

## 架式和新梢间距对‘巨峰’葡萄果实品质的影响

冀晓昊, 刘凤之, 史祥宾, 王宝亮, 刘培培, 王海波

(中国农业科学院果树研究所/农业部园艺作物种质资源利用重点实验室/辽宁省落叶果树矿质营养与肥料高效利用重点实验室, 辽宁兴城 125100)

**摘要:**【目的】探明架式和新梢间距对‘巨峰’葡萄果实品质的影响, 为‘巨峰’葡萄叶幕分布标准化管理提供理论依据。【方法】以6年生‘贝达’砧‘巨峰’葡萄为试材, 采用Y型架和龙干型水平架两种架式, 通过定梢绳控制新梢间距分别为10、15和20 cm, 研究架式和新梢间距对成熟期‘巨峰’葡萄单粒重、可溶性固形物、可滴定酸、维生素C、花青苷和香气等果实品质的影响。【结果】单粒重、可溶性固形物、可滴定酸和维生素C含量仅与架式存在显著性相关, 而与新梢间距不存在显著性相关, 花青苷含量与架式和新梢间距均存在显著性相关; 香气总含量与架式存在显著性相关, 而与新梢间距不存在显著性相关, 其中醛类、醇类和萜烯类香气物质含量与香气总含量规律一致, 而酯类香气物质含量仅与新梢间距存在一定相关性; 对6个处理的单粒重、可溶性固形物、可滴定酸、维生素C、花青苷、酯类、醛类、萜烯类和醇类香气含量等9个指标进行Topsis综合评价分析, 结果表明水平架配合新梢间距15 cm得分最高。【结论】建议‘巨峰’葡萄在生产中采用斜干水平龙干型配合水平叶幕, 定梢绳间距15 cm。

**关键词:** 架式; 新梢间距; 葡萄; 果实品质

## The Effects of Different Training Systems and Shoot Spacing on the Fruit Quality of ‘Kyoho’ Grape

Ji XiaoHao, LIU FengZhi, SHI XiangBin, WANG BaoLiang, LIU PeiPei, WANG HaiBo

(Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Ministry of Agriculture Key Laboratory of Germplasm Resources Utilization of Horticultural Crops/Key Laboratory of Mineral Nutrition and Efficient Fertilization for Deciduous Fruits, Xingcheng 125100, Liaoning)

**Abstract:** 【Objective】The aim of this study was to ascertain the effects of different training systems and shoot spacing on the fruit quality of Kyoho grape and provide the theoretical guidance for the canopy management of Kyoho grape. 【Method】The experimental materials were six-year-old vines of Kyoho grape using Beta grape as rootstock. Two different training systems, including horizontal shoot positioning and Y-shaped training system, were applied. The distance between the shoots was 10 cm, 15 cm and 20 cm controlled by the rope, respectively. Fruit quality indexes, such as berry weight, soluble solids, titratable acid, vitamin C, anthocyanin and aroma, were determined at maturity stage. 【Result】Berry weight, soluble solids, titratable acid and vitamin C contents were significantly correlated with the training systems, but not significantly correlated with the shoot spacing. The anthocyanin content was significantly correlated with training systems and shoot spacing. The total aroma content was significantly correlated with the training systems, but not significantly correlated with the shoot spacing. Among them, the content of aldehydes, alcohols and terpenes was consistent with the total aroma content, while the content of esters was only correlated with the shoot spacing. The Topsis comprehensive evaluation analysis was conducted for 9 indicators including berry weight, soluble solids, titratable acid, vitamin C, anthocyanin, ester, aldehyde, terpene and alcohol contents, and the result showed that horizontal shoot

收稿日期: 2018-08-01; 接受日期: 2018-10-31

基金项目: 国家科技支撑计划(2014BAD16B05-2)、国家现代农业产业技术体系建设专项(nycytx-29-zp)、中国农业科学院创新工程(CAAS-ASTIP-2015-RIP-04)、农业部“948”重点项目(2011-G28)

联系方式: 冀晓昊, Tel: 13610890936; E-mail: jixiaohao2006@163.com. 通信作者王海波, Tel: 13591963796; E-mail: haibo8316@163.com

positioning training system combining with 15 cm shoot spacing scored the highest. 【Conclusion】 These data strongly suggested that horizontal shoot positioning training system combining with 15 cm shoot spacing was the most suitable for Kyoho grape production.

**Key words:** trainings system; shoot spacing; grape; fruit quality

## 0 引言

【研究意义】葡萄是木质藤本植物, 生产上必须采用一定的架式为其枝蔓生长提供支撑。枝蔓在架面上的分布称为叶幕(新梢)分布。架式和叶幕(新梢)分布共同影响葡萄光能利用率和果实微环境, 进而影响果实品质, 开展架式和叶幕分布研究对葡萄生产具有重要的指导意义。【前人研究进展】架式对葡萄光合特性、微环境、产量和品质的影响, 国内外学者已经进行了大量的研究。在 20 世纪 20 年代, 国外学者提出架式对葡萄叶片光环境具有重要影响, 认为葡萄有效光照叶面积越大, 遮光叶面积越小, 碳同化效率最高, 果实品质最好<sup>[1]</sup>。国外葡萄架式主要是 Head/cane、Head/spur、Cordon/cane 和 Cordon/spur 4 种体系<sup>[1]</sup>。目前, 多种国外主栽葡萄品种, 如维尼奥莱(Vignoles)<sup>[2]</sup>、钱瑟勒(Chancellor)<sup>[3]</sup>、雷司令(Riesling)<sup>[4-5]</sup>、黑比诺(Pinot noir)<sup>[6]</sup>、丹魄(Tempranillo)<sup>[7]</sup>、塔明内(Traminett)<sup>[8-9]</sup>、维欧尼(Viognier)<sup>[10]</sup>、普里米蒂沃(Primitivo)<sup>[11]</sup>和阿尔巴里诺(Albariño)<sup>[12]</sup>等, 已经开展了不同架式对葡萄和葡萄酒品质的研究。我国葡萄生产上采用的架式主要分为篱架和棚架<sup>[13-14]</sup>。国内学者在巨峰<sup>[15]</sup>、红地球<sup>[16-17]</sup>、夏黑<sup>[18-19]</sup>、玫瑰香<sup>[20]</sup>、无核白<sup>[21]</sup>、弗雷无核<sup>[22]</sup>、紫香无核<sup>[23]</sup>、京蜜<sup>[24]</sup>、赤霞珠<sup>[25-26]</sup>和北冰红<sup>[27]</sup>等主要葡萄品种上也已经开展了不同架式对叶片光合特性、叶幕微环境、产量和果实品质影响的研究, 均发现架式能够显著影响葡萄和葡萄酒的品质。【本研究切入点】前人对架式的研究仅仅关注架式本身, 而没有考虑新梢在架面的分布。笔者课题组建议在架面上绑定梢绳, 新梢缠绕在定梢绳上, 是规范化叶幕管理的有效手段, 便于葡萄的标准化生产, 而新梢间距(定梢绳间距)与葡萄的果实品质的相关性也有待研究。【拟解决的关键问题】本研究以 6 年生‘贝达’砧‘巨峰’葡萄为试材, 采用北方地区常用的 Y 型架和龙干型架两种架式, 设置不同新梢间距, 分析成熟期葡萄单粒重、可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C、花青苷和香气等果实品质指标与架式和新梢间距的相关性, 并确定适于‘巨峰’葡萄生产的最优叶幕管理方案。

## 1 材料与方法

试验于 2016—2017 年在中国农业科学院果树研究所进行。

### 1.1 试验材料

试材为 6 年生‘贝达’砧‘巨峰’葡萄, Y 型架行株距为 4.0 m×0.7 m, 斜干水平龙干形配合 V 形叶幕; 水平架行株距为 4.0 m×0.7 m, 斜干水平龙干形配合水平叶幕。树势中等, 树盘覆盖黑色地膜, 行间自然生草, 田间土肥水和病虫害防治同常规。花果管理采取留 5.5 cm 穗尖的花穗整形方式, 花满开前 2—3 d 至花满开后 2—3 d 用 25 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理 1 次, 隔 10—15 d 再处理一次。每个新梢最多留 1 串果, 控制产量在 1 500 kg/667 m<sup>2</sup>。副梢均留一叶摘心。

### 1.2 试验处理

试验共设 6 个处理: 处理 1: Y 型架配合新梢间距 10 cm (简称 V-10); 处理 2: Y 型架配合新梢间距 15 cm (简称 V-15); 处理 3: Y 型架配合新梢间距 20 cm (简称 V-20); 处理 4: 水平架配合新梢间距 10 cm (简称 L-10); 处理 5: 水平架配合新梢间距 15 cm (简称 L-15); 处理 6: 水平架配合新梢间距 20 cm (简称 L-20)。每小区 3 株树, 3 次重复, 完全随机区组排列。

### 1.3 果实品质测定

于 2016 年和 2017 年果实成熟期(9 月 15 日)采集果实, 每处理随机剪取 30 个果穗, 然后从果穗的上、中、下 3 个部位随机采集果粒 180 粒, 用于测定单粒重、可溶性固形物、可滴定酸含量、维生素 C 含量、花青苷含量和香气含量。

单粒重的测定使用百分之一电子天平, 每 10 粒为一组, 共测定 10 组; 可溶性固形物的测定采用数显折光仪, 每 30 个果粒为一组, 共 3 组, 分别用匀浆机打浆, 用于可溶性固形物的测定; 可滴定酸含量的测定使用电位滴定仪, 取 10 g 果浆, 加入蒸馏水定容至 50 mL, 混匀后取 30 mL 匀浆进行电位滴定, 可滴定酸含量按照酒石酸计, 计算公式为:

$$\text{可滴定酸度}(\%) = \frac{C \times V \times 0.075(\text{酒石酸})}{V_0} \times \frac{50}{m} \times 100$$

其中，C：氢氧化钠的浓度；V：滴定时所消耗的氢氧化钠的体积；V0：吸取滴定用的样液体积；m：样品质量；50：提取液的定容体积。

维生素 C 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚电位滴定法，称取 10 个果粒，加入等量的 2%草酸溶液，用榨汁机进行匀浆，取 30 g 匀浆，用 1%草酸溶液定容至 100 mL，取 30 mL 溶液用已经标定的 2,6-二氯酚靛酚溶液进行电位滴定，计算公式为：

每百克样品中抗坏血酸毫克数=(V×T)/W×100

其中，V：滴定时所耗去染料溶液的量（mL）；T：1 mL 染料溶液相当于抗坏血酸标准溶液的量（mg）；W：滴定时所取的滤液中含样品的量（g）。

花青苷含量的测定参照冀晓昊等<sup>[28]</sup>的方法，香气含量的测定参照张克坤等<sup>[29]</sup>的方法。

1.4 数据分析

试验数据为两年数据的平均值，采用 SPSS 20.0

进行 Tukey 方差分析和相关性分析。Topsis 分析采用 DPS7.5 软件。

2 结果

2.1 不同处理对‘巨峰’葡萄果实品质的影响

由表 1 可以看出，6 个处理之间的单粒重、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量和花青苷含量均存在差异。由表 2 可以看出，单粒重、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和维生素 C 含量仅与架式存在显著性相关，而与新梢间距不存在显著性相关，花青苷含量与架式和新梢间距均存在显著性相关。结合表 1 和表 2 可以看出，水平架生产的葡萄单粒重更大，水平架配合 20 cm 新梢间距单粒重最大；水平架生产的葡萄可溶性固形物含量更高，水平架配合新梢间距 10 cm 可溶性固形物含量最高；水平架生产的葡萄可滴定酸含量更低，水平架配合 15 cm 新梢

表 1 不同处理对‘巨峰’葡萄果实品质的影响

Table 1 Effect of training system and shoot spacing on Kyoho berry parameters at harvest

	V-10	V-15	V-20	L-10	L-15	L-20
单粒重 Berry weight (g)	9.42±0.49ab	8.24±0.19a	9.42±0.36ab	9.74±0.22b	9.57±0.21b	10.57±0.81b
可溶性固形物含量 Soluble solid content (%)	16.8±0.36a	16.6±0.18a	16.3±0.46a	17.9±0.51b	17.6±0.40b	17.6±0.53b
可滴定酸含量 Titrable acidity (%)	0.55±0.03ab	0.54±0.02ab	0.60±0.06b	0.55±0.03ab	0.50±0.02a	0.52±0.03a
维生素 C 含量 Vitamin C content (mg·kg <sup>-1</sup> )	24.99±0.11bc	27.44±0.05d	23.20±0.10b	26.12±0.05cd	24.82±0.10a	21.09±0.03a
花青苷含量 Anthocyanin content (mg·g <sup>-1</sup> )	2.45±0.24ab	3.80±1.10bc	5.16±1.10c	1.47±0.35a	1.67±0.29a	2.00±0.14ab

不同小写字母表示在 0.05 水平存在显著性差异。下同

Different letters indicate significant differences among treatments at *P*<0.05. The same as below

表 2 架式和新梢间距与果实品质的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between different treatments and fruit quality

	架式 Training system	新梢间距 Shoot spacing
单粒重 Berry weight	0.546*	-0.053
可溶性固形物含量 Soluble solid content	0.712**	0.026
可滴定酸含量 Titrable acidity	-0.658**	0.662
维生素 C 含量 Vitamin C content	-0.525*	-0.369
花青苷含量 Anthocyanin content	-0.867**	0.843**

\*表示在 0.05 水平上显著相关；\*\*表示在 0.01 水平上显著相关。下同

\*Correlation is significant at the 0.05 level; \*\* Correlation is significant at the 0.01 level. The same as below

间距可滴定酸含量最低；Y 型架生产的葡萄维生素 C 含量优于水平架，Y 形架配合 15 cm 新梢间距葡萄维生素 C 含量最高；Y 型架生产的葡萄花青苷含量优于水平架，Y 形架配合 20 cm 新梢间距葡萄花青苷含量最高。

2.2 不同处理对‘巨峰’葡萄果实香气组分含量的影响

由表 3 可以看出，在成熟期‘巨峰’葡萄果实中共检测到 41 种香气组分，主要可以分为酯类、醛类、醇类和萜烯类等 4 大类。乙酸乙酯是‘巨峰’葡萄含量最高的香气组分，其次是 2-己烯醛、丁酸乙酯、己酸乙酯和甲酸己酯等。由图 1 可以看出，成熟期‘巨峰’葡萄果实酯类香气物质含量最高，其次是醛类香气物质，醇类和萜烯类香气物质含量较少，不同处理之间均表现出差异。相关性分析表明(表 4)，

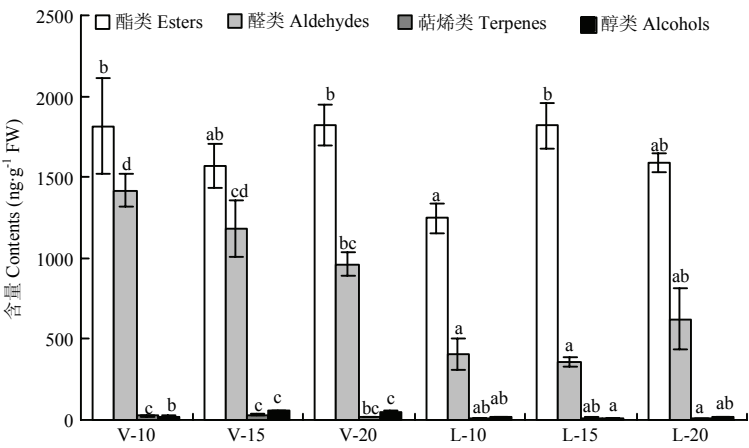
表 3 不同处理对‘巨峰’葡萄果实香气的影响

Table 3 Effects of training system and shoot spacing on Kyoho berry volatile aroma

保留时间 Retention time (min)	组分含量 Constituent content (ng·g <sup>-1</sup> FW)						组分名称 Aroma component
	V-10	V-15	V-20	L-10	L-15	L-20	
2.215	1344.41±294.13a	1174.55±113.31a	1287.89±86.25a	1042.11±47.52a	1387.36±154.17a	1236.74±63.24a	乙酸乙酯 Ethyl acetate
5.229	543.26±88.27c	411.65±75.78bc	416.43±44.61bc	175.45±36.34a	200.82±23.16a	277.23±54.1ab	丁酸乙酯 Ethyl butyrate
6.826	53.84±11.83c	40.13±11.72bc	47.78±10.32c	11.81±3.35a	39.8±2.28bc	23.3±2.56ab	2-丁烯酸乙酯 Ethyl 2-butenolate
7.056	839.51±60.72d	723.92±92.77cd	517.88±31.86bc	212.56±63.38a	140.9±6.32a	329.62±137.45ab	2-己烯醛 2-Hexenal
7.791	127.42±13.14cd	138.79±24.8d	120.28±22.61cd	47.27±10.97a	72.29±3.9ab	93.12±5.75bc	甲酸己酯 Hexyl formate
9.342	9.17±3.99abc	6.7±0.69ab	12.69±1.54c	4.71±1.57a	11.34±1.26bc	8±0.93abc	戊酸乙酯 Ethyl valerate
10.694	7.35±1.64ab	9.53±3.66b	5.59±1.41ab	3.93±1.36a	3.96±0.92a	3.65±0.78a	α-蒎烯 α-Pinene
11.161	6.75±3.19ab	5.91±3.14ab	6.6±3.02ab	0.67±0.42a	9.13±3.56b	1.79±1.24ab	3-羟基丁酸乙酯 Ethyl 3-hydroxybutyrate
11.351	13.63±3.77c	5.67±1.22ab	8.75±0.74b	2.79±0.22a	6.83±0.6ab	4.11±0.5a	惕各酸乙酯 Ethyl phthalate
12.339	7.95±1.71b	7.48±0.76b	8.57±0.59b	4.53±0.46a	4.35±0.45a	4.3±0.32a	苯甲醛 Benzaldehyde
13.075	3.56±0.38c	5.59±0.47d	3.06±0.09bc	2.6±0.28ab	2.02±0.2a	1.98±0.09a	β-蒎烯 β-Pinene
13.724	3.56±1.38b	6.23±0.47c	5.22±0.66bc	1.52±0.08a	1.73±0.2a	1.57±0.06a	1-辛烯-3-醇 1-Octene-3-ol
14.341	12.18±1.85b	15.21±0.96c	12.94±1.13bc	10.36±1.15b	4.49±0.16a	11.63±0.11b	己酸 Caproic acid
14.72	4.62±0.91c	5.17±0.99c	2.59±0.25b	0.39±0.21a	1.4±0.19ab	1.4±0.03ab	2,4-庚二烯醛 2,4-Heptadienal
14.989	162.43±18bc	103.28±25.18ab	240.46±16.12d	92.47±39.22a	197.58±8.88ab	170.57±24.69c	己酸乙酯 Ethyl hexanoate
15.986	6.06±2.11cd	4.98±1.08bc	3.99±0.44bc	0.68±0.1a	8.12±0.48d	2.4±0.11ab	乙酸己酯 Hexyl acetate
16.12	11.89±2.08d	10.46±0.63cd	7.08±0.77bc	3.54±0.59a	7.6±1.81bc	5.4±0.58ab	2-己烯-1-醇乙酸酯 2-Hexen-1-ol acetate
16.413	7.8±2.97b	8.59±2.17b	3.64±2.26a	2.32±0.57a	3.39±0.86a	2.69±0.04a	柠檬烯 Limonene
16.635	0.87±0.05b	1±0.03c	1.28±0.23c	0.45±0.01a	1.17±0.26c	0.53±0.09a	桉油精 Eucalyptol
16.99	1.74±0.15bc	3.38±0.61d	2.51±0.38cd	1.34±0.05ab	3.13±0.53d	0.7±0.09a	苯甲醇 Benzyl alcohol
17.473	18.19±7.43bc	26.77±7.81c	11.39±1.11ab	10.68±1.53ab	4.29±0.08a	6.48±0.68ab	苯乙醛 Phenylacetaldehyde
17.86	17.01±2.9bc	15.92±5.17bc	25.11±2.27c	9.93±6.4a	13.56±0.47ab	13.46±2.62ab	2-己烯酸乙酯 Ethyl 2-hexenoate
19.474	1.46±0.33c	1.49±0.1c	1.64±0.12c	0.81±0.1ab	0.99±0.06b	0.52±0.11c	2-辛烯-1-醇 2-Octene-1-ol
21.183	2.74±0.59c	2.36±0.53bc	2.91±0.42c	1.08±0.3a	2.32±0.05bc	1.33±0.12ab	2,4-己二烯酸乙酯 Ethyl 2,4-hexadienoate
21.523	9.65±1.64bc	6.36±2.48ab	7.54±0.19ab	3.91±1.31a	12.34±0.82c	5.01±0.85a	庚酸乙酯 Ethyl heptanoate

续表 3 Continued table 3

保留时间 Retention time (min)	组分含量 Constituent content (ng·g <sup>-1</sup> FW)						组分名称 Aroma component
	V-10	V-15	V-20	L-10	L-15	L-20	
21.776	5.53±0.59ab	8.94±0.57c	6.64±0.57b	5.99±0.45ab	5.32±0.06a	5.94±0.42ab	壬醛 Nonanal
22.211	18.54±1.28a	45.98±6.11b	42.62±5.16b	17.7±2.59a	9.83±1.31a	15.67±2.31a	苯乙醇 Phenylethanol
23.888	3.91±0.66c	4.5±0.33c	4.16±0.39c	2.33±0.3b	1.21±0.35a	2.16±0.13ab	苄基腈 Benzyl nitrile
26.379	2.72±0.19b	3.01±0.5bc	3.75±0.46c	1.7±0.36a	2.52±0.29ab	1.71±0.07a	萜品烯 Terpinene
27.32	0.44±0.06bc	0.69±0.12d	0.64±0.02cd	0.16±0.04a	1.63±0.1e	0.28±0.08ab	丁二酸二乙酯 Diethyl succinate
27.471	2.38±0.2b	4.49±0.57c	2.37±0.28b	0.2±0.07a	1.73±0.21b	0.25±0a	水杨酸甲酯 Methyl salicylate
27.629	2.49±1.34bc	1.9±0.26b	2.46±0.3bc	0.44±0.19a	3.76±0.24b	1±0.34a	4-辛烯酸乙酯 Ethyl 4-octenoate
28.246	12.29±4.49ab	16.94±7.36ab	12.36±1.29ab	9.43±3.14a	20.63±1.8b	10.06±3.1ab	辛酸乙酯 Ethyl octanoate
28.665	0.91±0.09a	1.31±0.23ab	1.08±0.09ab	0.92±0.15a	1.46±0.23b	0.9±0.15a	癸醛 Capraldehyde
30.279	2.56±0.83bc	1.83±0.38b	3.25±0.51c	0.28±0.04a	1.26±0.68ab	0.27±0.09a	香茅醇 Citronellol
31.165	18.29±1.55b	17.98±6.24b	17.33±0.6b	5.55±0.84a	5.56±1.08a	7.41±0.47a	苯乙酸乙酯 Phenylacetate
31.497	2.95±1.29b	1.75±0.43ab	2.33±0.31ab	1.03±0.35a	2.39±0.23ab	0.98±0.11a	2-辛烯酸乙酯 Ethyl trans-2-octenoate
34.811	1.45±0.31b	2.33±0.52c	1.37±0.18ab	1.34±0.11ab	2.98±0.31c	0.59±0.06a	壬酸乙酯 Ethyl pelargonate
40.079	0.72±0.22ab	1.18±0.28b	1.03±0.18b	0.34±0.06a	2.15±0.15c	0.39±0.07a	4-癸烯酸乙酯 Ethyl 4-decenoate
41.115	2.95±0.69ab	2.24±0.03a	4.24±0.57b	5.92±0.65c	2.63±0.42a	2.92±0.41ab	癸酸乙酯 Ethyl caprate
45.616	3.09±0.47bc	4.73±0.76cd	5.54±0.55d	1.29±0.32a	4.13±0.93cd	1.57±0.36ab	2, 4-癸二烯酸乙酯 Ethyl 2,4-decadienoate



同组不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平存在显著性差异 Different letters in the same group indicate significant differences among treatments at  $P<0.05$

图 1 四类香气物质含量分析  
Fig. 1 Analysis of the contents of four aroma substances

表 4 架式与新梢间距与香气含量相关性分析

Table 4 Correlation analysis between different treatments and Kyoho berry volatile aroma

	架式 Training system	新梢间距 Shoot spacing
总含量 Total content	-0.867**	0.211
酯类含量 Esters	-0.353	-0.791*
醛类含量 Aldehydes	-0.863**	-0.580
醇类含量 Alcohols	-0.867**	-0.685*
萜烯类含量 Terpenes	-0.867**	-0.211

香气总含量、醛类含量、醇类含量和萜烯类含量与架式显著性相关，表现为 Y 型架高于水平架，而与新梢间距相关性不强；酯类含量与架式没有显著相关性，与新梢间距有一定的相关性，表现为新梢间距越大，酯类香气物质含量略高。

2.3 Topsis 评价

Topsis 综合评价法是一种多目标决策方法，其基本思路是定义决策问题的理想解和负理想解，然后在可行方案中找到一个方案，使其与理想解的距离最近，而与负理想解的距离最远，适用于本研究最优架式和新梢间距的确定。为此，本研究对 6 个处理单粒重、可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C、花青苷、酯类香气、醛类香气、萜烯类香气和醇类香气含量进行 Topsis 分析（表 5），其中可滴定酸含量高，葡萄口感偏酸，不受消费者欢迎；醛类香气产生青草味，会掩盖酯类和萜烯类香气物质产生的果香味，因此，这两个指标作为低优指标，其余指标均为高优指标。经相关专家讨论，基于产量的重要性和糖酸含量给消费者直观的感官体验，单粒重、可溶性固形物和可滴定酸含量的权重均设为最高值 1。维生素 C 和花青苷含量并不是大多数消费者关注的品质指标，权重均设为 0.1。‘巨峰’葡萄香气物质组分众多，可以分为酯类、醛类、萜烯类和醇类 4 大类，其中酯类、萜烯类和醇类物质具有令人愉悦的花果香味，而醛类物质主要是青草味，会掩盖酯类、萜烯类和醇类物质的果香味。基于花果香味浓郁更受消费者欢迎，本研究将酯类、萜烯类、醇类和醛类香气物质的权重分别设置为 0.2、0.2、0.2 和 0.15。最终，按照 CI 指标进行排序，水平架配合新梢间距 15 cm 得分最高，是‘巨峰’葡萄最优的叶幕管理方案。

表 5 Topsis 评价分析结果

Table 5 Topsis comprehensive evaluation analysis

样本 Treatments	D+	D-	CI	名次 Ranking
V-10	0.1143	0.0912	0.4437	6
V-15	0.1308	0.1073	0.4506	4
V-20	0.1204	0.0978	0.4483	5
L-10	0.1166	0.1025	0.4679	3
L-15	0.1025	0.1264	0.552	1
L-20	0.1093	0.1245	0.5325	2

3 讨论

架式是葡萄生产者首先要考虑的问题，生产上常用的葡萄架式众多，比如单篱架、双篱架、大棚架、小棚架、柱架和漏斗架等<sup>[13]</sup>。架式决定了葡萄叶幕分布，影响葡萄光合特性，最终影响葡萄果实品质。单粒重、可溶性固形物和可滴定酸含量是葡萄果实品质的重要指标，也是众多葡萄架式研究者关注的果实品质指标。REYNOLDS 等<sup>[3-5]</sup>在‘雷司令’（Riesling）上的研究表明架式对单粒重、可溶性固形物和可滴定酸含量均有显著性影响；HOWELL 等<sup>[2]</sup>、BAEZA 等<sup>[7]</sup>、单守明等<sup>[16]</sup>和 XU 等<sup>[26]</sup>分别在‘维尼奥莱’（Vignoles）‘丹魄’（Tempranillo）‘红地球’（Red Globe）和‘赤霞珠’（Cabernet Sauvignon）葡萄上的研究结果也支持这一观点，但 ZOECKLEIN 等<sup>[10]</sup>和 BORDELON 等<sup>[8]</sup>分别在‘维欧尼’（Viognier）和‘塔明内’（Traminett）葡萄上的研究结果表明架式对单粒重、可溶性固形物和可滴定酸等果实品质几乎没有影响。本研究结果表明，单粒重、可溶性固形物和可滴定酸含量与架式存在显著性相关，表现为单粒重和可溶性固形物含量水平架高于 Y 型架，而可滴定酸含量水平架低于 Y 型架。赵妮等<sup>[19]</sup>在设施‘夏黑’葡萄上的研究结果也表明葡萄单粒重和可溶性固形物含量表现为棚架高于篱架。这可能是由于不同架式能够影响葡萄叶片有效光照面积和光合速率。单守明等<sup>[16]</sup>也发现 L 形整形较扇形显著提高了设施‘红提’叶片叶绿素含量、Rubisco 活化酶和叶绿体 ATPase 等酶活性，从而提高了叶片的光合速率。

前人对架式的研究较多地关注架型。张军贤等<sup>[25]</sup>研究了单篱架多主蔓扇形整形下新梢留量，即每延长 1 米架面留新梢个数，结果表明随新梢留量的增加还原糖含量呈降低趋势，而含酸量与还原糖变化趋势相

反。本研究通过在架面绑定梢绳,能保证新梢在架面上均匀分布,更好地控制叶片光照面积,是规范化叶幕管理的有效手段,便于葡萄的标准化生产。本研究结果表明,单粒重、可溶性固形物和可滴定酸含量与新梢间距并不存在显著性相关,但花青苷含量与新梢间距和架式均存在显著性相关,表现为 Y 型架高于水平架,新梢间距越大,花青苷含量越高。这可能与花青苷作为次生代谢产物,其合成受光照条件显著影响有关<sup>[30]</sup>。Y 型架的光照条件优于水平架,新梢间距越大,果穗的光照条件也越好。

香气是重要的感官品质指标,影响葡萄和葡萄酒的品质。鲜食葡萄香气类型主要有草莓香型(酯类香气物质含量丰富)和玫瑰香型(萜烯类香气物质含量丰富)等。‘巨峰’葡萄是典型的草莓香型,本研究也发现‘巨峰’葡萄酯类香气物质含量远高于醛类、醇类和萜烯类等其他香气物质含量,主要是乙酸乙酯和丁酸乙酯等,这与周建梅等<sup>[31]</sup>研究结果一致。架式对葡萄香气品质的影响越来越受到研究者的关注。JI 等<sup>[9]</sup>研究表明‘塔明内’(Traminett)葡萄的主要香气物质醛类和萜烯类物质均显著受架式的影响,VSP (Vertically shoot positioned)架式优于 SH (Scott Henry)、SD (Smart-Dyson)、HC (High cordon)和 GDC (Geneva double curtain)架式;FRAGASSO 等<sup>[11]</sup>认为 LT (Little tree)和 BG (Bilateral Guyot)架式能够提升‘普里米蒂沃’(Primitivo)葡萄香气积累和葡萄酒的感官品质;XU 等<sup>[26]</sup>研究发现 M-VSP (Modified vertical shoot positioned)、F-TT (Fan training system with two trunks)和 F-MT (Fan training system with multiple trunks)对‘赤霞珠’葡萄不饱和脂肪酸含量、C6 和 C9 挥发性香气物质含量和脂氧合酶代谢途径关键基因表达都有影响;史祥宾等<sup>[24]</sup>研究认为 V 形叶幕更有利于设施‘京蜜’葡萄香气品质形成,果实香气较直立叶幕和水平叶幕更浓郁;VILANOVA 等<sup>[12]</sup>研究发现‘阿尔巴里诺’(Albariño)葡萄 GDC (Geneva double curtain)架式条件下总香气含量最高,而萜烯类和 C13-降异戊二烯含量在 SH (Scott Henry)架式下最高。本研究表明架式对‘巨峰’葡萄香气总含量及组分含量的影响大于新梢间距,Y 型架略高于水平架,这可能与脂氧合酶代谢途径关键基因表达差异有关,具体有待深入研究。

Topsis 评价法是对多指标进行综合评价的一种计算方法,在金融评估、土地利用等方面应用较多,但在农业领域应用较少。韩晓等<sup>[32-33]</sup>研究表明该方法对

葡萄品种设施环境适应性和葡萄砧穗组合环境适应性的评价中优于熵值法、主成分分析法等其他综合评价法。本研究利用 Topsis 法对 6 个处理单粒重、可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C、花青苷、酯类香气、醛类香气、萜烯类香气和醇类香气含量进行了综合评价,结果表明水平架配合新梢间距 15 cm 得分最高,说明水平架配合新梢间距 15 cm 是‘巨峰’葡萄最优的叶幕管理方案。

## 4 结论

架式和新梢间距对‘巨峰’葡萄单粒重、可溶性固形物、花青苷和香气含量等果实品质具有显著性影响。架面设置定梢绳是规范化叶幕管理的有效手段,建议‘巨峰’葡萄生产中采用斜干水平龙干形配合水平叶幕,定梢绳间距 15 cm。

## References

- [1] REYNOLDS A G, HEUVEL J E V. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2009, 60(3): 251-268.
- [2] HOWELL G S, MILLER D P, EDSON C E, STRIEGLER R K. Influence of training system and pruning severity on yield, vine size, and fruit composition of vigneoles grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1991, 42(3): 191-198.
- [3] REYNOLDS A G, WARDLE D A, NAYLOR A P. Impact of training system and vine spacing on vine performance and berry composition of Chancellor. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1995, 46(1): 88-97.
- [4] REYNOLDS A G, WARDLE D A, NAYLOR A P. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling. Vine performance, berry composition, canopy microclimate, and vineyard labor requirements. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1996, 47(1): 63-76.
- [5] REYNOLDS A G, WARDLE D A, CLIFF M A, KING M. Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of Riesling. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2004, 55(1): 84-95.
- [6] PETERLUNGER E, CELOTTI E, DA DALT G, STEFANELLI S, GOLLINO G, ZIRONI R. Effect of training system on Pinot noir grape and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2002, 53(1): 14-18.
- [7] BAEZA P, RUIZ C, CUEVAS E, SOTES V, LISSARRAGUE J. Ecophysiological and agronomic response of Tempranillo grapevines

- to four training systems. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2005, 56(2): 129-138.
- [8] BORDELON B P, SKINKIS P A, HOWARD P H. Impact of training system on vine performance and fruit composition of Traminette. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2008, 59(1): 39-46.
- [9] JI T, DAMI I E. Characterization of free flavor compounds in Traminette grape and their relationship to vineyard training system and location. *Journal of Food Science*, 2008, 73(4): 262-267.
- [10] ZOECKLEIN B W, WOLF T K, PELANNE L, MILLER M K, BIRKENMAIER S S. Effect of vertical shoot-positioned, smart-dyson, and geneva double-curtain training systems on viognier grape and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2008, 59(1): 9-10.
- [11] FRAGASSO M, ANTONACCI D, PATI S, TUFARIELLO M, BAIANO A, FORLEO L R, CAPUTO A R, NOTTE E L. Influence of training system on volatile and sensory profiles of primitivo grapes and wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2012, 63(4): 477-486.
- [12] VILANOVA M, GENISHEVA Z, TUBIO M, ALVAREZ K, LISSARRAGUE J R, OLIVEIRA J M. Effect of Vertical Shoot-Positioned, Scott-Henry, Geneva Double-Curtain, Arch-Cane, and Parral training systems on the volatile composition of Albarino wines. *Molecules*, 2017, 22(9): 1500.
- [13] 申艳红, 姜涛, 陈晓静. 葡萄架式、整形、修剪及特点. 中外葡萄与葡萄酒, 2007(4): 29-32.
- SHEN Y H, JIANG T, CHEN X J. Grape training system, shaping, pruning and characteristic. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2007(4): 29-32. (in Chinese)
- [14] 李晓梅, 唐晓萍, 董志刚, 谭伟, 于静, 王新平. 葡萄生产上几种常见架式及其应用. 山西果树, 2015(2): 36-38.
- LI X M, TANG X P, DONG Z G, TAN W, YU J, WANG X P. Several common training systems and applications in grape production. *Shanxi Fruits*, 2015(2): 36-38. (in Chinese)
- [15] 赵海亮, 赵文东, 孙凌俊, 高圣华, 马丽, 刘晓菊. 不同架式巨峰葡萄光合特性与叶绿素荧光参数研究. 西南农业学报, 2015, 28(6): 2691-2694.
- ZHAO H L, ZHAO W D, SUN L J, GAO S H, MA L, LIU X J. Study on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters of Kyoho grapes in different trellis. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2015, 28(6): 2691-2694. (in Chinese)
- [16] 单守明, 平吉成, 王振平, 冯美, 王文举, 张亚红. 不同架式对设施葡萄光合特性及果实品质的影响. 山地农业生物学报, 2010, 29(2): 107-111.
- SHAN S M, PING J C, WANG Z P, FENG M, WANG W J, ZHANG Y H. The effect of different grape training structures on the photosynthetic character and fruit quality. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 2010, 29(2): 107-111. (in Chinese)
- [17] 程建徽, 魏灵珠, 李琳, 袁金波, 吴江. 2 种架式下红地球葡萄果实着色与糖积累的比较. 浙江农业科学, 2011(3): 504-508.
- CHENG J H, WEI L Z, LI L, YUAN J B, WU J. Comparison of fruit coloration and sugar accumulation under two training system of Red Globe grapes. *Zhejiang Agricultural Sciences*, 2011(3): 504-508. (in Chinese)
- [18] 田益华, 奚晓军, 龚少华, 蒋爱丽. 设施葡萄栽培架式对果实品质的影响. 河北林业科技, 2014(5/6): 88-96.
- TIAN Y H, XI X J, GONG S H, JIANG A L. Effect of training system on grape fruit quality under protected cultivation. *The Journal of Hebei Forestry Science and Technology*, 2014(5/6): 88-96. (in Chinese)
- [19] 赵妮, 郁松林, 赵宝龙, 于坤, 董明明, 杨夕. 日光温室中不同架式对葡萄光合特性及果实品质的影响. 新疆农业科学, 2016, 53(11): 2023-2032.
- ZHAO N, YU S L, ZHAO B L, YU K, DONG M M, YANG X. Effects of different training systems on photosynthesis and berry quality of grapes in solar greenhouses. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2016, 53(11): 2023-2032. (in Chinese)
- [20] 赵新节, 孙玉霞, 刘波, 王晓, 束怀瑞. 不同架式栽培的玫瑰香葡萄成熟期挥发性物质的变化. 园艺学报, 2005, 32(1): 87-90.
- ZHAO X J, SUN Y X, LIU B, WANG X, SHU H R. Changes of volatile compounds in ‘Muscat Hambourg’ for various trellis systems during maturity. *Acta Horticulturae Sinica*, 2005, 32(1): 87-90. (in Chinese)
- [21] 贾杨, 廖康, 骆强伟, 孙锋, 马微, 牛莹莹, 江振斌. 无核白葡萄不同栽培架式叶幕微气候及产量品质差异分析. 新疆农业科学, 2016, 53(7): 1210-1216.
- JIA Y, LIAO K, LUO Q W, SUN F, MA W, NIU Y Y, JIANG Z B. Analysis on the canopy microclimate and yield and quality of the different grape cultivation trellis in Turpan. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2016, 53(7): 1210-1216. (in Chinese)
- [22] 马静茹, 郁松林, 崔瑜. 不同栽培架式对设施弗雷无核葡萄产量及品质的影响. 新疆农垦科技, 2015(5): 17-18.
- MA J R, YU S L, CUI Y. Effect of training systems on yield and fruit quality of Flame Seedless under protected cultivation. *Xinjiang Farmland Science & Technology*, 2015(5): 17-18. (in Chinese)
- [23] 文旭, 容新民, 边凤霞, 王富霞, 张勇. 不同架式对紫香无核葡萄生长结果的影响. 中国果树, 2015(2): 32-35.



- WEN X, RONG X M, BIAN F X, WANG F X, ZHANG Y. Effect of training systems on vine performance and fruit quality of Zixiang Seedless grape. *China Fruits*, 2015(2): 32-35. (in Chinese)
- [24] 史祥宾, 刘凤之, 程存刚, 王孝娣, 王宝亮, 郑晓翠, 王海波. 不同叶幕形对设施葡萄叶幕微环境、叶片质量及果实品质的影响. *应用生态学报*, 2015, 26(12): 3730-3736.
- SHI X B, LIU F Z, CHENG C G, WANG X D, WANG B L, ZHENG X C, WANG H B. Effects of canopy shapes of grape on canopy microenvironment, leaf and fruit quality in greenhouse. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2015, 26(12): 3730-3736. (in Chinese)
- [25] 张军贤, 张振文. 架式与新梢留量对赤霞珠葡萄酒中单体酚的影响. *中国农业科学*, 2010, 43(18): 3784-3790.
- ZHANG J X, ZHANG Z W. Effects of trellis system and shoot density on free phenol of wine from *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(18): 3784-3790. (in Chinese)
- [26] XU X Q, CHENG G, DUAN L L, JIANG R, PAN Q H, DUAN C Q, WANG J. Effect of training systems on fatty acids and their derived volatiles in Cabernet Sauvignon grapes and wines of the north foot of Mt. Tianshan. *Food Chemistry*, 2015, 181: 198-206.
- [27] LIU L Y, NAN L J, ZHAO X H, WANG Z X, NAN H L, LI H. Effects of two training systems on sugar metabolism and related enzymes in cv. Beibinghong (*Vitis amurensis* Rupr.). *Canadian Journal of Plant Science*, 2015, 95: 987-998.
- [28] 冀晓昊, 王海波, 张克坤, 王孝娣, 史祥宾, 王宝亮, 郑晓翠, 王志强, 刘凤之. 不同颜色果袋对葡萄花青苷合成的调控. *中国农业科学*, 2016, 49(22): 4460-4468.
- JI X H, WANG H B, ZHANG K K, WANG X D, SHI X B, WANG B L, ZHENG X C, WANG Z Q, LIU F Z. The grape anthocyanin biosynthesis regulation by different color fruit bags. *Scientia Agricultura Sinica*, 2016, 49(22): 4460-4468. (in Chinese)
- [29] 张克坤, 王海波, 王孝娣, 史祥宾, 王宝亮, 郑晓翠, 刘凤之. ‘瑞都香玉’葡萄果实挥发性成分在果实发育过程中的变化. *中国农业科学*, 2015, 48(19): 3965-3978.
- ZHANG K K, WANG H B, WANG X D, SHI X B, WANG B L, ZHENG X C, LIU F Z. Evolution of volatile compounds during the berry development of ‘Ruidu Xiangyu’ grape. *Scientia Agricultura Sinica*, 2015, 48(19): 3965-3978. (in Chinese)
- [30] JOSE T M, RODRIGO L, ANDREA V, ALVARO P N, EDMUNDO B, PATRICIO A J, JOSE A A. Post-veraison sunlight exposure induces MYB-mediated transcriptional regulation of anthocyanin and flavonol synthesis in berry skins of *Vitis vinifera*. *Journal of Experimental Botany*, 2009, 60(3): 853-867.
- [31] 周建梅, 曹耀鹏, 贾名波, 邵小杰. 山东不同产区巨峰葡萄香气物质分析. *中外葡萄与葡萄酒*, 2013(2): 16-20.
- ZHOU J M, CAO Y P, JIA M B, SHAO X J. Analysis of aroma components in Kyoho grapes from different regions of Shandong. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2013(2): 16-20. (in Chinese)
- [32] 韩晓, 刘凤之, 谢计蒙, 王孝娣, 冀晓昊, 王海波. 四种综合评价法对不同葡萄品种设施环境适应性的评价和比较. *植物生理学报*, 2017, 53(12): 2235-2243.
- HAN X, LIU F Z, XIE J M, WANG X D, JI X H, WANG H B. Comparison of four comprehensive evaluation methods in evaluating environmental adaptabilities of different grape cultivars. *Plant Physiology Journal*, 2017, 53(12): 2235-2243. (in Chinese)
- [33] 韩晓, 刘凤之, 王孝娣, 史祥宾, 王宝亮, 郑晓翠, 王志强, 冀晓昊, 王海波. 3 种综合评价法在葡萄砧穗组合环境适应性中的应用. *果树学报*, 2017, 34(10): 1349-1356.
- HAN X, LIU F Z, WANG X D, SHI X B, WANG B L, ZHENG X C, WANG Z Q, JI X H, WANG H B. Comparison of three comprehensive evaluation methods to evaluate the grape rootstock-scion combination environmental adaptability. *Journal of Fruit Science*, 2017, 34(10): 1349-1356. (in Chinese)

(责任编辑 赵伶俐)