

# 贺兰山东麓风沙土区三年生酿酒葡萄磷肥效应研究

张晓娟<sup>1,2</sup>, 孙权<sup>1,2</sup>, 郭洁<sup>1,2</sup>, 王锐<sup>1,2</sup>, 王振平<sup>1,2</sup>, 吴旭东<sup>3</sup>

(1. 葡萄与葡萄酒教育部工程研究中心, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021;

3. 宁夏大学 西部生态中心, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**为了掌握贺兰山东麓风沙土区初果期酿酒葡萄的磷肥需求规律,通过田间试验和室内分析,研究了不同磷肥施用量对3 a生酿酒葡萄生长、叶养分分布、产量与品质的影响,提出了磷肥施用最佳经济效益方程。结果表明:在一定范围内,随施磷量提高,酿酒葡萄新梢长、百叶重、叶片中养分含量及产量均显著升高,但施磷量超过225 kg/hm<sup>2</sup>后会抑制新梢的生长,产量也随之下降,对品质也有显著的影响。经肥效方程计算得出风沙土3 a生酿酒葡萄最高产量施磷量为266.67 kg/hm<sup>2</sup>,最佳经济效益施磷量为233.33 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**贺兰山东麓;酿酒葡萄;风沙土;磷肥肥效

**中图分类号:**S 663.106<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)18-0181-05

贺兰山东麓地区位于北纬37°43′~39°23′,东经105°45′~106°47′,为贺兰山东麓冲积扇与黄河冲积平原之间的宽阔地带<sup>[1]</sup>,是国内外公认的酿酒葡萄最佳产区之一,于2003年被批准为全国第3个地理标志产品保护区。近年来,宁夏回族自治区政府高度重视葡萄产业发展,将葡萄产业确定为宁夏重点培育的六大支柱产业和13个农业特色优势产业之一<sup>[2]</sup>。目前,贺兰山东麓优质酿酒葡萄种植规模已达2.13万hm<sup>2</sup>,总产量达到40万t,总产值20亿元以上,已成为宁夏主要支柱产业之一<sup>[2-4]</sup>。计划未来5~10 a内扩大到6.67万hm<sup>2</sup>。

然而贺兰山东麓大部分酿酒葡萄基地土壤贫瘠,有机质含量水平低(平均仅2 g/kg),土壤结构性差,漏肥漏水严重,保温保湿性差,土壤强碱性导致磷及金属微量元素强烈固定,氮磷钾养分供应能力低,土壤肥力水平低下,成为葡萄高产优质栽培的主要障碍<sup>[4]</sup>。在强碱性瘠薄地栽培酿酒葡萄,合理施肥是获得经济效益的最重要的手段。因此为了及时、合理的补充土壤养分,满足葡萄生长需求,就必须掌握土壤养分供应特点及葡萄树体的需肥规律,提出酿酒葡萄合理施肥技术。

磷肥是果树生长发育不可缺少的重要营养元素之一,磷能促进花芽分化,提早开花结果,促进果实、种子

成熟,提高果实品质;增强根系吸收能力,促进根系生长,增强抗逆性<sup>[7-9]</sup>。磷不足时果树内部分生长活动不能正常进行,延迟果树展叶开花,甚至枝条下部的芽不能萌发,新梢和根系生长减弱,叶片变小<sup>[7]</sup>。特别是氮素供应过高时,缺磷就会引起氮物质失调,使植株反而呈现缺氮现象,甚至引起早期落叶,产量下降。近年来,果园施用氮肥越来越多,由于长期单一施氮肥,使土壤中的氮磷比例失调,土壤板结,理化性质被破坏,氮肥增产效果一直下降,造成适龄果树不能结果,缩短盛果期,大小年严重,品质差。因此在果园适量施用磷肥是很有必要的<sup>[5-6]</sup>。国内目前对酿酒葡萄磷素需求规律及合理施用开展的研究并不多,尤其是对风沙土区初果期酿酒葡萄树营养的研究更是少之又少。3 a生酿酒葡萄树对磷肥营养的需求的研究结果可直接运用于生产实践,不仅能提高葡萄产量、改善葡萄及葡萄酒的品质,增加企业和农民的经济收益,同时也能为宁夏贺兰山东麓葡萄产业带的发展提供详实的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在玉泉营葡萄与葡萄酒教育部工程研究中心基地进行,试验区土壤为初育土纲,风沙土土类。土壤剖面0~20 cm、20~40 cm各层土壤基本理化性质见表1。由表1可知,未施肥前,按照全国第2次土壤普查土壤肥力分级标准,供试土壤除速效钾含量达到中等水平外,其余各类养分均属于低肥力水平,尤其是有机质含量小于5 g/kg,肥力为低等4级水平薄砂地,速效性碱解氮为偏低的5级水平(25~50 mg/kg),速效磷为中等偏低的4级水平(10~20 mg/kg)<sup>[11]</sup>;表现出半干旱区贫

**第一作者简介:**张晓娟(1987-),女,硕士,现主要从事植物营养施肥研究工作。

**责任作者:**孙权(1965-),男,博士,教授,现主要从事农业资源利用的教学与科研工作。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31160417);现代农业产业技术体系建设专项资助项目(nycytx-30-zp)。

**收稿日期:**2012-05-07

表 1

试验地基本理化性质

Table 1

The basic soil physical and chemical properties

深度 Depth	有机质 Organic matter	碱解氮 Available N	速效磷 Available P	速效钾 Available K	pH	全盐 Total salt	容重 Bulk density	田间持水量 Field capacity
/cm	/g · kg <sup>-1</sup>	/mg · kg <sup>-1</sup>	/mg · kg <sup>-1</sup>	/mg · kg <sup>-1</sup>		/g · kg <sup>-1</sup>	/g · cm <sup>-3</sup>	/%
0~20	3.77	11.20	18.76	107.50	8.18	0.29	1.59	23.39
20~40	1.58	48.04	16.66	115.00	8.24	0.29	1.70	15.57

瘠沙土低有机碳累积特征。因葡萄实行沟栽,逐年施肥覆土,碱解氮和速效钾次表层含量高于表层。

## 1.2 试验材料

供试酿酒葡萄为当地主栽品种之一的世界著名的红色酿酒葡萄品种 3 a 生“梅鹿辄”(Merlot),欧亚种,原产法国。

## 1.3 试验方法

该试验采用单因素六水平随机区组设计,磷肥施用量分别为 0、75、150、225、300、450 kg/hm<sup>2</sup>。两侧开沟施入覆土,滴灌供水,氮钾肥统一用量 225 kg/hm<sup>2</sup>,钾肥一次性施入,氮肥和磷肥分 4 次施入。每小区用地 30 m<sup>2</sup>。其中氮肥用尿素,磷肥用重过磷酸钙,钾肥用粉状硫酸钾。灌水为滴灌供水,按照田间持水量的 60%~90%作为供水的下限和上限。

## 1.4 项目测定

1.4.1 生长量的测定 于 2011 年 6 月中下旬测定植株新梢长,每小区测定 10 株酿酒葡萄的新梢长度,每株选择新梢基部到顶端的垂直高度,取平均值;叶绿素含量用 SPAD-502 叶绿素计测定,读数用 SPAD 值表示。每小区测定 10 株酿酒葡萄叶片(南北向中部叶片),每株选叶中间部位进行测定,取平均值。

1.4.2 叶养分的测定 于 2011 年 7 月 25 日葡萄叶片成熟后将采自中部的成熟叶片,每小区摘取 100 片叶片,称其鲜重,然后将其叶片与叶柄分开,用蒸馏水冲洗干净,风干。再置于烘箱中,在 80℃ 的温度下杀青 20 min,60℃ 下烘干 8 h,经粉碎后保存测定叶柄、叶片中全氮、全磷、全钾含量。其中,全氮的测定用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮,蒸馏法;全磷的测定用钒钼黄比色法;全钾的测定用火焰光度计法<sup>[9]</sup>。

1.4.3 产量测定 产量测定于 2011 年 9 月 24 日,通过

调查每处理小区总株数、单株果穗数、单穗重量等,计算小区平均产量,折算为公顷产量;同时称量每小区实际产量,折算为公顷产量,用于统计分析。

1.4.4 品质测定 品质测定于 2011 年 9 月 25 日当天葡萄成熟时,每处理随机采集有代表性的果穗 10 个,每个处理取 20 粒葡萄,用手持糖量计测可溶性固形物含量。果实酸度的测定采用 NaOH 滴定法,每个处理取 5 mL 原汁,再加 15 mL 蒸馏水,以 1% 酚酞为指示剂,用 0.1% 的 NaOH 滴定<sup>[8]</sup>。每个处理重复 4 次。可溶性糖用苯酚法测定,维生素 C 用 2,4-二硝基苯肼比色法测定<sup>[10]</sup>。

1.4.5 土壤性质测定 pH 用 SH-4 精密酸度计测定,全盐用 DDS-11 电导率仪测定,有机质用重铬酸钾氧化-硫酸亚铁滴定法测定,碱解氮用扩散法测定,速效磷用硫酸钼锑抗法测定,速效钾用火焰光度计法测定<sup>[8]</sup>。

## 1.5 数据分析

对所测定的数据用 Excel 2003、SAS 7.05 统计软件及 DPS 统计软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 磷肥不同施用量对酿酒葡萄生长量及百叶重的影响

叶绿素含量的高低是表征植物叶片光合作用强弱和干物质积累量的指标。由表 2 可知,在氮钾肥用量一致的情况下,随着施磷量的增加,叶绿素含量有增加的趋势,但未达到显著差异,因为氮素才是合成叶绿素的主要成分;而增施磷肥对葡萄新梢长有促进生长的作用,但施磷量超过 150 kg/hm<sup>2</sup> 后导致个体变异加大,从而使处理间达不到显著差异水平,但施磷肥量超过 225 kg/hm<sup>2</sup> 时反而抑制新梢生长。说明 3 a 葡萄磷肥施

表 2

磷肥不同施用量对酿酒葡萄生长发育的影响

Table 2

Effects of phosphate fertilizer application on growth and development of wine grape

施磷量 Phosphorus amount/kg · hm <sup>-2</sup>	叶绿素 Chlorophyll/mg · g <sup>-1</sup>	新梢长 Length of new branches/cm	百叶鲜重 Venetian fresh weight/g	百叶干重 Venetian dry weight/g	干/鲜 Dried/Fresh
0	36.35±0.78 a	84.45±6.15 ab	176.46±0.14 f	56.92±0.04 f	3.12±0.01 a
75	37.39±0.52 a	106.1±0.99 ab	197.91±0.01 c	68.22±0.01 c	2.92±0.02 c
150	37.31±0.65 a	91.3±13.15 ab	209.17±0.06 b	73.76±0.04 b	2.84±0.00 d
225	38.68±0.62 a	109.5±15.70 a	218.77±0.08 a	78.85±0.01 a	2.77±0.00 f
300	36.67±1.29 a	83.5±6.65 ab	197.09±0.04 d	66.51±0.04 d	2.96±0.00 b
450	37.31±2.67 a	80.6±6.79 b	181.11±0.01 e	64.72±0.03 e	2.81±0.00 e

注:同列数值后不同字母表示差异达 5% 显著水平。

Note: Values followed by different letters in the same column mean significant at the 5% level.

用量宜小于 225 kg/hm<sup>2</sup>,有利于植株对养分的充分吸收和利用。施磷肥显著提高百叶鲜重,百叶鲜重、百叶干重随施磷量的增加而显著提高,这一促进作用在一定范围内呈同步增长,但施磷量超过 225 kg/hm<sup>2</sup>后却抑制葡萄生长,百叶鲜、干重随之下降。葡萄叶片鲜干比因施磷肥促进干物质积累而显著下降,在 225 kg/hm<sup>2</sup>施磷范围内,随施磷量增加而同步显著下降;但进一步提高施磷量因抑制了葡萄生长,鲜干比有所上升。

## 2.2 磷肥不同施用量对酿酒葡萄叶养分含量的影响

叶片是植物进行光合作用的主要部位,需要从根部运输大量的氮磷钾素帮助叶片叶绿素的合成,提高植株的光合作用,增加光合产物积累量,以提高作物产量,改善果实品质,但是土壤中能被利用的氮磷钾素很少,无法满足植物对养分的需求,因此施用磷肥对提高叶片、叶柄中的养分含量有促进作用。由表 3 可知,植物对养分的吸收有协同作用,表现为施磷量超过 75 kg/hm<sup>2</sup>显著提升叶片氮素吸收和累积,且在 225 kg/hm<sup>2</sup>范围内,全氮累积量随施磷量增加而增加;但施磷量超过 225 kg/hm<sup>2</sup>后,因抑制葡萄生长,吸氮量随之下降。叶片吸磷量随磷肥施用量的提高而显著增加,除 75 kg/hm<sup>2</sup>施磷量外,二者同步增长,说明提高施磷量能够促进叶片磷的吸收和累积。

由表 4 可知,增施磷肥显著促进叶柄氮、磷含量的

表 3 磷肥不同施用量对酿酒葡萄  
叶片养分含量的影响

Table 3 Effect of phosphorus application rate on  
contents of N,P,K in leaves of wine grape

施磷量 Phosphorus amount/kg · hm <sup>-2</sup>	全氮(N)含量 Total N/g · kg <sup>-1</sup>	全 P 含量 Total P/g · kg <sup>-1</sup>	全 K 含量 Total K/g · kg <sup>-1</sup>
0	6.93±0.07 c	1.19±0.06 d	4.56±0.16 d
75	7.19±0.76 c	1.69±0.03 a	4.94±0.09 cd
150	15.98±0.01 b	1.32±0.03 c	5.21±0.39 c
225	20.36±2.76 a	1.39±0.04b c	5.16±0.11 c
300	17.16±1.59 ab	1.46±0.10 b	11.12±0.33 a
450	18.65±0.33 ab	1.47±0.03 b	8.95±0.04 b

表 5

磷肥不同施用量对酿酒葡萄果实品质的影响

Table 5 Effect of phosphorus application rate on wine grape quality

施磷量 Phosphorus amount/kg · hm <sup>-2</sup>	VC 含量 VC content/mg · (100g) <sup>-1</sup>	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可溶性固形物 Soluble solids content/%	总酸度 Total acidity/%	糖/酸 Sugar/Acid
0	14.92±0.03 a	4.21±0.06 c	16.41±0.50 c	0.69±0.02 a	23.83±0.21 d
75	23.43±16.60 a	7.12±0.13 b	18.62±1.42 ab	0.63±0.00 b	29.14±3.22 c
150	18.63±7.94 a	7.46±1.29 b	18.13±0.17 b	0.49±0.00 c	36.47±0.74 ab
225	20.73±0.54 a	10.44±0.62 a	19.73±0.31 a	0.51±0.01 c	39.71±1.70 a
300	19.51±5.75 a	2.94±0.21 c	18.57±0.90 ab	0.53±0.00 c	36.03±0.45 b
450	16.66±0.28 a	8.51±0.61 b	18.77±0.06 ab	0.52±0.00 c	37.75±0.33 ab

## 2.4 磷肥不同施用量对酿酒葡萄果实产量及经济效益的影响

提高,施磷量 75 kg/hm<sup>2</sup>为最高;但进一步提高施磷量与叶柄磷含量缺乏对应关系;反映出叶柄可作为氮磷营养协同作用的灵敏性诊断部位。营养元素的协同作用也同样因施磷促进葡萄生长而显著提高叶片钾含量,且施磷量越高,叶片钾含量也越高。增施磷肥显著提升叶柄钾含量,施磷量越高,叶柄含钾量越高,但施磷量超过 450 kg/hm<sup>2</sup>时,因抑制了葡萄生长,吸钾量随之下降。

表 4 磷肥不同施用量对酿酒葡萄  
叶柄养分含量的影响

Table 4 Effect of phosphorus application rate on  
contents of N,P,K in petioles of wine grape

施磷量 Phosphorus amount/kg · hm <sup>-2</sup>	全氮(N)含量 Total N/g · kg <sup>-1</sup>	全 P 含量 Total P/g · kg <sup>-1</sup>	全 K 含量 Total K/g · kg <sup>-1</sup>
0	4.06±0.06 c	1.08±0.04bc	21.16±0.54c
75	4.16±0.37c	1.47±0.04a	30.26±4.38b
150	5.31±0.40b	1.15±0.10bc	31.92±0.04ab
225	6.39±0.43a	0.92±0.11c	33.74±0.21ab
300	5.26±0.43b	1.08±0.12bc	35.81±0.08a
450	5.87±0.40ab	1.32±0.13ab	24.22±0.38c

## 2.3 磷肥不同施用量对酿酒葡萄果实品质的影响

磷能促进碳水化合物的合成与运转,施磷肥能够显著提高果实总糖及可溶糖含量,但随施磷量提高,树体个体还原糖含量差异增大,促进作用减缓。可见磷肥是改善酿酒葡萄品质的重要因子之一。由表 5 可知,随施磷量提高,显著影响果实总糖及可溶糖含量的提高,但施磷量超过 225 kg/hm<sup>2</sup>时,糖含量有所下降。同时,增施磷肥能够显著降低果实总酸度,随施磷量增高,果实总酸度下降,施磷肥 150 kg/hm<sup>2</sup>时果实总酸度极显著降低,但进一步提高施磷量,总酸度未相应下降,说明施磷肥对降低总酸度有一定的限度。

适量施磷肥 75 kg/hm<sup>2</sup>显著提高果实维生素 C 含量,但进一步提高施磷量,维生素 C 含量反而有所下降,尤其施磷量超过 300 kg/hm<sup>2</sup>抑制葡萄生长,维生素 C 含量大幅度降低。而糖酸比随施磷量提高相应增大,施磷量 225 kg/hm<sup>2</sup>糖酸比达到最高,进一步增大施磷量,糖酸比反而下降。

磷肥不同施用量提升了酿酒葡萄园土壤养分供应量,并促进了葡萄生长发育,最终在产量上得到了体现,



不同磷肥施用量处理极显著增加 3 a 生酿酒葡萄初果产量,且葡萄产量随施磷量的提高而逐渐增加,直至施磷量超过 300 kg/hm<sup>2</sup>后产量显著下降,这也符合肥料报酬递减规律。从表 6 可以看出,瘠薄沙地增施磷肥显著增产,最高增产幅度达到 146.87%,施磷肥经济效益显著提高;磷的增产作用有限,产投比最高的施磷量为 75 kg/hm<sup>2</sup>的处理,随着施肥量的进一步提高,产投比逐步降低,这也体现了肥料报酬递减率效应。

表 6 磷肥不同施用量下酿酒葡萄果实产量及经济效益分析

Table 6 Effect of potassium application rate on wine grape economic benefits

施磷量 Phosphorus amount /kg · hm <sup>-2</sup>	平均产量 Average yield /t · hm <sup>-2</sup>	增产 Increase /%	产值 Output value /元 · hm <sup>-2</sup>	成本 Fertilizer costs /元 · hm <sup>-2</sup>	收益 Economic benefits /元 · hm <sup>-2</sup>	产/投 Output /Input
0	1 610.625	0.00	5 798.25	2 430	3 368.25	2.39
75	3 386.55	1.10	12 191.58	2 970	9 221.58	4.10
150	3 270.60	1.03	11 774.16	3 510	8 264.16	3.35
225	3 837.75	1.38	13 815.90	4 050	9 765.90	3.41
300	3 976.35	1.47	14 314.86	4 590	9 724.86	3.12
450	2 956.65	0.84	10 643.94	5 670	4 973.94	1.88

根据肥料效应判断,磷肥用量(x)与产量(y)之间的关系可以用一元二次方程  $y=c+bx+ax^2$  表示。

根据结果对试验条件下施磷量与酿酒葡萄产量之间的关系进行了模拟,得到二者之间的相关关系为:  $y=-3E-05x^2+0.016x+1.8312$ ,  $R^2=0.8864$ ,  $r=0.9415$ 。该式表明,磷肥的一次项系数为正,而二次项系数为负,表明了典型的抛物线线性关系,符合肥料效应的报酬递减规律;而决定系数则表明,供试土壤速效磷含量低,3 a 生酿酒葡萄的增产量 88% 依存于外部施磷。根据边际分析原理,dy/dx=0 时,酿酒葡萄产量最高,可计算最高产量施磷量  $P_2O_5 \max=266.67 \text{ kg/hm}^2$  (17.78 kg/667m<sup>2</sup>);理论最高产量为 3 976.35 kg/hm<sup>2</sup> (264.30 kg/667m<sup>2</sup>)。而 dy/dx=P<sub>x</sub>/P<sub>y</sub> 时,经济利润最大,此时可计算最大利润施磷量。当季磷肥价格为 P<sub>x</sub>=7.2 元/kg,酿酒葡萄 3 600 元/t,从而得到最佳经济效益施磷量  $P_2O_5 \text{ opt}=233.33 \text{ kg/hm}^2$  (15.56 kg/667m<sup>2</sup>)。

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,对于 3 a 生酿酒葡萄树体对磷肥的需求施用量小于 225 kg/hm<sup>2</sup> 时,有利于植株对养分的

充分吸收和利用,但对新梢长度和叶绿素含量没有决定性作用,因为氮素是影响叶绿素合成及营养生长的主要成分;同时,施磷肥显著提高百叶鲜重,百叶鲜重、百叶干重随施磷量的增加而显著提高,但未达到显著差异,但施磷量超过 225 kg/hm<sup>2</sup> 后却抑制葡萄生长,百叶鲜、干重随之下降;由于植物对养分的吸收有协同作用,随着磷肥使用量的增加,对葡萄叶片及叶柄对氮、磷、钾素的吸收均有促进作用,且叶片中的磷含量显著高于叶柄中磷含量,这与王静芳等<sup>[12]</sup> 研究结果一致;施磷肥能够显著提高果实总糖及可溶糖含量,但随施磷量提高,树体个体还原糖含量差异增大,促进作用减缓,但施磷量过高反而抑制果实维生素 C 的含量。

通过施磷量对酿酒葡萄产量的模拟方程可以得出,磷肥施用量与 3 a 生酿酒葡萄产量之间的关系表现为典型的抛物线式,即施磷量低于 300 kg/hm<sup>2</sup> 时,随施磷量的增加,产量增加,说明磷能够促进酿酒葡萄光合产物的转运,从而达到增产的效果,但进一步增加施磷量会导致产量下降,主要是影响离子的平衡吸收;同时得到 3 a 生酿酒葡萄最高产量施磷量为 266.67 kg/hm<sup>2</sup>,最佳经济效益施磷量为 233.33 kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 王静芳,孙权,王振平.宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄发展的肥力制约因素与改良措施[J].中外葡萄与葡萄酒,2007(1):26-29.
- [2] 郭长江,马玲艳.打造“贺兰山东麓葡萄酒文化长廊”-18 个葡萄酒项目落地宁夏贺兰山东麓[J].华夏酒报,2011,9(16):11-12.
- [3] 李彦凯,王奉玉.宁夏葡萄酒产业发展现状与对策[J].宁夏科技,2002(1):7-9.
- [4] 李玉鼎,李彦凯,王银川.法国酿酒葡萄栽培管理技术考察报告[J].宁夏农学院学报,1999,20(2):4-10.
- [5] 张卫峰,马文奇,张福锁,等.中国、美国、摩洛哥磷矿资源优势及开发战略比较分析[J].自然资源学报,2005,20(3):378-386.
- [6] 刘成先.果园土壤管理与施肥(一)果树营养[J].北方果树,2005(1):26-29.
- [7] 孙羲.植物营养原理[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [8] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [9] 孙权.农业资源与环境质量分析方法[M].银川:宁夏人民出版社,2004.
- [10] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [11] 全国土壤普查办公室.中国土壤[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [12] 王静芳,孙权,王振平.宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄叶部氮磷钾生长季动态研究[J].北方园艺,2007(5):22-25.

## Effect of Phosphorus Application Rate on Wine Grape at Eastern Foot of Ningxia Helan Mountain

ZHANG Xiao-juan<sup>1,2</sup>, SUN Quan<sup>1,2</sup>, GUO Jie<sup>1,2</sup>, WANG Rui<sup>1,2</sup>, WANG Zhen-ping<sup>1,2</sup>, WU Xu-dong<sup>3</sup>

(1. Grape and Wine Engineering Research Center of Education Ministry, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. Center of Western Ecology, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

# 沈阳福陵古松根区土壤养分状况研究

郝长红<sup>1</sup>, 颜丽<sup>2</sup>, 胡克伟<sup>1</sup>, 关连珠<sup>2</sup>

(1. 辽宁农业职业技术学院, 辽宁 营口 115009; 2. 沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:**从古松根区的纵向和横向研究了沈阳福陵不同深度古松土壤养分状况。结果表明:在距树干 4 m 处可能是古松根系吸收养分较强的地方;钾素营养并不是引起古树衰弱的主要因素,而土壤有效氮和有效磷,特别是距树干 4 m 处土壤的有效氮和有效磷供给量可能与古树衰弱枯死有一定的关系。

**关键词:**古松;氮;磷;钾

**中图分类号:**S 791.254(231) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)18-0185-03

福陵古松素有“活文物”的美誉,是国内现存的珍稀古油松之一。根据国家建设部《城市古树名木保护管理办法》标准划分,两陵古松为国家一级古树。依据史料推算,目前两陵古松年龄约为 300~370 岁,有的甚至达 600 多岁。1979 年沈阳市开始对古松进行系统管理并建设,当时约有古松 5 400 株,但目前两陵古松数量仅为 3 093 株。近十几年来,福陵古松以每年近百株的速度死亡。

土壤是环境的重要组成要素,是森林至关重要的立地条件和物质储备库,土壤的养分和理化性质的优劣是树木生长好坏的决定性因素。虽然,已经有很多人从土壤的角度探讨了古松衰弱枯死的原因<sup>[1-4]</sup>,但是已有的大部分研究,在土壤样品的采集上(研究方法)都集中在表层土壤或距树干 2 m 以内的区域内,并且研究项目大部分比较单一。该试验在枯死古松根区土壤的纵向

(0~200 cm)和横向(0~10 m)范围内,分别采集不同层次和不同区域的土壤,同时以生长状况良好的古松为对照,研究其养分状况的变化,力求从土壤养分的角度来进一步探讨古松衰弱枯死的原因,为指导保护和养护古松提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试土壤分别采自已枯死(1 a 内)的古松根区土壤和正常生长的古松根区土壤,土壤类型均为发育于黄土性母质上的棕壤。采样方法:以树干为中心,向 4 个方向辐射采样,每个方向设 4~6 个采样点,每个样点间隔 2 m;每一样点的纵向采样深度分别为 0~50、50~100、100~150、150~200 cm 4 个层次,然后将 4 个方向上相同样点相同深度的土壤混合成一个样品。经风干过筛处理后备用。

### 1.2 试验方法

有机质测定采用丘林法;全氮测定采用半微量开氏法;全磷测定采用 NaOH 熔融,钼锑抗比色法;全钾测定采用 NaOH 熔融,火焰光度计法;碱解氮测定采用碱解扩散法;速效磷测定采用 Olsen 法;速效钾测定采用

**第一作者简介:**郝长红(1976-),女,黑龙江绥化人,博士,助教,研究方向为土壤肥力。E-mail: yanghaochanghong@126.com.

**责任作者:**关连珠(1960-),男,教授,博士生导师,研究方向为农业生态与环境。

**收稿日期:**2012-05-11

**Abstract:** In order to grasp the phosphate needs of the law of the fruit of wine grapes in the eastern foot of Helan Mountain Sandification, a field experiment combined with lab analysis was conducted to study the effect of phosphate fertilizer application amount on the grape growth, nutrient uptake, yield and quality, as well as economic benefits of 3 years wine grape in sandy soil at eastern foot of Helan Mountain of Ningxia. The results showed that within a certain range with the enhanced application rate of phosphate fertilizer, the length of new branches, leaves weigh, the contents of N, P, K in leaves, as well as the yield of the three years wine grape were significantly increased along with the increased phosphorus application rate less than 225 kg/hm<sup>2</sup>. However, further increased phosphorus led to decrease of branch length and yield. The maximum application rate of phosphorus for the 3 years wine grape was 266.67 kg/hm<sup>2</sup>. The optimum application amount of phosphorus was 233.33 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** eastern foot of Helan Mountain; wine grape; sandy soil; effect of phosphorus application