

葡萄种质资源果形性状的分析

张培安¹, 樊秀彩², 刘众杰¹, 吴伟民³, 刘崇怀^{2,*}, 房经贵^{1,*}

(¹南京农业大学园艺学院, 江苏省果树品种改良与苗木繁育工程中心, 南京 210095; ²中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009; ³江苏省农业科学院园艺研究所, 南京 210014)

摘要: 通过分析葡萄种质的果形性状以及不同类型的果形特点, 为认识葡萄种质资源果粒形状特点和育种亲本选择提供一定依据。选取 820 份葡萄种质材料 (286 份的性状来自田间实地调查, 534 份来自《中国葡萄志》和《中国葡萄品种》记载), 对不同类型、种 (species) 和用途的葡萄果形特点、不同果形单果质量的分布、以及质量与其纵径和横径的相关性、不同年代选育不同果形的数量等进行分析。结果表明, 倒卵圆形和长椭圆形的果粒较大, 而圆形的果粒较小。欧亚种葡萄中长椭圆形和卵圆形的较多, 欧美杂种葡萄中倒卵圆形的较多。鲜食葡萄较酿酒、制干和制汁葡萄果形更丰富且更狭长。黑色葡萄以圆形和近圆形为主, 白色和红色葡萄中果形较为丰富。从育种进程来看, 早期选育的葡萄果形以圆形为主, 之后变为以圆形、近圆形和椭圆形为主, 现代越来越多果形相继出现。圆形、卵圆形和倒卵圆形果粒的横、纵径与果粒质量拟合度较好。同一个葡萄品种果粒形状可能存在差异, 其中椭圆形变化较为普遍。

关键词: 葡萄; 种质资源; 果粒形状; 相关性

中图分类号: S 663.1

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2018) 08-1456-11

Investigation and Analysis on the Berry Shape of Grape Germplasm Resources

ZHANG Peian¹, FAN Xiucui², LIU Zhongjie¹, WU Weiming³, LIU Chonghuai^{2,*}, and FANG Jinggui^{1,*}

(¹College of Horticulture, Fruit Crop Improvement and Seeding Propagation Engineering Center of Jiangsu Province, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; ²Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, China; ³Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: Analyzing the berry shapes of grape germplasms can provide a good basis for understanding the berry shape characteristics and breeding parent selection. In this study, 820 grape germplasms were selected (286 through field surveys, 534 from 《Chinese grape》 and 《Chinese grape varieties》). The type of different berry shapes and varieties of grape, the distribution of the fruit weight and its correlation with fruit diameter, the number of different berry shapes etc. were studied. The results showed that the particles of obovoid and narrow lipsoid fruits were larger, while the round grape fruits were smaller. The *Vitis vinifera* L. has more broad lipsoid and ovoid shapes, and there are more obovoid

收稿日期: 2018-05-30; 修回日期: 2018-08-07

基金项目: 江苏省农业三新工程项目 (SXGC[2017]278)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: fanggg@njau.edu.cn, liuchonghuai@caas.cn)

varieties of *Vitis vinifera* × *V. labrusca*. Table grapes are more elongated than wine, raisin and juice grapes. Black grapes are mainly round and nearly round, but white and red grapes have a rich berry shape. From the point of view of the breeding process, the berry shape of the grape is mainly round, and then became mainly round, nearly round and broad lipsoid, and more and more fruit forms appear one after another. Round, broad lipsoid and obovoid grape's horizontal, longitudinal can fit well with fruit weights. There may be differences in the berry shape of the same grape variety, with broad lipsoid changes being prevalent.

Keywords: grape; germplasm resources; berry shape; correlation

葡萄果实的大小、形状、色泽等外观性状影响其商品与经济价值,是重要的目标选育性状 (Sansavini, 2006; 张演义 等, 2012)。葡萄果粒形状主要由基因型决定,环境因素 (高温、干旱等)、栽培条件等也会对其产生一定影响 (Dauelsberg et al., 2011; Rodríguez et al., 2011; 房经贵和刘崇怀, 2014a, 2014b)。目前对于葡萄果粒形状特征的描述标准较多,例如国际上多采用国际葡萄与葡萄酒组织 (OIV) 与国际植物遗传资源委员会 (IBPGR) 所制定的标准,国内依据原 IBPGR 的标准并结合中国葡萄种质的情况制定了《葡萄种质资源描述描述规范和数据标准》(刘崇怀 等, 2006),该标准对于果形标准的定义更为详尽,也更符合中国的葡萄资源评价的实际需要。本研究中参照《葡萄种质资源描述描述规范和数据标准》于 2016 与 2017 年对国家果树种质郑州葡萄圃资源果粒形状进行调查,并结合《中国葡萄志》(孔庆山, 2004) 与《中国葡萄品种》(刘崇怀 等, 2014) 所记载的果形、单果质量、果实横纵径等数据资料进行整理与分析,为确定不同果形区分标准,研究不同果形形成机理提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地与试验材料

于 2016 和 2017 年 7—9 月在中国农业科学研究院郑州果树研究所国家葡萄种质资源圃 (113°39'E、34°43'N) 随机取 300 份种质进行果形性状调查。该资源圃海拔 100 m, 年平均气温 15.8 °C。

1.2 试验与分析方法

随机从已成熟的 3 穗果的上、中、下部选取 10 粒浆果,按照《葡萄种质资源描述描述规范和数据标准》对果粒形状进行描述。采用精确度为 0.01 g 电子天平进行称量,并计算平均单果质量;采用精确度为 0.01 mm 的游标卡尺测量果粒的纵、横径,并进行拍照记录。

将调查结果与《中国葡萄志》和《中国葡萄品种》中所记载的信息进行比较,发现田间实地调查的 300 份种质中 286 份果粒形状与书中描述的内容完全一致,14 份种质存在差异 (4.67%)。最终选择 820 份葡萄种质 (其中欧亚种 563 份、欧美杂种 218 份、欧山杂种 9 份、山欧杂种 6 份、山葡萄 6 份、野生种 6 份、美洲种 4 份、龔欧杂种 3 份、毛欧杂种 2 份、刺葡萄 1 份、东亚种 1 份、山美杂种 1 份) 的果形特征进行分析,其中 286 份材料性状来源于田间调查,14 份田间调查与记录不符的和其他 520 份材料果形信息来源于《中国葡萄志》与《中国葡萄品种》描述。此外,育种年份、用途、果皮色泽等信息参照《中国葡萄志》和《中国葡萄品种》。

采用 SPSS 20.0 软件进行一元回归方程拟合度和正态分布 K-S、S-W 检验分析 ($P > 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 葡萄果粒形状分类与果形指数分析

820 份葡萄种质的果粒形状可分为 11 种(图 1): 扁圆形 (Obloid)、圆形 (Round)、近圆形 (Nearly round)、椭圆形 (Broad lipsoid)、长椭圆形 (Narrow lipsoid)、卵圆形 (Ovoid)、倒卵圆形 (Obovoid)、鸡心形 (Heart-shape)、束腰形 (Waist shape)、弯形 (Curved shape) 和圆柱形 (Cylindric)。其中, 椭圆形种质最多, 有 281 份, 占所总数的 34.3%; 其次为近圆形与圆形, 分别为 201 份与 134 份。其他诸如长椭圆形、倒卵圆形、扁圆形、鸡心形等果形的品种数量较少, 不足 20 份; 弯形和束腰形品种数仅有 7 份与 4 份。

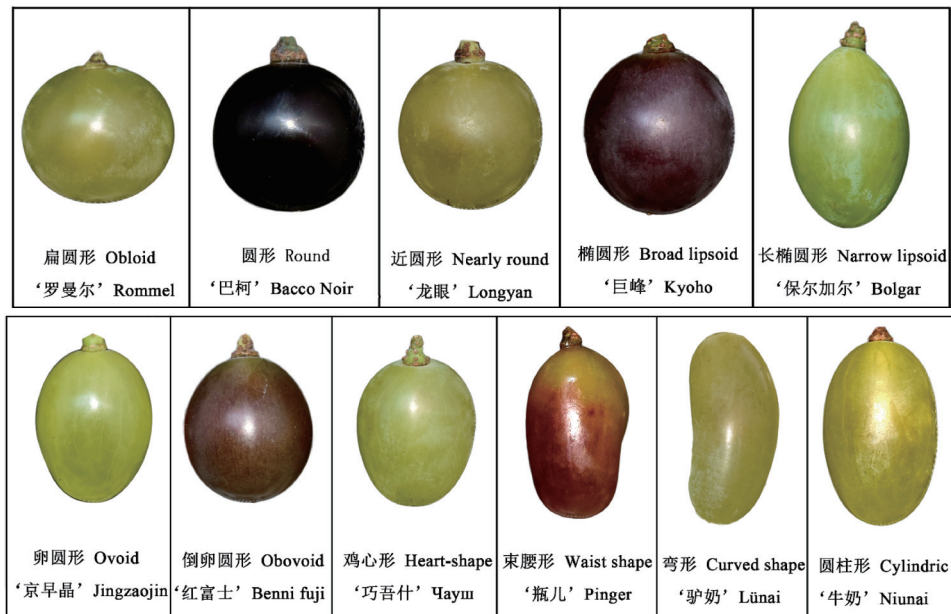


图 1 葡萄果粒形状及代表品种

Fig. 1 Berry shape and representative variety of grape

所有统计葡萄品种果粒的横径、纵径、单果质量和果形指数的变异系数介于 7.2% ~ 83.6% (表 1)。果粒横径和纵径的平均值分别为 1.80 cm 和 2.08 cm, 变异系数为 30.6%和 26.4%。平均横径和纵径最大的分别是倒卵圆形和长椭圆形, 为 2.12 cm 和 2.69 cm; 最小的均为圆形, 横、纵径分别为 1.56 cm 和 1.61 cm。‘索索葡萄’ (圆形) 横径、纵径 (均为 0.6 cm) 最小。

表 1 中的 7 类果形的果形指数平均值存在差异, 其中最大的为鸡心形 (1.5), 最小为圆形 (1.0)。其他从高到低依次为长椭圆形、倒卵圆形、卵圆形、椭圆形和近圆形, 变异系数较小 (5.8% ~ 22.8%)。‘贝加干’ (束腰形) 果形指数最大 (2.6), ‘泉龙珠’ (扁圆形) 最小 (0.83)。圆形、近圆形和椭圆形为 3 种田间调查较难区分的果形类型, 通过比较它们的果形指数分布关系发现, 圆形、近圆形和椭圆形果形指数分布的集中区域分别为 0.97 ~ 1.03、1.03 ~ 1.09 和 1.12 ~ 1.21 (图 2)。

表 1 葡萄果粒形状多样性统计分析
Table 1 Analysis of diversity for grape berry shape

果形 Fruit shape	纵径/cm Vertical					横径/cm Transverse diameter				
	平均 Ave	最大 Max	最小 Min	标准差 SD	CV/%	平均 Ave	最大 Max	最小 Min	标准差 SD	CV/%
椭圆形 Broad lipsoid	2.20	3.71	1.20	0.43	19.4	1.86	3.74	1.00	0.37	19.8
近圆形 Nearly round	1.86	3.30	1.20	0.37	20.0	1.74	2.80	1.10	0.31	18.1
圆形 Round	1.61	2.71	0.60	0.41	25.7	1.56	2.60	0.60	0.37	23.4
卵圆形 Ovoid	2.12	3.30	1.40	0.53	25.0	1.79	2.80	1.10	0.40	22.4
倒卵圆形 Obovoid	2.54	3.40	1.60	0.51	20.0	2.12	2.70	1.30	0.39	18.6
鸡心形 Heart-shape	2.54	3.82	1.80	0.53	21.0	1.70	1.90	1.50	0.12	7.2
长椭圆形 Narrow lipsoid	2.69	3.61	2.00	0.43	16.0	1.87	2.60	0.90	0.32	17.3
所有品种 All cultivar	2.08	5.20	0.60	0.55	26.4	1.80	12.0	0.60	0.55	30.6

果形 Fruit shape	单粒质量/g Single fruit weight					果形指数 Fruit shape index				
	平均 Ave	最大 Max	最小 Min	标准差 SD	CV/%	平均 Ave	最大 Max	最小 Min	标准差 SD	CV/%
椭圆形 Broad lipsoid	5.20	16.3	1.00	2.72	52.3	1.19	1.96	1.00	0.13	10.9
近圆形 Nearly round	4.24	15.0	0.92	2.85	67.3	1.08	1.45	0.87	0.08	7.5
圆形 Round	3.20	16.0	0.15	2.68	83.6	1.02	1.37	0.98	0.06	5.8
卵圆形 Ovoid	4.95	12.8	1.06	3.31	66.9	1.19	1.67	1.00	0.13	11.2
倒卵圆形 Obovoid	7.75	16.3	1.85	3.67	47.4	1.20	1.68	1.00	0.14	11.7
鸡心形 Heart-shape	4.30	8.3	2.60	1.31	30.4	1.51	2.36	1.06	0.34	22.8
长椭圆形 Narrow lipsoid	5.95	14.0	1.90	2.69	45.2	1.48	2.44	1.13	0.28	18.9
所有品种 All cultivar	4.77	17.0	0.15	3.00	62.8	1.17	2.60	0.83	0.20	17.1

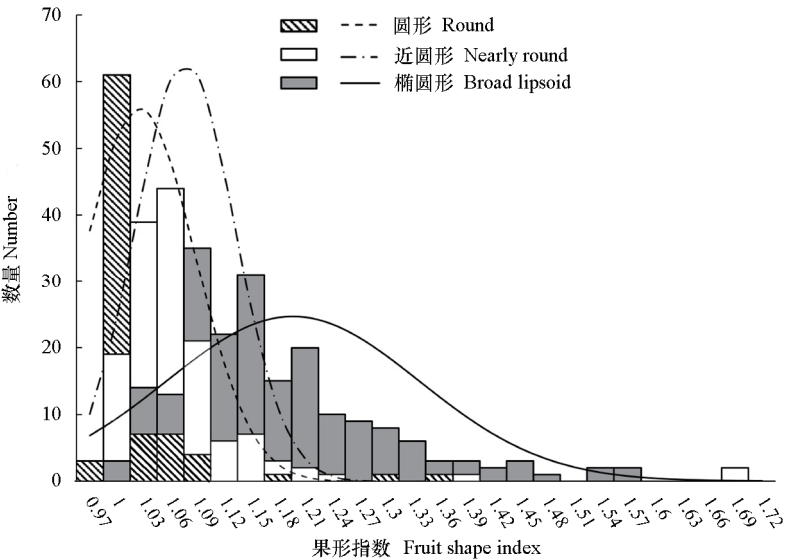


图 2 圆形、近圆形、椭圆形葡萄果形指数正态分布
Fig. 2 Normal distribution of berry shape index of round, nearly round and broad lipsoid
 $P > 0.05$.

2.2 不同种的葡萄果形分析

由表 2 可知，欧亚种葡萄（563 份）与欧美杂种葡萄（218 份）均以椭圆形、近圆形与圆形为主，欧亚种与欧美杂种葡萄中这 3 种果形的总数分别占 76.0%和 80.3%，但欧亚种葡萄的果形种类较欧美杂种更丰富，前者共有 11 种果形，后者缺少圆柱形和束腰形的品种。

美洲种、欧山种与野生种等相对历史久远葡萄的果形 97.4%为椭圆形、近圆形以及圆形，仅有塘尾葡萄呈卵圆形。此外，其他几种少见果形中，欧亚种葡萄中长椭圆形与卵圆形较多，而欧美杂种葡萄中倒卵圆形品种数量较多。

表 2 欧亚种和欧美杂种葡萄不同果形数量（比例%）
Table 2 The number (proportion%) of different berry shape of *Vitis vinifera* L. and *V. vinifera* × *V. labrusca*

葡萄种质 Grape germplasm	椭圆形 Broad lipsoid	近圆形 Nearly round	圆形 Round	长椭圆形 Narrow lipsoid	卵圆形 Ovoid	鸡心形 Heart- shaped	倒卵圆形 Obovoid	扁圆形 Obloid	弯形 Curved shape	圆柱形 Cylindric	束腰形 Waist shape	合计 Total
欧亚种 <i>Vitis vinifera</i> L.	204(36.2)	156(27.7)	68(12.1)	52(9.2)	28(5.0)	14(2.5)	9(1.6)	12(2.1)	7(1.2)	10(1.8)	3(0.5)	563
欧美杂种 <i>Vitis vinifera</i> × <i>V. labrusca</i>	80(36.7)	64(29.4)	31(14.2)	4(1.8)	14(6.4)	2(0.9)	19(8.7)	3(1.4)	1(0.5)			218

2.3 不同用途葡萄品种果形分析

葡萄按照主要用途为鲜食、酿酒、制汁和制干，其中以鲜食和酿酒为主，且部分品种兼两种用途。对已明确描述用途的 807 个葡萄品种果形进行分析，发现尽管鲜食与酿酒葡萄主要以近圆形、椭圆形和圆形为主，但鲜食葡萄的果形更为丰富，11 种均有，而酿酒葡萄没有长椭圆形、鸡心形、弯形和束腰形（表 3）。鲜食葡萄中椭圆形与近圆形数量远高于圆形，长椭圆形的品种数量也较多，为 52 种，而在酿酒葡萄中，近圆形与圆形品种较多。另外，鲜食和酿酒兼用品种中仅存在椭圆形、近圆形、圆形、长椭圆形和卵圆形 5 种果形，其中近圆形占 53.8%。用于制干或制汁的葡萄品种亦以椭圆形、近圆形和圆形为主。因此，根据葡萄果形的种类以及每种果形的数量来看，鲜食和制干葡萄的果形呈现出“长”和“奇”的特征，而酿酒、制干和制汁葡萄品种的果形则更圆、更规则。

表 3 不同用途葡萄品种果形情况
Table 3 Berry shapes of grape varieties for different utilizations

用途 Utilization	椭圆形 Broad lipsoid	近圆形 Nearly round	圆形 Round	长椭圆形 Narrow lipsoid	卵圆形 Ovoid	鸡心形 Heart- shape	倒卵圆形 Obovoid	扁圆形 Obloid	弯形 Curved shape	圆柱形 Cylindric	束腰形 Waist shape	合计 total
鲜食 Table grape	209	99	37	52	25	15	24	9	8	8	3	489
酿酒 Wine grape	43	85	66		16		2	6		2		220
酿酒兼鲜食 Table & wine grape	15	28	6	2	1							52
制干 Raisin grape			1									1
鲜食兼制干 Table & raisin grape	8	3		2		1						14
酿酒兼制干 Wine & raisin grape	1						1					2
制汁 Juice grape		1	1				1					3
酿酒兼制汁 Wine & juice grape		1	1									2
鲜食兼制汁 Table & juice grape	12	9	2		1							24

2.4 不同色泽葡萄果形分析

由于葡萄最初的原始品种都为黑色（Kobayashi et al., 2004），而文献记载葡萄的形状最初也以圆形为主，因此，葡萄果实的色泽与形状的变化进程可能有着一定的关联。通过对《中国葡萄志》中所记载有果形、色泽以及育种年份的 330 个品种进行分析，发现 1850 年以前，白色和红色葡萄有较多果形，如黄绿色圆柱形的‘玛瑙’与紫红色鸡心形的‘红鸡心’均为我国古老的葡萄品种，而黑色葡萄中以近圆形为主，说明人们很早就已选育出不同色泽和果形的葡萄品种。此外，从不同果皮色泽在不同年代下果形变化的趋势来看，黑色葡萄最初以圆形和近圆形为主；白色和红色葡萄中

果形较为丰富, 近圆形和圆形这类古老果形的葡萄品种比例不断降低, 而椭圆形品种的比例不断增加, 这一现象在黑色葡萄中同样存在 (图 3)。

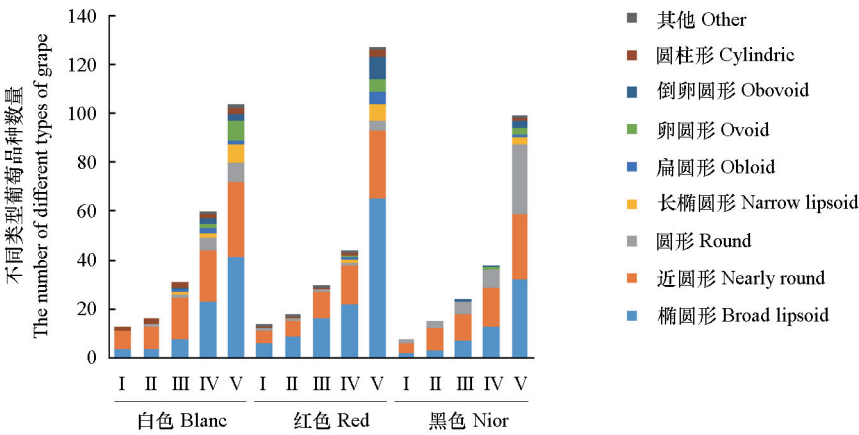


图 3 不同果形在不同时期不同果皮色泽中的数量

Fig. 3 The number of different berry shapes in different periods of peel color
I : 1800—1850; II : 1800—1900; III: 1800—1933; IV: 1800—1966; V: 1800—2009.

2.5 不同年代葡萄品种果粒形状的分析

通过对《中国葡萄志》中记录的 310 个已知育种年份的葡萄品种进行分析, 发现 1850 年时, 13 个葡萄品种中近圆形、椭圆形和圆形葡萄品种分别有 7、4 和 2 个 (表 4)。随着选育品种的大量出现, 至 2009 年, 近圆形品种的比例由 53.8%逐渐减少至 22.6%, 椭圆形品种则由 30.8%增加至 40.6%, 圆形介于 7%~15%, 卵圆形和其他不常见的果形品种由 0 增长至 31 和 46 种, 分别占当时品种总数的 10.0%与 14.8%, 弯形品种是在近 50 年才选育出来的。至 2009 年, 310 个葡萄品种中除圆形、近圆形与椭圆形以外有 83 种, 占 26.8%。

鲜食葡萄品种中, 1850 年时圆形和近圆形葡萄占 62.5%, 但之后圆形的占比骤减, 其他果形 (除圆形、近圆形、椭圆形和卵圆形以外的果形) 总数的比例不断提高 (表 4)。这表明葡萄果粒形状在种质新创的过程中朝着更丰富的方向发展, 在鲜食葡萄中尤为明显。

表 4 不同果形在不同时期的数量 (比例%)

Table 4 The number (proportion%) of different fruit shapes in different periods

用途 Utilization	果实形状 Berry shape	1850	1900	1933	1966	2009
总体 All	近圆形 Nearly round	7 (53.8)	23 (42.6)	32 (36.4)	54 (28.0)	70 (22.6)
	椭圆形 Broad lipsoid	4 (30.8)	21 (38.9)	36 (40.9)	78 (40.4)	126 (40.6)
	圆形 Round	2 (15.4)	4 (7.4)	8 (9.1)	25 (13.0)	37 (11.9)
	卵圆形 Ovoid	0 (0)	2 (3.7)	5 (5.7)	17 (8.8)	31 (10.0)
	其他 Others	0 (0)	4 (7.4)	7 (8.0)	19 (9.8)	46 (14.8)
	合计 Total	13	54	88	193	310
鲜食葡萄 Table grape	近圆形 Nearly round	3 (37.5)	15 (44.1)	23 (34.3)	34 (26.6)	51 (24.3)
	椭圆形 Broad lipsoid	3 (37.5)	14 (41.2)	30 (44.8)	61 (47.7)	89 (42.4)
	圆形 Round	2 (25.0)	2 (5.9)	5 (7.5)	6 (4.7)	10 (4.8)
	卵圆形 Ovoid	0 (0)	0 (0)	2 (3.0)	7 (5.5)	18 (8.6)
	其他 Others	0 (0)	3 (8.8)	7 (10.4)	20 (15.6)	42 (20.0)
	合计 Total	8	34	67	128	210

2.6 不同果形的果粒质量分析

2.6.1 不同果形果粒质量分布情况

所有统计葡萄品种中平均单粒质量最大和最小的分别为倒卵圆形和圆形, 分别为 7.75 g 和 3.2 g (表 1)。不同果形单粒质量变异系数介于 30.4%~83.6%, 最大和最小分别为圆形和鸡心形。‘秦龙大穗’(圆柱形)单粒质量最大, 为 17.0 g, ‘索索葡萄’(圆形)最小, 为 0.15 g。

对 805 份葡萄种质单粒质量分布情况进行分析(图 4), 发现其呈偏态分布, 以单粒质量 3~7 g 的品种数量最多。长椭圆形、鸡心形和倒卵圆形葡萄呈现出正态分布品种数量最多的分别为 4~6 g、4~5 g 和 8~9 g; 椭圆形、近圆形、圆形、卵圆形呈正偏态分布, 但大部分品种的果实较小, 分别集中于 3~7 g、1~4 g、1~3 g 和 1~2 g。

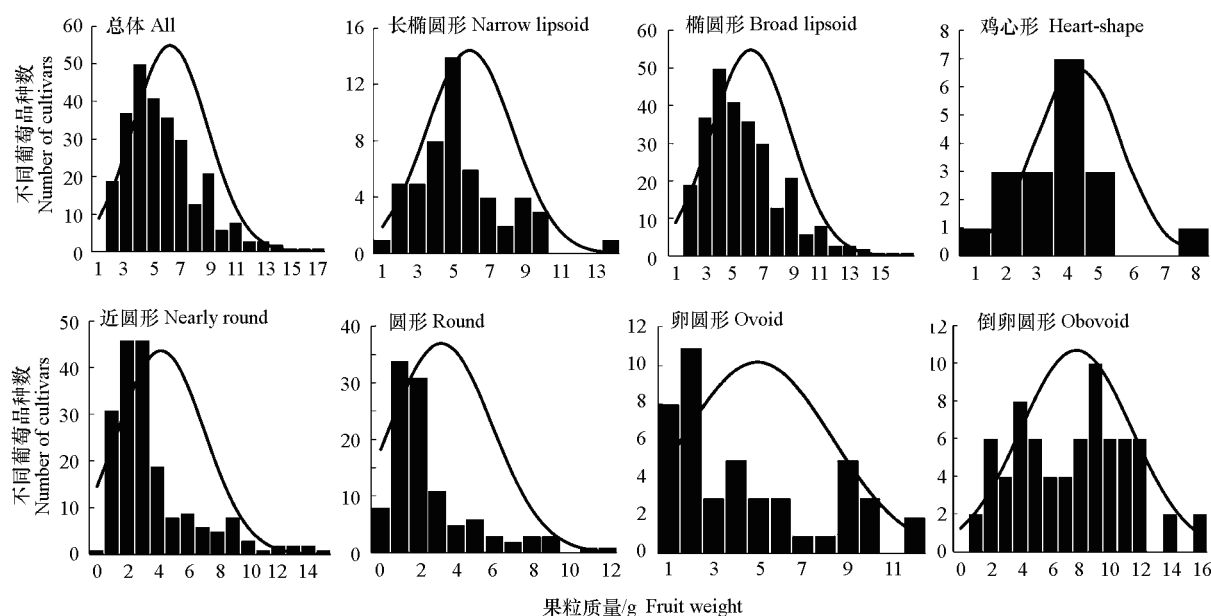


图 4 不同品种单粒质量在不同果形类型中的分布

Fig. 4 Distribution of fruit weight of different varieties in different berry shapes

$P > 0.05$.

2.6.2 不同果形果粒的质量与纵、横径的相关分析

鉴于葡萄果实的单粒质量、果实纵径及横径是描述果实大小常用指标, 为认识不同果形葡萄品种的单粒质量与果实纵横径的关系, 对椭圆形、长椭圆形、近圆形、圆形、卵形和倒卵圆形 6 类品种数量较多果形的单粒质量与纵、横径进行一元线性回归分析, 结果(表 5)表明, 不同果形的单粒质量与其横、纵径均正相关, 卵圆形果粒横纵径、倒卵圆形果粒横径和圆形果粒横、纵径的回归方程拟合度较好 ($R^2 > 0.8$), 长椭圆形横、纵径回归方程 R^2 均较小、拟合度较差。不同果形横、纵径的回归方程之间存在一定的差异。

表 5 不同果形横纵径对于果粒质量影响回归方程
Table 5 The fruit diameter of different berry shapes affects the regression equation for fruit weight

果形	种质数量	直径	回归方程	拟合度 R^2
Fruit shape	Germplasm number	Diameter	Regression equation	
所有品种 All	523	纵径 Vertical	$y = 4.4148x - 4.6740$	0.6672
		横径 Transverse	$y = 6.2813x - 6.7986$	0.7270
椭圆形 Broad lipsoid	205	纵径 Vertical	$y = 4.9401x - 6.0344$	0.6670
		横径 Transverse	$y = 6.1902x - 6.6360$	0.7682
长椭圆形 Narrow lipsoid	37	纵径 Vertical	$y = 2.7387x - 1.9184$	0.3053
		横径 Transverse	$y = 4.6848x - 3.3739$	0.5407
近圆形 Nearly round	143	纵径 Vertical	$y = 6.0342x - 7.3500$	0.7811
		横径 Transverse	$y = 7.1827x - 8.6014$	0.7912
圆形 Round	82	纵径 Vertical	$y = 3.1166x - 2.4701$	0.8271
		横径 Transverse	$y = 3.6294x - 3.1152$	0.8430
卵圆形 Ovoid	36	纵径 Vertical	$y = 5.7102x - 7.2044$	0.8234
		横径 Transverse	$y = 7.9114x - 9.1575$	0.8888
倒卵圆形 Obovoid	20	纵径 Vertical	$y = 6.1768x - 8.8814$	0.6325
		横径 Transverse	$y = 9.1173x - 12.062$	0.8164

2.7 同一个葡萄品种果粒形状的一致性

不同葡萄品种的果形都有其典型特征，但同一品种因其因环境条件、发育时期以及管理措施等影响，常出现形状不相同的果粒，尽管数量很少，但有较高的发生频率。通过对 300 个葡萄品种的分析发现，近圆形果粒品种不存在品种内果形变化的现象，而椭圆形果粒品种的变化较为普遍，会出现少量圆形、卵圆形、弯形、扁圆形、倒卵形、圆柱形或鸡心形的果粒（图 5，表 6）。以‘伊犁香’葡萄为例，《中国葡萄志》中记载其为近圆形，但田间调查发现其存在圆形、近圆形、倒卵圆形、卵圆形和长椭圆形 5 种果形。总体上，“短”果形（圆形、卵圆形、扁圆形、倒卵圆形、鸡心形）与“长”果形（圆柱形、弯形、束腰形）间少有互变，变化多出现在“短”果形间、“长”果形间，以及它们分别与中间果形的椭圆形果实间。

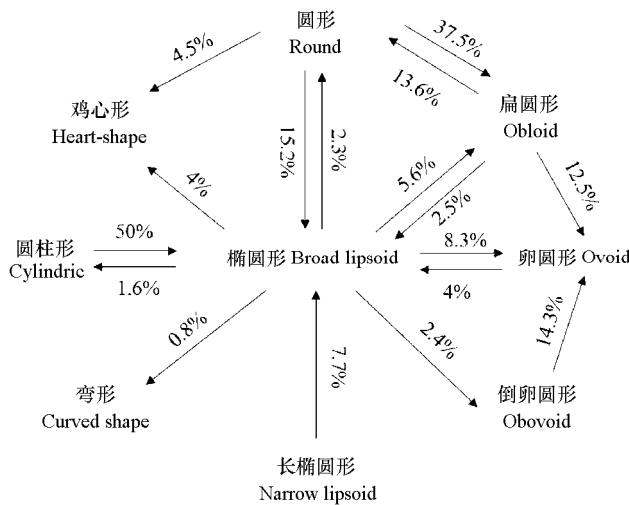


图 5 同一品种内同时存在几种不同果形
Fig. 5 There are several different berry shapes in the same variety

表 6 同一品种中果形差异
Table 6 Differences in berry shape of the same variety

果形 Fruit shape	品种数 Number of varieties	存在不同果形的品种数 Num. of varieties with different berry shapes								
		总数 Total	椭圆形 Broad lipsoid	圆形 Round	扁圆形 Obloid	鸡心形 Heart-shape	倒卵圆形 Obovoid	卵圆形 Ovoid	圆柱形 Cylindric	弯形 Curved shape
椭圆形 Broad lipsoid	125	27		19	7	5	3	5	2	1
近圆形 Nearly round	52	0								
圆形 Round	44	15	1		6	2		1		
长椭圆形 Narrow lipsoid	26	2	2							
倒卵圆形 Obovoid	14	2		1				2		
卵圆形 Ovoid	12	1	1	1						1
扁圆形 Obloid	8	3	2					1		
鸡心形 Heart-shape	4	0								
束腰形 Waist shape	2	0								
圆柱形 Cylindric	2	1	1							
弯形 Curved shape	1	0								

3 讨论

葡萄果形多样，客观综合地认识其果形，对于葡萄种质资源评价与利用、育种计划的制定以及深入开展葡萄果形的遗传基础具有重要的意义（Wycislo et al., 2008）。葡萄果形的分类方法属于象形描述，是依据其相似几何状进行描述分类（刘崇怀 等，2006），例如扁圆形、长椭圆形、鸡心形、卵圆形、倒卵圆形、弯形、圆柱形、束腰形等 8 种果形均可快速通过果实的外观进行直接描述（乔军 等，2011），而圆形、近圆形和椭圆形等 3 种果形无法通过肉眼快速确定，本研究中发现这 3 种果形可参考果形指数进行描述和确定。

目前关于葡萄果形的研究不多。本研究中充分利用《中国葡萄志》和《中国葡萄品种》中关于葡萄品种果形、质量、横纵径、品种历史年代和色泽等资料，并结合田间实际调查结果，对果形的特点进行了分析。尽管葡萄果形与色泽均受环境条件的影响较为明显（Giribaldi et al., 2010; Fava et al., 2011; 张恒 等，2017），但是这两个性状均是葡萄品种的植物学特征，也是多年的调查结果，充分利用《中国葡萄志》（孔庆山，2004）和《中国葡萄品种》（刘崇怀 等，2014）中大量葡萄品种的有关性状资料进行统计分析并加以田间实地调查，从郑州葡萄种质资源圃中随机选取 300 个品种，收集果形、纵横径和单粒质量等数据资料，通过比较分析，有助于更好地了解葡萄果形信息以及环境和育种水平对于葡萄果粒形状的影响。

人们对果实的感官认识与喜爱趋向影响着葡萄品种的选育。传统定义果形的方法多采用相似的几何形状或象形描述，本研究中根据《葡萄种质资源描述描述规范和数据标准》（刘崇怀 等，2006）将葡萄分为椭圆形、近圆形、长椭圆形、圆形、卵圆形、鸡心形、倒卵形、扁圆形、弯形、圆柱形、束腰形等 11 种不同的果形，其中以椭圆形、近圆形、圆形果粒的种质资源最多。进一步分析发现，欧亚种、欧美杂交种以及其他野生葡萄的果形类型存在差异，这可能是由于不同地域葡萄种质资源的多样性、消费文化不同、育种目标差异以及育种开展深度的不同所致。欧亚种葡萄的果形种类最为丰富，11 种全有，而且不常见果形品种数量较多。欧亚种葡萄主要源于欧洲，其果形的多样性与欧亚种葡萄驯化栽培的多起源模式有关（王军和段长青，2010）。而欧美杂种葡萄的果形类型相对少，没有弯形、圆柱形以及束腰形品种。整体来看欧美杂交种葡萄较欧亚种的果实更圆。另外，所统计

的美洲种、欧山种等几种相对古老的葡萄种系的果粒形状都为椭圆形、近圆形以及圆形等很圆或较圆的形状。野生葡萄的果实都为圆形且果皮色泽均为黑色(程大伟, 2013)。通过分析果形、果皮色泽与育种时期发现最初培育的品种以圆形为主, 但随着育种的开展, 圆形逐渐被椭圆形所取代, 白色果皮的品种也愈来愈多。这一结果恰恰表明, 自然界葡萄多为黑色圆形, 这有利于抵御强风和雨水的作用, 增强光照面积、吸引鸟类为其传播种子(王军和段长青, 2010)。但随着葡萄作为一种果树被人们所熟知, 原本的这些性状显得不再那么的重要, 果形被赋予了商品属性, 更多不同果形的品种被选育出来。

果实的大小可以用质量、长、宽来描述, 其中质量是果实大小的实际反映, 而长、宽则是外观上的对大小的一种识别(Zadravec et al., 2013)。由于质量与长、宽成正比的关系, 有时利用长或宽表示果实大小。但由于不同果形的果实长宽变化的趋势与幅度有所不同, 因此, 葡萄长或宽性状是否可以代表果实质量值得分析与认识。调控葡萄果实质量的基因位点与长或宽性状的基因位点是否存在一致性, 这都离不开对性状的精确描述与相关性分析。人们最初认为数量性状不能够被发现, 机理也不能够被阐明(Grandillo et al., 1996), 但随着分子生物学发展和分析方法的改进, 通过数量性状基因座(QTL)分析, 对数量性状遗传机理的认识上升到了分子水平(Rosyara et al., 2013; Díaz et al., 2014)。如何精确描述性状对于基因的精确定位至关重要(Korstanje & Paigen, 2002; Song et al., 2007)。以质量、长、宽性状为例, 质量的基因位点可能与后两者位点部分相同, 而不同形状果实中, 所定位相同性状的调控基因数量也不同, 这些都影响进一步基因克隆的效率。本研究中发现不同果形类型品种的横、纵径与果实质量之间的关系具有一定差异。因此, 可以认为参与某些果形葡萄纵或横径形成的基因, 同样在果实质量形成中具有较高的贡献率, 而且基因数量不同, 或者贡献率存在高低差异。本研究结果有助于对葡萄果实质量、横、纵径等果形相关的数量性状进行 QTL 定位分析提供参考依据。

References

- Cheng Da-wei. 2013. Study on description and data standard for Chinese wild grape preliminarily[M. D. Dissertation]. Luoyang: Henan University of Science & Technology: 50 - 51. (in Chinese)
- 程大伟. 2013. 我国葡萄属野生种数据描述规范初步研究[硕士论文]. 洛阳: 河南科技大学: 50 - 51.
- Daualsberg P, Matus J T, Poupin M J, Leiva-Ampuero A, Godoy F, Vega A, Arce-Johnson P. 2011. Effect of pollination and fertilization on the expression of genes related to floral transition, hormone synthesis and berry development in grapevine. *Journal of Plant Physiology*, 168 (14): 1667 - 1674.
- Díaz A, Zarouri B, Fergany M, Eduardo I, Alvarez J M, Picó B, Monforte A J. 2014. Mapping and introgression of QTL involved in fruit shape transgressive segregation into 'Piel de Sapo' melon (*Cucumis melo* L.). *PLoS ONE*, 9 (8): e104188.
- Fang Jing-gui, Liu Chong-huai. 2014a. Grape molecular biology. Beijing: Science Press: 46 - 47. (in Chinese)
- 房经贵, 刘崇怀. 2014a. 葡萄分子生物学. 北京: 科学出版社: 46 - 47.
- Fang Jing-gui, Liu Chong-huai. 2014b. Grape genetics, breeding and genomics. Jiangsu: Phoenix Science Press: 10 - 12. (in Chinese)
- 房经贵, 刘崇怀. 2014b. 葡萄遗传育种与基因组学. 江苏: 凤凰科学出版社: 10 - 12.
- Fava J, Hodara K, Nieto A, Guerrero S, Alzamora S M, Castro M A. 2011. Structure (micro, ultra, nano), color and mechanical properties of *Vitis labrusca* L. (grape berry) fruits treated by hydrogen peroxide, UV-C irradiation and ultrasound. *Food Research International*, 44 (9): 2938 - 2948.
- Giribaldi M, Génys L, Delrot S, Schubert A. 2010. Proteomic analysis of the effects of ABA treatments on ripening *Vitis vinifera* berries. *Journal of Experimental Botany*, 61: 2447 - 2458.
- Grandillo S, Ku H M, Tanksley S D. 1996. Characterization of *fs8.1*, a major QTL influencing fruit shape in tomato. *Molecular Breeding*, 2 (3):

- 251 - 260.
- Kobayashi S, Goto-Yamamoto N, Hirochika H. 2004. Retrotransposon-induced mutations in grape skin color. *Science*, 304 (5673): 982.
- Kong Qing-shan. 2004. Grape of China. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press. (in Chinese)
- 孔庆山. 2004. 中国葡萄志. 北京: 中国农业科学技术出版社.
- Korstanje R, Paigen B. 2002. From QTL to gene: the harvest begins. *Nature Genetics*, 31 (3): 235 - 236.
- Liu Chong-huai, Ma Xiao-he, Wu Gang. 2014. Chinese grape varieties. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 刘崇怀, 马小河, 武 岗. 2014. 中国葡萄品种. 北京: 中国农业出版社.
- Liu Chong-huai, Shen Yu-jie, Chen Jun, Guo Jing-nan. 2006. Descriptors and data standard for grape. Beijing: China Agriculture Press: 37, 41 - 46. (in Chinese)
- 刘崇怀, 沈育杰, 陈 俊, 郭景南. 2006. 葡萄种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社: 37, 41 - 46.
- Qiao Jun, Liu Fu-zhong, Chen Yu-hui, Lian Yong. 2011. Research progress on inheritance of fruit shape in horticultural crops. *Acta Horticulturae Sinica*, 38 (7): 1385 - 1396. (in Chinese)
- 乔 军, 刘富中, 陈钰辉, 连 勇. 2011. 园艺作物果形遗传研究进展. *园艺学报*, 38 (7): 1385 - 1396.
- Rodríguez G R, Muñoz S, Anderson C, Sim S C, Michel A, Causse M, Gardener B B, Francis D, Knaap E. 2011. Distribution of *SUN*, *OVATE*, *LC*, and *FAS* in the tomato germplasm and the relationship to fruit shape diversity. *Plant Physiology*, 156 (1): 275 - 285.
- Rosyara U R, Bink M C A M, Weg E V D, Zhang G, Wang D, Sebolt A. 2013. Fruit size QTL identification and the prediction of parental QTL genotypes and breeding values in multiple pedigreed populations of sweet cherry. *Molecular Breeding*, 32 (4): 875 - 887.
- Sansavini S. 2006. The role of research and technology in shaping a sustainable fruit industry: European advances and prospects. *Revista Brasileira De Fruticultura*, 28 (3): 550 - 558.
- Song X J, Huang W, Shi M, Zhu M Z, Lin H X. 2007. A QTL for rice grain width and weight encodes a previously unknown RING-type E3 ubiquitin ligase. *Nature Genetics*, 39 (5): 623 - 630.
- Wang Jun, Duan Chang-qing. 2010. Advance in research on domestication and taxonomy of Eurasian grape (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Agricultura Sinica*, 43 (8): 1643 - 1654. (in Chinese)
- 王 军, 段长青. 2010. 欧亚种葡萄 (*Vitis vinifera* L.) 的驯化及分类研究进展. *中国农业科学*, 43 (8): 1643 - 1654.
- Wycislo A P, Clark J R, Karcher D E. 2008. Fruit shape analysis of *Vitis* using digital photography. *Hortscience A Publication of the American Society for Horticultural Science*, 43 (3): 677 - 680.
- Zadavec P, Veberic R, Stampar F, Eler K, Schmitzer V. 2013. Fruit size prediction of four apple cultivars: accuracy and timing. *Scientia Horticulturae*, 160 (3): 177 - 181.
- Zhang Heng, Liu Zhong-jie, Fan Xiu-cai, Zhang Chuan, Cui Li-wen, Liu Chong-huai, Fang Jing-gui. 2017. Genome-wide association mapping of berry shape traits via the reduced representation sequencing in grape. *Acta Horticulturae Sinica*, 44 (10): 1959 - 1968. (in Chinese)
- 张 恒, 刘众杰, 樊秀彩, 张 川, 崔力文, 刘崇怀, 房经贵. 2017. 葡萄果粒形状简化基因组关联分析. *园艺学报*, 44 (10): 1959 - 1968.
- Zhang Yan-yi, Song Chang-nian, Fang Jing-gui, Liu Hong, Wang Xi-cheng, Li Xiao-ying. 2012. Statistical analysis of some important fruit characters on table grape variety resources and setting of breeding goal. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, (4): 567 - 573. (in Chinese)
- 张演义, 宋长年, 房经贵, 刘 洪, 王西成, 李晓颖. 2012. 鲜食葡萄品种资源果实性状分析及育种目标的制定. *浙江农业学报*, (4): 567 - 573.