

不同级别无核白葡萄果实外观 与品质差异特征及分级

户金鸽,白世践,陈光,赵荣华,蔡军社

(新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所,新疆鄯善 838200)

摘要:【目的】研究不同级别果穗质量和果粒质量无核白的果实外观及品质差异特征,为无核白葡萄的优质栽培生产、果实分级提供科学依据。【方法】以新疆吐鲁番市鄯善县3个不同地点的无核白成熟果实为分析样本,将果穗、果粒按质量分别分级,测定不同果穗质量和不同果粒质量的果粒硬度、果柄拉力、色差、果粒纵横径、可溶性固形物含量、可滴定酸、VC、单宁、多酚,测定不同果粒质量的硬度、果柄拉力、果粒色差、果粒纵横径、可溶性固形物含量、可滴定酸、VC、单宁、多酚含量,并分别将与果穗品质有关的9个指标和果粒质量有关的7个指标进行主成分分析。【结果】果穗质量和果粒质量的分布频率符合正态分布。第一主成分为可溶性固形物含量、固酸比和果面颜色,第二主成分为果穗质量、单宁和多酚,第三主成分为果穗紧密度和可滴定酸;果穗品质主成分分析,3个主成分的贡献率达87.38%,基本反映了果穗的基本性状,第一主成分为可溶性固形物含量、固酸比和VC,第二主成分为果粒质量和可滴定酸含量。2个主成分的贡献率达到86.42%,2个主成分反映了果粒的基本性状,>1 000 g的果穗总糖含量、可滴定酸含量较低,401~800 g果穗的糖酸比较稳定;2.01~2.50 g的果粒的糖酸比最高,>4.0 g果粒的糖酸比最小。【结论】在鄯善县的无核白葡萄生产中,穗质量在401~800 g、果粒质量在2.0~3.5 g时,果实质量较好。

关键词:无核白葡萄;果穗;果粒;分级;主成分;评价

中图分类号:S663.1

文献标识码:A

文章编号:1001-4330(2022)03-0567-11

0 引言

【研究意义】无核白葡萄(*Vitis vinifera* cv. Thompson Seedless)属欧亚种东方品种群^[1]。新疆吐鲁番是全国无核白的主要产区^[2],种植面积达 $3.78 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (56.74万亩),用于制干的占总产量约90%^[3]。鄯善县是吐鲁番市主要葡萄栽培区域,面积约 $1.57 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (23.53万亩)。近几年已由单纯的制干转向鲜食^[4]。果品分级,不仅可以满足不同层次消费者的需求,而且加工者还可以根据不同的加工要求求购满足相应要求的产品作为原材料^[5]。果品分级不仅实现果品的优质优化,还有利于提高果品的竞争力。【前人研究进展】李德华等^[6]参照库尔勒香梨技术标准和生产操作方法,以主成分分析与聚类分析方法

筛选出果肉硬度、丁香酸、草酸和蔗糖含量作为识别5种类型果实品质的特征指标,建立了库尔勒香梨的果实分析特征方法;张俊雄等^[7]提出了一种基于计算机视觉技术的山竹大小和颜色分级方法,卢军等^[8]对柑橘品种分级要素进行了分析与评价认为,橘皮颜色、水分和橘子软硬程度对总分影响最大,橘子软硬程度和水分有较高的相关性,且橘皮颜色、水分与口感之间的相关性最高。吴明清等^[9]对新疆骏枣的主要特征参数进行测量和统计分析,为红枣的分级参数的选择及定量分级标准的制定提供科学依据,除密度外,红枣的各特征参数均对等级有显著影响。虞飞宇^[10]根据哈密瓜形态特征预测其重量,预测准确性达到98.1,函数判别法对哈密瓜大小进行检测与分类,实现了哈密瓜重量与大小的分级。程大伟等^[11]

收稿日期(Received):2021-08-09

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系

作者简介:户金鸽(1982-),女,新疆人,副研究员,硕士研究生,研究方向为葡萄栽培,(E-mail)hujinge2007@sina.com

对夏黑葡萄果实质量进行了分级评价及标准的研究,穗质量 400~800 g、果粒质量 5~9 g 时,果实质量最好,唐莎莎^[12]对无核白葡萄 9 个评价指标的变异及其分布规律进行了分析,并根据各指标分布特点,利用概率分级法确定各分级点,统一将果实分为 5 级。【本研究切入点】目前已有关于夏黑和阳光玫瑰果实质量分级评价,吐鲁番作为全国无核白葡萄的主产区,无核白葡萄以由制干转向鲜食,有研究开展了无核白葡萄果实外观和糖酸差异的报道,而关于无核白葡萄果实分级的研究鲜有报告,有必要开展无核白葡萄果实的分级研究。【拟解决的关键问题】对 3 个不同产区的无核白葡萄果穗质量、果粒质量的可溶性固形物含量、可滴定酸、单宁、多酚等进行分析,为无核白葡萄果实质量的分级标准提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

鄯善县位于新疆吐鲁番盆地,气候极端干旱。N 42.91°,E 90.30°;海拔 419 m。年降雨量 25.3 mm,年蒸发量 2 751 mm,全年日照时数为 3 122.8 h,≥10℃ 积温 4 525℃ 以上,无霜期 192 d 左右。

2017 年 8 月 10 日分别从鄯善县 3 个地点:新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所试验场 2 号试验地(W₁)、园艺场(W₂)、新村(W₃),采集无核白葡萄成熟果实样品于实验室进行测定和分析。

1.2 方法

1.2.1 分级

将各采样点的无核白葡萄进行不同级别的统计,根据当地实际种植情况,以 100 g 为区间,将果实穗质量分为≤300 g、301~400 g、401~500 g、501~600 g、601~700 g、701~800 g、801~900 g、901~1 000 g、>1 000 g 的不同级别,每个级别的果穗不少于 20 穗,测定各级别的果穗性状及品质指标;根据单粒大小进行果粒分级,分级级别分别为≤1.5 g、1.51~2.0 g、2.01~2.5 g、2.51~3.0 g、3.01~3.5 g、3.51~4.0 g、>4.0 g,测定每个级别的果粒性状及品质指标。

1.2.2 测定指标

果穗及果粒质量:果穗质量用精度为 0.01 的电子计价秤称量。

果面颜色、紧密度:果面颜色采取赋值的方

法,绿色 1 分,黄色、绿黄 2 分,黄绿 3 分,取平均值;果穗紧密度根据葡萄种质资源描述规范和数据标准^[13]进行赋值:1,极疏;3,疏;5,中;7,紧;9,极紧。

果粒硬度、拉力:用 GY-4 型数显示水果硬度计测定果粒硬度(kg/cm²),用拉力计测果柄拉力,单位 N。

果粒纵横径:用游标卡尺测量 50 粒果粒的纵径、横径。

色差:L 值越大,表示样品表面越亮,a 值为红绿值,其中 -a 表示绿色,值越小,样品越绿,+a 表示红色,值越大,表示样品越红;b 值为黄蓝值,其中 -b 为蓝色,值越小,样品越蓝,+b 越大,样品越黄。

SSC、可滴定酸、固酸比:用手持测糖仪测定果粒可溶性固形物含量,用酸碱滴定法测定果实的可滴定酸含量,并计算固酸比。固酸比=可溶性固形物含量/可滴定酸含量。

皮果比:称取一定量的果粒,去皮后吸干水分,用电子天平称量皮重,计算皮果比。皮果比=果皮重/果粒重。

单宁、多酚:剥取果皮液氮研磨成粉末,总酚含量测定采用福林-肖卡法测定^[14],结果以没食子酸计(mg/g);单宁含量采用福林-丹尼斯法测定^[15]。

1.3 数据处理

隶属函数值:

$$u(X_j) = (X_j - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), j = 1, 2, \dots, n.$$

式中,X_j 为第 j 个综合指标;X_{min} 为第 j 个综合指标的最小值;X_{max} 为第 j 个综合指标的最大值。

综合指标权重:

$$w_j = P_j / \sum_{j=1}^n P_j, j = 1, 2, \dots, n.$$

式中:w_j 为第 j 个综合指标在所有综合指标中的重要程度即权重;P_j 为第 j 个综合指标的贡献率。

各基因型的综合大小:

$$D = \sum_{j=1}^n [u(x_j) \times w_j], j = 1, 2, \dots, n.$$

式中:D 值为综合指标评价所得的综合评价价值。

试验数据采用 Excel 2007 进行处理并计算标准差和变异系数。利用 DPS6.5 对 9 个指标标准化处理后进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同穗重无核白果实性状的差异性

2.1.1 不同穗重无核白葡萄果穗基本性状差异

研究表明,果穗质量最大的是 1 552.00 g,最小的是 105.00 g,果穗质量的频率分布符合正态分布。

W_1 地块测的无核白质量在 225.20 ~ 1 185.33 g,果穗变异系数最大的是 ≤ 300 g (25.32),其次是 $> 1\ 000$ g (17.84),变异系数最小的是 701 ~ 800 g (4.14); W_2 地块测的无核白质量在 206.00 ~ 1 099.61 g,果穗变异系数最大的是 ≤ 300 g (27.75),最小的是 701 ~ 800 g (2.61); W_3 地块测的无核白质量在 223.48 ~ 1 163.20 g,果穗变异系数最大的是 ≤ 300 g (22.78),其次是 $> 1\ 000$ g (15.40),最小的是 601 ~ 700 g (3.29);不同穗重组别果穗的变异系数较大的是 ≤ 300 g 和 $> 1\ 000$ g,变异系数较小的是 601 ~ 700 g 和 701 ~ 800 g。

3 个不同的取样地点中, W_2 的果实可溶性固形物含量、固酸比最低 (16.73%、33.47%),VC 含量较高的是新村的无核白,单宁和多酚含量均以 W_1 的偏高, W_3 的较低, W_1 和 W_2 的果面颜色变化不大,当 W_3 的果穗大于 901 g 时,果面颜色偏绿。当果穗大于 800 g 时,果实可溶性固形物含量、固酸比低于其他级别的果穗,可滴定酸含

量、VC 含量、单宁、多酚含量未随果穗的增加而呈现一定的变化趋势。图 1,表 1

2.1.2 不同穗重无核白葡萄果粒基本性状差异

研究表明, W_1 平均果粒硬度较 W_2 和 W_3 大,其中 W_3 的果粒硬度最小,对于同级别的果穗而言, W_1 略高于 W_2 但明显高于 W_3 。在不同级别的果穗中,果粒硬度随果穗重量的增加略有所增加, ≤ 300 g 的果粒硬度较其他级别果穗的果粒硬度小, W_3 的果粒硬度最小为 0.94 kg/cm^2 , W_1 的最大为 2.01 kg/cm^2 , $> 1\ 000$ g 的果粒硬度最小是新村 (2.00 kg/cm^2),最大为园艺场 (2.95 kg/cm^2), W_1 和 W_2 的 501 ~ 1 000 g 不同级别果穗的果粒硬度集中在 $2.0 \sim 2.35\text{ kg/cm}^2$ 。

不同果穗级别的无核白果实的果柄拉力变化不大, W_1 的果柄拉力大多在 3.0 N 以上, W_2 和 W_3 的果柄拉力随果穗质量的增大总体上呈增加趋势。 W_1 平均粒重略高于其它取样地点,大多集中在 $3.0 \sim 3.30$ g, W_2 和 W_3 大多集中在 $2.0 \sim 3.0$ g。 W_1 不同穗重的无核白果粒变异系数较 W_2 和 W_3 小。皮果比大体上随果粒的增大而有所下降。随果穗质量的增加, a 值和 b 值总体上呈下降的趋势,果面颜色逐渐变绿。当果穗质量增加时,果粒纵径也略有增加,但增加幅度不明显,横径变化不大,果形指数变化无规律,600 ~ 700 g 的果形指数较其它级别的大。表 2

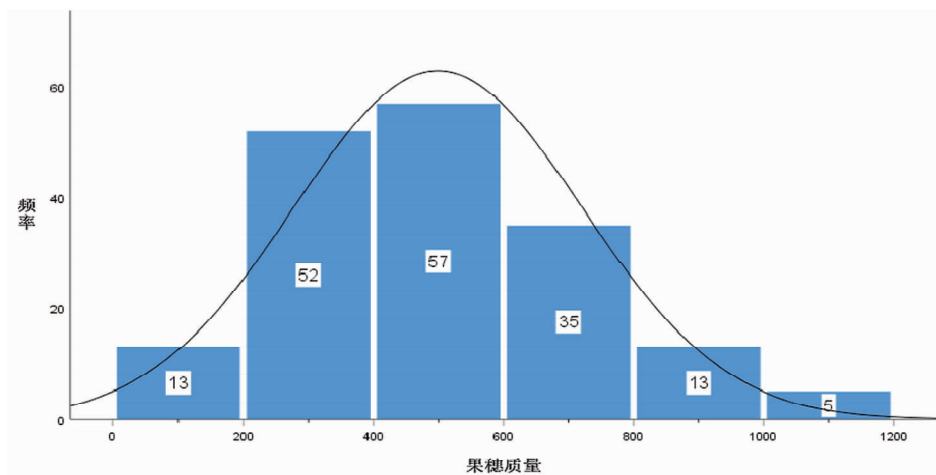


图 1 果穗质量的频率分布

Fig. 1 Frequency distribution histogram of bunch weight

表 1 不同穗重组别无核白葡萄果穗基本性状

Table 1 Diversity of the basic characteristics of different bunch weight Thompson Seedless

取样地点 Location	组别 Level (g)	穗质量 均值 Bunch weight (g)	果穗变异 系数 Bunch coefficient of variation (%)	果面 颜色 Color of skin	果穗 紧密度 Bunch density	可溶性 固形物 含量 Soluble solid content (%)	可滴定酸 Acid (g/L)	固酸比 Ratio of SSC to acid	VC 含量 VC content	单宁 Tannins (mg/g)	多酚 Total phenol content (mg/g)
	≤300	225.20	25.32	2.43	3.00	21.14	0.48	46.62	1.66	0.26	1.52
瓜果 研究所 2 号 试验地 No. 2 Melon and fruit institute test site 2	301 ~ 400	357.83	8.88	2.52	3.58	22.54	0.45	50.08	2.83	0.20	0.89
	401 ~ 500	448.26	6.70	2.55	3.63	21.87	0.46	47.28	2.59	0.23	1.30
	501 ~ 600	554.78	5.21	2.75	3.41	21.16	0.46	45.75	2.03	0.24	1.25
	601 ~ 700	655.11	4.19	2.74	3.14	19.35	0.50	38.70	2.03	0.15	0.42
	701 ~ 800	756.76	4.14	2.61	2.79	20.38	0.48	42.91	1.66	0.17	0.87
	801 ~ 900	848.38	4.44	1.82	2.17	19.01	0.43	44.72	1.97	0.18	1.08
	901 ~ 1 000	936.00	3.69	2.25	1.86	17.77	0.51	34.67	1.66	0.22	1.58
	> 1 000	1 185.33	17.84	2.29	1.86	19.26	0.48	40.54	1.91	0.17	0.97
	≤300	206.00	27.75	2.50	2.10	19.40	0.48	39.80	2.16	0.17	0.81
	301 ~ 400	340.52	8.72	2.50	2.76	18.10	0.48	41.37	3.70	0.17	0.67
	401 ~ 500	441.43	6.42	2.47	3.48	17.97	0.50	37.82	2.22	0.21	1.14
鄯善县 园艺场 Garden spot	501 ~ 600	545.50	5.13	2.30	3.26	18.08	0.48	42.55	1.97	0.15	0.51
	601 ~ 700	643.48	3.82	2.29	3.61	17.38	0.48	35.65	2.09	0.22	1.08
	701 ~ 800	739.17	2.61	2.18	3.17	16.61	0.51	30.89	2.71	0.13	0.12
	801 ~ 900	840.77	3.55	2.15	2.77	16.89	0.46	33.79	2.46	0.17	0.93
	901 ~ 1 000	936.57	3.68	2.25	2.00	16.35	0.50	33.55	2.71	0.15	0.62
	> 1 000	1 099.64	8.01	2.18	1.91	16.73	0.46	33.47	2.34	0.16	0.70
	≤300	223.48	22.78	2.68	3.32	23.52	0.49	49.51	2.77	0.12	0.48
	301 ~ 400	333.86	8.12	2.67	3.17	22.45	0.44	47.27	3.20	0.18	1.16
	401 ~ 500	439.5	5.82	2.92	3.75	22.15	0.48	44.30	2.65	0.17	0.77
鄯善县 新村 Xincun	501 ~ 600	555.00	4.36	2.54	3.43	22.33	0.43	47.02	3.08	0.16	0.94
	601 ~ 700	606.44	3.29	2.57	3.00	21.37	0.49	44.98	2.96	0.11	0.29
	701 ~ 800	731.60	3.50	1.80	1.00	19.87	0.54	38.76	3.14	0.12	0.37
	801 ~ 900	841.29	3.64	2.13	2.38	18.55	0.50	40.11	2.77	0.09	0.35
	901 ~ 1 000	950.00	2.48	1.88	1.38	18.53	0.49	37.06	2.90	0.20	1.16
	> 1 000	1 163.20	15.40	1.60	1.17	18.95	0.50	40.98	3.02	0.14	0.45

2.1.3 不同穗质量级别果实质量的综合评价

研究表明,3 个主成分方程,其累计贡献率达 87.38%,这 3 个主成分基本上反映了无核白葡萄的品质。第一主成分的贡献率达 58.378%,主要由可溶性固形物含量、固酸比和果面颜色,第二主成分为 16.121%,代表了果穗质量、单宁含量和多酚含量,第三主成分贡献率为 12.879%,代表了果穗紧密度和可滴定酸含量。表 3

计算各级别的综合得分 D 值, D 值越大,果

实的综合品质越好。 $>1\ 000\text{ g}$ 的排名第一,但在生产中发现, $>1\ 000\text{ g}$ 的果穗紧密度较大,颜色较绿,可溶性固形物含量较低,且果穗分布频次较少,仅 3.39%,301 ~ 400 g 分布频次虽然较多,但单位面积产量较低,801 ~ 900 g 分布频次较低,这两者均偏离生产实际,≤300 g 级别的果穗的得分最低(0.42),果穗综合表现最差,401 ~ 800 g 的果穗较好。表 4

表 2 不同穗重组别无核白葡萄果粒基本性状
Table 2 Diversity of the basic characteristics of different bunch weight Thompson Seedless

取样地点 Location	组别 Level (g)	果粒硬度 Berry hardness (kg/cm ²)	果柄拉力 Separating from pedicel (N)	平均粒重 Berry weight (g)	果粒变异 系数	色差 Chromatic			果粒纵径 Berry length (mm)	果粒横径 Berry width (mm)	果形指数 Fruit shape index	皮果比 Skin fruit ratio
						L	a	b				
瓜果研究所 2 号试验地 No. 2 Melon and fruit institute test site 2	≤300	1.81	3.08	2.35	22.78	42.48	1.03	13.14	17.788	13.883	1.354	6.11
	301~400	2.01	3.55	2.69	16.19	41.35	0.21	13.32	19.818	14.260	1.394	6.02
	401~500	2.04	3.34	2.73	14.81	40.64	0.13	12.95	19.955	14.869	1.348	5.99
	501~600	2.34	3.29	3.30	15.01	40.77	-0.04	12.16	20.857	14.901	1.400	6.25
	601~700	2.22	3.29	3.06	13.51	40.40	-0.37	12.61	21.158	14.018	1.514	6.36
	701~800	2.35	3.47	3.02	15.42	40.03	-0.44	12.34	20.076	14.752	1.363	5.77
	801~900	2.14	3.31	3.33	11.04	40.73	-0.92	12.16	20.986	15.472	1.361	5.88
	901~1 000	2.25	3.30	3.06	14.24	39.84	-0.98	11.91	21.896	14.318	1.532	5.63
	>1 000	2.95	2.95	3.12	16.81	37.33	-0.30	10.64	21.406	14.873	1.441	5.97
	均值	2.23	3.29	2.96	15.53	40.40	-0.19	12.36	20.44	14.59	1.41	6.00
鄯善县 园艺场 Garden spot	≤300	1.32	2.03	1.55	26.69	40.10	1.11	14.23	16.186	12.727	1.280	6.77
	301~400	1.60	2.44	2.05	25.40	39.37	0.57	13.33	18.411	13.639	1.350	6.33
	401~500	1.78	2.91	2.04	20.95	40.28	-0.16	14.50	18.534	13.640	1.360	5.97
	501~600	2.00	2.84	2.26	18.73	40.31	-0.52	13.74	18.896	14.442	1.310	7.02
	601~700	2.28	3.19	2.60	21.25	41.40	-0.70	14.04	20.740	14.384	1.440	6.02
	701~800	2.34	3.19	2.88	18.24	39.23	-0.54	12.41	20.776	14.882	1.400	6.03
	801~900	2.31	3.58	2.83	19.44	40.93	-0.33	13.31	21.266	15.049	1.420	6.00
	901~1 000	2.37	3.63	3.04	24.37	39.24	-0.08	12.05	22.598	16.030	1.410	5.94
	>1 000	2.51	3.74	3.18	25.19	40.54	-0.54	12.62	21.685	15.958	1.350	6.22
	均值	2.06	3.06	2.49	22.25	40.16	-0.13	13.36	19.90	14.53	1.37	6.26
鄯善县新村 Xincun	≤300	0.94	2.25	1.32	38.18	42.11	1.68	15.61	15.78	11.17	1.41	6.32
	301~400	1.57	2.56	2.00	22.83	44.47	0.91	15.52	18.87	12.59	1.50	6.54
	401~500	1.51	3.08	2.53	26.17	43.13	0.69	14.63	20.74	13.77	1.51	5.28
	501~600	1.72	3.00	2.80	13.63	41.87	0.95	14.22	21.02	14.69	1.43	5.05
	601~700	1.67	2.89	2.70	15.64	41.07	0.29	12.78	21.88	14.46	1.51	5.31
	701~800	1.85	2.74	2.15	17.69	39.21	0.35	12.20	19.92	13.59	1.47	5.22
	801~900	1.71	2.75	2.46	17.51	39.03	0.06	12.03	20.07	13.53	1.48	6.14
	901~1 000	1.67	3.12	2.72	22.16	39.91	0.07	12.02	20.38	14.63	1.39	5.36
	>1 000	2.00	3.73	3.02	26.14	41.44	0.15	17.20	21.60	15.27	1.41	5.15
	均值	1.63	2.90	2.41	22.22	41.36	0.57	14.02	20.03	13.74	1.46	5.60

表 3 各指标的系数及贡献率

Table 3 Coefficient and contrabution rate of different comprehensive indexes

主成分 PCA	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	贡献率 Contribution rate (%)
Y_1	-0.395	0.402	0.377	0.408	-0.245	0.406	0.143	0.299	0.198	58.378
Y_2	0.134	-0.081	-0.206	-0.174	0.015	-0.152	-0.120	0.578	0.729	16.121
Y_3	-0.207	0.263	0.147	0.116	0.612	-0.136	-0.668	0.091	-0.086	12.879

表 4 各指标的权重、 $\mu(X_j)$ 值、 D 值以及综合评价

Table 4 Proportion, $\mu(X_j)$ value and comprehense baluation of 9 varieties

组别 Level(g)	$\mu(X_1)$	$\mu(X_2)$	$\mu(X_3)$	D 值 D value	综合评价 Comprehensive evaluation
≤ 300	0.47	0.57	0.43	0.42	9
301 ~ 400	0.66	0.56	0.37	0.52	2
401 ~ 500	0.64	0.56	0.39	0.52	3
501 ~ 600	0.57	0.57	0.51	0.49	6
601 ~ 700	0.50	0.44	0.54	0.43	8
701 ~ 800	0.62	0.55	0.49	0.51	5
801 ~ 900	0.59	0.53	0.65	0.52	4
901 ~ 1 000	0.55	0.44	0.67	0.48	7
> 1 000	0.63	0.65	0.61	0.55	1
权重 Weight	0.584	0.161	0.129		

2.2 不同粒重无核白果实性状

2.2.1 不同粒重无核白葡萄果实基本性状差异

研究表明,果粒质量的频率分布符合正态分布。不同无核白单粒重的硬度、果粒纵径、横径随着平均果粒的增大而增大,果型指数变化不大;除

W_1 未测得果柄拉力外, W_2 和 W_3 的果柄拉力随果粒质量的增大而增大; W_3 的果粒亮度大于 W_1 和 W_2 , 在一定果穗范围内, 果穗小, 果粒也较小, 果粒颜色偏黄。图 2, 表 5

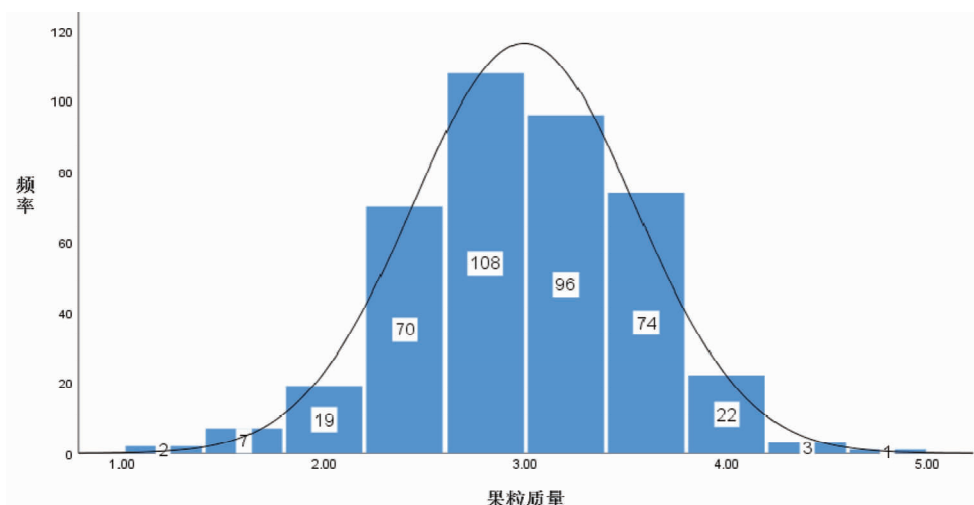


图 2 果粒质量的频率分布

Fig. 2 Frequency distribution histogram of berry weight

表 5 不同粒重无核白葡萄果实基本性状的差异

Table 5 Diversity of the basic characteristics of different berry weight Thompson Seedless

取样地点 Location	级别 Level (g)	平均 单粒重 Average berry weight	硬度 Hardness	拉力 Separating from pedicel	色差 Chromatic			果粒纵径 Berry length	果粒横径 Berry width	果形指数 Fruit shae index
					L	a	b			
瓜果 研究所 2 号 试验地 No. 2 Melon and furuit institute test site 2	≤1.50	1.32	1.01	—	41.80	0.38	14.44	13.791	11.602	1.189
	1.51~2.00	1.69	1.75	—	40.81	0.06	13.82	16.044	12.197	1.319
	2.01~2.50	2.30	1.65	—	40.81	-0.50	12.79	18.717	13.746	1.365
	2.51~3.00	2.76	2.14	—	38.04	-0.86	11.93	20.622	14.158	1.458
	3.01~3.50	3.29	2.46	—	39.76	-0.91	12.42	21.700	15.605	1.392
	3.51~4.00	3.78	2.65	—	38.95	-0.83	10.90	23.142	15.670	1.479
	>4.01	4.28	2.59	—	38.12	-1.3	11.07	23.807	16.749	1.424
	≤1.50	1.22	1.18	1.96	38.92	0.27	13.41	14.497	11.447	1.267
	1.51~2.00	1.74	1.48	2.23	39.39	-0.09	13.59	17.015	12.145	1.737
	2.01~2.50	2.23	1.92	2.32	39.79	-0.15	13.17	18.957	13.461	1.412
鄯善县 园艺场 Garden spot	2.51~3.00	2.77	2.32	2.69	39.73	-0.95	12.28	20.150	14.395	1.402
	3.01~3.50	3.28	2.52	3.46	39.72	-0.18	12.60	21.623	15.212	1.425
	3.51~4.00	3.67	2.59	4.23	38.55	-0.48	11.55	22.465	15.723	1.432
	>4.01	4.28	2.75	4.43	37.52	-1.74	11.36	23.659	16.159	1.455
	≤1.50	1.18	1.24	1.57	42.01	1.14	13.99	14.904	11.453	1.301
	1.51~2.00	1.73	1.33	1.72	41.49	1.93	13.96	17.278	12.063	1.432
	2.01~2.50	2.25	1.91	2.82	41.07	0.68	12.99	18.977	13.139	1.444
	2.51~3.00	2.77	2.43	2.75	40.69	0.32	12.71	20.433	14.151	1.444
	3.01~3.50	3.23	2.70	2.98	40.23	-0.16	12.17	21.645	15.034	1.440
	3.51~4.00	3.47	2.63	3.52	40.04	-0.02	12.24	22.618	15.323	1.476
鄯善县 新村 Xincun	>4.01	4.43	3.16	4.17	40.81	0.23	13.16	24.801	16.094	1.541

注:“—”未测
Note:“—”,unmeasured

2.2.2 不同粒重无核白葡萄果实品质性状差异

研究表明, W_2 的可溶性固形物含量 W_1 和 W_3 的低,可滴定酸变化幅度不大, W_2 无核白的固酸比较其它区域低。可溶性固形物含量随果粒的增大略有降低,可滴定酸含量变化规律不明显, ≤ 1.5 g 的果粒固酸比较高,3.51 g 以上的果粒固酸比较其它果粒偏低,VC 含量变化规律性不强, W_1 的果皮多酚和单宁含量较 W_2 、 W_3 粒略高,但多酚和单宁含量随果粒的增大变化规律不明显。

表 6

2.2.3 不同穗质量级别果实质量的综合评价

研究表明,2 个主成分方程,其累计贡献率达 86.42%,可认为这 2 个主成分大体反映了无核白葡萄果粒品质。第一主成分的贡献率达 77.975%,主要由可溶性固形物含量、固酸比和 VC,第二主成分贡献率为 15.789%。 >4.01 g 的排名第 7,果粒品质最差,3.01~3.50 g 的果粒质量最佳。无核白果粒质量在 2.01~3.50 g 的质量较好。表 7~8

表 6 不同粒重无核白葡萄果实品质性状的差异

Table 6 Diversity of fruit quality of different berry weight Thompson Seedless

取样地点 Location	级别 Level (g)	可溶性固 形物含量 Soluble solid content (%)	可滴定酸 Acid (g/L)	固酸比 Ratio of SSC to acid	VC 含量 VC content	多酚 Tatal phenol content (mg/g)	单宁 Tannins (mg/g)
瓜果 研究所 2 号 试验地 No. 2 Melon and furuit institute test site 2	≤1.50	23.28	0.48	47.76	1.17	0.95	0.17
	1.51 ~ 2.00	22.92	0.45	50.96	1.72	1.57	0.22
	2.01 ~ 2.50	22.58	0.51	44.07	1.79	1.22	0.24
	2.51 ~ 3.00	21.83	0.46	47.20	1.79	1.44	0.25
	3.01 ~ 3.50	20.64	0.46	44.64	2.09	1.36	0.21
	3.51 ~ 4.00	18.66	0.45	41.46	1.91	1.75	0.26
	>4.01	20.24	0.48	42.60	1.79	1.07	0.19
	均值	21.45	0.48	42.6	1.79	1.07	0.19
鄯善县 园艺场 Garden spot	≤1.50	19.05	0.49	38.09	3.14	0.98	0.18
	1.51 ~ 2.00	19.42	0.48	40.88	2.65	0.74	0.16
	2.01 ~ 2.50	19.24	0.50	37.47	2.34	0.56	0.15
	2.51 ~ 3.00	17.47	0.48	32.50	3.02	0.89	0.18
	3.01 ~ 3.50	18.41	0.56	35.92	3.02	1.25	0.20
	3.51 ~ 4.00	17.00	0.43	34.87	2.45	0.84	0.17
	>4.01	16.90	0.39	34.67	2.40	1.70	0.22
	均值	18.21	0.48	36.34	2.72	0.99	0.18
鄯善 县新村 Xincun	≤1.50	22.14	0.50	53.42	3.08	0.56	0.14
	1.51 ~ 2.00	21.27	0.48	48.43	4.25	0.50	0.14
	2.01 ~ 2.50	21.63	0.49	43.27	3.51	0.65	0.16
	2.51 ~ 3.00	20.93	0.54	44.07	2.83	0.39	0.13
	3.01 ~ 3.50	20.65	0.51	44.66	3.14	0.28	0.12
	3.51 ~ 4.00	20.58	0.49	44.77	2.59	0.49	0.13
	>4.01	20.70	0.49	45.41	1.91	1.64	0.21
	均值	21.13	0.50	46.29	3.04	0.64	0.15

表 7 各指标的系数及贡献率

Table 7 Coefficient and contrabution rate of different comprehensive indexes

主成分 PCA	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	贡献率 Contribution rate (%)
Y_1	-0.421	0.420	0.284	0.360	0.334	-0.392	-0.415	71.975
Y_2	0.240	-0.107	0.664	-0.599	0.203	-0.292	0.072	15.789

表 8 各指标的权重、 $\mu(X_j)$ 值、 D 值
以及综合评价

Table 8 proportion, $\mu(X_j)$ value and
comprehensice baluation of 9 varieties

组别 Level (g)	$\mu(X_1)$	$\mu(X_2)$	D 值 D value	综合评价 Comprehensive evaluation
≤ 1.50	0.58	0.54	0.50	4
1.51 ~ 2.00	0.51	0.58	0.46	5
2.01 ~ 2.50	0.57	0.63	0.51	3
2.51 ~ 3.00	0.60	0.60	0.52	2
3.01 ~ 3.50	0.67	0.67	0.58	1
3.51 ~ 4.00	0.49	0.56	0.44	6
> 4.01	0.45	0.58	0.42	7
权重 Weight	0.702	0.163		

3 讨论

张明智等^[3]认为,要实现制干向鲜食的过渡,要有质量认识的改变。果穗小,穗形较松散,商品性差,果穗大,若不疏果,果穗较紧,后期病害较重。

果穗的分布频次总体上随果穗质量的增加呈下降趋势,401 ~ 700 g 果穗的分别频次较高,果穗质量越大,分布频次越低。从不同地方所采的无核白根据实际情况分别将无核白分为 9 个级别, ≤ 300 g 的果穗的变异系数最大,601 ~ 800 g 果穗的变异系数较小。2 号地的果粒硬度普遍大于园艺场、新村,果柄拉力规律性不强,园艺场和新村的果柄拉力随果穗质量的增大总体上呈增加。园艺场、新村的无核白果粒变异系数较大,2 号地的变异系数较小;皮果比大体上随果粒的增大而有所下降,这是因为相同重量的果粒,小果粒的果皮表面积大于大果粒的表面积;果穗质量增大,果粒纵径也略有增加,但增加幅度不明显,果粒横径变化不大。通过对与果穗质量有关的 9 个指标进行主成分分析发现,3 个主成分的贡献率达 87.38%,基本认为反映了果穗的基本性状,第一主成分可概括为可溶性固形物含量、固酸比和果面颜色,第二主成分可概括为果穗质量、单宁和多酚,第三主成分可概括为果穗紧密度和可滴定酸,这与程大伟等^[11]的部分研究结果相同;葡萄产量过高,留果量过多会影响果实品质^[16],若留果过

少,则影响产量,通过疏果使源库关系要达到一种平衡,才能生产出高质优产的果品,研究发现当果穗质量在 401 ~ 800 g 时,果穗性状和品质都较好。

无核白自然生长情况下,果粒较小,生产上一般使用植物生长调节剂,使得无核白葡萄品质与植物生长调节剂有着直接关系。研究将大小不同的果实分为 7 个级别,结果发现,果粒硬度随果粒的增大而增大,这与吴德玲等^[17]的研究结果一致,但与周会玲等^[18]的研究结果不一致,可能是品种不同导致的。果实的可溶性固形物含量随果粒的增大略有降低,这与张静等^[19]的研究结果一致,可滴定酸含量变化规律不明显, ≤ 1.5 g 的果粒固酸比较高,3.51 g 以上的果粒固酸比较其它果粒低,VC 含量变化规律性不强。将与果粒性状有关的粒质量、可溶性固形物含量、可滴定酸、固酸比、VC、单宁和多酚含量进行主成分分析,2 个主成分的贡献率达到 86.42%,认为这两个主成分反映了果粒的基本性状,第一主成分可概括为可溶性固形物含量、固酸比和 VC,第二主成分可概括为果粒质量和可滴定酸含量。

4 结论

4.1 将果穗质量以 100 g 为基础分了 9 个级别、果粒质量以 0.5 g 为基础分了 7 个级别,果穗和果粒样品均符合正态分布。

4.2 第一主成分的贡献率达 58.378%,代表可溶性固形物含量、固酸比和果面颜色,第二主成分为 16.121%,代表果穗质量、单宁含量和多酚含量,第三主成分贡献率为 12.879%,代表果穗紧密度和可滴定酸含量,这 3 个主成分基本反映了果实品质。

4.3 第一主成分的贡献率达 77.975%,主要由可溶性固形物含量、固酸比和 VC,第二主成分贡献率为 15.789%,代表了果粒质量和可滴定酸,这 2 个主成分反映了果粒品质。

4.4 可溶性固形物含量和固酸比对于无核白葡萄果穗品质还是果粒品质都重要,果穗质量 401 ~ 800 g、果粒 2.01 ~ 3.50 g 的无核白品质较好。

参考文献 (References)

[1] 孙庆山. 中国葡萄志[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2004.

- SUN Qingshan. *Chinese Grapevine* [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2004.
- [2] 焦淑萍, 岳朝阳, 张静文, 等. 吐鲁番地区无核白葡萄叶片养分含量研究[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(6): 110–113.
- JIAO Shuping, YUE Zhaoyang, ZHANG Jingwen, et al. Nutrient contents in the Leaves of *Vitis Vini fera* cv. Thompson Seedless in Turpan [J]. *Journal of North Forestry University*, 2015, 30(6): 110–113.
- [3] 张明智. 吐鲁番无核白葡萄如何实现制干向鲜食的转变[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(Sup. 1): 164–166.
- ZHANG Mingzhi. How to realize from dried to fresh of Thompson Seedless in Turpan [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2006, 43(Sup. 1): 164–166.
- [4] 谢兆森, 曹红梅, 王世平. 影响葡萄果实品质的因素分析及栽培管理[J]. 河南农业科学, 2011, 40(3): 125–128.
- XIE Zhaosen, CAO Hongmei, WANG Shiping. Analysis of Effect Factors on Grape Berry Quality and Discussion on Mechanism [J]. *Henan Agriculture Sciences*, 2011, 40(3): 125–128.
- [5] 赵卓农. 产品质量分级促进农业现代化的作用机理研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- ZHAO Zhuonong. *Research on the function of agriculture produce quality grading during agriculture modernization* [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2009.
- [6] 李德华, 孟新涛, 徐铭强, 等. 库尔勒香梨果实分级品质识别特征的研究[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(5): 5–15.
- LI Dehua, MENG Xintao, XU Mingqiang, et al. Research on identification features of quality classification of Koula Fragrant Pear (*Pyrus sinkiangensis* Yu) [J]. *Storage and Process*, 2018, 18(5): 5–15.
- [7] 张俊雄, 苟一, 李伟. 山竹的计算机视觉分级方法[J]. 农业机械学报, 2009, 40(11): 176–179, 188.
- ZHANG Junxiong, XUN Yi, LI Wei. Mangosteen grading based on computer vision [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2009, 40(11): 176–179, 188.
- [8] 卢军, 李婷, 黄琪悦, 等. 柑橘品质分级要素的分析与评价[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(20): 4631–4633.
- LU Jun, LI Ting, HUANG Qiyue, et al. Analysis and evaluation on the grading factor of Citrus [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2012, 51(20): 4631–4633.
- [9] 吴明清, 李传峰, 罗华平, 等. 不同等级下降枣物理特征及其对分级结果的影响[J]. 农业机械学报, 2018, 49(8): 324–330.
- WU Mingqing, LI Chuanfeng, LUO Huaping, et al. Physical characteristics of Red Jujube in different grades and its influence on classification results [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2018, 49(8): 324–330.
- [10] 虞飞宇. 基于机器视觉的哈密瓜分级系统构建与初步试验研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014.
- YU Feiyu. *Construction and preliminary experiment of Hami Melon grading system based on machine vision* [D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2014.
- [11] 程大伟, 陈锦永, 顾红, 等. ‘夏黑’葡萄果实质量分级评价及质量标准研究[J]. 果树学报, 2016, 33(11): 1396–1404.
- CHENG Dawei, CHEN Jinyong, GU Hong, et al. Research on grading evaluation about fruit quality of ‘Summer Black’ grape [J]. *Journal of Fruit Science*, 2016, 33(11): 1396–1404.
- [12] 唐莎莎. 无核白葡萄果实品质评价研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.
- TANG Shasha. *The research on evaluation of fruit quality of the Thompson Seedless grape* [D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2013.
- [13] 刘崇怀, 沈育杰, 陈俊, 等. 葡萄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- LIU Chonghuai, SHEN Yujie, CHEN Jun, et al. *Descriptors and Date Standard for Grape (vitis L.)* [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2006.
- [14] Fang Y L, Meng J F, Zhang A, et al. Influence of shriveling on berry composition and antioxidant activity for Cabernet Sauvignon grape from Shanxi vineyards [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2011, 91(4): 749–757.
- [15] 王华. 葡萄与葡萄酒实验技术操作规范[M]. 西安: 西安地图出版社, 2000: 36–37.
- WANG Hua. *Technical specifications for grape and wine experiments* [M]. Xi'an: Xi'an Map Press, 2000: 36–37.
- [16] 吕洪芳, 万贵成, 杨治明, 等. 红地球葡萄负载量对果实品质和产量的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005, (2): 24–25.
- LÜ Hongfang, WAN Guicheng, YANG Zhiming, et al. The effects of Red Globe grape load amount on fruit quality and yield [J]. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2005, (2): 24–25.
- [17] 吴德玲, 修德仁, 张文恩, 等. 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[J]. 葡萄科技, 1981, 17(2): 1–6.
- WU Deling, XIU Deren, ZHANG Wenen, et al. First study on relationship between pulling force of fruit stalk, pressure of flesh and storability [J]. *Grape Science and Technology*, 1981, 17(2): 1–6.
- [18] 周会玲, 李嘉瑞. 葡萄浆果耐压力、耐拉力与果实结构的关系[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(2): 106–109, 114.
- ZHOU Huiling, LI Jiarui. The relationship between fruit texture and storage character in grape [J]. *Acta Horticulture Sinica*, 2007, 35(2): 106–109, 114.
- [19] 张静, 任俊鹏, 杨庆文, 等. CPPU 对夏黑葡萄果实生长的影响[J]. 中国南方果树, 2013, 42(2): 22–25, 29.
- ZHANG Jing, REN Junpeng, YANG Qingwen, et al. Effect of CPPU treatments on fruit growth of ‘Summer Black’ grape [J]. *South China Fruit*, 2013, 42(2): 22–25, 29.

Research on Preliminary Grading Evaluation of Fruit Quality of Thompson Seedless Grape

HU Jinge, BAI Shijian, CHEN Guang, ZHAO Ronghua, CAI Junshe

(Research Institute of Grapes and Melons of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Shanshan Xinjiang 838200, China)

Abstract: **[Objective]** To explore the different characteristics of appearance and quality of Thompson Seedless grape in different grades of panicle quality and grain quality, and to provide scientific basis for high quality cultivation and fruit grading of the grape. **[Methods]** Thompson Seedless grapes in Turpan area were used as experimental materials, the grape bunches were divided into nine different levels based on the bunch weight, which were ≤ 300 g, 301–400 g, 401–500 g, 501–600 g, 601–700 g, 701–800 g, 801–900 g, 901–1,000 g and $> 1,000$ g, the fruit quality were divided into seven different levels basing on the fruit quality as well, which were ≤ 1.5 g, 1.51–2.0 g, 2.01–2.5 g, 2.51–3.0 g, 3.01–3.5 g, 3.51–4.0 g, > 4.0 g. Fruit characters were measured, including bunch weight, berry weight, soluble solid content, total acid, tannin content, color index and so on. Bunch quality with 9 index and berry quality with 7 index were comprehensively analyzed by principal component analysis (PCA) respectively. **[Results]** The results showed that bunch weight and berry weight were in normal distribution. A principal component analysis carried out on the quality of the ear, the tightness of the ear, the color of the fruit surface, the content of soluble solids, the titratable acid, the acid retention ratio, the VC content, the tannin and the polyphenol showed that the ratio of PCA was 87.38% and it was believed that it reflected the basic bunch character. The first principal component was soluble solids content, ratio of SSC to acid and color of skin, the second was bunch weight, tannins and total phenol content, the third was bunch density and acid. The ratio of PCA was 86.42% and it was considered the basic berry character. The first principal component can be summarized as soluble solids content, solid–acid ratio and VC, and the second principal component can be summarized as fruit grain mass and titratable acid content. Soluble solid content and acid of bunch ($> 1,000$ g) were inferior to others, bunch (401–800 g) were rather stable. Ratio of SSC to acid of berry (2.01–2.50 g) was the highest and berry (> 4.0 g) was the smallest. **[Conclusion]** The yield of seedless white grape in Shanshan county is better when the quality of panicle is 401–800 g and the quality of fruit grain is 2.0–3.5 g.

Key words: Thompson Seedless; bunch; berry; PCA; classification; evaluation

Fund project: China Agriculture Research System of MOF and MARA

Correspondence author: HU Jinge (1982–), female, Tacheng, Xinjiang, postgraduate student, associate research fellow research, field: grape cultivation, (E-mail) hujinge2007@sina.com