

桃树砧木的研究进展

姜 林, 张翠玲, 邵永春, 于福顺, 盛 利, 董淑英

(青岛市农业科学研究院, 山东 青岛 266100)

摘 要:文章综述了国内外桃树砧木的应用和研究进展情况, 重点在抗根结线虫、耐涝性、耐旱性、耐盐碱性、抗根癌病、抗重茬、抗寒性以及矮化砧木的研究进展方面进行了综述。

关键词:桃; 砧木; 应用; 抗性; 矮化

中图分类号:S 662.104⁺.3 **文章标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)08-0204-05

桃树砧木是桃树生产的基础, 是桃产业可持续发展的前提和保障。世界各国主要以桃实生苗作砧木, 随着产业的发展, 面临的问题亦愈来愈严重, 如重茬、根癌病、根结线虫、水涝、盐碱、旱害、寒害等。各国均在通过搜集、筛选甚至选育优良砧木解决上述问题, 也进行了抗性机理的研究。

1 桃树砧木应用概况

1.1 国外应用概况

国外应用的桃砧木主要是 GF677、筑波 4 号、筑波 5 号等。GF677 是法国 INRA(Institut National de la Recherche Agronomique)于 20 世纪 60 年代从桃和扁桃杂交实生后代中选育出的优良桃砧木。其主要优良性状, 一是对碱性土壤有很强的适应性, 主要表现为抗缺铁失绿; 二是有较强的耐盐性; 三是有较强的抗污染能力; 四是具耐旱性; 五是有良好的抗再植能力。因此 GF677 作为桃树主要砧木之一, 广泛被各国利用, 在意大利、法国、西班牙等国都有大量繁殖^[1]。筑波 4 号、筑波 5 号是日本农林水产省果树试验场从用赤芽与寿星桃杂交的 F2 代中选育出的桃树新砧木。其长势中等, 枝条节间比毛桃稍短, 根系发达, 适应性好, 耐湿耐涝性与毛桃相似, 与栽培桃品种嫁接亲和性好。与毛桃砧相比, 以筑波 4 号为砧木的桃树生长量小 20%, 筑波 5 号对桃树生长的抑制作用略小于 4 号。以筑波 4 号、5 号为砧木的桃幼树成花容易, 结果早, 产量高, 果个大, 品质好。筑波 4 号、5 号抗南方根结线虫、爪哇根结线虫、苹果根结线虫, 但不抗根腐线虫, 在日本山梨县根癌病多发地区表现有根癌病症状^[2-3]。这个品种在日本应用较多, 现

已被我国引进并表现优异。

匈牙利杂交的桃树砧木 Peda、Pema、Avimag, 应用较为广泛。其与桃树、巴旦杏嫁接亲和力强, 且表现出了生长势强、产量高, 死亡率低的特性, 在耐旱、耐石灰岩土壤上, 不易患缺铁失绿症^[4]。

美国选育的 Sharpe 桃树砧木, 是一个无性系桃树砧木, 主要应用于有短寿病的桃园。它的亲和性好, 能与 Delta、Fireprince、Flordaguard 等 9 个桃树、油桃品种嫁接亲和。抗逆性强, 抗重茬, 抗根结线虫病^[5]。Nemaguard 和 Lovell 是美国桃树广泛使用的扁桃砧木。Nemaguard 是由山桃和桃杂交获得的, 具有与所有的扁桃亲和力强、抗根结线虫、产量高的优点; Lovell 易受根结线虫侵害, 易感染根腐病, 但不及扁桃砧严重, 在根结线虫少的地块也表现出优良的特性^[6], 在生产上大量使用。美国还选育了一些抗根结线虫的桃树砧木, 应用广泛, 详见抗根结线虫方面的介绍。

1.2 国内应用概况

在我国应用的桃砧木主要是毛桃、山桃、新疆桃等。

毛桃(*Prunus persica* (L.) Batsch)是我国应用最广泛的栽培桃砧木, 王朝祥利用毛桃与山桃进行对比试验发现, 毛桃的抗涝性、丰产性均比山桃强, 是平原多雨地区桃树砧木的选择^[7]。

毛桃中青州蜜桃应用广泛, 是山东等省主要的桃树砧木。用新疆桃(*mygdalus ferganensis*)作砧木嫁接沪 005 桃, 经过 10 a 多的观察研究发现, 桃树适应性强、耐瘠薄, 抗旱、抗寒能力强, 其果实发育期推迟 5 d, 成熟期延迟。果实核变硬, 风味提高, 甜度大, 色泽鲜艳^[8]。

利用郁李(*P. japonica* Thunb.)作桃树砧木进行试验, 树体矮化, 始果早, 丰产早, 产量高, 成熟早, 品质优, 嫁接成活率较高^[9]。

另外, 20 世纪 40 年代以来, 我国就发掘出一批珍贵的特异桃砧木资源。如对根线瘤虫免疫的红花重瓣寿星桃和红根甘肃桃, 可作矮化砧木的毛樱桃(*Prunus tomentosa* Thunb.)、郁李(*P. japonica* Thunb.)和欧李(*P. humilis* Bge.)以及山桃、山杏等, 这些资源是适应不同

第一作者简介:姜林(1964-), 男, 山东栖霞人, 研究员, 现主要从事桃树砧木与育苗研究工作。

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(nycytx-31-zs-5)。

收稿日期:2011-03-10

地区、不同用途的桃树砧木。这些品种主要是在生产中应用,对其进行研究的报道极少。

2 桃砧木的抗逆性研究

桃砧木的抗逆性研究主要集中在抗根结线虫、抗涝、耐旱、抗盐碱性、抗根癌病、抗重茬、抗寒性等方面。

2.1 抗根结线虫

根结线虫(*Meloidogyne spp.*)是造成桃树生产“短寿病”和“再植病”的重要致病因素之一^[10]。20世纪90年代以来,我国的许多地区相继发现了桃树根结线虫病。南方根结线虫(*M. incognita*)、爪哇根结线虫(*M. javanica*)、花生根结线虫(*M. arenaria*)和北方根结线虫(*M. hapla*)是危害桃树的主要线虫^[11],可导致桃果减产10%~70%。选用抗性砧木是防止桃树线虫病发生的最为经济、有效、安全、环保的方法。

2.1.1 国外研究现状 国外的相关研究重点在于抗根结线虫桃砧木的选育和育种方法的改进,并初步探索了抗性机理。美国1929年就开始了抗线虫桃树砧木的选育工作,先后选育出Nemaguard^[12]、Guardian^[13]、Nemared^[14], Fla. 9-4、Fla. 14-11^[15-16]、BA1、BA88、BA63、BA60、BA201^[17]等抗根结线虫砧木。育成的砧木从只抗南方根结线虫的单抗型,逐渐到抗南方根结线虫、爪哇根结线虫、花生根结线虫、佛罗里达根结线虫、环线虫、细菌性病害等二元或三元抗型。进入20世纪60年代后,法国、意大利、西班牙、日本等开始抗根结线虫桃砧木品种的育种工作,先后育成G×N no. 1、G×N no. 3、G×N no. 9^[18]、P. 2175、P. 1079、P. 2980^[19-21]、Adara、Myro-10、Ishtara^[22]和筑波1号~筑波6号等系列砧木^[23]。育种方法从初期的筛选单抗型品种,到杂交育种,再到远缘杂交育种,采用的资源包括毛桃、山桃、杏、甜扁桃和苦扁桃等。Nyczepir等^[24]的研究表明:桃砧木Guardian,抗根结线虫发育能力很强,但与感病品种Lovell同样缺乏抗侵入能力。二者的根结数和根中线虫数量无显著差异,但侵入感病品种Lovell根中的二龄幼虫可顺利发育成雌成虫并正常产卵繁殖,而侵入抗病品种Guardian根中的大部分二龄幼虫因不能发育成熟而失去了产卵繁殖能力。目前,对根结线虫抗性的遗传机制已基本查明,与之相关的分子标记也已建立。桃砧木Nemared对南方根结线虫的抗性是由2个显性基因控制(Mi和Mij),而对爪哇根结线虫的抗性是由单一显性基因(Mi)控制。所以Mij控制着对上述2种线虫的抗性^[25]。

2.1.2 国内研究现状 我国桃树砧木抗性研究起步较晚,主要进行了抗根结线虫砧木的筛选及其抗性机理的研究。20世纪80年代,我国桃亚属植物的接种试验结果表明,寿星桃1号、甘肃桃1号对南方根结线虫免疫,山桃、光核桃和毛桃中亦存在抗性基因型植株^[26]。我国广泛应用的毛桃实生群体中存在着对南方根结线虫从

感病到高抗各种基因型,毛桃的抗性株间分离现象严重,其中存在高抗和易感病2种基因型^[3]。王灵燕等研究表明,毛桃高抗花生根结线虫,实生群体中免疫和高抗基因型个体分别占4%和96%^[27]。毛桃对北方根结线虫具有极强的抗侵入与抗发育能力,是极优异的抗北方根结线虫桃树砧木和种质资源。王雯君^[28]以实生砧苗为试材,采用人工接种、根系酸性品红染色等方法研究了毛桃砧木对北方根结线虫的抗性,结果表明,毛桃的根结指数为24.67,接种侵入率2.6%,根中雌成虫数量占接种量的0.16%。毛桃实生群体对北方根结线虫的抗性具有显著的株间分离现象,免疫、高抗和中抗3种基因型个体分别占13.3%、80%和6.7%。依据有无根结和雌成虫数量占接种线虫数量的百分比标准判定其高抗北方根结线虫。叶航^[3]研究了毛樱桃(*P. tomentosa*)对南方根结线虫的抗性。毛樱桃对南方根结线虫的抗性株间分离明显,其中存在免疫和高抗2种基因型,有无其它抗性类型则有待于进一步研究证实。宫静静^[29]研究了日本生产上推广的桃树红叶半乔化砧木筑波4号(*P. persica* ‘tsukuba-4’)、筑波5号(*P. persica* ‘tsukuba-5’)抗性,结果为,高抗爪哇根结线虫;对爪哇根结线虫的抗性存在显著的抗性分离现象,均存在免疫和高抗2种基因型,免疫株率分别为98.9%和94.4%;对爪哇根结线虫二龄幼虫均具有极强的抗侵入与抗发育能力(抗侵入是其抗爪哇根结线虫的主要机制,抗发育是次要机制)。叶航^[30]研究结果表明,筑波4号、筑波5号对南方根结线虫免疫,实生个体之间未发现抗性分离现象。筑波4号、筑波5号为极优异的抗爪哇根结线虫桃树砧木。

上述研究为国内桃树生产抗线虫砧木选择提供了依据。

研究表明^[27-29],植物抗线虫侵入的能力与其根系伸长区表皮及表皮下1~2层细胞组织结构密切相关,细胞体积越小、排列越紧密,抗线虫侵入能力越强。但这并不能证明根系皮层细胞组织结构是决定植物抗根结线虫侵入能力强弱的唯一因素,上述树种品种和植株抗根结线虫发育能力越强,抗侵入能力也越强的事实则大大增加了问题的不确定性。植物根系的抗线虫发育因素是否也作为一种抗侵入因素参与到抗侵入机制中也是值得深入研究的理论问题。

2.2 耐涝性

桃树根系呼吸旺盛,耗氧量大,是果树中不耐涝的树种之一^[31]。我国生产上使用的桃砧木主要为山桃、毛桃、酸樱桃等实生砧,其中毛桃的耐涝性稍好些。但降雨偏多,土壤长时间水分过大时,以毛桃为砧木的桃树仍然会出现水涝伤害。如果能筛选出耐涝性好的砧木,对扩大桃树种植区域和保证桃树的经济年限是非常有意义的。因此,选育耐涝性的桃砧木一直倍受重视^[32]。

马焕普^[33]以山桃、毛桃、筑波4号、筑波5号4种桃树砧木为试材,从根茎叶的解剖结构、气孔密度、淹水处理后的叶片受害程度、叶绿素含量、根冠比以及落叶和死亡率等几个方面与抗涝性的关系进行了观察比较。结果显示,山桃对淹水敏感,其根茎叶的结构显示较强的贮水特点,表现在叶片气孔密度低、根茎的皮层和周皮发达等,淹水8 d复水观察植株全部死亡。筑波5号表现为叶片气孔密度大、根茎叶的通气组织发达等,淹水8 d后植株的死亡率最低,具有耐涝的结构特点。而毛桃和筑波4号的表现介于二者之间。初步认为,抗涝性由强到弱的顺序依次为筑波5号、筑波4号或毛桃、山桃。

曹艳平^[34]以长柄扁桃、毛桃、光核桃、筑波4号、筑波5号实生苗和毛樱桃扦插苗为试材,进行淹水处理,研究不同桃树砧木的耐涝性,毛樱桃的耐涝性最强,光核桃和毛桃最弱,长柄扁桃、筑波4号和筑波5号居中。淹水条件下,耐涝砧木MDA积累较少,SOD的积累与砧木的耐涝性无关。耐涝差的砧木,POD活性的增加是一种伤害反应。耐涝砧木的叶片厚而且面积大,栅栏与海绵组织的比值高,细胞密集度高,气孔面积小,密度大。水涝处理砧木叶片变薄。毛樱桃和毛桃的导管增大,长柄扁桃的中柱内部分细胞解体形成空隙。耐涝砧木皮层细胞呈柱状排列,不耐涝的砧木皮层细胞呈偏斜排列。

2.3 耐旱性

随着全球气候变化,干旱胁迫变得越来越突出。桃×扁桃、桃×山桃的后代抗旱性较强(与毛桃实生苗相比),如GF677、Mayor、Adafuel、Barrier1、Cadaman等^[25]。法国Mannini等^[35]将SpringLady、Glohaven等嫁接在GF677和Franco上进行灌溉对比试验,结果表明,GF677更具耐旱性。

含有扁桃遗传背景的砧木毛细根和新根多,一般比较抗旱。西班牙以扁桃Gaifi为母本,Nemared为父本进行种间杂交,育成了一批红叶、易繁殖、园艺性状好、抗线虫、抗缺铁性失绿、抗旱的无性系砧木^[25]。

曹艳平^[34]以长柄扁桃、毛桃、光核桃、筑波4号、筑波5号实生苗和毛樱桃扦插苗为试材,进行干旱处理,研究了不同桃树砧木的抗旱性。结果发现,长柄扁桃的抗旱性最强,光核桃和毛桃最弱,毛樱桃和筑波5号的抗旱性中等。干旱条件下,抗旱强的砧木叶片水势最低,下降较慢,MDA含量积累较少,脯氨酸含量较高,保护酶类活性先上升后下降或一直保持较高水平。抗旱砧木的叶片小而厚,表皮毛较多,气孔大但密度相对较小;干旱处理后,抗旱差的砧木叶片变薄,而耐旱砧木叶片变厚;干旱胁迫还造成叶片栅栏细胞解体导致栅栏厚度降低。此外,砧木新根在干旱条件下表皮皱缩,中柱变扁,凯氏带栓化。

2.4 抗盐碱性

桃树在碱性土壤里容易出现缺铁失绿症状。法国在一处缺铁失绿严重的老桃园中,定植在GF677和实生桃砧上的Vivian桃苗,经过10 a的观察,发现以GF677为砧木的桃树失绿现象比实生桃砧的桃树减少了40%;实生砧桃树的干周只有GF677砧桃树的一半;在试验最后4 a,GF677砧桃树平均产量为100 kg,实生砧桃树产量只有10 kg,差异显著。

Massai等使用80 mmol/L和120 mmol/L NaCl溶液灌溉MrS 2/5、GF 655、GF 677和实生桃苗研究其耐盐性,GF 677在120 mmol/L NaCl处理下叶中Na⁺积累较低,说明盐胁迫下GF 677的长势较好^[36]。

在桃树幼苗期,Cl⁻1对其危害性最大,SO₄²⁻则危害较小^[37]。马凯对桃树砧木的耐盐力进行鉴定,耐盐力由强而弱为:中国樱桃、毛桃、毛樱桃、李、杏^[38]。

2.5 抗根癌病

根癌病在全世界传播危害甚广,但至今尚未发现完全免疫的李属资源。

武荣花等^[39]以从桃园采集的桃根癌瘤为材料,在无菌条件下于培养基上分离得到11个根癌土壤杆菌菌株。从胡萝卜接种试验初步选出致病力强的菌株,接种于塑料大棚盆栽的山桃、毛桃、甘肃桃,进行桃砧木感病性评价试验。发现,菌株对桃砧木有很强的致病力,但在3种桃砧木中,毛桃对这2个菌株的抗性最强,甘肃桃次之,山桃最易感病。

但是,刘常红等^[40]为评价毛桃的根癌病抗原价值,以实生苗为试材,采用人工接种的方法研究了毛桃(*Prunus persica*)对发根土壤杆菌(*Agrobacterium rhizogenes*)的抗性。毛桃对发根土壤杆菌高度感病,实生群体内存在广泛的抗性分离现象,其中有免疫基因型植株,是珍贵的根癌病桃树抗原和桃砧木抗根癌病品种选育的种质资源。

刘常红等^[41]以当年实生筑波4号(*Prunus petersana* 'tsukuba-4')和筑波5号(*Prunus persica* 'tsukuba-5')的新梢为材料,采用人工接种发根土壤杆菌(*Agrobacterium rhizogenes*)的方法研究了其对根癌病的抗性及其分离情况。筑波4号实生群体中免疫、高度抗病、中度抗病、中度感病和高度感病类型分别占0.90%、1.80%、9.01%、18.92%和69.37%。筑波5号实生群体中免疫、高度抗病、中度抗病、中度感病和高度感病类型分别占1.01%、3.03%、8.08%、38.38%和49.49%。筑波4号和筑波5号对发根土壤杆菌的抗性存在显著分离现象,可从中筛选出抗性极强的植株。

2.6 抗重茬

桃树重茬栽培会出现树势衰弱,产量低,树木寿命短,园片不整齐等现象。其机理至今未完全清楚,生产上主要采取轮作和用广谱性杀菌剂处理土壤减轻危害,

也一直在筛选甚至培育抗性砧木来解决这一问题。

Minguzzi^[42]在种植桃树 14 a 后的果园重新定植桃树,经过 10 a 的观察,发现 GF677 砧桃树生长势强,经济产量和生物产量均高于其它砧木嫁接的桃树,说明 GF677 具有良好的抗重茬能力。

抗重茬砧木筛选试验^[25]发现 GF677、Barrierl、Cadaman 无性系、Nemaguard、Guardian、BY520-8、Myran 和 Higama 等比较抗重茬^[36]。Bussi 也发现,嫁接在杂种砧木的营养生长要比桃砧木旺盛,Cadaman 比 GF677 产量高,抗重茬。西班牙已经育成桃与扁桃杂交种 Adafuel、Adarcias 和李杂种 Adesoto 等砧木,并正在推广。我国的抗重茬砧木研究起步较晚,多家研究单位正在进行 GF677 等砧木的比较试验。

2.7 抗寒性

抗寒砧木选育在一些国家和地区有重要意义。加拿大在抗寒砧木育种方面成绩突出,已经育成的抗寒砧木有 Siberan C、Harrow Blood、H7338013、H7338019 等^[25]。

宋洪伟等^[43]经过多年的筛选与培育,选育了几个抗寒资源砧木,如珥春桃、寒桃 1 号、敖东寒桃、寒公主等。它们既可做抗寒品种用,也可作抗寒砧木。

3 桃树矮化砧研究

矮化砧木是桃树砧木选育的重点方向之一,是桃树实现早产、丰产、优质、高效的重要途径。

意大利选育的矮化中间砧 K119-50、P30-135 以及 Hiawatha,还有半矮化砧木 K146-43,它们均控制生长势,达到矮化效果^[44]。

保加利亚应用较多的矮化密植的组合是^[45]以 Hikawahakuho 作基砧,Akatsuki 作矮化中间砧,能显著降低树高,提高果实品质,增加可溶性固形物,降低酸性物质含量。

美国以 Nemaguard 为基砧,Hiawatha 为中间砧,以及用 K146-43 作半矮化砧均起到矮化作用^[46]。

张忠慧、林美盛^[47-48]均采用毛樱桃作桃的矮化砧进行了试验,结果表明,新梢生长减弱,树体矮化,平均矮化 28.4%;早果早丰,可提前 1~2 a 进入丰产期;果个增大,果色增艳,增产增收,花芽抗寒力增强。

张凤敏^[49]应用毛樱桃砧嫁接 5 个桃品种的生长结果试验表明,可使树体矮化 28.4%,当年成花,翌年结果,3 a 丰产,提早成熟 4~6 d,提高可溶性固形物含量 2%以上。嫁接育苗,成活率与毛桃砧没有区别,没有“大小脚”现象,也无嫁接不亲和现象。毛樱桃砧嫁接的桃树具有明显矮化、早实与早熟性,是桃树矮化和设施栽培的矮砧良种。

李靖^[50]对桃豫农矮化砧木 1 号(*Prunus persica* L. cv. *dwarfing rootstock Yunong* 1)进行研究。桃豫农矮化砧木 1 号是 1992 年在毛桃实生后代中发现的半矮化变异类型,其成年树冠不足毛桃成年树冠的 1/2,作砧木

嫁接其它品种后成年树冠仅为对照的 2/3。相对于毛桃和毛樱桃,豫农矮化砧木 1 号是良好的桃树矮化砧木。

此外,万少侠^[8]用新疆桃(*mygdalus ferganensis*)作砧木嫁接“沪 005 桃”,经过 10 a 多的观察研究,发现树体具有主干低、冠幅小、主干有“大脚”、枝条柔软、枝节短等矮化现象,是桃树矮化砧木新种类。董云^[9]认为郁李作桃树砧木也具有矮化砧的优良性状。

4 桃树砧木研究展望

桃树砧木研究虽然取得了一些成绩,但应该看到与产业和社会的需求尚有很大距离。国外的一些国家选育了一些优良砧木,并开始应用于生产,而我国桃树砧木的研究才刚刚起步。今后应重视野生资源的收集、保存与利用,加强桃树优良砧木选育、砧穗亲和性研究、砧木抗逆性的研究等,以尽快选育出适宜生产的优良桃砧木。

参考文献

- [1] 赵剑波,姜全,郭继英,等. 桃砧木 GF677 的研究进展[J]. 河北果树, 2006(2):1-2,6.
- [2] 王雯君,贾克功,朱立新,等. 毛桃对北方根结线虫的抗性研究[J]. 中国农业大学学报,2009,14(4):71-76.
- [3] 叶航,简恒,朱立新,等. 4 种桃砧木对南方根结线虫的抗性研究[J]. 中国果树,2006(4):39-42.
- [4] Pal Nagy,Andras Lantos. Breeding stone fruit rootstocks in Hungary [J]. Acta Horticulturae, 1998,484:199-202.
- [5] Beckman T G,Chaparro J X,Sherman W B,et al. Sharpe', a clonal plum rootstock for peach[J]. HortScience,2008,43(7):2236-2237.
- [6] 陈子萱,曹孜义,田福平. 扁桃砧木 Nemaguard 和 Lovell 的组培快繁[J]. 甘肃农业大学学报,2004,39(5):524-528.
- [7] 王朝祥. 毛桃砧嫁接桃树抗涝抗逆又丰产[J]. 山西果树,2005(1):54-55.
- [8] 万少侠. '沪 005 桃'优良矮化砧木选择[J]. 林业科技开发,2007,21(7):76-78.
- [9] 董云. 郁李作桃树砧木试探[J]. 江苏农业科学,1989(1):33.
- [10] 贾克功. 果树再植病害研究进展[C]. 中国科学技术协会第二届学术年会园艺学论文集. 北京:北京农业大学出版社,1995:296-302.
- [11] 杨兴洪,罗新书,刘润进. 几种果树的线虫病害及其防治[J]. 落叶果树,1993(1):27-29.
- [12] Okie W R,Beckman T G,Nyczepir A P,et al. By 5209, a peach rootstock for the southeastern United States that increases scion longevity[J]. Hortscience, 1994,29(6):705-706.
- [13] Meloidogyne sp. and M. javanica[J]. HortScience,2000,35(4):772.
- [14] David W R,Owen T. "Nemared" peach rootstock[J]. Hortscience, 1983,18(3):376.
- [15] Wayne B S,Paul M L. Breeding peach rootstocks resistant to root-knot nematodes[J]. HortScience,1981,16(4):523-524.
- [16] Sharpe R H, Hesse Co, Lownsbey B F, et al. Breeding peaches for root-knot resistance[J]. Amer. Soc. Hortsci., 1969,94:209-212.
- [17] Kochba J, Spiegel-Roy P. Inheritance of resistance to the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica* Chitwood) [J]. Bitter Almond Progenies Euphytica, 1975,24:453-457.
- [18] Marull J, Pinochet J, Verdejo S, et al. Reaction of prunus rootstocks to *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria* in Spain[J]. Supplement to Journal of Nematology, 1991,23(4s):564-569.

- [19] Scotto La Massese, Esmenjaud D, Minot J C. Host suitability in the genus *Prunus* to *Meloidogyne arenaria*, particularly clones and inter specific hybrids of *P. cerasifera*[J]. Acta Hort., 1990, 283: 275-284.
- [20] Esmenjaud D, Minot J C, voisin R, et al. Differential response to root-knot nematodes in *Prunus* species and correlative genetic implications[J]. Ematol., 1997, 29: 370-380.
- [21] Rbubio-Cabetas M J, Minot J C, Roger Voisin, et al. Resistance response of the Ma Genes from 'Myrobalan' plum to *Meloidogyne hapla* and *M. mayaguensis*[J]. HortScience, 1999, 34(7): 1266-1268.
- [22] Pinochet J, Calvet C, Hernandez-Dorreg A, et al. Resistance of peach and plum rootstocks from Spain, France and Italy to root-knot nematode *Meloidogyne javanica*[J]. HortScience, 1999, 34(7): 1259-1262.
- [23] 河瀬意次. 果树台木の特性と利用[M]. 东京: 晨文协, 1995: 339-372.
- [24] Nyczepir A P, Beckman T G, Reighard G L. Reproduction and development of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on Guardian peach rootstock[J]. Journal of Nematology, 1999, 31(3): 334-340.
- [25] 王志强. 世界桃砧木育种现状与展望[C]. 中国园艺学会桃分会成立大会暨学术研讨会论文集, 2007: 19-25.
- [26] 左覃元, 龚方成, 朱更瑞. 不同桃砧木抗根结线虫鉴定初报[J]. 果树科学, 1988, 5(3): 116-119.
- [27] 王灵燕. 几种核果类果树对花生根结线虫的抗性研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2008.
- [28] 王雯君. 几种桃砧木对北方根结线虫的抗性研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [29] 宫静静, 贾克功, 朱立新, 等. 桃树砧木品种筑波 4 号筑波 5 号对爪哇根结线虫的抗性[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(5): 72-75.
- [30] 叶航, 刘国杰, 朱立新, 等. 桃树砧木新品种筑波 4 号和筑波 5 号[J]. 中国果树, 2006(6): 63-64.
- [31] 王建岭, 王运香. 果树涝害发生的原因及灾后管理[J]. 安徽农业, 2004(7): 5.
- [32] Beckman T G, Lang G A. Rootstock breeding for stone fruits[J]. Acta Horticulturae, 2003, 622: 531-551.
- [33] 马焕普, 刘志民, 朱海旺, 等. 几种桃砧木的耐涝性及其解剖结构的观察比较[J]. 北京农学院学报, 2006, 21(2): 1-4.
- [34] 曹艳平. 几种桃树砧木的抗旱和耐涝性研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [35] Mannini P, Gallina D, Sansavini S. Influence of irrigation On peaches with various maturation period[M]. X X IV Convegno Peschicolo, Per una nuova peschicoltura; produzione, organi zzazione, mercato. Cesena, Italia, 24-25 febbraio 2000; 2001, 77-80.
- [36] Massai R, Gucci R, Tattini M, et al. Salinity tolerance in four peach[J]. Acta Horticulturae, 1998, 465: 363-369.
- [37] 陈瑞珊. 果树植物的耐盐力[J]. 河北农学报, 1981(2): 73-76.
- [38] 马凯, 汪良驹, 王业逮. 十八种果树盐害症状与耐盐性研究[J]. 果树科学, 1997, 14(1): 1-5.
- [39] 武荣花, 王献, 杨喜春, 等. 桃根癌病原菌的分离和桃砧木抗性试验研究[J]. 河南科学, 2007(3): 416-419.
- [40] 刘常红, 贾克功, 朱立新, 等. 毛桃对根癌病的抗性研究[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(5): 68-71.
- [41] 刘常红, 叶航, 朱立新, 等. 桃砧木筑波 4 号和筑波 5 号抗根癌病鉴定评价[J]. 中国果树, 2009(1): 49-51.
- [42] Minguzzi A R. Rootstock effects on peach replanting : a ten years trial[J]. Acta Horticulturae, 1989, 254: 357-361.
- [43] 宋洪伟, 梁英海, 张艳波, 等. 吉林省抗寒桃种质资源及利用现状[C]. 中国园艺学会桃分会第二届学术年会论文集, 2009: 101-103.
- [44] Basile B, Bryla Dr, Salsman M L, et al. Growth patterns and morphology of fine roots of size-controlling and invigorating peach rootstocks[J]. Tree physiology, 2007, 27(2): 231-241.
- [45] Sharif hossain, Fusao Mizutani, Effect of inter stock and spiral bark ringing on the growth and yield of peach[J]. Bulgarian journal of agricultural science, 2005, 11(3): 309-316.
- [46] Basile B, Marsal J, DeJong T M, et al. Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth is related to daily dynamics of stem water potentiation [J]. Tree physiology, 2003, 23 (10): 695-704.
- [47] 张忠慧, 王成军. 用毛樱桃作桃的矮化中间砧试验[J]. 北方果树, 1997(4): 11.
- [48] 林美盛. 毛樱桃砧对黄甘桃的矮化效果[J]. 北方果树, 1994(4): 5.
- [49] 张凤敏, 宫美英, 张述华. 毛樱桃砧对桃树生长结果的影响[J]. 山西果树, 1999, 76(2): 5-6.
- [50] 李靖, 王政, 方庆, 等. 桃豫农矮化砧木 1 号的矮化机制[J]. 果树科学, 2007, 24(5): 589-594.

Research Progress on the Peach Rootstocks

JIANG Lin, ZHANG Cui-ling, SHAO Yong-chun, YU Fu-shun, SHENG Li, DONG Shu-ying
(Qingdao Academy of Agricultural Sciences, Qingdao, Shandong 266100)

Abstract: This paper summarized the application and the research progress on the peach rootstocks, especially on the resistance to the root nematode, water-logging, drought, alkali, meloidogynosis and coldness, and also the dwarfing rootstocks in domestic and abroad.

Key words: peach; rootstock; application; resistance; dwarfing