

桃杂种后代果实成熟期遗传趋向的分析研究

韩明玉,赵彩平,田玉命

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**研究桃成熟期的遗传规律,为桃杂交育种合理选配亲本提供科学依据。**【方法】**利用果树遗传学常规分析方法,对来自17个桃杂交组合1345个后代植株的成熟期遗传规律进行了研究。**【结果】**(1)桃果实成熟期为数量性状,呈现趋中变异,变异系数为7.1%~26.8%,平均组合传递力为97.2%,狭义遗传力估算值为0.83;(2)可能存在控制桃成熟期的主效基因;(3)桃成熟期性状存在明显的超亲遗传现象,在所有组合中,早于早熟亲本的杂种后代比例平均为25.4%,晚于晚熟亲本的杂种后代比例平均为17.8%;(4)早熟材料76-2-12、沪005育种值高,传递力强,是培育特早熟桃的理想亲本。**【结论】**桃成熟期为数量性状遗传,但存在着主效基因,根据成熟期遗传趋向选择合适的亲本,可大大提高桃成熟期的育种效率。

【关键词】 桃;杂交育种;成熟期;遗传规律

【中图分类号】 S662.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2008)12-0155-06

Study on the genetic tendency of peach maturity date of crossed progenies

HAN Ming-yu, ZHAO Cai-ping, TIAN Yu-ming

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The aim was to study the inheritance of peach maturity date and to provide scientific guidance for parents selection in crossing-breeding of peach. **【Method】** Using traditional method of fruit genetics, 1345 peach progenies from 17 crossed combinations were used to study the inheritance of maturity date. **【Result】** (1) The trait of maturity date of peach was controlled by quantitative genes, and appeared central tendency, the range of coefficient of variability was between 7.1% and 26.8%, and its average heritability of all combination and narrow heritability were 97.2% and 0.83 respectively. (2) The major genes could act in inheritance of maturity date. (3) The transgressive inheritance could be suggested clearly, in all crossing combinations, the average percentages of hybrids with earlier maturity date than the early parent and those with later maturity date than the late parent were 25.4% and 17.8% respectively. (4) Breeding value and trait heritability of two cultivars with early maturity, '76-2-12' and 'Hu 005', were higher than that of other varieties, so they could be used as ideal parents with early maturity in peach breeding. **【Conclusion】** The maturity date of peach was controlled by quantitative genes, but major genes took into effects. The efficiency of breeding could be improved by selecting parents according to the genetic tendency of peach maturity.

Key words: peach; crossbreeding; maturity date; genetic tendency

* [收稿日期] 2008-01-03

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目(2002BA515B10);陕西省“十一五”科技攻关项目(2006K01-G27-01)

[作者简介] 韩明玉(1962—),男,陕西扶风人,教授,主要从事桃遗传育种研究。E-mail: hanmy@nwsuaf.edu.cn

桃(*Prunus persica* (L.) Batsch.) 原产我国,栽培历史悠久,种植面积大,其果实色、香、味俱佳,深受人们喜爱,但其缺点是不耐贮运。因此,选育不同成熟期的配套品种,对于延长桃果实的供应期具有重要作用。

前人关于桃成熟期的遗传研究多集中在杂种后代的成熟期分布及遗传倾向方面^[1-6],这为杂交育种以及亲本选配提供了一定的依据。现有研究结果大多认为,桃成熟期为多基因控制的数量性状遗传^[7],因此不能仅仅把品种的表现型作为亲本选择的依据,对育种工作者而言,更为重要的是品种成熟期性状的育种值和传递力,但目前尚未见这方面的报道。此外,由于桃是多年生无性繁殖植物,生产品种都是基因型高度杂合类型,由于不同报告选用试材、调查方法和所处条件不同,结论也不尽一致。本试验配置了早熟×早熟、中熟×早熟、晚熟×早熟、中熟×中熟和中熟×晚熟 17 个桃杂交组合,通过对杂种后代和亲本品种成熟期性状遗传特性的研究,以期能为桃杂交育种以及合理选配亲本提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 1985~2005 年在西北农林科技大学园艺试验场进行。选择 22 个品种为亲本材料,配置鲜食、加工品种共组成 17 个杂交组合,于 1985~1995 年进行有性杂交,共获得 1 345 个杂种后代株系。杂交组合及各组合的后代株数如表 1 所示。杂交苗按 2.5 m×4 m 和 2 m×2.5 m 株行距定植,果园土壤较疏松,土层厚薄,肥沃程度一致,栽培管理措施同一般果园。

1.2 试验方法

以果实发育期来表示果实成熟期。果实发育期指盛花至果实成熟的时间。果实早、中、晚熟的划分标准为:早熟,果实发育期≤90 d;中熟,果实发育期 91~120 d;晚熟,果实发育期>120 d。文中所提到的特早熟,是指果实发育期≤70 d。统计不同类型杂交组合亲本的亲中值、子代平均值、变异系数、变异幅度、超亲株率、组合传递力($Ta = F/MP \times 100$, F 为 F_1 代果实发育期平均值, MP 为亲本果实发育期平均值),以及各杂交后代果实发育期的分布频率。狭义遗传力为表型变量中含有育种值变量的比率,利用亲子回归估算桃成熟期性状的狭义遗传力。育种值是指有性繁殖时,能够稳定地传递给实生后代的加性效应值,利用“线性方程组估算法”计算亲

本品种成熟期性状的育种值。亲本品种的遗传值为亲本品种的平均表型值。亲本品种的成熟期性状传递力为品种育种值除以品种的遗传值^[7-8]。

2 结果与分析

2.1 桃杂种后代果实发育期的遗传变异

利用 22 个亲本材料,以中、晚熟品种为母本选配的 17 个桃杂交组合,采用常规田间播种方法共获杂种后代 1 345 株(系)。其杂种后代果实发育期为 54~146 d(表 1),以中熟株系最多,早熟株系次之,晚熟株系最少,表现出趋中变异的趋势(图 1)。尽管杂种群体的果实成熟期分布存在明显的连续性,但通过卡方检测结果显示,其后代的果实发育期未表现出典型的正态分布特征,在早熟区域可能有主基因控制的早熟性。

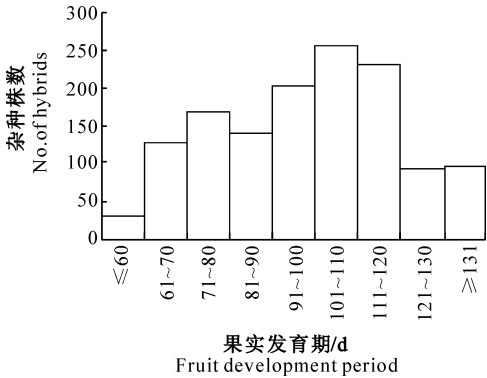


图 1 桃杂种后代果实发育期的株数分布
Fig. 1 Number distribution of fruit development period of peach hybrids

桃杂交后代果实发育期的变异系数和变异幅度大小随组合而异,表现出有早熟亲本的杂交组合(早熟×早熟、中熟×早熟、晚熟×早熟),其变异系数都较高(均大于 16%),且变异幅度也较大。而中熟×中熟和中熟×晚熟杂交类型的变异系数相对较低,均低于 11%;且变异幅度也相对都较小(表 1)。这表明以早熟品种作亲本时,桃杂种后代分离范围较大,有的组合变异范围可达 84 d。

桃成熟期超亲遗传现象明显,多数组合都出现一定比例的早于早熟亲本和晚于晚熟亲本的株系(表 1)。

桃组合间果实成熟期的传递力为 86.1%~115.2%,平均组合传递力为 97.2%。此外,经计算桃果实成熟期的狭义遗传力为 0.83,这说明杂交后代果实成熟期的差异在很大程度上由遗传因素决定,且主要表现为基因的加性效应,桃杂交育种中亲

代成熟期在子代中具有较高的重现性。

2.2 各组合桃杂种后代果实成熟期的分布

2.2.1 早熟×早熟杂交后代 秦光与华光,两个亲本果实发育期相差 25 d,而杂种后代的果实发育期相差 60 d,分离广泛,出现早、中、晚熟各类型,以早熟、中熟株系为主(图 2A)。但晚于秦光亲本的株系所占比例高达 44.7%,超亲遗传现象明显。

2.2.2 中熟×早熟杂交后代 中熟×早熟的杂交组合,其后代果实成熟期分布因父、母本不同而存在一定差异。大久保×沪 005(图 2B)和大久保×76-2-12(图 2C)组合的杂种后代均以早熟株系为主。大久保×76-2-12 组合,出现 38.7%早于早熟亲本的株系(表 1);而以沪 005 为父本的组合,尽管早于早熟亲本的株系仅占 10.0%,但其后代出现极早熟株系的频率高达 70%(图 2B)。秦光 2 号×华光(图 2D)、秦光 2 号×曙光(图 2E)、秦光 2 号×早红 2 号

(图 2F)和山根×庆丰(图 2G)组合,杂种后代分离出早、中、晚熟各种类型,但均以早、中熟株系为主。

2.2.3 晚熟×早熟杂交后代 玉露×76-1-16(图 2H)和扬州秋香蜜×76-2-12(图 2I)组合,杂种后代在两个亲本成熟期前后分别出现明显的分布高峰,而果实发育期在 91~110 d 的中熟区域分布株系较少;也出现一定比例的晚熟株系。此外,扬州秋香蜜×76-2-12 组合,出现 30.6%早于早熟亲本的株系,超亲现象明显(表 1)。

2.2.4 中熟×中熟杂交后代 中熟×中熟杂交组合中,5-7×秦光 2 号(图 2J)、兴津油桃×京玉(图 2K)、罐 5×75-5-10(图 2L),其杂种后代变异较小,尽管出现一定比率的超亲株率,但杂种后代的成熟期仍集中分布在中熟区域,而早熟、晚熟株系所占比例很小。

表 1 不同组合桃杂种后代果实成熟期的遗传变异
Table 1 Hereditary variation of fruit maturity date of hybrid progenies in peach

杂交类型 Cross type	杂交组合 Cross combination	杂种后代株数 No. of hybrids	亲本 Parent		亲中值/d Parents mean	杂种后代 Hybrid progeny					组合传递力/% Combination heritability
			果实发育期/d Fruit development period			果实发育期 Fruit development period			超亲株率/% Transgression rate		
			♀	♂		子代平均/d Hybrids mean	变异系数/% CV	变异幅度/d Extreme value	晚于晚熟亲本 Later than late maturity parent	早于早熟亲本 Earlier than early maturity parent	
早熟×早熟 Early maturity × early maturity	秦光×华光 Qinguang×Huaguang	94	90	65	77.5	89.3±14.9	16.7	68~128	44.7	0.0	115.2
中熟×早熟 Mid-maturity× late maturity	大久保×76-2-12 Okubo×76-2-12	62	103	69	86	79.0±19.7	24.9	55~139	14.5	38.7	91.9
	大久保×沪 005 Okubo×Hu 005	80	103	56	79.5	68.9±12.6	18.3	54~135	2.5	10.0	86.7
	秦光 2 号×华光 Qinguang 2×Huaguang	85	115	65	90	93.0±16.6	17.8	67~139	5.9	0.0	103.3
	秦光 2 号×曙光 Qinguang 2×Shuguang	90	115	68	91.5	94.2±18.7	19.9	63~141	15.6	2.2	103.0
	山根×庆丰 Shangen×Qingfeng	89	114	74	94	99.4±20.5	20.6	72~139	30.3	7.9	105.7
	秦光 2 号×早红 2 号 Qinguang 2×Early Red Two	118	115	85	100	96.6±22.9	23.7	63~146	27.1	48.3	96.6
晚熟×早熟 Late maturity × early maturity	扬州秋香蜜×76-2-12 Yangzhouqixiangmi × 76-2-12	36	121	69	95	81.8±21.9	26.8	59~135	8.3	30.6	86.1
	玉露×76-1-16 Yulu×76-1-16	78	125	73	99	100.3±25.4	25.3	60~139	14.1	24.4	101.3
中熟×中熟 Mid-maturity× mid-maturity	5-7×秦光 2 号 5-7× Qinguang 2	40	110	115	112.5	101.2±7.8	7.7	84~118	2.5	75.0	90.0
	兴津油桃×京玉 Xingjin youtao× Jingyu	81	113	112	112.5	114.3±11.7	10.2	84~145	58.0	32.1	101.6
	罐 5×75-5-10 Kanto 5×75-5-10	88	117	91	104	100.5±9.9	9.9	84~121	9.1	15.9	95.7
	丰黄×罐 14 Fenghuang×Kanto14	73	113	127	120	117.9±13	11.0	95~139	38.4	50.7	98.3
中熟×晚熟 Mid-maturity× late maturity	秦光 2 号×晴朗 Qinguang 2×Qinglang	41	115	159	137	122.3±9.0	7.4	111~139	0.0	24.4	89.3
	罐 14×罐 5 Kanto 14×Kanto 5	76	127	117	122	120.5±10.9	9.0	97~139	31.6	35.5	98.8
	罐 14×75-5-10 Kanto14×75-5-10	66	127	91	108	107.7±7.7	7.1	86~121	0.0	1.5	99.7
	罐 14×10-28 Kanto14×10-28	148	127	97	112	99.4±9.0	9.1	79~140	0.7	34.5	88.8

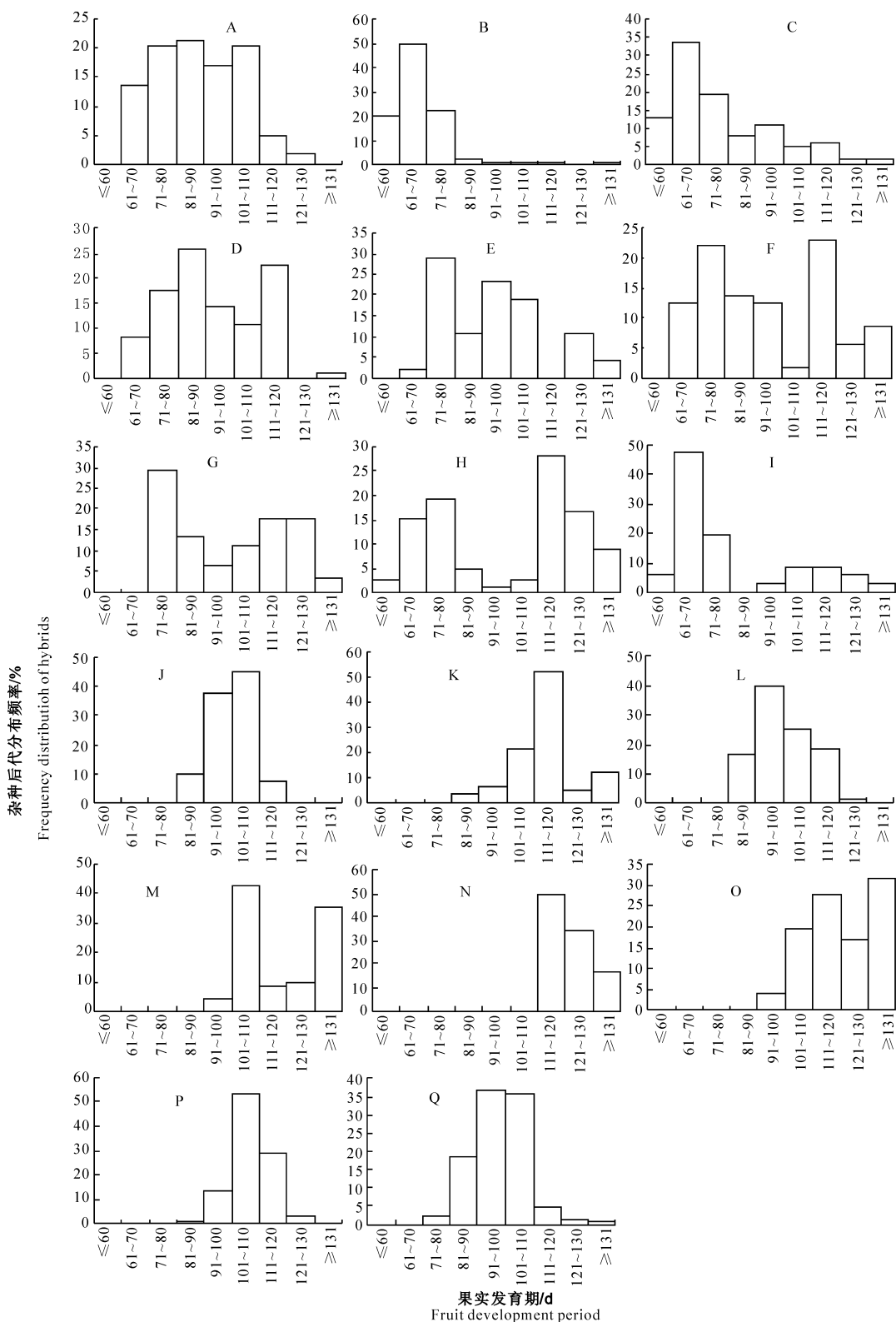


图 2 各组合桃杂种后代果实成熟期的分布

A. 早熟×早熟; B~G. 中熟×早熟; H~I. 晚熟×早熟; J~L. 中熟×中熟; M~Q. 中熟×晚熟正反交

Fig. 2 Frequency distribution of fruit development period of peach hybrids in different cross combinations

A. Hybrids in early maturity×early maturity; B~G. Hybrids in mid-maturity× mid-maturity; H~I. Hybrids in late maturity × early maturity; J~L. Hybrids in mid-maturity×mid-maturity; M~Q. Hybrids in mid-maturity×late maturity

2.2.5 中熟×晚熟正反交后代 中熟×晚熟正反 交的 5 个组合, 其杂种子代的果实发育期平均值均

低于亲本的亲中值,其成熟期倾向于中熟亲本(表1)。丰黄×罐14(图2M)、秦光2号×晴朗(图2N)和罐14×罐5(图2O)组合,最早熟亲本果实发育期在113 d以上,其杂种后代均只出现中熟和晚熟株系,且其比例约为1∶1,而未出现早熟株系。而罐14×75-5-10(图2P)和罐14×10-28(图2Q)组合,其亲本10-28和75-5-10果实发育期分别为97和91 d,属于早中熟类型,其杂种后代以中熟株系为主,也出现一定比例的早熟株系,而晚熟株系极少。

2.3 桃杂交亲本品种成熟期性状遗传特性的分析

利用“线性方程组估算法”计算亲本品种成熟期性状的育种值,结果显示,不同亲本品种成熟期性状

的育种值和传递力存在明显差异。在参试的早熟亲本中,秦光、76-2-12、沪005的成熟期性状育种值均较高,并且对其各自的早熟性状的传递力也较高。而曙光、华光、早红2号这3个品种的成熟期育种值及其对早熟性状的传递力相对均较低(表2)。

在参试的中熟亲本中,以秦光2号、罐5、75-5-10、丰黄的成熟期性状育种值和传递力较高,10-28、大久保、5-7的较低。在晚熟亲本中,罐14的育种值和传递力最高,其次为晴朗、扬州秋香蜜(表2)。

本试验结果还显示,不同成熟期亲本对熟性的传递力不同,早熟亲本品种的熟性性状传递力较高,中熟亲本品种次之,晚熟亲本品种较低(表2)。

表2 桃杂交亲本成熟期性状的遗传特性

Table 2 Hereditary characters of fruit maturity date of hybrid parents in peach				
类型 Type	品种 Variety	遗传值 Genetic value	育种值 Breeding Value	性状传递力 Trait heritability
早熟 Early maturity	秦光 Qinguang	90	129.33	1.44
	76-2-12	69	86.74	1.26
	沪005 Hu 005	56	66.54	1.19
	曙光 Shuguang	68	51.67	0.76
	华光 Huaguang	65	49.27	0.76
	早红2号 Early Red Two	85	56.47	0.66
	庆丰 Qingfeng	74	—	—
	76-1-16	73	—	—
中熟 Mid-maturity	秦光2号 Qinguang 2	115	136.73	1.19
	罐5 Kanto 5	117	113.30	0.97
	75-5-10	91	87.70	0.96
	丰黄 Fenghuang	113	108.10	0.96
	10-28	97	71.10	0.73
	大久保 Okubo	103	71.26	0.69
	5-7	110	65.67	0.60
	兴津油桃 Xingjin youtao	112	—	—
	京玉 Jingyu	113	—	—
	山根 Shangen	114	—	—
晚熟 Late maturity	罐14 Kanto 14	127	127.70	1.01
	晴朗 Qinglang	159	107.87	0.68
	扬州秋香蜜 Yangzhouqiuxiangmi	121	76.86	0.64
	玉露 Yulu	125	—	—

3 讨 论

一般认为,桃果实成熟期属于多基因控制的数量性状遗传,群体表现为连续变异,呈现出趋中变异的趋势^[7]。本试验结果与之相似,但同时也显示,1345株桃杂种后代的成熟期虽然呈趋中变异的趋势,但其分布未表现出正态分布的特征,前人也有过类似的报道^[5-6]。这说明控制桃成熟期的多基因间效应并不相同,其中可能存在效应较大的非微效基因。

本试验结果表明,桃杂种后代的成熟期分布因

亲本品种成熟期不同,而表现出多种分布类型。双亲都为早熟品种或双亲之一为早熟品种者,如早熟×早熟、中熟×早熟、晚熟×早熟杂交类型,其杂种后代均以早熟株系分布最多。而中熟×中熟杂交类型,其杂种后代的成熟期主要分布在中熟区域,且早熟、晚熟株系所占的比例很小。中熟×晚熟杂交类型,其杂种后代的成熟期主要分布在中熟和晚熟区域,早熟株系所占的比例很小或不出现早熟株系。晚熟×早熟杂交类型,在两个亲本各自成熟期前后分别出现一个明显的分布高峰,而并未出现趋中高峰变异的现象。这说明可能存在着控制桃成熟期性

状的主效基因。俞明亮等^[6]研究认为,桃果实早熟、中熟、晚熟性状分别由各自的主基因遗传控制,修饰基因有影响主基因的作用。在生产实践中也存在着不少桃早熟芽变的现象,一般认为这种芽变是单基因突变,因此也证明某些主效基因控制桃成熟期的遗传。

本研究结果显示,在秦光×华光(早熟×早熟)的后代中,虽然有 55.3% 仍为早熟,但成熟期晚于秦光亲本的后代比例高达 44.7%。出现这种现象的原因可能是:其一,秦光生育期介于早熟与中熟的临界期,因此后代会出现一定比例的中熟类型;其二,成熟期性状既有主效基因控制,是加性效应的作用,同时由于近年努力培育早熟品种,使一些早熟品种的成熟期性状累积了一定比例的非加性效应,即互作效应,早熟×早熟杂交,互作效应解体,因此出现了 44.7% 后代成熟期晚于晚熟亲本的现象。

在桃果实成熟期性状的遗传中,双亲都会对后代杂种成熟期产生不同程度的影响,亲本影响的大小则主要决定于亲本品种对该性状的传递力。景士西^[8]根据数量性状原理提出,果树性状遗传力取决于品种类型在某一性状遗传值中育种值所占的百分率。76-2-12、沪 005 是 2 个特早熟品种,且其成熟期性状的育种值高,对早熟性状的传递力也高,是培育特早熟、早熟株系较为理想的亲本。

本试验以桃成熟期遗传亲中值为自变量,不同组合子代果实发育期平均值为依变量,估算出桃果实成熟期的狭义遗传力为 0.83,这说明桃成熟期遗传主要表现为基因的加性效应,非加性效应所占的比重较小。因此,在进行桃不同成熟期品种选育时,选择适宜的品种可大大提高选育效率。如要获得早熟单株,亲本至少要有有一个早熟品种。要获得到中熟品种,亲本之一为中熟品种,后代出现中熟单株的比率则高,而晚熟×早熟后代出现中熟后代的比率则较少。这与通常趋中变异的认知有偏差,应引起桃育种者的重视。

桃成熟期遗传超亲现象明显,本试验多数组合均出现一定比例的成熟期早于早熟亲本和晚于晚熟亲本的单株,如扬州秋香蜜×76-2-12 组合,出现早于早熟亲本的单株高达 30.6%,而秦光×华光组合,出现晚于晚熟亲本的单株高达 44.7%。超亲遗传现象在葡萄、梨等果树的其他性状遗传上多有报道^[9-10],这一现象可在培育极早熟和极晚熟桃育种实践中进行应用。

[参考文献]

- [1] Toshiya Y, Takehiko S, Tsuyoshi I, et al. Characterization of morphological traits based on a genetic linkage map in peach [J]. *Breeding Science*, 2001, 51(4): 271-278.
- [2] Vileila-Morales E A, Sherman W B, Wilcox C J, et al. Inheritance of short fruit development period in peach [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1981, 106: 4, 399-401.
- [3] 汤秀莲, 周建涛, 郭 洪, 等. 罐藏黄桃若干性状遗传倾向的分析 [J]. *江苏农业学报*, 1997, 13(2): 115-120.
Tang X L, Zhou J T, Guo H, et al. An analysis of genetic trend of some traits in canning yellow peaches [J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Science*, 1997, 13(2): 115-120. (in Chinese)
- [4] 俞明亮, 汤秀莲, 马瑞娟, 等. 蟠桃主要性状的遗传倾向 [J]. *园艺学报*, 1995, 22(4): 389-390.
Yu M L, Tang X L, Ma R J, et al. Inheritance of main character of flat peach [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1995, 22(4): 389-390. (in Chinese)
- [5] 张立彬, 肖 啸, 吴学仁. 深州蜜桃若干性状的变异和遗传倾向 [J]. *园艺学报*, 2004, 31(6): 791-793.
Zhang L B, Xiao X, Wu X R. Variability and inheritance of main characters in seedlings of shenzhou-mitao Peach [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2004, 31(6): 791-793. (in Chinese)
- [6] 俞明亮, 马瑞娟, 汤秀莲. 桃杂种(F₁)成熟期的遗传研究 [J]. *江苏农业学报*, 1997, 13(3): 176-181.
Yu M L, Ma R J, Tang X L. Inheritance of ripening season in F₁ hybrids of peach [J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Science*, 1997, 13(3): 176-181. (in Chinese)
- [7] 沈德绪. 果树育种学 [M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 183-193.
Shen D X. *Fruit-tree breeding* [M]. 2nd Edition. Beijing: China Agricultural Press, 2000: 183-193. (in Chinese)
- [8] 景士西. 果树等无性繁殖植物育种值的电子计算机估算 [J]. *沈阳农业大学学报*, 1986, 17(1): 1-9.
Jing S X. Estimation of breeding value of vegetatively propagated plants, particularly fruit trees with a computer [J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 1986, 17(1): 1-9. (in Chinese)
- [9] 王跃进, 杨亚州, 张剑侠, 等. 中国葡萄属野生种及其种间 F₁ 代抗旱性鉴定初探 [J]. *园艺学报*, 2004, 31(6): 711-714.
Wang Y J, Yang Y Z, Zhang J X, et al. Preliminary identification of drought resistance of Chinese wild vitis species and its interspecific hybrids [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2004, 31(6): 711-714. (in Chinese)
- [10] 何天明, 李 疆, 张 琦, 等. 香梨杂种后代果实若干性状的遗传学调查 [J]. *新疆农业大学学报*, 1999, 22(2): 112-118.
He T M, Li J, Zhang Q, et al. Inheritance of several fruit characters of F₁ hybrids of Xiang li (*Pyrus bretschneideri* Rehd) [J]. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 1999, 22(2): 112-118. (in Chinese)