

有机肥施用对葡萄园土壤特性及里扎马特葡萄产量·品质的影响

赵昌杰¹, 张强², 刘松忠², 曾鸣³, 刘立亚¹ (1. 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081; 2. 北京市农林科学院林业果树研究所, 北京 100093; 3. 中央民族大学中国少数民族传统医学研究院, 北京 100081)

摘要 试验于2010~2011年在北京市延庆县里炮村葡萄园进行。设4个有机肥施入量处理, 分别为0、30、45和60 t/hm², 研究有机肥施用对葡萄园土壤性质及里扎马特葡萄产量、品质的影响。结果表明, 施用有机肥后土壤有机质含量增加, 土壤容重下降, 孔隙度增加, 保水能力加强, 水势升高, 葡萄产量提高, 果实品质改善。

关键词 有机肥; 葡萄; 产量; 品质

中图分类号 S143.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)01-00101-03

Effects of Organic Fertilizers on Soil Properties and Yield, Fruit Quality of 'Rizamat' Grape

ZHAO Chang-jie et al (School of Life and Environmental Science, Central University for Nationalities, Beijing 100081)

Abstract To study the effects of organic fertilizers on soil properties, yield & fruit quality of grape, an experiment was carried out in a grape orchard in Lipao Village, Yanqin County of Beijing during 2010-2011. The application amounts of organic fertilizer were 0, 30, 45 and 60 t/hm², respectively. The results showed that the application of organic fertilizer caused significant increase of the content of soil organic matter, soil porosity, water retention capacity, soil water potential, and decrease of soil bulk density, which was accompanied with higher yield and better quality of grape.

Key words Organic fertilizer; Grape; Yield; Quality

有机肥是我国传统农业生产中的重要肥料, 施入土壤后可增加土壤肥力, 提高作物产量。近30年来, 集约农业发展, 大量化肥施入土壤, 有机肥施入比例下降^[1]。为了保持土壤生产的可持续性, 有机肥施用应该受到重视。有机肥提供植物所需的营养元素, 还能够改善土壤物理特性, 提高土壤结构的稳定性, 降低土壤容重, 增强保水性, 并且改善土壤的微生物环境。研究表明, 施用猪粪、鸡粪、牛粪、生活垃圾、绿肥等不同种类的有机肥能够增强土壤肥力, 提高作物产量^[2-4]。然而, 不同的有机肥源的化学组成变化较大, 如鸡粪肥或猪粪肥的C/N为6.5, 谷物秸秆的C/N为92.0^[5], 施肥效果的变化较大。以各种动物废弃物和植物残体为材料, 采用物理、化学或物理、化学和生物兼有的处理技术, 经过一定的加工工艺生产的有机肥可以克服这一缺点, 化学组成一致, 效果稳定。我国生活垃圾的年产生量达2亿t, 其中有机垃圾占60%~70%。这些垃圾经过适当加工即可成为良好的有机肥源, 具有巨大的潜力^[6]。有机肥能够提高葡萄产量^[7], 改善葡萄品质^[8]。笔者将结合有机肥对土壤物理化学特性的影响, 探讨有机肥对葡萄产量和品质的影响。

1 材料与与方法

1.1 供试材料 试验于2010年4月~2011年10月在北京市延庆县里炮村(115°54' E, 40°32' N)葡萄园内进行。土壤为砂壤土, 土壤基础性性质见表1。供试果园面积0.6 hm²。葡萄品种为里扎马特, 树龄6年, 树形为篱架形, 株行距0.5 m × 4.0 m, 东西行向, 栽培管理水平中等。

1.2 处理方法 试验设4个处理, 有机肥施入量分别为0、30、45和60 t/hm²。每个处理重复12次, 共48个小区。支柱之间的5株葡萄设为一个小区, 随机化完全区组设计。有机肥养分含量为全氮1.82%、全磷(P₂O₅)3.70%、全钾(K₂O)

1.97%、有机质35.10%。2010年4月在距树干40 cm处向外开沟, 沟宽20 cm, 深40 cm, 将有机肥一次性施入, 并与土混合均匀, 生长期不再追施任何肥料, 其他管理按果园常规管理进行。

1.3 土壤理化性质的测定 距树干20 cm处平行于行向埋设张力计, 深度为20 cm, 定期观察, 记录张力计读数。果实采收后进行土壤取样。采用高温外加热重铬酸钾氧化-容量法测定土壤有机质含量; 采用凯氏蒸馏法测定土壤全氮; 采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定土壤有效磷含量; 采用乙酸铵浸提-火焰光度法测定土壤速效钾含量; 采用EDTA-乙酸铵法测定土壤CEC; 采用电位法测定土壤pH; 采用比重瓶法测定土壤比重; 采用环刀法测定土壤容重; 采用烘干法测定土壤含水量^[9]。土壤总孔隙度计算公式为:

$$\text{土壤总孔隙度}(\%) = \left(1 - \frac{\text{土壤容重}}{\text{土壤比重}}\right) \times 100$$

1.4 果实品质的测定 果实充分成熟后采摘, 称重, 计算产量。随机取样后用百分之一天平称量果穗重; 用GY-1型果实硬度计测量果实硬度; 用PR-100型数字糖度计测定可溶性固形物; 采用滴定法测定可滴定酸含量^[10]。

表1 土壤基础性性质

土层	全氮	有机质	有效磷	有效钾	CEC	pH
cm	g/kg	%	mg/kg	mg/kg	mmol/kg	
0~20	0.760	1.20	63.7	126	163	8.31
20~40	0.561	0.81	29.8	77	151	8.19

2 结果与分析

2.1 有机肥对土壤有机质含量的影响 由表2可知, 施用有机肥在0.05水平显著增加土壤有机质含量。在施肥当年, 各处理土壤有机质含量均在0.05水平显著高于不施有机肥对照, 施肥量60 t/hm²处理的表层土壤(0~20 cm)有机质含量在0.05水平显著高于施肥量30 t/hm²处理和施肥量

45 t/hm² 处理;但是,施肥量 45 t/hm² 处理与施肥量 30 t/hm² 处理间差异不显著。在深层土壤(20~40 cm)中,各处理之间的差异情况与表层土壤一致。在施用有机肥次年,无论是表层土壤还是深层土壤,3 种施肥量处理的土壤有机质含量依然在 0.05 水平显著高于不施有机肥对照;但是,表层土壤有机质含量在 3 种有机肥施肥量处理之间差异不显著。施肥量 60 t/hm² 处理的 20~40 cm 土壤有机质含量在 0.05 水平显著高于施肥量 30 和 45 t/hm² 处理,但是施肥量 30 和 45 t/hm² 处理之间无显著差异。

与 2010 年相比,2011 年土壤有机质含量呈递减趋势。总体而言,无论是施肥当年还是次年,深层土壤的有机质含量高于浅层土壤。这可能是由于有机肥施入土壤后,有机质经过矿质化过程被植物吸收利用。矿质化过程与土壤的温度、湿度和通气状况有关^[5]。浅层土壤的通气状况优于深层土壤,加速了表层土壤的矿质化过程,致使浅层土壤有机质含量低于深层土壤。

表 2 土壤有机质含量 g/kg

有机肥用量 t/hm ²	2010 年		2011 年	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
0	10.64a	10.66a	11.50a	9.38a
30	20.53b	22.86b	18.99b	19.67b
45	25.43b	28.07b	22.30b	25.83b
60	32.96c	48.27c	22.53b	36.41c

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

2.2 有机肥对土壤物理特性的影响 由表 3 可知,增施有机肥可使得土壤容重降低,土壤孔隙度提高,土壤含水量增加,土壤水势升高。少量的有机肥(30 t/hm²)不能显著降低土壤容重;随着施肥量的增加,施肥量 45 和 60 t/hm² 处理与对照相比在 0.05 水平显著降低土壤容重,但施肥量 45 和 60 t/hm² 处理之间没有显著差异。有机肥的施用提高了土壤孔隙度。有机肥施肥量与土壤容重呈显著负相关($R=0.981$)。随着有机肥施入量的增加,土壤含水量增加,土壤水势升高。

表 3 土壤物理特性

有机肥用量 t/hm ²	容重 g/cm ³	孔隙度 %	含水量 %	水势 kPa
0	1.49a	41.03a	13.60a	-90.50a
30	1.39ab	45.18ab	15.40ab	-83.50ab
45	1.32bc	50.05bc	15.94bc	-69.50bc
60	1.21c	54.48c	17.73c	-60.00c

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

2.3 有机肥对葡萄产量和品质的影响 由表 4 可知,有机肥提高了果实单粒重。施肥量 45 和 60 t/hm² 处理单粒重在 0.05 水平显著高于对照;但是,施肥量 30 t/hm² 处理与对照之间以及 3 个处理之间差异不显著。有机肥同时提高了葡萄的果穗重,随着施肥量的增加,果穗重在 0.05 水平显著增加。在提高果实单粒重和穗重的基础上,施用有机肥增加了葡萄产量。施肥量 45 和 60 t/hm² 处理的产量在 0.05 水平显著高于对照,施肥量 60 t/hm² 处理的葡萄产量在 0.05 水平显著高于施肥量 45 t/hm² 处理,但施肥量 30 t/hm² 处理和

对照之间差异不显著。有机肥同时改善了葡萄品质。施肥量 60 t/hm² 处理在 0.05 水平显著提高可滴定酸含量;施肥量 60 t/hm² 处理葡萄可溶性固形物含量在 0.05 水平显著高于对照,但 3 种施肥量之间差异不显著。各处理之间果实硬度差异不显著。

表 4 葡萄产量和品质指标

有机肥用 量//t/hm ²	单粒重 g	果穗重 g	产量 t/km ²	硬度 kg/cm ²	可滴定 酸//%	可溶性固 形物//%
0	6.49a	483.0a	2.96a	2.01a	0.37a	13.989a
30	7.78ab	522.3b	2.99a	1.62a	0.38a	14.343ab
45	8.42b	563.5c	3.18b	1.70a	0.38a	14.933ab
60	9.06b	635.1d	3.64c	1.72a	0.42b	15.297b

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

3 结论与讨论

长期施用化肥可造成土壤有机质含量逐渐减少。Kap-kiyai 等发现,连续 8 年使用化肥,土壤有机碳平均损失 557 kg/(hm²·年)^[11]。Riley 等发现,连续耕作的土壤中有有机质以每年 2% 的速度下降^[12]。研究表明,与 2010 年相比,2011 年 0~40 cm 土层中 0.30、45 和 60 t/hm² 施肥量处理的有机质含量分别下降 2.00%、10.90%、10.06% 和 27.44%。这对于保持土壤肥力、增加土壤有机质的输入非常重要。广义的有机肥化学组成存在较大的差异,C/N 变化很大。Tejada 等研究表明,有机肥的 C/N 为 18 时,对土壤特性提高最为有益^[13]。该试验使用的有机肥 C/N 与之相近。

施用有机肥有助于改善土壤的物理化学特性。增施有机肥使得土壤容重降低,孔隙度增大,含水量增加,土壤水势升高。试验结果与前人研究^[14-15]一致。Meng 等研究表明,土壤容重与土壤有机碳含量存在显著的负相关,相关系数为 0.78^[16]。土壤容重的下降一方面是因为有机肥增加了微生物生物量和活性^[17],微生物降解作用增强,降解产物如多糖和细菌胶等作为土壤颗粒黏合剂促进了团粒结构的形成,因而增加了土壤孔隙度^[18-19];另一方面,低比重的有机质的稀释作用会带来容积密度的下降^[20]。有机质不仅增加孔隙度,而且影响孔隙的体积分布,增加直径 100~200 μm 孔隙数量,特别是连续的长孔隙增加,因而土壤保水性增强^[21]。

施用有机肥增加了葡萄产量,提高了葡萄品质。这与前人的研究结果^[7-8,22]一致。产量的增加和品质的改善首先归功于土壤营养状况的改善。有机肥能够提高总氮、有效磷^[23]、钾^[24]和有效微量元素的含量^[25]。这些元素是光合作用的必要元素,导致光合作用的加强和干物质的积累;其次,它们可改善土壤的物理性状,提高水势,加强土壤与大气之间的气体交换,有利于根系的生长;另外,腐殖质中存在的生物活性物质和/或激素类物质也可能有积极的影响^[26]。随着有机肥施用量的增加,葡萄产量呈现增加的趋势。与对照相比,施肥量 45 t/hm² 处理增加产量 7.5%,施肥量 60 t/hm² 处理增加产量 22.8%。在施肥量为 60 t/hm² 的情况下,以氮素为折算标准,相对于施入土壤的氮素为 1 092 kg/hm²,相当于施入的尿素量为 2 355 kg/hm²,但能够被葡萄利用的氮素要远小于此量。有机肥中的氮素施入土壤后以 2 种途径释

放。一种途径是通过小分子的氮化合物释放,释放速度快;另一种途径是通过具有高 C/N 的化合物释放,释放速度慢^[27],因此有机肥具有滞后效应。有关有机肥在土壤中的转化以及多大的施入量能够满足葡萄对营养的需求需要进一步的研究。

参考文献

- [1] XU M G, LI D C, LI J M, et al. Effects of organic manure application with chemical fertilizers on nutrient absorption and yield of rice in human of southern china[J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(10): 1245 - 1252.
- [2] ATIYEH R M, ARANCON N, EDWARDS C A, et al. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes [J]. Bioresource Technology, 2000, 75: 175 - 180.
- [3] MARZOUK H A, KASSEM H A. Improving fruit quality, nutritional value and yield of Zaghoul dates by the application of organic and/or mineral fertilizers[J]. Scientia Horticulturae, 2011, 127: 249 - 254.
- [4] PATIL S L, SHEELAVANTAR M N. Soil water conservation and yield of winter sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) as influenced by tillage, organic materials and nitrogen fertilizer in semi-arid tropical India[J]. Soil & Tillage Research, 2006, 89: 246 - 257.
- [5] SINGH Y, SINGH B, MASKINA M S, et al. Effect of organic manures, crop residues and green manure (*Sesbania aculeata*) on nitrogen and phosphorus transformations in a sandy loam at field capacity and under waterlogged conditions[J]. Biol Fertil Soils, 1988, 6: 183 - 187.
- [6] 侯晓龙, 马祥庆. 中国城市垃圾的处理现状及利用对策[J]. 污染防治技术, 2005, 18(6): 19 - 23.
- [7] 王孝娣, 葛伟, 汪心泉, 等. 有机肥在红地球葡萄上的肥效对比试验[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(4): 24 - 27.
- [8] 汤小宁, 王德福, 张久慧, 等. 有机生态肥和钾肥对葡萄品质影响的研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2008, 39(4): 570 - 571.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [10] 任继海, 牛自勉, 张福山. 采前疏叶转果对苹果品质发育的效应[J]. 中国农学通报, 1998, 14(5): 24 - 26.
- [11] KAPKIYAI J J, KARANJA N K, QURESHI J N, et al. Soil organic matter and nutrient dynamics in a Kenyan nitisol under long-term fertilizer and organic input management[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1999, 31: 1773 - 1782.
- [12] RILEY H, POMMERESCHE R, ELTUN R, et al. Soil structure, organic matter and earthworm activity in a comparison of cropping systems with contrasting tillage, rotations, fertilizer levels and manure use[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2008, 124: 275 - 284.
- [13] TEJADA M, HERNANDEZ M T, GARCIA C. Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties[J]. Soil & Tillage Research, 2009, 102: 109 - 117.
- [14] ZHAO Y C, WANG P, LI J, et al. The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat-maize cropping system[J]. Europ J Agronomy, 2009, 31: 36 - 42.
- [15] CELIK I, GUNAL H, BUDAK M, et al. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid

- Mediterranean soil conditions[J]. Geoderma, 2010, 160: 236 - 243.
- [16] MENG L, DING W X, CAI Z C. Long-term application of organic manure and nitrogen fertilizer on N₂O emissions, soil quality and crop production in a sandy loam soil[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2005, 37: 2037 - 2045.
- [17] LIU M Q, HUA F, CHEN X Y, et al. Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field; The influence of quantity, type and application time of organic amendments[J]. Applied Soil Ecology, 2009, 42: 166 - 175.
- [18] RASOOL R, KUKAL S S, HIRA G S. Soil organic carbon and physical properties as affected by long-term application of FYM and inorganic fertilizers in maize-wheat system[J]. Soil & Tillage Research, 2008, 101: 31 - 36.
- [19] RILEY H, POMMERESCHE R, ELTUN R, et al. Soil structure, organic matter and earthworm activity in a comparison of cropping systems with contrasting tillage, rotations, fertilizer levels and manure use[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2008, 124: 275 - 284.
- [20] BHUSHAN L, SHARMA P K. Long-term effects of lantana (*Lantana spp. L.*) residue additions on soil physical properties under rice-wheat cropping soil consistency, surface cracking and clod formation[J]. Soil & Tillage Research, 2005, 65: 157 - 167.
- [21] MARINARI S, MASCIANDARO G, CECCANTI B, et al. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties [J]. Bioresource Technology, 2000, 72: 9 - 17.
- [22] RAHMANA L, WHITELAW M A, ORCHARD B. Consecutive applications of brassica green manures and seed meal enhances suppression of *Meloidogyne javanica* and increases yield of *Vitis vinifera* cv Semillon[J]. Applied Soil Ecology, 2011, 47: 195 - 203.
- [23] EVANYLO G, SHERONY C, SPARGO J, et al. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2008, 127: 50 - 58.
- [24] BHATTACHARYA R J, KUNDU S, PRAKASH V, et al. Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean-wheat system of the Indian Himalayas[J]. Europ J Agronomy, 2008, 28: 33 - 46.
- [25] LI B Y, ZHOU D M, CANG L, et al. Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications [J]. Soil & Tillage Research, 2007, 96: 166 - 173.
- [26] NARDI S, MORARI F, BERTI A, et al. Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilizers[J]. Europ J Agronomy, 2004, 21: 357 - 367.
- [27] CHIRINDA N, OLESEN J E, PORTER J R, et al. Soil properties, crop production and greenhouse gas emissions from organic and inorganic fertilizer-based arable cropping systems[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2010, 139: 584 - 594.
- [28] 田俊霞, 刘慧珍, 沈全礼, 等. 酿酒葡萄钾肥施用技术探讨[J]. 宁夏农林科技, 2010, 51(2): 25-31.
- [29] 阙小峰, 司文会, 徐良, 等. 魏可葡萄叶面肥富硒的应用效果[J]. 园艺与种苗, 2012(6): 84 - 86.

(上接第 100 页)

后水稻籽粒产量比不施氮的对照提高 40.0% ~ 57.1%, 平均增产 46.6%。在 N₁₈₀ 的基础上适当增加氮肥施用量, 对水稻生长发育也有一定的促进作用, 120% N 处理水稻产量比 100% N 处理平均增加 9.3%。相反, 在施用 N 180 kg/hm² 的基础上适当减少氮肥施用量, 对水稻生长发育的影响不明显。

氮肥利用效率是衡量氮肥施用效果、施肥量的重要指标。若施肥不当则不能获得较高的水稻产量, 氮肥利用效率低, 造成氮肥的大量流失, 既降低了施肥效益, 又污染了环境。该研究表明, 在江淮丘陵水稻土施 N 180 kg/hm² 的基础上适当减少氮肥施用量, 能明显提高氮肥利用效率。80% N 和 60% N 处理氮肥偏生产力、农学效率、生理效率和氮肥回收利用率均明显提高, 且随着氮肥施用量的减少而增大。氮肥施用量减少, 利用率提高, 流失减少, 有利于环境保护。

参考文献

- [1] 蔡洪法. 我国水稻生产现状与发展展望[J]. 中国稻米, 2000(6): 5 - 8.
- [2] 安徽省统计局. 安徽农村统计调查资料[Z]. 2008: 3 - 20.
- [3] 曹树钦. 安徽省土壤钾素供需状况浅析[J]. 土壤, 1993(1): 34 - 36.
- [4] 汪洪, 李录久, 王凤忠, 等. 人工湿地技术在农业面源水污染控制中的应用[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(S1): 441 - 446.
- [5] 张福锁, 张卫峰, 陈新平. 对我国肥料利用率的分析[C]//江荣风, 杜森. 第二届全国测土配方施肥技术研讨会论文集. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [6] 王小娟, 宋海星, 刘强, 等. 纳米剂包膜氮肥对早稻养分吸收和产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2011(11): 66 - 68.
- [7] XU F X, XIONG H, ZHANG L, et al. Variation of nitrogen uptake and utilization efficiency of mid-season hybrid rice at different ecological sites under different nitrogen application levels[J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(7): 1001 - 1009, 1012.
- [8] 吴建能, 许开华, 陈忠泽, 等. 不同氮肥用量对杂交晚稻甬优 12 穗粒结构和产量的影响[J]. 园艺与种苗, 2011(2): 64 - 66.