

# 我国蓝莓生理生态研究进展

乌凤章<sup>1,2</sup>, 王贺新<sup>2</sup>, 陈英敏<sup>2</sup>, 李根柱<sup>2</sup>

(1. 东北林业大学林学院, 哈尔滨 150040; 2. 大连大学, 116622)

**摘要:** 蓝莓具有一定的抗旱性, 兔眼蓝莓的抗旱性最强, 半高丛蓝莓强于高丛蓝莓, 矮丛蓝莓最弱。蓝莓有较强的耐淹水能力, 耐涝性较强的为高丛蓝莓, 其次为半高丛蓝莓, 最弱的为矮丛蓝莓。蓝莓属喜铵态 N 植物, 施肥的种类以 N:P:K 为 1:1:1 的复合肥为宜, 一般的施肥量为 120 kg/hm<sup>2</sup>~500 kg/hm<sup>2</sup>。高丛蓝莓适宜的土壤 pH 为 4.0~5.2 以 4.5~4.8 为最好; 高丛蓝莓和半高丛蓝莓光饱和点和补偿点高, 表现出喜光特性。矮丛蓝莓和红豆蓝莓光饱和点和光补偿点低, 表明对弱光的利用能力强, 对强光的利用能力弱。在对蓝莓水分、营养和光合生理生态特性研究进展进行了综述的基础上, 提出了今后蓝莓生理生态方面研究的主要方向。

**关键词:** 蓝莓; 土壤调酸; 矿质营养; 光合作用; 生理生态; 水分生理

**中图分类号:** S663.9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2006)03-0048-02

蓝莓(Blueberry)学名(*Vaccinium spp.*), 又称为越桔、蓝浆果, 属杜鹃科(*Ericaceae*)越桔属(*Vaccinium L.*)植物, 分布在热带、亚热带、温带等地区。蓝莓果实风味独特, 营养丰富, 被誉为“浆果之王”。它含有丰富的维生素、矿物质和抗氧化物质, 特别是果实中所含的花青素、儿茶酸等, 有防治高血压、疏通毛细血管和缓解视力疲劳作用<sup>[1]</sup>。

早在 1937 年, 美国人考夫莱(F. V. Coville)把他选育出的 15 个蓝莓品种首次进行商业性栽培, 到 20 世纪 80 年代末, 已选育出适合各地气候条件栽培的优良品种 100 多个。目前, 蓝莓已成为美国主栽果树品种之一。继美国之后, 以欧洲、澳洲、大洋洲、日本等发达国家和地区为典型代表, 相继进入商业性栽培和生产阶段<sup>[2]</sup>。在美国和日本等国家它是目前最流行的水果之一。它含有的多种生物活性成分和功能因子, 一直是研究和产品开发的热点。近年来, 我国相关部门对蓝莓日益重视, 各地发展蓝莓的积极性越发高涨, 呈现出良好的发展态势。我国自上世纪 80 年代开始进行了蓝莓生理生态研究工作, 并取得了一定的进展, 为蓝莓的丰产栽培提供了理论依据。现对这些研究进展进行综述, 并提出今后我国蓝莓生理生态研究的主要方向。

## 1 蓝莓的水分生理

### 1.1 蒸腾作用

半高丛蓝莓北陆(Northland)蒸腾速率日变化基本上是一单峰曲线, 从 6:00 时开始, 蒸腾速率随着光强的增强和气温的升高而逐渐增强, 在 10:00~14:00 时蒸腾最强, 而后逐渐下降。影响北陆蒸腾速率的主要因子依次为气温、气孔阻力和光照<sup>[3]</sup>。

### 1.2 干旱反应和抗旱性

在持续干旱条件下, 半高丛越桔北空叶片的生理功能遭到破坏, 表现为叶片光合强度、叶绿素含量、光量子通量密度降低; 气孔导度、蒸腾强度升高; 呼吸强度先升高, 后降低, 直至连续干旱 31 d 时, 植株才有少量叶片焦枯。可以看出北空越桔具有较强的耐旱能力<sup>[4]</sup>。在蓝莓的几个类群中, 兔眼蓝莓的抗旱性最强<sup>[5]</sup>, 半高丛蓝莓强于高丛蓝莓, 矮丛蓝莓最

弱<sup>[6]</sup>。土壤干旱时植株生长细弱、座果率低, 甚至会引起枯枝或整株死亡。

### 1.3 涝害和耐涝性

蓝莓有较强的耐淹水能力。在土壤连续淹水条件下, 半高丛越桔北空第 12 d 才出现少量叶尖焦枯, 第 18 d 叶片才出现明显的受害反应。而耐淹水能力很强的梨也仅能在缺氧死水中存活 9 d。

不同类群蓝莓的耐涝性不同。耐涝性较强的为高丛蓝莓, 其次为半高丛蓝莓, 最弱的为矮丛蓝莓<sup>[7]</sup>。不同品种蓝莓的耐涝能力不同, 由强到弱排列依次为: 艾朗> 蓝丰> 科丽尔> 北村> 圣云> 7917> 美登> 斯卫克> 芝妮> 北空<sup>[8]</sup>。

在淹水逆境下, 蓝莓的生理变化表现在叶片质膜透性增强, 且随着处理时间的加长, 质膜透性进一步加大, 耐淹水能力弱的品种的电解质相对渗出率值明显高于耐淹水能力强的品种; 淹水逆境下, 蓝莓叶片膜脂过氧化作用增强, 其主要氧化产物丙二醛的含量增加, 且耐淹水能力强的品种增加的幅度低于耐淹水能力弱的品种。

土壤积水时, 土壤通气差, 土壤 O<sub>2</sub> 含量降低, CO<sub>2</sub> 含量上升, 导致蓝莓生长不良。夏季淹水天数达到 25 d~35 d 会抑制花芽形成。连续淹水大于 25 d 则座果率也会下降。因此, 栽培蓝莓要选择有机质含量相对较高的沙壤土, 保证土壤疏松、通气状况良好、不积水, 以利于蓝莓生长。

耐涝性的解剖特征表现为有通气组织、皮孔或形成不定根, 为受涝的根系提供氧气。笃斯越桔笃斯的根、茎和叶柄具有通气组织, 大的细胞间隙和空气腔由叶柄直通根部, 以适应沼泽环境。

## 2 蓝莓矿质营养

### 2.1 矿质营养特点

蓝莓需肥量远远低于其他果树或浆果类, 其叶片中含有较高 N 而较低的 P、K、Ca、Mg, 叶片中 Mn 的含量则有较宽的适宜范围。蓝莓属喜铵态 N 植物, 它对土壤中的 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 比 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 有较强的吸收能力<sup>[8]</sup>。因此, 蓝莓的施肥多以铵态氮为主。

### 2.2 元素间的相互作用

植物各种元素之间存在拮抗作用和增效作用。向土壤中增施 N 肥能明显增加蓝莓树体内 N、P、K 的含量, 但降低了

\* 基金项目: 辽宁科技攻关计划项目(2004205001)的部分内容。

收稿日期: 2006-01-10

Ca、Mg、Mn、Cu、B 的含量。Ca 对蓝莓树体内 Mg、Al 的吸收有促进作用,但抑制 Cu 的吸收。过量的 P 素水平抑制蓝莓对 Fe 的吸收和积累,从而引起缺 Fe 症。所以制定施肥计划时,必须考虑到元素间的这种相互关系。

### 2.3 矿质元素对蓝莓生长与结果的影响

植物体内每一种元素的缺少或过多对生长发育都会造成影响。蓝莓缺素症主要有缺 N 症、缺 Fe 症、缺 Mn 症和缺 P 症。缺素的植株表现为生长受阻、产量降低。

N 素是蓝莓较为敏感的一个元素,树体内 N 素含量的多少决定着浆果的大小和产量。当土壤肥力较高时,施氮肥对蓝莓增产无效,反而有害。但在土壤肥力差、有机质含量低的沙土和矿质土壤上栽培蓝莓时,需要适当补充氮肥。

水湿地潜育土往往缺磷,增施磷肥可以促进树体生长,明显增加产量。但当土壤中含磷较高时,增施磷肥又会延迟果实成熟。一般当土壤中速效磷含量低于 6 mg/kg 时,需施磷肥( $P_2O_5$ ) 15 kg/hm<sup>2</sup>~45 kg/hm<sup>2</sup>。

增施钾肥不仅可以提高蓝莓产量,而且可以提早成熟,提高品质,提高抗寒性。但施钾过量,会使果实变小,越冬受害严重,导致缺镁症等发生。在大多数栽培蓝莓的土壤上,适宜的钾肥( $K_2O$ )用量为 40 kg/hm<sup>2</sup>。

施肥的种类以 N:P:K 为 1:1:1 的复合肥为宜,一般的施肥量为 120 kg/hm<sup>2</sup>~500 kg/hm<sup>2</sup>。

不同土壤类型要求的肥料种类和施肥水平不同,应采取叶分析和土壤分析来确定施肥方案。

### 2.4 土壤酸度及其调节

土壤 pH 影响土壤中各营养元素的存在形式和可利用性。土壤 pH 过高,土壤中的铵态氮在微生物的作用下转化为不易被蓝莓吸收的硝态氮,引起植株缺氮,生长受阻、叶片失绿,结果不良;当 pH 高于 5.2 时,土壤中的自由 Fe 会与有机物质合成络合物,使 Fe 被固定,而不能被蓝莓根系吸收。除了 N 和 Fe 外, Mn、Zn、Cu 等元素也受土壤 pH 值的影响,当 pH 值过高时,土壤中可溶性 Mn、Zn、Cu 含量都会下降<sup>[9]</sup>。

高丛蓝莓适宜的土壤 pH 为 4.0~5.2 而以 4.5~4.8 为最好;兔眼蓝莓适宜在 pH 5 以下的有机质丰富的土壤中生长,pH 最好不超过 5.5。不同蓝莓品种之间 pH 值适宜范围也有差异:高丛蓝莓“蓝丰”为 3.0~5.5,“艾朗”为 4.0~4.5;半高丛蓝莓“北空”为 4.0~5.0,“圣云”为 4.5~6.0;而矮丛品种“美登”为 4.0~4.5。

目前国内外采用的较普遍的调节土壤 pH 的方法就是施 S。硫磺对土壤 pH 的调节主要特点是效果持久稳定。其作用机理是硫磺施入土壤后,被硫细菌氧化成硫酸酐,硫酸酐再转化成硫酸,硫酸起到了调节 pH 的作用。在东北暗棕色森林土上施 S 量为 130 g/m<sup>2</sup> 时,对降低土壤 pH 效果是明显的;东北黑土施 S 量为 1.5 kg/m<sup>3</sup>~2 kg/m<sup>3</sup> 时,调酸效果较好。除采用施 S 调节土壤酸度外,蓝莓栽培土壤中加入苔藓、苔藓+草炭是改良土壤的有效方法,能够在很大程度上改变土壤的理化性状,使土壤中的生物活性加强,有机质含量升高,土壤 pH 明显降低,土壤的持水能力增强,改变了土壤的水热条件,影响叶片对营养的吸收,从而间接影响叶片的光合强度和呼吸强度,有利于蓝莓的生长<sup>[10,11]</sup>。

### 3 蓝莓的光合生理特性

据李亚东测定,蓝莓光合作用年变化均呈一双峰曲线,高丛和半高丛蓝莓第一次高峰出现在 7 月初,矮丛和红豆蓝莓

出现在 7 月中旬。第二次高峰均出现在 8 月下旬;高丛、半高丛和矮丛蓝莓春季展叶后光合强度较高,9 月中旬以后随着叶片变色老化迅速下降,而红豆蓝莓展叶后(5 月 26 日~6 月 20 日)光合强度较低,9 月中旬后仍维持一定水平的光合强度。

高丛蓝莓和半高丛蓝莓光饱和点和补偿点高,表现出喜光特性。矮丛蓝莓和红豆蓝莓光饱和点和光补偿点低,表明对弱光的利用能力强,对强光的利用能力弱。这一特点可为矮丛蓝莓和红豆蓝莓栽培中林果间作提供生理依据。

净光合速率则以半高丛蓝莓最高,高丛蓝莓次之,红豆蓝莓最低。蓝莓春季光合作用的最适温度范围为 15℃~28℃,以 20℃为最适宜。在温度高于 30℃和低于 15℃的条件下,光合速率下降迅速,呼吸强度随温度上升而上升,超过 30℃则下降<sup>[12]</sup>。

### 4 蓝莓发展前景及生理生态研究尚待解决的问题

蓝莓不仅是一种美味水果,同时在医药、化妆、保健、食品加工方面有着广泛的应用。随着广大民众生活水平的提高,保健意识的增强,蓝莓鲜果及其加工产品国内外市场的需求会越来越大,蓝莓产业的发展前景是十分诱人的。虽然我国对蓝莓的生理生态特性进行了一些研究,但还远远不够,国外同期开展蓝莓栽培的国家相比存在着很大差距。今后研究的主要方向是:开展蓝莓的露地和设施栽培需水特性研究,确定生长期合理灌溉量。研究地面覆盖对栽培土壤水分、养分的影响,制定合理的覆盖技术方案。研究不同类群蓝莓矿质营养特点及其最佳施肥技术。研究菌根菌对蓝莓的寄生关系及生理作用,筛选出适宜的菌根菌。

#### 参考文献:

- [1] 李亚东,吴林,陈丹,等.引种蓝莓果实中维生素 E、SOD、氨基酸及无机元素含量[J].吉林农业大学学报,1995,17(4):29~32.
- [2] 苑兆和.世界蓝莓生产历史与发展趋势[J].落叶果树,2003(10):49~52.
- [3] 杜少国,张少斌,王葛荣,等.北土蓝莓的光合蒸腾的生理生态[J].吉林林学院学报,1999,15(1):7~10.
- [4] 李亚东,吴林,张志东,等.淹水、干旱条件下北空越桔生理反应的研究[J].果树科学,1998,15(2):137~140.
- [5] 顾娟,贺善安.蓝浆果与曼蓝莓[M].北京:中国农业出版社,2001.
- [6] 吴林,李亚东,张志东,等.三种类型蓝莓对干旱胁迫的生理反应[J].吉林农业大学学报,1998,20(2):1~4.
- [7] 吴林,李亚东,张志东,等.三种类型蓝莓在淹水逆境下生理及形态反应的比较[J].园艺学报,1997,24(3):287~288.
- [8] 吴林,张志东,李亚东,等.越桔耐涝品种的筛选[J].吉林农业科学,2002,27(2):46~48.
- [9] 刘庆忠,赵红军.越桔高效栽培与加工利用[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [10] 唐雪东,李亚东,臧俊华,等.土壤施硫对蓝莓生长发育的影响[J].东北农业大学学报,2004,35(5):553~560.
- [11] 唐雪东,李亚东,吴林,等.不同土壤改良物质对蓝莓叶片酶活性影响的研究[J].土壤通报,2005,36(1):76~79.
- [12] 唐雪东,李亚东,吴林.土壤改良对蓝莓(Vaccinium)某些生理指标的影响[J].沈阳农业大学学报,2003,12 34(6):419~422.
- [13] 李亚东,吴林,张志东,等.高丛、半高丛、矮丛蓝莓和红豆蓝莓光合作用特性比较研究[J].果树科学,1998,15(1):30~33.
- [14] 张治安,李亚东.4 种不同类型蓝莓叶片光合作用温度特性的比较研究[J].吉林农业大学学报,1999,21(4):16~19.