

200 份梨资源萼片表型性状评价

解亚容^{1, 2, 3}, 张向展^{2, 3, 4}, 王亚楠^{2, 3}, 杨健^{2, 3}, 王龙^{2, 3, 4}, 王苏珂^{2, 3}, 苏艳丽^{2, 3},
郝峰鸽¹, 薛华柏^{1, 2, 3, 4}

(¹河南科技学院园艺园林学院, 新乡 453003; ²果蔬园艺作物种质创新与利用全国重点实验室/中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009; ³中国农业科学院中原研究中心, 新乡 453004; ⁴楚雄云果产业技术研究院, 云南楚雄 675000)

摘要: 为了解梨种质资源萼片性状的多样性, 分析萼片对果实外观的影响, 本研究对 200 份梨种质资源萼片相关性状进行多样性分析、相关性分析和聚类分析。结果表明, 脱萼率极高和极低的梨种质资源数量显著高于中间各组, 不同脱萼率包含的种质资源数量呈“U”形分布。在萼片脱落的种质资源中, 萼片发育过程可分为离区形成前(落花后 2~4 d)、离区形成期(落花后 5~7 d)和离区形成后(落花后 8~10 d)三个阶段。在萼片宿存和残存的种质资源中, 萼片姿态以“聚合”和“直立”为主。在东方梨中, 脱萼果一般没有萼凸, 宿萼果上的萼凸大多会影响果形; 萼片表型数据分析表明, 萼片厚度、萼片面积在不同种质资源中变异较大, 但对果形没有直接影响。在西洋梨中, 萼片一般薄而小, 对果形影响不大。萼片宿存对果实畸形的分析结果表明, 33 个宿萼品种均存在不同程度的畸形果现象, 宿萼果的畸形果主要包括偏斜果和突萼果 2 种类型, 而残萼果中畸形果为偏斜果, 说明萼片的存在会在一定程度上影响果形, 但并不是唯一因素。相关性分析表明, 脱萼率与萼凸呈显著负相关, 即脱萼率越高, 萼凸越不明显。系统聚类将 200 份梨种质资源分为以脱萼率为主要特征(80.7%~100.0%、16.6%~40.2%、45.5%~78.5%、0.00%~11.9%)的 4 个类群。相关结果为梨种质资源的利用及品种选育提供重要参考。

关键词: 梨; 萼片; 果实品质; 脱萼率

Sepal Phenotypic Evaluation of 200 Pear Germplasm Resources

XIE Yarong^{1, 2, 3}, ZHANG Xiangzhan^{2, 3, 4}, WANG Ya'nan^{2, 3}, YANG Jian^{2, 3}, WANG Long^{2, 3, 4}, WANG Suke^{2, 3},
SU Yanli^{2, 3}, HAO Fengge¹, XUE Huabai^{1, 2, 3, 4}

(¹College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003; ²National Key Laboratory for Germplasm Innovation & Utilization of Horticultural Crops/Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Zhengzhou 450009; ³Zhongyuan Research Center, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Xinxiang 453004; ⁴Chuxiong Yunfruit Industry Technology Research Institute, Chuxiong 675000, Yunnan)

Abstract: In order to understand the diversity of sepal traits in different pear germplasm resources and analyze the effect of sepals on fruit appearance, the diversity analysis, correlation analysis and cluster analysis of

收稿日期: 2024-10-25

网络出版日期:

URL:

第一作者研究方向为梨种质资源, E-mail: jieyarong@yeah..net

通信作者: 薛华柏, 研究方向为梨种质资源、遗传育种及配套栽培技术研究, E-mail: xuehuabai@caas.cn

基金项目: 河南省重点研发项目(24111113500); 云南省重大科技专项计划(202302AE090005); 国家自然科学基金(32202439); 河南省重大科技专项(221100110400); 国家现代农业产业技术体系项目(CARS-28); 中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP); 河南省科技攻关项目(232102110180); 河南省国际科技合作项目(242102521063)

Foundation projects: the Key Research and Development Project of Henan Province (24111113500); the Major Science and Technology Project of Yunnan Province (202302AE090005); the National Natural Science Foundation of China (32202439); the Major Science and Technology Projects of Henan Province (221100110400); the Earmarked Fund for China Agriculture Research System (CARS-28); the Agricultural Science and Technology Innovation Program of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP); the Henan Province Science and Technology Research Project (232102110180); the International Science and Technology Cooperation Project of Henan Province (242102521063)

sepal-related traits of 200 pear germplasm resources were carried out in this study. The results showed that the number of pear germplasm resources with extremely high and low calyx abscission rates was significantly higher than that in other groups, and the number of germplasm resources with different calyx abscission rates showed a U-shaped distribution. For the germplasm resources of sepal abscission, the sepal development process was divided into three stages: before the formation of abscission zone (2-4 days after flowering), during the formation period of abscission zone (5-7 days after flowering), and after the formation of abscission zone (8-10 days after flowering). Among the germplasm resources of persistent calyx and residue calyx, the calyx was mainly exhibited "aggregation" and "upright" posture. In Oriental Pear, calyx-shed fruit generally has no calyx convex, and the calyx convex on the persistent calyx fruit mostly affects the fruit shape. Phenotypic measurement, data analysis and comprehensive evaluation of sepals showed that the thickness and area of sepals varied greatly among different germplasm resources, but had no direct effect on fruit shape. In European Pear, sepals are generally thin and small, and have little effect on fruit shape. The analysis results of sepal persistence on the abnormal fruit showed that 33 varieties of persistent calyx had different degrees of abnormal fruit. The abnormal fruit of persistent calyx fruit mainly included two types: oblique fruit and protruding calyx fruit, while the abnormal fruit in residual calyx fruit was oblique fruit, indicating that the existence of sepal would affect the fruit shape to a certain extent, but it was not the only factor. Correlation analysis showed that the calyx abscission rates were significantly negatively correlated with the calyx convexity, the higher the calyx abscission rates, the less obvious of the calyx convexity. The 200 pear germplasm resources were mainly divided into four categories by cluster analysis, with calyx shedding rate as the main feature (80.7 % - 100.0 %, 16.6 % - 40.2 %, 45.5 % - 78.5 %, 0.00 % - 11.9 %). The results provide an important reference for the utilization of pear germplasm resources and variety breeding.

Key words: Pear; sepals; fruit quality; calyx abscission rate

梨属于蔷薇科 (Rosaceae) 梨属 (*Pyrus* L.) 植物, 是全球最重要的经济作物之一^[1]。中国是梨属植物最重要的起源地之一, 其遗传资源丰富^[2]。萼片是花的最外一轮, 着生于花的下方, 属于叶的变态器官, 构成花萼的各片, 一般呈叶状^[3]。植物果实萼片表现型多样性在植物分类和新品种、野生种等的鉴定及亲缘关系研究中被广泛应用^[4]。萼片通常于花朵开放后自然脱落, 但有些植物的萼片随果实生长直至成熟仍不脱落^[3]。梨的萼片状态与果实品质密切相关^[4], 间接影响梨的商品价值, 同时, 萼片也是梨属植物分类中常用的重要形态特征。根据成熟果实萼片是否脱落, 梨的果实可分为脱萼果和宿萼果。同一品种中, 宿萼果内在品质低于脱萼果, 其较强生长势会促进果实纵向发育, 甚至导致果面凸起, 表现为果形不端正, 萼端凸起等^[3,5-8]。因此, 科学、准确地评价梨种质资源萼片相关性状, 对优异梨种质资源发掘利用、品种改良等有重要意义。

何子顺等^[9]、贾兵等^[10]分别对‘库尔勒香梨’、‘砀山酥梨’的萼片发育规律进行研究,发现脱萼果均会出现花萼变黄、与幼果间有明显分界线的特征。赵碧英等^[4]以 316 份梨品种资源为材料,以 10%为单位将脱萼率分为 10 组,发现梨品种资源在各组的频度分布呈“U”字形,即梨品种资源多表现为极高和极低的脱萼率,脱萼率表现为中等的梨品种资源较少。关于应用植物生长调节剂调控梨果实萼片状态性状的研究已有一些报道,激素状况、环境条件(光照、气温)都一定程度地影响萼片状态^[11-12]。刘婷婷^[13]利用不同浓度 PP₃₃₃ 处理‘玉露香’梨,结果表明 1000 mg·L⁻¹ PP₃₃₃ 的脱萼效果最好;通过对梨的光照、温度及生长势进行调节,其自然脱萼率效果更佳。齐笑笑^[14]以‘库尔勒香梨’为材料,于花期喷施促进/抑制萼片脱落的植物生长调节剂,结果表明,喷施促进萼片脱落的植物生长调节剂会降低花萼、子房中 IAA、GA₃ 含量,促进萼片的脱落。苏艳丽等^[15]研究发现在花期喷施母梨剂、氟硅唑、苯甲·丙环唑、美翠、金村秋均能提高‘库尔勒香梨’果实脱萼率。丁保朋^[5]认为低含量的 IAA、GA、高含量的 ABA 等激素,促进萼片脱落。郝志超^[16]以‘库尔勒香梨’为试验材料,比较脱萼果离区不同部位与宿萼果对应部位植物激素的差异,结果表明离区形成期 ABA 和 GA 起主要作用,二者均在离区上部促进脱落。努尔麦麦提·艾麦提等^[17]以‘库尔勒香梨’为材料,在初花期和盛花期进行增温处理,结果表明在盛花期通过升高温度,会促进离层形成前期同化物积累,从而导致萼片宿存。

目前,梨萼片状态性状机制主要集中在植物生长调节剂、植物激素方面,而关于梨萼片表型性状评价的研究报道较少,对梨种质资源萼片发育规律的研究亦较少。本研究对 200 份梨种质资源的萼片状态、姿态、厚度、面积、萼凸,及畸形果等性状进行调查,综合评价萼片表型性状,及其对果实外观的影响,通过相关性分析和聚类分析,为梨种质资源创新利用和新品种选育奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2023-2024 年在中国农业科学院郑州果树研究所梨种质资源圃(国家园艺种质资源库郑州梨分库)内进行,在资源圃中选取 200 份梨种质资源为试验材料,其中包括白梨 42 份、秋子梨 6 份、砂梨 62 份、西洋梨 14 份、新疆梨 7 份、杂交培育品种 69 份(附表 1)。

1.2 试验方法

1.2.1 萼片发育规律的调查 在花期每隔 2 d 观察‘红酥蜜’和‘丹霞红’2 个品种的萼片发育状况并拍照。

1.2.2 萼片状态、萼片姿态 参照《梨种质资源描述规范和数据标准》^[18],在疏果前调查每份梨种质每株树上的总果数、脱萼果数、宿萼果数、萼片姿态并赋值(表 1)。脱萼率按照赵碧英^[4]的方法划分。萼片姿态选取典型品种,带回实验室用基恩士 VHX-6000 显微镜进行拍照。

脱萼率=脱萼果数/单株总果数×100%;

宿萼率= (宿萼果数+残萼果数) /单株总果数×100%。

表1 萼片性状及赋值

Table1 Sepal traits and assignment

性状	赋值
Traits	Assignment
萼片状态 CS	1=脱落, 2=宿存、残存
萼片姿态 CP	1=聚合, 2=直立, 3=开张, 4=聚合/直立, 5=聚合/开张, 6=直立/开张
萼凸 CC	1=无, 2=有
萼凸对果形的影响程度 EOCCOFS	1=低, 2=中等, 3=高

CS: Calyx state; CP: Calyx posture; CC: calyx convex; EOCCOFS: Effect of calyx convex on fruit shape; The same as below

1.2.3 萼片厚度、面积 在果实成熟期, 以西洋梨(萼片“薄”而“小”)作为参照种质, 采用目测观察法观察萼片厚度、面积。每个宿萼种质选取4个果实, 每个果实随机选取12片发育正常、未受外力挤压变形的萼片, 测定以下2个萼片性状。根据测定结果对萼片厚度、面积建立划分标准(表2)。

萼片厚度: 利用游标卡尺测量萼片基部的厚度。

萼片面积: 用无菌手术刀片从果实基部切取萼片, 将萼片放置于载玻片上, 于基恩士 VHX-6000 显微镜 20 倍视野下观察和测量萼片面积。

表2 萼片性状分级标准

Table 2 Grading standard of sepal traits

性状	分级 Grading		
	1	2	3
Traits			
萼片厚度 ST	薄 Thin	中等 Medium	厚 Thickness
	T<0.3	T≥0.3~0.5	T≥0.5
萼片面积 CA	小 Small	中等 Medium	大 Big
	S<9.0	S≥9.0~15.0	S≥15.0

ST: Sepal thickness; CA: calyx area; The same as below

1.2.4 萼凸 在果实成熟期, 观察每份梨种质的果实萼端有无萼凸, 同时调查其对果形影响程度, 并赋值(表1)。选典型品种拍照记录。

1.2.5 畸形果 在果实成熟期, 选取兼具33份宿萼果、残萼果的梨种质进行观察, 调查每份梨种质的宿萼果总数以及宿萼果中的偏斜果数、突萼果数, 残萼果总数及残萼果中的偏斜果数。选典型品种的宿萼果和残萼果拍照记录。

宿萼果: 偏斜果率=宿萼果中的偏斜果数/宿萼果总数×100%

突萼果率=宿萼果中的突萼果数/宿萼果总数×100%

残萼果: 偏斜果率=残萼果中的偏斜果数/残萼果总数×100%

1.3 数据分析

使用 Excel 和 SPSS 23.0 软件对数据进行统计分析, 计算各性状的平均值、标准差和变异系数。采用

Origin 2021 对萼片表型性状、萼凸有无的统计数据进行分析。基于萼片状态性状，采用 SPSS 23.0 中系统聚类组间聚合的方法对 200 份梨种质资源进行聚类，采用平方欧氏距离得到聚类成员表，用 Origin 2021 中距离总和的方法绘制聚类结果的环形图。

2 结果与分析

2.1 萼片发育动态

根据有无离区的形成判断梨萼片是否脱落。由图 1 可以看出，萼片脱落的种质资源，萼片发育经过离区形成前（落花后 2~4 d）、离区形成期（落花后 5~7 d）和离区形成后（落花后 8~10 d）三个主要阶段。离区形成前，‘红酥蜜’（萼片脱落品种）和‘丹霞红’（萼片宿存品种）萼片与果实之间未出现离层，两者萼片状态相似（图 1A、E）；在离区形成期，脱萼种质资源在萼筒下部与幼果之间已出现明显分界线，萼片开始黄化（图 1B）；而宿萼种质资源萼筒下部与幼果间并无离区分界（图 1F）；离区形成后，脱萼种质资源萼片逐渐与果实萼端分离，直至完全脱落（图 1C、D），而宿萼种质资源的萼片随果实发育至成熟仍不脱离（图 1G、H）。



A-D : 红酥蜜（萼片脱落）萼片发育动态图；E-H: 丹霞红（萼片宿存）萼片发育动态图。A、E: 离区形成前，B、F: 离区形成期，C、D、G、H: 离区形成后

A-D: Hongsumi (shedding) sepal development dynamic diagrams; E-H : Danxiahong (persistent) sepal development dynamic diagrams. A、E : before the formation of the abscission zone, B、F : the formation period of the abscission zone, C、 D、 G、 H : after the formation of the abscission zone

图 1 萼片发育动态图

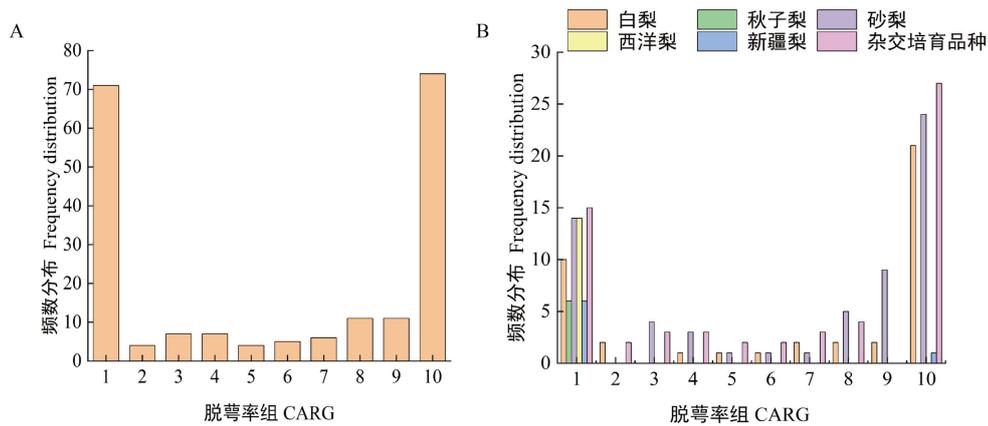
Fig. 1 Dynamics of sepal development

2.2 萼片性状

2.2.1 萼片状态 根据脱萼率不同，按照每 10%的间隔，将 200 份梨种质资源划分为 10 组。结果表明，200 份梨种质资源的脱萼率在不同组别中的分布差异较大，整体呈“U”形分布（图 2A），脱萼和宿萼对应的种质资源数量分别为 71 和 74 份，分别占参试资源份数的 35.5%和 37.0%；而脱萼率介于 10%和 90%的其余 8

组种质资源数仅占参试资源份数的 27.5%。

其中，杂交培育品种在不同脱萼率组中均有分布，其脱萼率分布与 200 份梨种质资源总体趋势一致，也呈“U”形分布（图 2A-B）；白梨和砂梨系统在脱萼率极高（90~100%）和脱萼率极低（0~10%）的组别中分布最多，其余组别分布较少（图 2B）。此外，有的资源在一些脱萼率组中的资源份数为 0，如秋子梨、西洋梨系统的脱萼率均只存在于第 1 组（脱萼率<10%）；新疆梨系统的脱萼率仅存在于第 1 和第 10 组，分别占所调查总参试新疆梨资源份数的 85.7%和 14.3%。总体而言，除秋子梨和西洋梨外，其余资源以脱萼率极高和极低为主，而西洋梨和秋子梨系统几乎都是宿萼类型。



A: 脱萼率整体分布图; B: 不同栽培系统的脱萼率频数分布图; 1: 0~10%; 2: 10%~20%; 3: 20%~30%; 4: 30%~40%; 5: 40%~50%; 6: 50%~60%; 7: 60%~70%; 8: 70%~80%; 9: 80%~90%; 10: 90%~100%

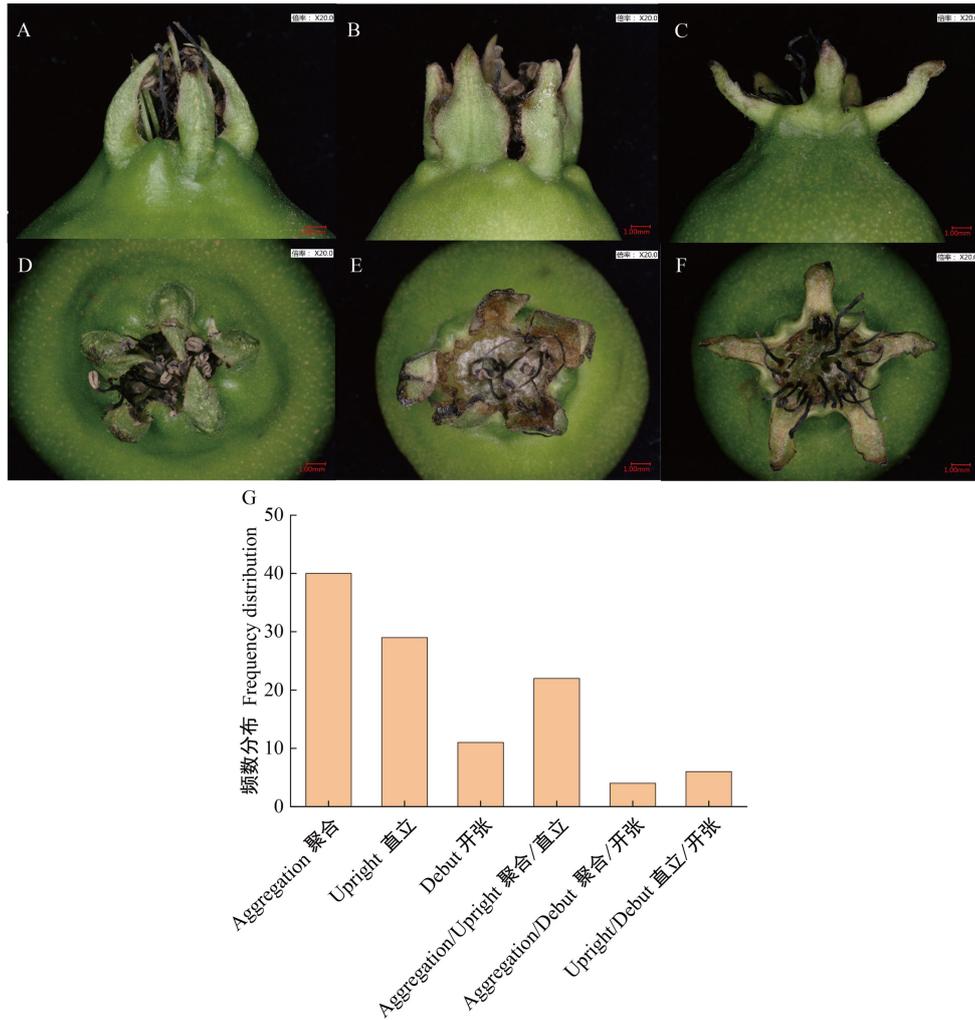
A: The overall distribution diagram of the calyx abscission rate; B: The frequency distribution of calyx abscission rate in different cultivation systems

CARG: Calyx abscission rate group

图 2 脱萼率频数分布图

Fig. 2 Frequency distribution of calyx abscission rate

2.2.2 萼片姿态 统计结果表明，萼片宿存的梨种质资源中，萼片姿态有“聚合”、“直立”和“开张”3种类型（图 3A-F），同一种质资源中存在单一或两种萼片姿态（图 3G）。不同梨种质资源的萼片姿态总体以“聚合”为主，占全部观察试材的 35.7%，代表品种有砂梨‘甘川’、‘明月’，杂交培育品种‘新梨 7 号’，以及白梨‘张掖长把’、‘泸定懋功梨’等；其次是“直立”姿态的种质资源，占比 25.9%，代表品种有白梨‘油酥’、‘红山梨’，杂交培育品种的‘锦丰’等；种质资源数量最少的为“开张”，占比 9.8%，代表品种有秋子梨‘满园香’、‘八里香’，以及杂交培育品种‘苹果梨’等。两种萼片姿态中以“聚合”/“直立”为主，占全部观察试材的 19.7%，代表品种有秋子梨‘安梨’、‘花盖’，以及砂梨‘三花梨’、‘台湾蜜雪梨’等。总体而言，同一种质资源单一萼片姿态或两种萼片姿态，且均以“聚合”和“直立”为主。



A、D: 聚合; B、E: 直立; C、F: 开张; G: 萼片姿态频数分布图

A、D: Aggregation; B、E: Upright; C、F: Debut; G: Calyx posture frequency distribution diagram

图3 萼片姿态

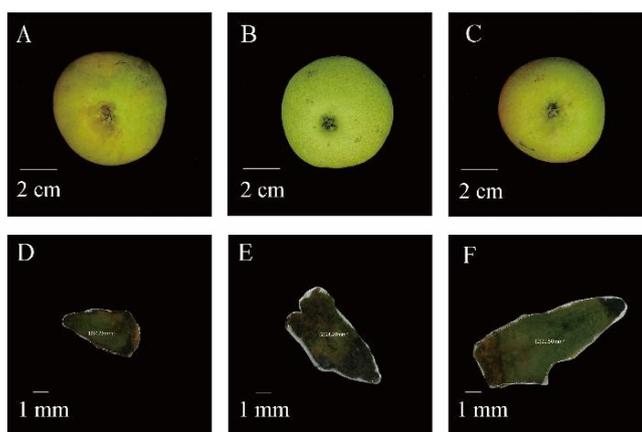
Fig. 3 Calyx posture

2.2.3 萼片厚度和面积 在果实成熟期,对宿萼种质资源的萼片厚度、面积进行观察和测定。其中,西洋梨萼片绝大多数宿存,且萼片一般“小”而“薄”,对果形影响不大,本研究重点分析东方梨的萼片厚度和面积。分析测定结果表明,在东方梨中,萼片厚度和面积在不同种质资源间存在较大差异(图4)。萼片厚度最厚为1.28 mm,最薄为0.17 mm,变异系数为30.2%;萼片面积最大为21.70 mm²,最小为5.73 mm²,变异系数23.8%(表3)。

萼片厚度:在东方梨中,‘锦丰’、‘甘泉’、‘三花梨’等种质资源,萼片“薄”,萼端凸起,大多数果形端正;而‘油酥’、‘恩梨’、‘金川雪梨’等种质资源,萼片厚度“中等”,萼端凸起,大多数果形端正;‘花盖’、‘安梨’、‘面酸梨’等萼片“厚”,萼端凸起,大多数果形端正。但也存在少数梨果实萼片“薄”的种质资源,如‘赤花’、‘棋盘香梨’等;萼片“中等”的种质资源,如‘中翠’、‘玛瑙’等;萼片“厚”的种质资源,如‘可特阿木特’等,其萼端均凸起严重、对果形影响较大(表4)。因此,对多数种质资源

而言，萼片厚度对果形没有直接影响。

萼片面积：在东方梨中，‘红山梨’、‘满园香’、‘八里香’等，萼片“小”，萼端凸起，大多数果形端正；而‘油酥’、‘恩梨’、‘大酸梨’等种质资源，萼片“中等”，萼端凸起，大多数果形端正；‘花盖’、‘满天红’、‘三花梨’等萼片“大”，萼端凸起，大多数果形端正。但也存在少数梨果实萼片“小”的种质资源，如‘七月红香梨’、‘明珠’等；萼片“中等”的种质资源，如‘中翠’、‘玛瑙’等；萼片“大”的种质资源，如‘红香酥’等，其萼端凸起严重、对果形影响不大（表4）。因此，对多数种质资源而言，萼片面积对果形没有直接影响。



A: 甘泉; B: 恩梨; C: 新梨9号; D: 萼片“小”; E: 萼片“中等”; F: 萼片“大”
A: Ganquan; B:Enli; C:Xinli No.9; D: Sepals “small” ; E : Sepals “medium” ; F: Sepals “big”

图4 萼片面积
Fig 4 Calyx area

表3 萼片厚度与面积的变异分析

Table 3 Variation analysis of sepal thickness and area

萼片性状	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数 (%)
Sepal traits	Max.	Min.	Mean	SD	CV
萼片厚度 (mm) ST	1.28	0.17	0.43	0.13	30.23%
萼片面积 (mm ²) CA	21.70	5.73	12.80	3.04	23.75%

表4 部分参试种质资源的萼片性状测定

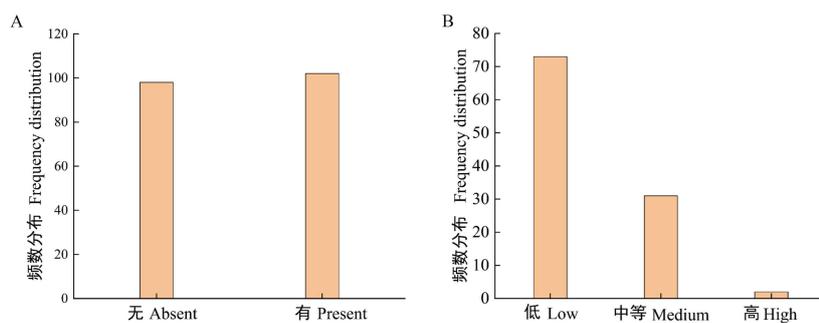
Table 4 Determination of sepal traits of some germplasm resources

物种	品种名	萼片姿态	萼片厚度	萼片面积	萼凸对果形的影响程度
Species	Variety	CP	ST	CA	EOCCOFS
白梨	库尔勒香梨	聚合/直立	0.45	11.49	2
<i>P. bretshneideri</i> Rehd.	油酥	直立	0.43	9.28	1
	恩梨	聚合	0.35	14.09	1
	郑家梨	聚合	0.35	10.80	1
	金川雪梨	聚合	0.36	12.04	1
	红山梨	直立	0.45	7.92	2

	酥梅	直立/开张	0.44	9.42	1
	大酸梨	聚合/开张	0.38	14.62	1
	泸定懋功梨	聚合	0.56	15.70	2
	张掖长把	聚合	0.36	14.87	2
秋子梨	满园香	开张	0.32	6.72	1
<i>P.ussuriensis</i> Max.	红南果	聚合	0.37	12.58	1
	八里香	开张	0.40	6.70	1
	花盖	聚合/直立	0.54	15.65	1
	鸭广	聚合/开张	0.33	8.87	1
砂梨	甘川	聚合	0.32	5.73	1
<i>P.pyrifolia</i> Nakai	甘泉	直立	0.27	8.53	1
	丰月	聚合	0.34	11.89	1
	三花梨	聚合/直立	0.29	16.05	1
	台湾蜜雪梨	聚合/直立	0.33	9.10	2
	二宫白	聚合	0.32	11.19	1
	赤花	直立	0.26	12.38	2
	湘南	直立/开张	0.27	8.09	2
新疆梨	棋盘香梨	开张	0.17	10.39	2
<i>P.sinkiangensis</i> Yü	新疆梨	直立	0.53	16.78	1
	可特阿木特	聚合	0.55	8.59	2
	霍城冬黄	直立	0.38	11.05	2
	面酸梨	聚合	0.53	11.47	1
杂交培育品种	甘梨早 8	聚合	0.64	9.81	1
Hybrid breeding varieties	玉冠	直立	0.40	10.91	1
	玉香	聚合/直立	0.52	17.77	2
	玛瑙	聚合	0.40	11.60	2
	中翠	聚合	0.35	9.44	3
	红香酥	聚合/直立	0.35	16.58	3
	锦丰	直立	0.24	9.33	1
	龙园洋红梨	聚合	0.53	13.20	2
	八月红	聚合	0.35	11.44	2
	丹霞红	聚合	0.36	10.74	2
	早美酥	聚合/直立	1.28	20.03	1
	新梨 7 号	聚合	0.42	11.24	2
	满天红	聚合	0.35	16.92	1
	玉露香	聚合/直立	0.35	13.96	1
	新梨 8 号	聚合	0.34	13.15	1
	美人酥	聚合	0.55	21.74	1
	新梨 9 号	直立	0.65	15.02	1
	金秋	聚合	0.36	9.292	1
	明珠	聚合	0.32	6.49	2
	新梨 6 号	聚合	0.53	11.67	2
	四棱	开张	0.36	15.25	2
	水洞瓜	聚合	0.44	13.93	1

2.3 萼凸

为研究萼凸对果形的影响，于果实成熟期，对 200 份梨种质资源进行分析。结果表明，无萼凸的种质资源所占全部观察试材的 49.0%（图 5A）。其中，在无萼凸的种质资源中，绝大多数萼片脱落，果形端正，比如‘雪花梨’、‘兴隆麻梨’、‘黄县长把’、‘鸭梨’等；在所有观察的种质资源中，萼片脱落的种质资源均不存在萼凸。根据萼凸对果形的影响程度，将萼片宿存且具有萼凸的梨种质资源划分为 3 个等级（表 1）。结果表明，每级占比呈下降趋势（图 5B），其中萼凸对果形影响程度低的种质资源，占全部观察试材的 68.7%，包括‘油酥’、‘恩梨’、‘郑家梨’、‘金川雪梨’等，具有萼凸，萼片多为“中等”，果形端正；萼凸对果形影响程度中等的种质资源占 29.2%，包括‘库尔勒香梨’、‘红山梨’、‘泸定懋功梨’、‘张掖长把’等，具有萼凸，萼片以“中等”为主，果形不端正，萼端凸起；萼凸对果形影响程度高的种质资源占 1.9%，包括‘中翠’、‘红香酥’等，具有萼凸，萼片厚度“中等”，萼片面积“中等”或“大”，果形不端正，萼端凸起严重（图 6）。总体而言，具有萼凸的种质资源的果实萼片均宿存，其萼凸对于果形有较大影响。

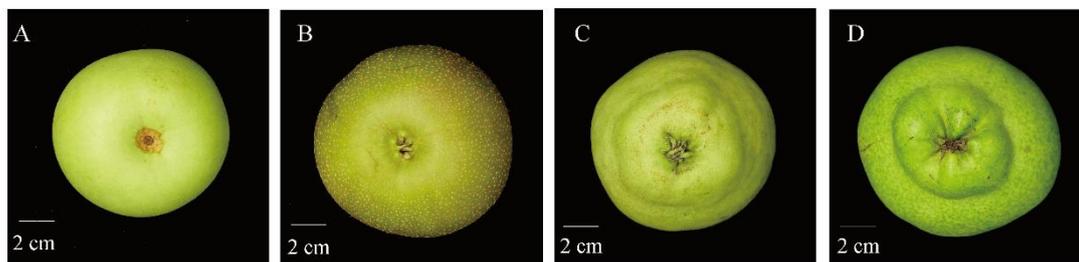


A: 萼凸频数分布图; B: 萼凸对果形的影响程度分布图

A: Calyx convex frequency distribution diagram; B: Effect of calyx convex on fruit shape distribution diagram

图 5 宿萼梨种质资源萼凸分析

Fig. 5 Calyx convex analysis of pear germplasm resources



A: 兴隆麻梨; B: 米黄; C: 泸定懋功梨; D: 中翠

A: Xinglong Mali; B: Miwhang; C: Luding Maogongli; D: Zhongcui

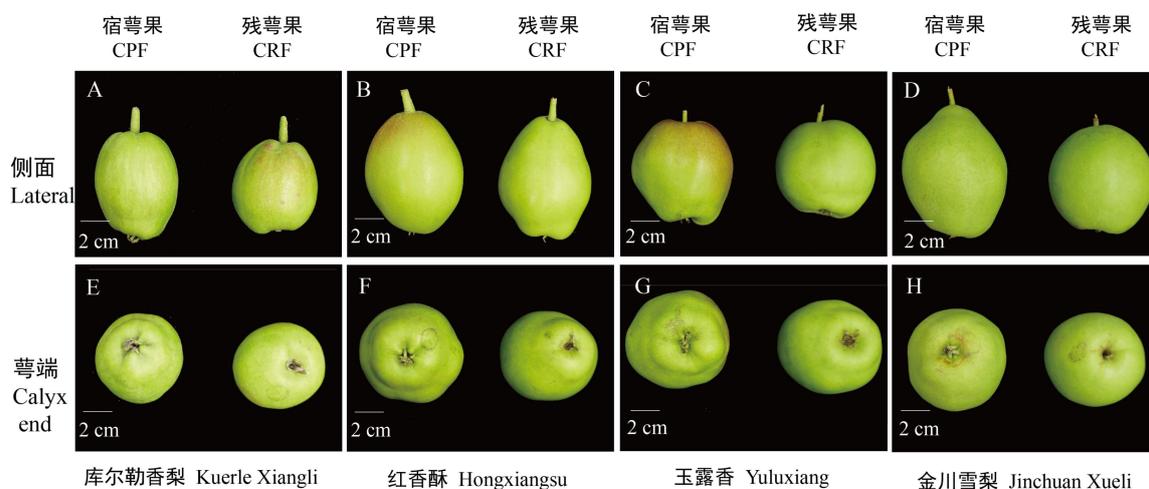
图 6 萼凸评价代表性种质资源

Fig. 6 Representative germplasm resources of calyx convex evaluation

2.4 畸形果观察

调查发现，有 33 份兼有宿萼果、残萼果的种质资源均存在不同程度的果实畸形现象，包括果实偏斜和突萼等。其中，果实偏斜类型主要存在于萼片宿存和残存的种质资源中，突萼类型主要存在于萼片宿存的

种质资源中（图 7，表 5）。在萼片宿存的种质资源中，果实的畸形率和突萼率变异较大，如‘95-7-1’的斜果率为 0%，而‘玉露香’的斜果率为 80%；‘武山糠梨’和‘甘川’突萼果率均为 0%，而‘金香水’的突萼果率是 75%，说明萼片状态不是影响果形的唯一因素。在萼片残存的种质资源中，‘新星’和‘玉冠’的残萼果中斜果率均为 10%，而‘甘梨早 8’的残萼果中斜果率是 85%；其同时还发现萼端凸起的一侧存在萼片，也说明萼片状态会对果形造成影响（表 5）。另外，还发现脱萼的种质资源中也存在少量的畸形果，其中种子少，而且分布不均匀。整体来看，同一梨品种的宿萼、残萼果中的畸形果率 > 脱萼果中的斜果率，还发现‘丰月’、‘圆黄’、‘甘梨早 8’等梨品种的残萼果中的斜果率 > 该品种宿萼果中的畸形果率。因此，萼片的存在会一定程度上影响果形，但并不是唯一因素。



CPF: Calyx-persistence fruit; CRF: Calyx-residue fruit; The same as below

图 7 畸形果的代表性种质资源

Fig. 7 Representative germplasm resources of abnormal fruit

表 5 33 份宿萼果、残萼果的梨种质资源的畸形果率

Table 5 The abnormal fruit rate of 33 pear germplasm resources with persistent calyx fruit and residual calyx fruit

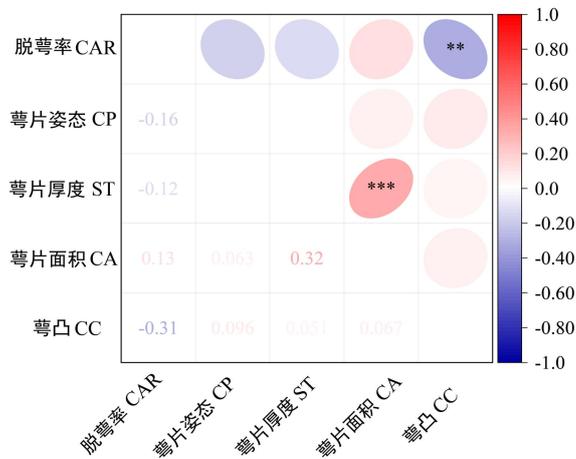
序号 No.	品种名 variety name	脱萼果 CSF		宿萼果 CPF		残萼果 CRF	
		斜果率 (%) FSR	斜果率 (%) FSR	突萼果率 (%) FPR	斜果率 (%) FSR		
1	库尔勒香梨	15	45.00	55.00	40		
2	金川雪梨	10	55.00	35.00	20		
3	武山糠梨	5	20.00	0.00	10		
4	川引一号	15	50.00	5.00	20		
5	彬县老遗生	20	50.00	10.00	30		
6	早金花 1	10	70.00	20.00	30		
7	大头梨	20	20.00	70.00	25		
8	甘川	5	50.00	0.00	10		
9	丰月	15	14.29	14.29	45		
10	新星	10	3.23	12.90	10		
11	圆黄	10	6.25	12.50	20		
12	丰水	15	18.37	8.16	65		
13	秋荣	30	25.00	30.00	70		

14	泸西秋梨	25	21.43	32.14	70
15	甘梨早 8	70	17.81	4.11	85
16	金花早 2	10	40.00	60.00	15
17	玉冠	10	15.79	2.63	10
18	红香酥	40	70.00	30.00	65
19	红酥蜜	10	20.00	30.00	20
20	金香水	20	25.00	75.00	35
21	0803	10	25.00	0.00	10
22	满天红	20	9.09	11.36	60
23	玉露香	30	80.00	20.00	70
24	黄花	10	9.68	45.16	65
25	新鸭梨	45	36.36	45.45	45
26	沙 01	15	50.00	30.00	30
27	香茛	10	50.00	40.00	30
28	伏酥	10	50.00	10.00	25
29	95-7-1	10	0.00	70.00	10
30	金秋	15	7.14	20.00	15
31	明珠	15	70.00	30.00	30
32	早金花 2	15	33.33	58.33	35
33	寒红	15	6.00	50.00	20

CSF: calyx-shedding fruit; FSR: Fruit slope rate; FPR: Fruit protrusion rate

2.5 不同梨种质资源萼片性状间相关性分析

为研究萼片不同性状间的相互关系，对脱萼率、萼片姿态、萼片厚度、萼片面积和萼凸有无间的相关性进行分析（图 8）。结果表明，脱萼率与萼凸呈显著负相关 ($P<0.01$)，相关系数为-0.31，即脱萼率越高，萼凸越不明显。萼片厚度与萼片面积呈极显著正相关 ($P<0.01$)，相关系数为 0.32，即萼片越厚，萼片越大。但也存在一些特殊的梨种质资源，如‘甘川’，‘四棱’，‘安梨’，‘可特阿木特’，‘面酸梨’和‘身不知’等，其萼片并不随萼片变厚而变大。



*, **, ***分别表示在 $P<0.05$, $P<0.01$ 和 $P<0.001$ 水平上显著差异

*, **, *** indicate significant differences at $P<0.05$, $P<0.01$ and $P<0.001$ levels, respectively; CAR: Calyx abscission rate

图 8 梨萼片不同性状和萼凸的相关性分析

Fig. 8 Correlation analysis of different traits of sepals and calyx convex in pears

2.6 基于萼片状态的聚类分析

根据萼片状态，对参试的种质资源进行聚类分析（图 9）。结果表明，200 份梨种质资源被分为 4 个类群，其中，第 I 类群包括 85 份种质资源，占全部试材的 42.5%，该类群种质资源的果实脱萼率为 80.7%~100.0%，其中 74 份为全部脱萼，占第 I 类群的 87.1%；没有萼凸。

第 II 类群：包含 19 份种质资源，占全部试材的 9.5%，该类群种质资源的果实脱萼率为 16.6%~40.2%，萼片姿态以“直立”为主，萼片厚度、面积均为“中等”，萼凸对果形的影响以“低”为主。

第 III 类群：包含 24 份种质资源，占全部试材的 12.0%，该类群种质资源的果实脱萼率为 45.5%~78.5%，萼片姿态以“聚合”或“直立”为主，萼片厚度、面积均为“中等”，萼凸对果形的影响以“低”为主，但也存在极个别例外，如‘红香酥’，其萼凸对果形的影响较“高”。

第 IV 类群：包含 72 份种质资源，占全部试材的 36%，该类群种质资源的果实脱萼率为 0.00%~11.9%，其中 71 份资源全部宿萼，占第 III 类群的 98.6%。萼片姿态以“聚合”为主，萼片厚度、面积均为“中等”，萼凸对果形的影响程度以“低”为主，“中等”次之，而“高”仅有 1 份，是‘中翠’。

整体而言，4 个类群的梨果实萼片状态在形态特征上表现出较大差异，而萼片姿态、萼片厚度等性状各个表现型在第 II、III、IV 类群中均有体现。

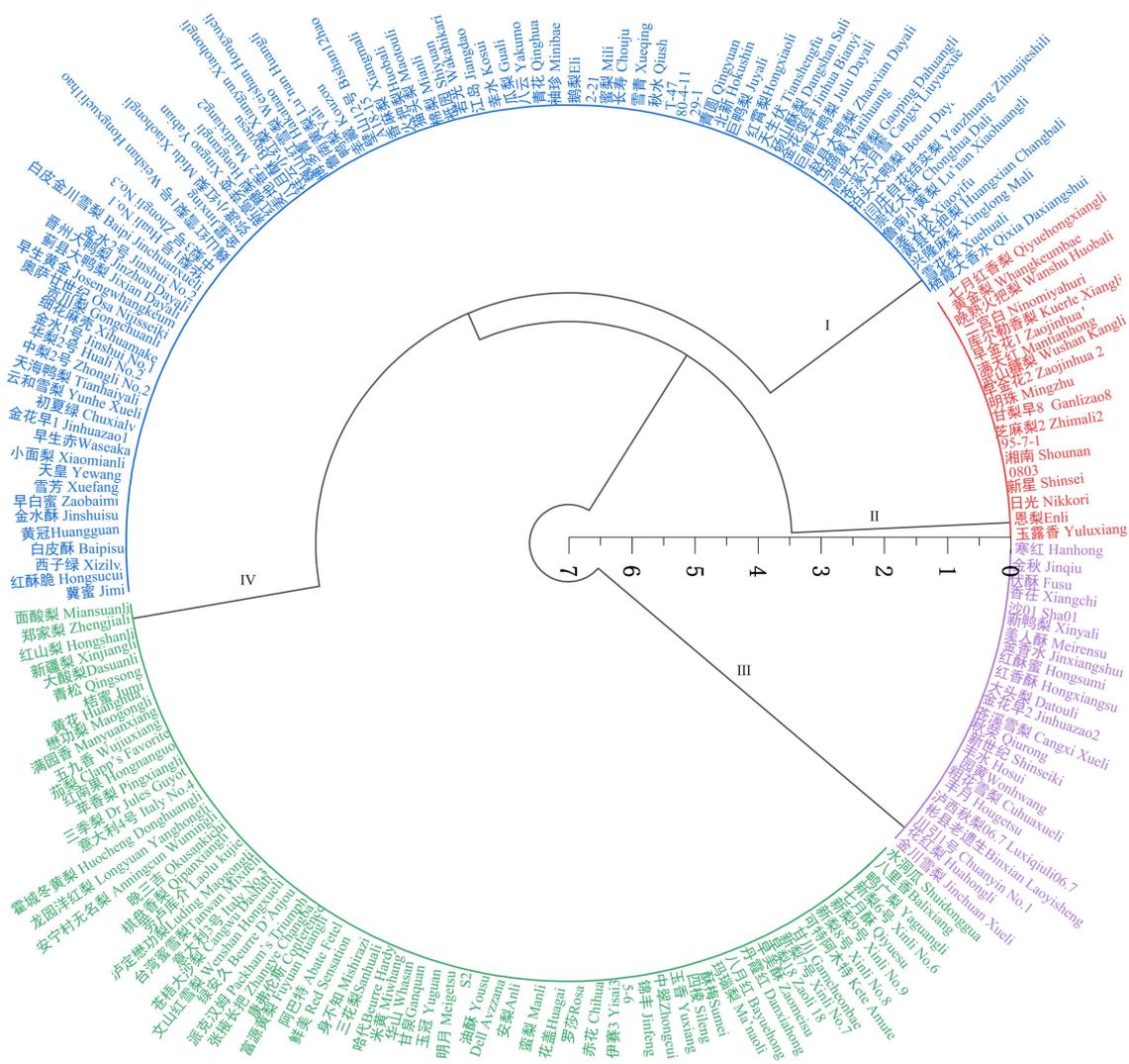


图9 200份梨种质资源的聚类分析
Fig.9 Cluster analysis of 200 pear germplasm resources

3 讨论

器官脱落是指植物组织或器官与母体发生分离的生理过程^[14]。植物器官的脱落经过离区形成、信号传递、器官脱落、保护层形成4个过程^[16]。本研究观察发现在离区形成期（落花后5~7d），脱萼种质资源在萼筒下部与幼果之间已出现明显分界线，随后萼片开始黄化；而宿萼种质资源萼筒下部与幼果间并无离区分界。这与何子顺等^[9]、贾兵等^[10]观察到的脱萼果萼片脱落规律一致。

本研究按栽培系统划分，结果表明杂交培育品种在不同脱萼率组中均有分布，其脱萼率分布与200份梨种质资源总体趋势一致，呈“U”形分布。说明脱萼、宿萼对应的种质资源数量多，脱萼种质资源数量多可能是因为人为选择的结果，而宿萼种质资源数量多可能是因为果实品质好，口感佳，如‘库尔勒香梨’，及以‘库尔勒香梨’为亲本育成的‘新梨6号’、‘新梨7号’、‘红香酥’等梨品种。秋子梨、西洋梨种质

资源几乎都是宿萼，这与滕元文^[19]等的研究结果相近，这是否与驯化选择进程有关，还需进一步探索。本研究还发现脱萼率在 20~90% 区间分布的种质资源数量较少，甚至有的栽培系统的资源份数在某脱萼率范围里为 0，如砂梨系统中‘圆黄’、‘丰月’、‘黄金梨’等可能受气候、树龄、树体营养等环境因素较大，进而影响萼片状态。这与赵碧英等^[4]、何子顺等^[11]结果一致。总体而言，该研究结果为种质筛选、品种选育以及萼片状态性状的调控研究奠定基础。

在萼片形态遗传研究方面，沈渊博等^[20]以萼片包被和上卷的番茄材料为亲本构建遗传群体，利用 SSR 分子标记对番茄萼片形态性状的 QTLs 进行初步定位，检测出 20 个与萼片长、萼片厚、萼片面积、萼片卷曲度等 4 个萼片性状相关的 QTLs。在梨的萼片状态遗传研究中，目前主要集中于利用转录组学和蛋白组学等手段尝试揭示萼片状态机制。如：丁保朋^[5]通过解剖、转录组学等方面分析，表明多效唑（PBZ）通过负向调节生长素信号通路，影响维管束的分布和细胞分裂，进而减缓因宿萼引起的果实强生长势，促进部分组织部位细胞生长发育平衡。Gong 等^[21]利用蛋白组学技术筛选出一些差异蛋白，如 PG 和几丁质酶，可能在萼片脱落过程中发挥关键作用。此外，有人利用遗传群体对萼片状态进行基因定位。Wu 等^[22]以‘八月红’和‘砀山酥梨’杂交 F1 代为材料，通过 SNPs 与 SSRs 的整合构建遗传图谱，发现两个标记与萼片状态连锁。丁保朋^[5]以‘库尔勒香梨’与‘雪花梨’杂交 F1 代的宿存、脱萼集群分离混池重测序（DNA-BSA）定位分析，筛选到 14 个可能参与萼片脱落过程基因，分别是 *JMJD5*、*PP2C*、*ARF*、*MYB44* 等。本研究通过对 200 份梨种质资源萼片性状的调查，并对不同萼片性状赋值，可利用萼片状态差异显著的材料及其创制的遗传群体、自然群体等来对相关基因进行研究。

本研究发现在参试的 200 份种质资源中，脱萼种质资源均不存在萼凸，宿萼种质资源均存在萼凸，这可能和萼片是否脱落有关。宿存的萼片产生的某种激素刺激萼端顶部细胞分裂，使果实萼端突起，导致果形不端正^[23]。对于有萼凸且萼片宿存的梨来说，其果形均受到不同程度的影响。另外，调查中发现脱萼果中也存在少量的畸形果，其中种子少，而且分布不均匀。这可能是由于授粉受精引起的^[24]。萼片状态、萼凸是如何影响果形，这需要进一步探索。

表型性状间的相关性分析可评估次要性状对主要性状遗传增益的影响，为育种中多个性状的有效选择奠定基础^[25]。萼片不同性状相关性分析表明，脱萼率与萼凸呈显著负相关关系（ $P < 0.01$ ），即脱萼率越高，萼凸越不明显。这与萼凸的观察结果一致。聚类分析方法是研究不同样本之间相似性的有效方法，不仅可以评价不同样本之间的性状类型分类，还可反映不同种质材料间的遗传差异^[26]。赵天荣等^[26]以 58 个蟹爪兰品种为材料，对 5 个叶片性状和 11 个花部性状进行系统聚类，结果表明不同品种会因为某个或几个性状的综合相似性而聚集在一起，可以清晰直观地反映品种间的亲缘关系的实质。本研究对萼片状态性状进行聚类分析，结果表明供试品种并未按照栽培系统进行聚类，而是分别分散于各个类群。这可能是由于梨种质资源的部分表型性状可能受到环境的影响导致的^[27]。研究还发现不同品种因萼片状态的相似性聚为一类，这

与赵天荣等^[26]研究结果一致, 该结果为品种选育提供了一定的理论参考。

4 结论

综上所述, 本研究通过观察萼片发育发现有无离区的形成是萼片是否脱落的重要因素, 探究了 200 份梨种质资源的萼片状态、萼片姿态的分布规律, 比较了萼片在东方梨、西洋梨之间对果形变化发现东方梨中萼片厚度、面积对果形没有直接影响, 而萼凸存在会对果形产生一定的影响。还分析了萼片宿存对果实畸形的影响。通过相关性分析发现萼片不同性状间的相互关系, 如脱萼率越高, 萼凸越不明显。通过聚类分析得到以脱萼率为主要特征的 4 个类群。相关结果为梨种质资源利用及育种工作提供一定参考。

参考文献

- [1] D. Potter, T. Eriksson, R. C. Evans, S. Oh, J. E. E. Smedmark, D. R. Morgan, M. Kerr, K. R. Robertson, M. Arsenault, T. A. Dickinson, C. S. Campbell. Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 2007, 266(1-2): 5-43.
- [2] 李秀根, 张绍铃, 张玉星. 中国梨树志. 北京: 中国农业出版社, 2020.
Li X G, Zhang S L, Zhang Y X. *Pears in china*. Beijing: China Agriculture Press, 2020.
- [3] 陈园园, 罗嘉亮, 李凯, 宋宇琴, 李六林. 梨脱萼果与宿萼果品质比较. 北京农学院学报, 2018, 33(1): 15-21.
Chen Y Y, Luo J L, Li K, Song Y Q, Li L L. Comparative studies on quality and texture of leaving calyx and persistent calyx fruits in pear. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2018, 33(1): 15-21.
- [4] 赵碧英, 刘妮, 田瑞, 李六林, 胡红菊, 伍涛, 李雷廷, 张绍铃. 梨品种资源果实萼片及萼洼性状评价. 南京农业大学学报, 2014, 37(4): 53-59.
Zhao B Y, Liu N, Tian R, Li L L, Hu H J, Wu T, Li L T, Zhang S L. Evaluation on calyx characters of *Pyrus pyrifolia* fruit. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2014, 37(4): 53-59.
- [5] 丁保朋. 梨果实萼片对果形的影响及其发育相关基因分析. 太谷: 山西农业大学, 2020.
Ding B P. Study on the effect of the sepal of pear on fruit shape and analysis of its related genes. Taigu: Shanxi Agricultural University, 2020.
- [6] 贾兵, 郭国凌, 王友煜, 魏鹏飞, 余桃, 常笑, 衡伟. ‘砀山酥梨’宿萼和脱萼分化期形态建成与碳水化合物含量的关系. 园艺学报, 2021, 48(3): 421-438.
Jia B, Guo G L, Wang Y Y, Wei P F, Yu T, Chang X, Heng W. Relationship between morphogenesis and carbohydrate synthesis of the calyx-persistence fruit and calyx-shedding fruit in differentiation stage of ‘Dangshan Suli’ pear. *Acta Horticulturae Sinica*, 2021, 48(3): 421-438.
- [7] 张亚若, 王龙, 童盼盼, 王迪, 刘园, 张红艳, 徐娟, 吴翠云, 王江波. 库尔勒香梨突萼、脱萼及宿萼果实品质与香气的比较. 西北农业学报, 2023, 32(2): 272-281.
Zhang Y R, Wang L, Tong P P, Wang D, Liu Y, Zhang H Y, Xu J, Wu C Y, Wang J B. Comparison of fruit quality and aroma among calyx convex, calyx shedding and calyx existence fruits of Korla Fragrant pear. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2023, 32(2): 272-281.
- [8] 王苏珂, 杨健, 王龙, 苏艳丽, 张向展, 薛华柏. 梨真的分“公母”吗? 果农之友, 2022(11): 82-83.
Wang S K, Yang J, Wang L, Su Y L, Zhang X Z, Xue H B. Is the pear really divided into ‘male and female’? *Fruit Growers' Friend*, 2022(11): 82-83.
- [9] 何子顺, 牛建新, 吴忠华, 覃伟铭, 赵建设. 库尔勒香梨花萼发育规律研究. 新疆农业科学, 2007, (03): 377-381.
He Z S, Niu J X, Wu Z H, Qin W M, Zhao J S. A study on development law of calyx of Korla Fragrant pear (*Pyrus brestschneideri* Rehd). *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2007, (03): 377-381.
- [10] 贾兵, 余桃, 郭国凌, 王友煜, 许波, 刘普, 衡伟, 朱立武. ‘砀山酥梨’宿萼果与脱萼果内源激素含量比较及其信号传导基因的表达差异. 南京农业大学学报, 2021, 44(3): 428-436.
Jia B, Yu T, Guo G L, Wang Y Y, Xu B, Liu P, Heng W, Zhu L W. Comparison of endogenous hormones content and expression difference of signal transduction genes between the calyx-persistence fruit and calyx-shedding fruit in ‘Dangshansuli’ pear. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2021, 44(3): 428-436.
- [11] 何子顺, 牛建新, 邵月霞. 库尔勒香梨果实萼片脱落与宿存研究概述. 中国果菜, 2006(2): 10-11.
He Z S, Niu J X, Shao Y X. General review of study on the calyx leaving from fruit and persistent calyx of Kuele pear. *China Cucurbits and Vegetables*, 2006(2): 10-11. [12] 木合塔尔·扎热, 阿卜杜许库尔·牙合甫, 玉山·库尔班, 李疆. 库尔勒香梨幼果不同部位植物内源激素含量对果实萼片

- 脱落的影响. 植物生理学报, 2020, 56(10):2179-2186.
- Mu H T R Za R, A B D X K R Ya H P, Yu S Ku R B, Li J. Effect of plant endogenous hormone content in different parts of Korla fragrant young fruit on calyx leaving. *Plant Physiology Journal*,2020,56(10):2179-2186.
- [13] 刘婷婷. PP₃₃₃对‘玉露香’梨果实萼片脱落的影响及其机理探讨. 太谷: 山西农业大学, 2022.
- Liu T T. Discussion on the effects of PP₃₃₃ on fruit sepal abscission of ‘Yuluxiang’ pear and its mechanism. Taigu: Shanxi Agricultural University,2022.
- [14] 齐笑笑. 梨果实萼片宿存与脱落过程基因表达谱分析及 *PsIDA*、*PsJOINTLESS* 基因功能的初步研究. 南京: 南京农业大学, 2014.
- Qi X X. Investigation of genes expression of calyx survival and shedding of pear by digital gene expression and functional analysis of *PsIDA* and *PsJOINTLESS*. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2014.
- [15] 苏艳丽, 李配, 杨健, 王龙, 王苏珂, 张向展, 薛华柏. 不同脱萼处理对库尔勒香梨果实脱萼率和果实品质的影响. *经济林研究*, 2023, 41(01):36-44.
- Su Y L, Li P, Yang J, Wang L, Wang S K, Zhang X Z, Xue H B. Effects of different calyx removal treatments on calyx removal rate and fruit quality of Korla pear. *Non-wood Forest Research*,2023,41(01):36-44.[16] 郝志超. ‘库尔勒香梨’萼片脱落的激素变化及对果实品质的影响. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2022.
- Hao Z C. Hormone changes in calyx leaves of ‘Korla Fragrant Pear’ and its effect on fruit quality. Urumqi: College of Horticulture, Xinjiang Agricultural University,2022.
- [17] 努尔麦麦提·艾麦提, 覃伟明, 夏热帕提·艾则孜, 艾力江·麦麦提, 李允, 齐曼·尤努斯. 花期增温对香梨幼果期果实同化物积累及坐果率和萼片脱落的影响. *新疆农业科学*, 2018, 55(12):2196-2202.
- Nu E M M T A M T, Qin W M, Xia R P T A Z Z, Ai L J M M T, Li Y, Qi M Y N S. Effects of warming treatments at flowering stage on assimilate accumulation, fruit setting rate and abscission of calyx in Korla Fragrant pear. *Xinjiang Agricultural Sciences*,2018,55(12):2196-2202.
- [18] 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. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- Cao Y F, Liu F Z, Hu H J, Zhang B B. Descriptors and data standard for pear (*Pyrus* spp.). Beijing: China Agriculture Press,2006.
- [19] 滕元文. 梨属植物系统发育及东方梨品种起源研究进展. *果树学报*, 2017, 34(3): 370-378.
- Teng Y W. Advances in the research on phylogeny of the genus *Pyrus* and the origin of pear cultivars native to East Asia. *Journal of Fruit Science*,2017, 34(3): 370-378.
- [20] 沈渊博, 王晶, 董文静, 王新宇, 梁燕. 番茄萼片形态性状的 QTL 初步定位. *植物遗传资源学报*, 2022, 23(05):1334-1342.
- Shen Y B, Wang J, Dong W J, Wang X Y, Liang Y. Preliminary QTL mapping of sepal morphological characters in tomato. *Journal of Plant Genetic Resources*,2022,23(05):1334-1342.
- [21] Gong X, Bao J P, Chen J, Qi K J, Xie Z H, Rui W K, Hao G W, Shiratake K, Khanizadeh S, Zhang S L, Tao S T. Candidate proteins involved in the calyx abscission process of ‘Kuerlexiangli’ (*Pyrus sinkiangensis* Yu) identified by iTRAQ analysis. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2020, 42(7):447-452.
- [22] Wu J, Li L T, Li M, M. Awais K, Li X G, Chen H, Yin H, Zhang S L. High-density genetic linkage map construction and identification of fruit-related QTLs in pear using SNP and SSR markers. *Journal of Experimental Botany*,2014,65(20): 5771-5781.
- [23] 姜彦辰, 曹玉芬, 张绍铃, 伍涛, 田路明, 董星光. 人工修剪对莱阳慈梨果实品质及石细胞形成相关酶活性的影响. *果树学报*, 2010, 27(6): 877-881.
- Jiang Y C, Cao Y F, Zhang S L, Wu T, Tian L M, Dong X G. Effects of excision of fruit calyx on fruit quality, sclereid and the activities of related enzymes in *Pyrus bretschneideri* cv. Laiyang Cili. *Journal of Fruit Science*, 2010, 27(6): 877-881.
- [24] 邵扬. 库尔勒香梨偏斜果生长变化和成因的研究. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2016.
- Shao Y. Study on changes of lopsided fruit and factors lead to lopsidedness of fruit in Korla fragrant pear (dissertation). Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2016
- [25] 周瑜, 李泽碧, 黄娟, 吴毓, 张亚勤, 张志良, 张晓春. 高粱种质资源表型性状的遗传多样性分析. *植物遗传资源学报*, 2021, 22 (3): 654-664.
- Zhou Y, Li Z B, Huang J, Wu Y, Zhang Y Q, Zhang Z L, Zhang X C. Genetic diversity of sorghum germplasms based on phenotypic traits. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2021, 22 (3): 654-664.
- [26] 赵天荣, 凌建刚, 任锡亮. 蟹爪瓜品种的 DUS 测试性状主成分分析及其亲缘关系研究. *园艺学报*, 2024, 51(06):1321-1331.
- Zhao T R, Ling J G, Ren X L. Principal component analysis and genetic relationship research on cultivars of *Schlumbergera truncata* based on morphological characteristics for DUS testing. *Acta Horticulturae Sinica*, 2024, 51(06):1321-1331
- [27] 李艳红, 聂俊, 郑锦荣, 谭德龙, 张长远, 史亮亮, 谢玉明. 华南地区樱桃番茄表型性状遗传多样性分析及综合评价. *园艺学报*, 2021,

附表 1 200 份梨种质资源不同种群信息

Schedule 1 Details of different groups of 200 pear germplasm resources

序号 Code	名称 Name	不同种类 heterogeneous	序号 Code	名称 Name	不同种类 heterogeneous
1	库尔勒香梨	白梨	41	苍溪六月雪	白梨
2	栖霞大香水	白梨	42	小面梨	白梨
3	雪花梨	白梨	43	满园香	秋子梨
4	兴隆麻梨	白梨	44	红南果	秋子梨
5	黄县长把梨	白梨	45	八里香	秋子梨
6	孝义伏	白梨	46	安梨	秋子梨
7	油酥	白梨	47	花盖	秋子梨
8	恩梨	白梨	48	鸭广梨	秋子梨
9	崇化大梨	白梨	49	甘川	砂梨
10	鸭梨	白梨	50	天皇	砂梨
11	郑家梨	白梨	51	北新	砂梨
12	金川雪梨	白梨	52	甘泉	砂梨
13	鹅梨	白梨	53	红霄梨	砂梨
14	天生伏	白梨	54	早生赤	砂梨
15	高平大黄梨	白梨	55	晚三吉	砂梨
16	红山梨	白梨	56	丰月	砂梨
17	酥梅	白梨	57	粗花雪梨	砂梨
18	大酸梨	白梨	58	明月	砂梨
19	武山糠梨	白梨	59	长寿	砂梨
20	青松	白梨	60	三花梨	砂梨
21	桔蜜	白梨	61	云和雪梨	砂梨
22	花红梨	白梨	62	日光	砂梨
23	泸定懋功梨	白梨	63	新星	砂梨
24	川引1号	白梨	64	台湾蜜雪梨	砂梨
25	贡川梨	白梨	65	二宫白	砂梨
26	马蹄黄	白梨	66	香麻梨	砂梨
27	青圆	白梨	67	赤花	砂梨
28	彬县老遗生	白梨	68	苍梧大沙梨	砂梨
29	张掖长把	白梨	69	细花麻壳	砂梨
30	早金花1	白梨	70	袖珍	砂梨
31	懋功梨	白梨	71	青花	砂梨
32	蜜梨	白梨	72	文山红雪梨	砂梨
33	金花变异	白梨	73	八云	砂梨
34	砀山酥梨	白梨	74	鲁南小黄梨	砂梨
35	巨鹿大鸭梨	白梨	75	蛮梨	砂梨

36	闫庄自花结实梨	白梨	76	幸水	砂梨
37	巨鸭梨	白梨	77	金花早1	砂梨
38	泊头大鸭梨	白梨	78	米黄	砂梨
39	赵县大鸭梨	白梨	79	江岛	砂梨
40	大头梨	白梨	80	湘南	砂梨
序号 Code	名称 Name	不同种类 heterogeneous	序号 Code	名称 Name	不同种类 heterogeneous
81	巍山红雪梨	砂梨	123	意大利3号	西洋梨
82	芝麻梨2	砂梨	124	劳卢库介	西洋梨
83	祥云小红梨	砂梨	125	棋盘香梨	新疆梨
84	晚熟火把梨	砂梨	126	伊赛3	新疆梨
85	弥渡小红梨	砂梨	127	棉梨	新疆梨
86	猫头梨	砂梨	128	新疆梨	新疆梨
87	园黄	砂梨	129	可特阿木特	新疆梨
88	华山	砂梨	130	霍城冬黄梨	新疆梨
89	火把梨	砂梨	131	面酸梨	新疆梨
90	早生黄金	砂梨	132	甘梨早8	杂交选育品种
91	奥萨廿世纪	砂梨	133	金花早2	杂交选育品种
92	壁山12号	砂梨	134	金星	杂交选育品种
93	丰水	砂梨	135	八月酥	杂交选育品种
94	新世纪	砂梨	136	中梨3号	杂交选育品种
95	幸藏	砂梨	137	华梨1号	杂交选育品种
96	秋荣	砂梨	138	金水2号	杂交选育品种
97	黄金梨	砂梨	139	冀蜜	杂交选育品种
98	瓜梨	砂梨	140	苹香梨	杂交选育品种
99	安宁村无名梨	砂梨	141	五九香	杂交选育品种
100	鲁南黄梨	砂梨	142	金水酥	杂交选育品种
101	富源黄梨	砂梨	143	雪青	杂交选育品种
102	苍溪雪梨	砂梨	144	早白蜜	杂交选育品种
103	博多青	砂梨	145	秋水	杂交选育品种
104	若光	砂梨	146	金水1号	杂交选育品种
105	祗园	砂梨	147	玉冠	杂交选育品种
106	巍山红雪梨1号	砂梨	148	华梨2号	杂交选育品种
107	泸西秋梨	砂梨	149	玉香	杂交选育品种
108	麦地香2	砂梨	150	玛瑙梨	杂交选育品种
109	红糖梨	砂梨	151	中翠	杂交选育品种
110	新高芽变	砂梨	152	红香酥	杂交选育品种
111	阿巴特	西洋梨	153	锦丰	杂交选育品种
112	鲜美	西洋梨	154	龙园洋红梨	杂交选育品种
113	身不知	西洋梨	155	八月红	杂交选育品种
114	茄梨	西洋梨	156	丹霞红	杂交选育品种
115	康弗伦斯	西洋梨	157	红酥蜜	杂交选育品种
116	Dell Avzzana	西洋梨	158	早美酥	杂交选育品种
117	三季梨	西洋梨	159	早梨18	杂交选育品种

118	意大利4号	西洋梨	160	新梨7号	杂交选育品种
119	绿安久	西洋梨	161	金香水	杂交选育品种
120	罗莎	西洋梨	162	5-6	杂交选育品种
121	哈代	西洋梨	163	中梨2号	杂交选育品种
122	派克汉姆	西洋梨	164	雪芳	杂交选育品种
序号 Code	名称 Name	不同种类 heterogeneous	序号 Code	名称 Name	不同种类 heterogeneous
165	西子绿	杂交选育品种	189	白皮酥	杂交选育品种
166	初夏绿	杂交选育品种	190	明珠	杂交选育品种
167	黄冠	杂交选育品种	191	早金花2	杂交选育品种
168	2-21	杂交选育品种	192	七月酥	杂交选育品种
169	0803	杂交选育品种	193	T-47	杂交选育品种
170	满天红	杂交选育品种	194	红酥脆	杂交选育品种
171	29-1	杂交选育品种	195	新梨6号	杂交选育品种
172	玉露香	杂交选育品种	196	四棱	杂交选育品种
173	黄花	杂交选育品种	197	蓟县大鸭梨	杂交选育品种
174	新梨8号	杂交选育品种	198	寒红	杂交选育品种
175	A18-15	杂交选育品种	199	水洞瓜	杂交选育品种
176	美人酥	杂交选育品种	200	七月红香梨	杂交选育品种
177	新梨9号	杂交选育品种			
178	天海鸭梨	杂交选育品种			
179	晋州大鸭梨	杂交选育品种			
180	新鸭梨	杂交选育品种			
181	沙01	杂交选育品种			
182	香荏	杂交选育品种			
183	白皮金川雪梨	杂交选育品种			
184	伏酥	杂交选育品种			
185	80-4-11	杂交选育品种			
186	95-7-1	杂交选育品种			
187	S2	杂交选育品种			
188	金秋	杂交选育品种			