine-quality and high resistant cultivars or germplasm were bred with this method.

Key words cotton, Fusarium wilt, disease resistance, directive breeding