

南方地区部分葡萄园营养状况分析

周敏^{1,2}, 杨国顺^{1,2*}, 石雪晖^{1,2}, 刘昆玉^{1,2}, 白描^{1,2}, 徐丰^{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 [目的] 调查南方地区部分葡萄园的营养状况, 为日后葡萄园的科学施肥提供参考依据。[方法] 采集了南方地区有代表性的葡萄园土壤样本和叶片样本, 并且对其营养状况进行分析。[结果] 部分葡萄园土壤有机质含量不足, 速效性铁、锰、铜、锌含量适宜, 土壤 pH 较高的葡萄园存在缺镁的现象; 南方地区葡萄园叶片氮、磷、钾含量适宜, 个别地区缺钙, 缺镁现象很严重。[结论] 重视有机肥的施入, 着重补充镁元素。

关键词 土壤肥力; 树体营养; 葡萄园

中图分类号 S606+.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)16-05077-03

Analysis on Nutritional Conditions in Parts of Southern Vineyards

ZHOU Min, YANG Guo-shun et al (College of Horticulture and Landscape, Hunan Agriculture University, Changsha, Hunan 410128; Hunan Engineering and Technology Research Center for Grapes, Changsha, Hunan 410128)

Abstract [Objective] The aim was to investigate nutritional status of the southern parts of vineyard, and provide the reliable basis for scientific fertilization. [Method] Samples of soil and leaf from the southern part of representative vineyards were collected, and the nutrition status were analyzed. [Result] Parts of the vineyard organic matter content of the soil is insufficient, effective iron, manganese, copper, zinc is appropriate, the vineyard with higher soil pH value exists the phenomenon of lack of magnesium; The nitrogen, phosphorus, potassium content in leaf petiole is appropriate in southern vineyard, individual serious calcium and magnesium deficiency. [Conclusion] Attaches great importance on the organic fertilizer and magnesium supplement.

Key words Soil fertility; Nutritional conditions of trees; Vineyards

近年来,随着避雨栽培模式在我国南方地区的推广,长江流域及以南地区葡萄发展迅速,上海、广西、江苏、四川、湖北、湖南等地葡萄种植规模日益扩大,栽培品种也从单一向多样化发展,但是由于种植者一味的追求产量,采用不合理的施肥制度,过度地消耗了土壤和植株的养分,造成部分葡萄园出现土壤养分流失、树势减弱的情况,严重制约葡萄园的发展^[1]。

当前,土壤肥力分析和树体营养分析是葡萄园推荐施肥的主要方法。大量研究表明,利用养分诊断的方法,可以很好地了解植株在各个时期以及各个器官的生长情况及养分吸收情况,并且及时地作出相对应的施肥措施,避免因盲目施肥带来的肥料浪费^[2-5]。为了进一步了解南方地区葡萄园的营养状况,在上述几个地区采集了土壤和叶片样品,并且对其营养元素做了检测分析,初步了解该地区主要葡萄园的营养状况,对日后葡萄园管理特别是科学施肥提供参考。

1 材料与方

1.1 取样地点与试验品种 取样地点包括上海马路葡萄园、上海奉贤县庄行村葡萄园、广西南宁阳明葡萄园、广西兴安安亚公司生产基地、广西桂林葡萄园、江苏张合水葡萄园、四川双流金桥新安葡萄园、四川成都沙河堡庄区五福村葡萄园、湖北随州尚市葡萄园、湖北嘉定县葡萄园、重庆银龙镇吴小平葡萄园。所采样葡萄园以巨峰和夏黑无核为主,还有紫地球等其他品种。

1.2 取样方法及样品测定

1.2.1 土壤取样。在每年5月中旬取土样调查,采用“蛇

形”取样法,每个葡萄园随机取多个点,蛇形排布,去掉表层的土壤,选取20~40 cm土样,约1 kg左右,用取样袋带回实验室,自然晾干,然后采用四分法进行筛选处理。处理后,分析土壤肥力状况。土壤有机质的测定采用重铬酸钾加热法;全氮的测定采用湿烧法;全磷的测定采用钼锑抗比色法;全钾的测定采用火焰分光光度计法。土壤碱解N的测定采用碱解扩散法;速效P的测定采用0.5 mol/L碳酸氢钠浸提,钼蓝比色法;速效K的测定采用1 mol/L的醋酸铵浸提,火焰光度计法;速效Zn、Cu的测定采用0.1 mol/L HCl浸提-AAS法;有效Mn的测定采用KMnO₄比色法;有效Fe和交换性Ca、Mg的测定采用原子分光光度计法。

1.2.2 叶取样。对应于土样采集时间,采集果穗对生叶叶柄,每个样品约100个,采后装袋,带回实验室,冲洗干净,在105℃下杀酶20 min,然后在70~80℃下烘干,用研钵研碎、混匀,留待测定其矿质营养含量。叶柄全N、P、K含量的测定先用H₂SO₄-H₂O₂消煮,然后按以下方法进行测定:全N的测定采用扩散吸收法,全P的测定采用钼锑抗比色法,全K的测定采用火焰分光光度法。叶柄Ca、Mg、Mn、Fe、Cu、Zn含量的测定采用1 mol/L盐酸浸提,原子吸收分光光度法。所有测定方法参考土壤农业化学^[6]。

1.3 分级标准 我国耕作土壤含氮量不高,全氮量一般为1.0~2.0 g/kg;全磷的含量从第2次土壤普查来看,大致在0.44~0.85 g/kg范围内,南方酸性土壤全磷含量一般低于0.56 g/kg;土壤中全钾含量一般在16.6 g/kg左右,南方地区变化较大。这与南方成土母质不均一、气候多雨有关。葡萄园土壤主要肥力指标参照杨治元^[7]的标准。葡萄园土壤pH 6.5~7.5,有机质15~20 g/kg,速效氮50 mg/kg,速效磷10~30 mg/kg,速效钾60~150 mg/kg。

基金项目 现代农业产业技术体系建设资金(CARS-30-2P-5)资助。
作者简介 周敏(1986-),男,湖南益阳人,博士研究生,研究方向:果树栽培与生理。*通讯作者,教授,博士,从事果树栽培与生理生化方面的研究。
收稿日期 2014-05-07

叶片 N、P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 营养诊断评价指 标参照李港丽等^[8-9]的分级标准(表 1)。

表 1 中国葡萄叶片营养元素分级标准

分级	N//%	P//%	K//%	Ca//%	Mg//%	Fe//mg/kg	Mn//mg/kg	Cu//mg/kg	Zn//mg/kg
缺乏	<0.03	<0.05	<0.28	<0.04	<0.15	<18	<18	<2	<11
低量	0.03~0.59	0.05~0.09	0.28~0.90	0.04~0.69	0.15~0.25	18~29	18~29	2~9	11~24
适量	0.60~2.40	0.10~0.44	0.91~2.20	0.70~2.00	0.26~1.50	30~100	30~650	10~50	25~50
高量	>2.40	>0.44	>2.20	>2.00	>1.50	>100	>650	>50	>50

2 结果与分析

2.1 土壤肥力状况分析 土壤是植物获取营养物质的源泉。土壤肥力是土壤为植物生长与发育提供营养和环境条件的能力。对土壤肥力进行有效的分析是进行营养诊断的重要方法。

由表 2 可知,大部分地区葡萄园土壤 pH 均在 6~8 之间,呈弱酸性或弱碱性,均适宜葡萄的生长与发育,广西桂林葡萄园土壤 pH 为 4.85,酸性较强,易发生缺镁的情况,叶片营养状况分析结果刚好证实了这一点;有机质含量是衡量土壤营养状况的一个重要指标,含量越高,营养成分越丰富,越适宜葡萄的生长,吴小平葡萄园有机质含量最高,达到 48.104 g/kg,江苏张合水葡萄园含量最低,仅为 7.098 g/kg,低于标准水平,且两者相差 7 倍之多,在相对缺乏的地区应注意增加有机肥的施用

量;全氮、全磷、全钾是土壤中所有形态氮、磷、钾的总称,包括不可利用的、缓效性的和速效性的 3 种状态,其中速效性养分含量表明该地区葡萄园土壤的供肥能力和施肥效果。虽然个别葡萄园全氮、全磷、全钾含量相对较缺乏,但是速效氮、磷、钾含量基本处于适宜范围之内,甚至还有过量的情况,如成都沙河堡葡萄园全氮含量为 0.765 g/kg,略低于标准值,但是速效氮含量达到 170.270 mg/kg,明显高于标准值;江苏张合水葡萄园速效氮、磷、钾含量均较低,且速效磷处于缺乏状态。重庆吴小平葡萄园土壤中无论是全氮、全磷、全钾还是速效氮、速效磷、速效钾含量均是最高,且远远大于标准值,如速效钾含量达到 1 080.095 mg/kg,为双流金桥新安葡萄园的近 60 倍,比标准值高出 10 倍以上。

表 2 南方地区部分葡萄园土壤大量养分分析

葡萄园	pH	有机质 g/kg	全氮 g/kg	全磷 g/kg	全钾 g/kg	速效氮 mg/kg	速效磷 mg/kg	速效钾 mg/kg
上海马路(巨峰)	7.81	25.255	3.222	0.759	10.533	211.019	21.045	105.193
奉贤县庄行村(夏黑无核)	7.77	20.659	2.583	0.840	10.027	192.100	28.381	142.403
江苏张合水(夏黑)	7.73	7.098	1.532	0.216	7.970	54.574	3.475	67.983
广西兴安欧亚公司(紫地球)	7.65	31.553	1.276	0.901	6.666	266.320	70.608	358.165
广西桂林(巨峰)	4.85	25.782	2.359	1.036	8.753	235.031	91.322	187.055
四川双流金桥新安(巨峰)	7.08	24.524	1.243	1.111	8.835	219.750	9.977	19.219
成都平沙河堡庄区(夏黑)	7.55	13.524	0.765	0.940	7.241	170.270	66.003	128.878
重庆银龙镇吴小平(巨峰)	7.65	48.104	4.185	3.152	10.901	390.748	589.636	1080.095
湖北随州尚市葡萄园(巨峰)	7.72	13.125	2.679	0.869	7.942	140.436	46.916	105.193
湖南农业大学(夏黑)	6.218	13.733	2.74	0.235	9.179	87.793	22.821	281.350

由表 3 可知,吴小平葡萄园速效性 Fe、Mn、Cu、Zn 含量最高,说明施肥量足,土壤肥力高。广西兴安欧亚公司速效 Fe 水平最低,为 21.533 mg/kg;桂林葡萄园速效 Mn 含量最低,仅 4.883 mg/kg,其次是奉贤县庄行村葡萄园,为 9.017 mg/kg;速效性 Cu、Zn 含量差异不大,除吴小平葡萄园外,其余地区均小于 10 mg/kg。葡萄对上述 4 种微量元素的需求

较少,在葡萄生长过程中可以通过叶面喷施的方法进行补充。交换性 Ca、Mg 基本上来自钙镁磷肥和原来土壤中的含量^[10]。从表 3 还可以看出,交换性 Ca 含量无明显差异,交换性 Mg 含量以广西桂林葡萄园最低,为 12.400 mg/kg。这与其土壤酸性较强有很大的关系。

表 3 南方地区部分葡萄园土壤微量养分分析

葡萄园	速效 Fe//mg/kg	速效 Mn//mg/kg	速效 Cu//mg/kg	速效 Zn//mg/kg	交换性 Ca//mg/kg	交换性 Mg//mg/kg
上海马路(巨峰)	63.933	19.167	5.449	2.055	2 316.283	194.033
奉贤县庄行村(夏黑无核)	29.100	9.017	3.229	2.284	2 216.967	217.883
江苏张合水(夏黑)	49.867	19.500	1.207	1.079	1 936.917	271.183
广西兴安欧亚公司(紫地球)	21.533	59.300	2.110	8.739	2 301.133	53.333
广西桂林(巨峰)	174.200	4.883	2.505	1.890	1 181.817	12.400
四川双流金桥新安(巨峰)	27.933	59.233	4.842	0.624	1 620.200	57.383
成都平沙河堡庄区(夏黑)	122.917	68.950	6.018	3.754	1 917.950	155.250
重庆银龙镇吴小平(巨峰)	330.100	68.650	22.707	26.427	1 155.100	138.950
湖北随州尚市葡萄园(巨峰)	93.417	77.183	3.461	2.772	2 024.583	198.300
湖南农业大学(夏黑)	31.500	13.698	2.777	6.929	1 245.130	124.130

葡萄根系较深,分布较广,很难采集到合适的土样进行

分析。这也让土壤肥力分析的结果存在不可靠性。目前,土

壤肥力分析主要作为一种辅助营养诊断的方法,配合叶营养分析,两者相结合,更能准确地反映出整个葡萄园的营养状况^[9]。

2.2 叶营养分析 果树的营养诊断最早是以缺素症的外部形态作为判断标准,但是该方法有明显的滞后性,只有在植株明显表现出相关症状以后,才能采取相应的补救措施。目前,使用较多的是叶分析技术^[11-12]。采用该技术可以快速地检测出树体的营养水平,用来指导施肥,使之合理化、规范化。

由表 4 可知,所采样葡萄园树体的氮素营养水平基本在适宜范围之内,仅江苏张合水葡萄园叶柄氮含量为 0.487%,略低于标准值;大部分地区磷素也处于适宜水平,重庆吴小平葡萄园磷含量达到 1.053%,约为标准的 2 倍,可适当减少磷肥的施用量,张合水和平沙河堡庄区葡萄园叶柄中磷含量

相对较低;钾素相对吸收量最高,大部分葡萄园含量在适量范围以内,仅沙河堡庄区和随州尚市葡萄园钾含量略低,分别为 0.883%、0.712%,该地区可适当增施钾肥;有 3 个地区存在缺钙的情况,分别为上海马路葡萄园、广西桂林葡萄园和湖南农业大学葡萄园;缺镁现象更是普遍存在,这是南方地区葡萄园急需解决的问题,其中湖南农业大学葡萄园尤为明显,叶柄中镁含量仅为 0.013%,属严重缺乏地区。叶片缺镁易造成植株光合作用下降,其制造养分含量减少,树势降低,对产量和果实品质造成严重的影响^[13];采样地区基本上不存在缺铁、锰和锌的情况,前者基本在 100 mg/kg 以上,属于过量水平,含量最高的兴安欧亚公司达到 426.165 mg/kg,比标准值高 4 倍还多;奉贤县、沙河堡庄区、重庆吴小平 3 个葡萄园存在缺铜的情况,而湖南农业大学葡萄园则铜过量,与波尔多液的使用次数较多、用量较大有直接的关系。

表 4 南方地区部分葡萄园叶片养分状况分析

葡萄园	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
上海马路(巨峰)	0.670	0.329	1.341	0.610	0.260	187.712	292.941	37.535	26.635
奉贤县庄行村(夏黑无核)	0.613	0.191	1.824	0.725	0.153	201.980	159.234	6.029	22.383
江苏张合水(夏黑)	0.487	0.059	1.066	0.957	0.271	132.922	916.704	11.098	60.165
广西兴安欧亚公司(紫地球)	1.203	0.118	1.720	1.045	0.150	426.165	358.679	15.502	30.374
广西桂林(巨峰)	1.809	0.466	1.682	0.382	0.146	138.806	193.729	16.816	38.077
四川双流金桥新安(巨峰)	0.978	0.136	1.555	0.787	0.261	317.998	359.713	11.826	54.926
成都平沙河堡庄区(夏黑)	0.876	0.049	0.883	1.039	0.242	297.731	581.977	9.691	43.316
重庆银龙镇吴小平(巨峰)	0.994	1.053	1.574	1.315	0.169	369.676	842.081	9.258	74.605
湖北随州尚市葡萄园(巨峰)	0.836	0.209	0.712	1.463	0.484	264.894	1421.410	15.019	46.981
湖南农业大学(夏黑)	1.000	0.140	1.230	0.310	0.013	53.740	584.240	90.358	36.290

3 小结与讨论

目前,国内外对土壤肥力的测定方法达成普遍的共识,而对于树体营养状况分析应采用的方法存在分歧,主要表现在采集的样品是用叶片还是用叶柄。秦焯南等^[14]研究表明,用叶片来测 N 元素,用叶柄测 P 和 K 元素比较合适。Janat 等^[15]则认为二者均可。该研究采用叶柄来测定全部的养分指标。

朱小平等^[16]对河北昌黎地区赤霞珠葡萄园的营养状况进行的研究表明,该地区酿酒葡萄存在着轻视钾肥、有机肥和微量元素的现象,结合试验结果,还需补充一定量的镁肥;在成渝地区,土壤缺磷是很普遍的问题,部分葡萄园也存在缺镁的现象。这可能与施用钾肥过多、钾镁之间产生拮抗作用有关。

由上述地区葡萄园的土壤和叶片营养元素检测结果可知,氮、磷、钾 3 个主要营养元素含量基本在适宜范围以内。这与我国葡萄园的施肥习惯相符。南方地区存在普遍性缺镁的情况,个别地区非常严重,所以应该高度重视。镁元素是叶绿素和酶的重要组成成分,而叶绿体是进行光合作用的场所,缺镁会导致叶片黄化,光合作用减弱,严重影响葡萄的生长和结果。

有机质含量偏低也是部分葡萄园存在的主要问题。有机质是土壤的重要组成部分,其含量直接关系葡萄的生长发

育和有益微生物的生长。有机质含量偏低可能是因为有机肥使用较少。目前,葡萄种植户盲目地使用化肥,在追求肥效快的同时对土壤造成了不必要的损伤。土壤板结,有机质含量偏低,有害微生物滋长,均是忽视使用有机肥的后果。所以,提高有机肥的使用是葡萄园增产、增收的重要保证^[17]。

近年来,随着测土配方施肥技术的广泛推广,土壤肥力分析的方法逐渐被广大种植者所接受,加上叶营养分析的方法,逐步形成一套较完整的植物配方施肥与营养诊断的体系,为今后开展葡萄园的日常管理特别是用来指导施肥与缺素症的防治提供了重要的现实意义^[18]。

参考文献

- [1] 陈云霞,常晓冰,赵复泉,等. 太原市葡萄园土壤养分现状与合理施肥[J]. 山西农业科学,2006,34(2):57-59.
- [2] 李建和,刘淑欣,陈克文,等. 氮钾营养与葡萄植株生长、产量及品质的关系[J]. 福建农业大学学报,1995,24(1):58-62.
- [3] 周显骥. 巨峰葡萄施氮技术研究[J]. 湖南农业大学学报,1999,25(3):187-190.
- [4] 谢海霞,陈冰,文启凯,等. 氮、磷、钾肥对全球红葡萄产量与品质的影响[J]. 北方园艺,2005(4):73-74.
- [5] 蒋万峰,崔永峰,张卫东,等. 无核白葡萄叶内矿质元素含量年生长季内的变化[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,23(8):91-95.
- [6] 鲍土旦. 土壤化学分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [7] 杨治元. 葡萄营养与科学施肥[M]. 北京:中国农业出版社,2009.
- [8] 李港丽,苏润宇,沈隽. 几种落叶果树叶内矿质元素含量标准值的研究[J]. 园艺学报,1987,14(2):81-89.

表 2 1951~2010 年天祝县不同年代四季平均降水量距平百分率 %

季节	1951~ 1960	1961~ 1970	1971~ 1980	1981~ 1990	1991~ 2000	2001~ 2010
春季	27.2	-13.6	-19.2	6.7	3.0	-1.4
夏季	11.3	-11.7	6.2	3.8	-1.4	-7.0
秋季	10.4	-13.0	2.2	-9.6	8.6	19.6
冬季	84.1	-44.9	-54.6	0.5	6.5	19.4

2.3 年平均气温与降水的异常分析 在统计天祝县年平均气温和降水时,采用中国气象局《全国气候影响评价》的标准,利用气温距平(ΔT)和标准差(σ)及降水距平百分率($\Delta R\%$)按表 3 的标准评价气温、降水异常。经统计,近 60 年来天祝县气温异常偏高的有 1 年,出现在 1998 年;显著偏高的有 3 年,出现在 2002、2006 和 2009 年;偏高的有 4 年,出现在 1997、1999、2007、2010 年;偏低的有 3 年,出现在 1974、1977、1983 年;显著偏低的有 3 年,出现在 1970、1976、1984 年;异常偏低的有 1 年,出现在 1967 年,其他 45 年均正常。说明偏冷期集中在 20 世纪 60 年代后期仅 80 年代前期;90 年代后期逐渐进入偏暖期,2000 年后更趋偏暖。近 60 年来天祝县降水偏多的年份有 9 年,集中在 20 世纪 50~60 年代前期,80 年代后仅出现了 2 年,分别为 1988 和 2003 年;偏少年份有 9 年,集中在 1962~1975 年,80 年代后出现了 2 年,为 1990 和 1991 年,无异常(偏多)偏少和显著(偏多)偏少年份,其他 42 年均正常。

表 3 气温和降水异常的评价标准

气温标准	气温特征	降水标准	降水特征
$\Delta T/\sigma \geq 2.0$	异常偏高	$\Delta R\% > 80\%$	异常偏多
$1.5 \leq \Delta T/\sigma < 2.0$	显著偏高	$50\% < \Delta R\% \leq 80\%$	显著偏多
$1.0 < \Delta T/\sigma < 1.5$	偏高	$20\% < \Delta R\% \leq 50\%$	偏多
$-1.0 \leq \Delta T/\sigma \leq 1.0$	正常	$-20\% \leq \Delta R\% \leq 20\%$	正常
$-1.5 < \Delta T/\sigma < -1.0$	偏低	$-50\% \leq \Delta R\% < -20\%$	偏少
$-2.0 < \Delta T/\sigma \leq -1.5$	显著偏低	$-50\% < \Delta R\% \leq -80\%$	显著偏少
$\Delta T/\sigma \leq -2.0$	异常偏低	$\Delta R\% < -80\%$	异常偏少

3 小结

(1) 近 60 年来天祝县年平均气温呈上升趋势,增温速率达 $0.17\text{ }^\circ\text{C}/10\text{a}$;从 1997 年开始,气温呈一致的正距平,表明温度升高异常显著;从气温的季节变化看,四季气温均呈上升趋势,20 世纪 70~80 年代四季气温均偏低,90 年代开始,

四季气温均偏高,且冬季气温的升幅明显高于其他 3 个季节。年最高和最低气温也呈上升趋势,且年平均最低气温的变化率明显大于年平均气温和年平均最高气温。说明冬季升温年平均最低气温的增温对天祝县气候变暖起了关键作用。

(2) 天祝县年平均降水量自 1951 年以来呈减少趋势,变化率为 $-1.4\%/10\text{a}$ 。20 世纪 50~60 年代降水变化剧烈,自 70 年代中后期开始,降水平稳变化,减少趋势有所减缓,但进入 90 年代后,降水明显持续偏少。从降水的四季变化看,春、夏、冬季降水均呈减少趋势,仅秋季降水呈增加趋势。进入 90 年代后,春、秋、冬季降水均明显持续增加,而夏季降水持续减少。由于夏季降水量占全年的 59%,且夏季降水减少趋势大于年降水的减少趋势,因此夏季降水减少对年降水量减少起了关键作用。

(3) 综合各要素的突变特征和对气温与降水的异常分析,可知 20 世纪 90 年代后期气候逐渐变暖,2000 年后升温迅速,而降水却总体呈下降趋势,说明天祝县气候向暖干化发展。

参考文献

- [1] IPCC. Summary for Policymakers or Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [2] 秦大河,罗勇,陈振林,等. 气候变化科学的最新进展 - IPCC 第四次评估综合报告解析[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(6): 311 - 314.
- [3] 丁一汇,任国玉,石广玉,等. 气候变化国家评估报告(1): 中国气候变化的历史和未来趋势[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 3 - 8.
- [4] 张强,王润元,邓振镛,等. 中国西北干旱气候变化对农业与生态影响及对策[M]. 北京:气象出版社, 2012: 6 - 7.
- [5] 王鹏祥,杨金虎,张强,等. 近半个世纪来中国西北地面气候变化基本特征[J]. 地球科学进展, 2007, 22(6): 648 - 656.
- [6] 武金慧,李占斌,沈中原. 甘肃省近 50 年降水量及气候变化趋势研究[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(11): 24 - 29.
- [7] 裴彬. 近 30 年来甘肃气候变化趋势及其对干湿状况的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(9): 90 - 94.
- [8] 马兴祥,刘明春,张子廉,等. 天祝县气候变化对畜牧业可持续发展的影响及对策[J]. 草业科学, 2000, 17(5): 25 - 30.
- [9] 赵芳芳,徐宗学. 黄河兰州以上气候要素长期变化趋势和突变特征分析[J]. 气象学报, 2006, 64(2): 246 - 256.
- [10] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社, 1999: 42 - 76.
- [11] 宋连春,张存杰. 20 世纪西北地区降水量变化特征[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 143 - 148.
- [12] 施雅凤. 中国历史气候变化[M]. 济南:山东科学技术出版社, 1996: 443 - 467.
- [13] 秦焯南,陈兰华. 葡萄叶片叶柄 N P K 含量及其季节变化的研究[J]. 西南农业大学学报, 1996, 1(1): 65 - 67.
- [14] JANAT M M, STROEHLIN J L, PESSARAKLI M, et al. Grape response to phosphorus fertilizer: Petiole to blade P ratio as a guide for fertilizer application[J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1990, 21(9/10): 667 - 686.
- [15] 朱小平,王同坤,齐永顺,等. 不同产量、品质的赤霞珠葡萄园叶柄、土壤养分状况调查分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 164 - 167.
- [16] 薛峰,颜廷海,杨林章,等. 施用有机肥对土壤生物性状影响的研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(6): 1372 - 1377.
- [17] 白由路,杨柳苹. 我国农业中的测土配方施肥[J]. 土壤肥料, 2006(2): 3 - 7.

(上接第 5079 页)

- [9] 石伟勇. 植物营养诊断与施肥[M]. 北京:中国农业出版社, 2005: 312 - 313.
- [10] 刘晓,杨国顺,刘佳,等. 成渝地区葡萄园营养状况初步研究与分析[J]. 西南农业学报, 2011, 24(6): 2293 - 2295.
- [11] 朱小平,刘微,齐永顺,等. 赤霞珠葡萄叶分析营养诊断标准范围值的研究[J]. 北方园艺, 2008(10): 51 - 52.
- [12] 李亚东,周清桂. 叶分析在果树营养诊断中的若干问题[J]. 落叶果树, 1988(4): 16 - 19.
- [13] 韩艳婷,杨国顺,石雪晖,等. 不同镁营养水平对红地球葡萄叶绿体结构及光合响应的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(4): 603 - 609.