夏黑无核葡萄肥料效应研究

周敏^{1,2}, 廖森玲^{1,2}, 郑辉艳^{1,2}, 白描^{1,2}, 杨国顺^{1,2*}

(1. 湖南农业大学园艺园林学院, 湖南长沙 410128;

2. 湖南省葡萄工程技术研究中心, 湖南长沙 410128)

摘要:通过对夏黑无核葡萄连续3年开展“3414”肥效试验,建立氮、磷、钾施肥量与产量间的回归模型,探索出南方地区夏黑无核葡萄的最佳施肥量。结果表明:氮肥是限制产量增加的主要因子,其次为磷和钾。在该地力条件下,氮、磷、钾的适宜施肥量分别是N 363.6 kg/hm², P₂O₅ 454.95 kg/hm², K₂O 363.3 kg/hm²;在各施肥处理中,以处理6(每公顷施氮、磷、钾量分别为N 300 kg、P₂O₅ 270 kg、K₂O 375 kg)产量最高,增产率达65.91%,果实固酸比也较高,产投比较大,综合品质较好。

关键词:夏黑无核葡萄;肥料效应;产量;品质

中图分类号: S606⁺.2; S663.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257(2015)06-0087-05

配方施肥技术在国外开展较早,我国则是在20世纪30年代才开始进行配方施肥技术的研究,起步较晚,但是发展很快。2005年,农业部重新组织开展了测土配方施肥技术在全国范围内的推广^[1-2]。目前广泛使用的配方施肥技术方法主要是“3414”肥料效应法,该方法处理多,虽然难度大,操作复杂,但采用回归最优设计,显著提高了肥料的利用率,是农业部推荐采用的方案设计^[3]。配方施肥技术的主要方法包括肥料效应函数法、目标产量法、养分平衡法、土壤养分丰缺指标法等^[4]。目前,配方施肥技术已在小麦^[5],玉米^[6],水稻^[7-8],油菜^[9],甘蔗^[10],棉花^[11],烟草^[12],马铃薯^[13]等多种作物上得到应用,但在葡萄^[14-19]种植上的报道很少,主要是葡萄生长周期较长,与一年生作物相比,分析起来比较困难。本试验主要研究夏黑无核在配方施肥技术条件下的产量和品质,为我国南方地区避雨栽培措施下,科学合理施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试葡萄品种为夏黑无核,3年生,“T”型整

形,“飞鸟”型架式栽培,株行距1.8 m×2.8 m。

1.2 试验地点

试验地点设在长沙市榔梨镇干杉乡新建村湖南农业大学葡萄基地,该地区年日照时数为1360~1840 h,年总辐射量410~460 kJ/cm²,年均温16~18℃,气温稳定超过10℃的持续日数240~260 d,积温5100~5600℃,无霜期265~310 d,常年雨日140~180 d,降水量1300~1700 mm,土壤为酸性红壤,pH值6.26,有机质15.9 g/kg,全氮、全磷(P)、全钾(K)含量分别为1.12、0.509、6.50 g/kg。

1.3 试验处理及方法

试验于2011年至2013年连续3年开展。葡萄园全年主要施4次肥,分别为基肥(采收后)、萌芽肥、壮果肥及着色肥,主要补充氮、磷、钾3种主要元素。试验采用“3414”配方施肥方案(表1、表2),设14个处理,每个处理10株,3个重复,区组南北走向,每小区间设立保护行。

表1 不同时期氮、磷、钾的施肥量

时期	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	重量 (kg/hm ²)	所占比例 (%)	重量 (kg/hm ²)	所占比例 (%)	重量 (kg/hm ²)	所占比例 (%)
采收后期	150	50	162	60	123.5	33
萌芽期	60	20	27	10	63.5	17
膨大期	60	20	27	10	63.5	17
着色期	30	10	54	20	123.5	33

收稿日期: 2014-08-27; 最后修订日期: 2014-11-03

基金项目: 国家葡萄产业技术体系资助(CARS-30-zp-5)。

作者简介: 周敏(1986-),男,湖南益阳人,在读博士,主要从事果树栽培与生理研究。E-mail: zhomin927@aliyun.com。

通讯作者: 杨国顺, E-mail: guoshunyang@aliyun.com。

表2 “3414”配方施肥试验不同处理的施肥水平
(kg/hm²)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2 N ₀ P ₂ K ₂	0	270	375
3 N ₁ P ₂ K ₂	150	270	375
4 N ₂ P ₀ K ₂	300	0	375
5 N ₂ P ₁ K ₂	300	135	375
6 N ₂ P ₂ K ₂	300	270	375
7 N ₂ P ₃ K ₂	300	405	375
8 N ₂ P ₂ K ₀	300	270	0
9 N ₂ P ₂ K ₁	300	270	187.5
10 N ₂ P ₂ K ₃	300	270	562.5
11 N ₃ P ₂ K ₂	450	270	375
12 N ₁ P ₁ K ₂	150	135	375
13 N ₁ P ₂ K ₁	150	270	187.5
14 N ₂ P ₁ K ₁	300	135	187.5

表1是处理6肥料在各生育时期的用量和比例。每公顷的年施氮量控制在300 kg,其中主要以基肥为主,占全年施肥量的50%,即150 kg,以后3个时期的施氮量分别占全年的20%、20%、10%;一般丰产葡萄园每年需磷肥量为P₂O₅ 270 kg/hm²,相当于过磷酸钙(P₂O₅ 12%) 2 250 kg。磷肥在生产上主要也是作基肥,占年施用量的60%,以后3个时期的施磷量分别占全年的10%、10%、20%;葡萄园的施钾量为K₂O 375 kg/hm²,相当于硫酸钾(K₂O 50%) 750 kg。钾肥施用主要也是以基肥为主,占年施用量的33%左右,追肥以浆果着色初期为主,占年施用量的33%,其它两个时期追施的量约占17%左右。其他处理肥料施用比例同处理6。

如表2所示:处理1为空白对照,处理2为缺氮对照,处理4为缺磷对照,处理8为缺钾对照,处理6为标准施肥量对照。

1.4 调查内容及方法

于果实采收期,进行以下各指标测定。单粒重,单穗重,株产采用天平称量,并折合为公顷产量。可溶性固形物含量采用OTC手持测糖仪测定,总糖采用菲林试剂法测定,有机酸采用酸碱滴定法测定,Vc采用碘量法测定。试验数据用Excel 2003处理,采用SPSS 17.0统计分析。未施氮区的相对产量=未施氮区产量(处理2)/最佳施肥区产量(处理6),未施磷区的相对产量=未施磷区产量(处理4)/最佳施肥区产量(处理6),未施钾区的

相对产量=未施钾区产量(处理8)/最佳施肥区产量(处理6)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对夏黑无核葡萄产量的影响

从表3可知:施肥处理产量变化幅度在15 985.95~23 012.10 kg/hm²之间,比不施肥处理增产2 115.75~9 141.9 kg/hm²,增幅达到15.25%~65.91%,其中处理6产量最高,为23 012.10 kg/hm²,空白处理产量最低,仅为13 870.20 kg/hm²。通过对不同施肥处理间产量的比较可以得知:施肥处理比不施肥处理增产效果明显。

表3 夏黑无核葡萄“3414”配方施肥试验产量 (kg/hm²)

处理	产量	处理	产量
1	13 870.20 d	8	20 145.00 abc
2	17 356.35 bcd	9	22 716.45 a
3	19 331.55 abc	10	22 627.80 a
4	18 673.20 abc	11	21 588.75 ab
5	19 551.00 abc	12	17 677.95 bcd
6	23 012.10 a	13	15 985.95 cd
7	22 385.70 a	14	17 633.55 bcd

注:数据为3年的平均值,不同字母表示处理间5%水平上的差异显著,下同。

由表4可知:夏黑无核葡萄未施氮区的相对产量为75.42%,比未施肥区增产25.13%;未施磷区的相对产量为81.15%,比未施肥区增产34.63%;未施钾区的相对产量为87.54%,比未施肥区增产45.24%;对照区产量占最佳施肥区产量的60.27%。通过上述分析可知:氮是限制产量增加的主要因子,施氮肥增产效果明显,其次是磷,最后是钾。

表4 肥料互作效应与地力养分丰缺状况分析结果

处理	施肥水平 (kg/hm ²)			产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)	相对产量 (%)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	13 870.20 c	—	60.27
2	0	270	375	17 356.35 bc	25.13	75.42
4	300	0	375	18 673.20 abc	34.63	81.15
8	300	270	0	20 145.00 ab	45.24	87.54
6	300	270	375	23 012.10 a	65.91	—

2.2 不同处理对产值及经济效益的影响

从表5还可以看出:产值最高的是处理6,其次是处理9、10、7,不施肥处理1的产值最低;肥料投入排在前3位的是处理10、7、11;产投比

(产值/肥料投入) 最高的是处理 8, 为 63.37, 其次是处理 14、处理 9; 处理 6 的增产率最高, 产值最大, 产投比也较高, 施肥效果较好。

表 5 不同处理对葡萄产量和经济效益的影响

处理	产量 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)	肥料投入 (元/hm ²)	产投比
1	13 870.20 d	138 702	—	—
2	17 356.35 bcd	173 563.5	4 274.10	40.61
3	19 331.55 abc	193 315.5	4 926.60	39.24
4	18 673.20 abc	186 732	4 005.00	46.62
5	19 551.00 abc	195 510	4 792.05	40.80
6	23 012.10 a	230 121	5 579.10	41.25
7	22 385.70 a	223 857	6 366.15	35.16
8	20 145.00 abc	201 450	3 179.10	63.37
9	22 716.45 a	227 164.5	4 529.10	50.16
10	22 627.80 a	226 278	7 229.10	31.30
11	21 588.75 ab	215 887.5	6 231.60	34.64
12	17 677.95 bcd	176 779.5	4 139.55	42.71
13	15 985.95 cd	159 859.5	3 576.60	44.70
14	17 633.55 bcd	176 335.5	3 442.05	51.23

注: 氮 (N) 4.35 元/kg, 磷 (P₂O₅) 5.83 元/kg, 钾 (K₂O) 3.6 元/kg, 葡萄平均销售价格按照 10 元/kg 计算。

2.3 配方施肥对夏黑无核葡萄品质的影响

从表 6 可知: 处理 6、7 可溶性固形物含量最高, 达到 16.6%, 处理 4 最低, 其次是处理 8, 说明 P、K 肥的缺乏会降低果实的可溶性固形物含量; 处理 2、3 有机酸含量最低, 为 0.25%, 处理 6、7 次之, 处理 13 有机酸含量最高, 达到 0.62%, 为处理 2 的 2.48 倍; 处理 3 固酸比最高, 其次为处理 2、6、7, 说明以上施肥处理果实内在品质较好; Vc 含量大部分在 20~25 mg/100 mL 之间, 其中以处理 8 最高, 达到 25.58 mg/100 mL, 处理 5 最低。在标准施肥量水平上, 增加磷、钾肥的施入和减少氮肥的施入都有提高果实品质的效果。

2.4 三元二次模型的建立

通过回归分析, 得出夏黑无核葡萄的氮、磷、钾肥三元二次方程回归模型:

$$Y = 13\ 639.458 + 14.275x_1 + 3.29x_2 - 0.174x_3 - 0.005x_1^2 + 0.017x_2^2 + 0.041x_3^2 + 0.062x_1x_2 - 0.043x_1x_3 - 0.047x_2x_3$$

(其中 Y 表示产量, x₁、x₂、x₃ 分别表示施氮、磷、钾量), 通过方差分析和显著性检验: P = 0.205 > 0.05, 说明施肥量与产量间不存在显著的回归关系, 以上方程拟合不成功, 不能用来计算最大施肥量与最佳施肥量。

表 6 不同处理对夏黑无核葡萄品质的影响

处理	可溶性 固形物 (%)	有机酸 (%)	Vc 含量 (mg/100mL)	固酸比
1	14.4 f	0.39 bcd	21.40 abc	36.92 bcd
2	15.4 cd	0.25 e	21.14 abc	61.60 a
3	15.8 bc	0.25 e	21.40 abc	63.20 a
4	13.8 g	0.33 cde	23.75 abc	41.82 bc
5	15.2 de	0.31 cde	18.79 c	49.03 ab
6	16.6 a	0.27 de	23.49 abc	61.48 a
7	16.6 a	0.27 de	23.75 abc	61.48 a
8	14.2 fg	0.34 cde	25.58 a	41.76 bc
9	15.2 de	0.44 bc	21.14 abc	34.55 bcd
10	16.0 b	0.35 cde	20.88 abc	45.71 b
11	15.0 de	0.51 ab	22.45 abc	29.41 cd
12	15.1 de	0.40 bcd	19.84 bc	37.75 bcd
13	14.9 e	0.62 a	23.49 abc	24.03 d
14	14.2 fg	0.40 bcd	24.80 ab	36.92 bcd

2.5 一元二次模型的建立

在磷、钾肥施用量维持在标准水平的情况下, 对不同施氮处理进行回归分析, 得出氮肥与产量的一元二次回归模型: $Y = 17\ 016 + 27.911x_1 - 0.0378x_1^2$, $F = 3.515 > F_{0.05} = 0.353$ 。说明产量与施肥量之间存在显著的回归关系。从而得出氮的最大施肥量为 367.2 kg/hm², 适宜施肥量为 361.5 ~ 364.5 kg/hm²。

在氮、钾肥施用量维持在标准水平的情况下, 对不同施磷处理进行回归分析, 得出磷肥与产量的一元二次回归模型: $Y = 18\ 340 + 19.17x_2 - 0.0206x_2^2$, $F = 2.522 > F_{0.05} = 0.407$ 。应用磷的一元二次回归方程计算出磷的最大施肥量为 463.8 kg/hm², 适宜施肥量为 449.7 ~ 456.8 kg/hm²。

在氮、磷肥施用量维持在标准水平的情况下, 对不同施钾处理进行回归分析, 得出钾肥与产量的一元二次回归模型: $Y = 202\ 25 + 15.953x_3 - 0.021x_3^2$, $F = 20.35 > F_{0.05} = 0.155$ 。应用钾的一元二次回归方程计算出钾的最大施肥量为 373.8 kg/hm², 适宜施肥量为 357.0 ~ 365.4 kg/hm²。

3 讨论与小结

全国各地在不同作物、不同土壤类型上面开展了大量的“3414”试验, 但是, 试验三元二次方程的拟合成功率很低, 一般不到 50%^[20-22], 因此,

当不能拟合三元二次方程时, 可以通过拟合双因素方程, 单因素方程, 挖掘试验数据的潜在价值。建议采用一元肥料效应方程对氮、磷、钾的肥料效应进行拟合并计算推荐施肥量。

肥料效应函数法是配方施肥技术中最常用的方法, 它把作物产量和品质、土壤肥力状况^[23]、土壤养分状况很好的结合起来, 可以更好的解决肥料效应方程在同一土壤肥力水平地区的应用问题, 通过统计分析, 利用 SPSS、Excel 等数据统计软件, 对试验结果进行线性回归分析, 可以获得一个肥料与产量间的函数关系, 而实际上, 影响田间试验的因素较多, 得出的肥料效应方程可能会出现拟合不成功的情况, 这时, 可以建立独立的单因素或双因素效应方程, 这是肥料函数法的最大优点^[24]。

夏黑无核葡萄进行配方施肥试验时, 处理 6 产量最高, 达到 23 012.10 kg/hm², 增产 65.91%, 增施氮肥可以明显提高葡萄产量, 其增产效果要优于磷、钾肥。产值最高的也是处理 6, 其次是处理 9、10; 肥料投入排在前三位的是处理 10、7、11; 产投比 (产值/肥料投入) 最高的是处理 8, 其次是处理 14、9; 处理 6、7 可溶性固形物含量最高, 达到 16.6%, 处理 4 最低, 其次是处理 8; 处理 2、3 有机酸含量最低, 为 0.25%, 处理 6、7 次之, 处理 13 有机酸含量最高, 达到 0.62%; 处理 3 固酸比最高, 其次为处理 2、6、7; Vc 含量大部分在 20~25 mg/100 mL 之间。综上所述, 处理 6 的增产率最高, 产值最大, 产投比高, 果实品质好, 施肥效果较好。

根据试验结果, 夏黑无核葡萄推荐最大施氮、磷、钾量分别是 367.2、463.8、373.8 kg/hm², 氮、磷、钾的适宜施肥量分别是 363.6、454.95、363.3 kg/hm²。

配方施肥技术近几年在我国得到了广泛的推广, 它解决了广大农村存在的盲目施肥的难题, 提高了肥料的利用率, 降低了施肥成本, 增加了种植者的经济效益。不同地区由于土壤、气候等地理条件的差异, 加上不同的葡萄品种需肥性不同, 合适的施肥配比也不一样, 所以, 在制定配方施肥技术方案的时候, 不能盲目地照搬其他地区的经验, 应根据自身的品种特性及土壤状况, 合理确定配方施肥方案。

参考文献:

- [1] 农业部种植业管理司, 全国农业技术推广服务中心. 测土配方施肥技术问答 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005. 39-41.
[2] 黄德明. 十年来我国测土施肥的进展 [J]. 植物营养与肥

- 料学报, 2003, 9 (4): 495-499.
[3] 陈新平, 张福锁. 通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系 [J]. 中国农技推广, 2006, 4 (22): 36-39.
[4] 谷秋荣, 杨占平, 王秋杰, 等. 土壤水分状况对肥料效应函数的影响 [J]. 河南科学, 2005, (3): 25-27.
[5] 孙义祥, 崔振岭, 陈新平, 等. 应用“3414”试验建立冬小麦测土配方施肥指标体系 [J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15 (1): 197-203.
[6] 唐剑君, 刘善臣. 春玉米测土配方施肥试验简报 [J]. 作物研究, 2007, (1): 44, 47.
[7] 孔庆波, 章明清, 李娟, 等. 福建省晚稻测土配方施肥指标体系研究 [J]. 热带作物学报, 2010, 11 (31): 1873-1879.
[8] 张德军. 利用“3414”试验设计进行水稻测土配方施肥研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2009, (6): 52-56.
[9] 邹娟, 鲁剑巍, 李银水, 等. 直播油菜施肥效应及适宜肥料用量研究 [J]. 中国油料作物学报, 2008, 30 (1): 90-94.
[10] 严秀文, 李瑞民, 邓跃进. 甘蔗测土配方施肥的效果 [J]. 安徽农业科学, 2010, 27 (12): 1616, 1619.
[11] 石长青. 棉花测土配方施肥大田对比示范试验 [J]. 现代农业科技, 2012, (4): 84, 86.
[12] 徐建民, 夏晓峰. 浅谈烟草测土配方施肥技术 [J]. 中国新技术新产品, 2010, (22): 239.
[13] 戴树荣. 应用“3414”试验设计建立二次肥料效应函数寻求马铃薯氮磷钾适宜施肥量的研究 [J]. 中国农学通报, 2010, 26 (12): 154-159.
[14] 崔亚胜, 张颖, 边应萍, 等. 葡萄测土配方施肥技术 [J]. 西北园艺, 2010, 12: 43-44.
[15] 刘义平. 葡萄“3414”肥料效应研究 [J]. 江西农业学报, 2011, 23 (7): 121-123.
[16] 蒋万峰, 周建斌. 氮磷钾化肥配合施用对无核白葡萄品质与产量的影响 [J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2009, (3): 4-8.
[17] 陈刚. 配方施肥对京亚葡萄产量及品质的影响 [J]. 广东农业科学, 2010, (6): 110-111, 116.
[18] 钟勇法, 刘义平, 李以训. “巨峰”葡萄施氮磷钾肥的效应初探 [J]. 上海农业科技, 2009, (3): 74-75.
[19] 赵永志, 吴文强, 刘学鉴, 等. 葡萄的氮磷钾配比试验研究 [J]. 中国农学通报, 2003, (1): 42-43, 50.
[20] 王圣瑞, 陈新平, 高祥照, 等. “3414”肥料试验模型拟合的探讨 [J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8 (4): 409-413.
[21] 朱涛, 张中原, 李金凤, 等. 应用二次回归肥料试验“3414”设计配置多种肥料效应函数功能的研究 [J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35 (3): 211-215.
[22] 岳素清, 金喜强. 玉米肥料效应函数建立与应用的研究 [J]. 内蒙古农业科技, 2000, (6): 20-21.
[23] 杨守春. 现代肥料试验设计 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 93-95.
[24] 汤泽恩, 朱友峰, 吴昊. 小麦测土配方施肥“3414”田间肥料效应试验研究 [J]. 安徽农学通报, 2010, 16 (10): 51-53.

Fertilizer effect on summer black seedless grape

ZHOU Min^{1,2}, LIAO Miao-ling^{1,2}, ZHENG Hui-yan^{1,2}, BAI Miao^{1,2}, YANG Guo-shun^{1,2*} (1. College of Horticulture and Landscape, Hunan Agriculture University, Changsha Hunan 410128; 2. Hunan Engineering and Technology Research Center for Grapes, Changsha Hunan 410128)

Abstract: A “3414” fertilization experiment was conducted to build the regression model between yield and the amounts of N, P, K applications and obtain the optimized fertilization for summer black seedless grape in southern China. The result showed that nitrogen was the key factor for yield, followed by phosphorus and potassium. Under the condition of the soil, the optimum application of N, P₂O₅ and K₂O were 363.6 kg/hm², 454.95 kg/hm², 363.3 kg/hm² respectively. Among all the treatments, the highest yield occurred in the treatment 6 with application of nitrogen, phosphorus and potassium of N 300 kg/hm², P₂O₅ 270 kg/hm², K₂O 375 kg/hm², which increased by 65.91% than control. The content of TSS/TA, the ratio of output to input of treatment 6 were also higher, which indicated to a better quality in comprehensively.

Key words: summer black seedless grape; fertilizer effect; yield; quality

[上接第 86 页]

Effects of organic-inorganic special compound fertilizer on yield, quality and nutrient uptake of grape (*Vitis labruscana* Kyoho)

ZHOU Yuan¹, TAN Qi-ling¹, HU Cheng-xiao^{1*}, ZHENG Cang-song¹, LI Lu¹, LIU Qing-rong², XU Jian-wen² (1. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University/Hubei Provincial Engineering Laboratory for New Fertilizers, Wuhan Hubei 430070; 2. Soil and Fertilizer Station of Chibi City, Chibi Hubei 437399)

Abstract: Field experiment was conducted to study the effects of organic-inorganic special compound fertilizer (OISCF) on fruit yield, quality, and nutrient uptake of grape. Four treatments were set: CK (no fertilizer), XG (traditional fertilization), DL (equal total of N, P₂O₅, K₂O amount of OISCF was used instead of normal fertilizers) and TJ (recommend amount of OISCF). The results showed that the grape yield of TJ was increased by 25.8% and 5.1% comparing with CK and XG respectively. Compared to CK, XG and DL treatments, the TJ grape fruits titratable acid decreased significantly by 10.7% ~ 42.9%, total soluble solid increased by 1.8% ~ 8.2%, Vitamin C increased by 6.4% ~ 77.7%, and TA/TSS increased by 10.2% ~ 60.4%. However, the total amount of N, P₂O₅ and K₂O fertilization of TJ treatment was 42.5% less than the treatments of XG and DL, while grape leaf Fe, Cu contents and fruit Fe absorption were increased significantly by organic-inorganic special compound fertilizer. In conclusion, recommended fertilization of OISCF kept grape fruit yield and improved fruit quality but declined the N, P₂O₅ and K₂O application rate considerably.

Key words: organic-inorganic special compound fertilizer; grape; yield; quality; nutrient uptake