

基于水肥一体化的酿酒葡萄高效栽培与效益分析

王锐 孙权

(宁夏大学农学院, 银川 750021)

摘要: 水肥一体化技术在干旱、半干旱区应用广泛,为了探究水肥一体化技术在酿酒葡萄上的应用效果及经济效益,以“赤霞珠”为研究对象连续3 a对宁夏贺兰山东麓传统水肥管理(CK)、滴灌+常规施肥管理(DF)和水肥一体化栽培方式(FI)下酿酒葡萄产量、品质、成本及经济效益进行了分析。结果表明,水肥一体化前期投入较传统水肥管理偏高,酿酒葡萄水肥一体化增产效果较差,但品质及价格提升明显,葡萄原料收购价显著高于传统种植模式,灌溉水量和农药用量显著降低。与传统水肥管理相比,水肥一体化节约水费1 853元/hm²,节约人工成本9 585元/hm²,年均收益达到43 128元/hm²,产投比高达2.98,而传统水肥管理下年均亏损7 192元/hm²,产投比仅为0.77。传统水肥管理不仅成本高,而且产出低,水肥一体化则成本低,产出高,是解决干旱区酿酒葡萄品质低下、劳动投入量大、经济效益低的有效措施。在宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄园开展水肥一体化技术能显著改善品质,节本增效,适宜在干旱、半干旱区域广泛使用。

关键词: 水肥一体化; 贺兰山东麓; 酿酒葡萄; 效益分析

中图分类号: F303.4; S604⁺.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2016)10-0115-07

High-efficiency Cultivation and Benefit Analysis of Wine Grape Based on Fertigation

Wang Rui Sun Quan

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Fertigation technology is a combination of irrigation and fertilization which could effectively improve water and fertilizer utilization ratio. It is widely used in the arid and semi-arid areas. In order to explore the application effect and economic benefit of fertigation technology on wine grape, three consecutive years study of “Cabernet Sauvignon” were carried out in Helan Mountain foothill of Ningxia. By setting traditional water and fertilizer management as control (CK), drip irrigation + conventional fertilization management (DF) and fertigation technology (FI) treatments, wine grape yield, quality, cost and economic benefit were analyzed. Results showed that fertigation upfront investment was higher than that of traditional water and fertilizer management, and production increase effect was poor, but the quality and price were significantly improved and then the product price was significantly higher than that of traditional planting mode, the irrigation and pesticide use were decreased significantly. Compared with traditional water and fertilizer management, fertigation technology could save water expends by 1 853 yuan/hm² and save labor costs 9 585 yuan/hm², the average annual income reached 43 128 yuan/hm², the ratio of output to input was as high as 2.98. However, the traditional water and fertilizer management annual income was -7 192 yuan/hm², the ratio of output to input was only 0.77. Traditional water and fertilizer management had high cost and low output. Fertigation technology was low cost and high output, which could solve the low grape quality, high labor and low economic benefits problems. By setting

收稿日期: 2016-01-29 修回日期: 2016-04-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(31460552、31160417)和“十二五”国家科技支撑计划项目(2013BAD09B02)

作者简介: 王锐(1981—),男,副教授,博士,主要从事干旱区农业资源高效利用研究,E-mail: amwangrui@126.com

通信作者: 孙权(1965—),男,教授,博士,主要从事土地资源高效利用研究,E-mail: sqnxu@sina.com

fertigation technology on grape wine in Helan Mountain vineyard, it could significantly improve wine grape quality, save cost and increase benefit. It was suitable for widely using in arid and semi arid regions.

Key words: fertigation; Helan Mountain foothill; wine grape; benefit analysis

引言

贺兰山东麓是我国三大葡萄酒“地理标志产品区域”之一,也是最有发展潜力的区域之一,截止2015年底,产区内酿酒葡萄栽培面积3.53万 hm^2 ,年产酿酒葡萄20万t以上。干旱少雨、蒸发量大、土壤砂性强等特性为酿酒葡萄带来优异品质的同时,也存在养分瘠薄、水分和养分流失严重等问题。大量灌溉和肥料投入带来的农业面源污染问题也严重困扰着生态环境保护,合理高效的水肥资源利用迫在眉睫^[1]。为了获得较高的种植收益,长期以来该地区葡萄种植多采用黄河水漫灌,水资源利用效率低下,肥料投入过高。发展节水高效农业在该地区已经成为缓解水资源供需矛盾的一个必要途径。

随着农村壮年劳动力向城市就业的转移及人员成本的上升,目前传统的生产方式难以为继,但酿酒葡萄栽培对于技术及人工要求较高,传统种植方式所需劳动力较多且产投比较低,已经无法满足酿酒葡萄产业的健康发展需求,必须向资源节约型和人力节省型的现代农业转型。水肥一体化技术由于具有节水、增产、减少养分淋失、提高肥料利用率、适用范围广和操作简单、节省人力等优点而被广泛应用^[2-3]。国内外专家通过大量研究发现水肥一体化技术能够提高作物的产量和品质,增加经济效益^[4]。连续4a实施水肥一体化技术后柑橘产量比传统技术栽培增产9%以上,且可溶性固形物增加8%,而在干旱砂质土壤上增产幅度甚至高达66%^[5-6];鲜食葡萄产投比能由3.8提高到8.4^[7]。在同属半干旱区的西班牙东南部葡萄酒产区,水肥一体化技术和调亏灌溉方式被优质葡萄园广泛应用,在提高水肥利用效率的同时还能有效提高浆果质量,显著增加花青素的合成和积累^[8-9],增加葡萄酒附加值^[10-12]。OLIVERIRA等^[13]通过建立水分模型发现采用水肥一体化技术后砂质土壤酿酒葡萄园水分淋失速度加快,葡萄随着灌水量的降低,在强蒸发条件下病虫害发生几率大大降低^[14-15]。

与传统方式相比,水肥一体化可以减少肥料挥发、淋洗以及被土壤固定带来的损失,肥料利用率可达30%~50%,水分利用率可提高40%~60%^[16]。常规追肥,1人1天仅能够完成0.27 hm^2 的菠萝施肥工作,单位面积追施肥料需要人工费1350元/ hm^2 。

而采用水肥一体化技术,1人1天可以灌溉施肥3.33 hm^2 ,试验示范追肥用工成本仅为900元/ hm^2 ,工作效率提高了10倍^[17]。实施水肥一体化技术施肥后的黄瓜增产4200 kg/hm^2 ,节支7737元/ hm^2 ,产值增加20340元/ hm^2 ;辣椒节支12029元/ hm^2 ,增收12530元/ hm^2 ,节本增收效益显著^[18]。

贺兰山东麓葡萄酒产业起步较晚,因此,本文对酿酒葡萄的栽培方式进行效益分析并确立适合当地的水肥管理方式,并对酿酒葡萄原料的需求指标和成本效益进行分析。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于宁夏回族自治区永宁县贺兰山东麓“葡萄与葡萄酒教育部工程研究中心基地”(38°14'18"N、106°01'42"E,海拔高度1144m)。试验区气候干旱,年均气温8.6℃,不低于10℃的有效积温为3135~3272℃,昼夜温差10~15℃,日照时数3032h,日照率67%,年均降水量180~200mm。干旱气候条件下,葡萄成熟缓慢而充分,香气发育完全,色素形成良好,含糖量高,酸度适中,病虫害发生率低,具有国内其他地区无法相比的品质优势。酿酒葡萄品种为2008年定植的赤霞珠(Cabernet Sauvignon),南北行向,整形方式为“厂字形”,开沟定植,株、行距分别为0.8m、3.0m。传统水肥管理采用黄河水自流沟灌;滴灌+常规施肥及水肥一体化采用的是甘肃大禹公司生产的管径16mm、壁厚1.1mm、滴头间距33.3cm、压力0.5MPa、单个滴头出水量2.7L/h的滴灌带。配有专门的变频设备和缓冲洗过滤设备,工作压力1.5 kg/cm^2 ,滴灌均匀度0.99,毛管铺设长度为60m。试验区土壤按中国土壤分类系统(1992)分类为初育土土纲、风沙土土类。试验区土壤沙化严重,土壤容重较大,田间持水量和有机质含量较低,葡萄根系主要集中在0~80cm范围内,耕层土壤容重和田间持水量(质量含水量)如表1所示。

1.2 试验设计

试验于2013年4月20日—2015年11月10日实施,试验采用随机区组设计,分别设置3个处理,即传统漫灌+常规施肥的传统水肥管理(CK)、滴灌+常规施肥(DF)和水肥一体化(FI),每个处理重复

表 1 试验地土壤容重和田间持水量

Tab.1 Soil bulk density and field capacity of

experiment site

土层深度/cm	容重/(g·cm ⁻³)	田间持水量/%
0~20	1.41	19.54
20~40	1.46	17.84
40~60	1.50	15.34
60~80	1.51	15.27

5 次,各处理小区面积为 180 m²。传统水肥管理:黄河来水后开渠自流灌溉,灌溉前人工开沟施肥,肥料为尿素、磷酸二铵和硫酸钾;滴灌+常规施肥:施肥方式及施肥量与传统施肥一致,灌水与水肥一体化一致;水肥一体化:水肥同时施入,灌溉用水为黄河水沉降过滤水,肥料为针对酿酒葡萄营养需求开发的全水溶全营养滴灌专用肥。其中,CK 和 DF 施用的肥料主要为尿素(N 质量分数 46%)、磷酸二铵(N 质量分数 17%、P₂O₅ 质量分数 46%)和硫酸钾(K₂O 质量分数 50%),FI 施用的肥料为全营养滴灌肥(总养分大于等于 52%、微量元素大于等于 0.5%)。在风沙土区域开展酿酒葡萄水肥一体化有利于充分补充矿质营养,鉴于前期研究成果得出基施 9 000 kg/hm²有利于促进酿酒葡萄品质提升和安全越冬,提升根区土壤有机质。传统施肥中有机肥以生牛粪为主,通常在每年的春季葡萄萌芽后追施,用量约为 3 000 kg/hm²,化肥用量远超水肥一体化用量,达到 1 950 kg/hm²,具体施肥灌水处理如表 2 所示。

1.3 测定方法

于葡萄收获期,对每个小区全部采摘单独测产后按面积折算为公顷产量。3 个处理每个小区分别随机采集 10 个有代表性果穗上的上、中、下 3 个部位的 30 粒葡萄用德国 SCHMIDT + HAENSCH 公司生产的 HR 可视手持式折光仪测定浆果可溶性固形物,将采集的果穗用氢氧化钠滴定法测定葡萄可滴定酸,剩余样品液氮冷冻后放超低温冰箱冻藏。

酿酒葡萄成熟后由宁夏农垦西夏王酒业有限公司现场对每块葡萄园按照品质高低定价后自行收购。收购价格按产区产量、年份影响和市场价格定价。

1.4 数据处理

数据采用 Microsoft Excel 软件进行处理,利用 SAS 8.1 软件进行统计分析,采用邓肯多重极差对酿酒产量和品质进行显著性检验,显著性水平为 $p < 0.05 (n = 5)$ 。

表 2 灌溉施肥制度

Tab.2 Irrigation and fertilization schedule

时期	灌水量/(m ³ ·hm ⁻²)			施肥量/(kg·hm ⁻²)		
	CK	DF	FI	CK	DF	FI
04-20 ^a	2 250	750	750	450	450	75
05-01	0	225	225	0	0	9 000*
05-20	1 500	375	375	750	750	75
06-01	0	300	300	0	0	0
06-15	1 500	300	300	450	450	75
06-25	0	225	225	0	0	0
07-02	0	300	300	0	0	90
07-09	1 500	375	375	0	0	0
07-15	0	300	300	0	0	90
07-22	1 500	300	300	300	300	0
07-29	0	300	300	0	0	105
08-05	0	225	225	0	0	0
08-10	1 500	225	225	0	0	105
08-15	0	150	150	0	0	0
08-20	0	150	150	0	0	105
10-10	1 500	150	150	3 000**	3 000**	0
11-10 ^b	2 250	750	750	0	0	0
合计	13 500	5 400	5 400	4 950	4 950	9 720

注:a 为酿酒葡萄灌溉萌芽水时期,b 为酿酒葡萄灌溉冬水时期,* 为生物有机肥,** 为生牛粪。

2 结果与分析

2.1 不同处理对酿酒葡萄产量的影响

由表 3 可知,传统水肥管理的大水大肥投入,酿酒葡萄果粒显著高于滴灌和水肥一体化处理,不同

表 3 不同处理对酿酒葡萄果粒及产量的影响
(2013—2015)

Tab.3 Effect of different treatments on grape weight and yield during 2013—2015

产量指标	年份	CK	DF	FI
单粒质量/g	2013	3.13 ^a	2.64 ^b	2.27 ^c
	2014	2.92 ^a	2.48 ^b	2.26 ^c
	2015	3.33 ^a	2.88 ^b	2.56 ^c
	平均值	3.13 ^a	2.67 ^b	2.36 ^c
单穗质量/g	2013	144.56 ^a	125.34 ^b	101.33 ^c
	2014	139.53 ^a	119.46 ^b	95.82 ^c
	2015	153.24 ^a	136.40 ^b	98.99 ^c
	平均值	145.78 ^a	127.07 ^b	98.71 ^c
有效果穗数/ (穗·hm ⁻²)	2013	5.35 × 10 ⁴ ^a	6.02 × 10 ⁴ ^b	7.57 × 10 ⁴ ^c
	2014	5.12 × 10 ⁴ ^c	5.72 × 10 ⁴ ^b	7.00 × 10 ⁴ ^a
	2015	5.73 × 10 ⁴ ^c	6.17 × 10 ⁴ ^b	8.55 × 10 ⁴ ^a
	平均值	5.41 × 10 ⁴ ^c	5.97 × 10 ⁴ ^b	7.71 × 10 ⁴ ^a
产量/(t·hm ⁻²)	2013	7.73 ^a	7.55 ^a	7.67 ^a
	2014	7.15 ^a	6.83 ^a	6.71 ^a
	2015	8.78 ^a	8.41 ^a	8.46 ^a
	平均值	7.89 ^a	7.59 ^a	7.61 ^a

注:同列数值后不同字母表示差异显著($p < 0.05$),下同。

年限间规律相同。传统水肥管理年际间差异较大,而水肥一体化处理年际间差异较小,葡萄品质稳定性较强。葡萄果粒除受栽培管理影响外,受气候条件影响也较大,2014年果实单粒质量普遍较低。葡萄单穗果粒数差异较小,受葡萄单粒质量的影响,葡萄果穗质量与单粒质量规律一致。在所有年份中传统水肥管理的酿酒葡萄产量均高于滴灌和水肥一体化处理,但统计分析差异不显著。在单穗质量和单粒质量均显著低于传统水肥管理措施的情况下,水肥一体化处理的产量并未显著降低,由此可见,该处理下酿酒葡萄的有效果穗数显著增加。

2.2 不同处理对酿酒葡萄品质的影响

影响酿酒葡萄品质的因子很多,如可溶性固形

物、还原糖、总酸、单宁、花色苷、酚类物质等,但往往葡萄酒企业收购原材料的时候没有快速检测的设备和方法,因此多以可溶性固形物和糖酸比来确定酿酒葡萄原料的好坏。由表4可知,2014年葡萄整体可溶性固形物含量较2013年和2015年要高,水肥一体化处理的可溶性固形物平均达到24.73%,显著高于滴灌+传统施肥处理,极显著高于传统水肥管理20.47%。水肥一体化与滴灌+传统施肥处理间的可滴定酸含量差异不显著,但二者显著低于传统水肥管理0.69%,不同年份之间差异不显著。适宜的酸度有利于调节糖酸比,表4中,传统水肥管理下糖酸比平均值低于30,而滴灌+传统施肥下平均达到40以上,水肥一体化3a的糖酸比平均值为43.39,达到了优质葡萄原料的标准。

表4 水肥一体化对酿酒葡萄品质的影响(2013—2015)

Tab.4 Effect of fertigation on wine grapes quality during 2013—2015

处理	可溶性固形物含量/%				可滴定酸含量/%				糖酸比			
	2013年	2014年	2015年	平均值	2013年	2014年	2015年	平均值	2013年	2014年	2015年	平均值
CK	20.24 ^c	21.06 ^c	20.11 ^b	20.47 ^c	0.71 ^a	0.66 ^a	0.69 ^a	0.69 ^a	28.51 ^c	31.91 ^c	29.14 ^b	29.85 ^c
DF	23.50 ^b	23.29 ^b	24.44 ^a	23.41 ^b	0.59 ^b	0.56 ^b	0.58 ^b	0.58 ^b	39.83 ^b	39.80 ^b	42.14 ^a	40.59 ^b
FI	24.62 ^a	25.07 ^a	24.49 ^a	24.73 ^a	0.56 ^b	0.57 ^b	0.58 ^b	0.57 ^b	43.96 ^a	43.98 ^a	42.22 ^a	43.39 ^a

2.3 酿酒葡萄全生育期支出成本

酿酒葡萄栽培过程中投入成本较高,且中间环节较多,成本构成复杂,由于贺兰山东麓酿酒葡萄园沟、渠、路、滴灌材料、葡萄苗均为政府补贴投入,因此未列入成本支出中。由表5可知,传统水肥管理措施下耗水量大,水价按0.2元/m³计算,年均支出灌溉水费2783元/hm²,较滴灌+传统施肥和水肥一体化处理多支出了1853元/hm²;传统水肥管理采用自流灌溉,无耗电力,而滴灌+传统施肥和水肥一体化处理则平均每年耗电924元/hm²。采用水肥一体化后,肥料类型的选择和施肥量发生了显著改变,传统施肥以尿素配合难溶的磷酸二铵和硫酸钾为主,需开沟后施入,施肥量达到1950kg/hm²,但传统施肥投入的有机肥较少,3a

平均肥料成本较低。为了获得较高的收益,该区域酿酒葡萄水肥一体化技术通常采用生物有机肥作基肥,结合后期滴灌追肥。所选肥料为全营养全水溶酿酒葡萄滴灌专用肥,肥料施用量仅为720kg/hm²,由于2013年施入了生物有机肥,加大了肥料成本,因此3a平均肥料支出较传统施肥增加了1205元/hm²。大水漫灌条件下,田间空气湿度较大,病虫害多发,尤其成熟后期灌水与降雨叠加后引发的病害加大了农药投入成本,因此传统水肥管理较滴灌+传统施肥和水肥一体化处理增加了1271元/hm²。传统水肥管理无材料投入,而滴灌需要自行购置和维修滴灌带,且水肥一体化处理需要更换少量老化材料,因此每年平均支出安装维修和材料费750元/hm²。

表5 不同处理下成本支出(2013—2015)

Tab.5 Cost of all treatments during 2013—2015

元/hm²

项目	CK				DF				FI			
	2013年	2014年	2015年	平均值	2013年	2014年	2015年	平均值	2013年	2014年	2015年	平均值
水费	2709	2782	2857	2783	900	930	960	930	900	930	960	930
电费	0	0	0	0	911	908	952	924	911	908	952	924
肥料	4807	5107	4961	4958	4807	5107	4961	4958	12459	3007	3022	6163
农药	2258	2025	2163	2149	907	847	879	878	907	848	879	878
材料	0	0	0	0	1800	0	0	600	1800	0	450	750
人工	21000	22500	21750	21750	17250	18000	16500	17250	12450	12015	12030	12165
总投入	30775	32415	31732	31640	26576	25793	24252	25540	29427	17708	18294	21810

人工费用支出内容本应一致,但由于水肥管理措施的改变,涉及的内容和范围发生了变化。传统水肥管理下,每人每天仅能灌溉 1 hm^2 ,而滴灌和水肥一体化条件下每人每天可以灌溉 30 hm^2 ,灌水成本极低。传统施肥需要 4 次,每人每天仅能完成 0.2 hm^2 ,而水肥一体化每人每天可完成 30 hm^2 ,极大地节约了人员投资成本。采用水肥一体化后,水分供应仅在根区分布,除草难度和生草量显著降低,用工量较传统漫灌减少了 30%。大水漫灌后葡萄新梢和副梢生长旺盛,很大程度上加大了修剪工作量,而滴灌和水肥一体化严格控制新梢的生长,修剪工作量较小。相对于传统大水漫灌,滴灌节约人工成本 $4\ 500 \text{ 元}/\text{hm}^2$,水肥一体化节约人工成本 $9\ 585 \text{ 元}/\text{hm}^2$ 。总投入滴灌较传统水肥管理节约成本

$6\ 100 \text{ 元}/\text{hm}^2$,而水肥一体化节约成本 $9\ 831 \text{ 元}/\text{hm}^2$ 。

2.4 酿酒葡萄效益分析

由表 6 可知,2013 年传统种植酿酒葡萄平均收购价为 $3.5 \text{ 元}/\text{kg}$,而 2015 年仅为 $2.2 \text{ 元}/\text{kg}$,但水肥一体化种植的酿酒葡萄品质一直较为稳定,且品质很高,价格波动不大,维持在 $7.8 \sim 10.0 \text{ 元}/\text{kg}$ 的高价位水平,因此在产量差异不大的情况下,产出差异巨大。综合来看传统水肥管理不仅成本高,而且产出低,效益为负值,处于亏损状态(农户种植人员投入多为家庭成员,通常忽视自身用工成本,农户的收益多为葡萄销售后不考虑自身劳动成本的盈余),而水肥一体化处理成本低,产出高,其年均收益达到 $43\ 128 \text{ 元}/\text{hm}^2$,产投比高达 2.98,而传统水肥管理下年均亏损 $7\ 192 \text{ 元}/\text{hm}^2$,产投比仅为 0.77。

表 6 不同处理下效益分析(2013—2015)

Tab. 6 Benefit analysis of different treatments during 2013—2015

处理	年份	产量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$	单价/ $(\text{元} \cdot \text{kg}^{-1})$	产出/ $(\text{元} \cdot \text{hm}^{-2})$	成本/ $(\text{元} \cdot \text{hm}^{-2})$	收益/ $(\text{元} \cdot \text{hm}^{-2})$	产投比
CK	2013	7.73	3.50	27 056	30 775	-3 719	0.88
	2014	7.15	3.60	25 723	32 415	-6 692	0.79
	2015	8.78	2.20	19 325	31 732	-12 407	0.61
	平均值	7.89	3.10	24 448	31 640	-7 192	0.77
DF	2013	7.55	4.20	31 701	26 576	5 125	1.19
	2014	6.83	4.40	30 053	25 793	4 260	1.17
	2015	8.41	3.00	25 216	24 252	964	1.04
	平均值	7.59	3.87	29 390	25 540	3 850	1.15
FI	2013	7.67	7.80	59 798	29 427	30 371	2.03
	2014	6.71	10.00	67 089	17 708	49 381	3.79
	2015	8.46	7.80	66 016	18 294	47 722	3.61
	平均值	7.61	8.53	64 938	21 810	43 128	2.98

3 讨论

水肥一体化技术直接将肥料和水分施到作物根区,使得水分和养分在时间和空间上同步耦合,有效解决了传统水肥管理下养分和水分利用效率低下的问题,作物产量提高明显^[19-20]。鲜食葡萄水肥一体化较传统施肥增产 28.71%^[7],水肥一体化下菠萝产量较常规处理增产 39.04%^[21],而苹果的增幅则达到 14.2%^[22]。本研究在酿酒葡萄获得的试验结论表明,与传统水肥管理相比,采用水肥一体化技术后产量有所下降,与上述研究结果不一致。酿酒葡萄对果实的要求不同于鲜食葡萄,优质酿酒葡萄原料的前提条件是果小、皮厚、粒散,水肥一体化处理下单粒质量显著低于传统水肥管理,达到了果小的要求,在穗粒数相当的情况下单穗质量显著降低,由此可见酿酒葡萄果粒松散,葡萄成熟着色条件更好。一味追求高产会导致葡萄原料品质的降低^[23],但过度强调限产提质则会降低经济效益,在确保生产优

质葡萄原料的情况下,通过水肥一体化技术达到持续稳产才是最行之有效的方式。

关于水肥一体化技术对水果品质影响的研究结论尚不统一。对于酿酒葡萄而言并非糖度越高、酸度越低越好,适宜的糖酸比是决定酿酒葡萄品质的重要因素^[24]。采用水肥一体化技术可以明显改善柑橘品质,提高苹果矿质养分含量^[25-26]。本研究得出采用水肥一体化能显著增加浆果可溶性固形物含量,并合理地调节酿酒葡萄糖酸比,但水肥一体化与滴灌+传统施肥处理间的可滴定酸含量差异不显著。主要是因为影响酿酒葡萄品质的因子很多,酿酒葡萄品质不仅与水肥管理有关也有可能与产地微气候特征、土壤类型等因素有关。

很多研究表明滴灌施肥技术能够提高作物的经济效益^[27]。谢盛良等^[28]认为水肥一体化技术每公顷人工费用比常规施肥节省 1 245.75 元,滴灌施肥技术具有明显的增收效果,较农民惯用的施肥灌溉方法每亩节本增收 2 295 元^[29],与对照组相比,滴灌

施肥产投比由 3.8 提高到 8.4^[7],与常规施肥相比,滴灌施肥处理净收益要高 69 670 元/hm²,增长 92.07%,产投比由 2.00 上升到 2.97^[21]。本试验与前人的研究结果比较,水肥一体化肥料投入较传统水肥管理高,主要是传统施肥投入的有机肥较少,3 a 平均肥料成本较低而水肥一体化技术要求一次性投入大量生物有机肥作基肥,后期滴灌追肥,因此 3 a 平均肥料支出偏高,持续种植后肥料成本会显著降低。相对于传统大水漫灌,水肥一体化节约人工成本 9 585 元/hm²,节约总成本 9 831 元/hm²。水肥一体化栽培下年均收益达到 43 128 元/hm²,产投比高达 2.98,传统水肥管理下年均收益为亏损,之所以会出现如此大的反差,主要是因为酿酒葡萄作为用于加工葡萄酒的原料,品质越高,价格也越高,水肥一体化单价最低 7.8 元/kg,而传统水肥管理单价

最低仅为 2.2 元/kg,产量、品质以及价格三者优势叠加后增效优势也随之凸显。

4 结束语

连续 3 a 研究得出与常规施肥技术相比,酿酒葡萄水肥一体化增产效果较差,但品质及价格提升明显,灌水量和农药用量显著降低。综合来看传统水肥管理不仅成本高,而且产出低,而水肥一体化则成本低,产出高,相对于传统大水漫灌,水肥一体化节约人工成本 9 585 元/hm²,节约总成本 9 831 元/hm²。水肥一体化栽培下年均收益达到 43 128 元/hm²,产投比高达 2.98,由此可见水肥一体化可成为解决干旱区酿酒葡萄品质低下、劳动投入量大、经济效益低的有效措施。

参 考 文 献

- 1 陈佰鸿,曹建东,王利军,等. 不同滴灌条件下土壤水分分布与运移规律[J]. 节水灌溉,2010(7):6-9.
CHEN Baihong, CAO Jiandong, WANG Lijun, et al. Research on distribution and movement rules of soil water under different drip irrigation conditions[J]. Water Saving Irrigation, 2010(7):6-9. (in Chinese)
- 2 栗晓玲,石培泽,杨秀英,等. 石羊河流域干旱沙漠区滴灌条件下苹果树耗水规律研究[J]. 水资源与水工程学报,2005,16(1):19-23.
SU Xiaoling, SHI Peize, YANG Xiuying, et al. Water consumption variation and growth of apple trees under drip irrigation in Shiyanghe River Basin[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2005,16(1):19-23. (in Chinese)
- 3 刘永华,沈明霞,蒋小平,等. 水肥一体化灌溉施肥机吸肥器结构优化与性能试验[J]. 农业机械学报,2015,46(11):76-81.
LIU Yonghua, SHEN Mingxia, JIANG Xiaoping, et al. Structure optimization of suction device and performance test of integrated water and fertilizer fertigation machine[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2015,46(11):76-81. (in Chinese)
- 4 郭惠萍,拓维庶,刘自东,等. 酿酒葡萄生产的投入产出与经济效益分析[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2013(4):53-55.
GUO Huiping, TUO Weishu, LIU Zidong, et al. The input and output of wine grape production and economic benefit analysis[J]. Sino-overseas Grapevine and Wine, 2013(4):53-55. (in Chinese)
- 5 BOMAN B J. Fertigation versus conventional fertilization of flatwoods grapefruit[J]. Fertilizer Research, 1995,44(2):123-128.
- 6 周建斌,陈竹君,李生秀. Fertigation—水肥调控的有效措施[J]. 干旱地区农业研究,2001,19(4):16-21.
ZHOU Jianbin, CHEN Zhujun, LI Shengxiu. Fertigation—an efficient way to apply water and fertilizer[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2001, 19(4): 16-21. (in Chinese)
- 7 BACHCHHAV S M. Fertigation in india—a case study[C]//HAGIN J. Dahlia greidinger international symposium on fertigation, 1995: 11-24.
- 8 BINDON K, DRY P, LOVEYS B. Influence of partial rootzone drying on the composition and accumulation of anthocyanins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon)[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2008, 14(2): 91-103.
- 9 刘旭,吴迪,梁曼,等. 基于高光谱的酿酒葡萄果皮花色苷含量多元回归分析[J]. 农业机械学报,2013,44(12):180-186.
LIU Xu, WU Di, LIANG Man, et al. Multiple regression analysis of anthocyanin content of wine grape skins using hyper-spectral image technology[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2013,44(12):180-186. (in Chinese)
- 10 KRIEDEMANN P E, GOODWIN I. Regulated deficit irrigation and partial root-zone drying. Irrigation insights no. 4[R]. Land and Water Australia,2003.
- 11 WAMPLE R L, SMITHYMAN R. Regulated deficit irrigation as a water management strategy in *Vitis vinifera* production[M]// Deficit irrigation practices. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2002.
- 12 COSTA J M, ORTUNO M F, CHAVES M M. Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2007, 49(10): 1421-1434.
- 13 OLIVERIRA M T. Modeling water content of a vineyard soil in the Douro Region Portugal[J]. Plant and Soil, 2001, 233(2): 213-221.
- 14 MARSAL J, MATA M, DEL Campo J, et al. Evaluation of partial root-zone drying for potential field use as a deficit irrigation technique in commercial vineyards according to two different pipeline layouts[J]. Irrigation Science, 2008, 26(4): 347-356.

- 15 SADRAS V O. Does partial root-zone drying improve irrigation water productivity in the field? A meta-analysis[J]. *Irrigation Science*, 2009, 27(3): 183 – 190.
- 16 李茂权, 朱帮忠, 赵飞, 等. “水肥一体化”技术试验示范与应用展望[J]. *安徽农学通报*, 2011, 17(7): 100 – 101.
LI Maoquan, ZHU Bangzhong, ZHAO Fei, et al. The prospect of water and fertilizer integration technology demonstration and application[J]. *Auhui Agricultural Science Bulletin*, 2011, 17(7): 100 – 101. (in Chinese)
- 17 杨晓宏, 严程明, 张江周, 等. 中国滴灌施肥技术优缺点分析与发展对策[J]. *农学学报*, 2014, 4(1): 76 – 80.
YANG Xiaohong, YAN Chengming, ZHANG Jiangzhou, et al. The analysis of advantages and disadvantages of fertigation technology and development strategies in China[J]. *Journal of Agriculture*, 2014, 4(1): 76 – 80. (in Chinese)
- 18 邹瑞昌, 冉瑞碧, 王远全, 等. 设施蔬菜水肥一体化技术应用效果研究[J]. *长江蔬菜*, 2015(6): 54 – 56.
ZOU Ruichang, RAN Ruibi, WANG Yuanquan, et al. Application effects of water and fertilizer integration technology on greenhouse vegetables[J]. *Journal of Changjiang Vegetabales*, 2015(6): 54 – 56. (in Chinese)
- 19 JAMIL M M, ZURAIQI S. Enhancement of yield and nitrogen and water use efficiencies by nitrogen drip-fertigation of garlic[J]. *Journal of Plant Nutrition*, 2002, 26(9): 1749 – 1766.
- 20 AGRAWAL N, AGRAWAL S. Effect of different levels of drip irrigation on the growth and yield of pomegranate under Chhattisgarh region[J]. *Orissa Journal of Horticulture*, 2007, 35: 38 – 46.
- 21 严程明, 张江周, 石伟琦, 等. 滴灌施肥对菠萝产量、品质及经济效益的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2014, 20(2): 496 – 502.
YAN Chengming, ZHANG Jiangzhou, SHI Weiqi, et al. Effects of drip fertigation on yield, quality and economic benefit of pineapple[J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2014, 20(2): 496 – 502. (in Chinese)
- 22 路永莉, 白凤华, 杨宪龙, 等. 水肥一体化技术对不同生态区果园苹果生产的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2014(11): 75 – 81.
LU Yongli, BAI Fenghua, YANG Xianlong, et al. Effect of fertigation on apple production in different ecological-regions orchards [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2014(11): 75 – 81. (in Chinese)
- 23 蒋辉, 邓伟民, 陈晓青. 基于 Pearson 系数与多元核支持向量分类的葡萄酒分析[J]. *农业机械学报*, 2014, 45(1): 203 – 208.
JIANG Hui, DENG Weimin, CHEN Xiaoqing. Analysis of wine based on Pearson coefficient and multiple kernel support vector classification[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2014, 45(1): 203 – 208. (in Chinese)
- 24 马常阳, 张小栓, 朱志强, 等. 基于多元回归的鲜食葡萄保鲜技术效果评估[J]. *农业机械学报*, 2015, 46(1): 216 – 223.
MA Changyang, ZHANG Xiaoshuan, ZHU Zhiqiang, et al. Comprehensive evaluation on performance of preservation technologies for table grape based on multiple regressions[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2015, 46(1): 216 – 223. (in Chinese)
- 25 ALVA A K, PARAMASIVAM S. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils[J]. *Soil Science Society of American Journal*, 1998, 62(5): 1335 – 1342.
- 26 孙霞, 郑春霞, 柴仲平, 等. 水氮耦合对南疆地区红富士苹果矿质元素含量的影响[J]. *水土保持通报*, 2011, 25(5): 1042 – 1046.
SUN Xia, ZHENG Chunxia, CHAI Zhongping, et al. Influence of irrigation and nitrogen combination on trace elements of ‘Fuji’ apple in South Xinjiang Region[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2011, 25(5): 1042 – 1046. (in Chinese)
- 27 肖体琼, 何春霞, 陈巧敏, 等. 基于机械化生产视角的中国蔬菜成本收益分析[J]. *农业机械学报*, 2015, 46(5): 75 – 82.
XIAO Tiqiong, HE Chunxia, CHEN Qiaomin, et al. Cost-benefit analysis of vegetable production based on agricultural mechanized production[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2015, 46(5): 75 – 82. (in Chinese)
- 28 谢盛良, 刘岩, 柯开文, 等. 水肥一体化技术在菠萝上的应用效果[J]. *福建果树*, 2009(4): 33 – 34.
XIE Shengliang, LIU Yan, KE Kaiwen, et al. Progress of application and research on technology of pineapple fertigation[J]. *Fujian Fruits*, 2009(4): 33 – 34. (in Chinese)
- 29 何小卫. 葡萄水肥一体化技术试验研究[J]. *中国农技推广*, 2011, 27(5): 42 – 44.