

不同生育期水分亏缺对酿酒葡萄产量及品质的效应研究

刘静霞¹, 张 芮¹, 成自勇¹, 李 敏², 陈娜娜¹, 马奇梅¹, 戴文渊¹

(1. 甘肃农业大学 工学院, 甘肃 兰州 730070;
2. 甘肃农业大学 食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 为了探究控水滴灌下水分亏缺对酿酒葡萄水分利用效率、产量及品质的影响, 分析品质与产量构成因素间的典型相关性, 进行了不同生育期水分调控滴灌试验。结果表明: 浆果膨大期轻度水分亏缺减产幅度达 60% 左右, WUE 降幅达 38%, 果实可溶性固形物的含量降低 7.0%, 且不利于葡萄后期的自然降酸, 对酿酒葡萄负面影响最大; 着色成熟期轻度水分亏缺可使总糖含量提高 22.4%, 酸含量降低 9.3%, 并能提高单宁含量。通过典型相关分析得出: 单穗粒数与可溶性固形物、花色苷含量呈正相关, 单株穗数与单宁含量呈负相关。

关键词: 水分亏缺; 酿酒葡萄; 产量; 品质; 典型相关分析

中图分类号: S275.6; S663.1 **文献标志码:** A

Effect research of water deficit in different growth stage on wine grape yield and quality

LIU Jing-xia¹, ZHANG Rui¹, CHENG Zi-yong¹, LI Min², CHEN Na-na¹, MA Qi-mei¹, DAI Wen-yuan¹

(1. College of Engineering Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;
2. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In order to explore the influence of water deficit to water use efficiency (WUE), yield and quality of wine grape under the trickle irrigation, typical correlation between quality and yield components, carried out the experiment of water control trickle irrigation in different growth stage. The results showed that: The yield would be decreased about 60% by mild water deficit in berry expansion stage, WUE would be reduced 38%, the fruit soluble solids content would be reduced 7.0%, and was no useful to the natural decrease of the acid content of grape in late stage, and the negative effect was maximum to wine grape. The mild water deficit in the coloring and mature stage, the total sugar content would be increased 22.4% and the acid content would be decreased 9.3%. Through the canonical correlation analysis obtained that: It has showed a positive correlation between the grape numbers of single cluster with the soluble solids content and anthocyanin content, while has showed a negative correlation between the grape numbers of single cluster with the tannin content.

Keywords: water deficit; wine grape; yield; quality; typical correlation analysis

近年来在全国号召共建西部农林经济高产带的带动下, 酿酒葡萄逐渐发展成西部雨养农业区的特色产业, 单位面积经济收益是粮食作物的 4 倍多^[1-3]。其中, 河西走廊作为西部酿酒葡萄种植的“黄金地带”, 对西部葡萄酒产业的发展起到了推动作用。然而, 通过实地调查发现, 河西走廊多数葡萄种植区多沿用传统的沟灌技术, 其灌水、施肥方式粗放, 水肥利用效率较低, 已成为制约这一特色林果良性发展的“瓶颈”。为此, 推广高效节灌技术在一定程度上不仅能缓解该区林果产业水供需矛盾, 而且有助于推动西部农业与现代化农业快速接轨。

决定葡萄品质优劣的因素很多, 如壤质、气候、

收稿日期: 2015-11-27
基金项目: 国家自然科学基金(51369002); 国家自然科学基金(51269001)
作者简介: 刘静霞(1989—), 女, 河北石家庄人, 硕士, 主要从事节水灌溉研究。E-mail: liujingxia0324@163.com。
通信作者: 成自勇(1956—), 男, 甘肃秦安人, 教授, 博导, 主要从事生态水利、水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: chengzy@gsau.edu.cn。

栽培、施肥技术、管理及灌溉方式等。其中,灌溉方式对葡萄品质的影响较大^[4-7],同时也是实现人工增产、调质的主要途径。目前,关于灌水方式对旱区酿酒葡萄果实产量及品质的影响研究很多,如刘洪光等^[8]通过在沙壤土上进行葡萄滴灌调亏试验,发现水分调亏下限为田间持水量的 40%时,增产率为 4.6%。张芮等^[9]研究指出,酿酒葡萄在萌芽期适度缺水有助于增加果粒重,实现增产;而在果实膨大期缺水会减小果粒重,降低产量。此外,有研究认为在适当的时期进行水分亏缺,既能有效地抑制酿酒葡萄的营养生长,又能促进果实生长^[10-12]、改善品质^[13-14],对此,苏学德等^[15]通过试验已经证明,但适宜的水分亏缺下限尚未明确。

目前,众多学者对水分调亏灌溉研究主要集中在对作物宏观特性的影响^[16],而对作物受水分亏缺后,其品质与产量间的响应趋势及内在相关性的分析却鲜有报道。为此,本文通过不同生育期不同水分梯度调控酿酒葡萄的试验,拟初步揭示水分亏缺下酿酒葡萄生长特性与品质、产量间的动态响应,并通过典型相关分析法探究它们在干旱逆境中的相关趋势变化,以期得到一定理论依据,为酿造葡萄控水调质技术的革新提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2013 年 4—9 月在甘肃省武威市凉州区清源镇进行。试验区地理坐标:37°51'N,102°53'E,海拔 1 585 m。多年平均气温 8℃,昼夜温差较大。多年平均降水量 164.4 mm,多年平均蒸发量 2 000

mm。全年日照时数达 3 000 h 以上,太阳辐射年总量 138 kcal·cm⁻²,≥10℃的年有效积温为 3 100℃,属典型的内陆荒漠气候。地下水埋深 25~30 m,以地下水作为灌溉水源。试验区土壤为沙质壤土,土壤肥力均匀,0~100 cm 土壤平均容重为 1.35 g·cm⁻³,田间持水率为 37%。

1.2 供试作物

试验供试品种为酿酒葡萄梅鹿辄,13 a 生,具有耐旱、高产、高品质等特点,是武威市酿酒葡萄主要栽培的品种之一。葡萄植株呈东西走向,行株距为 2.8 m×1 m,葡萄架式为单篱架,高 1.5 m。灌水沟呈倒梯形,沟底宽 60 cm,沟顶宽 100 cm,沟深 30 cm。在园内选择长势良好且具有代表性的植株进行试验研究。

1.3 试验设计

试验采取随机区组设计,设 9 个处理,每个处理 3 次重复,共 27 个小区,单个小区面积为 12 m×2.8 m。试验布置如表 1 所示,其中 CK 为对照组,A~D 施以中度亏水,E~H 施以连续或交替亏水,并设重度和中度两个亏水梯度。试验区均布设滴灌带,采用一行两管控制模式。当小区土壤含水量达到表 1 中土壤水分下限时,进行灌水。灌水定额为 300 m³·hm⁻²,用水表严格控制水量。为保证萌芽率,自 2013 年 4 月 23 日开始第一次灌水(沟灌,灌水定额 900 m³·hm⁻²)后,后续采用滴灌进行灌溉。在酿酒葡萄整个生育期内,萌芽期均未作水分处理,灌水处理主要集中在新梢生长期、开花-坐果期、浆果膨大期和着色成熟期。

表 1 实验设计方案
Table 1 The experiment design scheme

处理 Treatments	各阶段土壤含水量下限(占田间持水量的百分数)/% The lower limit of soil moisture content in every stage (Percentage of field capacity)				
	新梢生长期 (05 – 10 ~ 05 – 30) New shoot stage	开花坐果期 (05 – 31 ~ 06 – 15) Flowering fruit-set stage	浆果膨大期 (06 – 16 ~ 08 – 15) Berry expansion stage	着色成熟期 (08 – 16 ~ 09 – 24) Coloring maturity stage	灌溉定额 /(m ³ ·hm ⁻²) Irrigation quota
A	55 ~ 65	75	75	75	2775
B	75	55 ~ 65	75	75	2775
C	75	75	55 ~ 65	75	2475
D	75	75	75	55 ~ 65	2475
E	45 ~ 55	75	75	55 ~ 65	2475
F	45 ~ 55	45 ~ 55	75	55 ~ 65	2375
G	45 ~ 55	45 ~ 55	75	45 ~ 55	2375
H	45 ~ 55	45 ~ 55	55 ~ 65	45 ~ 55	2175
CK	75	75	75	75	2975

1.4 测试项目与方法

1.4.1 土壤水分测定 采用 RYGCM3000S 型节灌数据采集系统(自带 5 支土壤水分传感器、5 支土壤温度传感器)进行土壤水分监测。同时采用取土烘干法,全生育期内每隔 10 d 取土 1 次,萌芽前、各灌水前后及收获后加测。测深为 100 cm,每隔 20 cm 为 1 层,最后计算平均值。

1.4.2 耗水量计算 采用水平平衡法计算,计算公式为:

$$ET_{I-II} = 10 \sum_{i=1}^n r_i H_i (W_{i_I} - W_{i_{II}}) + M + P + K - D \quad (1)$$

式中, ET_{I-II} 为酿酒葡萄阶段耗水量(mm); i 为土层序号; n 为土层总数; r_i 为第 i 层土壤干容重($g \cdot cm^{-3}$); H_i 为第 i 层土壤厚度(cm); W_{i_I} 、 $W_{i_{II}}$ 分别为第 i 层土壤在阶段始末的质量含水量(%); M 、 P 分别为阶段内灌水量和降雨量(mm); K 为阶段内地下水补给量(mm),试验区地下水埋深大于 10 m,故 $K = 0$; D 为阶段内排水量(mm),试验区为干旱区,故 $D = 0$ 。

1.4.3 葡萄产量测定 在酿酒葡萄聚糖着色 - 采摘期(9 月 25 日)进行考种,每个小区单独采摘,并用电子称(精度为 0.1 g)分别称量各小区所有葡萄重量,并统计各小区标准株的单株穗数、单穗重、百粒重等产量构成指标。

1.4.4 葡萄品质的测定

(1) 可溶性固形物(%):采用 ATAGO - PAL - 1 型手持糖量计测定。

(2) 总糖($g \cdot L^{-1}$):采用斐林试剂滴定法(GB/T15038 - 2006 法)。

(3) 可滴定酸($g \cdot L^{-1}$):采用酸碱滴定法(GB/T15038 - 2006 法)。

(4) 单宁($g \cdot kg^{-1}$):参照冒秋丹(2012)法,利用单宁标准曲线 $Y = 0.1045X + 0.0021$ ($R^2 = 0.9995$) 计算。式中, Y 为单宁含量; X 为在 760 nm 波长处测定提取的吸光值。

(5) 总酚($g \cdot kg^{-1}$):参照崔日宝(2013)法。利用总酚标准曲线 $Y = 0.1167X + 0.0129$ ($R^2 = 0.9993$) 计算。式中, Y 为总酚含量; X 为在 765 nm 波长处测定提取的吸光值。

(6) 总花色苷($mg \cdot kg^{-1}$):参照翦祎(2012)法,利用公式 $A = \Delta A \times MW \times DF \times 10^3 / (\epsilon \times m)$ 计算,式中, A 为总花色苷(以锦葵色素 - 3 - 葡萄糖苷计)含量; DF 为稀释倍数(该实验中 $DF = 50$); $\Delta A = (A_{521nm} - A_{700nm})_{pH1.0} - (A_{521nm} - A_{700nm})_{pH4.5}$ (A_{521nm} 、

A_{700nm} 分别为在 521、700 nm 波长处测定提取的吸光值); MW (分子量) = 493.2 $g \cdot mol^{-1}$ (锦葵色素 - 3 - 葡萄糖苷); m 为样品质量(g),此处取 $m = 1$; ϵ 为 28 000 摩尔消光系数(锦葵色素 - 3 - 葡萄糖苷),单位为 $L \cdot mol^{-1}$ 。

1.5 数据统计与方法

采用 Excel 和 SPSS19.0 统计分析软件进行数据分析,其中典型相关分析通过调用 SPSS 中的“Canonical correlation.sps”宏包进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同生育期水分亏缺对葡萄产量与水分利用效率的影响

2.1.1 对产量性状的影响 由表 2 可知,处理 A 和 D 单株穗数较高,较 CK 分别增加 11.6% 和 19.5%;而处理 G 和 H 单株穗数较低,较 CK 分别减少 30.2% 和 33.5%,说明在新梢生长期进行适当的水分亏缺能够提高酿酒葡萄的挂果率,而新梢生长期 - 开花坐果期连续重度水分亏缺降低了挂果率,但影响均未达显著水平($P < 0.05$)。处理 G 和 H 单穗重较 CK 分别降低 38.0% 和 41.8%,且与 CK 差异显著($P < 0.05$),说明浆果膨大期水分亏缺或着色成熟期重度水分亏缺能大幅度降低酿酒葡萄单穗重,不利于葡萄增产;处理 G 和 H 穗粒数同样较低,说明新梢生长期 - 开花坐果期和着色成熟期重度水分亏缺会减少酿酒葡萄穗粒数,这可能与新梢生长期 - 开花坐果期严重缺水影响葡萄正常坐果有关,而着色成熟阶段严重缺水会促使葡萄早熟,引起葡萄果粒干瘪脱落。不同水分亏缺处理下的百粒重较 CK 均有所下降,新梢生长期或开花坐果期水分亏缺使酿酒葡萄百粒重降低 15% 左右;浆果膨大期 - 着色成熟期连续或交替水分亏缺降低百粒重达 30% ~ 37%,且降低幅度随水分亏缺程度的加重而增大,达到极显著水平($P < 0.01$)。

2.1.2 对产量的影响 由表 2 可知,处理 A 产量最高,较 CK 提高了 10.3%,但差异不显著($P < 0.05$),说明新梢生长期轻度水分亏缺起到了一定的增产作用,这可能与该阶段亏水提高了葡萄挂果率有关;处理 G 和 H 产量较低,且较 CK 差异显著($P < 0.05$),说明在着色成熟期施以重度水分亏缺会引起减产,减产率在 45% 左右;而在浆果膨大期继续施以轻度水分亏缺,减产幅度将达到 60% 左右。

2.1.3 对水分利用效率(WUE)的影响 由表 2 可知,处理 A 的 WUE 最高,处理 A 和 D 的 WUE 较 CK 分别提高了 24.9% 和 24.3%,且均与 CK 差异显著

($P < 0.05$),说明新梢生长期或着色成熟期轻度水分亏缺能大幅提高酿酒葡萄的水分利用效率;处理 G 和 H 的 WUE 较低,分别较 CK 降低了 23.2% 和 38.5%,但与 CK 差异未达显著水平,说明新梢生长期 – 开花坐果、着色成熟期重度水分亏缺使水分利用率降低;当在浆果膨大期继续施以轻度水分亏缺将使 WUE 降幅达 38%,这可能与缺水引起的大幅减产有关。

表 2 不同水分亏缺对 WUE 和产量的影响
Table 2 The effect of different water deficit to WUE and yield

产量与水分因子 Yield and water factor	处理 Treatment								
	A	B	C	D	E	F	G	H	CK
单株穗数/个 Spike number	24a	18.5a	21.2a	25.7a	20.3a	21.2a	15a	14.3a	21.5a
单穗粒数/粒 Grape numbers	107ab	120ab	99ab	109a	106ab	118ab	86b	83b	90ab
单穗重/g Spike weight	191.3ab	223.8a	139.9ab	160.7ab	164ab	158.7ab	119.8c	112.4c	193.2ab
百粒重/g 100-grain weight	178.2B	183.5B	149.5C	151.2C	140.1C	136.7C	139.9C	135.4C	215A
产量/(kg·hm ⁻²) Yield	16365.5aA	14787.2aA	10578.1abA	14726.0aA	11908.3abA	11995.1abA	8205.0bA	5751.6bA	14832.6aA
耗水量 Water consumption /(m ³ ·hm ⁻²)	3430.71	3402.93	3387.62	3312.45	3224.17	3044.85	2978.6	2608.62	4146.59
水分利用效率 WUE/(kg·m ⁻³)	4.77aA	4.35bA	3.12bA	4.45aA	3.65bA	3.94bA	2.75bA	2.20bA	3.58bA

注:同列数据后不同大小写字母表示在 $P < 0.01$ 和 $P < 0.05$ 上差异显著。
Note: Different capital or small letters in the same column indicate the significant difference at $P < 0.01$ or $P < 0.05$, respectively.

2.2 不同生育期水分亏缺对葡萄品质的影响

由表 3 可知,处理 D 和 G 总糖含量最高,较 CK 分别增加了 22.4% 和 20.33%,说明着色成熟期水分亏缺有利于提高葡萄总糖含量;处理 H 总糖含量最低,较 CK 有所下降,说明在整个生育期内施以连续水分亏缺不利于葡萄总糖的积累。

表 3 水分亏缺对酿酒葡萄理化品质的影响
Table 3 The effects of water deficit on wine grape's physicochemical qualities

处理 Treatment	总糖 Total sugar /(g·L ⁻¹)	可滴定酸 Titratable acid /(g·L ⁻¹)	可溶性固形物 Soluble solids /%	单宁 Tannin /(g·kg ⁻¹)	总酚 Total phenols /(g·kg ⁻¹)	花色苷 Anthocyanin /(mg·kg ⁻¹)
A	259.868aA	9.37aA	22.1bcA	2.911aA	3.095bA	626.59aA
B	263.10aA	9.44aA	22.0bcA	2.580aA	2.904bA	532.54aA
C	230.78aA	8.65bA	21.5bcA	2.344aA	2.550bA	482.34aA
D	269.82aA	7.66cA	22.3bcA	2.200aA	2.993bA	550.74aA
E	223.15aA	8.34abA	21.4bcA	2.885aA	3.832aA	626.78aA
F	252.70aA	7.70bA	21.9bcA	2.892aA	3.838aA	637.70aA
G	265.20aA	7.32cA	22.9aA	3.233aA	4.378aA	646.44aA
H	216.85aA	8.78aA	20.2dA	3.285aA	4.375aA	610.78aA
CK	220.40aA	8.45bA	21.7bcA	2.430aA	3.015bA	642.92aA

处理 A 和 B 可滴定酸含量较高,较 CK 分别增加了 10.9%、11.7%,且与 CK 差异显著($P < 0.05$),这可能与酿酒葡萄前期水分亏缺有关。处理 D、F 和 G 可滴定酸较 CK 有所下降,分别降低 9.3%、8.8%、13.3%,说明着色成熟期水分亏缺能够降低葡萄果实酸含量。

处理 G 可溶性固形物最高,且与 CK 差异显著($P < 0.05$),说明着色成熟期重度水分亏缺有利于酿酒葡萄可溶性固形物的提高;处理 H 可溶性固形物含量最低,较 CK 降低了 7.0%,且与 CK 差异显著($P < 0.05$),说明浆果膨大期水分亏缺将导致葡萄果实的可溶性固形物含量显著下降。

处理 G 和 H 单宁含量较高,较 CK 分别高出 33.0%、35.2%,说明着色成熟期重度水分亏缺对提

高葡萄果实单宁含量最有效。

处理 E、F、G 和 H 总酚含量较高,与 CK 相比,分别提高了 27.1%、27.3%、45.2% 和 45.1%,且较 CK 差异显著($P < 0.05$),说明在新梢生长期 - 开花坐果期重度水分亏缺,以及在着色成熟期持续水分亏缺能大幅度提升果实总酚含量,且水分亏缺程度越重,总酚含量提升幅度越大。

葡萄中的花色苷是花色素的糖苷,在葡萄酒中主要起呈色作用。处理 C 总花色苷较 CK 降低了 25.0%,说明浆果膨大期轻度水分亏缺会大幅度降低葡萄总花色苷;而继续在着色成熟期施以重度水分亏缺(处理 H),葡萄总花色苷含量又回升了 20% 左右,证明着色成熟期是酿酒葡萄积累花色苷的关

键阶段。

2.3 葡萄产量与品质构成因素间的典型相关分析

产量与品质密切相关,为了解酿酒葡萄产量及其构成因素与品质的关系,拟采用典型相关分析方法来分析这两组指标间的关系。典型变量是通过判断标准典型系数和典型负载系数进行筛选。本研究将产量(y_1)及产量构成因素单穗重(y_2)、单株穗数(y_3)、单穗粒数(y_4)看成一组变量;将可溶性固形物(z_1)、糖(z_2)、可滴定酸(z_3)、单宁(z_4)、总酚(z_5)、花色苷(z_6)看作第二组变量。

产量与品质的典型相关分析结果见表 4。由表 4 可知,第 1 个和第 2 个典型相关系数达到了极显著水平,因此选择前 2 组典型变量进行分析。

表 4 产量及其构成因素与品质构成因素的典型相关分析

典型变量 1 Canonical variable 1		典型变量 2 Canonical variable 2		典型变量 3 Canonical variable 3		典型变量 4 Canonical variable 4	
典型相关系数 Canonical correlation coefficient	显著水平 Sig.	典型相关系数 Canonical correlation coefficient	显著水平 Sig.	典型相关系数 Canonical correlation coefficient	显著水平 Sig.	典型相关系数 Canonical correlation coefficient	显著水平 Sig.
1.000	0.000	1.000	0.000	0.710	0.593	0.554	0.821

由于原始数据量纲不同,不宜直接比较,故用标准化的典型系数给出典型相关模型 w 和 r ,并计算原始变量和典型变量之间的相关系数,结果见表 5,其中 u 和 v 分别代表典型变量的 2 组综合指标。

由表 5 可知,第 1 组典型变量的构成为:

$$u_1 = -1.138z_1 - 0.765z_2 - 0.522z_3 + 3.28z_4 - 3.159z_5 - 0.478z_6$$

(2)

$$v_1 = -7.773y_1 + 4.314y_2 + 4.342y_3 - 0.185y_4$$

(3)

第 1 组典型变量(u_1 、 v_1)中,由 u_1 与原始数据 y_i 的相关系数可知, u_1 与可溶性固形物(z_1)和花色苷(z_6)的相关系数较大,分别为 -0.592 和 -0.653 。因此,可视为 u_1 主要描述了可溶性固形物和花色苷的综合性状,即随着可溶性固形物和花色苷增加, u_1 呈下降趋势。同样,由 v_1 与原始数据 x_i 的相关系数可知, v_1 与单穗粒数(y_4)的相关系数(-0.602)较大。因此,可视为 v_1 主要描述单穗粒数的性状,即随着单穗粒数增加, v_1 呈下降趋势。这一线性组合说明:可溶性固形物、花色苷含量与单穗粒数关系密切,即随着单穗粒数增加,可溶性固形物、花色苷含量呈增加的趋势。

表 5 典型变量与典型变量之间的相关系数

Table 5 The correlation coefficient between the canonical variables

品质因子 Quality factor	典型变量 1 Canonical variable 1		典型变量 2 Canonical variable 2	
	w	r	w	r
可溶性固形物 z_1 Soluble solids	-1.138	-0.592	-0.380	0.162
总糖 z_2 Total sugar	-0.765	0.255	-0.486	0.236
可滴定酸 z_3 Titratable acid	-0.522	-0.410	-0.118	-0.210
单宁 z_4 Tannin	3.280	-0.108	3.801	0.862
总酚 z_5 Total phenols	-3.159	-0.111	-2.849	0.757
花色苷 z_6 Anthocyanin	-0.478	-0.653	0.084	0.377
产量因子 Yield factor	典型变量 1 Canonical variable 1		典型变量 2 Canonical variable 2	
	w	r	w	r
产量 y_1 Yield	-7.773	-0.463	4.809	-0.762
单穗重 y_2 Spike weight	4.314	-0.143	-2.749	-0.494
单株穗数 y_3 Spike number	4.342	-0.482	-3.798	-0.871
单穗粒数 y_4 Grape numbers	-0.185	-0.602	-0.004	0.061

第 2 组典型变量的构成为:

$$u_2 = -0.38z_1 - 0.486z_2 - 0.118z_3 + 3.801z_4 - 2.849z_5 + 0.084z_6 \tag{4}$$

$$v_2 = 4.809y_1 - 2.749y_2 - 3.798y_3 - 0.004y_4 \tag{5}$$

第 2 组典型变量(u_2 、 v_2)中,由 u_2 与原始数据 y_i 的相关系数可知, u_2 与单宁(z_4)和总酚(z_5)的相关系数较大,分别为 0.862 和 -0.757。因此,可视为 u_2 主要描述单宁和总酚的综合性状,即随着单宁和总酚含量增加, u_2 呈增加趋势。同样,由 v_2 与原始数据 x_i 的相关系数可知, v_2 与产量和单株穗数(y_3)的相关系数较高,分别为 -0.762 和 -0.871。因此,可视为 v_2 主要描述产量和单株穗数的综合性状,即随着产量和单株穗数增加, v_2 呈下降的趋势。这一线性组合说明:单宁、总酚含量与产量、单株穗数关系密切,即随着产量和单株穗数增加,单宁含量增加,而总酚含量减少。

3 讨论与结论

新梢生长期-开花坐果期连续重度水分亏缺使酿酒葡萄挂果率降低了 30% 左右,而新梢生长期轻度水分亏缺使其增加了 10%,同时 WUE 提高了 25% 左右;浆果膨大期轻度水分亏缺导致酿酒葡萄减产 28%,WUE 略有降低;着色成熟期重度水分亏缺导致减产率达 45%,而 WUE 却提高了 25% 左右;浆果膨大期-着色成熟期连续重度水分亏缺导致减产幅度高达 60%,WUE 降幅达 38%。由此看出,浆果膨大期、着色成熟期是影响酿酒葡萄最终产量和 WUE 的两个重要阶段。

浆果膨大期轻度水分亏缺使总花色苷含量降低了 25.0%,而着色成熟期施以重度水分亏缺反而有利于积累花色苷,同时单宁含量、可溶性固形物的含量均显著增加;浆果膨大期重度水分亏缺降低了果实可溶性固形物的含量,不利于葡萄后期自然降酸;新梢生长期~开花坐果期重度水分亏缺、着色成熟期持续水分亏缺使果实总酚含量提高了 30%~45%,且随着着色成熟期水分亏缺程度的加重,总酚含量逐渐升高。

由典型相关分析可知:单穗粒数增多可提升可溶性固形物、花色苷含量。同时,单株穗数增加能有效提升单宁含量,利于优化果实风味。

综上所述,果实膨大期、着色成熟期是酿酒葡萄

水分管理的关键时期,该阶段供水不足将直接影响葡萄产量和品质,因此在日常栽培管理中须足够重视。而新梢生长期可通过施以适度亏水,实现高产、优质的目的。本文只讨论了滴灌水分单因素调控对酿酒葡萄产量和品质的影响,而对滴灌水肥调控与产量、品质间的响应效应和机理,尚需进一步研究。

参 考 文 献:

[1] 唐登银,罗毅,于强.农业节水的科学基础[J].灌溉排水,2000,19(2):1-9.

[2] 韩洪云,Jeff Bennett.21 世纪中国农业水资源利用[J].农业经济,2002,(11):4-7.

[3] 郑睿,康绍忠,胡笑涛,等.水氮处理对荒漠绿洲区酿酒葡萄光合特性与产量的影响[J].农业工程学报,2013,29(4):133-141.

[4] 胡博然,李华.葡萄园合理灌溉制度的建立[J].中外葡萄与葡萄酒,2002,(5):15-18.

[5] Deluc L G, Quilici D R, Decenit A, et al. Water deficit alters differentially metabolic pathways affecting important flavor and quality traits in grape berries of Cabernet Sauvignon and Chardonnay[J]. BMC Genomics, 2009,(10):212.

[6] 杜太生,康绍忠,张霁,等.不同沟灌模式对沙漠绿洲区葡萄生长和水分利用的效应[J].应用生态学报,2006,17(5):805-810.

[7] 杨艳芬,王全九,白云岗,等.极端干旱地区滴灌条件下葡萄生长发育特征[J].农业工程学报,2009,25(12):45-50.

[8] 刘洪光,何新林,王雅琴,等.调亏灌溉对滴灌葡萄生长与产量的影响[J].石河子大学学报(自然科学版),2010,28(5):610-613.

[9] 张芮,成自勇,李毅,等.小管出流亏缺灌溉对设施延后栽培葡萄产量与品质的影响[J].农业工程学报,2012,28(20):108-113.

[10] 张卿亚,原保忠,别之龙.调亏灌溉对大棚甜瓜生长、产量及水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2014,(Z1):90-93,111.

[11] 纪学伟,成自勇,赵霞,等.调亏灌溉对荒漠绿洲区滴灌酿酒葡萄产量及品质的影响[J].干旱区资源与环境,2015,29(4):184-188.

[12] 李昭楠,李唯,刘继亮,等.不同滴灌水量对干旱荒漠区酿酒葡萄光合及产量的影响[J].中国生态农业学报,2011,19(6):1324-1329.

[13] 房玉林,孙伟,万力,等.调亏灌溉对酿酒葡萄生长及果实品质的影响[J].中国农业科学,2013,46(13):2730-2738.

[14] 李雅善,赵现华,王华,等.葡萄调亏灌溉技术的研究现状与展望[J].干旱地区农业研究,2013,31(1):236-241.

[15] 苏学德,李铭,郭绍杰,等.不同灌水处理对克瑞森无核葡萄光合特性及果实品质的影响[J].安徽农业科学,2011,39(30):18649-18652.

[16] 张晓煜,亢艳莉,袁海燕,等.酿酒葡萄品质评价及其对气象条件的响应[J].生态学报,2007,27(2):740-745.