

河西干旱区酿酒葡萄生长的气象条件

刘明春^{1 2} ,张 强¹ ,邓振镛¹ ,康凤琴¹ ,韩永翔¹

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所 甘肃省气候变化与减灾重点实验室 中国气象局干旱气候变化与减灾开放实验室,兰州 730020 ;
2. 甘肃省武威市气象局农业气象试验站,武威 733000)

摘要 按照平行观测的原则,利用 2002、2003 年两年田间试验资料,采用数理统计方法分析了河西内陆干旱区目前国内广泛种植的 8 个不同熟性酿酒品种的生长发育规律及其气象影响因子。结果表明:(1)新梢、果实生长呈抛物线型,生长关键期分别出现在 5 月上旬~6 月中旬、7 月上旬~8 月上旬,糖分累积呈“S”型,积累关键期出现在 8 月中旬~9 月上旬。枝条、果实、含糖量增长峰值点位相出现时间按中早熟、中晚熟、晚熟品种依次推后。(2)中早熟品种需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2800~2900 $^{\circ}\text{C}$,中晚熟种 2900~3100 $^{\circ}\text{C}$,晚熟种 3000~3200 $^{\circ}\text{C}$;新梢生长期 35~50d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 620~750 $^{\circ}\text{C}$ 。花期 7~15d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 130~320 $^{\circ}\text{C}$ 。浆果生长期 50~65d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 1100~1400 $^{\circ}\text{C}$ 。浆果成熟期 35~50d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 640~940 $^{\circ}\text{C}$ 。(3)新梢生长量与日平均气温、日照时间和土壤湿度呈正相关。气温低于 11~12 $^{\circ}\text{C}$ 时,新梢停止生长;果粒增长速度与平均气温、最高气温呈负相关,与相对湿度、降水量呈正相关。果粒增长适宜气温为 20~21 $^{\circ}\text{C}$,超过 21 $^{\circ}\text{C}$,增速明显变缓;含糖量积累与光、热因子均呈正相关,与水分因子呈负相关。品种熟性越晚,对气象条件反映越敏感。气温低于 7~7.9 $^{\circ}\text{C}$ 时,糖分停止积累。通过酿酒葡萄适生气候条件分析,为区域化布局、产业化发展提供理论依据。

关键词 河西走廊;酿酒葡萄;气象条件;干旱区

文章编号:1000-0933 (2007)04-1656-08 中图分类号:Q948 文献标识码:A

Meteorological conditions for wine grape growth in Hexi Arid Region

LIU Ming-Chun^{1 2} ,ZHANG Qiang¹ ,DENG Zhen-Yong¹ ,KANG Feng-Qin¹ ,HAN Yong-Xiang¹

1 Arid Meteorological Institute of China Meteorology Administration ,Key Laboratory of Climatic Change and Disaster Prevention of Gansu Province ,Open Laboratory of Climatic Chang and Disater Prevertion of China Meteorology Administration ,Lanzhou 730000 ,China

2 Agro-meteorological Observation Station of Wuwei Meteorology Bureau ,Wuwei 733000 ,China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (4) 1656 ~ 1663.

Abstract : With the field observation data from 2002 to 2003 ,following the paraller observation concept ,the growth rule of 8 different maturing variety of wine grapes over inland Hexi corridor ,Gansu province ,China and related meteorological factors are discussed using mathematic statistical method. The results show that :

(1)The growth process of new tip and fruitage is parabola type with key growth periods from early May to mid-June and from early July to early August. The sugar content accumulating is "S" type with key period from mid-August to early September. The peak growth value of branches ,fruitage and sugar concentration occurs sequentially with the mid-early-maturing type ,followed by mid-late-maturing type and then late-maturing type .

(2)For the mid-early-maturing ,the mid-late-maturing and the late-maturing types ,accumulated temperatures ($\geq$

基金项目 国家科技部“西部开发科技行动”重大资助项目(2004BA901A16);甘肃省科技攻关计划资助项目(2GS042-A44-017)

收稿日期 2006-03-14;修订日期 2006-10-28

作者简介 刘明春(1966~),男,青海省互助县人,高级工程师,主要从事作物生态环境评价及应用研究. E-mail :Liumcwqxj@163.com

Foundation item This work was financially supported by Key Project (No. 2004BA901A16) of the “West China Science and Technology Development Action” by MOST ,P. R. China. Gansu Provincial Scientific and Technological Project (2GS042-A44-017)

Received date 2006-03-14 ;**Accepted date** 2006-10-28

Biography LIU Ming-Chun ,Senior Engineer ,mainly engaged in crop ecological environment assessment and its applications. E-mail :Liumcwqxj@163.com

10℃) needed are 2800 – 2900℃ , 2900 – 3100℃ and 3000 – 3200℃ respectively. The accumulated temperatures for different growth periods are as following (≥ 10℃) : new tips 35 ~ 50d , 620 – 750℃ , florescence 7 – 15d , 130 – 320℃ , berry 50 – 65d , 1100 – 1400℃ and mature 35 – 50d , 640 – 940℃ .

(3)Positive correlations are found between the new tip growth rate and daily average temperature , sunlight duration and soil humidity. The fruit grain growth rate is positively correlated with relative humidity and precipitation , but reversely correlated with average temperature and maximum temperature. The sugar content accumulating is positively correlated with sunlight duration and heat factors , but reversely with humidity factors. The proper temperature for fruit grain is 20 – 21℃ with growth rate slowed down obviously when it is over 21℃ . The new tips stop growing when it is lower than 11 – 12℃ . And when it is lower than 7 – 7.9℃ , the sugar content stop accumulating. The later the maturing type , the more sensitive it is to meteorological factors.

The impact of climatic conditions on wine grape growth is intended to benefit regional overall planing and industrialized farming.

Key Words : Hexi corridor ; wine grape ; meteorological condition ; arid regions

酿酒葡萄在河西是沙产业开发和治沙防沙的主要经济树种。武威葡萄产区具有春季升温快 ,热效率高 ,光资源丰富 ,日较差大 ,降水少 ,空气干燥 ,秋季降温快等气候特点 ,葡萄果粒色素含量高 ,糖酸适中 ,口感风味好 ,无病虫侵染 ,是酿制干红干白葡萄酒的上佳原料。由于葡萄生理生态过程、发育节律、品质优劣与产地气候息息相关 ,特别是从 20 世纪 80 年代后期以来 ,石羊河流域气候发生了明显变化 ,对作物的生长环境产生明显扰动^[1] ,葡萄生产的不稳定因素随之增加。国内不少学者在气候变化对作物生育影响方面开展了大量研究。结果表明 ,温室气体增加引起的全球气候变暖对植物的碳氮比、光合作用、发育速度、干物质积累等产生直接和间接影响^[2]。因对水、土地、气候等资源的不合理利用 ,引发绿洲萎缩、土地沙漠化等一系列社会经济问题^[3~7]。周广胜与张新时用区域热量指数 (RTI) 和区域湿润指数 (RMI) 对中国气候植被分类进行了初步的定量研究 ,预测了未来气候变暖条件下中国植被的变化趋势^[8,9]。全国各大葡萄产区也都十分重视葡萄气候分析及区域化工作^[10~13]。李记明等分析了湿润、半湿润区降水量、有效积温、昼夜温差对葡萄成熟质量的影响。罗国光等采用活动积温和水热系数指标、李记明等采用有效积温和降水量指标分别对华北地区和陕西省酿酒葡萄进行了分区。而河西作为全国六大酿酒葡萄产区之一 ,有关气候方面的研究此前未见报道。因此通过系统的定位观测试验 ,研究酿酒葡萄生理生态过程特点及其与气候之间的内在相互关系 ,对于合理利用河西气候、土地、水资源 ,科学规划葡萄生产、促进沙产业开发、恢复景观、改善生态环境方面具有积极意义。

1 试验方法

武威农业试验站于 2002 ~ 2003 年在凉州区新地滩皇台酒业葡萄生产基地设立试验观测点 (37°53'N , 102°55'E ,海拔 1500m) ,土壤为绿洲灌淤土 ,土质以沙质壤土为主 ,土层深厚 ,土壤疏松 ,通透性良好 ,土壤有机质在 1% 左右 ,pH 值 8 ~ 9 ,呈偏碱性。供试品种为国内广泛推广的欧亚产品种 ,多以中早熟、中晚熟、晚熟品种为主 ,如法国兰、梅鹿辄、赤霞珠等。观测前选 8 个不同熟性品种盛果期 4 年生植株各 3 株定株、定枝、定果穗 ,每株固定上、中、下共 3 个果穗挂牌定位 ,在新枝开始生长时每 10d 测量枝条生长长度 ,幼果出现后用千分游标卡尺每 5d 测定一次果径。果实着色前从 8 月 1 日开始用手持测糖仪每 5d 同步测定含糖量至成熟采收。葡萄生长期间不同品种田间管理均一致。

气象资料用临近武威市气象局观测站资料。

2 物候期

据观测 ,凉州区酿酒葡萄一般在 4 月下旬萌芽 ,5 月上旬展叶 ,6 月上旬开花 ,6 月中旬幼果出现 ,8 月上、中旬果实着色 ,9 月中、下旬成熟采收 (见表 1) ,全生育期 143 ~ 160d。其中 ,中早熟品种 143 ~ 146d ,中晚熟、晚熟品种在 146 ~ 160d ,生育期比中早熟品种多 10d 左右。从表中可以看出 ,各种熟性品种在幼果出现以前

发育速度基本一致,着色期开始生育时间按中早熟、中晚熟、晚熟品种依次后延,表现出不同品种固有的生育特性。

表 1 武威市凉州区酿酒葡萄发育期观测表
Table 1 Wine grape growth observation at Liangzhou district, Wuwei

品种 Variety	年份 Year	出土 上架 Sprout up shelves	萌芽 Buds	展叶 New leaves	新梢 生长 Tip growth	开花 盛期 Bloom	幼果 出现 Baby fruit	果实 着色 Fruit coloring	成熟 采收 Mature harvest	萌芽~成熟 Buds~ aturity	熟性 Maturing types
法国兰	2002	15/4	23/4	6/5	18/5	7/6	13/6	9/8	15/9	145	中早熟
Blue French	2003	16/4	25/4	2/5	5/5	7/6	13/6	3/8	18/9	146	middle early-maturing
黑比诺	2002	18/4	24/4	8/5	20/5	7/6	14/6	7/8	17/9	146	中早熟
Pinot Noir	2003	16/4	28/4	1/5	5/5	7/6	14/6	2/8	18/9	143	middle early-maturing
梅鹿辄	2002	15/4	23/4	7/5	19/5	8/6	15/6	12/8	20/9	150	中晚熟
Merlot	2003	16/4	26/4	1/5	4/5	6/6	13/6	10/8	23/9	150	middle late-maturing
霞多丽	2002	15/4	20/4	6/5	18/5	11/6	16/6	17/8	22/9	155	中晚熟
Chardonnay	2003	16/4	27/4	3/5	7/5	8/6	13/6	16/8	20/9	146	middle late-maturing
赤霞珠	2002	17/4	22/4	8/5	20/5	10/6	14/6	17/8	29/9	160	晚熟
Cabernet Sauvignon	2003	16/4	26/4	1/5	4/5	6/6	13/6	16/8	28/9	155	late-maturing
贵人香	2002	15/4	23/4	10/5	22/5	11/6	16/6	19/8	29/9	157	晚熟
Italy Riesling	2003	16/4	30/4	3/5	7/5	10/6	15/6	18/8	29/9	152	late-maturing

3 生长发育特点

3.1 枝条生长动态

分析表明,新梢从5月上旬开始生长,至秋季果实收获前生长基本停止,表现为前期生长快,中后期生长慢。5月中旬至6月中旬,是一年中新梢生长最快的时期,多数品种平均日增长2.0~2.4cm·d⁻¹,最大日增长平均可达3.3cm·d⁻¹,至开花前新梢长度可达60~80cm,以后随着幼果的出现和生长,新梢生长速度变慢,其动态呈抛物线型(图1),以2003年中早熟黑比诺、中晚熟梅鹿辄进行分析,拟合其生长动态数学模型如下:

黑比诺 $Y = 0.0878t^3 - 2.875t^2 + 34.418t - 30.14$ $R^2 = 0.988$, $Q = 120.3$, $SY = 3.2$ (1)

梅鹿辄 $Y = 0.0398t^3 - 1.656t^2 + 28.297t - 16.96$ $R^2 = 0.993$, $Q = 180.6$, $SY = 3.9$ (2)

式中,Y为新梢生长量,t为发育日数(开始生长t=0),R为复相关系数,方程效果显著。分别对(1)、(2)式求取一阶导数,即可得到不同时期新梢生长速度(CGR),并令Y'=0,即求得生长速度最大值出现时间(峰值特征点)t₁=11d,t₂=14d,对应日期分别为11d、14d,黑比诺比梅鹿辄早3d。其中5月上旬至6月中旬新梢生长最快,两品种CGR在3.1~5.8cm·d⁻¹,这一时期生长量分别占全生育期生长总量的63.0%和50.9%,为新梢生长关键期,生产上应保证这一时期肥水供应。同时看出,中早熟品种新梢生长主要集中在前期,后期生长量明显小于中晚熟种。

3.2 果实生长动态

酿酒葡萄果粒生长动态和新梢生长十分相似,亦呈抛物线型增长,这与杨文衡等研究的果实发育呈双S型增长有所不同^[14],这可能与研究区气候、土质结构、管理措施等有关。整个生育过程有两个明显的生长高峰期。第1个高峰期出现在开花后,持续日数黑比诺(中早熟)为20~25d,生长率占总生长率的67.1%~

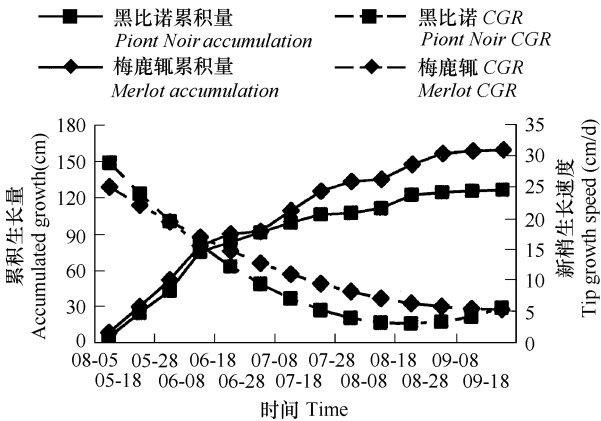


图 1 酿酒葡萄新梢生长动态曲线
Fig.1 Wine grape dynamic new tip growth

68.5%。梅鹿辄 (中晚熟) 为 20 ~ 30d ,占 58.5% ~ 77.7%。赤霞珠 (晚熟) 为 25 ~ 35d ,占 61.7% ~ 64.2%。之后 ,果粒生长极为缓慢或停止生长 ,持续约 15 ~ 20d 后 ,出现第 2 个生长高峰 ,这段时间黑比诺生长率占 19.3% ~ 21.5% ,梅鹿辄占 22.3% ~ 35.1% ,赤霞珠占 28.0% ~ 35.8%。第 2 个生长高峰过后 ,浆果开始变软并出现弹性 ,叶绿素逐渐消失 ,胡萝卜素、叶黄素、花青素和含糖量逐渐增加 ,含酸量和水分逐渐减少 ,直至成熟收获。果粒生长周期在 65 ~ 75d。

表 2 酿酒葡萄果粒增长动态数学模型

Table 2 Dynamic fruit grain growth model for wine grapes

品种 Variety	年份 Year	数学方程式 Mathematics equation expression	R^2	Q	SY	n
黑比诺	2002	$Y=0.4786+0.2247t-0.0293t^2+0.0013t^3$	0.9893	0.04	0.05	18
Pinot Noir	2003	$Y=0.2327+0.2202t-0.0182t^2+0.0005t^3$	0.9935	0.04	0.05	18
梅鹿辄	2002	$Y=0.6855+0.1567t-0.0155t^2+0.0005t^3$	0.9834	0.004	0.03	18
Merlot	2003	$Y=0.3678+0.2176t-0.0187t^2+0.0006t^3$	0.9485	0.241	0.13	18
赤霞珠	2002	$Y=0.4511+0.2342t-0.0301t^2+0.0013t^3$	0.9914	0.007	0.03	18
Cabernet Sauvignon	2003	$Y=0.1839+0.2001t-0.0144t^2+0.0004t^3$	0.9729	0.044	0.05	18

R^2 :复相关系数 compound correlation coefficient ; Q :残差平方和 sum of residual squares ; SY :剩余标准差 standard deviation surplus ; n :样本数 samples ; Y :果粒直径 fruit diameter (cm) ; t :生长天数 growth days (d)

从生长率可以看出 ,品种熟性越早 ,果实增长量主要集中在前期 ,后期生长率所占比例则较少。其生长动态数学模型见表 2。

对模型分别求取一阶导数并令 $Y'=0$,求得 2002 年 (7 月 2 日始测时对应 $t=0$)黑比诺、梅鹿辄、赤霞珠果粒生长最快时间 (峰值特征点) 分别出现在观测后第 8 天、第 9 天和第 10 天 ,对应日期分别是 7 月 10 日、7 月 11 日和 7 月 12 日 ,2003 年 (6 月 23 日始测时对应 $t=0$)分别出现在观测后第 12 天、第 14 天和第 17 天 ,对应日期分别是 7 月 5 日、7 月 7 日和 7 月 10 日 ,5 日生长量在 0.13 ~ 0.17cm ,生长最快时间 2003 年较 2002 年略提前 2 ~ 4d ,早熟品种早于中晚熟、晚熟品种 2 ~ 5d ,品种熟性早的品种 ,峰值点位相提前。由此得出 ,河西东部酿酒葡萄果粒生长最快时期主要集中在 7 月上旬 ,是果粒生长关键期。这一时期肥水条件的好坏对果粒增大影响较大 ,从而影响到产量的高低。利用生长模型即可计算出不同时期果粒大小 ,从而为合理施肥、灌水提供参考。

3.3 含糖量累积动态

分析发现 ,8 月上旬葡萄糖分累积速度较慢 ,累积量较小 ,中早熟种在 5% ~ 6% 之间 ,中晚、晚熟种在 2% ~ 5% 之间。8 月中旬以后含糖量迅速增加 ,进入糖分累积高峰期 ,8 月底 ~ 9 月上旬以后 ,糖分累积速度又开始减慢直到成熟采收 (见图 2) 。其糖分累积动态变化呈“S”型 ,呈现慢-快-慢规律。以中早熟种法国兰和晚熟种贵人香为例 ,运用逻辑斯蒂方程建立数学模型见表 3。

表 3 酿酒葡萄含糖量累积动态数学模型

Table 3 Dynamic sugar content accumulation model for wine grapes

品种 Variety	年份 Year	数学方程式 Mathematics equation expression	R^2	Q	SY	n
法国兰	2002	$Y=22.6/(1+e^{1.7659-0.1472t})$	0.9888	2.61	0.61	9
Blue French	2003	$Y=18.4/(1+e^{1.5811-0.0869t})$	0.9643	3.73	0.78	8
贵人香	2002	$Y=20.8/(1+e^{2.0075-0.0913t})$	0.9281	5.42	0.88	9
Italy Riesling	2003	$Y=19.9/(1+e^{2.9940-0.1144t})$	0.9024	8.65	1.20	8

R^2 :复相关系数 compound correlation coefficient ; Q :残差平方和 sum of residual squares ; SY :剩余标准差 standard deviation surplus (SY) ; n :样本数 samples ; Y :累积含糖量 accumulated sugar content (%) ; t :累积天数 accumulating days (d)

经模式计算 ,中早熟种法国兰糖分累积速度峰值时间 2002、2003 年分别出现在 8 月 12 日、8 月 18 日 (2002、2003 年均在 7 月 31 日始测对应 $t=0$)。而晚熟种贵人香分别出现在 8 月 22 日、8 月 26 日 ,年际间相

差 4 ~ 6d ,后者较前者推迟 8 ~ 10d。以峰值点前后各跨一次测定日作为糖分累积最快的时期 ,法国兰出现在 8 月中 ~ 下旬 ,贵人香出现在 8 月下旬 ~ 9 月上旬 (图 2、3)。这一时期糖分累积量分别占各自总量的 57.0% ~ 57.6% 和 65.9% ~ 67.1%。因此 8 月中旬到 9 月上旬是河西酿酒葡萄糖分累积的关键时期。

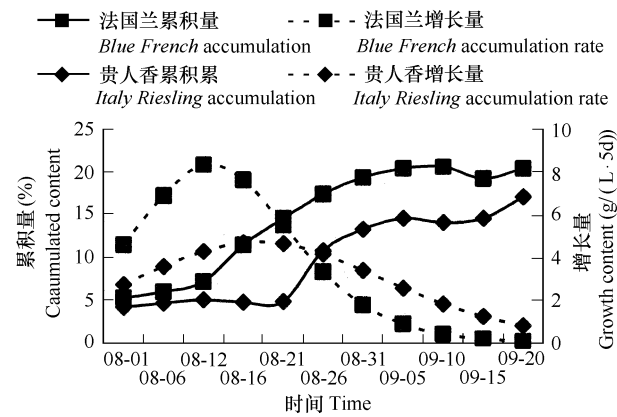


图 2 2002 年酿酒葡萄糖含量累积动态变化曲线
Fig. 2 Dynamic Sugar Content Accumulated of Wine Grape in 2002

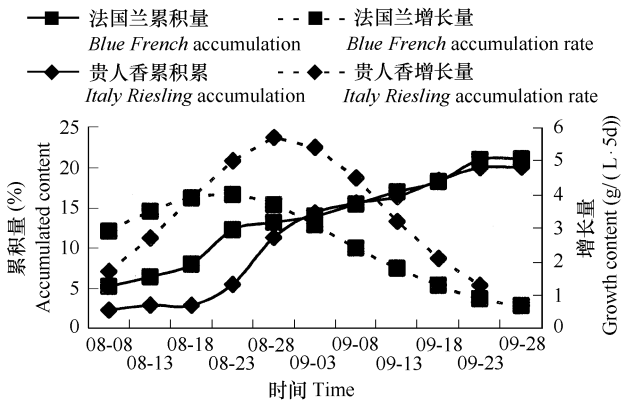


图 3 2003 年酿酒葡萄糖含量累积动态变化曲线
Fig. 3 The dynamic sugar content accumulated curve of wine grape in 2003

4 酿酒葡萄生育期间气象条件分析

4.1 各生育阶段热量条件

据试验资料统计 ,河西地区酿酒葡萄全生育期中早熟品种需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 2800 ~ 2900 $^{\circ}\text{C}$,中晚熟品种 2900 ~ 3100 $^{\circ}\text{C}$,晚熟种 3000 ~ 3200 $^{\circ}\text{C}$ 。新梢生长期 (萌芽 ~ 开花前) $\geq 35 \sim 50\text{d}$,日平均气温 15 ~ 18 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 620 ~ 750 $^{\circ}\text{C}$;花期 7 ~ 15d ,日平均气温 19 ~ 20 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 130 ~ 320 $^{\circ}\text{C}$;浆果生长期 50 ~ 65d ,日平均气温 22 ~ 23 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 1100 ~ 1400 $^{\circ}\text{C}$;浆果成熟期 35 ~ 50d ,日平均气温 17 ~ 20 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 640 ~ 940 $^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 枝条生长与气象条件

以中早熟种黑比诺、晚熟种贵人香为例 ,求算 2003 年新梢生长量与期间日平均气温、日照时间和土壤湿度单相关系数 ,在 0.52 ~ 0.96 ,呈显著正相关 ,通过信度 0.05 或 0.01 显著性水平检验。气温高 ,日照时间长 ,墒情好 ,枝条生长快。新梢生长期水分由于有灌溉保证 ,土壤墒情充足 ,对恢复树势 ,及早形成较大的叶面积 ,进行光合作用积累营养物质十分有利。建立新梢生长量与日平均气温气候模型 :

黑比诺 $Y = -105.129 + 8.7556T \quad R = 0.6810 \quad Q = 28.7 \quad SY = 2.6 \tag{3}$

贵人香 $Y = -118.5097 + 10.384T \quad R = 0.6777 \quad Q = 34.2 \quad SY = 3.3 \tag{4}$

式中 , Y 为新梢生长量 , T 为日平均气温 , R 为相关系数 , $N = 14$,经检验 ,方程效果显著。计算得出黑比诺和贵人香新梢停止生长的下限温度分别为 12.0 $^{\circ}\text{C}$ 和 11.4 $^{\circ}\text{C}$ 。5 月上旬到 6 月上旬即葡萄开花前 ,生长量呈直线增长 ,是新梢快速生长期 ,这与葡萄生理生长特性是完全一致的 ,这一时期日平均气温在 15 ~ 22 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温 670 $^{\circ}\text{C}$ 左右。

4.3 果实生长与气象条件

用 2002、2003 年果实主要生长期 6 月下旬至 7 月下旬每 5 日测定资料 ,用中早熟、中晚熟、晚熟共 5 个供试品种前后两次测定差值 (净增长量) 与期间气象因子求取简单相关 (表 4) ,结果发现 ,两年试验期间 ,同一气象因子与不同熟性品种果粒增长之间的相关性一致性较好 ,正、负相关趋势明显。其中 ,果粒增长速度与平均气温、最高气温呈负相关 ,说明果粒增长期气温偏高 ,对果实增大有抑制作用 ,这与沿沙漠地区白天增温快 ,温度过高有关。这一原因也导致气温日较差呈现负效应。分析果粒增长速度最快时的气温在 20 ~ 21 $^{\circ}\text{C}$,超过 21 $^{\circ}\text{C}$,增速明显变缓。而空气相对湿度、降水量与果实增长量多呈正相关 ,说明水分增多有利于果实增大 ,水分供应在一定程度上影响果实的动态变化 ,而试验区在葡萄开花后即施肥灌溉 ,促使果实在生长初期呈现

一快速增长,通过蒸发、蒸腾作用土壤逐渐变干,而自然降水又极少,果实生育动态波动较少,故呈抛物线型。而在湿润半湿润区,果实生育主要靠自然降水,而降水在时间上分布不均,时多时少,易引起果实生育多呈波动性变化,故呈多 S 型。热量因子的不利影响在中早熟、中晚熟品种上表现比较明显(通过了显著性检验),对晚熟品种影响则不明显(未通过显著性检验)。水分因子对中早熟、中晚熟品种正效应较大,对晚熟品种正效应较小,这与中早熟、中晚熟品种果实生长周期较早,对水分条件的要求迫切有关。根据这种特性,生产上对熟性早的品种可采取针对性措施促使生育期适当提前,避开高温期,并加强肥水供应,促进果粒膨大,提高产量。

表 4 气象因子与葡萄果实增长量之间的相关系数

Table 4 Correlation coefficients between grape fruitage and meteorological factors

因子 Factor	年份 Year	T (°C)	$T_{\max}$ (°C)	T_d (°C)	R (mm)	r (%)	熟性 Maturing
黑比诺	2002	-0.8942 *	-0.9709 **	-0.9429 **	0.7569	0.3163	中早熟
Pinot Noir	2003	-0.6164	-0.6144	-0.4971	0.6341	-0.1701	Mid-early-maturing
霞多丽	2002	-0.8732 *	-0.9357 **	-0.9816 **	0.6655	0.4129	中晚熟
Chardonnay	2003	-0.8640 *	-0.8383 *	-0.6812	0.7499	0.1301	Mid-late-maturing
梅鹿辄	2002	-0.9089 *	-0.9093 *	-0.6191	0.9162 *	0.0266	中晚熟
Merlot	2003	-0.7253	-0.6562	-0.2463	0.9156 **	-0.0968	Late-maturing
赤霞珠	2002	-0.4688	-0.5784	-0.8579 *	0.5401	0.6762	晚熟
Cabernet Sauvignon	2003	-0.7530	-0.7289	-0.6896	0.5539	0.2462	
贵人香	2002	-0.7959	-0.8504	-0.8263	0.6529	0.3810	晚熟
Italy Riesling	2003	-0.6889	-0.7514	-0.5432	0.5620 *	0.4567	

T :日平均气温 daily average temperature; $T_{\max}$:日平均最高气温 daily maximum average temperature; T_d :气温日较差 daily temperature range; R :降水量 precipitation; r :空气相对湿度 relative humidity;* 0.05 信度水平 confidence level;** 0.01 信度水平 confidence level

4.4 糖份积累与气象条件

选取中晚熟品种梅鹿辄、晚熟品种赤霞珠着色至成熟期每次糖份测定前 5 日气象条件和实测含糖量净增量(前后两次测定值差值)进行单相关计算,结果见表 5。

表 5 气象因子与葡萄含糖量之间的相关系数、回归系数

Table 5 Correlation and Regression Coefficients between

年份 Year	项目 Item	ΣT (°C)	T (°C)	S (h)	R (mm)	ΔT (°C)	T_M (°C)	T_D (°C)	r (%)	$S \cdot T$ (h·°C)	品种 Variety
2002	相关系数①	0.4788	0.5620	0.7181 *	-0.2356	0.7350 *	0.654 *	0.2087	-0.6248	0.7478 *	梅鹿辄
	回归系数②			0.0559			0.2448			0.0024	Merlot
2003	相关系数	0.4359	0.5253	0.6243	-0.2982	0.3324	0.3719	0.4978	-0.0875	0.6547 *	梅鹿辄
	回归系数									0.0548	Merlot
2002	相关系数	0.4955	0.5303	0.8479 **	-0.3858	0.8468 **	0.6591 *	0.1210	-0.7355 *	0.8674 **	赤霞珠
	回归系数			0.0709			0.1754			0.0030	Cabernet Sauvignon
2003	相关系数	0.4462	0.5883	0.7483 *	-0.3652	0.4266	0.1743	0.6251	-0.5122	0.5673	赤霞珠
	回归系数			0.1265							Cabernet Sauvignon

ΣT :活动积温 active accumulated temperature; T :日平均气温 daily average temperature; S :日照时数 sunlight duration; R :降水量 precipitation; ΔT :气温日较差 daily temperature range; T_M :最高气温 maximum temperature; T_D :最低气温 minimum temperature; r :相对湿度 relative humidity; $S \cdot T$:光温积 light temperature accumulation;①相关系数 correlation coefficient;②回归系数 regression coefficient;* 0.05 信度水平 confidence level;** 0.01 信度水平 confidence level

两年试验结果表明,两个品种的含糖量变化与光、热因子均呈正相关,与水分因子均呈负相关,说明在糖分积累时期,需要较高的热量、充足的日照和较少的水分,气温高,日照时间长,空气干燥有利于糖分积累。2003 年虽然只有光温积和日照时数两个因子通过 0.05 显著水平,但其它因子的相关性在品种间、年际间变

化趋势均一致,只是影响程度不同而已。2002 年影响梅鹿辄含糖量的因子中日照时数、气温日较差、最高气温和光温积(气温与日照时数的乘积)均通过信度 0.05 显著水平检验。影响赤霞珠含糖量的因子中除最高气温和相对湿度两因子通过 0.05 显著水平检验外,日照时数、气温日较差和光温积 3 因子通过了 0.01 极显著水平检验。同时看出,赤霞珠含糖量与温、光因子的相关系数均大于梅鹿辄,水分因子的负效应也大于梅鹿辄,可见,晚熟种赤霞珠对光热条件要求较高,对光、热、水条件反应较中熟种梅鹿辄更为敏感。从回归系数可知,当日照时间、气温日较差、光温积分别增加 10h、1℃、100℃·h 时,梅鹿辄含糖量分别增加 0.56%、0.24% 和 0.24%,赤霞珠含糖量分别增加 0.71%、0.30% 和 0.30%。求得梅鹿辄糖份停止积累时的平均气温日较差低于 7.0℃,光温积小于 162℃·h。赤霞珠分别为 7.9℃ 和 262℃·h。反映了不同熟性品种对环境条件要求的差异。

此外从实际测定中发现,糖份积累关键期降水过多,低温寡照,会严重影响含糖量的积累,甚至含糖量会出现“倒退”现象。如 2002 年 9 月 1 日~13 日,出现了一次连阴雨天气,过程降水量达 55.6mm,9 月 15 日测得 8 个品种的含糖量较前次测定值有不同程度下降,最大减幅达 1.8%,平均减幅为 1.0%。可见,在葡萄成熟期间,加强田间管理如控制灌水,加大对枝叶的修剪,减小叶面积,改善树体通风透光条件,提高株体内膛温度,对提高糖份均有一定积极作用。

选取对葡萄糖份积累影响最大的光温积和气温日较差作为自变量,分别建立了梅鹿辄、赤霞珠两品种的糖份累积速度气候模型:

梅鹿辄 $\Delta Y_1 = -0.083 + 0.076\Delta T + 0.001T.S$ $R^2 = 0.801$ $F = 4.8$ $SY = 0.108$ (5)

赤霞珠 $\Delta Y_2 = -0.119 + 0.070\Delta T + 0.002T.S$ $R^2 = 0.869$ $F = 10.8$ $SY = 0.086$ (6)

式中 ΔY_1 、 ΔY_2 为糖份净累积量 R 为复相关系数 F 为回归值 SY 为剩余标准差。经 F 检验,式(5)通过 0.05 显著水平检验,式(6)通过 0.01 极显著水平,回归方程有意义。利用所建模型既可计算出不同时期光温条件下糖份累积情况,以便生产上及时采取相应的管理措施如去副梢、打顶、摘叶、后期控水、排水、行间铺反光膜等,也可根据不同酒类对糖份的需要分别确定最佳采收期。

5 结论和讨论

5.1 通过田间试验,采用数理统计方法对河西内陆干旱区不同熟性酿酒品种从枝条、果实、含糖量 3 个方面进行了试验分析,对其生理生态学过程进行了数学动态模型模拟和描述,基本摸清了酿酒葡萄主要生物性状在河西干旱气候环境下的生长发育特点和规律,对科学指导田间管理,有针对性采取生产管理措施提供了依据。分析得出,枝条和果实呈抛物线型增长,含糖量呈 S 型增长。枝条、果实、含糖量增长峰值点位相熟性越早,出现时间相应提前。果实生长高峰期持续时间按中早熟、中晚熟、晚熟品种依次延长。

5.2 河西地区地处腾格里沙漠边缘,土壤性质多为沙壤土,砂粒数量多,结构疏松,透气性好,由于这种特殊的下垫面特性,春季温度回升快,加之具有灌溉条件,有利于枝条早发快长,树势恢复快。5 月上旬至 6 月上旬是新梢快速生长期,气温低于 11~12℃,新梢停止生长。果实成熟期干旱少雨,日照充足,气温日较差大,对果实着色、糖份积累、风味形成十分有利。当气温低于 7~7.9℃ 时,糖份停止积累。但果实生长期高温、干旱对果粒增大和形成较高产量不利,生产上应及时采取灌水、园内喷雾等方式创造良好的小气候环境,满足水分供应,促进果粒膨大。

5.3 河西地处高海拔地区,除中北部川区海拔高度在 1300~1500m 适宜种植不同熟性品种外,中南部川区海拔大多在 1500~2000m,热量条件总体欠佳,气温偏低,葡萄生育后期因热量不足影响及时成熟,糖低酸高,风味较差。因此,在选择葡萄种植区域、适栽品种和采取生产管理措施等方面都要科学规划,做到因地合理布局,避免盲目生产。

References :

[1] Liu M C. Analysis and assessment of climatic dry and wet conditions in Shiyang River Basin. Chinese Journal of Ecology 2006 25 (8) 880-884.

[2] Zhang X S ,Zhou G S ,Gao Q , *et al.* Study of global change and terrestrial ecosystems in china. *Earth Science Frontiers* ,1997 4 (1-2) :137 – 144.

[3] Li H L ,Xiao D N ,Wang Q B , *et al.* Landscape changes of typical agricultural oasis in arid regions and its driving factors. *Acta Ecologica Sinica* , 2004 24 (9) :1878 – 1883.

[4] Song S B ,Cai H J. Comprehensive quantitative assessment models for ecological environment in arid area. *Acta Ecologica Sinica* 2004 24 (11) : 2509 – 2515.

[5] Li X Y ,Xiao D N ,He X Y *et al.* Comparison on changes and their driving forces of farmland in oases of middle and lower reaches :The case of Liangzhou and Minqin oases in the Shiyang River basin. *Acta Ecologica Sinica* 2006 26 (3) :671 – 680.

[6] Tang Q C ,Zhang J B. Water Resources and Eco environment Protection in the Arid Regions in Northwest of China. *Progress In Geography* 2001 20 (3) :227 – 233.

[7] Meng J J ,Wu X Q ,Li Z G. Land use/cover changes and its landscape ecological effects in the middle western Hexi Corridor :A case study of Suzhou oases. *Acta Ecologica Sinica* 2004 24 (11) :2535 – 2541.

[8] Zhang G S ,Zhang X S. Study on Climate Vegetation Classification For Global Change in China. *Acta Botanica Sinica* ,1996 38 (1) :1 – 8.

[9] Zhou G S ,Zhang X S. Study on Chinese Climate-Vegetation Relatinoship. *Acta Phytocologica Sinica* ,1996 20 (2) :113 – 119.

[10] Luo G G ,Wu X Y ,Leng P. Study on Climatic Zoning for Wine-grape Growing in Huabei Regions. *Acta Horticulture Sinica* 2001 28 (6) :487 – 496.

[11] Li J M ,Wu Q H ,Bian K J. Climatic regionalization of wine grapevine in Shanxi province. *Agaicultural Research in Arid Area* ,1999 (3) :126 – 129.

[12] Song Y Y ,Wang B J ,Dong X P. Analysis of the Ecological Adaptabilities of Wine Grapevines in Shi Hezi of XinJiang. *Sino-Overseas Grapevine & Wine* ,1999 (3) :1 – 4.

[13] Li J M ,Li H. Winegrape Mature Property and Climatic Factors. *Journal of Sichuan Agriculture University* ,1996 ,14 (4) 555 – 560.

[14] Yang W H. Fruit Tree Growtn and Fruition. Shanghai :Shanghai Science And Technology Press ,1986.

参考文献：

[1] 刘明春. 石羊河流域气候干湿状况分析及水资源评价. *生态学杂志* 2006 25 (8) 880 ~ 884.

[2] 张新时 ,周广胜 ,高琼 ,等. 中国全球变化与陆地生态系统关系研究. *地学前缘* ,1997 4 (1 ~ 2) :137 ~ 144.

[3] 李华蕾 ,肖笃宁 ,王秋兵 ,等. 干旱区典型农业绿洲的景观变化与原因分析. *生态学报* 2004 24 (9) :1878 ~ 1883.

[4] 宋松柏 ,蔡焕杰. 旱区生态环境质量的综合定量评价模型. *生态学报* 2004 24 (11) 2509 ~ 2515.

[5] 李小明 ,肖笃宁 ,何兴元 ,等. 内陆河流域中、下游绿洲耕地变化及其驱动因素. *生态学报* 2006 26 (3) 671 ~ 680.

[6] 汤奇成 ,张捷斌. 西北干旱地区水资源与生态环境保护. *地理科学进展* 2001 20 (3) 227 ~ 233.

[7] 蒙吉军 ,吴秀芹 ,李正国. 河西走廊土地利用/覆盖变化的景观生态效应. *生态学报* 2004 24 (11) 2535 ~ 2541.

[8] 周广胜 ,张新时. 全球变化的中国气候-植被分类研究. *植物学报* ,1996 38 (1) :1 ~ 8.

[9] 周广胜 ,张新时. 中国气候-植被分类初探. *植物生态学报* ,1996 20 (2) :113 ~ 119.

[10] 罗国光 ,吴晓云 ,冷平. 华北酿酒葡萄气候区划指标的筛选与气候分区. *园艺学报* 2001 28 (6) :487 ~ 496.

[11] 李记明 ,吴清华 ,边宽江. 陕西省酿酒葡萄气候区划初探. *干旱地区农业研究* ,1999 (3) :126 ~ 129.

[12] 宋于洋 ,王炳举 ,董新平. 新疆石河子酿酒葡萄生态适应性的分析. *中外葡萄与葡萄酒* ,1999 (3) :1 ~ 4.

[13] 李记明 ,李华. 酿酒葡萄的成熟特性与气象因素. *四川农业大学学报* ,1996 ,14 (4) 555 ~ 560.

[14] 杨文衡. 果树生长与结实. 上海 :上海科学技术出版社 ,1986.