

不同肥料对玉泉冬枣光合特性及果实品质的影响

陶爱群¹, 王仁才^{2*}, 莫红专³, 仇振华⁴, 石浩²

(1.湖南环境生物职业技术学院, 湖南 衡阳 421005; 2.湖南农业大学园艺园林学院, 湖南 长沙 410128; 3.衡南县气象局, 湖南 衡南 421100; 4.湖南玖一玉泉科技实业有限公司, 湖南 衡阳 421001)

摘 要:以玉泉冬枣为试材, 设4种施肥处理:A, 株施生物菌剂1 kg+硫基复合肥0.5 kg; B, 株施生物菌肥1 kg+硫基复合肥0.5 kg; C, 株施生物菌肥0.5 kg+生物菌剂0.5 kg+硫基复合肥0.5 kg; D, 株施腐熟鸡粪1.0 kg+硫基复合肥0.5 kg, 研究不同肥料对玉泉冬枣光合特性与品质的影响。结果表明:玉泉冬枣生长季节的净光合速率季度平均值以B处理最高, C处理的最低; B处理的单果质量(17.09 g)最大, 单位面积产量(14 025 kg/hm²)最高; B处理的还原糖含量(10.34%)和可溶性固形物含量(22.8%)最高, A处理的糖(固)酸比(41.25/89.58)最高, D处理的V-C含量(4.33 mg/g)最高, C处理的可滴定酸含量(0.28%)最高; 品质综合评价模型分析表明, B处理的得分(1.824 6)最高, 品质最佳, C处理的得分(-0.329 9)最低, 品质最差; 各处理的果实产量、品质排序与整个生育期净光合速率的平均值大小排序一致。综合试验结果, B处理对改善玉泉冬枣的光合作用及提高果实产量和品质的效果较好。

关 键 词:玉泉冬枣; 肥料; 品质; 净光合速率

中图分类号: S665.101

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2017)02-0166-05

Effects of different fertilizers on photosynthetic characteristics and fruit quality of Yuquandongzao(*Ziziphusnagzaolit*)

TAO Aiqun¹, WANG Rencai^{2*}, MO Hongzhuan³, QIU Zhenhua⁴, SHI Hao²

(1.Hunan Environmental and Biological Polytechnic, Hengyang, Hunan 421005, China; 2.College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 3.Meteorological Bureau of Hengnan County, Hengnan, Hunan 421100, China; 4.Hunan Jiuyi Yuquan Science and Technology Industry Company, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: Yuquandongzao was used as material, four treatments, A (1.0 kg bio-bacterial agents(BBA) and 0.5kg S-based compound fertilizer per tree), B(1.0 kg bio-bacterial manure(BBM) and 0.5 kg S-based compound fertilizer per tree), C(0.5 kg BBA, 0.5 kg BBM and 0.5 kg S-based compound fertilizer per tree) and D(1.0 kg rot chicken manure(RCM) and 0.5 kg S-based compound fertilizer per tree), were designed to study the effects of fertilizations on photosynthetic characteristics and fruit quality of Yuquandongzao. The results showed that the treatment B had the highest average *Pn* while the treatment C had the lowest average *Pn* in growing seasons. The treatment B had the biggest single fruit weight of 17.09 g per fruit and the highest yield of 14 025 kg per hectare. The fruits of treatment B had the highest content (10.34%) of reducing sugar and soluble solids (22.8%). The fruits of treatment B had the highest ratio (41.25/89.58) of sugar (soluble solids) to acid. The fruits of treatment D had the highest content (4.33 mg/g) of vitamin C. The fruits of treatment C had the highest content titratable acid of 0.28%. The principal component analysis to integrated model of fruit quality showed that the fruits of treatment B had the highest score of 1.824 6 and the best quality, while the fruits of treatment C had the lowest score of -0.329 9 and the worst quality. The sequence of the yield and quality of the treatments were consistent with the sequence of the quarterly average of the net photosynthetic rate in the growing season. According to the comprehensive results, the effect of B treatment on improving the photosynthesis and fruit yield and quality of Yuquandongzao was the best.

收稿日期: 2016-05-11

修回日期: 2017-03-13

基金项目: 湖南省自然科学基金委员会与衡阳市政府自然科学联合基金项目(13JJ8010)

作者简介: 陶爱群(1974—), 女, 湖南宁乡人, 硕士, 讲师, 主要从事枣树生理与高效栽培研究, 496486706@qq.com; *通信作者, 王仁才, 教授, 主要从事南方冬枣栽培生理研究, 409600160@qq.com

Keywords: Yuquandongzao; fertilizers; quality; net photosynthetic rate

玉泉冬枣是从鲁北冬枣中选育的适合中国南方栽培的冬枣新品种^[1]。南方冬枣常因生长势过旺坐果少,甚至不坐果,通过环剥等方式能提高冬枣坐果率,但易出现树体抗性下降、单果质量轻、品质不高、外观商品性欠佳等现象。施肥会影响枣树的营养生长和生殖生长,施用磷钾肥能改善枣枣的光合功能^[2],显著提高枣枣叶片叶绿素含量^[3],增加光合产物,从而提高枣果产量,改善枣果品质^[4-6]。近年来,南方栽培冬枣的光合特性已有报道^[7-11],但施肥对冬枣果实产量、质量的影响鲜见报道。本试验中,以玉泉冬枣为试材,施用不同肥料,研究施肥对玉泉冬枣的光合特性、果实产量和品质的影响,旨在为玉泉冬枣的高产优质栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为玉泉冬枣,从引种的鲁北冬枣中选育而来,酸枣砧,5年生。土壤为第四纪红壤,pH值6.7,肥力中等。所用肥料为硫基复合肥(N、P、K质量比为9:7:9),生物菌剂、生物菌肥均为经特殊工艺多菌群复合的新型生物肥,前者不含光合菌群,后者含有光合菌群。

1.2 方法

1.2.1 施肥处理

试验在湖南省祁东县风石堰镇毛坪村玉泉冬枣园进行。枣树栽培密度为2.0 m×2.5 m,平均株高1.8 m,平均冠幅0.9 m×1.2 m。前一产季挂果正常。于2014年2月底环沟状施基肥,设4个处理:A,株施生物菌剂1 kg+硫基复合肥0.5 kg;B,株施生物菌肥1 kg+硫基复合肥0.5 kg;C,株施生物菌肥0.5 kg+生物菌剂0.5 kg+硫基复合肥0.5 kg;D,株施腐熟鸡粪1.0 kg+硫基复合肥0.5 kg。每个处理10株。重复3次。5月下旬(盛花期),环剥时每株留1个中等偏弱的结果基枝,不环剥,不坐果,作为营养枝,其他枝条均在开花45%时按枝粗1/10进行环剥挂果。其他管理措施按常规进行。

1.2.2 测定指标与方法

1) 光合参数的测定。2014年5—9月(开花坐果期至果实脆熟期),采用Li-6400XT便携式光合仪,

于每月下旬选择1个晴天从8:00—18:00每2 h测定1次净光合速率。选择生长势均匀,结果量中等的树体,从中上部的东、西、南、北4个方向选择完整的功能叶3片进行测定。单叶记录3次测定数据,单株重复3次,结果取平均值。以一天不同时间测定的净光合速率的均值为当月净光合速率均值,再以各月净光合速率的均值为整个生育期净光合速率均值。

采用Li-6400XT便携式光合仪测定光响应和CO₂响应的气体交换参数。于8月下旬的某一个晴天9:00—11:00进行。测定光响应的相关参数时流量控制为500 μmol/s,CO₂浓度400 μmol/mol,红蓝光源光强梯度为2 000、1 600、1 200、800、400、250、200、150、100、50、0 μmol/(m²·s);测定CO₂响应的相关参数时控制光强1 000 μmol/(m²·s),流量为500 μmol/s,气瓶CO₂浓度梯度为1 000、800、600、400、250、200、150、100、50、0 μmol/mol。选择生长势均匀、挂果量中等的树体,在树体中上部东、南、西、北4个方向测定完整功能叶3片,每叶记录1组数据,每处理单株重复3次,结果取平均值。

2) 果实产量与品质测定。于果实红熟期(10月上旬),随机从各处理树体外围中上部东、南、西、北4个方向各选择2~3颗中等大小的果实10个,用于测定单果质量、还原糖、可滴定酸、V-C和可溶性固形物含量。还原糖用斐林试剂法测定;可滴定酸用滴定法测定;V-C用2,6-二氯酚酚法测定;可溶性固形物用折光仪法测定。计算糖酸比(还原糖/可滴定酸)、固酸比(可溶性固形物/可滴定酸);全株采果称重,折算成单位面积产量。每处理单株重复3次,结果取平均值。

1.3 数据统计与分析

光合数据用Li-6400专用软件导入运用Excel 2007整理和制表;运用SPSS 19进行方差分析和果实综合品质的主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对玉泉冬枣光合特性的影响

2.1.1 对玉泉冬枣净光合速率日变化的影响

由表1可知,5月,4个处理的净光合速率(P_n)

日变化只出现 1 次最大值,以 B 处理的最大,为 14.67 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,且在 14:00 出现,其他处理均在 12:00 出现;6 月,4 个处理的 P_n 最大值均出现在 12:00,以 B 处理的峰值最大,C 处理的最小,12:00—18:00 呈下降趋势,但 B 和 C 处理在 16:00 时出现第 2 个峰值;7 月,4 个处理的 P_n 从 8:00—10:00 迅速上升,C 和 D 处理在 10:00 出现

最大值,分别为 16.91、16.85 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;8 月,4 个处理的 P_n 峰值均约为 15.50 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,B 处理的峰值出现在 10:00,其他处理的峰值均在 12:00;9 月,各处理 P_n 的峰值均出现 12:00,B 处理的最高,为 16.59 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,其次是 A 处理的,为 14.80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,D 处理最低,为 13.11 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

表 1 不同肥料处理玉泉冬枣单叶净光合速率的日变化

Table 1 Different fertilization treatments on diurnal variation of P_n in the leaves of Yuquandongzao							
月份	处理	净光合速率/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$					
		08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
5	A	6.47	9.89	11.45	10.43	8.40	3.84
	B	8.48	10.37	13.60	14.67	9.26	4.65
	C	7.12	9.49	12.79	11.45	8.98	2.48
	D	8.49	10.53	14.23	12.01	10.93	3.27
6	A	5.00	12.54	16.57	11.93	10.32	2.97
	B	4.46	12.11	16.21	12.46	12.59	4.30
	C	3.84	11.82	15.37	11.45	11.70	2.71
	D	4.49	12.19	16.41	13.13	11.89	3.79
7	A	7.89	14.98	16.57	12.67	11.56	9.03
	B	7.05	16.22	16.67	12.88	13.19	8.71
	C	6.54	16.91	14.87	11.24	12.84	7.02
	D	7.30	16.85	15.88	13.30	12.68	6.92
8	A	7.71	15.83	16.04	13.76	10.88	6.79
	B	5.56	16.22	15.62	12.84	9.94	7.99
	C	7.03	14.49	14.85	12.43	10.22	5.82
	D	7.69	13.31	16.27	12.50	11.75	6.98
9	A	8.73	14.80	13.51	9.78	10.79	6.82
	B	8.17	16.59	13.18	8.28	9.52	6.18
	C	7.54	13.58	10.60	8.12	9.98	6.07
	D	7.61	13.12	9.51	9.03	9.71	8.14

2.1.2 对光和 CO₂ 响应参数的影响

如表 2 所示,B 处理的光补偿点最低,说明利用弱光的能力最强,D 处理的光补偿点最高,利用弱光的能力最差;光饱和点从高到低的处理依次为 B、A、D、C,说明 B 处理利用强光的能力最强;B 处理的表观量子效率最高,D 处理的最低;A 处

理的暗呼吸效率最高,B 处理的最低。

A 处理的 CO₂ 补偿点最高;C 处理的 CO₂ 饱和点最高;B 处理的羧化效率最大,为 0.035 4 $\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,C 处理的最小,为 0.019 9 $\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。综合结果,B 处理利用光和 CO₂ 的能力较强。

表 2 不同施肥处理的光响应和 CO₂ 响应的特征值

Table 2 Response parameter of P_n to photosynthetically active radiation (PAR) in different fertilization treatments							
处理	光补偿点/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	光饱和点/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	表观量子效率/ $(\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1})$	暗呼吸效率/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	CO ₂ 补偿点/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1})$	CO ₂ 饱和点/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1})$	羧化效率/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$
A	90.20	1 523.71	0.036 3	3.87	106.41	875.61	0.021 0
B	65.06	1 540.75	0.039 2	2.90	87.49	815.12	0.035 4
C	95.77	1 357.41	0.034 3	3.38	99.74	884.88	0.019 9
D	91.60	1 424.05	0.031 5	3.12	98.43	865.80	0.020 7

2.2 不同施肥处理对玉泉冬枣产量和品质的影响

从表 3 可知,B 处理的单果质量最大,达到 17.09 g,与 A 处理的差异无统计学意义,但与其他 2 个处理的差异达到显著水平 ;B 处理的单株产量最高,达 8.43 kg,与其他 3 个处理的产量差异显著 ;B 处理的单位面积产量最高,C 处理的产量最低 ;B 处理的还原糖和可溶性固形物含量最高,分别为

10.34%、22.8%,D 处理的还原糖和可溶性固形物含量最低,分别为 8.15%、20.8% ;C 处理的可滴定酸含量最高 ;A 处理的糖酸比、固酸比最大,分别为 41.25 和 89.58,与 C、D 处理的差异达显著水平 ;D 处理的 V-C 含量最高,为 4.33 mg/g,与 C 处理的差异无统计学意义,但与 A、B 处理的差异达到显著水平。

表 3 不同施肥处理下枣果的产量和质量

Table 3 Yield and fruit quality under different fertilization treatments									
处理	单果质量/g	单株产量/kg	单位面积 产量/(kg·hm ⁻²)	还原糖含量/%	可溶性固形 物含量/%	可滴定酸 含量/%	V-C 含量/ (mg·g ⁻¹)	糖酸比	固酸比
A	(16.61±1.24)a	(7.81±1.13)b	(13 005±390)b	(9.90±0.24)b	(21.5±0.8)b	(0.24±0.04)c	(4.17±0.10)b	(41.25±5.13)a	(89.58±9.73)a
B	(17.09±1.67)a	(8.43±1.08)a	(14 025±420)a	(10.34±0.36)a	(22.8±0.8)a	(0.26±0.05)b	(3.96±0.09)b	(39.77±4.22)a	(87.69±7.63)b
C	(15.74±1.72)c	(7.46±1.04)c	(12 420±405)c	(9.08±0.21)c	(21.0±0.7)c	(0.28±0.07)a	(4.14±0.11)a	(32.43±3.39)b	(75.00±6.82)c
D	(16.14±1.58)b	(7.58±0.97)c	(12 615±330)c	(8.15±0.16)d	(20.8±0.6)c	(0.24±0.06)c	(4.33±0.11)a	(33.96±3.35)b	(86.67±7.05)b

同列不同字母表示差异显著。

2.3 果实品质的主成分分析

果实综合品质的主成分分析结果见表 4。根据特征向量构建品质综合评价模型 $F=0.593\ 945F_1+0.370\ 283F_2$; $F_1=0.937\ 585A+0.931\ 228B+0.900\ 706A/C-0.800\ 361D-0.134\ 840C+0.589\ 394A/C$; $F_2=-0.266\ 738A-0.222\ 026A+0.366\ 470A/C+0.594\ 241D-0.990\ 547C+0.795\ 390A/C$ 。式中 A、B、C、D 分别代表还原糖、可溶性固形物、可滴定酸、V-C 的含量。将 4 个处理的果实品质因子纯量变换后,利用该模型进行综合评分,B 处理的综合得分较高,为 1.824 6,说明 B 处理的果实品质较好 ;D 处理的的综合得分最低,为-0.329 9,说明 D 处理的果实品质较差。

表 4 玉泉冬枣果实品质因子的主成分分析特征向量

Table 4 The eigenvectors of six characters of Yuquandongzao fruit quality by principal component analysis

性状	λ_1	λ_2
还原糖含量	0.937 585	-0.266 738
可溶性固形物含量	0.931 228	-0.222 026
糖酸比	0.900 706	0.366 470
V-C 含量	-0.800 361	0.594 241
可滴定酸含量	-0.134 849	-0.990 547
固酸比	0.589 394	0.795 390
特征值	3.563 668	2.221 695
贡献值/%	59.39	37.02
累积贡献值/%	59.39	96.41

2.4 不同肥料处理果实品质与净光合速率的关系

表 5 表明,果实品质综合得分与整个生育期净光合速率的均值排序一致,即果实发育期内的净光合速率平均值越高,其果实综合得分越高 ;果实单项品质因子中还原糖、可溶性固形物、可滴定酸含量、V-C 含量与净光合速率月均值及整个生育期净光合速率均值之间没有明显的规律,果实品质综合得分与净光合速率月均值规律也不明显。说明果实内在品质主要受整个生育期内净光合速率的平均水平的影响。

表 5 果实品质综合得分与净光合速率排序的关系

Table 5 The relationship between fruit quality comprehensive score and Pn

净光合速率时间	净光合速率均值			
	A	B	C	D
整个生育期	10.60	10.93	9.98	10.50
5 月	8.41	10.17	8.72	9.91
6 月	9.89	10.35	9.48	10.32
7 月	12.12	12.45	11.57	12.16
8 月	11.84	11.36	10.81	11.22
9 月	10.74	10.32	9.31	9.52
果实品质综合得分值	1.702 0	1.824 6	-0.329 9	0.376 6

3 结论

本试验结果表明,不同施肥处理玉泉冬枣不同月份的净光合速率呈单峰或者双峰曲线,这与前人

的研究结果相似^[7-12]。不同肥料改变了树体的根际环境,影响气体交换的外界环境^[13],进而使玉泉冬枣叶片的光响应、CO₂ 响应参数不同,最终影响了玉泉冬枣的产量和品质。果实品质的综合得分与果实整个生育期的平均净光合速率大小排序一致,而与单一月份的净光合速率大小排序不同,说明整个生育期的净光合速率水平可能是决定玉泉冬枣的果实品质的主要因素。综合本试验结果,施用生物菌肥对改善树体光合效能,提高果实产量和品质的效果较好。

参考文献:

- [1] 王仁才. 南方冬枣丰产优质栽培技术[M]. 长沙:湖南科学技术出版社, 2011.
- [2] 吴翠云, 白团辉, 王振磊, 等. 钾肥对直播密植枣园幼龄骏枣光合特性的影响[J]. 西北农业学报, 2013, 22(7): 156-161.
- [3] 王刚, 侍瑞, 努尔尼萨, 等. 氮磷钾施肥配比对骏枣叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(9): 187-194.
- [4] 叶胜兰, 徐福利, 王渭玲, 等. 不同有机肥对黄土丘陵区梨枣生长, 光合特性及果实品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(2): 370-378.
- [5] 柴仲平, 王雪梅, 孙霞, 等. 沼肥不同施用方式对枣树光合特性与产量的影响[J]. 西北农业学报, 2011, 20(2): 170-173.
- [6] 柴仲平, 王雪梅, 孙霞, 等. 不同氮磷钾配比滴灌对灰枣产量与品质的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(2): 229-233.
- [7] 程晓建, 王林云, 周顺元, 等. 3 种鲜食枣品种光合作用日变化及光响应特征[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(6): 998-1002.
- [8] 高梅秀, 鲍明辉, 商云长, 等. 冬枣叶片光合速率及生理生态因子日变化研究[J]. 中国果树, 2013(3): 24-26.
- [9] 王林云, 郑庆林, 周顺元, 等. 鲁北冬枣光合特性研究[J]. 西南林学院学报, 2010, 30(1): 34-37.
- [10] 姚立新, 庞晓明, 康向阳, 等. 不同产地冬枣嫁接苗光合特性对比研究[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(5): 107-110.
- [11] 陶爱群, 王仁才, 莫红专, 等. 玉泉冬枣脆熟期光合日变化及影响因子研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2016, 42(1): 54-57.
- [12] 晏巢, 王森, 邵凤侠. 南方鲜食枣木质化与非木质化枣吊叶片光合效率的比较[J]. 经济林研究, 2013, 31(2): 113-117.
- [13] 张玉平, 刘强, 荣湘民, 等. 有机无机肥配施对水稻光合特性及 NR 与 SPS 活性的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2011, 37(5): 540-545.

责任编辑: 尹小红

英文编辑: 梁 和