果 树 学 报 2025,42(12):2787-2802
Journal of Fruit Science

DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.20250176

玉露香×秋月梨杂交后代果实性状遗传倾向

李佳妹[1],迟 悦[1],王可心[1],彭建营[1,2*],张玉星[1,2*]

([1]河北农业大学园艺学院,河北保定 071000;[2]河北省梨技术创新中心,河北保定 071000)

摘 要:【目的】探究杂交后代果实品质性状的遗传变异情况,以期为梨杂交育种和亲本选配提供依据。**【方法】**以母本玉露香、父本秋月及175个杂交后代群体为材料,对果实形状、果实底色等23个描述型性状和单果质量、果实纵径等13个数值型品质性状进行调查与分析。**【结果】**23个果实的描述型性状出现92个性状分离。13个数值型品质性状的变异系数范围为6.28%(果形指数)~46.69%(可滴定酸含量),遗传传递力为49.18%(单果质量)~241.26%(果肉硬度),优势率表现为-50.82%(单果质量)~141.26%(果肉硬度)。硬度、果梗长度等趋高遗传,果梗粗度、果形指数等趋低遗传。其中果形、果梗长度等受母本影响大,可溶性糖含量、可溶性固形物含量等受父本影响大。**【结论】**13个数值型品质性状均为多基因控制的数量性状。单果质量、果实纵径及果实横径与果梗粗度呈极显著正相关。可溶性糖含量与可溶性固形物含量、糖酸比呈极显著正相关,可溶性固形物含量与固酸比、糖酸比呈极显著正相关,固酸比与糖酸比呈极显著正相关。果实大小与果心大小呈极显著负相关,果心大小、可滴定酸含量均与糖酸比、固酸比呈极显著负相关,果肉硬度与可溶性糖含量呈极显著负相关。

关键词:梨;杂交后代;品质性状;遗传规律

中图分类号:S661.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-9980(2025)12-2787-16

Inheritance tendency of fruit traits in the hybrid progenies of Yuluxiang × Akizuki pear

LI Jiamei[1], CHI Yue[1], WANG Kexin[1], PENG Jianying[1,2*], ZHANG Yuxing[1,2*]

([1]College of Horticulture, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, Hebei, China; [2]Pear Technology Innovation Center of Hebei Province, Baoding 071000, Hebei, China)

Abstract:【Objective】The study aimed to investigate the genetic variation of fruit quality traits in the hybrid progeny derived from a cross between Yuluxiang (*Pyrus bretschneideri*) and Akizuki pear (*Pyrus pyrifolia*), in order to provide a theoretical reference for pear crossing breeding and parent selection. 【Methods】When the fruits were ripe, 30 pears were randomly picked from each tree of hybrid strain and parental plant from four directions, and 23 descriptive traits such as fruit shape and 13 numerical quality trait indexes such as fruit weight were observed and determined, with three replications for each index. Twenty-three descriptive traits and 13 numerical quality traits were investigated for heritability and correlation analyses using the maternal parent Yuluxiang, the paternal parent Akizuki, and 175 hybrid progeny as materials. Excel 2019 and SPSS 23.0 were used to organize and analyze the data obtained from the investigation, and calculate its mean, standard deviation, kurtosis, skewness and other parameters, to observe the genetic variation. Excel 2019 was used to draw its corresponding frequency distribution histogram, and SPSS 23.0 was used to test for normal distribution and draw a normal distribution Q-Q plot; and to make correlation analysis between traits.【Results】The descriptive traits of 23 fruits showed 92 traits segregation, in which the inheritance of 10 traits, namely, fruit shape, over color,

收稿日期:2025-04-15 **接受日期:**2025-06-20

基金项目:河北省重点研发计划-现代种业科技专项(20326337D、21326308D);河北省现代农业产业技术体系建设专项资金(HBCT2024170202)

作者简介:李佳妹,女,在读硕士研究生,从事梨树种质资源与遗传育种研究。E-mail:15633711132@163.com

***通信作者** Author for correspondence. E-mail:pjy@hebau.edu.cn;E-mail:zhyx@hebau.edu.cn

depth of stalk cavity, width of stalk cavity, arris/fossa on fruit surface, attitude of sepals, relief of area around eye basin, flesh texture, amount of stone cells and juiciness of flesh were inclined to the parent Akizuki, and the inheritance of 6 traits, namely, bulge on the base of stalk, degree of fruit skin smoothness, ground colour, dot obviousness, flavor and aroma, was more in favor of the parent Yuluxiang. And the parents performed consistently in 7 traits, namely, attitude of stalk in relation to axis of fruit, persistency of sepals, depth of eye basin, width of eye basin, flesh color, flesh texture type and astringency. The traits of fruit shape and fruit flavor were separated greatly, both appeared 8 kinds of segregation, fruit shape included oblate, globose, long globose, ovate, obovate, conical, cylindrica and spindle-shaped, the hybrid progeny were mainly oblate and globose. The hybrid progeny was mainly sweet and light sweet. The coefficients of variation for the 13 numerical quality traits ranged from 6.28% (fruit shape index) to 46.69% (titratable acid content), the heritability ranged from 49.18% (Single fruit mass) to 241.26% (flesh firmness), and the heterosis rate ranged from −50.82% (Single fruit mass) to 141.26% (flesh firmness), in which flesh firmness had the highest heritability and positive dominance rate, the strongest additive effect, and outstanding hybrid dominance, which could improve fruit storability to a certain extent, while fruit weight had the lowest heritability and dominance rate, which was highly subjected to the influence of environmental conditions. In addition, the fruit weight, fruit length and fruit diameter showed obvious degeneration and tended to be low heritability, while the mean values of flesh firmness and fruit stalk length were higher than the median value of parents and tended to be high heritability, and the long fruit stalk of Yuluxiang was more likely to inherite to the progeny. The mean values of the stalk thickness and fruit shape index were lower than the median value of the parents, which tended to be less heritable, and the fruit shape was greatly influenced by the parent Yuluxiang. The mean values of titratable acid content were slightly larger than the median value of the parents, but the ratio of those below the low values was much greater than that above the high values, showing a general tendency towards low heritability, and were significantly influenced by the parental Yuluxiang. The soluble sugar content, soluble solids content, solid-acid ratio and sugar-acid ratio were greatly influenced by the parent Akizuki, and the soluble sugar content and soluble solids content tended to be inherited in a high degree, while the titratable acid content, solid-acid ratio and sugar-acid ratio tended to be inherited in a low degree.【Conclusion】The 23 fruit descriptive traits showed different degrees of variation. Among the 13 numerical quality traits, 9 traits such as fruit length and fruit diameter conformed to normal distribution, and the fruit weight, titratable acid content, sugar-acid ratio and solid-acid ratio were skewed. The fruit weight, fruit length, fruit diameter, core size, fruit shape index, flesh firmness, stalk length, stalk thickness, titratable acid content, soluble solids content, solid-acid ratio, sugar-acid ratio and soluble sugar content were characterized by the inheritance of quantitative traits, and there was trait segregation with different degrees. This experiment would provide a basis for breeding new varieties.

Key words: Pear; Hybrid progeny; Quality traits; Inheritance pattern

梨（*Pyrus* L.）属于被子植物门双子叶植物纲蔷薇科梨亚科，作为世界第三大温带水果，栽培历史悠久，是备受消费者欢迎的水果[1]。梨是落叶果树中的第二大栽培树种，且全年均有供应，我国梨种植面积和产量均占据全球梨面积和总产量的60%以上[2]。梨具有消痰止咳、清热解毒的功能[3]。

玉露香梨通过库尔勒香梨与雪花梨杂交培育而成，为中熟白梨，其特征为果皮呈现红晕，肉质细腻，口感酥脆，石细胞含量低，果心小。秋月梨是砂梨系统中的知名品种，其特征为果皮呈褐色，表面有褐点及锈斑，果形端正，酥脆香甜，广受消费者青睐。

掌握杂交群体后代的性状遗传规律有利于定向进行父母本的选配[4]，果实品质性状遗传变异的研究在枣[5]、枇杷[6]、番石榴[7]、柑橘[8]、中国樱桃[9]、番

茄[10]等上已有报道。探究以玉露香梨为亲本的不同杂交组合方式的群体后代遗传变异已有报道，如玉露香梨×黄冠梨[11]、玉露香梨×新世纪梨[12]、玉露香梨×晋蜜梨[13]，但目前还没有关于玉露香梨和秋月梨杂交F_1代性状遗传规律的分析报道。秋月梨和玉露香梨都是优秀的梨品种，市场经济效益也很高，玉露香梨还具有雪花梨和库尔勒香梨的优秀血统，选择研究优秀梨群体的后代，对分析杂交后代的性状遗传规律很有价值。由于以玉露香梨为母本的不同亲本配置的杂交组合有很多，因此探究秋月梨与玉露香梨杂交后代的性状遗传规律对研究和分析玉露香梨的不同亲本选择选配很有意义。

本试验以玉露香梨为母本、秋月梨为父本，调查杂交后代果实品质变异情况，揭示梨品质性状遗传规律，以期为亲本的选择选配提供参考。

1　材料和方法

1.1　试验材料

材料选择为母本玉露香梨、父本秋月梨及175个杂交后代实生树，栽植在河北省邢台市威县香花营村梨博园基地。父母本与杂种后代种植在一起，株行距0.5 m×3.0 m，树龄为7年生，常规管理模式，管理条件一致。该地区为温带季风气候，年平均气温为13 ℃，土壤类型为壤砂土，灌溉方式为滴灌，2024年降水量为562.1 mm。

1.2　果实性状的测定

1.2.1　*果实描述型性状的测定*　参考《梨种质资源描述规范和数据标准》[14]对果形、果面光滑度、果面盖色等描述型性状等级进行评定（表1）。

1.2.2　*果实数值型品质性状的测定*　待玉露香、秋月及其杂交后代果实成熟后，每个株系沿东、西、南、北方向随机采摘30个果实，分别测定单果质量、果实纵径、果实横径、果梗长度、果梗粗度、硬度、可溶性糖含量、可滴定酸含量、可溶性固形物含量等指标。使用电子天平称量果实质量，单果质量的最终值取平均值；使用游标卡尺测量果实的横径和纵径以及果梗的长度和粗度，最终值取平均值；可溶性固形物含量用数字式折射仪测定；果实硬度采用硬度计测定，每个单株的果实要进行去皮处理，最终值取平均值；用刀沿果实的中部横切，使用游标卡尺测定果心横径；可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定；可滴定酸含量采用NaoH滴定法测定，同时计算糖酸比、固酸比、果形指数和果心大小及各性状指标的标准差、变异系数、遗传传递力、优势率、超高亲率和低低亲率。使用以下公式[15]进行计算。

糖酸比=可溶性糖含量/可滴定酸含量；

固酸比=可溶性固形物含量/可滴定酸含量；

果形指数=果实纵径/果实横径；

果心大小=果心横径/果实横径；

变异系数（*CV*）/%=*S*/*F*×100；

遗传传递力/%=*F*/*MP*×100；

优势率/%=（*F*−*MP*）/*MP*×100；

超高亲率/% =超过高亲值的杂交后代的数量/杂交后代总株数×100；

低低亲率/%=低于低亲值亲本的杂交后代的数量/杂交后代总株数×100。

*F*为后代性状平均值；*MP*为亲代性状平均值；*S*为标准差。

1.3　数据分析

利用Excel 2019和SPSS 23.0对调查所得数据进行整理分析，并计算其平均值、标准差、峰度、偏度等参数，观察遗传变异情况；利用Excel 2019绘制其相应频数分布直方图，利用SPSS 23.0进行正态分布检验并绘制正态分布Q-Q图；同时利用SPSS 23.0进行性状间的相关性分析。

2　结果与分析

2.1　果实描述型性状遗传分析

通过对玉露香梨、秋月梨及175个杂交子代的23个果实描述型性状进行调查分析（表2），结果显示23个果实描述型性状出现了92个性状分离。

由表2可知，果形的性状分离很大，出现8种分离，有扁圆形、圆形、长圆形、卵圆形、倒卵圆形、圆锥形、圆柱形和纺锤形，各占杂交后代的35.41%、32.00%、1.71%、4.57%、0.57%、20.00%、1.72%、4.00%，子代果形以扁圆形和圆形为主，说明杂交后代果实形状的遗传主要倾向于父本，为32%。秋月无果面盖色，子代中有122个株系没有盖色，无盖色性状的遗传概率超过50%，呈现趋父本遗传的倾向。对于萼片姿态的遗传，由于在子代中有16个株系的萼片状态表现为脱落，子一代萼片姿态各级占比主要为开张、聚合和直立，依次为37.71%、36.57%、16.57%，在倾亲率上主要倾向父本秋月，表现为聚合。在萼洼状态上，父本主要为平滑，母本为隆起，而在子代中萼洼

表 1　描述型性状分离与赋值

Table 1　Descriptive trait segregation and assignment

性状 Traits	标准及分级 Criteria and classification									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
果实形状 Fruit shape		扁圆形 Oblate	圆形 Globose	长圆形 Long globose	卵圆形 Ovate	倒卵圆形 Obovate	圆锥形 Conical	圆柱形 Cylindrica	纺锤形 Spindle-shaped	
果面光滑度 Degree of fruit skin smoothness				粗糙 Rough		中等 Medium		光滑 Smooth		
果实底色 Ground colour		黄色 Yellow	绿黄 Green yellow	黄绿 Yellow green	绿色 Green	黄褐 Light russet	褐色 Russet			
果面盖色 Over color		淡红 Light red	橘红 Nacarat	粉红 Pink	鲜红 Bright red	紫红 Fuchsia	暗红 Dark red			
果点明显程度 Dot obviousness				明显 Conspicuous		中等 Medium		不明显 Obscure		
果梗基部膨大 Bulge on the base of stalk	无 Absent	有 Present								
果梗姿态 Attitude of stalk in relation to axis of fruit		直生 Straight	斜生 Oblique	横生 Right-angled						
梗洼深度 Depth of stalk cavity		无或极浅 Absent or extremely shallow		浅 Shallow		中 Medium		深 Deep		
梗洼广度 Width of stalk cavity				狭 Narrow		中 Medium		广 Broad		
棱沟 Arris/fossa on fuit surface	无 Absent	有 Present								
萼片状态 Persistency of sepals		脱落 Deciduous	残存 Remnant	宿存 Persistent						
萼片姿态 Attitude of sepals		聚合 Converging	直立 Erect	开张 Spreading						
萼洼深度 Depth of eye basin		平或极浅 Flat or extremely shallow		浅 Shallow		中 Medium		深 Deep		
萼洼广度 Width of eye basin				狭 Narrow		中 Medium		广 Broad		
萼洼状态 Relief of area around eye basin		平滑 Smooth	皱状 Corrugated	肋状 Ribbed	隆起 Embossed					
果肉颜色 Flesh color		白色 White	乳白色 Creamy white	绿白色 Greenish white	淡黄色 Light yellow	黄色 Yellow				
果肉质地 Flesh texture		极粗 Extremely coarse		粗 Coarse		中 Medium		细 Fine		极细 Extremely fine
果肉类型 Flesh texture type		较溶 Melting	软 Soft	沙面 Sandy	疏松 Crisp to soft	脆 Crisp	紧密 Dense			
石细胞数量 Amount of stone cells		无或极少 Absent or scarce		少 Light		中 Medium		多 Heavy		极多 Extremely heavy
汁液 Juiciness of flesh		极少 Extremely dry		少 Dry		中 Medium		多 Juicy		极多 Extremely juicy
风味 Flavor		甘甜 Very sweet	甜 Sweet	淡甜 Light sweet	酸甜 Sour-sweet	酸甜适度 Sour and sweet	甜酸 Sweet-sour	微酸 Slightly sour	酸 Sour	
香气 Aroma		无或极少 Absent or mostly absent		微香 Weakly aromatic		香 Aromatic		浓香 Strongly aromatic		
涩味 Astringency	无 Absent	有 Present								

表2　杂交后代性状分离与变异情况

Table 2　Trait segregation and variation in hybrid progeny

性状 Traits	杂交后代不同等级出现频率 Probability of occurrence of different classes of hybrid offspring/%										父母本性状表现 Parental trait performance		F_1代倾向父母本的概率 Probability of F_1 favouring parents/%	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	秋月 Akizuki	玉露香 Yuluxiang	秋月 Akizuki	玉露香 Yuluxiang
果实形状 Fruit shape		35.43	32.00	1.71	4.57	0.57	20.00	1.72	4.00		2	6	32.00	20.00
果面光滑度 Degree of fruit skin smoothness		25.71	30.86	43.43							1	3	25.71	43.43
果实底色 Ground colour		9.14	10.86	12.57	40.57	16.57	10.29				6	2	10.29	10.86
果面盖色 Over color		8.00	9.14	2.29	9.71		1.14				0	1	69.71	8.00
果点明显程度 Dot obviousness				9.71		48.00		42.29			3	7	9.71	42.29
果梗基部膨大 Bulge on the base of stalk	63.43	36.57									1	0	36.57	63.43
果梗姿态 Attitude of stalk in relation to axis of fruit		52.57	47.43								1	1	52.57	
梗洼深度 Depth of stalk cavity		6.29		56.00		28.00		9.71			5	7	28.00	9.71
梗洼广度 Width of stalk cavity				16.57		68.57		14.86			5	2	68.57	16.57
棱沟 Arris/fossa on fuit surface	85.71	14.29									0	1	85.71	14.29
萼片状态 Persistency of sepals		9.14	12.00	78.86							3	3	78.86	
萼片姿态 Attitude of sepals		36.57	16.57	37.71							1	2	36.57	16.57
萼洼深度 Depth of eye basin		6.29		56.00		28.00		9.71			5	5	28.00	
萼洼广度 Width of eye basin				16.57		68.57		14.86			5	5	68.57	
萼洼状态 Relief of area around eye basin		93.71	5.72	0.57	0.00						1	4	93.71	0.00
果肉颜色 Flesh color		12.57	66.86	2.29	16.57	1.71					1	1	12.57	
果肉质地 Flesh texture				18.29		56.57		21.71		3.43	5	9	56.57	3.43
果肉类型 Flesh texture type			2.29	8.57	14.28	38.29	36.57				5	5	38.29	
石细胞数量 Amount of stone cells		0.57		24.00		51.43		20.00		4.00	5	3	51.43	24.00
汁液 Juiciness of flesh		2.86		33.71		34.29		26.86		2.28	5	7	34.29	26.86
风味 Flavor		19.43	26.29	24.57	5.71	4.00	5.14	11.43	3.43		1	2	19.43	26.29
香气 Aroma		79.43		17.71		2.29		0.57			2	1	17.71	79.43
涩味 Astringency	96.00	4.00									0	0	96.00	

未发现有明显隆起的情况，子代中存在萼洼状态的变异，但影响不大，子代超过90%萼洼平滑，与父本性状表现相同。

总的来看，果形、果面盖色、梗洼深度及广度、棱沟、萼片姿态、萼洼状态、果肉质地、石细胞数量和汁液的遗传都倾向于父本秋月。对于果实底色，子代中以绿色为主，其次是黄褐色、黄绿色、绿黄色、褐色、黄色，依次为40.57%、16.57%、12.57%、10.86%、10.29%、9.14%。而结合父母本分析，秋月梨果实底色为褐色，玉露香梨果实底色为绿黄色，杂交后代的果实底色倾向于父母本的概率分别为10.29%和10.86%，大体来看子代中果实底色的遗传更倾向母本，但后代中性状变异较大，主要表现以绿色为主。

总体来看，在果梗基部膨大、果实底色、果面光滑度、果点明显程度、风味和香气这6个性状的遗传更倾向于母本玉露香。而在果梗姿态、萼片状态、萼

洼深度、萼洼广度、果肉颜色、果肉类型、涩味这7个性状上，父母本表现一致。

2.2 果实数值型品质性状遗传分析

2.2.1 杂交后代外观品质性状的遗传变异分析 由表3可知，175个杂交后代的7个外观品质性状变异系数范围为6.28%（果形指数）~30.35%（单果质量），遗传传递力为49.11%（单果质量）~103.32%（果梗长度），优势率表现为−50.89%（单果质量）~3.32%（果梗长度）。

由图1可知，杂交后代单果质量的分布规律为偏态分布，由图2~图7可知，果实横径、果实纵径、果形指数、果心大小、果梗长度及粗度呈连续变异，整体上服从正态分布，是微效多基因控制的数量性状。

杂交后代的单果质量、果实横径、果实纵径、果形指数、果梗粗度这5个性状的平均值低于亲中值并且低于低亲值，优势率均为负值，后代的单果质量、果实横径、果实纵径3个性状的超高亲值率为0%，低低亲率为100.00%，表现为明显退化。果形指数、果梗粗度性状的低低亲率远高于超高亲率，在F_1代中存在较广泛的分离，整体表现为趋小方向的回归。杂交后代的果形更倾向于母本玉露香。杂交群体F_1代的果梗长度、果心大小性状广泛分离，2个性状的平均值大于亲中值，遗传传递力高且大于1，优势率为正值，说明2个性状的遗传具有加性效应，有明显的杂种优势，均呈现趋高的遗传趋势。其中果梗长度受母本玉露香梨的影响大，果心大小受父本秋月梨的影响大。玉露香的长果柄更易遗传给后代。由于果心大小的变异范围大，可以在玉露香与秋月的杂交后代中选育出一批果心小、可食率高的植株。

2.2.2 杂交后代果实内在品质性状的遗传变异分析 对于6个内在品质性状，变异系数范围为10.10%（可溶性固形物含量）~46.69%（可滴定酸含量），遗传传递力为93.74%（固酸比）~241.26%（果肉硬度），优势率表现为−6.26%（单果质量）~141.26%（果肉硬度）（表4）。

由图8~图13可知，175个杂交后代的果肉硬度、可溶性糖含量和可溶性固形物含量的分布整体呈正态分布，为多基因控制的数量性状。3个性状的平均值大于亲中值，高于高亲值，总体呈现趋高变异的遗传倾向，遗传传递力大于1，优势率为正

表3 杂交F_1代外观品质性状的遗传变异情况

Table 3 Genetic variation in appearance quality traits of fruits in the F_1 generation

性状 Traits	秋月 Akizuki	玉露香 Yuluxiang	亲中值 Middle parent value	F_1代平均值±标准差 Mean±*SD* of F_1 offsprings	变异系数 *CV*/%	最小值 Min.	最大值 Max.	遗传传递力 Heritability/%	优势率 Heterosis rate/%	超高亲率 Higher than parents/%	低低亲率 Lower than parents/%	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis
单果质量 Single fruit mass/g	265.10	277.77	271.43	133.49±40.52	30.35	51.30	261.03	49.11	−50.89	0.00	100.00	0.48	−0.09
果实纵径 Fruit length/mm	80.99	78.20	79.60	53.06±6.42	12.10	38.51	68.96	67.00	−33.34	0.00	100.00	−0.10	−0.42
果实横径 Fruit diameter/mm	80.83	81.13	80.98	62.46±6.98	11.17	45.53	79.44	77.00	−22.87	0.00	100.00	0.44	0.07
果心大小 Fruit core size	0.34	0.31	0.32	0.33±0.05	15.87	0.19	0.46	102.56	2.56	39.43	32.00	0.10	0.09
果形指数 Fruit shape index	1.00	0.96	0.98	0.85±0.05	6.28	0.72	1.05	86.50	−13.50	1.14	96.57	0.36	0.60
果梗长度 Stalk length/mm	35.14	37.94	36.54	37.75±6.15	16.28	22.55	54.12	103.32	3.32	45.14	36.00	0.11	−0.38
果梗粗度 Stalk thickness/mm	2.55	2.54	2.54	2.33±0.29	12.34	1.74	3.42	91.67	−8.33	18.86	76.00	0.37	0.58

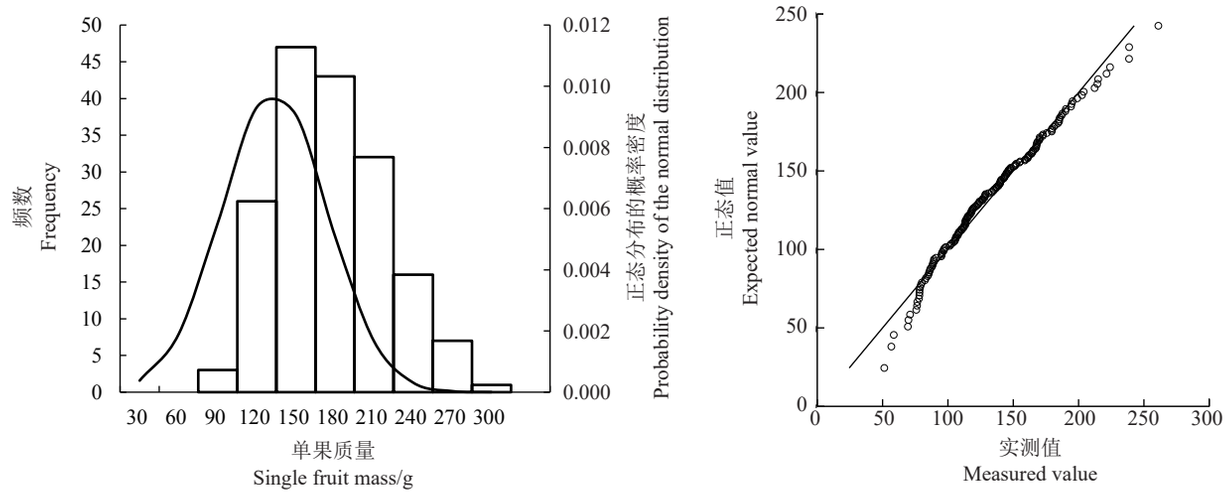

图 1　杂交 F_1 代单果质量的正态分布 Q-Q 图

Fig. 1　Q-Q plot of normal distribution of single fruit mass of F_1 generation

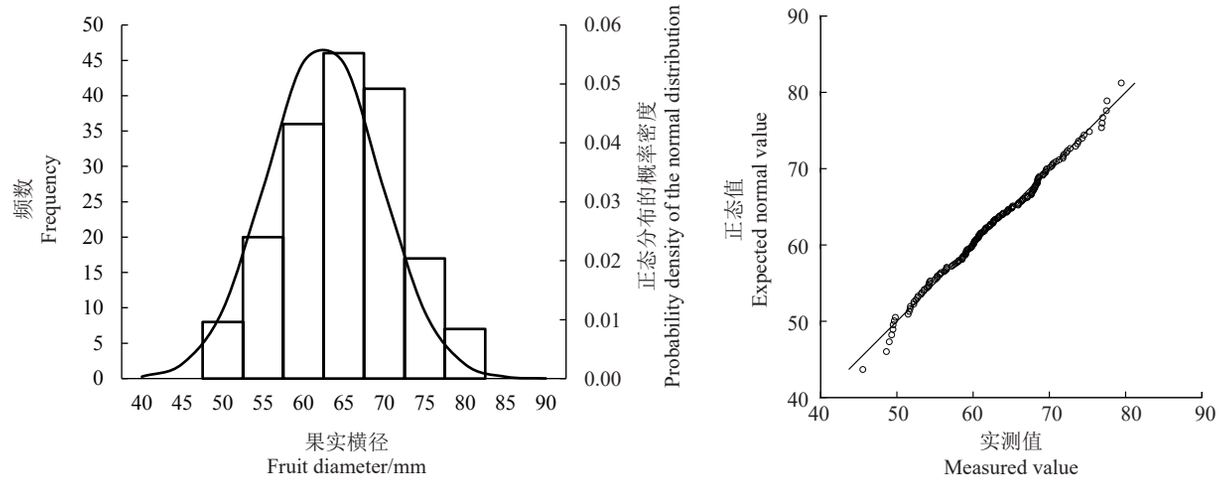

图 2　杂交 F_1 代果实横径的正态分布 Q-Q 图

Fig. 2　Q-Q plot of normal distribution of fruit diameter of F_1 generation

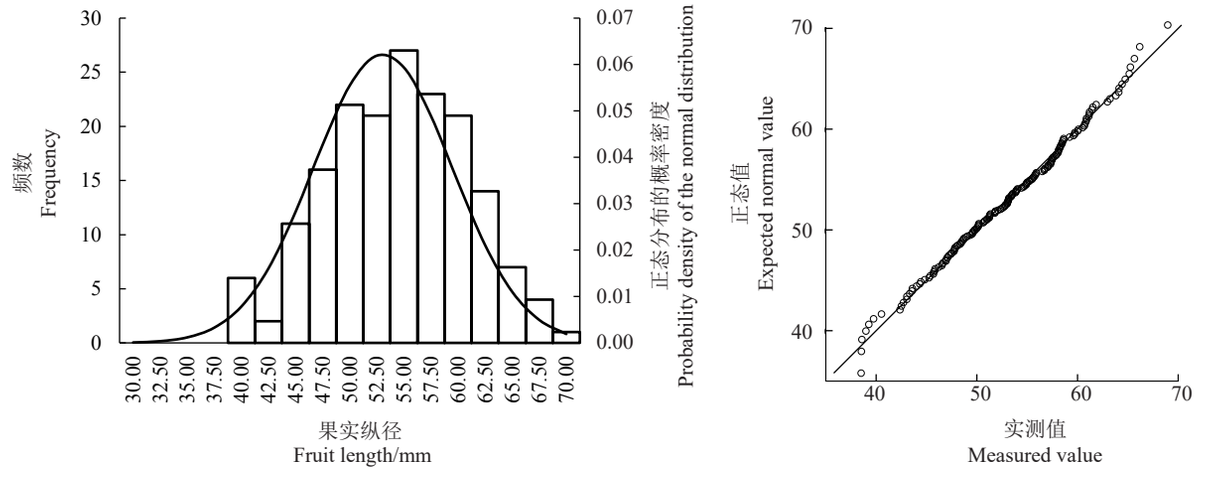

图 3　杂交 F_1 代果实纵径的正态分布 Q-Q 图

Fig. 3　Q-Q plot of normal distribution of fruit length of F_1 generation

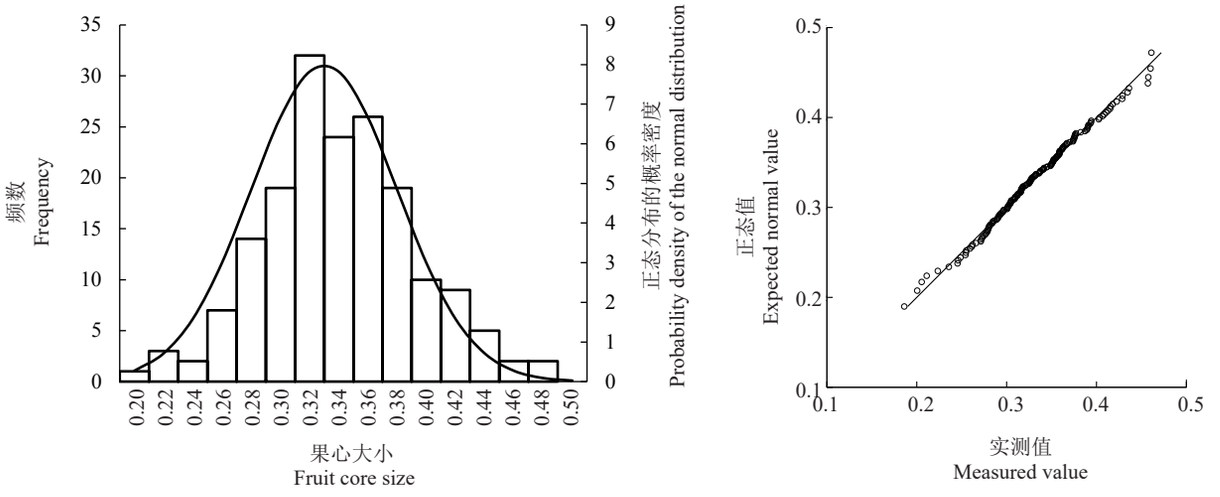

图 4　杂交 F_1 代果心大小的正态分布 Q-Q 图

Fig. 4　Q-Q plot of normal distribution of fruit core size of F_1 generation

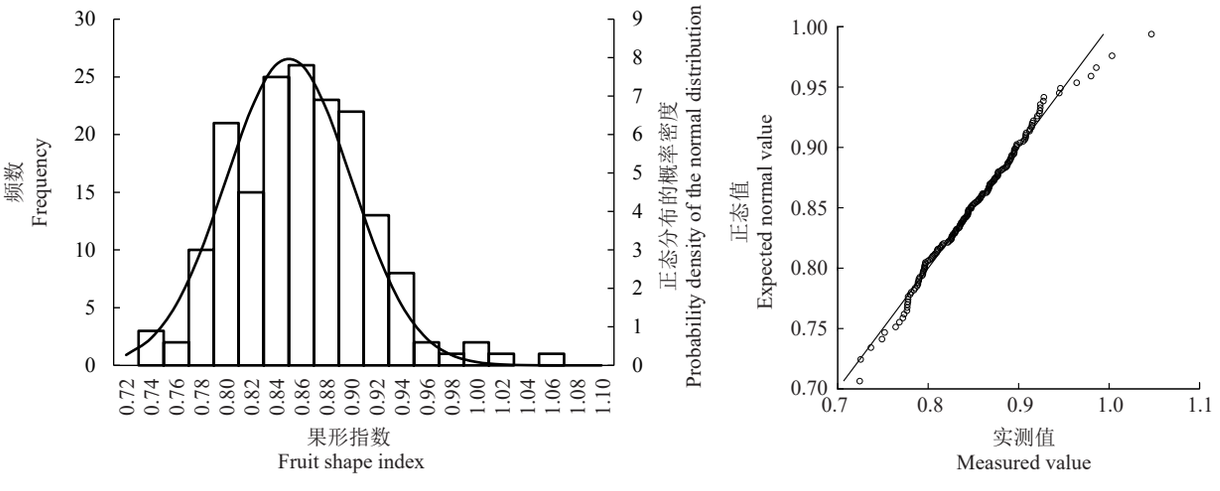

图 5　杂交 F_1 代果形指数的正态分布 Q-Q 图

Fig. 5　Q-Q plot of normal distribution of fruit shape index of F_1 generation

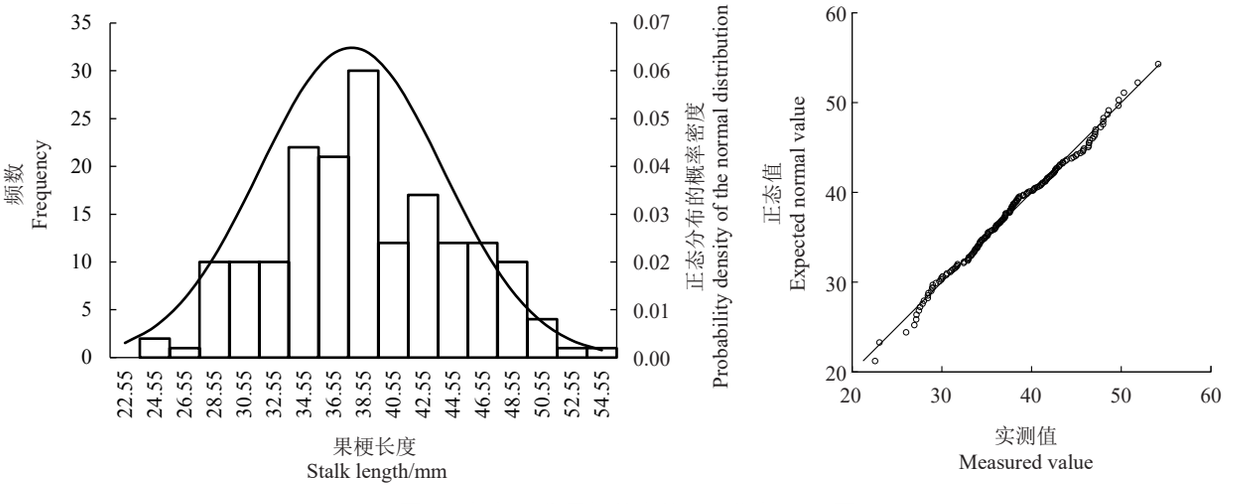

图 6　杂交 F_1 代果梗长度的正态分布 Q-Q 图

Fig. 6　Q-Q plot of normal distribution of stalk length of F_1 generation

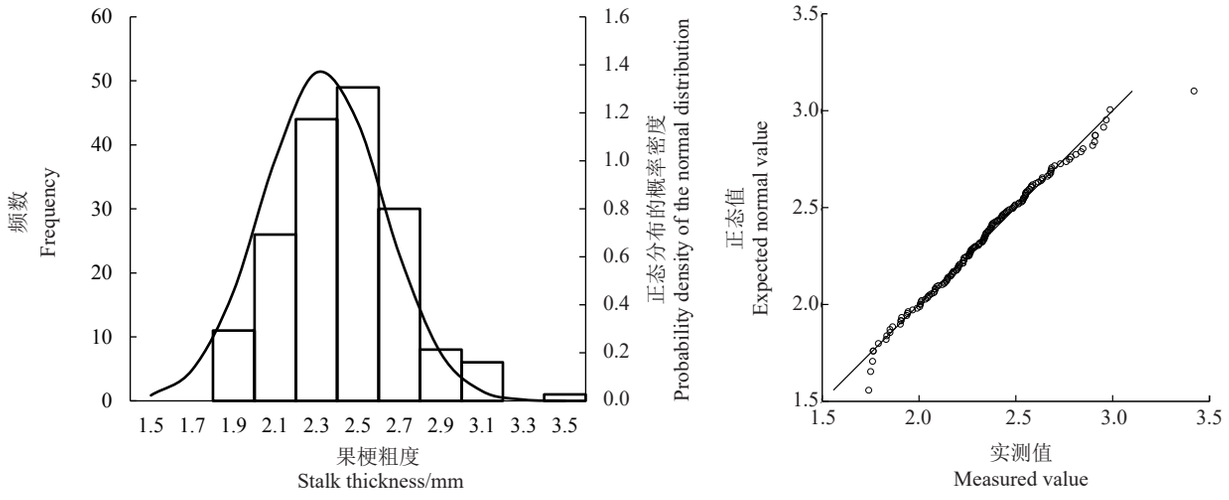

图 7　杂交 F_1 代果梗粗度的正态分布 Q-Q 图

Fig. 7　Q-Q plot of normal distribution of stalk thickness of F_1 generation

表 4　杂交 F_1 代果实内在品质性状的遗传变异情况

Table 4　Genetic variation in intrinsic quality traits of fruits in the F_1 generation

性状 Traits	秋月 Akizuki	玉露香 Yuluxiang	亲中值 Middle parent value	F_1 代平均值±标准差 Mean ± *SD* of F_1 offsprings	变异系数 *CV*/%	最小值 Min.	最大值 Max.	遗传传递力 Heritability/%	优势率 Heterosis rate/%	超高亲率 Higher than parents/%	低低亲率 Lower than parents/%	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis
硬度 Flesh firmness/（kg·cm^{-2}）	2.62	2.94	2.78	6.70±1.37	20.42	3.66	11.13	241.26	141.26	100.00	0.00	0.44	0.07
w（可溶性糖） Soluble sugar content/%	8.59	7.79	8.20	9.10±1.38	15.14	3.54	12.38	110.93	10.93	66.86	17.14	−0.40	0.77
w（可溶性固形物） Soluble solids content/%	14.10	13.50	13.80	14.64±1.48	10.10	9.70	18.00	106.10	6.10	61.71	20.57	−0.18	0.07
固酸比 Solid-acid ratio	156.67	192.86	174.76	163.82±62.94	38.42	33.04	336.00	93.74	−6.26	29.71	50.29	0.54	−0.13
糖酸比 Sugar-acid ratio	95.42	111.27	103.34	100.79±38.39	38.09	23.72	204.22	97.54	−2.46	32.57	48.57	0.58	−0.04
w（可滴定酸） Titratable acid content/%	0.09	0.07	0.08	0.10±0.05	46.69	0.05	0.46	130.25	30.25	15.78	48.86	2.95	16.44

值。杂种后代的果肉硬度的超高亲率为100%，杂种优势最突出，硬度受母本影响大；可溶性糖含量和可溶性固形物含量受父本影响大。而175个杂交后代的可滴定酸含量、固酸比和糖酸比均满足偏态分布，可能为主基因和微效多基因控制的数量性状。3个性状的超高亲率低于低低亲率，整体具有趋低变异的遗传特点，可滴定酸含量受母本玉露香的影响大，固酸比和糖酸比受父本秋月梨影响大。由于杂交后代中糖酸比分离范围大，可以选育和挖掘出一批酸甜适度的梨种质资源。

2.3　杂交 F_1 代果实品质性状的相关性分析

玉露香和秋月杂交后代的13个品质性状间的相关性比较复杂，其中呈极显著正相关的有12个，极显著负相关的有8个（$P<0.01$），显著正相关的有5个，显著负相关的有2个（$P<0.05$）（表5）。

单果质量与果实纵径、果实横径、果梗粗度呈极显著正相关；果实纵径与果实横径、果形指数、果梗粗度呈极显著正相关，与可溶性固形物含量呈显著正相关；果实横径与果梗粗度呈极显著正相关，与可溶性糖含量呈显著正相关；果形指数与固酸比呈显著正相关；果梗粗度与果肉硬度呈显著正相关；果心大小与可滴定酸含量呈显著正相关；可溶性糖含量与可溶性固形物含量、糖酸比呈极显著正相关；可溶性固形物含量与固酸比、糖酸比呈极显著正相关；固

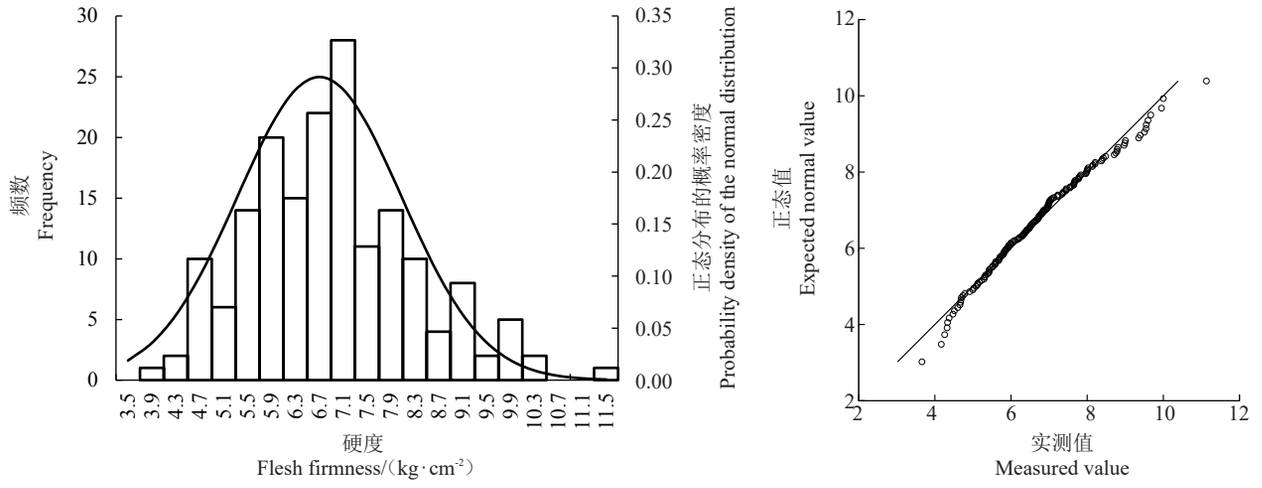

图 8　杂交 F_1 代果肉硬度的正态分布 Q-Q 图

Fig. 8　Q-Q plot of normal distribution of flesh firmness of F_1 generation

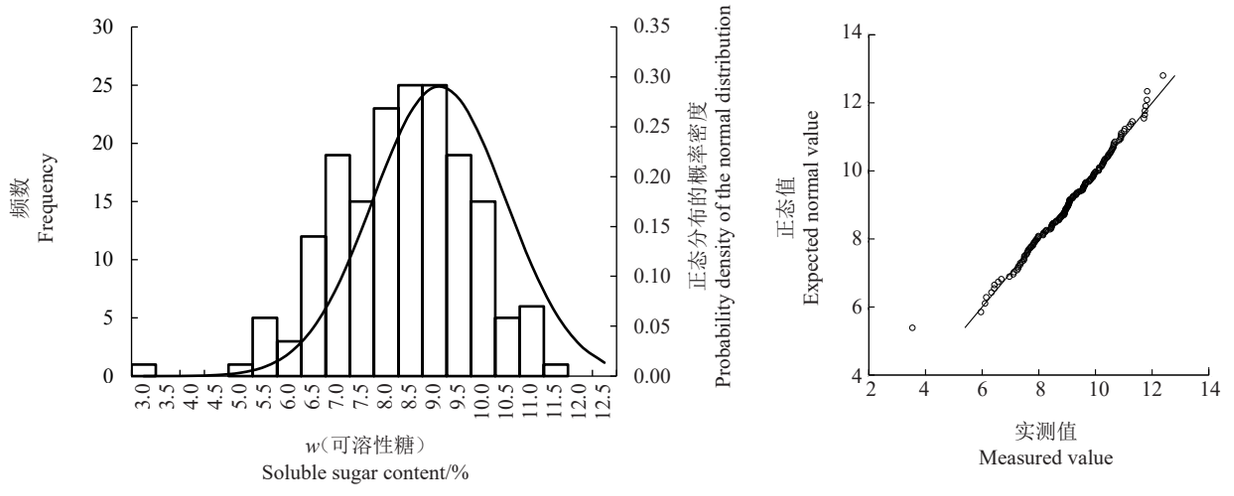

图 9　杂交 F_1 代可溶性糖含量的正态分布 Q-Q 图

Fig. 9　Q-Q plot of normal distribution of soluble sugar content of F_1 generation

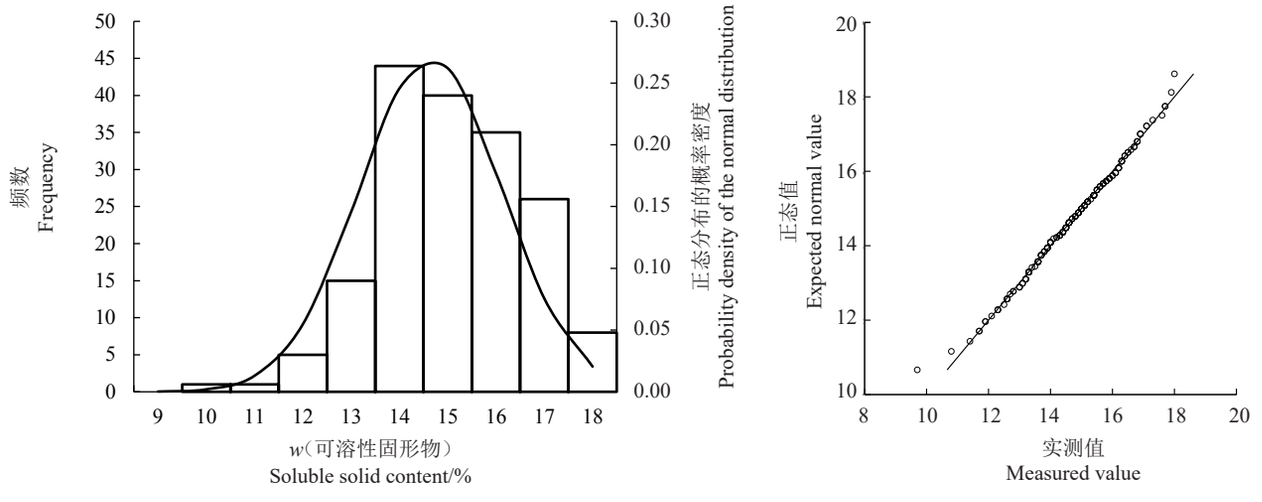

图 10　杂交 F_1 代可溶性固形物含量的正态分布 Q-Q 图

Fig. 10　Q-Q plot of normal distribution of soluble solids content of F_1 generation

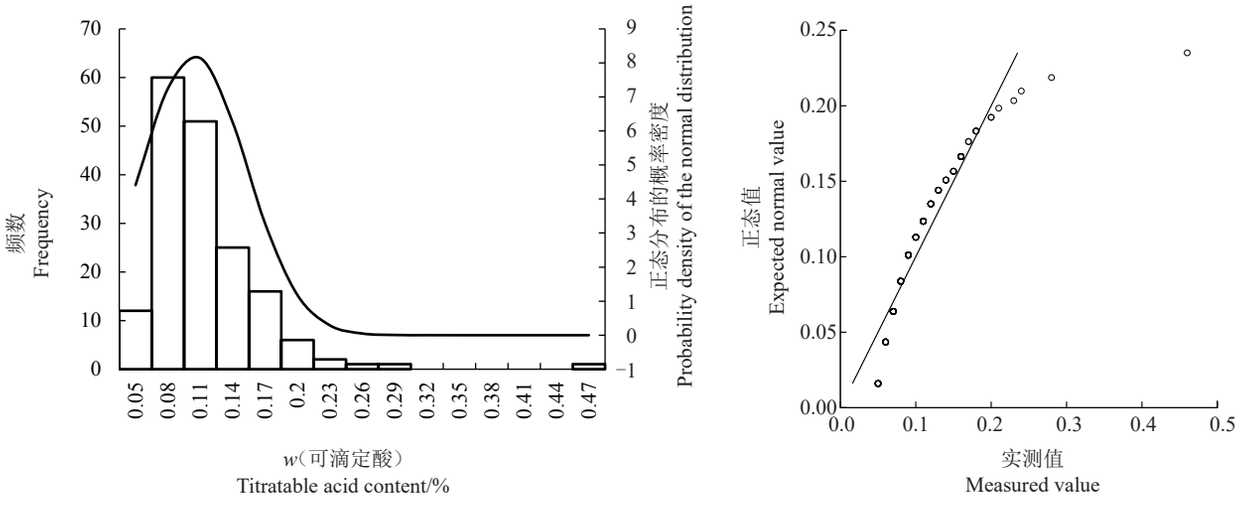

图 11　杂交 F_1 代可滴定酸含量的正态分布 Q-Q 图

Fig. 11　Q-Q plot of normal distribution of titratable acid content of F_1 generation

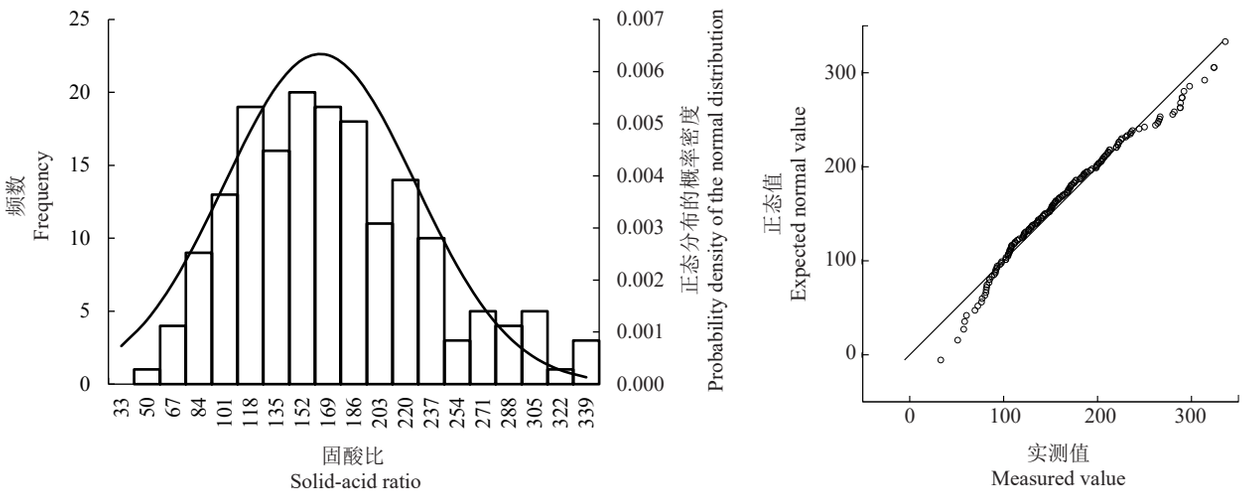

图 12　杂交 F_1 代固酸比的正态分布 Q-Q 图

Fig. 12　Q-Q plot of normal distribution of solid-acid ratio of F_1 generation

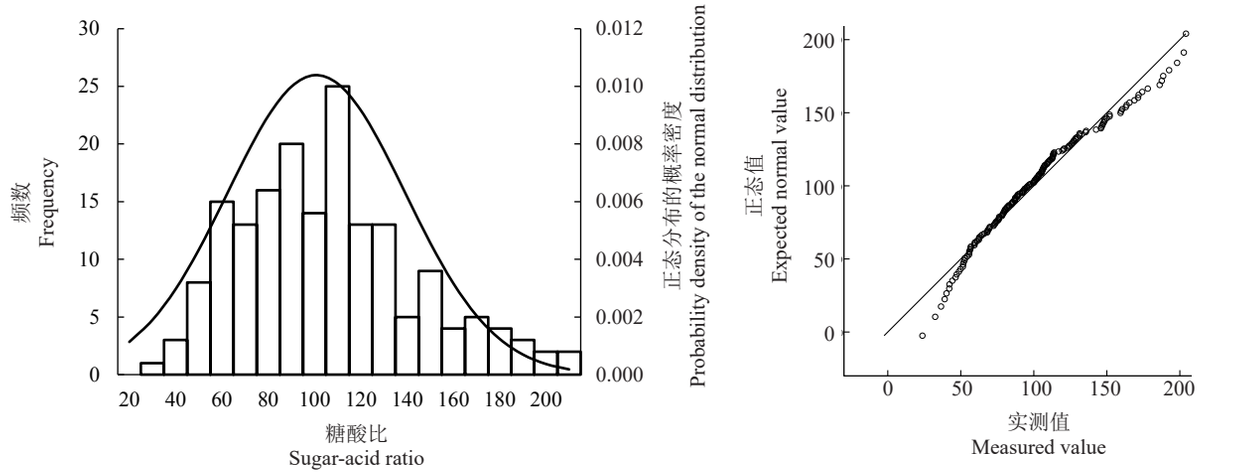

图 13　杂交 F_1 代糖酸比的正态分布 Q-Q 图

Fig. 13　Q-Q plot of normal distribution of sugar-acid ratio of F_1 generation

表 5　杂交 F_1 代品质性状间的相关性分析

Table 5　Correlation analysis between quality traits in the F_1 generation

指标 Index	单果质量 Single fruit mass	果实纵径 Fruit length	果实横径 Fruit diameter	果形指数 Fruit shape index	果梗长度 Stalk length	果梗粗度 Stalk thickness	果肉硬度 Flesh firmness	果心大小 Fruit core size	*w*（可溶性糖） Soluble sugar content	*w*（可溶性固形物） Soluble solids content	*w*（可滴定酸） Titratable acid content	固酸比 Solid-acid ratio	糖酸比 Sugar-acid ratio
单果质量 Single fruit mass	1												
果实纵径 Fruit length	0.864**	1											
果实横径 Fruit diameter	0.931**	0.861**	1										
果形指数 Fruit shape index	0.020	0.413**	−0.106	1									
果梗长度 Stalk length	−0.062	0.017	−0.026	0.075	1								
果梗粗度 Stalk thickness	0.513**	0.437**	0.526**	−0.096	−0.054	1							
果肉硬度 Flesh firmness	0.027	0.051	0.020	0.059	0.074	0.165*	1						
果心大小 Fruit core size	−0.237**	−0.253**	−0.342**	0.112	−0.164*	−0.118	−0.073	1					
w（可溶性糖） Soluble sugar content	0.147	0.114	0.164*	−0.065	−0.054	0.068	−0.207**	−0.024	1				
w（可溶性固形物） Soluble solids content	0.125	0.167*	0.143	0.060	0.034	0.147	0.045	−0.105	0.308**	1			
w（可滴定酸） Titratable acid content	0.021	−0.083	0.015	−0.180*	−0.108	0.062	−0.135	0.188*	0.131	−0.083	1		
固酸比 Solid-acid ratio	0.030	0.129	0.052	0.152*	0.095	0.013	0.147	−0.290**	−0.021	0.359**	−0.796**	1	
糖酸比 Sugar-acid ratio	0.059	0.131	0.085	0.101	0.050	−0.010	0.048	−0.278**	0.294**	0.224**	−0.756**	0.914**	1

注：**. 在 0.01 级别（双尾），相关性极显著；*. 在 0.05 级别（双尾），相关性显著。

Note: **. Extremely significant correlation at the 0.01 level (two-tailed); *. Significant correlation at the 0.05 level (two-tailed).

酸比与糖酸比呈极显著正相关。

单果质量、果实纵径、果实横径均与果心大小呈极显著负相关；果梗长度与果心大小呈显著负相关；果心大小、可滴定酸含量均与糖酸比、固酸比呈极显著负相关；果肉硬度与可溶性糖含量呈极显著负相关；果形指数与可滴定酸含量呈显著负相关。

3　讨　论

单果质量、果实纵径及果实横径是衡量果实大小的主要指标[16]。该杂交群体后代的单果质量、果实横径和果实纵径均符合数量性状的遗传特征，这与刘娟等[17]调查砀山酥梨与苹果梨的杂交后代群体，发现单果质量属于数量性状遗传的结论一致。本文中单果质量、果实纵径和果实横径总体都呈现趋低变异的遗传倾向，低于低值亲本后代占比为100%，这3个性状都表现出退化的趋势。卢明艳等[18]以延边大香水为母本的7个梨杂交组合F_1代为材料，发现单果质量向趋小方向遗传，在欧李上也有体现[19]。同样，董秀娟等[20]发现鄂梨2号×华梨2号杂种后代果实趋向小果遗传。但王宇霖等[21]研究发现鸭梨与金花杂交群体后代的单果质量出现超亲遗传的现象。郭凯丽等[13]发现玉露香和晋蜜梨杂交后代单果质量这一性状偏大果方向遗传。这些差异可能与亲本选配的组合方式有关。

果心的大小关系到可食用部分的多少。果心大小主要集中在0.28~0.38，占总数的68.7%，果心大小的遗传呈趋小的方向回归。由于果心大小在1/3~1/2为中果心，小于1/3的为小果心，大于1/2的为大果心[22]，在此后代群体中中果心与小果心占比分别为84.6%和15.4%，后代以中果心的株系为主，但仍存在一批小果心的株系，说明玉露香与秋月的杂交后代可以选育出一批果心小、可食率高的株系。宫象晖等[23]认为梨杂种后代果心大小的遗传与组合类型有关，李俊才等[24]、魏闻东等[25]发现杂种后代的果心大小呈增大方向的遗传趋势，而孙志红等[26]以香梨为亲本，得到杂交后代果心表现为趋小方向遗传的结果，这与不同的亲本杂交组合有关。因此要根据育种目标选配合适的亲本。孙志红等[26]、吴翠云[27]、张晓杰等[28]均认为小果心的亲本更容易遗传给后代。

果形作为直接评判果实外观的指标，直接影响果实的经济效益。梨果实形态多样，在本试验中，玉露香梨×秋月梨杂种后代的果形出现8种分离，主要是圆形和扁圆形，趋向于秋月梨的比例为32%，趋父本遗传。王家珍等[29]调查南果梨和红巴梨正反交后代的群体，发现果形广泛分离，以圆形为主；吴艳迪等[30]指出梨果实形状属于数量性状，受亲本、杂交组合类型及生长环境影响。

硬度不仅是衡量果实品质的重要参数，也是明确果树成熟的指标。本试验中杂交后代的果肉硬度属于多基因控制的数量性状，主要分布在5.1~7.1 $kg \cdot cm^{-2}$，占总数的56.6%，果实硬度呈现明显趋高遗传。刘娟等[12]通过对玉露香梨与新世纪梨杂交子代果实品质调查，发现果肉硬度出现增大的趋势；白牡丹等[11]研究玉露香与黄冠杂交F_1代果实品质性状时，发现硬度也有增大趋势，这与前人研究结果一致[31]。此外，在苹果上也有这种现象存在[32]。

果梗形态比较复杂，受遗传影响。果梗主要输送水和养分，选育粗果梗也有利于增大果型[33]。杂交后代果梗长度主要表现为趋高遗传，且玉露香梨的长果梗更易遗传给后代，这与张晓杰等[28]、刘娟等[12]研究玉露香梨与新世纪梨的杂交群体的结论一致。杂种后代果梗粗度的平均值小于亲中值，低于低亲值，趋低遗传。本试验中杂交后代果梗粗度与果实大小呈极显著正相关，与孙昊琪等[33]研究砂梨系统和白梨系统杂交后代的果梗粗度与果实大小的关系论述一致，所以白梨与砂梨杂交后代的果梗粗度与果实大小密切相关。

对比以玉露香梨为母本的不同杂交配置组合方式，玉露香梨×黄冠梨[11]杂交后代的单果质量、果形指数趋低遗传，玉露香梨×新世纪梨[12]、玉露香梨×晋蜜梨[13]杂交后单果质量、果形指数表现为趋高遗传。本文中玉露香梨与秋月梨杂交后代的单果质量与果形指数呈趋低遗传。且玉露香梨与黄冠梨[11]、玉露香梨与新世纪梨[12]杂交后代果形均倾向于母本玉露香梨，这与本试验中玉露香梨与秋月梨杂交后代果形倾向于母本玉露香梨结论一致，说明玉露香梨的果形更易遗传给后代。果梗长度上，玉露香梨与黄冠梨[11]杂交后，子代果梗长度的平均值小于亲中值，而玉露香梨与新世纪梨[12]杂交后代果梗长度的平均值高于亲中值，表现为趋高遗传，倾向于高值亲本玉露香梨，这与本文玉露香梨与秋月梨杂交后果梗长度倾向于玉露香梨结论一致。三个组合中，杂交后代的果实硬度的平均值均高于亲中值，并且

都呈现增大趋势的特点，与本试验的结论一致。可溶性固形物含量在遗传上表现不同，玉露香梨与新世纪梨[12]、玉露香梨与晋蜜梨[13]、玉露香梨与黄冠梨[11]杂交后代的可溶性固形物含量的遗传趋势依次为趋低遗传、趋中遗传、趋高遗传，本试验为趋高遗传。

4 结 论

通过以玉露香梨为母本、秋月梨为父本，测定父母本及杂交后代的果实描述型性状及数值型品质性状指标。结果显示13个品质性状均为多基因控制的数量性状，揭示了梨果实杂交后代品质性状遗传变异规律，同时分析了品质性状指标间的相关性，为优质梨新品种的选育提供了依据。

参考文献 References：

[1] 殷晨，田路明，曹玉芬，董星光，张莹，霍宏亮，齐丹，徐家玉，刘超 . 梨果实糖酸研究进展[J]. 果树学报，2023，40(12)：2610-2623.
YIN Chen，TIAN Luming，CAO Yufen，DONG Xingguang，ZHANG Ying，HUO Hongliang，QI Dan，XU Jiayu，LIU Chao. Research progress in sugar and acid in pear fruit[J]. Journal of Fruit Science，2023，40(12)：2610-2623.

[2] 张绍铃 . 当前我国梨产业发展面临的重大问题和对策措施[J]. 中国果业信息，2016，33(12)：12-14.
ZHANG Shaoling. The current development of China’s pear industry facing major problems and countermeasures information[J]. China Fruit News，2016，33(12)：12-14.

[3] 安金明，潘文明，李云峰，苗秀晨 . 无公害梨优质高效生产技术[J]. 中国林副特产，2014(2)：50-52.
AN Jinming，PAN Wenming，LI Yunfeng，MIAO Xiuchen. High-quality and efficient production technology of pollution-free pear[J]. Forest By-Product and Speciality in China，2014(2)：50-52.

[4] DE OLIVEIRA R P，AGUILAR-VILDOSO C I，MACHADO M A. Genetic divergence among hybrids of‘Cravo’mandarin with‘Pêra’sweet orange[J]. Scientia Agricola，2003，60(1)：115-118.

[5] 潘依玲，鲍荆凯，陈万年，吴翠云，王玖瑞，刘孟军，闫芬芬 . 枣JMS2×交城5号F_1代果实性状遗传分析与优系筛选[J]. 果树学报，2023，40(6)：1085-1098.
PAN Yiling，BAO Jingkai，CHEN Wannian，WU Cuiyun，WANG Jiurui，LIU Mengjun，YAN Fenfen. Genetic analysis of fruit traits and selection of superior lines in F_1 generation of jujube JMS2 × Jiaocheng 5[J]. Journal of Fruit Science，2023，40(6)：1085-1098.

[6] 朱启轩，李晓颖，武军凯，葛航，陈俊伟，徐红霞 . 枇杷F_1代果实性状遗传倾向分析及综合品质评价[J]. 园艺学报，2024，51(6)：1201-1215.
ZHU Qixuan，LI Xiaoying，WU Junkai，GE Hang，CHEN Junwei，XU Hongxia. Genetic tendency analysis and comprehensive evaluation of the fruit traits in loquat F_1 generation[J]. Acta Horticulturae Sinica，2024，51(6)：1201-1215.

[7] 黄婉莉，张冬敏，符喜喜，陈心怡，张朝坤 . 番石榴杂交F_1代基于SRAP标记的鉴定及果实性状的遗传倾向分析[J]. 果树学报，2024，41(9)：1731-1745.
HUANG Wanli，ZHANG Dongmin，FU Xixi，CHEN Xinyi，ZHANG Chaokun. Identification by SRAP and genetic tendency analysis of fruit characteristics of hybrids in guava[J]. Journal of Fruit Science，2024，41(9)：1731-1745.

[8] 程瀚远，郑杰荣，徐宸宇，伊华林，吴巨勋 . HB柚×华柑4号杂交后代柑橘果实相关性状遗传分析[J]. 果树学报，2025，42(1)：72-81.
CHENG Hanyuan，ZHENG Jierong，XU Chenyu，YI Hualin，WU Juxun. Genetic analysis of citrus fruit-related traits in the progeny of HB Pomelo × Huagan No. 4 hybrids[J]. Journal of Fruit Science，2025，42(1)：72-81.

[9] 王燕，刘针杉，张静，杨鹏飞，马蓝，王旨意，涂红霞，杨绍凤，王浩，陈涛，王小蓉 . 中国樱桃杂交F_1代花和果实若干性状遗传倾向分析[J]. 园艺学报，2022，49(9)：1853-1865.
WANG Yan，LIU Zhenshan，ZHANG Jing，YANG Pengfei，MA Lan，WANG Zhiyi，TU Hongxia，YANG Shaofeng，WANG Hao，CHEN Tao，WANG Xiaorong. Inheritance trend of flower and fruit traits in F_1 progenies of Chinese cherry[J]. Acta Horticulturae Sinica，2022，49(9)：1853-1865.

[10] 李玉姗，肖菁，马越，田超，赵连佳，王帆，宋羽，蒋程瑶 . 169份番茄种质资源表型性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 中国农业科学，2024，57(18)：3671-3687.
LI Yushan，XIAO Jing，MA Yue，TIAN Chao，ZHAO Lianjia，WANG Fan，SONG Yu，JIANG Chengyao. Identification and evaluation of phenotypic characters and genetic diversity analysis of 169 tomato germplasm resources[J]. Scientia Agricultura Sinica，2024，57(18)：3671-3687.

[11] 白牡丹，郝国伟，张晓伟，杨盛，郭黄萍 .‘玉露香梨’与‘黄冠’梨杂交后代果实性状遗传倾向的初步研究[J]. 中国果树，2017（增刊1）：13-16.
BAI Mudan，HAO Guowei，ZHANG Xiaowei，YANG Sheng，GUO Huangping. Primary research on genetic tendency of fruit characters in hybrid progenies between‘Yuluxiangli’and‘Huangguan’pear cultivars[J]. China Fruits，2017(Suppl. 1)：13-16.

[12] 刘娟，郭凯丽，丁保朋，李六林，杨盛 . 玉露香梨与新世纪梨杂交后代果实性状遗传趋势的初步研究[J]. 中国果树，2023(5)：98-102.
LIU Juan，GUO Kaili，DING Baopeng，LI Liulin，YANG Sheng. Preliminary study on the genetic trend of fruit traits in the hybrid progenies of‘Yuluxiang’and‘Shinseiki’pear[J]. China

Fruits，2023(5)：98-102.

[13] 郭凯丽，刘娟，余小梅，杨盛 . 梨杂交后代果实主要性状遗传倾向的初步研究[J]. 西北农林科技大学学报（自然科学版），2024，52(9)：97-108.
GUO Kaili，LIU Juan，YU Xiaomei，YANG Sheng. A preliminary study on genetic tendency of main fruit traits of pear crossbred offspring[J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)，2024，52(9)：97-108.

[14] 曹玉芬，刘凤之，胡红菊，张冰冰 . 梨种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京：中国农业出版社，2006：5-8.
CAO Yufen，LIU Fengzhi，HU Hongju，ZHANG Bingbing. Descriptors and data standard for pear (*Pyrus* spp.)[M]. Beijing：China Agriculture Press，2006：5-8.

[15] 赵崇斌，郭乙含，李舒庆，徐红霞，黄天启，林顺权，陈俊伟，杨向晖 . 宁海白×大房枇杷 F_1 杂交群体果实性状的相关性及遗传分析[J]. 果树学报，2021，38(7)：1055-1065.
ZHAO Chongbin，GUO Yihan，LI Shuqing，XU Hongxia，HUANG Tianqi，LIN Shunquan，CHEN Junwei，YANG Xianghui. Correlation and genetic analysis of fruit traits in F_1 hybrid population of loquat generated from Ninghaibai × Dafang[J]. Journal of Fruit Science，2021，38(7)：1055-1065.

[16] 周立，罗聪，何堂熹，余海霞，何新华 . 杧果种质资源果实性状的多样性分析与评价[J]. 基因组学与应用生物学，2020，39(6)：2683-2691.
ZHOU Li，LUO Cong，HE Tangxi，YU Haixia，HE Xinhua. Diversity analysis and evaluation of mango germplasm resources based on fruit traits[J]. Genomics and Applied Biology，2020，39(6)：2683-2691.

[17] 刘娟，郭凯丽，杨盛 . ‘砀山酥梨’与‘苹果梨’杂交后代果实性状遗传趋势研究[J]. 中国南方果树，2023，52(3)：130-133.
LIU Juan，GUO Kaili，YANG Sheng. Study on the genetic trend of fruit traits of hybrids between ‘Dangshan’ pear and ‘Apple’ pear[J]. South China Fruits，2023，52(3)：130-133.

[18] 卢明艳，王强，闫兴凯，武春昊，赵滢，张茂君 . 梨杂交 F_1 果实性状遗传倾向分析[J]. 植物遗传资源学报，2024，25(2)：294-302.
LU Mingyan，WANG Qiang，YAN Xingkai，WU Chunhao，ZHAO Ying，ZHANG Maojun. Analysis of fruit trait genetics in F_1 plants of *Pyrus* species[J]. Journal of Plant Genetic Resources，2024，25(2)：294-302.

[19] 刘雅茹，张璐，叶浩佳，王辰怡，穆霄鹏，张帅，张建成，王鹏飞 . 欧李‘农大 7 号’和‘DS-1’杂交 F_1 代果实性状的遗传变异分析[J]. 山西农业大学学报（自然科学版），2025，45(1)：41-51.
LIU Yaru，ZHANG Lu，YE Haojia，WANG Chenyi，MU Xiaopeng，ZHANG Shuai，ZHANG Jiancheng，WANG Pengfei. Genetic variation analysis of fruit traits in F_1 generation of *Cerasus humilis* ‘Nongda 7’ × ‘DS-1’ hybrids[J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition)，2025，45(1)：41-51.

[20] 董秀娟，杨晓平，杜威，范净，胡红菊 . 梨 F_1 代果实品质性状遗传规律分析[J]. 北方园艺，2022(7)：23-29.
DONG Xiujuan，YANG Xiaoping，DU Wei，FAN Jing，HU Hongju. Analysis of heredity of pear fruit F_1 generation quality traits[J]. Northern Horticulture，2022(7)：23-29.

[21] 王宇霖，魏闻东，李秀根 . 梨杂种后代亲本性状遗传倾向的研究[J]. 果树科学，1991，8(2)：75-82.
WANG Yulin，WEI Wendong，LI Xiugen. Studies on the trends of inheritance of commercial characteristics of crossed Chinese pear parents in their progenies[J]. Journal of Fruit Science，1991，8(2)：75-82.

[22] 薛大虎，程嘉宝，张银军，宋玟萱，何天明，张峰 . 库尔勒香梨与翠冠杂交后代若干果实性状遗传规律初探[J]. 天津农业科学，2024，30(11)：8-13.
XUE Dahu，CHENG Jiabao，ZHANG Yinjun，SONG Wenxuan，HE Tianming，ZHANG Feng. Preliminary study on the genetic patterns of several fruit traits in the hybridized offspring of Korla pear and Cuiguan pear[J]. Tianjin Agricultural Sciences，2024，30(11)：8-13.

[23] 宫象晖，邵永春，黄粤，尹涛，沙广利 . 梨杂种果质量、耐贮性及果心大小的遗传倾向[J]. 果树学报，2006，23(4)：515-518.
GONG Xianghui，SHAO Yongchun，HUANG Yue，YIN Tao，SHA Guangli. Study on the inheritance of pear fruit characteristics[J]. Journal of Fruit Science，2006，23(4)：515-518.

[24] 李俊才，伊凯，刘成，隋洪涛，王家珍 . 梨果实部分性状遗传倾向研究[J]. 果树学报，2002，19(2)：87-93.
LI Juncai，YI Kai，LIU Cheng，SUI Hongtao，WANG Jiazhen. Studies on the trend of inheritance of some characters of pear fruit[J]. Journal of Fruit Science，2002，19(2)：87-93.

[25] 魏闻东，李秀根 . 早酥梨正反交后代亲本性状的遗传倾向分析[J]. 果树科学，1993，10(4)：218-220.
WEI Wendong，LI Xiugen. Genetic predisposition analysis of parental traits in the progeny of early pear[J]. Journal of Fruit Science，1993，10(4)：218-220.

[26] 孙志红，郝为民，董延年 . 香梨正反交后代亲本性状的遗传[J]. 果树学报，2003，20(2)：84-88.
SUN Zhihong，HAO Weimin，DONG Yannian. Character inheritance of pear variety Xiangli used as maternal or paternal plant in its hybrid progenies[J]. Journal of Fruit Science，2003，20(2)：84-88.

[27] 吴翠云 . 库尔勒香梨杂种后代性状遗传规律及生物学性状的研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2004.
WU Cuiyun. Study on the characters inheritance trend and biological characters of progenies of Kuerlexiangli pear[D]. Yangling：Northwest A & F University，2004.

[28] 张晓杰，吴悦菊，贾卓隆，黄平，周伊鑫，彭建营 . ‘玉露香’与‘新世纪’杂交后代果实性状遗传研究[J]. 河北农业大学学报，2023，46(2)：35-39.
ZHANG Xiaojie，WU Yueju，JIA Zhuolong，HUANG Ping，ZHOU Yixin，PENG Jianying. Genetic studies on fruit characters in hybrid progenies of ‘Yuluxiang’ and ‘Shinseiki’[J]. Jour-

nal of Hebei Agricultural University，2023，46(2)：35-39.

[29] 王家珍，李俊才，沙守峰，蔡忠民，李宏军，姜晓艳 . 南果梨×红巴梨正反交后代遗传倾向分析[J]. 北方园艺，2022(18)：42-46.
WANG Jiazhen，LI Juncai，SHA Shoufeng，CAI Zhongmin，LI Hongjun，JIANG Xiaoyan. Analysis of genetic tendency of reciprocal cross progenies of Nanguo pear × Red Bartlett pear[J]. Northern Horticulture，2022(18)：42-46.

[30] 吴艳迪，樊秀彩，张颖，姜建福，孙磊，王勇，孙锋，刘崇怀 . 果树作物果实形状的研究进展[J]. 分子植物育种，2024，22(14)：4641-4647.
WU Yandi，FAN Xiucai，ZHANG Ying，JIANG Jianfu，SUN Lei，WANG Yong，SUN Feng，LIU Chonghuai. Research progress of fruit shape in fruit crops[J]. Molecular Plant Breeding，2024，22(14)：4641-4647.

[31] 祝朋芳，陈长青 . 草莓两个经济性状遗传特性的研究[J]. 北方果树，2004(3)：8-9.
ZHU Pengfang，CHEN Changqing. A study on genetic traits of two ecnomic characters in strawberry[J]. Northern Fruits，2004(3)：8-9.

[32] 王亚杰，孟蕊，武月妮，杨亚州，赵政阳 . 秦冠、富士苹果杂交后代果实性状遗传趋势分析[J]. 西北农业学报，2014，23(4)：52-59.
WANG Yajie，MENG Rui，WU Yueni，YANG Yazhou，ZHAO Zhengyang. Genetic tendency of fruit characters in apple hybrids of Qinguan and Fuji[J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica，2014，23(4)：52-59.

[33] 孙昊琪，王南南，柳伟杰，马春晖 . 梨果柄特征及其与果实主要经济性状的相关性分析[J]. 西北植物学报，2019，39(8)：1416-1424.
SUN Haoqi，WANG Nannan，LIU Weijie，MA Chunhui. Analysis of pedicel characteristics and its correlation with main economic characters of pear (*Pyrus* spp.)[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2019，39(8)：1416-1424.