

DOI:10.11937/bfyy.201612044

# 几种物质对蓝莓土壤 pH 及有效 N、P、K 的影响

付 燕<sup>1</sup>, 杨 芩<sup>2,3</sup>, 张 杰<sup>2</sup>, 岳 阳<sup>2</sup>

(1. 黔东南民族职业技术学院, 贵州 凯里 556000; 2. 凯里学院 环境与生命科学学院, 贵州 凯里 556000;

3. 凯里学院 蓝莓研究所, 贵州 凯里 556000)

**摘 要:**以 4 年生盆栽“灿烂”兔眼蓝莓为试材,研究了硫磺、硫酸钾和食用醋对土壤 pH 及有效 N、P、K 含量的影响。结果表明:在土壤中施入一定量的硫磺、硫酸钾和食用醋后,能显著降低土壤 pH,增加土壤有效 N、P、K 含量。其中食用醋能迅速降低土壤 pH 至蓝莓生长最适的 4.0~4.8 范围,硫磺也能调整土壤 pH 至 4.0~4.8,但改良效果较食用醋慢,3 种物质中硫酸钾改良土壤 pH 的效果最差,同时土壤中有效 N、P、K 含量随 pH 降低而增加。综合分析表明,食用醋是一种见效快,易于施用的土壤 pH 改良物质。

**关键词:**蓝莓;土壤 pH;土壤因子;食用醋;硫酸钾;硫磺

**中图分类号:**S 663.206<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)12-0179-04

蓝莓(blueberry)属杜鹃花科(Ericaceae)越桔属(*Vaccinium*)多年生落叶或常绿灌木<sup>[1-2]</sup>,又名越橘,原产北美洲。蓝莓果实含有丰富的维生素 C、花青素、过氧化

**第一作者简介:**付燕(1982-),女,硕士,副教授,研究方向为生物技术在园艺植物上的应用。E-mail:fuyanloquat@126.com.

**基金项目:**黔东南州科技计划资助项目(黔东南科合 J 字[2014]4005);贵州省教育厅“125 计划”重大科技专项资助项目(黔教合重大专项字[2013]028)。

**收稿日期:**2016-03-11

物自由基,是抗衰老、克服亚健康、防癌、抗癌、预防心脑血管疾病的上等保健食品,风靡世界发达国家<sup>[3]</sup>,被誉为第三代水果、“浆果之王”,同时也被国际粮农组织列为人类五大健康食品之一<sup>[4-6]</sup>。随着人类生活水平的不断提高,蓝莓不仅作为一种保健和功能食品,更作为一种美味的水果,引起了全球食品及果树界的关注<sup>[7]</sup>。近年来,随着人们对蓝莓营养价值和保健价值的认识与传播,国际国内市场对蓝莓的需求量日益增加,使其成为 21 世纪最具发展潜力的水果之一<sup>[8]</sup>。

然而,蓝莓对种植地土壤的条件要求极其苛刻,特

## Soil Respiration of Grassland Under Condition of Human Disturbance

GE Nan, CUI Xiangxin, HAN Yanlong, ZHANG Qi, ZHANG Jing

(College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019)

**Abstract:**Dynamic soil respiration in different slope positions was measured by ADC soil respiration apparatus in runoff plots and natural grazing pasture of Xilin River Basin. The effects of human disturbance on soil respiration in typical steppe runoff plots were studied. The results showed that the diurnal variation of soil respiration and temperature could be expressed as a single peak curve and its highest occurred between 13:00 pm and 14:30 pm. The mean soil respiration rate was significant higher in top position of runoff plots ( $2.61 \pm 0.80$ )  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  than that in bottom ( $1.51 \pm 0.32$ )  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , or the top of natural grazing pasture ( $1.31 \pm 0.68$ )  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and the bottom position ( $0.75 \pm 0.25$ )  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The relationship between soil respiration and soil temperature was well explained by single variable model. The  $R^2$  values were 0.76, 0.78, 0.87 and 0.70, respectively. The  $Q_{10}$  values were 1.68, 1.59, 2.17 and 1.91, respectively. Two variable model of soil temperature and moisture could better express the influence of water heating factor on soil respiration,  $R^2$  value could reach 0.82—0.89, which provided a guiding role for the study of the relationship between soil respiration and soil water thermal factor.

**Keywords:**soil respiration; soil temperature and moisture; correlation mode; Xilin River Basin grassland

别是对土壤的 pH 要求很严,最适 pH 为 4.0~4.8, pH 高于 5.5 时,会造成其缺铁失绿,生长不良甚至死亡<sup>[6]</sup>。长期以来,蓝莓种植主要靠施硫磺来降低土壤 pH,同时也在生产栽培的肥水管理中施用硫酸亚铁、硫酸铝和硫酸钾等酸性肥料来维持土壤 pH 条件<sup>[9-12]</sup>。前者虽然可以同时起到杀虫和杀菌的作用,但施入后需要一定的时期才能发挥作用,且长期或过度施用会使土壤板结而影响其它生物状况,而后者虽然也能一定程度地降低土壤 pH,但成本较高,而且只能在进行肥水管理时适当地施入,很难达到理想的土壤 pH。近年来虽然有研究者应用糠醛渣替代硫磺调节土壤 pH,并取得良好效果<sup>[6]</sup>,但其来源仅限于糠醛生产化工企业。目前生产上用于蓝莓土壤 pH 改良的物质仍甚少,亟需寻找一些见效快、易于施用且环保的土壤改良物质。因此,该研究拟用硫磺和硫酸钾为对照,探讨食用醋对土壤 pH 及有效 N、P、K 含量的影响,以期丰富蓝莓生产栽培的土壤 pH 改良技术,也为探索食用醋的新用途提供参考,对蓝莓的生产栽培有着重要指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以种植于凯里学院农科教人才培养校内实训基地内生长健壮,长势一致,且无病虫害的 105 株 4 年生盆栽“灿烂”兔眼蓝莓植株作为研究试材。

松针土和园土按 1:1 比例混匀后成 pH 5.91 的混合物。硫酸钾为济宁恒泰化工有限公司生产。食用醋为湖南省长康实业有限责任公司生产的长康牌白醋,总酸度为  $4.0 \text{ g} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ 。

### 1.2 试验方法

于 2013 年 12 月 10 日提前 3 个月对用于各处理(表 1)换盆的基质进行改土,于 2014 年 3 月 10 日完成各处

理换盆工作,其它管理按照常规田间管理措施进行。

### 1.3 项目测定

自 2014 年 3 月 10 日开始,每月 10 日采用 TFW-VIB 型土壤智能分析仪测定土壤 pH,采用土壤 TPY-6 型土壤智能速测仪测定土壤 N、P、K 含量。

表 1 各处理指标及含量

Table 1 Treatment of index and its content

| 处理<br>Treatment | 硫磺<br>Sulfur/g | 500 mL 硫酸钾<br>500 mL potassium sulphate/% | 500 mL 食用醋<br>500 mL vinegar/% | 基质<br>Soil matrix/kg |
|-----------------|----------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1               | 6              | —   | —                              | 10                   |
| 2               | —              | 0.5                                       | —                              | 10                   |
| 3               | —              | —   | 0.1                            | 10                   |
| 4               | —              | —   | 0.3                            | 10                   |
| 5               | —              | —   | 0.5                            | 10                   |
| 6               | —              | —   | 0.7                            | 10                   |
| 7               | —              | —   | 0.9                            | 10                   |

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 统计软件对试验数据进行单因素方差分析,处理间差异在 5% 的显著度上进行 SNK 检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 硫磺、硫酸钾、食用醋对蓝莓盆土 pH 的影响

由表 2 可知,硫酸钾处理的土壤 pH 在整个试验周期中均显著高于硫磺、食用醋处理过的土壤,除 6、7、8 月外,硫酸钾处理的土壤 pH 都高于 5.0,这并不是蓝莓生长最适宜的 pH。施用硫磺后 5 个月左右,即 5 月 10 日检测时,土壤 pH 才降低到蓝莓最适 pH 4.0~4.8 左右。而施用食用醋后换盆当月,即 3 月 10 日检测时土壤 pH 就能降到蓝莓最适 pH,见效快,并且调节作用明显。即使食用醋用量最少的 0.1% 也能保证在整个生长周期中 pH 保持在最适范围。

表 2 不同处理对土壤 pH 变化的影响

Table 2 The effect of different treatments on soil pH

| 处理<br>Treatment | 日期 Date/(月-日) |             |             |            |             |            |             |            |             |            |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                 | 03-10         | 04-10       | 05-10       | 06-10      | 07-10       | 08-10      | 09-10       | 10-10      | 11-10       | 12-10      |
| 1               | 5.48±0.01b    | 5.40±0.01b  | 4.56±0.01cd | 4.42±0.01c | 4.51±0.01c  | 4.45±0.01c | 4.46±0.01c  | 4.76±0.01c | 4.75±0.02cd | 4.80±0.02c |
| 2               | 5.69±0.02a    | 5.61±0.02a  | 5.30±0.02a  | 4.82±0.01a | 4.90±0.01a  | 4.89±0.01a | 5.09±0.01a  | 5.22±0.02a | 5.25±0.02a  | 5.30±0.01a |
| 3               | 4.83±0.01c    | 4.79±0.01c  | 4.66±0.02b  | 4.50±0.01b | 4.60±0.02b  | 4.61±0.02b | 4.61±0.02b  | 4.84±0.02b | 4.80±0.02bc | 4.86±0.02b |
| 4               | 4.78±0.02d    | 4.69±0.03d  | 4.60±0.01c  | 4.42±0.02c | 4.49±0.02cd | 4.51±0.01c | 4.61±0.01b  | 4.82±0.02b | 4.85±0.01b  | 4.87±0.02b |
| 5               | 4.73±0.01e    | 4.66±0.01d  | 4.55±0.02d  | 4.39±0.02c | 4.49±0.02cd | 4.48±0.01c | 4.55±0.02b  | 4.72±0.02c | 4.77±0.09bc | 4.73±0.02d |
| 6               | 4.69±0.01f    | 4.63±0.01de | 4.56±0.01cd | 4.40±0.01c | 4.51±0.01c  | 4.50±0.02c | 4.51±0.01bc | 4.75±0.01c | 4.74±0.01cd | 4.78±0.02c |
| 7               | 4.64±0.02g    | 4.60±0.01e  | 4.53±0.01d  | 4.32±0.01d | 4.44±0.01d  | 4.45±0.02c | 4.49±0.01c  | 4.61±0.02d | 4.60±0.02e  | 4.64±0.02e |

注:表中数据是平均值和标准误,不同的字母表示不同处理在相同时期用 SNK 检验在 5% 置信水平上差异显著性。下同。

Note: Data are means±standard error. Different letters indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ ) by Student-Newman-Keuls test. The same below.

### 2.2 硫磺、硫酸钾、食用醋对蓝莓盆土有效 N 含量的影响

由表 3 可知,在整个年周期中,硫酸钾处理的土壤中有有效 N 含量明显低于同周期的硫磺和食用醋处理的土壤有效 N 含量;而浓度不同的食用醋处理中,整体来

说,在整个检测周期中土壤有效 N 含量均明显高于硫磺处理的土壤。初始检测时,以 0.5% 和 0.7% 食用醋处理的土壤中有有效 N 元素含量最高,且二者间无显著差异。在整个试验阶段内供试蓝莓盆土中有有效 N 含量均呈现出先下降再缓慢升高的变化趋势,这恰好反应出蓝莓在

表 3

不同处理对土壤 N 含量变化的影响

Table 3

The effect of different treatments on soil available N

mg · kg<sup>-1</sup>

| 处理<br>Treatment | 03-10         | 04-10        | 05-10        | 06-10        | 07-10         | 08-10         | 09-10        | 10-10        | 11-10        | 12-10         |
|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1               | 203.77±1.54c  | 186.59±1.67b | 165.23±1.78a | 157.90±1.59b | 142.56±1.64c  | 183.25±1.64a  | 180.92±1.35c | 184.50±1.83b | 196.67±1.73a | 196.63±1.80ab |
| 2               | 173.90±2.15d  | 148.91±1.97e | 126.70±1.25f | 124.40±1.29e | 133.90±2.01d  | 150.60±1.58d  | 149.80±1.44d | 153.28±1.55c | 153.48±1.87b | 155.54±1.89d  |
| 3               | 219.71±1.25b  | 181.40±1.32b | 158.54±1.10b | 131.60±1.67d | 153.59±1.86b  | 171.40±1.61c  | 188.53±1.06b | 198.85±1.38a | 196.73±1.86a | 194.02±1.66b  |
| 4               | 218.39±1.29b  | 193.85±1.89a | 152.18±1.90c | 163.42±1.05a | 143.19±1.69c  | 184.40±1.87a  | 191.44±1.58b | 199.57±1.60a | 198.44±1.70a | 197.96±1.42a  |
| 5               | 226.41±1.45a  | 186.67±1.83b | 169.28±1.45a | 156.56±1.83b | 159.51±1.66a  | 171.57±1.54c  | 181.43±1.31c | 184.46±1.90b | 196.67±1.89a | 192.64±1.60bc |
| 6               | 222.81±2.25ab | 174.45±2.44d | 149.77±1.61d | 143.48±1.80c | 157.53±1.83ab | 178.20±1.33b  | 198.14±1.29a | 180.59±2.30b | 195.44±1.43a | 197.76±1.22a  |
| 7               | 216.82±1.73b  | 173.64±2.03d | 140.56±1.67e | 143.89±2.12c | 155.98±1.91b  | 176.38±1.34bc | 181.02±2.37c | 180.92±1.32b | 195.74±1.80a | 189.42±1.62c  |

生长周期中对 N 的需求由少到多再逐渐减少的变化趋势。

### 2.3 硫磺、硫酸钾、食用醋对蓝莓盆土有效 P 含量的影响

由表 4 可知,初始检测时食用醋处理的土壤有效 P 含量显著高于硫磺和硫酸钾处理的土壤,而硫磺处理的土壤有效 P 含量又显著高于硫酸钾处理的土壤,最高的

为 0.7% 和 0.9% 食用醋处理的土壤,最低的是为硫酸钾处理的土壤。在整个检测周期中,食用醋和硫磺处理的土壤有效 P 含量也整体显著高于硫酸钾处理的土壤。在整个供试阶段内蓝莓盆土内的有效 P 含量没有明显的变化规律,且变化都不大,可能是蓝莓在生长阶段对 P 的需求量不是很强。

表 4

不同处理对土壤 P 含量变化的影响

Table 4

The effect of different treatments on soil available P

mg · kg<sup>-1</sup>

| 处理<br>Treatment | 03-10        | 04-10        | 05-10        | 06-10        | 07-10        | 08-10        | 09-10        | 10-10        | 11-10        | 12-10         |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1               | 9.51±0.10b   | 9.49±0.09e   | 11.60±0.10b  | 12.30±0.10a  | 12.53±0.14c  | 12.17±0.09b  | 12.29±0.16c  | 13.57±0.09ab | 14.23±0.08a  | 13.00±0.12a   |
| 2               | 8.64±0.07c   | 9.15±0.09e   | 10.11±0.40d  | 9.28±0.09d   | 10.32±0.13d  | 9.64±0.14e   | 10.46±0.19d  | 11.60±0.10d  | 10.36±0.13d  | 9.56±0.07e    |
| 3               | 11.50±0.17b  | 12.73±0.07cd | 11.89±0.07ab | 11.67±0.10c  | 12.77±0.10b  | 11.36±0.14d  | 12.60±0.10bc | 13.03±0.10c  | 14.04±0.14ab | 12.43±0.13cd  |
| 4               | 11.83±0.08a  | 12.60±0.10d  | 10.79±0.17c  | 11.61±0.13c  | 12.78±0.10b  | 11.85±0.07c  | 12.28±0.09c  | 13.01±0.06c  | 13.66±0.06bc | 12.43±0.07cd  |
| 5               | 11.70±0.12ab | 12.97±0.09c  | 10.63±0.16c  | 11.78±0.10c  | 12.73±0.07bc | 11.64±0.14cd | 12.87±0.07a  | 13.10±0.07c  | 13.81±0.10b  | 12.56±0.08bcd |
| 6               | 11.98±0.12a  | 13.23±0.11b  | 11.78±0.07b  | 11.85±0.06bc | 12.77±0.07b  | 11.80±0.15c  | 12.85±0.07a  | 13.44±0.13b  | 13.78±0.07bc | 12.61±0.13b   |
| 7               | 12.00±0.10a  | 13.94±0.04a  | 12.03±0.09a  | 11.93±0.04b  | 13.20±0.07a  | 12.40±0.10a  | 12.92±0.08a  | 13.77±0.06a  | 13.81±0.08b  | 12.81±0.12ab  |

### 2.4 硫磺、硫酸钾、食用醋对蓝莓盆土有效 K 含量的影响

由表 5 可知,初始检测时,食用醋处理过的蓝莓盆土中有效 K 元素含量显著高于硫磺和硫酸钾处理的蓝莓盆土中有效 K 元素含量,其中最高的为 0.5%、0.7% 和 0.9% 食用醋处理,三者间无显著差异;硫磺处理的土壤有效 K 含量次之,硫酸钾处理过的土壤有效 K 含量最低。在整个检测周期中,各食用醋处理的土壤有效 K

均显著高于硫酸钾处理的土壤;除 3 月 10 日和 4 月 10 日这 2 次检测外,食用醋处理的土壤有效 K 含量与硫磺处理的土壤相比整体没有显著差异。在整个供试阶段内蓝莓盆土内的有效 K 含量呈现先降低又逐渐升高的变化趋势,这可能是由于在蓝莓开花到果实成熟整个过程中对 K 肥的需求量很大,导致 3—7 月土壤有效 K 含量急剧下降。

表 5

不同处理对土壤 K 含量变化的影响

Table 5

The effect of different treatments on soil available K

mg · kg<sup>-1</sup>

| 处理<br>Treatment | 03-10       | 04-10        | 05-10       | 06-10       | 07-10        | 08-10        | 09-10       | 10-10        | 11-10        | 12-10        |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1               | 45.55±0.16d | 42.50±0.43d  | 34.63±0.86a | 30.40±1.60a | 32.23±1.76b  | 48.55±1.63a  | 46.06±1.53a | 44.06±1.47ab | 48.44±1.00a  | 42.51±1.48bc |
| 2               | 36.63±0.15e | 32.62±0.51e  | 20.61±1.29b | 22.23±1.76b | 22.63±1.58c  | 23.11±1.55d  | 22.63±1.50b | 28.40±1.02c  | 30.12±1.17c  | 29.37±1.07e  |
| 3               | 49.53±0.21c | 45.66±0.45bc | 34.39±1.15a | 32.93±1.79a | 37.10±1.48a  | 42.55±1.90bc | 46.54±1.40a | 47.64±1.13a  | 49.49±1.12a  | 50.50±1.03a  |
| 4               | 52.54±0.47b | 46.51±0.45b  | 34.00±1.15a | 32.57±1.67a | 35.47±1.40ab | 41.72±1.54c  | 42.51±1.57a | 43.19±1.59b  | 45.09±1.48ab | 47.38±1.17ab |
| 5               | 56.71±0.29a | 46.60±0.63b  | 33.56±1.10a | 32.58±1.97a | 36.48±1.70a  | 42.72±1.67bc | 46.67±1.52a | 42.78±1.48b  | 42.56±1.20b  | 44.63±1.26bc |
| 6               | 55.95±0.48a | 47.30±0.66ab | 36.27±1.16a | 32.97±1.93a | 37.21±1.53a  | 44.96±1.02b  | 45.00±1.51a | 48.04±1.31a  | 42.61±1.50b  | 40.40±1.05d  |
| 7               | 56.72±0.38a | 48.65±0.74a  | 35.48±1.06a | 33.53±1.76a | 37.42±1.50a  | 48.59±1.43a  | 47.68±0.84a | 49.48±1.10a  | 48.45±1.06a  | 48.90±1.68a  |

## 3 结论与讨论

不同化学药剂对土壤 pH 的影响主要取决于其自身的酸碱性强弱和施入土壤后产生的物质的酸碱性。

该研究所用到的 3 种物质食用醋酸性最强;硫磺施入土壤后需逐渐氧化成 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 才能发挥作用;硫酸钾本身为中性,但由于植株本身对 K<sup>+</sup> 吸收量大于 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 而交换

出较多的  $H^+$  使土壤偏酸性。该试验研究结果表明,在蓝莓生产过程中,施用一定量的硫磺、硫酸钾或食用醋都能降低土壤 pH,并且能显著增加土壤中有效 N、P、K 的含量,促进蓝莓生长发育。从试验结果来看,食用醋和硫磺处理的效果明显优于硫酸钾处理的效果。硫酸钾虽然也能调节土壤 pH,但其 pH 主要保持在 5.0~5.7,这对要求土壤 pH 较低的蓝莓来说并不是最适宜的,因此建议生产中不要单独依靠施用硫酸钾来调节土壤 pH。硫磺虽然也能显著改良土壤,但是其在施用近 5 个月左右才将土壤 pH 降低到蓝莓最适的范围内,见效慢,而食用醋由于其本身具有一定酸性,施用后就能立即降低土壤 pH,见效快。综合考虑其对 pH 及有效 N、P、K 的影响,以 10 kg 基质施用 0.7% 的食用醋 500 mL 的处理为最佳。食用醋主要成分为醋酸,在田间生产中,为降低成本,也可用相应浓度的醋酸代替。

刘春生等<sup>[13]</sup>与俞元春等<sup>[14]</sup>研究发现土壤经酸性雨水淋洗后土壤中的交换性钾、钠、钙、镁会发生变化。该研究发现,随着土壤 pH 降低,土壤中有效 N、P、K 含量也相应增加。这可能是由于酸性环境使土壤有机质分解出更多的游离 N、P、K,增加土壤肥力。而随着蓝莓的生长进程,土壤中有效 N、P、K 含量都呈现出一定下降趋势,特别是在 3—7 月下降明显,可能是由于此期为蓝莓开花结果期,对各种矿质元素需求量增加,导致土壤中有效 N、P、K 降低。因此在这段时期应注重蓝莓肥水管理,保障其肥水供给。

#### 参考文献

[1] ANNA K K, RUFUS I. Predicting flower phenology and viability of

highbush blueberry[J]. Hort Science, 2012, 47(9): 1291-1296.

[2] MARK K E, MATTHEW K. Self-fertility evaluations of northern-adapted rabbiteye blueberry hybrids[J]. Hort Science, 2012, 47(12): 1837-1842.

[3] 韩明三,王志云,刘学才,等. 兔眼蓝莓品种粉蓝在青岛的引种试验[J]. 山东农业科学, 2010(1): 104-106.

[4] LISA K J, ANISH M. Differences in cell number facilitate fruit size variation in rabbiteye blueberry genotypes[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2011, 136(1): 10-15.

[5] 於虹,顾娟,贺善安. 我国南方地区越橘栽培现状与发展展望[J]. 中国果树, 2009(3): 68-72.

[6] 纪前羽,刘星剑,刘爱兵,等. 糠醛渣替代硫磺调节土 pH 值及其对蓝莓生长发育的影响[J]. 中国南方果树, 2013, 42(2): 15-17.

[7] TERTULIANO M, KREWER G, SMITH J E, et al. Growing organic rabbiteye blueberries in Georgia, USA: results of two multi-year field studies[J]. International Journal of Fruit Science, 2012(12): 205-215.

[8] NESMITH D S. Fruit set and berry weight of four rabbiteye blueberry cultivars following exposure to sub-freezing temperatures during flowering[J]. International Journal of Fruit Science, 2012(12): 256-260.

[9] 秦兴川. 蓝莓适生环境与栽培技术研究[J]. 园艺与种苗, 2012(4): 37-39.

[10] 李亚东,郝瑞,陈伟,等. 越橘对长白山酸性土壤的适应性[J]. 园艺学报, 1994, 20(4): 129-133.

[11] 赵爱雪,佟海恩,孙喜臣. 蓝莓对土壤酸碱度的要求和调节[J]. 北方果树, 2008(5): 22.

[12] 和阳,杨巍,刘双,等. 蓝莓栽培种土壤改良的方法及作用[J]. 北方园艺, 2010(14): 46-48.

[13] 刘春生,杨守祥. 模拟酸雨对褐土盐基离子淋失的影响[J]. 土壤通报, 1999, 30(1): 42-43.

[14] 俞元春,丁爱芳,胡筋,等. 模拟酸雨对土壤酸化和盐基迁移的影响[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25(1): 39-42.

## Effect of Several Substances on Soil pH and Available N, P, K in Soil of Blueberry

FU Yan<sup>1</sup>, YANG Qin<sup>2,3</sup>, ZHANG Jie<sup>2</sup>, YUE Yang<sup>2</sup>

(1. Qiandongnan National Polytechnic College, Kaili, Guizhou 556000; 2. College of Environmental and Life Science, Kaili University, Kaili, Guizhou 556000; 3. Research Institute of Blueberry, Kaili University, Kaili, Guizhou 556000)

**Abstract:** Taking 4-year-old trees of 'Britewell' planted in pot as test material, the effects of several substances on soil pH and available N, P, K were studied. The results showed that there was a significant reduce soil pH and increasing soil available N, P, K by application of vinegar, potassium sulphate and sulfur. In which, the soil pH was reduced quickly to the blueberries grow the optimum range of 4.0 to 4.8 by vinegar. Simultaneously, the soil pH was reduced to the blueberries grow the optimum range of 4.0 to 4.8 by sulfur, but the effect of modified was slower than vinegar and superior to potassium sulphate, so it was the worst that the effects of potassium sulphate among the tested three substances. Furthermore, the content of available N, P, K was increased significantly with the decrease of soil pH. In total, the vinegar was an improved material to apply to soil pH which was easy to use, and quick effect.

**Keywords:** blueberry; soil pH; soil factor; vinegar; potassium sulphate; sulfur