

600 份葡萄种质资源果柄耐拉力鉴定评价

王 鹏^{1,2}, 樊秀彩², 张 颖², 李 民², 刘崇怀², 姜建福², 李秀珍¹

(¹ 河南科技大学林学院, 洛阳 471023; ² 中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

摘要: 葡萄 (*Vitis L.*) 是我国重要的经济果树之一, 部分品种经过长途运输和贮藏后, 易脱粒和腐烂, 失去商品价值, 选育和推广耐贮品种是解决这一问题的有效措施之一。为探究不同葡萄种质资源果柄耐拉力特性, 以绯红、蜜尔紫、红巴拉多、灰比诺、沪培 2 号和京可晶 6 个质地不同葡萄品种为材料, 分析其果实发育过程中的果柄耐拉力变化情况; 以国家果树种质郑州葡萄圃的 600 份葡萄种质资源为试材, 利用数显拉力计对其果柄耐拉力进行了鉴定评价, 同时分析了果柄耐拉力与果柄、果蒂、果刷等性状的相关性。结果表明: 6 个品种果实发育过程中果柄耐拉力呈先下降后趋于稳定的趋势, 硬肉品种果柄耐拉力均强于软肉品种。600 份葡萄种质资源的果柄耐拉力变化范围在 0.72~9.16 N 之间, 耐拉力分布连续且符合正偏态分布。经过聚类分析, 将果柄耐拉力分为强 ($P > 6N$)、中 ($3N < P \leq 6N$)、弱 ($P \leq 3N$) 3 个等级, 所占比例分别为 2.5%、23.8% 和 73.7%, 说明供试材料整体的果柄耐拉力较弱, 其中果柄耐拉力强的种质有红地球、牡丹红、芳香等。果柄耐拉力与单粒重、果柄长、果刷长、单位果蒂的横截面面积和单位果刷的横截面面积呈极显著正相关, 与单位果柄的横截面面积呈显著正相关, 与单位面积果刷承受自身重量呈显著负相关。通过系统的鉴定评价, 得到 15 份果柄耐拉力强的种质, 以期对耐贮葡萄新品种的选育提供参考。

关键词: 葡萄种质; 果柄耐拉力; 鉴定评价; 分级

Identification and Evaluation of Pulling Force of Fruit Stalk for 600 Grape Germplasm Resources

WANG Peng^{1,2}, FAN Xiu-cai², ZHANG Ying², LI Min², LIU Chong-huai², JIANG Jian-fu², LI Xiu-zhen¹

(¹ College of Forestry, Forestry College of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023 ;

² Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009)

Abstract: Grape (*Vitis L.*) is one of the most important economical fruit trees in China. However, a shattering rachis-like phenotype in some varieties is un-desirable, particularly during long-distance transport and storage. Breeding for storage-resistant varieties is one of the most effective measures to prevent this problem. In this study, six hundreds of accessions from Zhengzhou National Grape Germplasm Repository were evaluated for the pulling force of fruit stalk with a digital tension machine. Whether pulling force of fruit stalk correlated to fruit handle, fruit pedicle and fruit brush lengths were analyzed as well. The results showed that the pulling force of six grape varieties showed a decreasing trend during fruit ripening. The pulling force of fruit stalk of hard flesh is stronger than that of soft flesh varieties. The pulling force of 600 grape accessions ranged from 0.72 to 9.16N, showing a continuous distribution consistent with positive skewness distribution. The pulling force was distributed into weak ($P \leq 3N$), medium ($3N < P \leq 6N$) and strong ($P > 6N$) 3 classes, with respective proportion of 73.7%,

收稿日期: 2018-12-13 修回日期: 2019-01-10 网络出版日期: 2019-01-22

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20181213002>

第一作者研究方向为葡萄种质资源收集与鉴定评价, E-mail: pengwang@126.com

通信作者: 李秀珍, 研究方向为果树栽培生理, E-mail: lxzly737@163.com

姜建福, 研究方向为葡萄种质资源鉴定与利用研究, E-mail: jiangjianfu@caas.cn

基金项目: 国家自然科学基金 (31601718); 国家现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-29-yc-1); 中国农业科学院科技创新工程专项经费项目 (CAAS-ASTIP-2018-ZFRI)

Foundation project: National Natural Science Foundation (31601718), National Modern Agricultural Industry Technology System Construction Special Project (CARS-29-yc-1), Special Project of Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP-2018-ZFRI)

23.8% and 2.5%. It showed that most grape accessions tested in the germplasm resources have weak pulling forces. Several grape varieties showed strong pulling force of fruit stalk, including Red Globe, MuDanhong, Mathias Aromatic and so on. The pulling force of fruit stalk in different varieties showed a significantly positive correlation with the single grain weight, fruit stalk lengths, fruit brush lengths, unit cross-section area of fruit pedicle and unit- cross-section area of fruit brush. Besides, the pulling force of fruit stalk in different varieties showed a significant positive correlation with unit- cross-section area of fruit stalk as well as. Moreover, the pulling force was significantly negatively correlated with the ratio of unit cross-section area of fruit brush versus berry weight. Taken together, this research provided valuable information on characterizing the pulling force of grape germplasm resources in future breeding for new grape varieties.

Key words: grape germplasm; pulling force of fruit stalk; identification and evaluation; grading

我国鲜食葡萄面积和产量已连续多年位居世界首位,葡萄生产在调整我国农业产业结构、促进区域经济发展和增加农民收入等方面发挥着重大作用^[1-3]。然而随着国内葡萄栽培面积的不断扩大,部分区域出现了滞销现象^[4]。尤其是对于种植在远郊及边远山区的一些葡萄品种,经过贮藏或运输后,易脱粒和腐烂^[5],失去商品性,选育和推广耐贮品种是解决这类问题的有效措施之一。

果柄耐拉力是衡量果实耐贮品质的一个重要指标^[6],代表了果柄与果粒分离时的力值,果柄耐拉力强的品种,不易落粒,耐贮性良好,反之则耐贮性差,不宜远郊大面积种植。传统的葡萄果柄耐拉力的测定主要依靠感官检验^[7],用手拉拽果粒至果粒与果柄分离,然后简单归类到难、中、易等不同等级^[8-9],而葡萄果柄耐拉力为数量性状,在果柄耐拉力差异小的样品间很难归类,并且感官检验过程易受多种因素干扰,评价结果不稳定、重复性较差。数显拉力计测量过程受拉伸速度和人为因素的影响较小,结果重复性好,所得到的果柄与果粒分离的瞬时最大值能较为客观真实的反映果柄耐拉力情况,已在樱桃^[10]、杏^[11]、核桃^[12]、番茄^[13]、澳洲坚果^[14]等作物的果柄拉力鉴定中取得了良好的结果。前人已对葡萄种质资源耐热性^[15]、花序类型^[16]、果实数量性状^[17]等方面进行了研究总结,本研究通过对国家果树种质郑州葡萄圃中 600 份种质果柄耐拉力的鉴定评价,以为葡萄种质资源果柄耐拉力鉴定评价和耐贮育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

600 份葡萄试验材料均取自中国农业科学院郑州果树研究所国家果树种质郑州葡萄圃,其中欧亚种群 334 份、北美种群 17 份(12 种类)、东亚种群

48 份(11 种类)、种间杂种 201 份(表 1)。

国家果树种质郑州葡萄圃位于 34° 43' N, 113° 39' E,地区海拔 110.4 m。年平均气温 14.2 °C,绝对最高气温 43 °C,绝对最低气温 -17.9 °C。年降雨量 666.0 mm,年日照 2436 h,无霜期 213 d。土壤为褐色土类,质地为沙壤土,pH 值 7.1~7.5。

1.2 方法

1.2.1 采样方法 选取灰比诺、京可晶、沪培 2 号 3 个软肉品种和蜜尔紫、绯红、红巴拉多 3 个硬肉品种,开花后 30 d 每隔 10 d 取 1 次样品,直至样品果柄耐拉力趋于稳定时停止。每样品取自长势相同的 3 株植株的中部果穗,每株每穗取 5 粒作为 1 次重复,重复 3 次,样品采集后迅速带到实验室测定相关指标。

600 份葡萄种质资源的鉴定评价只采集果实成熟期样品,采样方法同上。

根据鉴定评价的结果,从不同果柄耐拉力等级的种质中选 8 个品种,取成熟期样品测定相关指标,采样方法同上。

1.2.2 指标测定 用艾德堡数显拉力计 HP-50(乐清市艾德堡仪器有限公司)测定灰比诺、京可晶、沪培 2 号、蜜尔紫、绯红和红巴拉多 6 个品种果粒不同发育时期的果柄耐拉力,测定时用夹具固定好果粒的两端,测定模式为瞬时最大值模式,顺时针转动手摇装置直至果柄与果粒脱离,记录瞬时最大值为果柄耐拉力;用手持折光仪 ATC-32 测定可溶性固形物含量。

测定 600 份葡萄种质资源的果柄耐拉力,测定方法同上。

选取不同果柄耐拉力等级的品种 8 个,用电子天平测量 5 粒中等大小的果粒的总重量,计算平均值作为单粒重。用数显游标卡尺分别测量果柄长度、果刷长度、果柄直径、果蒂直径和果刷直径,分别计算果柄、果蒂和果刷三者的横截面面积,单位横截

表 1 600 份供试材料

Table 1 600 experimental materials

种群名称 Population	种类 Species	种质名称 Germplasm
欧亚种群 Eurasian	欧亚种 <i>V. vinifera</i> L.	90-1, Bianca (B9), Conlora, Gold, Gold star, Jade seedless, Kamea, Millardet De Grosset 106-8, Waltham cross, Netanel, Queen, SG, Shacharit, Sivan, 阿达玫瑰, 阿登纳玫瑰, 阿佛阿丽, 阿古西, 阿克塔那衣, 阿拉卡其, 阿里克斯, 阿利克赛尼, 阿米利亚, 阿依巴特, 埃拉基海尼, 艾布林, 爱神玫瑰, 安吉文, 安娜玛利亚, 奥迪亚, 奥古斯特, 奥霍夫基斯, 奥利文, 奥托玫瑰, 巴赫基奥里, 巴库司, 巴米特, 白比诺, 白达拉依, 白哈丽丽, 白胡沙涅, 白鸡心, 白佳美, 白考库尔, 白考库捷斯, 白拉查基, 白拉齐娜, 白劳拉, 白马拉加, 白瓦沙卡, 白谢希, 白雅, 白羽, 拜克, 保 Д-Ч, 保尔加尔, 北玫佳, 北塞魂, 比昂扣, 比赛尔, 碧香无核, 别尔科夫斯基, 别拉卡依, 波担, 波尔莱特, 波发尔, 波莱华依, 波秋, 布阿基达希, 布阿基诺尔, 布吉苏里, 布加勒斯特玫瑰, 布拉金涅, 布列罗然西, 布列沙, 查尔钦, 超宝, 赤霞珠, 茨中教堂, 脆玉, 达米那, 大粒玫瑰香, 大黑葡萄, 大无核紫, 德苏拉乌苏姆, 登瓦斯玫瑰, 东京红, 嘟露丝, 杜马, 二号大宛红, 法国兰, 芳香, 绯红, 粉红阿里曼登, 粉红葡萄, 粉红万特灵, 粉红西万尼, 粉红亚都蜜, 粉红亚依苏娜, 费提斯卡莱格纳, 弗拉卡玫瑰, 弗列奥, 伏罗希, 浮德卡别涅, 福龙梯格, 福司令, 福斯特, 嘎兰德克, 盖北塞, 甘桑, 高尔丹, 高千穗, 哥劳万纳, 格费考那立, 格拉卡, 格列那什, 瑰宝, 贵人香, 哈特巴尔, 和田红, 黑斯班尼诗, 黑蜜十六, 黑阿塞尔, 黑巴拜斯卡, 黑巴吐达, 黑比诺, 黑别尔考夫, 黑大粒, 黑多内, 黑高留, 黑汗, 黑鸡心, 黑佳美, 黑卡巴斯马, 黑拉查基, 黑曼道克, 黑玫瑰, 黑齐姆良, 黑三多利, 黑无核, 黑夏尼, 黑谢希, 黑圆珠, 黑指, 皇家秋天, 玛尔斯拉, 红艾基, 红巴拉多, 红拜克, 红地球, 红地球 × 玫瑰香 (N47-5), 红地球大粒芽变, 红地球芽变, 红高, 红光无核, 红加利亚, 红莲子, 红脸无核, 红玫瑰, 红迷拉依, 红帕万, 红斯地, 红无籽露, 红意大利, 红泽, 湖南未命名, 花泽 2 号, 皇家红, 黄奥多别斯契, 黄皇中王, 灰比诺, 火焰无核, 基拉尔, 基姆拉, 吉姆沙瓦尔宁, 季米亚特, 济南早红, 佳利酿, 甲斐路, 甲州, 甲州三尺, 金田翡翠, 金田红, 金田美指, 京丰, 京丰无核, 京可晶, 京秀, 京早晶, 京紫晶, 酒白, 酒红, 巨星, 卡多三利, 卡尔曼希, 卡里耶尔, 卡拉, 卡马特, 卡氏芳屯, 凯麦德, 康达瓦斯, 康耐诺, 考克哈巴, 考克旁达斯, 考索罗道夫, 科伦坡人, 科维丁卡, 克林巴马克 (红梢), 库特赛塔, 黎明无核, 李子香, 里扎马特, 丽红宝, 利伐尔, 罗查里奥, 罗吉玫瑰, 洛迪, 马夫鲁特瓦尔宁, 马格拉契, 马拉基, 马奶, 马西斯, 玛瑙, 玫瑰香, 玫瑰香 × 葡萄园皇后, 美丽无核, 美人指, 蒙丽莎无核, 蜜红 (2014), 母契洛尼, 牡丹红, 那塞里, 尼姆兰格, 宁夏无核白, 牛奶, 沈农金皇后, 派卡尔, 派克斯, 潘诺尼亚, 品丽珠, 瓶儿, 葡萄园皇后, 普列文玫瑰, 巧宝 2 号, 巧吾什, 秦龙大穗, 秋白, 秋黑宝, 秋无核, 瑞必尔, 森田尼, 山东大紫, 蛇龙珠, 麝香葡萄, 胜利, 水晶无核, 斯堪地拜格, 四倍体玫瑰香, 苏 46 号, 苏丹尼, 桃太郎, 瓦尔瑟, 晚黑宝, 微红白, 维多利亚, 魏天子, 乌兹别克玫瑰, 无核白, 无核白 1 号, 无核白 3 号, 无核玫瑰, 吾家克阿依, 午夜美人, 星光, 西莱特, 西瓦兹, 西营, 夏白, 夏日阳光, 香妃, 小黑葡萄, 谢花红, 星索, 旭旺 1 号, 烟 73, 艳红, 伊尔玛, 伊丽莎白, 依斯比沙里, 意大利, 圆粒巧吾斯, 早黑宝, 早金香, 早康宝, 早玛瑙, 早玫瑰, 早熟玫瑰香, 早甜玫瑰香, 早无核白, 泽香, 泽玉, 浙江大叶水晶, 郑果 4 号, 郑果 5 号, 郑州早红, 紫北赛, 紫峰, 紫鸡心, 紫桃, 紫甜无核, 紫王, 紫珍珠, 凤凰 51, 红高芽变, 红汁加美, 卡纳德无核, 凯番西亚, 农科 1 号, 沈 (87-1), 无核紫, 意大利玫瑰, 加拿大玫瑰, 粒丽特, 埃木布腊德, 金穗葡萄, 春之蕾, Gocseji Zamatos, 花泽 1 号, 阿马斯, 盖吾沙, 卡姆拉夏, 白玉霓, 奥坂托, 克什麦什
东亚种群 East Asian	变叶葡萄 <i>V. piasezkii</i> Maxim. 刺葡萄 <i>V. davidii</i> (Rom. Caill.) Foëx 华东葡萄 <i>V. pseudoreticu lata</i> W. T.Wang 桦叶葡萄 <i>V. betulifolia</i> Diels et Gilg. 毛葡萄 <i>V. quinquangularis</i> Rehder 秋葡萄 <i>V. romaneti</i> Rom. Caill.	灵宝 6 号, 灵宝 7 号, 龙峪湾 1 号, 龙峪湾 2 号, 麦积山 (实生) 04 湖南刺, 武汉刺, 洪江刺 7, 芷江刺 01, 高山 1 号, 会同 1 号, 黑珍珠, 冬香蕉, 紫罗兰, 湘珍珠红叶 梅岭山华 老君山桦 广西毛, 南湖湾 1402, 贵州毛, 重庆永川 1 号 灵宝 2 号

表 1(续)

种群名称 Population	种类 Species	种质名称 Germplasm
	桑叶葡萄 <i>V. heyneana</i> Roem. et Schult. subsp. <i>ficifolia</i> (Bunge) C. L. Li.	信阳桑 33, 信阳桑 1301, 洛宁桑 18, 洛宁桑 26, 秦岭桑 02, 武钢庙街桑 1 号, 九里沟 4 号, 桑 943, 宝天曼桑, 青要山桑, 石板岩桑, 五朵山桑, 洛阳冯举沟桑
	山葡萄 <i>V. amurensis</i> Rupr.	山葡萄 1 号, 山葡萄 2 号, 山葡萄 (S48-3), 山葡萄 (N43-3)
	腺枝葡萄 <i>V. adenoclada</i> Hand.-Mazz	双溪腺 01, 洪江双溪腺 03
	燕山葡萄 <i>V. yanshanensis</i> J. X. Chen.	燕山葡萄 (48-1), 燕山葡萄 (N40-2)
	蓼蓂 <i>V. bryoniifolia</i> Bunge	枣庄 -8, 枣庄 -7, 枣庄 -14, 蓼林县, 蓼武汉 A3
北美种群 North American	窠恩氏葡萄 <i>V. doaniana</i> Munson	Salt Creek
	椴叶葡萄 <i>V. tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult	Olmo (U69-11)
	河岸葡萄 <i>V. riparia</i> Michx. (<i>V. vulpina</i> L.)	Sveviernvi, 迈斯内尔, 河岸葡萄 15, Ripariab43-15M44
	加州葡萄 <i>V. californica</i> Benth.	Californica#1hybird
	槭叶葡萄 <i>V. acerifolia</i> Raf.	Acerifolia
	沙地葡萄 <i>V. rupestris</i> Scheele	Wichita Refuge
	夏葡萄 <i>V. aestivalis</i> Michx.	Aaestivalis Olmo (U69-50), Rogers640
	夏特耳沃葡萄 <i>V. shuttleworthii</i> House	Shuttleworthii Olmo (U69-50)
	香槟尼葡萄 <i>V. champini</i> Planch.	香槟尼葡萄 1148
	掌叶葡萄 <i>V. palmata</i> Vahl.	Palmata
	美洲种 <i>V. labrusca</i> L.	康可, 香槟
	圆叶葡萄 <i>V. rotundifolia</i> Michx	普赖德
种间杂种 Interspecific hybrid	欧美杂种 <i>V. vinifera</i> L. × <i>V. labrusca</i> L.	Gf.67-198-3, Gf.B2-11, gF.c41-44, Gf.ga48-12, Gf.ga52-42, GFga97-45, Golden Muscat, NY14528, 9081, Reliance, S.6059, S.9110, S.V.12-308, S.V.12-328, S.V.12-413, 艾尔威因, 爱欧娜, 安芸皇后, 奥拉皇后, 红奥林, 奥罗尔, 霸王, 白奥林, 白玫康, 白塞必尔, 白香蕉, 79-05-6(白香蕉 × 京早晶), 白香蕉株选, 阪琢, 蓓蕾 A, 蓓蕾玫瑰, 碧绿珠, 布朗无核, 春光, 说日 1 号, 脆红, 大红先锋, 嘟噜玫, 二伯娜, 范萨塞无核, 翡翠玫瑰, 丰宝, 峰后, 峰寿, 峰早, 高墨, 高砂, 戈定, 戈尔比, 贵妃玫瑰, 贵妇人, 贵州水晶, 哈佛德, 黑蜜, 黑 × 国, 黑阿尔法, 黑奥林, 黑贝蒂, 黑峰, 黑瑰香, 黑后, 黑赛必尔, 黑色甜菜, 黑香蕉, 黑旋风, 黑元帅, 红富士, 红皇后, 红井川, 红瑞宝, 红萨福尔克, 红双味, 红斯威森, 红香蕉, 红星, 红伊豆, 红义, 沪培 2 号, 沪太 8 号, 黄蜜, 霍里岗, 吉峰, 吉峰 9 号, 金玫瑰, 金星无核, 京亚, 京优, 井川 1014, 井川 169, 井川 666, 巨丰无核, 40-1(巨峰 × 希姆劳德), 巨峰玫瑰, 巨峰芽变, 巨皇, 巨鲸, 巨玫瑰, 巨玫瑰芽变, 巨摩光, 巨优(辽), 巨优(洛), 卡斯特, 卡托巴, 凯丰, 凯旋, 康能无核, 累克芒特, 龙宝, 罗德浆果, 罗曼尔, 洛浦早生, 玫瑰魁, 玫瑰蜜, 玫瑰怡, 玫野黑, 美洲白, 蜜尔紫, 蜜光, 蜜汁, 摩尔多瓦, 茉莉香, 内京香, 尼加拉, 纽约玫瑰香, 品比园 323, 品比园 324, 莎加蜜, 申丰, 申华, 申秀, 申玉, 沈农硕丰, 沈农香丰, 斯蒂本, 斯立藩, 藤稔, 藤稔 × 紫玉, 天康玫瑰, 天使玫瑰香, 田野黑, 晚霞, 维金娜斯, 无核早红, 香宝馨, 夕阳红, 希姆劳德, 先锋, 香悦, 新美无核红, 信浓红, 秀特玫瑰, 选拔巨峰, 阳光玫瑰, 伊豆锦, 音田, 甬优 1 号, 宇选 1 号, 早茉莉, 早熟黑虎香, 郑果 15 号, 郑黑 1169, 郑巨 1 号, 郑康 1 号, 中圃 3 号, 状元红, 紫光, 紫玉, 紫云水晶, 紫早, 紫珍香, 醉人香, 佐藤, 着色香, 早康可, 大阪 48202, 红标无核, 火星无核, 无核蜜, 郑果 8 号, 华夫葡萄, 巴士, 纽约玫瑰
	冬河杂种 <i>V. berlandieri</i> Planch × <i>V. riparia</i> Michx. (<i>V. vulpaina</i> L.)	5BB, SO4
	美河杂种 <i>V. labrusca</i> L. × <i>V. riparia</i> Michx. (<i>V. vulpaina</i> L.)	贝达, Florilush, 抗砷 5 号, 抗砷 6 号
	欧山杂种 <i>V. vinifera</i> L. × <i>V. amurensis</i> Rupr.	北玫, 北醇
	山欧杂种 <i>V. amurensis</i> Rupr. × <i>V. vinifera</i> L.	北红, 北冰红, 公酿 1 号, 黑丰, 左优红
	山河杂种 <i>V. amurensis</i> Rupr. × <i>V. riparia</i> Michx. (<i>V. vulpaina</i> L.)	沈 530
	山美杂种 <i>V. amurensis</i> Rupr. × <i>V. labrusca</i> L.	沈 528, Russia Concord
	未知 Unknown	达格里季, Cynthiana, Edna × Male Simpsoni, Couder 1613 clone 59

面面积的果柄、果蒂、果刷与自身重量的比值。将 8 个品种的果刷、纵切面、果粒按果柄耐拉力从左至右依次增大排列,做不同品种果刷与纵切面结构示意图。

$$\text{果柄横截面面积} = 1/8 \times \pi \times (\text{果柄直径})^2 \quad (1)$$

$$\text{果蒂横截面面积} = 1/8 \times \pi \times (\text{果蒂直径})^2 \quad (2)$$

$$\text{果刷横截面面积} = 1/8 \times \pi \times (\text{果刷直径})^2 \quad (3)$$

1.3 数据分析

用 SPSS 21.0 分析 6 个质地不同品种果实成熟过程中的果柄耐拉力的差异显著性, 600 份葡萄种质的果柄耐拉力以系统聚类法和 K-均值聚类法进行分级, 分析不同果柄耐拉力等级品种的果柄耐拉力与果柄、果蒂和果刷等性状的相关性。

2 结果与分析

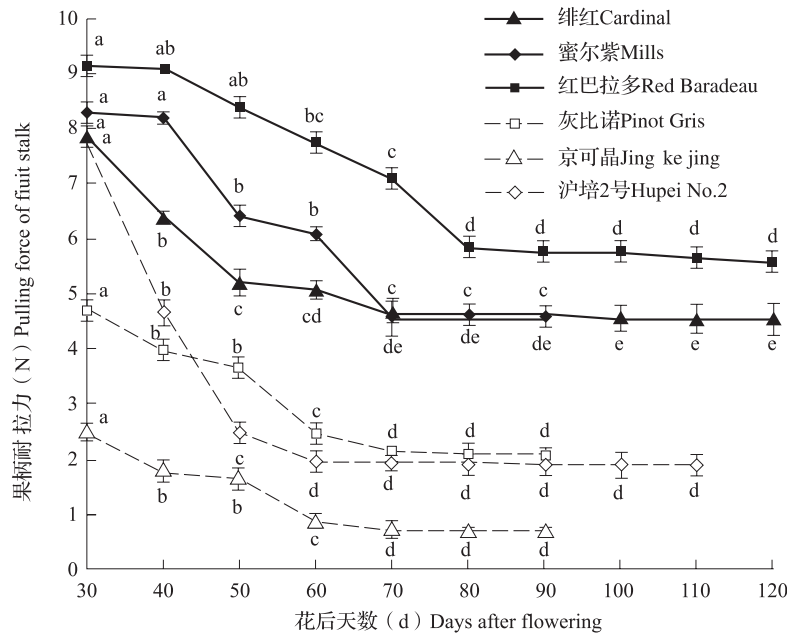
2.1 葡萄果实发育过程中果柄耐拉力与可溶性固形物的动态变化

6 个品种花后 30 d 至果实完全成熟, 果柄耐拉力的变化幅度为 1.8~5.9 N, 沪培 2 号较其他 5 个品

种在 30~50 d 间及整个发育过程中果柄耐拉力值下降最大。整体上 3 个硬肉品种较 3 个软肉品种果柄耐拉力下降范围大。3 个硬肉品种的果柄耐拉力均强于 3 个软肉品种。沪培 2 号和红巴拉多的果柄耐拉力值分别在花后 60 d 和 80 d 趋于稳定, 其余 5 个品种果柄耐拉力值在花后 70 d 趋于稳定, 其后果柄耐拉力值差异不显著(图 1)。随着果实成熟, 6 个品种的可溶性固形物含量整体上呈不断上升趋势(图 2), 果柄耐拉力不断下降直至趋于稳定, 其果柄耐拉力与果实可溶性固形物含量呈极显著负相关(表 2), 不同品种果柄耐拉力的稳定时期和可溶性固形物含量及其积累速度因遗传特性和发育时期不同而存在差异。

2.2 不同葡萄种质资源果柄耐拉力分布状况

600 份葡萄种质果柄耐拉力的水平分布在 0.72~9.16 N 之间, 均值为 2.56 N, 个体间果柄耐拉力存在差异, 其中果柄耐拉力值最大和最小的品种分别是红地球和京可晶。利用 SPSS 21.0 软件对数数据进行单样本正态分布检测, 偏度系数(S)和峰度系数(K)分别为 1.7 和 4.1, 标准误差分别为 0.1 和 0.2, $S \times K > 0$, 果柄耐拉力连续分布且符合正偏态分布(图 3)。



不同小写字母表示果柄耐拉力在 $P=0.05$ 水平上显著差异, 下同

Different letters indicates significant in pulling force of fruit stalk at the $P=0.05$ level, the same as below

图 1 不同品种发育过程果柄耐拉力变化情况

Fig.1 Variations in pulling force of fruit stalk during development of different varieties

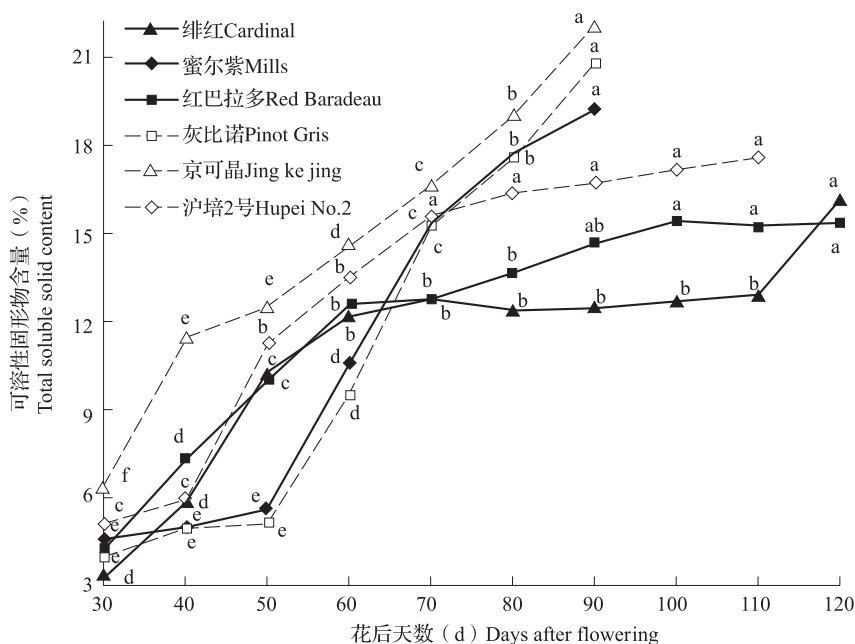


图 2 不同品种发育过程可溶性固形物含量变化情况

Fig.2 Variations in total soluble solids during development of different varieties

表 2 不同品种发育过程中果柄耐拉力与可溶性固形物含量的相关性

Table 2 Correlation of pulling force of fruit stalk and total soluble solid content during development of different grape cultivars

果柄耐拉力 Pulling force of fruit stalk	可溶性固形物含量 Total soluble solid content					
	绯红 Cardinal	蜜尔紫 Mills	红巴拉多 Red Baradeau	灰比诺 Pinot Gris	京可晶 Jing ke jing	沪培 2 号 Hupei No.2
绯红 Cardinal	-0.947**	—	—	—	—	—
蜜尔紫 Mills	—	-0.930**	—	—	—	—
红巴拉多 Red Baradeau	—	—	-0.934**	—	—	—
灰比诺 Pinot Gris	—	—	—	-0.897**	—	—
京可晶 Jing ke jing	—	—	—	—	-0.933**	—
沪培 2 号 Hupei No. 2	—	—	—	—	—	-0.885**

皮尔森相关性表示相关性系数 r , $r>0$ 表示两变量正相关, $r<0$ 表示负相关, $|r|<1, 0.8<|r|<1$ 表示两变量存在极强相关性; ** 表示在 0.01 水平上 (双侧) 极显著相关。— 表示两变量间未进行相关性分析。下同

Pearson correlation indicates the correlation coefficient r , $r>0$ means that the two variables are positively correlated, $r<0$ means negative correlation, $|r|<1, 0.8<|r|<1$ means that there is a strong correlation between the two variables, ** indicates extremely significant correlation at the 0.01 level (both sides). - indicates that no correlation analysis has been performed. The same as below

将 600 份种质的果柄耐拉力按从大到小排列并编号得到表 3, 进行系统聚类和 K- 均值聚类, 得到果柄耐拉力的不同分类数下的误差函数及聚类结果 (表 4)。葡萄果柄耐拉力依据不同的分类数可细分为不同的等级, 随着分类数增加, 误差函数值不断减小至差异不显著, 各分级在 0.05 信度水平下差异显

著, 鉴于葡萄耐拉力的跨度范围较小并结合国内外葡萄果粒分离难易程度的相关标准^[7-9], 将葡萄种质资源果柄耐拉力分为强、中等、弱 3 级, 分组组距为 2.81 N, 果柄耐拉力分组距离四舍五入后分别对应 $P>6\text{ N}, 3\text{ N}<P\leq 6\text{ N}, P\leq 3\text{ N}$ 。

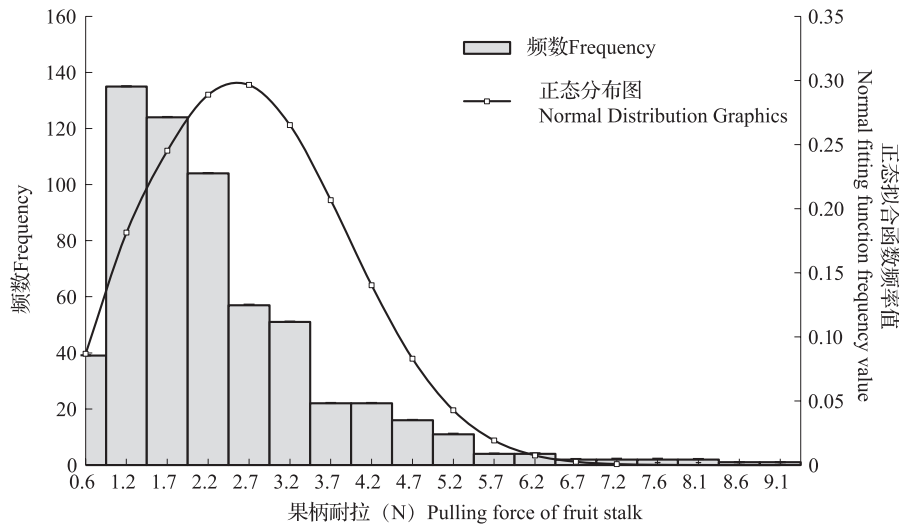


图 3 不同葡萄种质果柄耐拉力分布图

Fig.3 Distribution plot of the pulling force of fruit stalk in different grape resources

表 3 600 份种质果柄耐拉力及编号

Table 3 Pulling force of fruit stalk and numbering for 600 Germplasm

编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk
1	红地球	9.157	25	微红白	5.390	49	西瓦兹	4.648
2	牡丹红	9.140	26	90-1	5.280	50	黎明无核	4.602
3	芳香	8.590	27	玫瑰香 × 葡萄园皇后	5.279	51	山葡萄 2 号 ♀	4.560
4	皇家红	8.362	28	库特赛塔	5.277	52	花泽 2 号	4.543
5	胜利	8.087	29	山葡萄 1 号	5.226	53	维多利亚	4.537
6	伊丽莎白	7.737	30	二伯娜	5.220	54	黑指	4.396
7	利伐尔	7.463	31	金田美指	5.163	55	红高芽变	4.391
8	皇家秋天	7.291	32	公酿 1 号	5.160	56	加拿大玫瑰	4.363
9	蜜红 (2014)	6.897	33	甲斐路	5.117	57	黑玫瑰	4.333
10	春之蕾	6.878	34	粒丽特	5.080	58	湖南刺	4.326
11	保尔加尔	6.633	35	午夜美人	5.004	59	Lenoir	4.322
12	金田红	6.510	36	粉红葡萄	4.989	60	白达拉依	4.318
13	阿佛阿丽	6.498	37	斯堪地拜格	4.852	61	峰寿	4.305
14	湖南未命名	6.388	38	泽香	4.833	62	沈农硕丰	4.297
15	晚黑宝	6.218	39	苏丹尼	4.830	63	黑奥林	4.295
16	白拉查基	5.957	40	黑贝蒂	4.800	64	德苏拉乌苏姆	4.284
17	比昂扣	5.907	41	瓦尔瑟	4.763	65	紫桃	4.260
18	粉红亚都蜜	5.810	42	高山 1 号	4.762	66	格拉卡	4.228
19	红巴拉多	5.783	43	京丰	4.740	67	金田翡翠	4.225
20	Nalthamcross	5.610	44	森田尼	4.737	68	摩尔多瓦	4.186
21	美人指	5.597	45	黑大粒	4.736	69	依斯比沙里	4.168
22	北玫	5.519	46	黑夏尼	4.670	70	卡托巴	4.160
23	夏日阳光	5.424	47	蜜尔紫	4.669	71	玫瑰怡	4.077
24	京优	5.400	48	绯红	4.663	72	甬优 1 号	4.060

表3(续)

编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk
73	Kamea	4.033	113	山东大紫	3.397	152	秦岭桑 02	3.047
74	普赖德	4.032	114	保 Д-Ч	3.388	153	79-05-6	3.046
75	巨优(辽)	3.989	115	黑蜜十六	3.386		(白香蕉 × 京早晶)	
76	蜜光	3.940	116	郑果 8 号	3.384	154	红地球芽变	3.046
77	郑巨 1 号	3.920	117	阳光玫瑰	3.382	155	东京红	3.043
78	贵妃玫瑰	3.889	118	京秀	3.378	156	京亚	3.033
79	巨星	3.880	119	派卡尔	3.377	157	里扎马特	3.033
80	黑香蕉	3.865	120	先锋	3.347	158	农科 1 号	3.007
81	黑丰	3.862	121	品比园 323	3.337	159	北醇	2.985
82	黑珍珠	3.836	122	白胡沙涅	3.324	160	凯旋	2.975
83	广西毛	3.834	123	春光	3.320	161	红义	2.969
84	紫云水晶	3.825	124	北红	3.315	162	阿克塔那衣	2.962
85	桃太郎	3.775	125	高砂	3.315	163	基拉尔	2.961
86	黑阿尔法	3.772	126	贵州水晶	3.304	164	早熟玫瑰香	2.955
87	高千穗	3.708	127	藤稔 × 紫玉	3.282	165	中圃 3 号	2.952
88	峰后	3.700	128	香悦	3.279	166	山葡萄(S48-3)	2.921
89	洛浦早生	3.684	129	波秋	3.254	167	康耐诺	2.918
90	白瓦沙卡	3.680	130	灵宝 7 号	3.243	168	金玫瑰	2.907
91	红光无核	3.653	131	罗德浆果	3.234	169	奥古斯特	2.902
92	奥迪亚	3.648	132	碧香无核	3.233	170	巴士	2.901
93	红高	3.647	133	黑旋风	3.231	171	山葡萄(N43-3)	2.888
94	会同 1 号	3.639	134	紫罗兰	3.226	172	巨玫瑰	2.887
95	红双味	3.620	135	Sivan	3.219	173	金星无核	2.884
96	俄罗斯斯康可	3.563	136	黑蜜	3.202	174	信浓红	2.874
97	红莲子	3.549	137	申华	3.199	175	芷江刺 01	2.860
98	贵州毛	3.538	138	黑色甜菜	3.194	176	意大利玫瑰	2.840
99	蒙丽莎无核	3.533	139	紫甜无核	3.187	177	红井川	2.830
100	红皇后	3.532	140	克林巴马克(红梢)	3.184	178	Golden Muscat	2.821
101	北冰红	3.531	141	红地球 × 玫瑰香 (N47-5)	3.183	179	黑元帅	2.820
102	沪太 8 号	3.525				180	巨峰芽变	2.817
103	无核白 3 号	3.520	142	9081	3.170	181	潘诺尼亚	2.801
104	玫瑰魁	3.513	143	无核玫瑰	3.154	182	红斯地	2.787
105	甲州	3.477	144	阿达玫瑰	3.144	183	左优红	2.784
106	Gold star	3.475	145	阪琢	3.141	184	郑果 15 号	2.779
107	累克芒特	3.470	146	黄蜜	3.139	185	抗砧 5 号	2.753
108	凤凰 51	3.466	147	申玉	3.112	186	紫珍香	2.753
109	北玫佳	3.440	148	普列文玫瑰	3.072	187	马奶	2.749
110	冬香蕉	3.439	149	白鸡心	3.071	188	火焰无核	2.741
111	洪江刺 7	3.436	150	申丰	3.068	189	品比园 324	2.741
112	红意大利	3.421	151	派克斯	3.061	190	尼加拉	2.738

表 3(续)

编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk
191	湘珍珠红叶	2.737	231	奥拉皇后	2.505	271	状元红	2.295
192	晚霞	2.712	232	黑峰	2.500	272	玛瑙	2.292
193	阿米利亚	2.710	233	季米亚特	2.500	273	安吉文	2.290
194	秋白	2.701	234	黑瑰香	2.492	274	着色香	2.288
195	戈尔比	2.698	235	星光	2.481	275	瓶儿	2.284
196	茉莉香	2.695	236	早康可	2.472	276	京早晶	2.281
197	花泽 1 号	2.693	237	哈特巴尔	2.458	277	吾家克阿依	2.278
198	达米那	2.685	238	瑰宝	2.441	278	红迷拉依	2.275
199	宇选 1 号	2.684	239	申秀	2.438	279	金穗葡萄	2.275
200	巨皇	2.684	240	早熟黑虎香	2.436	280	早玛瑙	2.274
201	紫光	2.680	241	魏天子	2.429	281	玫野黑	2.269
202	早康宝	2.677	242	天康玫瑰	2.427	282	水晶无核	2.266
203	龙宝	2.669	243	井川 666	2.416	283	沈农香丰	2.266
204	丰宝	2.657	244	井川 1014	2.414	284	黑谢希	2.259
205	卡氏芳屯	2.643	245	蓓蕾玫瑰	2.413	285	灵宝秋 2 号	2.255
206	和田红	2.640	246	田野黑	2.406	286	双溪腺 01	2.244
207	无核白 1 号	2.633	247	红伊豆	2.404	287	早茉莉	2.241
208	牛奶	2.630	248	康能无核	2.402	288	洛宁桑 18	2.235
209	阿利克赛尼	2.624	249	福龙梯格	2.400	289	洪江双溪腺 03	2.233
210	莎加蜜	2.623	250	青要山桑	2.399	290	早黑宝	2.233
211	红奥林	2.623	251	粉红阿里曼登	2.384	291	济南早红	2.221
212	母契洛尼	2.610	252	脆红	2.371	292	SG	2.218
213	红香蕉	2.589	253	Shacharit	2.371	293	蓓蕾 A	2.216
214	巨玫瑰芽变	2.584	254	夕阳红	2.364	294	马西斯	2.215
215	Jade seedless	2.583	255	石板岩桑	2.359	295	贵妇人	2.211
216	品丽珠	2.578	256	嘟噜玫	2.356	296	黑别尔考夫	2.210
217	白玫康	2.577	257	布列罗然西	2.352	297	佐藤	2.206
218	红富士	2.571	258	Gold	2.352	298	枣庄 -8	2.203
219	秋黑宝	2.561	259	比赛尔	2.351	299	哥劳万纳	2.194
220	郑黑 1169	2.559	260	Flame	2.342	300	天使玫瑰香	2.190
221	红地球大粒芽变	2.548	261	甲州三尺	2.334	301	苏 46 号	2.189
222	巧宝 3 号	2.543	262	白马拉加	2.332	302	波尔莱特	2.184
223	尼姆兰格	2.529	263	凯麦德	2.332	303	枣庄 -7	2.180
224	康可	2.529	264	五朵山桑	2.322	304	武汉刺	2.176
225	宝天曼桑	2.528	265	艳红	2.316	305	早甜玫瑰香	2.173
226	藤稔	2.521	266	灵宝 6 号	2.314	306	烟 73	2.172
227	巨峰玫瑰	2.519	267	NY14528	2.312	307	华夫葡萄	2.172
228	玫瑰蜜	2.513	268	吉姆沙瓦尔宁	2.310	308	科维丁卡	2.170
229	沈(87-1)	2.511	269	信阳桑 33	2.309	309	麝香葡萄	2.163
230	意大利	2.506	270	香妃	2.308	310	灰比诺	2.160

表3(续)

编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk
311	哈佛德	2.150	351	Shuttleworthii Olmo (U69-50)	1.986	389	红无籽露	1.837
312	布阿基达希	2.149	352	布加勒斯特玫瑰	1.977	390	白谢希	1.836
313	埃木布腊德	2.143	353	布拉金隍	1.977	391	圆粒巧吾斯	1.823
314	郑果4号	2.139	354	登瓦斯玫瑰	1.977	392	维金娜斯	1.823
315	沈528	2.138	355	Aestivalis Olmo (U69-50)	1.975	393	阿古西	1.821
316	红泽	2.133	356	吉峰9号	1.973	394	蛇龙珠	1.818
317	早金香	2.121	357	音田	1.972	395	南湖湾1402	1.806
318	红瑞宝	2.120	358	Netanel	1.968	396	瑞必尔	1.804
319	阿拉卡其	2.116	359	布吉苏里	1.968	397	谢花红	1.797
320	秋无核	2.115	360	黑汗	1.966	398	马拉基	1.795
321	格列那什	2.113	361	乌兹别克玫瑰	1.956	399	范萨塞无核	1.792
322	巨鲸	2.097	362	秀特玫瑰	1.953	400	京紫晶	1.787
323	黑无核	2.091	363	Szewiarnvi	1.952	401	吉峰	1.787
324	安娜玛利亚	2.088	364	洛迪	1.950	402	迈斯内尔	1.786
325	白香蕉株选	2.083	365	斯蒂本	1.949	403	武钢庙街1号	1.784
326	白香蕉	2.076	366	紫珍珠	1.946	404	葡萄园皇后	1.782
327	贵人香	2.074	367	沪培2号	1.946	405	伏罗希	1.782
328	阿马斯	2.073	368	纽约玫瑰	1.942	406	布朗无核	1.775
329	红标无核	2.073	369	Olmo(U69-11)	1.939	407	黑×国	1.773
330	白玉霓	2.072	370	红斯威森	1.936	408	白拉齐娜	1.763
331	紫鸡心	2.070	371	考克旁达斯	1.935	409	S.V.12-328	1.763
332	龙峪湾2号♀	2.062	372	早无核白	1.928	410	无核早红	1.762
333	沈农金皇后	2.058	373	超宝	1.923	411	奥托玫瑰	1.762
334	黄皇中王	2.053	374	无核紫	1.920	412	贝达	1.761
335	峰早	2.048	375	戈定	1.898	413	霍里岗	1.758
336	Queen	2.048	376	红汁加美	1.897	414	紫王	1.730
337	白奥林	2.047	377	Bianca(B9)	1.890	415	火星无核	1.729
338	大粒玫瑰香	2.043	378	安芸皇后	1.881	416	Rogers640	1.719
339	Cynthiana	2.039	379	5BB	1.857	417	California#1hybird	1.719
340	早玫瑰	2.034	380	碧绿珠	1.854	418	西莱特	1.717
341	紫早	2.030	381	弗拉卡玫瑰	1.851	419	40-1(巨峰×希姆劳德)	1.716
342	高墨	2.024	382	星索	1.850	420	黑佳美	1.710
343	香槟尼葡萄1148	2.021	383	纽约玫瑰香	1.850	421	丽红宝	1.707
344	赤霞珠	2.013	384	红萨福尔克	1.844	422	斯立藩	1.705
345	李子香	1.997	385	京丰无核	1.843	423	Salt Creek	1.704
346	佳利酿	1.995	386	泽玉	1.840	424	布阿基诺尔	1.699
347	Acerifolia	1.994	387	郑康1号	1.839	425	宁夏无核白	1.697
348	Gf.67-198-3	1.994	388	奥坂托	1.837	426	红拜克	1.696
349	红脸无核	1.991				427	新美无核红	1.691
350	大红先锋	1.988				428	抗砷6号	1.686

表 3(续)

编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk
429	桑 943	1.684	469	巴赫基奥里	1.527	509	艾尔威因	1.397
430	克什麦什	1.682	470	S.6059	1.527	510	波莱华依	1.397
431	高尔丹	1.681	471	甘桑	1.526	511	粉红万特灵	1.392
432	爱欧娜	1.681	472	卡尔曼希	1.526	512	布列沙	1.392
433	红艾基	1.672	473	美洲白	1.524	513	阿依巴特	1.376
434	黑三多利	1.669	474	红加利亚	1.511	514	枣庄-14	1.372
435	玫瑰香	1.665	475	盖北塞	1.509	515	紫北赛	1.359
436	信阳桑 13	1.663	476	紫峰	1.507	516	罗曼尔	1.359
437	霸王	1.656	477	河岸葡萄 15	1.504	517	白雅	1.359
438	西营	1.655	478	黑圆珠	1.501	518	Gf.ga48-12	1.358
439	大无核紫	1.652	479	白哈丽丽	1.500	519	洛宁桑 26	1.357
440	内京香	1.650	480	别拉卡依	1.499	520	旭旺一号	1.349
441	选拔巨峰	1.646	481	黑比诺	1.499	521	白考库尔	1.347
442	格费考那立	1.645	482	凯番西亚	1.496	522	马夫鲁特瓦尔宁	1.345
443	翡翠玫瑰	1.642	483	弗列奥	1.494	523	Millardet De Grosset 106-8	1.341
444	毛重庆永川 1 号	1.638	484	井川 169	1.487	524	红玫瑰	1.338
445	白考库捷斯	1.625	485	脆玉	1.486	525	香槟尼葡萄♀ 1148	1.335
446	秦龙大穗	1.624	486	四倍体玫瑰香	1.484	526	醉人香	1.334
447	嘎兰德马克	1.612	487	黑卡巴斯马	1.481	527	燕山葡萄(48-1)	1.331
448	酒红	1.607	488	郑州早红	1.474	528	奥罗尔	1.330
449	5BB	1.606	489	黑曼道克	1.466	529	基姆拉	1.328
450	大阪 48202	1.604	490	爱神玫瑰	1.461	530	玛尔兰	1.328
451	黑拉查基	1.595	491	巨丰无核	1.451	531	奥霍夫斯基	1.327
452	考索罗道夫	1.589	492	白羽	1.449	532	卡里耶尔	1.318
453	红星	1.586	493	九里沟 4 号	1.446	533	S.V.12-413	1.317
454	卡内德无核	1.579	494	Conlora	1.445	534	雷克芒特	1.314
455	伊尔玛	1.577	495	蜜汁	1.444	535	Reliance	1.306
456	Chambourcin	1.573	496	浙江大叶水晶	1.438	536	浮德卡别涅	1.296
457	埃拉基海尼	1.570	497	黑巴吐达	1.435	537	罗吉玫瑰	1.289
458	伊豆锦	1.567	498	巨优(洛)	1.425	538	福司令	1.287
459	黑鸡心	1.563	499	阿登纳玫瑰	1.423	539	黑齐姆良	1.287
460	小黑葡萄	1.563	500	别尔科夫斯基	1.420	540	嘟露丝	1.285
461	酒白	1.558	501	奥利文	1.417	541	龙峪湾 1 号	1.279
462	凯丰	1.554	502	希姆劳德	1.414	542	黑阿塞尔	1.278
463	康达瓦斯	1.553	503	香槟	1.407	543	黑多内	1.274
464	SO4	1.552	504	黑后	1.403	544	卡斯特	1.270
465	阿里克斯	1.539	505	卡拉	1.402	545	美丽无核	1.266
466	无核蜜	1.533	506	波坦	1.402	546	巨摩光	1.262
467	考克哈巴	1.530	507	紫玉	1.400	547	白塞必尔	1.261
468	巧吾什	1.530	508	gFc41-44	1.398			

表 3(续)

编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk	编号 No.	名称 Name	果柄耐拉力 (N) Pulling force of fruit stalk
548	科伦坡人	1.249	566	巴库司	1.171	584	波发尔	1.063
549	白劳拉	1.246	567	黄奥多别斯契	1.164	585	梅岭山华	1.019
550	黑巴拜斯卡	1.246	568	无核白	1.164	586	夔夔 - 武汉 A3	1.014
551	卡马特	1.249	569	Ripariab43-15M44	1.152	587	夏白	1.006
552	福斯特	1.238	570	黑高留	1.151	588	Couder 1613 clone 59	0.977
553	卡多三利	1.234	571	Edna × Male Simpsoni	1.148	589	二号大宛红	0.961
554	夔林县	1.227	572	杜马	1.138	590	粉红西万尼	0.923
555	马格拉契	1.225	573	那塞里	1.129	591	罗查里奥	0.909
556	Palmata	1.224	574	说日 1 号	1.113	592	北塞魂	0.891
557	法国兰	1.220	575	燕山葡萄 (N40-2)	1.091	593	艾布林	0.860
558	Florilush	1.218	576	粉红亚依苏娜	1.090	594	拜克	0.854
559	沈 530	1.212	577	S.9110	1.077	595	Gf.B2-11	0.837
560	红帕万	1.208	578	老君山桦	1.077	596	奥坡托	0.801
561	白佳美	1.202	579	S.V.12-308	1.076	597	查尔钦	0.796
562	麦积山(实生)04	1.188	580	白比诺	1.075	598	gFga97-45	0.779
563	gf.ga52-42	1.181	581	大黑葡萄	1.072	599	Wichita Refuge	0.725
564	郑果 5 号	1.176	582	茨中教堂	1.070	600	京可晶	0.722
565	黑赛必尔	1.173	583	巴米特	1.069			

表 4 不同分类数下果柄耐拉力的聚类结果

Table 4 Distribution of the pulling force of fruit stalk in different clusters

分类数 Cluster number	误差函数 Error function	分组距离 (N) Grouping distance	聚类结果 Clustering results
2	0.65a	4.22	1~5, 6~600
3	0.35b	2.81	1~15, 16~103, 104~600
4	0.21c	2.11	1~5, 6~19, 20~99, 100~600
5	0.18c	1.69	1~7, 8~20, 21~73, 74~274, 275~600
6	0.17c	1.41	1~6, 7~14, 15~35, 36~112, 113~352, 353~600
7	0.16c	1.22	1~5, 6~10, 11~21, 22~63, 64~155, 156~402, 403~600
...

600 份种质资源中筛选出果柄耐拉力强、中等、弱的种质份数分别为 15 份、143 份、442 份,供试品种果柄耐拉力整体较弱。果柄耐拉力强的种质均为欧亚种:红地球、牡丹红、芳香、皇家红、胜利、伊丽莎白、利伐尔、皇家秋天、蜜红(2014)、保尔加尔、金田红、阿佛阿丽、红巴拉多、晚黑宝、春之雷,其余 3 个种群没有果柄耐拉力强的种质。各种群内部果柄耐拉力存在差异,变化范围较大(图 4)。整体来说,欧亚种群、种间杂种和东亚种群 3 个种群的果柄耐拉力差异不显著,但均显著高于北美种群,其中欧亚

种群果柄耐拉力较大,种间杂种和东亚种群次之,北美种群最小(表 5)。

2.3 不同品种果柄、果蒂、果刷的差异及其与果柄耐拉力的相关性

8 个品种的果柄耐拉力包含了强(红地球、芳香、胜利)、中(粉红亚都蜜)和弱(瑰宝、烟 73、灰比诺、京可晶)3 个等级,其中红地球的果粒重、果刷长、单位果柄横截面面积、单位果蒂横截面面积和单位果刷横截面面积分别是京可晶的 13 倍、5 倍、24 倍、17 倍和 12 倍,单位横截面面积果柄承受的

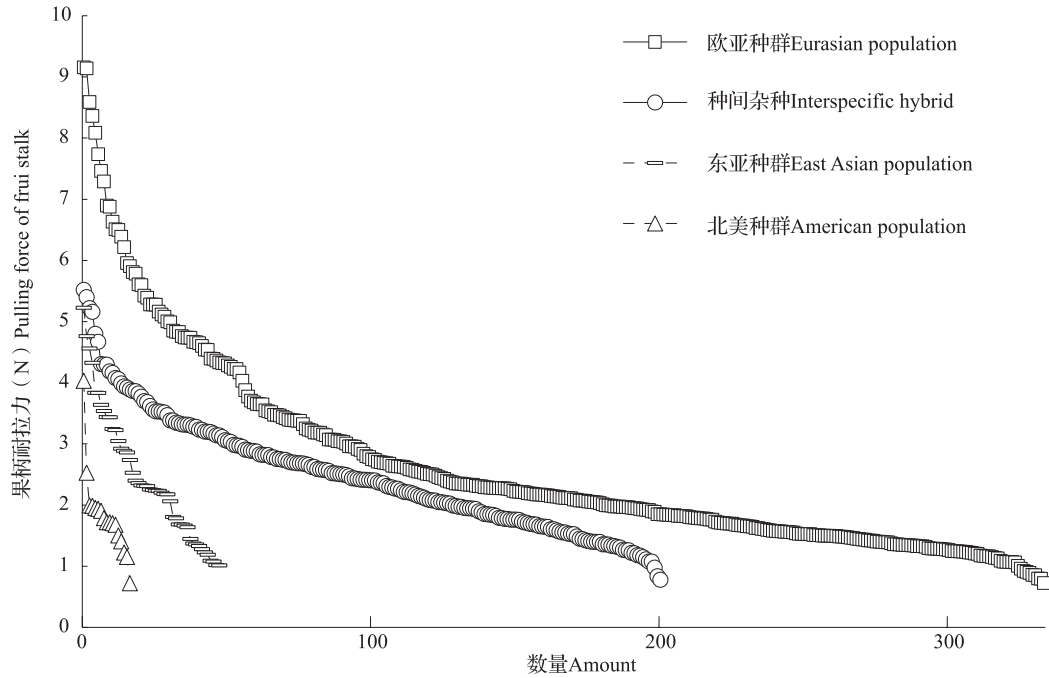


图 4 不同种群果柄耐拉力分布情况

Fig.4 Distribution of the pulling force of fruit stalk into Eurasian, Interspecific hybrids, East Asian and North American populations

自身重量、单位横截面面积果蒂承受的自身重量和单位横截面面积果刷承受的自身重量分别是京可晶的 1/2、7/10、2/7 (表 6)。红地球果粒较京可晶重,但其能承受自身重量的能力远大于京可晶,果

刷需承受自身重量小于京可晶,果柄、果蒂和果刷联结紧密,表明其果柄耐拉力强的特点。图 5 为 8 个代表性品种果刷的形态和果刷在果肉中的联结形式。

表 5 各种群中不同等级果柄耐拉力种质的数量差异

Table 5 Quantitative difference of the pulling force of fruit stalk of different grades in each groups

种群 Population	平均果柄耐 拉力 (N) Average pulling force of fruit stalk	数量 Number	强果柄耐拉力数量 Number of strong pulling force	中等果柄耐拉数量 Number of middle pulling force	弱果柄耐 拉力数量 Number of weak pulling force
欧亚种群 Eurasian population	2.61a	334	15	73	242
种间杂种 Interspecific hybrid	2.48a	201	0	52	149
东亚种群 East Asian population	2.43ab	48	0	13	35
北美种群 North American population	1.82b	17	0	1	16
总数 Total	2.53	600	15	143	442

8 个品种的果柄耐拉力与其单位果柄横截面面积呈显著正相关,与其单粒重、果柄长、果刷长、单位果蒂横截面面积、单位果刷横截面面积呈极显著正相关,与其单位横截面面积果刷承受的自身重量呈显著负相关 (表 7)。说明果柄耐拉力强的品种,其果柄和果刷越长,果柄、果蒂和果刷横截面面积越大,单位横截面面积果柄和果蒂能承受自身的重量也较大,而单位横截面面积果刷需要分担自身的重量却

较小,因此其果柄与果蒂和果刷连接处,相比于果柄耐拉力弱的品种更为牢固,也更不容易落粒。

3 讨论

果柄耐拉力的强弱直接影响葡萄果品的贮藏时间和运输距离,不同葡萄品种的果柄耐拉力差异较大^[18],通过筛选果柄耐拉力强的葡萄种质,培育耐贮葡萄新品种对葡萄生产有重要意义。葡萄成熟过

表6 不同果柄耐拉力品种果实结构的差异

Table 6 Differences in the fruit structure of varieties with different pulling force of fruit stalk

名称 Name	果柄耐拉 力(N) P	单粒重 (g) SW	果柄长 (mm) SL	果刷长 (mm) BL	果柄横	果蒂横	果刷横	单位面积	单位面积	单位面积
					截面 面积 (mm ²) CS	截面 面积 (mm ²) CP	截面 面积 (mm ²) CB	果柄承受 自身重量 (g/mm ²) SW/CS	果蒂承受 自身重量 (g/mm ²) SW/CP	果刷承受 自身重量 (g/mm ²) SW/CB
红地球 Red Globe	9.2a	19.6a	10.0a	11.3a	7.7a	27.4a	4.6a	2.6b	0.7ab	4.3c
芳香 Mathias Aromatic	8.6a	11.1b	8.6a	9.9a	2.4b	18.5b	3.6a	4.6a	0.6b	3.1cd
胜利 Victory	8.1a	12.7b	9.1a	9.1a	2.6b	16.6b	3.3a	4.9a	0.8a	3.9cd
粉红亚都蜜 Yatami Rose	5.8b	7.4c	8.4a	8.3ab	2.6b	15.5b	2.4ab	2.9b	0.5b	3.2cd
瑰宝 Gui Bao	2.4c	4.5c	7.5ab	5.5b	1.3bc	6.5c	1.1b	3.4b	0.7ab	4.2c
烟 73 Yan73	2.2c	2.7d	6.8b	5.2b	0.9c	6.0c	0.4c	2.9b	0.5b	6.4b
灰比诺 Pinot Gris	1.3c	1.8d	6.3b	2.5c	0.8c	6.0c	0.7c	2.3b	0.3b	2.4d
京可晶 Jing ke jing	0.6c	1.6d	6.4b	2.2c	0.3c	1.6d	0.4c	5.1a	1.0a	15.1a

P: Pulling force of fruit stalk, SW: Single fruit grain weight, SL: Fruit stalk length, BL: Fruit brush length, CS: Cross-sectional area of per unit fruit stalk, CP: Cross-sectional area of per unit fruit pedicle, CB: Cross-sectional area of the per unit fruit brush. The same as below



a: 京可晶; b: 灰比诺; c: 烟 73; d: 瑰宝; e: 粉红亚都蜜; f: 胜利; g: 芳香; h: 红地球

a: Jing ke jing, b: Pinot Gris, c: Yan73, d: Gui Bao, e: Yatami Rose, f: Victory, g: Mathias Aromatic, h: Red Globe

图5 各个葡萄品种果刷与果实纵切面示意图

Fig.5 Fruit brush of different grape varieties and fruit longitudinal section diagram

表7 不同品种果柄耐拉力与果实各性状的相关性

Table 7 Correlation between the pulling force and various characters of fruits for the different varieties

性状 Characters	果柄 耐拉 力 P	单果 重 SW	果柄 长 SL	果刷 长 BL	果柄横 截面面 积 CS	果蒂横 截面面 积 CP	果刷横 截面面 积 CB	单位面积果 柄承受自身 重量 SW/CS	单位面积果 蒂承受自身 重量 SW/CP	单位面积果 刷承受自身 重量 SW/CB
果柄耐拉力 P	1	0.94**	0.96**	0.97**	0.77*	0.95**	0.98**	0.15	0.08	-0.69*

程中可溶性固形物含量不断上升,果柄耐拉力不断下降直至趋于稳定,与杏、樱桃、枸杞和油茶^[10-12, 19-22]果实成熟过程中果柄耐拉力变化趋势一致。本研究中3个硬肉品种的果柄耐拉力强于3个软肉品种,与吴德玲等^[5]研究得出不同质地葡萄浆果耐拉力

由大到小依次为脆肉品种,硬肉囊类的美洲种和欧美杂交种浆果,多汁类软肉品种的结论相似。

葡萄属种群内部及种群间果柄耐拉力存在差异。欧亚种群、种间杂种、东亚种群、北美种群不同群体的果柄耐拉力依次降低,与左倩倩等^[23]研究得

到欧亚种葡萄的果柄耐拉力大于欧美杂种结论相同。各种群内部果柄耐拉力存在差异,其中欧亚种群的果柄耐拉力变化范围最大。试材中欧亚种群和欧美杂种全为栽培品种,果柄耐拉力多为中等或强,是长期人工选择和驯化栽培的结果;东亚种群的山葡萄、刺葡萄、毛葡萄及北美种群的圆叶葡萄经过了不同程度的人工选择,其果柄耐拉力表现为中等;其余的东亚种群如桑叶葡萄、变叶葡萄、腺枝葡萄、蓼萼等和北美种群的河岸葡萄、沙地葡萄、夏葡萄等果柄耐拉力为弱,这些种质多为野生种类,为自然选择的结果。本研究结果侧面反映了不同选择方式下葡萄果柄耐拉力特性的差异,自然选择更多保留了易落粒特点^[24],便于种群繁衍,而人工驯化则是逐渐将自然状态下果柄耐拉力小、易落粒特性转变为果柄耐拉力强、耐贮运的过程。

600 份葡萄种质资源果柄耐拉力强、中、弱的种质数量占总种质数量比例分别为 2.5%、23.8% 和 73.7%,绝大多数葡萄种质资源果柄耐拉力较弱,果柄耐拉力强的种质均为欧亚种。在育种工作中应加强对强果柄耐拉力品种的重视程度^[25],生产中可以利用果柄耐拉力强的种质如红地球、牡丹红、胜利、芳香等作为育种亲本,选育耐贮品种。

葡萄果柄耐拉力与耐贮性呈正相关,是决定耐贮性的重要特性之一^[6]。果柄耐拉力大小又与果柄、果蒂及果刷横截面面积大小呈正相关,与单位面积果柄和果蒂承受的浆果自重呈负相关^[5, 23, 26-27]。果柄、果蒂和果刷越粗大,浆果耐拉力愈强^[28],因为大果刷的果粒在果柄上着生紧实且维管束和种子、果肉连接牢固^[29]。左倩倩等^[23]研究 126 个葡萄品种的果柄耐拉力结果表明果柄耐拉力与果刷长度和粗度均呈显著正相关。吴德玲等^[5]研究发现葡萄果刷面积越大,果粒与果蒂联结越牢固,耐拉力越强,与本研究结果中果柄耐拉力与果柄、果蒂和果刷等性状的相关性基本一致。通过对 600 份葡萄种质资源的果柄耐拉力的鉴定评价,筛选出了 15 份果柄耐拉力强的种质,以期对研究葡萄果柄耐拉力特性和选育耐贮葡萄品种提供参考。

参考文献

- [1] 蒲小龙. 葡萄 (*Vitis L.*) 种质资源的 ISSR 分析. 福州: 福建农林大学, 2011
Pu X L. ISSR analysis of *Vitis L.* germplasm resources. Fuzhou: FuJian Agriculture and Forestry University, 2011
- [2] 史聪聪. 国际葡萄与葡萄酒组织发布《世界葡萄品种分布报告》. (2018-03-06) [2019-05-28]. <http://www.chinanews.com/wine/2018/03-06/8460805.shtml>

- com/wine/2018/03-06/8460805.shtml
- Shi C C. International vine and wine organization publishes "World Grape Variety Distribution Report". (2018-03-06) [2019-05-28]. <http://www.chinanews.com/wine/2018/03-06/8460805.shtml>
- [3] 罗斯怡. 中国葡萄产业及其旅游开发研究. 武汉: 湖北大学, 2017
Luo S Y. Research on Chinese grape industry and its tourism development. Wuhan: Hubei University, 2017
- [4] 窦晓博, 邵娜. 中国农产品滞销与情现状及展望. 农业展望, 2018, 14(7): 62
Dou X B, Shao N. Status quo and prospect of public opinion of agricultural products unmarketability in China. *Agricultural Outlook*, 2018, 14(7): 62
- [5] 吴德玲, 修德仁, 张文恩, 许桂兰, 刘裕严. 葡萄浆果耐压力、浆果和果柄间耐拉力与贮藏性关系的研究初报. 葡萄科技, 1981(2): 1-6
Wu D L, Xiu D R, Zhang W E, Xu G L, Liu Y Y. Preliminary report on pressure resistance on grape berries, berries and fruit stalk-tension and the ability of storage. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 1981(2): 1-6
- [6] 贺普超. 葡萄学. 北京: 中国农业出版社, 2004: 217
He P C. General viticulture. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 217
- [7] 刘崇怀, 沈育杰, 陈俊, 郭景南. 葡萄种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006: 100
Liu C H, Shen Y J, Chen J, Guo J N. The description and data standard for grape (*Vitis*). Beijing: China Agriculture Press, 2006: 100
- [8] 刘崇怀, 樊秀彩, 孙海生, 张颖, 姜建福, 马小河, 堵苑苑, 郭景南, 李文军. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南葡萄. NY/T 2563-2014. 北京: 中国农业出版社, 2014: 9
Liu C H, Fan X C, Sun H S, Zhang Y, Jiang J F, Ma X H, Du Y Y, Guo J N, Li W J. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability—grape: NY/T 2563-2014. Beijing: China Agriculture Press, 2014: 9
- [9] International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Grapevine UPOV code: VITIS *Vitis L.* (2008-04-09) [2019-05-28]. <http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg050.pdf>
- [10] 李慧, 万德慧, 肖能武, 任晓琴, 宋伟, 谢菊英, 吴峰, 向世标. 汉江樱桃果实发育的品质变化及贮藏物流保鲜技术研究. 湖北农业科学, 2018, 57(6): 84-86
Li H, Wan D H, Xiao N W, Ren X Q, Song W, Xie J Y, Wu F, Xiang S B. Study on the quality changes and storage logistics preservation technology of Hanjiang cherry. *Hubei Agricultural Sciences*, 2018, 57(6): 84-86
- [11] 散望龙, 刘旋峰, 牛长河, 孙小丽, 郭兆峰, 乔园园, 刘向东, 王学农. 杏果实成熟度特性参数与果柄分离力的相关性分析. 农业工程学报, 2013, 29(23): 62-68
San Y L, Liu X F, Niu C H, Sun X L, Guo Z F, Qiao Y Y, Liu X D, Wang X N. Relativity analysis between characteristic parameters of apricot's ripeness and its fruit removal force. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(23): 62-68
- [12] 乔园园, 牛长河, 刘向东, 刘旋峰, 孙小丽, 散望龙, 王学农. 核桃果柄分离力与其影响因素的相关系数研究. 新疆农业科学, 2014, 51(3): 524-531

- Qiao Y Y, Niu C H, Liu X D, Liu X F, Sun X L, San Y L, Wang X N. Research on walnut peduncle separation force and its influence factors. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2014, 51 (3): 524-531
- [13] 秦金伟, 坎杂, 李成松, 朱兴亮. 加工番茄动载条件下果茎分离加速度的试验研究. *农机化研究*, 2015, 37(4): 180-183, 187
- Qin J W, Ka Z, Li C S, Zhu X L. Experimental study of acceleration under dynamic loading for processing tomato fruit and stem separated. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 2015, 37(4): 180-183, 187
- [14] 柳颀, 陈丽兰, 倪书邦, 孔广红, 马静, 李玉宏, 吴超, 贺熙勇. 喷施乙烯利对 HAES900 澳洲坚果果实脱落和品质的影响. *热带作物学报*, 2017, 38(2): 194-198
- Liu J, Chen L L, Ni S B, Kong G H, Ma J, Li Y H, Wu C, He X Y. The effect of ethephon spraying on the fruit abscission and quality of macadamia cultivar 'HAES900'. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2017, 38(2): 194-198
- [15] 姜建福, 马寅峰, 樊秀彩, 孙海生, 张国海, 刘崇怀. 196 份葡萄属 (*Vitis* L.) 种质资源耐热性评价. *植物遗传资源学报*, 2017, 18(1): 70-79
- Jiang J F, Ma Y F, Fan X C, Sun H S, Zhang G H, Liu C H. Evaluation of 196 *Vitis* L. germplasm resources to heat tolerance. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2017, 18(1): 70-79
- [16] 许瀛之, 张文颖, 上官凌飞, 樊秀彩, 刘崇怀, 房经贵. 葡萄种质资源花序的调查与分析. *植物遗传资源学报*, 2018, 19(3): 488-497
- Xu Y Z, Zhang W Y, Shangguan L F, Fan X C, Liu C H, Fang J G. Survey and analysis on the inflorescence of grape variety resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2018, 19(3): 488-497
- [17] 马小河, 赵旗峰, 董志刚, 唐晓萍, 王敏, 任瑞. 鲜食葡萄品种资源果实数量性状变异及概率分级. *植物遗传资源学报*, 2013, 14(6): 1185-1189
- Ma X H, Zhao Q F, Dong Z G, Tang X P, Wang M, Ren R. Variation and probability grading of main quantitative traits of table grape resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2013, 14(6): 1185-1189
- [18] 杜耀林. 水果蔬菜贮藏保鲜技术. 北京: 科学出版社, 1990: 10-16
- Du Y L. Storage and preservation technology of fruits and vegetables. Beijing: China Science Press, 1990: 10-16
- [19] 孙小丽, 牛长河, 乔园园, 刘向东, 杨会民, 王学农. 新疆色买提杏脱落力与果实生理特性的相关性分析. *新疆农机化*, 2015(3): 5-7
- Sun X L, Niu C H, Qiao Y Y, Liu X D, Yang H M, Wang X N. Correlation analysis between shedding force and physiological characteristics of the Semati apricots. *Xinjiang Agricultural Mechanization*, 2015(3): 5-7
- [20] 王宝刚, 李文生, 侯玉茹, 常虹, 周家华, 石磊, 张开春. 甜樱桃果实成熟过程中糖累积与品质形成研究. *果树学报*, 2017, 34(5): 576-583
- Wang B G, Li W S, Hou Y R, Chang H, Zhou J H, Shi L, Zhang K C. Sugars accumulation and quality in the fruits of sweet cherry during ripening. *Journal of Fruit Science*, 2017, 34(5): 576-583
- [21] 何昕孺, 张曦燕, 米佳, 戴国礼, 秦垦. 11 个枸杞品种 (系) 果柄分离力的比较. *宁夏农林科技*, 2017, 58(6): 24-25, 49
- He X R, Zhang X Y, Mi J, Dai G L, Qin K. Research on peduncle separation forces of 11 wolf berry strains. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, 2017, 58(6): 24-25, 49
- [22] 谢承健, 曹成茂, 吴佳胜, 伍德林. 油茶果—果柄分离力测量装置设计与验证. *食品与机械*, 2018, 34(6): 89-93
- Xie C J, Cao C M, Wu J S, Wu D L. Design and experiment of camellia oleifera fruit-stalk separation force measuring device. *Food & Machinery*, 2018, 34(6): 89-93
- [23] 左倩倩, 纠松涛, 王晨, 房经贵, 吴伟民, 樊秀彩, 刘崇怀. 葡萄品种资源果刷性状及果粒褐化调查与分析. *植物遗传资源学报*, 2018, 19(6): 1092-1099
- Zuo Q Q, Jiu S T, Wang C, Fang J G, Wu W M, Fan X C, Liu C H. Investigation and analysis of aruit brush characteristics and fruit browning in grape varieties. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2018, 19(6): 1092-1099
- [24] 何红中, 李鑫鑫. 欧亚种葡萄引种中国的若干历史问题探究. *中国农史*, 2017, 36(5): 25-35
- He H Z, Li X X. Some historical issues on the introduction of the Eurasian grape into China. *Agricultural History of China*, 2017, 36(5): 25-35
- [25] 刘崇怀, 孔庆山, 潘兴. 我国鲜食葡萄育种的种质基础与种质创新. *果树学报*, 2002, 19(4): 256-261
- Liu C H, Kong Q S, Pan X. Germplasm background of the grape varieties bred in China and its innovation. *Journal of Fruit Science*, 2002, 19(4): 256-261
- [26] 周会玲, 李嘉瑞. 葡萄浆果耐压力、耐拉力与果实结构的关系. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2007, 35(2): 106-109, 114
- Zhou H L, Li J R. The relationship between fruit structure with pressure and pulling force of berry of grapes. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 2007, 35(2): 106-109, 114
- [27] 陈发河, 于新, 张维一, 谭敦炎. 无核白葡萄果柄结构与落粒关系的研究. *新疆农业大学学报*, 2000, 23(1): 44-48
- Chen F H, Yu X, Zhang W Y, Tan D Y. Study on relationship between pedicel structure and berry abscission of 'Xinjiang Wuhebai' grape cultivars. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 2000, 23(1): 44-48
- [28] 宋军阳. 新疆无核白葡萄防落粒技术研究. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011: 34
- Song J Y. Study on berry abscission of thompson seedless in Xinjiang. Yangling: Northwest A & F University, 2011: 34
- [29] 于大永. 无核白葡萄浆果耐拉力、耐压力的研究. 杨凌: 西北农林科技大学, 2003: 39
- Yu D Y. Studies on the attachment of stem to the berries and Turgor pressure of berries in 'Thompson seedless' grape. Yangling: Northwest A & F University, 2003: 39