

# 山丁子在苹果抗寒育种中的利用

孟庆炎 沙广利 王晓红 袁淑明

(内蒙古自治区呼伦贝尔盟农业科学研究所·扎兰屯市)

## 提 要

山丁子是苹果的重要抗寒种质资源,本文分三部分阐述了利用山丁子培育极抗寒苹果品种和抗寒亲本的意义,分析了山丁子与四个大苹果品种杂种一代某些性状的遗传变异倾向,介绍了四个有希望的山丁子与小苹果的杂种一代品系,为以后在苹果抗寒育种中进一步利用山丁子提供了材料和依据。

### 一、利用山丁子培育极抗寒小苹果品种并创造抗寒亲本资源

山丁子[*Malus baccata*(L)Borth]是一种重要的苹果抗寒种质资源,广泛分部于我国的兴安岭,长白山以及陕西、甘肃,山西等省区。山丁子可抗 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下低温,含有宝贵的抗寒基因,对于苹果的抗寒育种有非常重要的意义。在寒地苹果育种中,人们经常利用的抗寒小苹果品种、大秋果、玲瓏果,花红,黄海棠等,大部分都或多或少地含有山丁子的血缘,因而抗寒性较好。利用这些小苹果品种与大苹果杂交、育成的金红(红太平 $\times$ 金冠),红铃(红玉 $\times$ 玲瓏果),双秋(大秋 $\times$ 迎秋)等中型苹果品种,在寒地苹果生产上发挥了很大的作用。可是由于这些品种的抗寒性仍有一定的局限性,使它们的生产能力受到影响。因此,有必要培育更加抗寒的品种,满足生产的需要。现有的小苹果品种,虽然含有山丁子的血缘,但多为自然杂交的后代,亲本复杂,遗传物质基础也比较复杂。利用它们作亲本是很难突破现在的中型苹果育种水平。为系统地研究、利用山丁子的抗寒基因,丰富和改善现有的抗寒小苹果的品种资源,创造更加抗寒的亲本资源,提高寒地苹果育种的水平,我们于1970年,用产于大兴安岭的极抗寒山丁子作母本,与迎秋、印度、黄奎、元帅、金冠和赤阳等大苹果品种进行有性杂交,共作6个组合,获72株杂种实生苗,经过十七年的选育,并在扎兰屯、海拉尔两地进行抗寒鉴定,选出了抗寒性极强,其它栽培性较好的优良品系,如71-24-7(山丁子 $\times$ 黄奎)71-24-1(山丁子 $\times$ 黄奎),71-23-9(山丁子 $\times$ 印度)71-25-10(山丁子 $\times$ 元帅)等。这些品系材料栽培性状较好,抗寒性超过现有的小苹果品种黄太平、大秋、花红等,可以作为抗寒亲本与大苹果品种回交或重交,培育更加抗寒的中型品种,我们已利用这些材料与大苹果品种进行重交,杂种实生苗尚未结果,有待进一步观察、研究。这些品系材料还可以作为极抗寒小苹果品种直接应用于生产,其中的71-24-1,71-24-10已在海拉尔栽培成功,经过连续八年的观察,鉴定树体表现良好,抗寒性强,填补了这个地区的苹果栽培空白,并开始在生产上大面积推广试栽。

## 二、山丁子与四个大苹果品种杂种一代的遗传倾向分析

(一) 材料与方法 试验从1970年至现在,在内蒙古自治区扎兰屯市和海拉尔市进行。扎兰屯市位于大兴安岭南麓,北纬48°左右,年均温2.4℃,绝对最低温-35.5℃,无霜期120天左右,有效积温( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ )2360℃左右。海拉尔市位于大兴安岭西麓,北纬49°左右,年均温-2.5℃,绝对最低温-40.9℃,无霜期110天左右,有效积温( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ )1630℃左右。扎兰屯地区小苹果主栽品种是黄太平、大秋等,位于我国小苹果栽培地区的北界。海拉尔地区在小苹果栽培上,以前一直是空白。

1970年,在扎兰屯市呼盟农研所果园,以该园原产于大兴安岭的山丁子为母本,在山丁子初花期,与大苹果品种进行杂交。大苹果花粉采自辽宁省煎岳果树所。采用一次去雄授粉套袋方法进行杂交。1971年播种杂交种子,73年8月取芽高接于黄太平树冠上。79—80年陆续开始开花,结果。1980年春将从中选出的部分优系材料繁殖苗木,1981年春,定植于海拉尔南屯林场。在海拉尔、扎兰屯两地鉴定其抗寒性表现和其它栽培性状的优劣,并按以下项目进行观察记载:果实大小,果实形状,果实色泽,综合品质,萌芽期,涩味,抗寒性等。

由于杂种数量较少,分析出的遗传倾向可能有失偏颇,但规律性还是十分明显的。

### (二) 结果与分析

#### 1. 果实大小:

表 1 山丁子与四个大苹果品种杂种一代果重的遗传

组 合	观察株数	亲本果重(克)		杂种果重(克)		
		$\bar{G} \times \bar{g}$	均 重	均 重	C.V	最大值
山丁子×迎秋	7	0.63×170	85.32	5.11	-	9.00
山丁子×印度	16	0.63×220	110.32	5.80 ±1.33	22.66	10.00
山丁子×黄奎	11	0.63×100	50.32	8.81 ±2.94	33.33	18.00
山丁子×元帅	17	0.63×240	120.32	7.30 ±1.37	18.59	10.00

由表1可以看出:杂种后代的果实大小介于双亲之间,没有超亲遗传现象,既明显小于大苹果亲本,又明显大于山丁子亲本,而且从总体分布上来看,偏于山丁子一侧。这说明在杂种一代里,山丁子传递小果的能力很强,也说明在与山丁子的杂交过程中,大苹果由于选择压的长期影响而造成的非加性效应彻底解体,因此后代果实很小,没有超过20克者,杂种一代的果实大小主要受山丁子的影响,因此在选择亲本时,应注意选择大果类型的山丁子。从几个大苹果品种与山丁子的杂种后代来看,黄奎的后代平均单果重较大,而且具有较大的变异系数,因此后代果实较大,而且变异范围较广,给选择带来了有利条件。不同大苹果品种与山丁子杂交,杂种后代果重各不相同,说明果重这一数量性状,受到父母本双亲的影响。

2. 果实形状:由表2可以看出:山丁子与大苹果杂种一代,在果形上呈连续变异。果形指数从小于0.8到大于1,共分六个级次,基本上每级都有分布,而且有超亲现象,譬如,印度和黄奎的后代都有果形指数大于1的长圆形果出现。从不同杂交组合后代的变异系数来

看, 以山丁子与元帅的后代相对变异较小, 较整齐。由于杂种单系数较小, 后代的正态分布不明显, 而是偏于果形指数较大一侧的偏态分布。

**表 2** 山丁子与四个大苹果品种杂种一代的果形遗传

组 合	山丁子(0.90) × 迎秋(1.01)	山丁子(0.90) × 印度(0.84)	山丁子(0.90) × 黄奎(0.85)	山丁子(0.90) × 元帅(0.91)
杂种单系数	3	16	11	17
亲中值	0.955	0.870	0.875	0.905
杂种果型平均指数	0.97	0.96	0.97	0.88
杂种果型 指数分 布	<0.8	0	0	2
	0.81—0.85	0	1	3
	0.86—0.90	1	3	6
	0.91—0.95	1	0	4
	0.96—1	0	3	2
	>1	1	4	0
变异系数	11.52	10.32	9.22	7.42

注: 果实形状分级标准 (按果形指数)

扁圆: <0.8 圆形 (近圆形): 0.81~0.90 椭圆形 (圆锥形): 0.91~1.0 长圆形: >1.0

### 3. 果实色泽:

**表 3** 山丁子与四个大苹果品种杂种一代的果实色泽遗传

组合类型		4×4	4×1	4×0
组合数		2	1	1
亲本		山丁子×迎秋 (元帅)	山丁子×印度	山丁子×黄奎
杂种单系数		20	16	10
着 布 色 级 (%) 次 分	0	0(0)	18.7(3)	30(3)
	1	0(0)	43.8(7)	40(4)
	2	0(0)	12.5(2)	30(3)
	3	10.0(2)	0(0)	0(0)
	4	90.0(18)	25(4)	0(0)
双亲平均级次		4	2.5	2
杂种平均级次		3.9	1.7	1
有色果株率		100%	81.3%	70%

注1, 果实着色分级标准: 0级 为无色、黄或绿色; 1级 着色面积<25%; 2级 着色面积为 25~50%; 3级 着色面积为51~75%; 4级 着色面积为75~100% 注2: 着色级次分布栏内括号内数字为实际株数。

由表3可以看出: 山丁子与红色品种迎秋、元帅杂交, 后代皆为红色果实, 而且分布级次为3~4级。山丁子与黄色品种黄奎和带晕品种印度的后代分布, 则偏于0~2级。说明山丁子与大苹果杂种一代的果实着色显著受到大苹果亲本的影响, 表现为明显的正相关。双亲的

着色级次高,则其后代的着色级次也高,黄奎为黄色品种,其后代出现了70%的有红色果实的植株。说明杂种一代的果实色泽也受到母本山丁子的较大影响,而且说明控制果实着色的基因与无色基因并不是简单的显隐性关系,否则就不会出现30%的无色植株了,而是按照比较复杂的图式进行遗传的。

4. 涩味:由山丁子与四个大苹果品种(迎秋、印度、黄奎、元帅)杂种一代的涩味遗传试验中看出:在山丁子与大苹果的杂种一代里,没有无涩味株系出现,说明山丁子有很强的传递涩味的能力。在与大苹果的不同杂交组合中,各有33.3%(山丁子×迎秋),68.8%(山丁子×印度),20%(山丁子×黄奎),17.6%(山丁子×元帅)的微涩单株出现,其中又以山丁子与印度的杂交组合微涩单株出现最高,与另三个组合差异明显,说明在与山丁子杂交过程中,印度传递品质好的能力较强。能较大程度地摆脱山丁子的影响,因此,我们认为,在山丁子与大苹果的杂种一代中,获得无涩植株的可能性是很小的,但是利用其中的微涩植株做亲本,再与大苹果作回交或重交,则可能进一步削弱以至解除涩味对品质的影响。

#### 5. 综合品质:

表 4 山丁子与四个大苹果品种杂种一代的果实综合品质遗传

亲 本		山丁子×迎秋	山丁子×印度	山丁子×黄奎	山丁子×元帅
杂种单系数		3	16	10	16
杂 级 种 次 % 品 分 质 布	1	33.33(1)	18.75(3)	60.00(6)	43.75(7)
	2	33.33(1)	6.25(1)	30.00(3)	6.25(1)
	3	33.33(1)	56.25(9)	10.00(1)	43.75(7)
	4	0(0)	18.75(3)	0(0)	6.25(1)
	5	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
杂种均值		2	2.75	1.60	2.13
≥3级出现率(%)		33.33	75.00	10.00	50.00

注1:品质分级标准:1级:下,果肉酸、涩、苦。2级:中下,果肉酸、稍涩、稍苦。3级:中,果肉酸甜,微涩、微苦。4级:中上,果肉酸甜,微涩。5级:上,果肉酸甜,无涩味。注2:品质分布栏内,带括号数字为实际株数。

品质是一个综合性状,由果实风味,果肉结构、果汁多少和香气有无等多种因素综合构成。从表4所示可以看出,山丁子与大苹果杂种一代的品质从总体来看偏低,变异范围比较广泛,但呈偏态分布,倾向于品质低下一端。这一方面是由于山丁子强烈地传递其低劣品质,另一方面是由于大苹果通过选择压的长期作用而形成的非加性效应在与山丁子杂交时彻底解体。但是也有中级、中上级出现,为利用这些材料与大苹果回交(重交)的亲本提供了条件。从几个大苹果父本来看,只有印度的后代,品质均值、略高,而且≥3级果出现的株率为75%,也是最高,说明在品质遗传方面印度与山丁子的配合力强于其余三者。

#### 6. 贮藏期:

从表5可以看出,不管父本是耐贮大苹果,还是不耐贮大苹果,与山丁子的杂种后代普遍不耐贮,但又与父本的耐贮性明显正相关,即耐贮的大苹果后代也相对比较耐贮。如,印度的后代出现了11株(占78.53%)可贮2~3个月的单株。即使是山丁子和黄奎这样的不耐贮

表 5

山丁子与四个大苹果品种杂种一代的贮藏性遗传

组合类型		1×2	1×5	1×1	1×4
亲 本		山丁子×迎秋	山丁子×印度	山丁子×黄奎	山丁子×元帅
杂种单系数		2	14	10	13
贮 藏 力 分 布 %	1	0(0)	0(0)	70.00(7)	69.23(9)
	2	100%(2)	21.43(3)	30.00(3)	30.77(4)
	3	0(0)	78.57(11)	0(0)	0(0)
	4	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	5	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
亲 中 值		1.5	3.0	1	2.5
杂种平均值		200	2.79	1.30	1.31

注：1级：贮藏期不足1个月 2级：贮藏期1~2个月 3级：贮藏期2~3个月 4级：贮藏期3~4个月 5级：贮藏期4个月以上。

双亲的组合，也分离出30%的可贮1~2个月的单株，此种超亲现象的原因，大概是由于贮藏性是受多基因控制的数量性状，而双亲又都处于不耐贮的极端，因而后代发生连续性变异，由于基因的累加作用发生向较耐贮一侧变异的趋势，因而产生这种超亲现象。

7. 抗寒性：山丁子与大苹果杂种一代的抗寒性，从总体上看，明显强于黄太平，与山丁子接近，而又有程度不同的减弱。说明山丁子有较强的传递抗寒基因的能力。各组合之间有一定的差别，说明杂种一代的抗寒性也受到父本大苹果品种的影响，四个大苹果品种抗寒性强弱的大致趋势从强到弱依次是黄奎、迎秋、元帅、印度，而其后代的抗寒性也表现大致相同的趋势。在1976~1977年发生的果树大冻害中，黄太平和大秋果在扎兰屯均发生严重冻害，而72株山丁子与大苹果杂种实生苗无一受到冻害。

8. 不同组合之间的综合比较：从果实大小、综合品质、耐贮性及抗寒性几个主要因素到综合比较、衡量，并结合不同的育种目标看我们认为：山丁子与黄奎组合的后代，在果实大小，抗寒性上优于其它组合，用作抗寒亲本，后代选优的机会较高；山丁子与印度组合的后代在综合品质、贮藏性等栽培性状方面表现较好，可以直接用于高寒地区的大苹果栽培。

### 三、山丁子与大苹果杂种一代人选品系简介

从山丁子与大苹果的杂种一代中，选出四个优良品系，其中71—24—1，71—24—7两个品系已繁殖苗木2500多株。现将果实等情况介绍如下：

#### (一) 71—24—7

亲本：山丁子×黄奎。1971年播种杂交种子，1978年开始结果。果实重11克左右，圆形，果皮黄色，薄而广滑。果肉黄白，肉质脆细，汁液多，风味酸多甜少，微涩，品质中，不耐贮藏，在扎兰屯地区八月中旬成熟，在海拉尔9月上旬成熟。丰产，大小年现象不明显，抗寒性接近山丁子。1981年在海拉尔地区定植，表现长势良好，结果正常，抗寒性极强。

评价：果实稍大，抗寒性极强，丰产性状好，是优良的苹果育种抗寒亲本资源，也可作为生食或加工品种在高寒地区直接应用。

## (二) 71—24—1

亲本：山丁子×黄奎，育成过程同上，果实重13克左右，近圆形，皮浅黄色，薄而光滑。果肉黄白微绿，肉质脆、硬，中粗，汁多，风味甜少酸多，微涩，品质中，贮期20天左右。果实成熟期晚，在扎兰屯地区为八月中旬，在海拉尔地区为9月中旬，丰产性强，有大小年，抗寒性接近山丁子。1981年在海拉尔地区定植，长势良好，结果正常，抗寒性强。

评价：果实较大，抗寒性极强，丰产，优良的苹果育种抗寒种质资源。也可作为加工、生食品种在高寒地区直接用于生产。

## (三) 71—23—9

亲本：山丁子×印度、育成过程同上。果实重量9克左右，椭圆形，果皮厚、底色黄，有橙色晕。果面光滑。果肉黄，肉质脆，汁液中等，风味酸甜，微涩，贮藏期2个月以上，品质中等。果实成熟期9月上旬（扎兰屯地区）丰产，抗寒性强，超过黄太平。

评价：果实稍小，但品质和贮藏性表现较好，可作为生食，加工品种，直接用于寒地果树生产。也可作为苹果育种的抗寒亲本。

## (四) 71—25—10

亲本：山丁子×元帅，育成过程同上。果实重10克左右，圆形，果皮厚，底色黄，有全粉红晕果面光滑，果肉黄色，肉质脆，汁液中等。风味甜少酸多，微涩品质中等。果实成熟期9月上旬（扎兰屯地区），丰产，抗寒接近山丁子，贮藏期1个月左右。

评价：果实稍小，但品质、贮藏性、丰产性表现较好，可作为加工、生食品种直接应用于寒地苹果生产，并是优良的苹果育种抗寒亲本。

## 四、小结

山丁子与大苹果杂交可以选育出抗寒性极强和其它栽培性状比较好的抗寒小苹果，这些品系可以用作抗寒亲本，也可直接用于高寒地区果树生产。

杂种一代在果实大小、品质、抗寒性等经济性状上都居于双亲之间、无超亲现象，与双亲皆处于性状的两个极端有关。杂种一代的果实大小介于双亲之间，偏于山丁子一侧，无超亲现象。果实形状变异广泛，呈连续性变异，且有超亲现象。果实色泽受到双亲的显著影响，双亲着色级次高，后代的着色级次也高。山丁子传递涩味的能力很强，杂种一代没有无涩单株出现，但不同组合又有比例不同的微涩单株出现，其中以山丁子与印度组合的比例较高。杂种一代的果实品质普遍降低，呈偏态，倾向于品质低下一侧，无超亲现象，但有中级、中上级果实出现，其中以山丁子与印度组合的后代出现比例较高。不管父本是耐贮大苹果，还是不耐贮大苹果其后代的贮藏性普遍较低，但又与父本的贮藏性呈明显正相关，其中以印度的后代出现较耐贮单株的机率较高。抗寒性普遍偏强，接近山丁子，受父本影响，又有一定的减弱，各组合之间有一定差异其中以山丁子与黄奎组合的后代表现最好。

山丁子×黄奎组合在果实大小，抗寒性强弱上优于其它组合，山丁子×印度组合在品质，耐贮性上优于其它组合。

71—24—1.71—24—7.71—23—9，71—25—10，是抗寒性强，栽培性状较好的品系，可以作为苹果育种的抗寒亲本，并已在高寒地区小苹果生产上利用推广。（本文由沙广利执笔并经吉林农业大学顾模先生审阅在此深表感谢。参考文献略来稿时间1988年4月26日）